Les Bases de la VoIP





Plan

- Généralités
- Rappel sur les protocoles TCP / UDP
- Protocoles temps réel : RTP et RTCP
- Les codeurs audio
- La qualité de service et la gestion de bande passante
- Un scénario d'appel Voix sur IP



Plan de la présentation



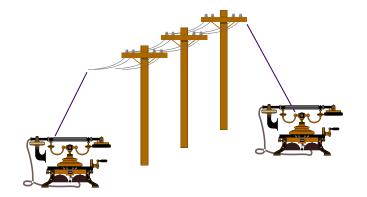
- Généralités
 - > La technique de transmission
 - > Un bref historique
 - > Les atouts de la Téléphonie sur IP
 - > Et les réserves
- Rappel sur les protocoles TCP et UDP
- Protocoles temps réel : RTP et RTCP
- Les codages audio et vidéo
- La qualité de service et la gestion de bande passante
- Un scénario d'appel Voix sur IP



Les modes de transmission de la voix « avant IP » : Transmission synchrone analogique



- Première génération :Le bon vieux téléphone analogique
- Modulation d'un signal électrique sur un fil
- Multiplexage possible en utilisant des bandes de fréquences séparées pour chaque canal.



Avantages :

- Simple
- Délai de transmission très faible (propagation du signal)

Problèmes :

- Le bruit augmente le long de la chaîne d'amplification
- Les commutateurs font appel à des modules électromécaniques coûteux

Les modes de transmission de la voix « avant IP » : Transmission synchrone numérique

orange

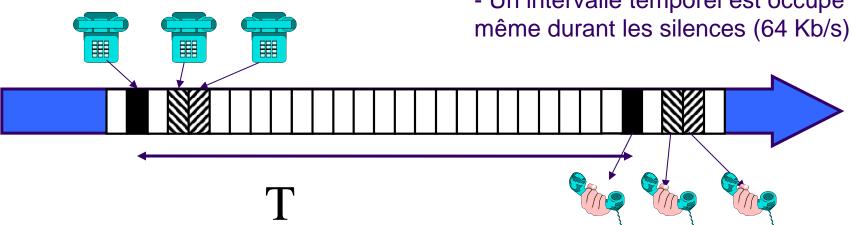
- Le signal analogique de la parole est numérisé
- Chaque canal de parole correspond à un intervalle temporel
- Multiplexage temporel

Avantages:

- Disparition du bruit qui augmente le long des lignes de retransmission
- Commutateurs numériques
 - Absence de gigue
 - Convient aussi à la transmission de données

Problèmes:

- Un intervalle temporel est occupé

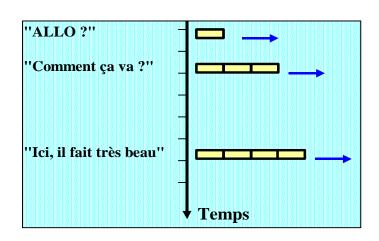


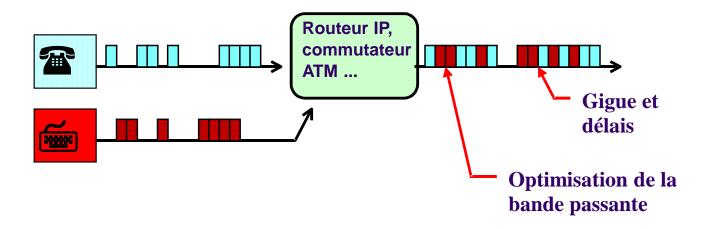
J.J LEBLONDEL Orange Lab / F. MICHAUX

Mode de transmission de la téléphonie sur IP : Transmission asynchrone



- Numérisation (et compression) de la voix /
 Transmission asynchrone par paquets
- Emission d'un paquet uniquement si l'on a des données à transmettre
- Multiplexage statistique sur le réseau





La voix sur IP: le matériel nécessaire...







Le Terminal IP

C'est le moyen d'accès au service VoIP via le réseau IP.

- Il assure:
 - L'authentification de L'utilisateur et des entités réseau.
 - L'émission et la réception des messages d'établissement et de contrôle d'appel
 - L'émission et la réception des flux média
 - La sécurisation des échanges

Plusieurs types de terminaux existent

- Le Soft-Phone : Logiciel installé sur un PC. Ex : Netmeeting, E-conf, OpenH323
- L'IP-Phone: Téléphone ayant une prise Ethernet. Ex: Siemens, Innovaphone, Cisco
- Les boîtiers d'adaptation : Boîtier comportant une prise Ethernet et des accès RJ11. Ex : Cisco Komodo ATA185

La voix sur IP : le matériel nécessaire...



La « Gateway »

- Elle est chargée de l'interfonctionnement entre le réseau IP et le réseau commuté.
- Pour ce faire, la passerelle est composée de :

AS5800 de Cisco



- Carte d'interface vers le réseau RTC Accès E1 PRI ISDN
- Carte d'interface vers le réseau IP Accès 10/100BaseT
- Carte de Digital Signal Processor contenant les Codecs (G711, G723, G729)
- Application logicielle gérant le protocole H323

AS5400 de Cisco



AS5300 de Cisco



NAS MAX TNT de Lucent



La voix sur IP : le matériel nécessaire...



Le « Gatekeeper »

Gatekeeper Alcatel SMC





- C 'est un logiciel chargé de la gestion et de l'adressage des terminaux et des passerelles.
 Il assure entre autres les fonctions suivantes:
 - Enregistrement des terminaux et passerelles situés dans sa zone
 - Authentification
 - Traduction des alias H.323 (gwenael@francetelecom.com) en numéros E.164 (0296050486) du réseau commuté et en adresses IP (172.20.26.206) pour la signalisation H.225
 - Routage d'appel au sein de sa zone ou en inter-domaine (appels vers un autre réseau Voix sur IP)
 - Gestion de la bande passante
 - Comptage / interface avec les serveurs de facturation
 - Déclenchement de services renvoi vers messagerie, films vocaux etc...

Plates-formesVoIP ... des progrès



- Les passerelles stand-alone sur architecture PC deviennent rares. Les fonctions VoIP sont de plus en plus intégrées au sein des routeurs, NAS, et PABX.
- Amélioration des passerelles :
 - Augmentation de la densité de ports (30, 60, .. 1000)
 - Baisse du prix par port (divisé par 4 en 18 mois)
 - Universalité des ports (voix, fax, modem) bientôt -
 - ➤ Interaction avec les plates-formes de facturation via des API (Mind CTI, Portal, Belle Systems) et les produits de clearinghouse (TransNexus)
- Interaction avec le RI (SS7) bientôt -
- Support des standards : H.323, SIP MGCP

... et des défauts

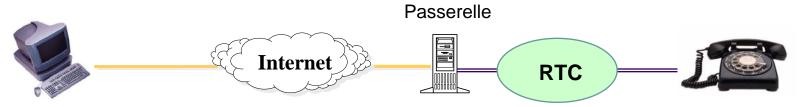


- ☐ Principal problème : l'interopérabilité entre produits
- ☐ La multiplication des protocoles utilisés
- ☐ La technologie est très rapidement obsolète (18 mois)

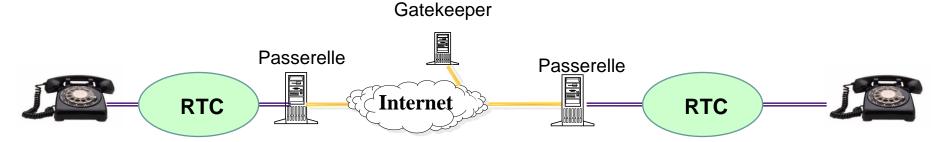
Évolution de la Téléphonie sur IP 3 configurations types







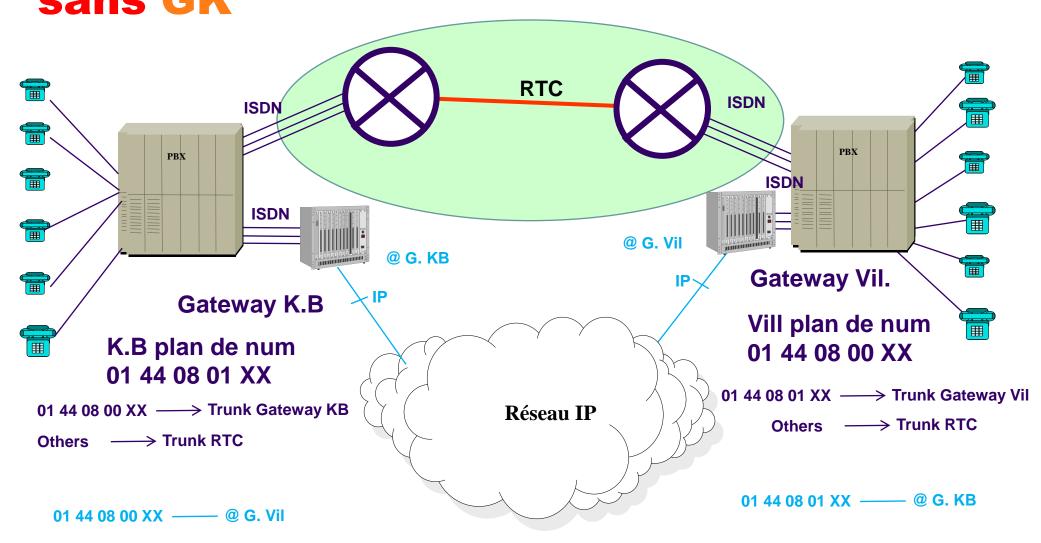
Voix sur IP de Terminal IP à Téléphone



Voix sur IP de Téléphone à Téléphone

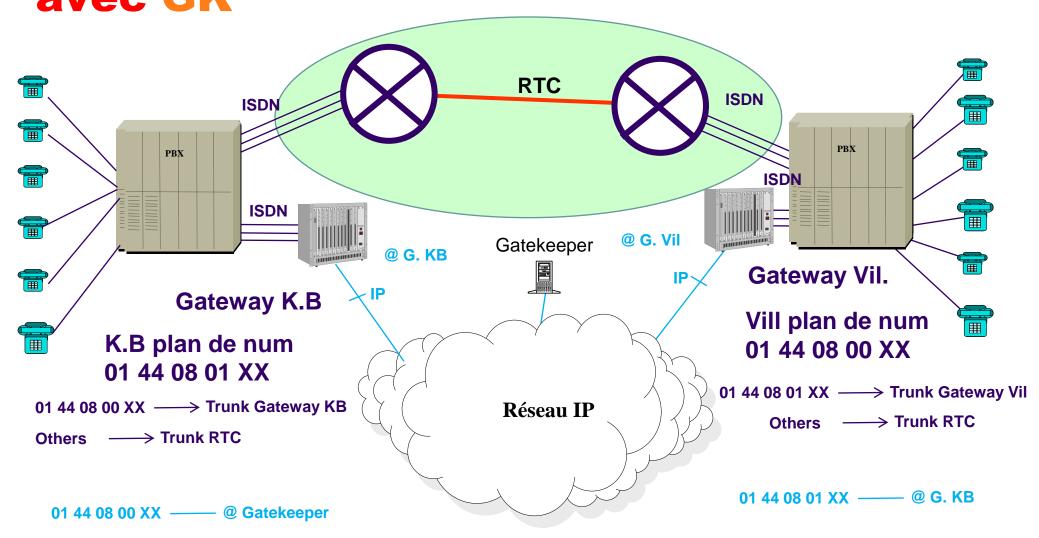
Architecture d'une solution Voip sans GK





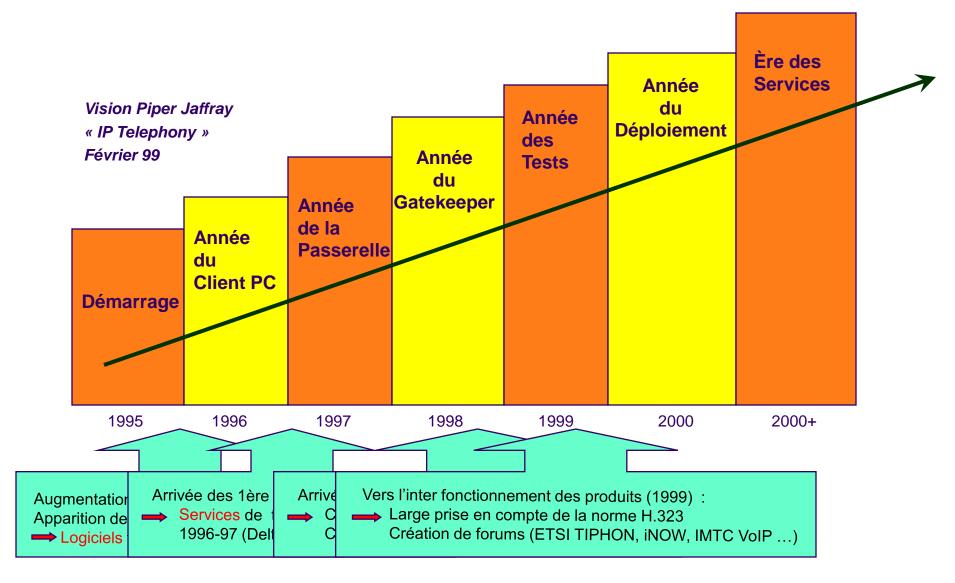
Architecture d'une solution Voip avec GK





Évolution de la téléphonie sur IP





Les atouts de la téléphonie sur IP



Les facteurs économiques

- La réglementation
 - Le contournement des règles de licence
 - La réduction des charges d'accès
 - Le contournement des taxes de répartition à l'International
- Le contexte industriel
 - Un marché concurrentiel et dynamique
- Les facteurs techniques
 - Un usage réduit de la bande passante
 - L'intégration voix / données

Le développement de service

- L'engouement pour l'IP
- L'intégration de service et le développement de nouvelles applications
 - Intégration de services entre le monde téléphonique et le monde des données
 - Centre d'appel sur IP ; Assistance/vente à distance (click to dial / co-browsing) ; Annuaire ; etc ...
 - Nouveaux services
 - ICW ; Vidéo conférence ; Messagerie unifiée ; Instant messaging ; Fax sur IP ; Chat ; Transfert d'appel International ; etc ...



Les atouts ... Oui mais ...



Atouts financiers ??

- La réglementation risque de changer
- Les facteurs techniques



- La bande passante peut aussi être optimisée pour le RTC
- ➢IP n'est pas le seul protocole de transport asynchrone
- On est actuellement sur un marché de niche : les coûts véritables de déploiement et d'exploitation, à l'échelle mondiale, ne sont pas chiffrés

Pauvreté des services tél. d'entreprise (# PABX)

Problèmes de Qualité de service

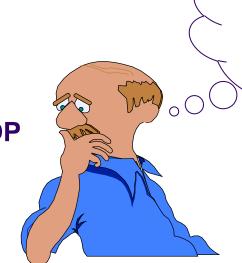
Donc principal atout :

LE DEVELOPPEMENT DE NOUVEAUX SERVICES



Plan de la présentation

- Généralités
- Rappel sur les protocoles IP, TCP, UDP
- Protocoles temps réel : RTP et RTCP
- Les codeurs audio
- La qualité de service et la gestion de bande passante
- Un scénario d'appel Voix sur IP



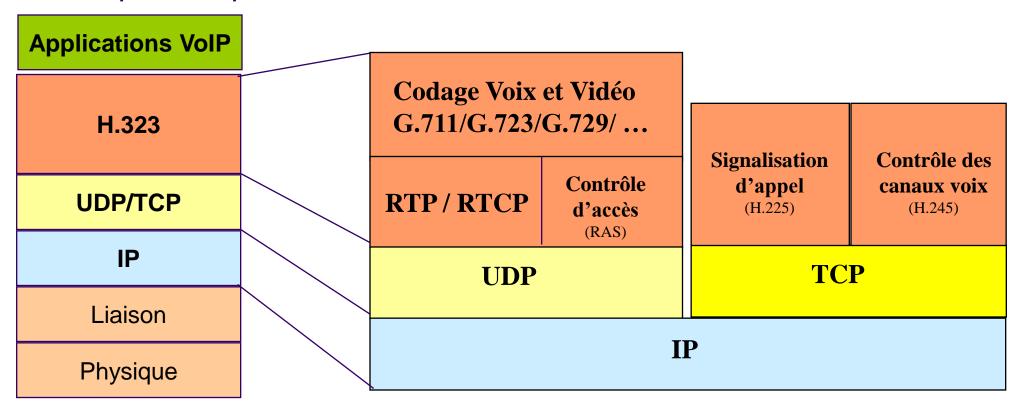
orange

TCP/UDP

Les protocoles sous-jacents



L'exemple des protocoles H.323



UDP / TCP : 2 protocoles pour des usages différents

Adressage IP v4



- ☐ Chaque hôte d'un réseau internet dispose d'une <u>adresse unique</u> qu'il utilise pour toutes ses communications
 - adresse fixe (réservée sur une longue durée)
 - adresse provisoire (attribuée le temps de la connexion à l'internet)
- Adresse IPv4 codée sur 32 bits
 - >exemple: 192.190.156.3
- ☐ Adresse IPv4 = (identificateur de réseau + identificateur d'hôte sur ce réseau)
- Adressage Public / Adressage privé
- Classes d'adresse (A B C ...) / Sous-adressage (masque sous-réseau)

En-tête du paquet IP v4



L'en-tête est composée de 20 octets minimum

0		15 16			31		
Version	IHL	Type of Service	Total Length				
Identification			Flags	Fragment Offset			
Time to Live		Protocol	Header Checksum				
Source Address							
Destination Address							
Options							
	Padding						

Routage des paquets IP



- Processus de choix du chemin que doit emprunter un datagramme pour atteindre une destination donnée
- Ce type de décision est pris :
 - > au niveau de l'émetteur lui-même
 - dans tous les cas
 - seulement à ce niveau en cas de remise directe
 - >au niveau des routeurs traversés le long du chemin en cas de remise indirecte
- Remise directe
 - ➢ ordinateurs reliés à un même réseau physique → pas de routeurs intermédiaire
 - encapsulation du datagramme dans une trame (par exemple Ethernet)
 - correspondance @IP @physique (par exemple avec ARP)
 - envoi de la trame directement vers le destinataire final
 - critère pour déterminer la colocalisation du destinataire :même identificateurs de réseau et de sous-réseau que l'émetteur

Routage des paquets IP



Remise indirecte

- ordinateurs reliés via des routeurs IP
- > envoi du datagramme vers le routeur adjacent capable d'assurer l'acheminement
- remise directe vers ce routeur
- ransit du datagramme de routeurs en routeurs jusqu'à remise directe du dernier routeur au destinataire final

□ Table de routage

- Chaque hôte a sa propre table de routage
 - minimiser le nombre d'informations
 - une station doit déléguer au maximum au(x) routeur(s) adjacent(s)
- Optimisation en n'utilisant que les identificateurs de réseau et les masques de réseau
- > entrée : identificateur de réseau, masque, routeur suivant sur le chemin
- référence à des routeurs directement accessibles

□ Routage par sauts successifs

- chaque table n'indique que l'étape suivante du chemin
- > un routeur n'a pas connaissance du chemin complet qui mène au destinataire

User Datagram Protocol (UDP)



- > Principes
 - Protocole non fiable, en mode datagramme
 - Multiplexage (ports source / destinataire)
 - Vérification de l'intégrité des données
- ➤ Datagramme UDP (en-tête 8 octets)

0 15	16	31			
Port UDP source (opt)	Port UDP Destination				
Longueur datagramme	Total de contrôle (opt)				
Données (< 65527 octets)					

User Datagram Protocol (UDP)



- L'émetteur n'a aucune information :
 - sur l'état du réseau (congestion, etc ...)
 - sur la transmission correcte ou non, des paquets qu'il émet
- Le destinataire n'a aucune indication sur la perte de paquets
- Le destinataire peut, grâce au total de contrôle :
 - détruire les paquets corrompus
 - mais ne peut pas les « réparer »

En bref:

Les datagrammes UDP sont émis immédiatement, puis « livrés à leur sort »



Protocole fiable

- Séquencement des données
- Acquittement / Retransmission

Mode connecté

Flot d'octets / Connexion full duplex

Contrôle de flux

Fenêtre glissante à taille variable

Contrôle de congestion

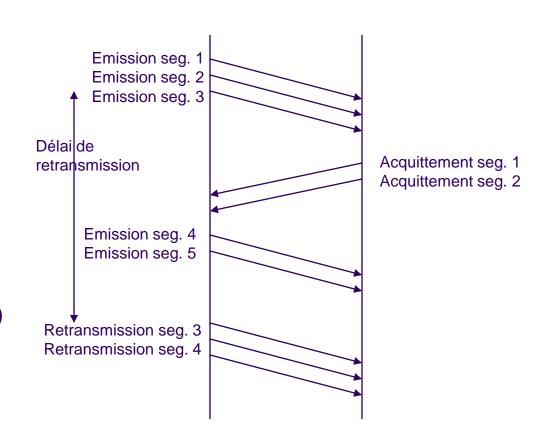
- Calcul de délai de retransmission
- Multiplexage ((adresse,port) et connexion)
- Vérification de l'intégrité des données



Protocole fiable

Acquittement de bonne réception et retransmission

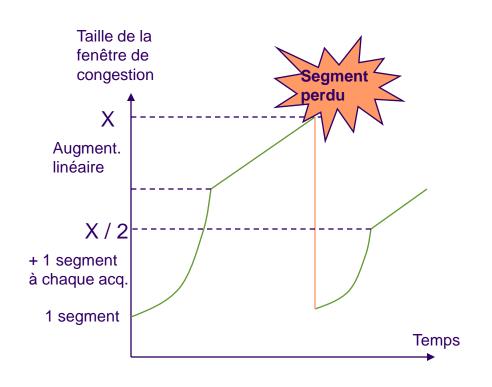
- ▶Pas d'acquittement négatif
- La retransmission d'un segment a lieu au delà d'un délai de retransmission
- ➤ Ce délai est calculé à partir d'une estimation du temps de boucle (RTT)
- ➤ En cas de perte de segments, le délai augmente de façon exponentielle (X 2)
- ➤ Notion de fenêtre glissante





Contrôle de flux et fenêtre de congestion

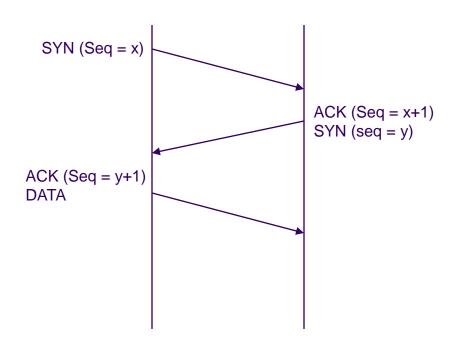
- ➤ Taille de fenêtre variable
- ➤ Annonce de fenêtre récepteur
- ➤ Fenêtre de congestion
- ➤ Démarrage « lent » de la transmission
- ➤ Augmentation contrôlée de la taille de la fenêtre de congestion



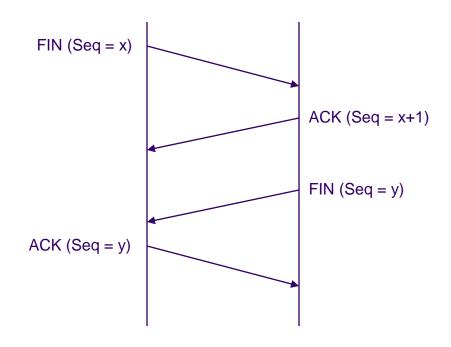


Établissement et Fin de connexion

Établissement



Déconnexion

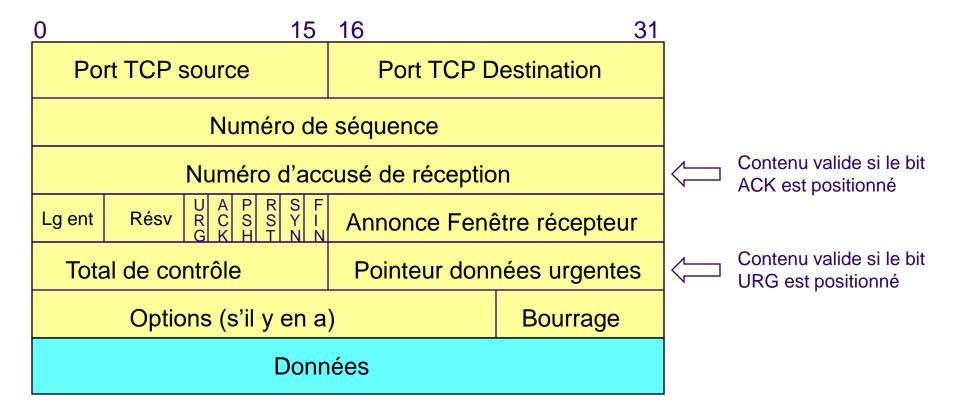


Processus en trois temps

Processus en 2 x 2 temps



Le segment TCP (en-tête 20 octets minimum)



UDP « contre » TCP

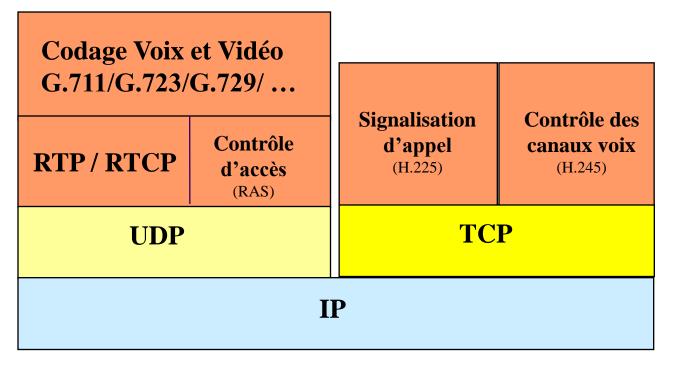


	UDP	TCP
Fiabilité :	Aucune garantie	Protocole fiable
Délai de transmission :	Envoi immédiat	Délais non garantis , et sans limite (délai de retransmission, et taille de fenêtres)
Simplicité :	En-tête de taille réduite (8)	Protocole assez « lourd » (taille de l'en-tête, proc. connexion, acquit.)
Adaptation aux congestions réseau :	Non	Oui
Donc protocole adapté à :	Transfert de données temps réel	Échanges de signalisation

UDP et TCP



L'exemple des protocoles H.323



Donc:

Pour le transport des flux voix et vidéo
UDP

Pour le transport de la signalisation TCF

(voire UDP)

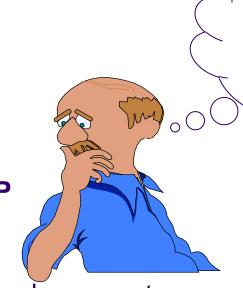
MAIS: UDP est non fiable et non adapté à la congestion de réseau





Protocoles liés à la QOS des Réseaux IP (DiffServ, RSVP, ... Plan de la présentation

- Généralités
- Rappel sur les protocoles TCP / UDP
- Protocoles temps réel : RTP et RTCP
- Les codeurs audio
- La qualité de service et la gestion de bande passante
- Un scénario d'appel Voix sur IP
- La télécopie sur réseau IP



orange

RTP / RTCP

Les protocoles RTP et RTCP



- RTP = Real Time Protocol
- RTCP = Real Time Control protocol

Pourquoi RTP / RTCP ?

Parce que UDP ne traite : ni la perte de paquet

ni la gigue Allo.



- > RTP est un protocole de transport des applications temps réel sur IP, destiné à limiter (voir résoudre) les effets de la perte de paquets et de la gigue sur les réseaux IP.
- > RTCP est un protocole de contrôle des flux RTP, permettant de véhiculer des informations sur la qualité de service du réseau IP, et sur les participants d'une conférence.

Qu'est-ce que RTP?



RTP

- ➤ Identifie le type d'information transportée (ex : le type de codeur voix)
- > Ajoute des marqueurs temporels aux paquets
- > Ajoute des numéros de séquence

Ce que permet RTP:

- ➤ RTP permet de réordonner les paquets, ou tenir compte de leur arrivée dans le désordre (ex : chaque paquet vidéo pourra être décodé et placé au bon endroit sur l'écran, sans attendre ses prédécesseurs)
- ➤ Grâce à RTP, le récepteur est informé de la perte de paquets (Il peut alors mettre en œuvre des mécanismes permettant de compenser ou réparer la perte d'information : redondance, approximation, ...)
- ➤ Grâce à RTP, le récepteur est informé de la gigue (Il peut alors mettre en œuvre des mécanismes afin de compenser la gigue : modif. taille buffer gigue)

Qu'est-ce que RTP?



RTP

- ➤ Identifie le type d'information transportée (ex : le type de codeur voix)
- > Ajoute des marqueurs temporels aux paquets
- > Ajoute des numéros de séquence

Ce que ne permet pas RTP:

- > RTP ne supprime pas la perte de paquets
- > RTP ne permet pas de reconstruire les paquets (à partir de ses données)
- >RTP ne supprime pas la gigue
- >RTP ne permet pas de faire de la réservation de ressources

Le protocole RTP



Le protocole RTP est adopté par l'ensemble des standards VoIP : H.323, SIP, MEGACO, ...

RTP et la couche transport

- ➤ En théorie, RTP (et RTCP) peuvent être utilisés au dessus de TCP et de UDP. En pratique, RTP (et RTCP) sont <u>basés sur UDP</u> (puisqu'il s'agit de véhiculer des flux temps réel).
- >RTP (et RTCP) peuvent être utilisés en mode unicast ou multicast.
- ➤ Noter que le protocole <u>RTP n'est pas très optimisé</u> :
 - ➤ En-tête de 12 octets minimum
 - ➤En-tête qui peut être aisément réduite, car :
 - La majorité des champs a une valeur quasi-fixe (1ers champs, type payload, SSRC)
 - ➤Ou une variation constante (timestamp, numéro de séquence)

Solution : <u>Compression d'en-tête</u> (incluant IP, UDP et RTP) pouvant réduire les 40 octets à seulement 2 ou 4 octets, pour la majorité des paquets

Qu'est-ce que RTCP?



- > RTCP est un protocole de contrôle des flux RTP
- > RTCP fournit à tous les participants des informations sur la QoS réseau (gigue, perte de paquets, RTT)
- > RTCP transmet périodiquement des paquets de contrôle sur les participants d'une conférence.

Ce que permet RTCP:

- > RTCP permet, à la fois à l'émetteur et aux destinataires, d'agir sur l'émission / le traitement des flux RTP, en fonction de la QoS (ex: changt. codeur, taille paquet, taille buffer gigue, redondance, changt. cond. réseau,,,)
- ➤ RTCP diffuse un identificateur (CNAME) pour chaque source RTP, ce qui permet d'attribuer les flux RTP à tel ou tel participant, car les SSRC peuvent changer (redémarrage programme, conflit).

Cela permet aussi de synchroniser les flux audio et vidéo venant d'un même participant.

Plan de la présentation

orange™

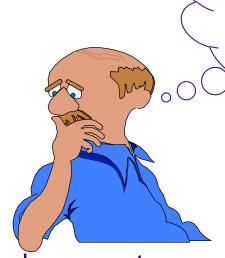
G.729

G.711

GSM 06.10 \

G.723

- ☐ Généralités
- Rappel sur les protocoles TCP / UDP
- Protocoles temps réel : RTP et RTCP
- Les codeurs audio
- □ La qualité de service et la gestion de bande passante
- Un scénario d'appel Voix sur IP



Les techniques de codage audio



Technique temporelle (entre 16 et 64 kbit/s)

Consiste à préserver la forme d'onde du signal

- Modulation par impulsion et codage (MIC): G.711
- Codeurs différentiels, avec extrapolation (ADPCM): G.726; G.721

Qualité de la voix très bonne à 64 kbit/s se dégradant très vite à 16 kbit/s

- Technique paramétrique (entre 2.4 et 4.8 kbit/s)
- Codeurs de type LPC (Linear Predictive Coding)

Consiste à modéliser le signal sous forme simplifiée, sans conserver la forme temporelle de l'onde

Qualité de la voix très médiocre, peu fidèle et métallique

Technique d'analyse et synthèse (entre 5 et 16 kb/s)

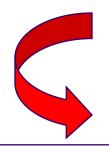
Utilisation combinée des 2 techniques précédentes

- RPE-LTP (Regular Pulse Excited Long Term Predictor) : GSM
- •CELP (Code Excited Linear Predictive Coder): G.728; G.723; G.729

Codeurs performants offrant une qualité de voix correcte à très bas débit

Les techniques de codage audio



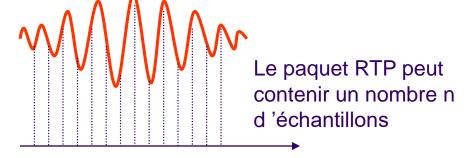


Deux formats de codage de la parole



« Sample-based encoding »

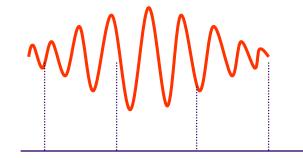
Suite ininterrompue d'échantillons, codés sur un nombre fixe de bits



G.711 : échantillon (1 octet) tous les 0,125 ms

« Frame-based encoding »

Codage de la voix par blocs (frame) de longueur (et donc durée) fixe



Le paquet RTP peut contenir un nombre n de trames

G.723 : frame de 30 ms G.729 : frame de 10 ms GSM : frame de 20 ms

Caractéristiques des codeurs



≻Le débit

Degré de compression du signal

- Entre 64 Kbit/s et 2.4 Kbit/s
- Codeurs à multi débit (G.723, AMR GSM 6.9) / Codeurs hiérarchiques
- ▶ La complexité

Plus le débit est faible, plus le codeur sera complexe

- Impact sur la puissance nécessaire des machines, et sur le temps de codage
- **≻Le délai**
- Dû au temps de traitement, lié à la complexité
 - à la taille de la fenêtre de codage (frame)
 - au « Look-Ahead » (connaissance de la suite de l'onde)

► La qualité

liée - aux facteurs précédents

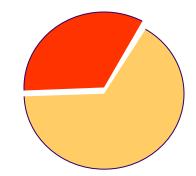
- au type de signal (parole, musique, bruit, ...)
- à l'environnement sonore, aux mises en cascade
- à la QoS réseau, ...

Fonctions complémentaires

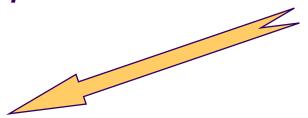


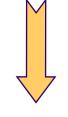
Généralement, au cours d'une conversation à 2, on ne parle que 35% du temps.

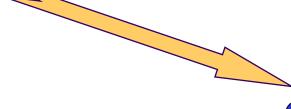
Et, dans le cas d'une audio-conférence, ce pourcentage diminue considérablement.



Mise en place d'un traitement spécifique des périodes de silence, pour économiser de la bande passante (50% et plus)







VAD

DTX

CNG

Voice Activity Detection

Chargé de distinguer les périodes de parole et les périodes de silence **Discontinuous Transmission**

Chargé de transmettre moins d'information ou pas du tout, durant les périodes de silence **Comfort Noise Generation**

Chargé de restituer un bruit de confort durant les périodes de silence

Fonctions complémentaires



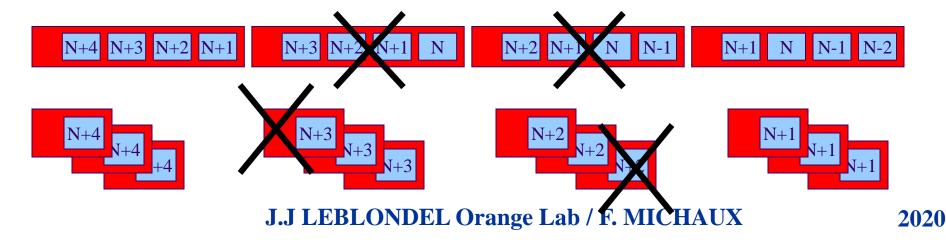
Pour réduire ou éviter les conséquences de la perte d'information (perte de datagrammes UDP)



En cas de trame non valide, ou de trame perdue, la plupart des codeurs ont un dispositif de restitution d'un signal interpolé



En transmettant chaque trame de voix plusieurs fois (redondance)





- **> G.711**
- Père des codeurs numériques audio
- > Codeur de la téléphonie fixe RTC / RNIS
- Débit : 64 Kbit/s
- Echantillons sur 8 bits Durée 125 μs
- ➤ Look-ahead de 0 ms
- ➤ Mips : 0.1

Excellente qualité de la voix (MOS = 4.2)

- ➤ GSM 06.10 Full rate
- Principal codeur de la téléphonie mobile
- Débit : 13 Kbit/s
- > Frame de 20 ms (32 octets)
- ➤ Look-ahead de 0 ms
- ➤ Mips : 2.5

Bonne qualité / Robuste en environ^t bruité (MOS = 3.7)





- ➤ Objectif : réduire la BP Téléphonie mobile
- Débit : 5.6 Kbit/s
- > Frame de 20 ms (16 octets)
- Look-ahead de 4.4 ms
- ➤ Mips : 17.5

Assez bonne qualité / légèrement inférieure au GSM 06.10 (MOS = 3.6)



- Objectif : codeur haute qualité Tél. mobile
- ➤ Débit : 12.2 Kbit/s
- > Frame de 20 ms (30 octets)
- Look-ahead de 0 ms
- ➤ Mips : 15.4

Très bonne qualité, en environ^t bruité ou non (MOS = 4.1)



> G.729

- Choisi par l'ITU, VoIP et VoFR forums, iNow profile
- Débit : 8 Kbit/s
- Frame de 10 ms (10 octets)
- Look-ahead de 7.5 ms

Très bonne qualité de la voix (MOS = 4.0)

Une 2^{nde} version du codeur a été définie pour réduire la complexité de traitement

• Codeur G.729 : Mips = 22

• Codeur G.729 A: Mips = 10

L'annexe B de G.729 définit le mode VAD / DTX / CNG

- Description du bruit de fond (paquets de silence SID) = 2 octets
- Paquets transmis uniquement lorsque le bruit varie





- ➤ Choisi par l'ITU, VoIP forum et iNow profile
- > Débit (2): 6.3 et 5.3 Kbit/s
- > Frame de 30 ms (24 et 20 octets)
- Look-ahead de 5 ms
- ➤ Mips : 17

Qualité de la voix bonne / acceptable (MOS = 3.9 / 3.7)



2 débits possibles :

- Toute implémentation doit obligatoirement supporter les 2 débits
- Possibilité de changement de débit à chaque frame

L'annexe A de G.723.1 définit le mode VAD / DTX / CNG

- Description du bruit de fond (paquets de silence SID) = 4 octets
- Paquets transmis uniquement lorsque le bruit varie

Autres codeurs audio normalisés



	G.721	G.722	G.726	G.727	G.728
Usage	✓ DECT ✓ Trans. cable sous-marin et satellite	Bande élargie ✓ Visiophonie ✓ Télé- enseignement	Extension du G.721 ✓ Trans. cable sous-marin et satellite	Version code imbriqué G.726 ✓ DCME ✓ Trans. cable sous-marin et satellite	✓ DCME ✓ Téléconférence sur RNIS ou IP
Débit	32 Kbit/s	48/56/64	16/24/32/40	16/24/32/40	16 Kbit/s
Frame	0.125	0.125	0.125	0.125	0.625
Mips	10	10	12	12	33
Qualité de parole (MOS)	4.0 Codeur de référence de qualité « presque téléphonique »	Non comparable du fait de la bande élargie	4.0 (pour le débit 32 Kb)	4.0 (pour le débit 32 Kb)	4.0

Autour des codeurs audio ...



- > ... sans oublier les nombreux codeurs propriétaires :
 - ➤ Voxware (codeurs à très bas débit VR15, RT24, RT29, SC3, ...)
 - > AudioCodes (codeurs à débit variable NetCoder 4.8 à 9.6 et autres ...)
 - ➤ Elemedia (codeurs VoIP SX7300, SX9600)
 - > etc...
- > Quelques travaux en cours :
 - > D'autres annexes G.729 dont le support de 3 débits (8, 6.4, 11.8 Kb/s)
 - Codage à 4 Kbit/s pour une qualité proche du G.729
 - Codage à débit variable
- > FT R&D a participé au développement de nombreux codeurs :
 - ➤ G.723.1; G.729; G.722; GSM FR

La transmission des codes DTMF



- Pour dialoguer avec les serveurs interactifs (IVR systems)
- Pour accéder aux services à cartes (identification / n° appelé)



- > Deux méthodes de transmission :
 - « In-band » Transmission dans les canaux de parole
 - « Out-of-band » Transmission dans les canaux de signalisation

« In-band »

- Risques d'erreurs si mauvaise QoS réseau
- ➤ Proposition non standard : ouverture d'un canal logique RTP spécial (incluant : le volume et la durée du code transmis)

« Out-of-band »

- ➤ Transmission fiable (sur TCP) mais pouvant éventuellement arriver trop tard
- ➤ H.323 recommande l'usage du message *UserInputIndication H.245*

Plan de la présentation

- orange[™]
- ? Qos voix
- **Bande Passante**
 - Qos réseau

- ☐ Généralités
- Rappel sur les protocoles TCP / UDP
- □ Protocoles temps réel : RTP et RTCP
- Les codeurs audio
- La qualité de service et la gestion de bande passante
- Un scénario d'appel Voix sur IP
- La télécopie sur réseau IP

Voix sur IP et Bande Passante (BP)



> Attention à la taille des en-têtes protocolaires !

- Trafic RTP essentiellement (RTCP < 5% et échanges de signalisation négligeables)
- Payload VoIP généralement de petite taille. Ex :

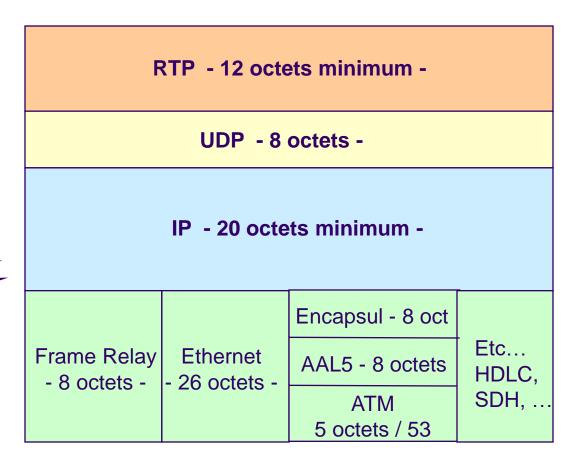
1 trame G.723 = 24 octets

2 trames G.729 = 20 octets



Soit 40 octets minimum d'en-tête (au niveau IP)

Face à 20 octets de payload, par exemple!



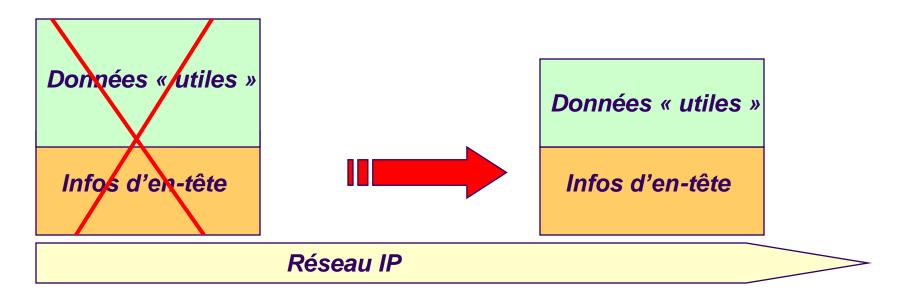
Comment réduire la BP nécessaire ?



OEn réduisant la taille du payload



- Choisir un codeur à plus faible débit
- Activer les mécanismes VAD / DTX
- Ne pas transmettre de paquets redondants



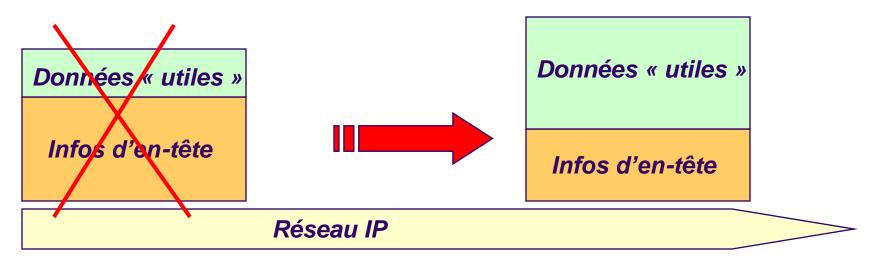
Comment réduire la BP nécessaire ?



2 En limitant « l'overhead » en-tête / payload



- Augmenter le nombre de trames de voix par paquet IP
- Comprimer les en-têtes IP/UDP/RTP
- Multiplexer les voies de communication
- Bien considérer les protocoles sous-jacents, lors du choix de la taille des paquets (cas de l'ATM)



Débit VoIP : Quelques Exemples



Choisir un codeur à plus faible débit :

30 msec G.711 par paquet (sans VAD, ni compression, ni mux)

30 msec G.723 par paquet (sans VAD, ni compression, cod. 5.3)

(au niveau IP)

74.7 Khit/s

16 Kbit/s

Activer les mécanismes VAD / DTX :

1 trame G.723 sans VAD (sans compression, cod. 5.3)

1 trame G.723 avec VAD (sans compression, cod. 5.3)

16 Kbit/s

9 Kbit/s

Augmenter le nombre de trames :

1 trame G.729 par paquet (sans VAD, ni compression, ni mux)

4 trames G.729 par paquet (sans VAD, ni compression, ni mux)

40 Kbit/s

16 Kbit/s

Débit VoIP : Quelques Exemples



➤ Comprimer les en-têtes IP/UDP/RTP

2 trames G.729 sans compression (sans VAD, ni mux) 2 trames G.729 avec compression (sans VAD, ni mux)

24 Kbit/s 10 Kbit/s

Multiplexer les voies de parole :

1 trame G.723 par paquet (sans VAD, ni compression, cod. 5.3)
10 voies G.723 multiplexées (sans VAD, ni compression)



Bien considérer les protocoles sous-jacents :

2 trames G.729 au dessus d'ATM/AAL5 (sans VAD, ni mux)

4 trames G.729 au dessus d'ATM/AAL5 (sans VAD, ni mux)

(au niveau physique)→ 42.4 Kbit/s→ 21.2 Kbit/s

Débit VoIP: Quelques Cas-Type



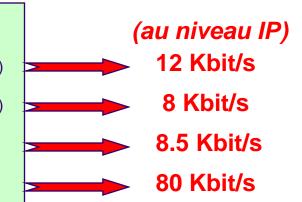
Quelques cas type:

2 trames G.729 par paquet avec VAD (sans compression, ni mux)

4 trames G.729 par paquet avec VAD (sans compression, ni mux)

1 trame G.723.1 6.3 avec VAD (sans compression, ni mux)

20 ms G.711 par paquet sans VAD (sans compression, ni mux)



... et cas extrêmes :

4 trames G.723.1 par paquet avec VAD et compression 5 ms G.711 par paquet sans VAD ni compression



VoIP et Qualité de Service



OLe temps d'établissement d'appel

1, 2, 5, 10, ... 20 sec!

Très long avec H.323 v1, contrairement à SIP Des solutions avec H.323 v2 (*FastStart ; H.245 Tunneling*)

2 Le délai de transmission de la voix

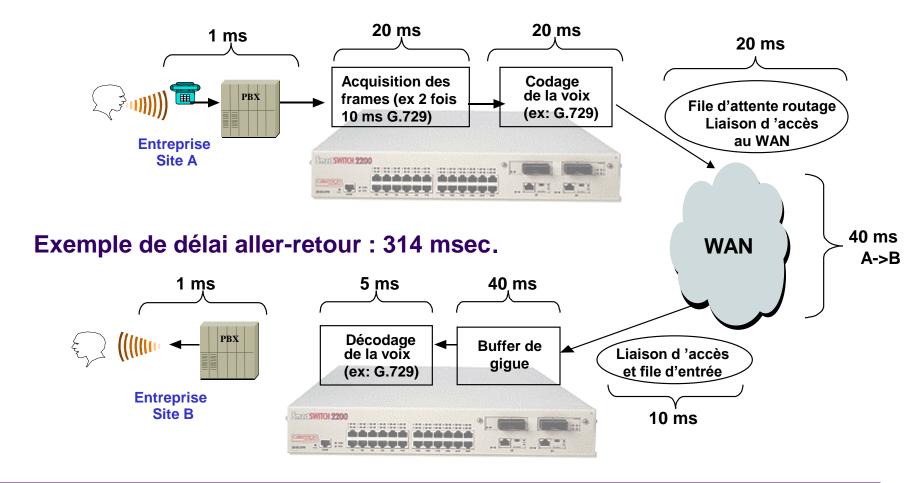
Retard par sens	Interactivité		
0 à 150 ms	Bonne interactivité – OK pour la téléphonie		
150 à 250 ms	Qualité « juste acceptable » (bond satellite = 250ms)		
250 à 400 ms	Très mauvaise interactivité - peu supportable (2 bonds satellite)		
Au delà de 400 ms	Inacceptable (half duplex)		

SLa qualité de la voix

Phénomène d'écho, perte d'information, distorsion

Le délai de transmission de la voix

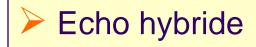




□ Délais induits par : acquisition, codage, mise en paquet, nombre de routeurs traversés et délai de transmission, buffer de gigue, décodage, ...

Phénomène d'écho





Dû au passage 2 fils / 4 fils

Echo perceptible lorsque délai AR > 50 ms

Echo accoustique

Dû au retour entre écouteur et micro (particulièrement sensible lors de l'usage d'un haut-parleur)

Echo perceptible lorsque délai AR > 40 ms

Le traitement de l'écho est une brique essentielle de la QoS

Plus le délai de transmission est long, plus l'écho sera gênant!

2 fils

Le traitement de l'écho (annuleurs d'écho – buffer 16, 24, 32, 64 ms) est encore assez déficient sur les équipements VoIP actuels



Commutateur

ou passerelle

4 fils

Perte d'information - Distorsion



Qualité d'un codeur :

- Qualité intrinsèque à modéliser/restituer la voix
- > Temps de codage et de décodage
- Résistance à la perte d'information

Plus le codeur est à bas débit...

- ➤ Plus le temps de codage/décodage est long (complexité, look-ahead) Ex : G.729.A versus G.723.1
- ➤ Plus il sera sensible à la perte de paquet (distorsion allant au delà des simples paquets perdus)

 Ex : G.723.1 versus G.711



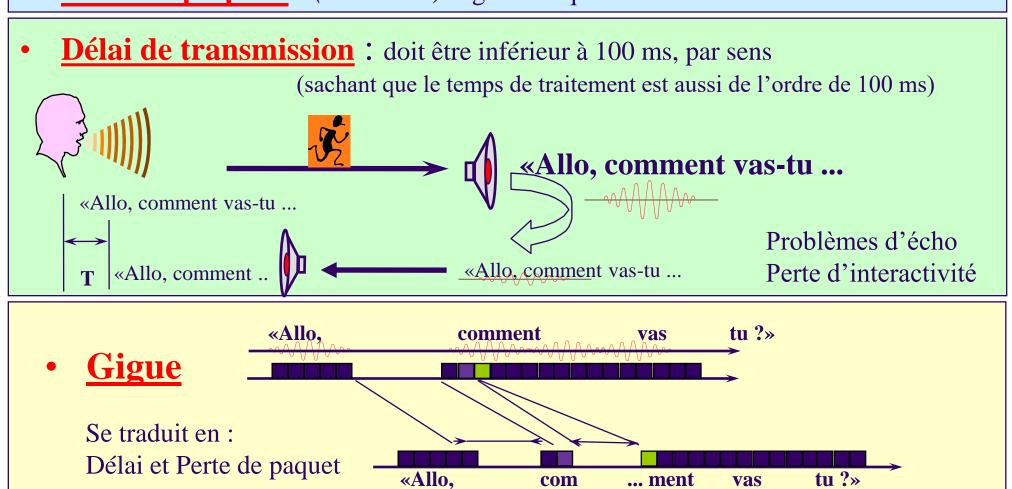
Introduction de mécanismes de « reconstruction » des trames perdues

Les codeurs à bas débit actuels (G.723.1, G.729, ...) tolèrent un taux de perte de paquets de l'ordre de 2 à 3 %

Incidence du réseau sur QoS VoIP



• Perte de paquets : (merci UDP!) dégrade la qualité au delà d'un certain seuil



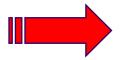
Ingénierie des équipements VoIP



Comment améliorer la qualité de la voix sur IP ?



En maîtrisant la qualité du réseau IP... mais ceci est une autre histoire...



En agissant sur la configuration des équipements (terminaux et passerelles VoIP)

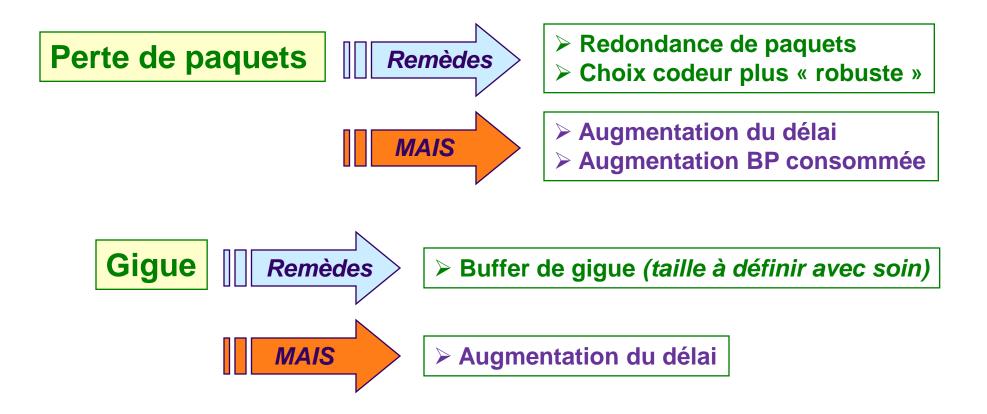
- Le type d'équipement ;
- Le type de codeur ;
- Le nombre de trames de voix par paquet IP;
- Le mode de traitement des silences ;
- " L'annulation d'écho ;
- " Le mode de gestion du buffer de gigue ;
- L'adaptation de gain en entrée et en sortie ;
- La transmission redondante de paquet ;
- La configuration du champ « Tos » ;
- L'encodage et le décodage multiple ;
- " La charge de la passerelle ;
- ...

- **Compromis entre:**
- Economie de bande passante
- Et meilleure qualité de service

Ingénierie des équipements VoIP



Comment améliorer la qualité de la voix sur IP ?



Ingénierie des équipements VoIP



Comment améliorer la qualité de la voix sur IP ?

Délai transmission



- > Réduction nb trames / paquet
- > Choix codeur plus « simple »
- > Limiter taille buffer de gigue
- MAIS
- > Augmentation BP consommée

Choix des équipements



- **➤ Machine puissance et fiable**
- > Qualité des codeurs
- Qualité du VAD
- > Annuleur d'écho
- > Equipements multimédia
- Pouvoir adapter le gain
- > Pouvoir configurer le champ DS
- > Eviter les encodages multiples

Ingénierie réseau



Problématique IP

Qualité de service

> Quels mécanismes mettre en œuvre ?

> Faut-il séparer les flux (data / temps réel) ?

Bande passante à prévoir

> Déploiement de la VoIP

> Introduction de la vidéo

Sécurité

> Passage des firewall (ports dynamiques)

Adressage

> Translation d'adresse IP (NAT)

Problématique RTC

Correspondance ISUP – H.323

Services téléphoniques actuels

➤ Localisation de l'appelant (NDI) pour les services d'urgence ou appels malveillants, ...

Plan de la présentation



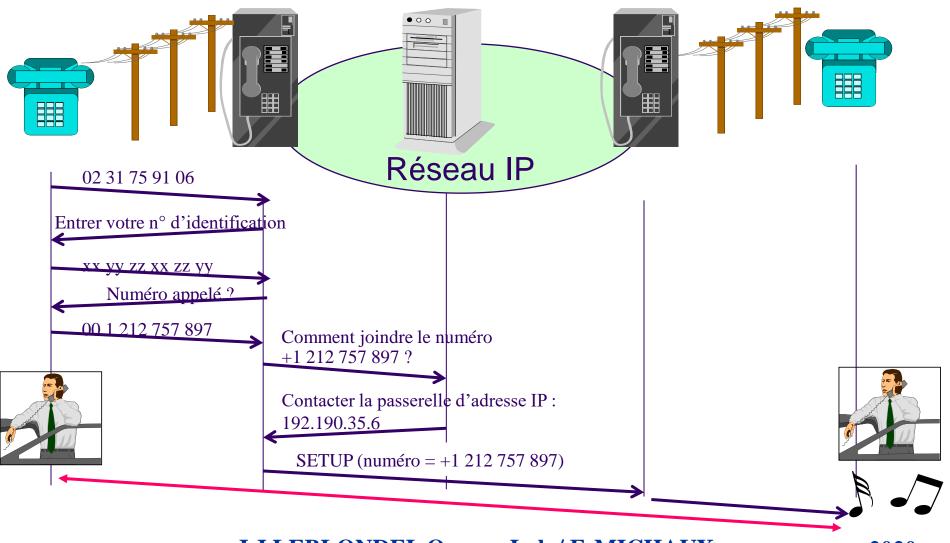
- Généralités
- Rappel sur les protocoles TCP / UDP
- Protocoles temps réel : RTP et RTCP
- Les codeurs audio
- La qualité de service et la gestion de BP
- Un scénario d'appel Voix sur IP



Etablissement d'un appel



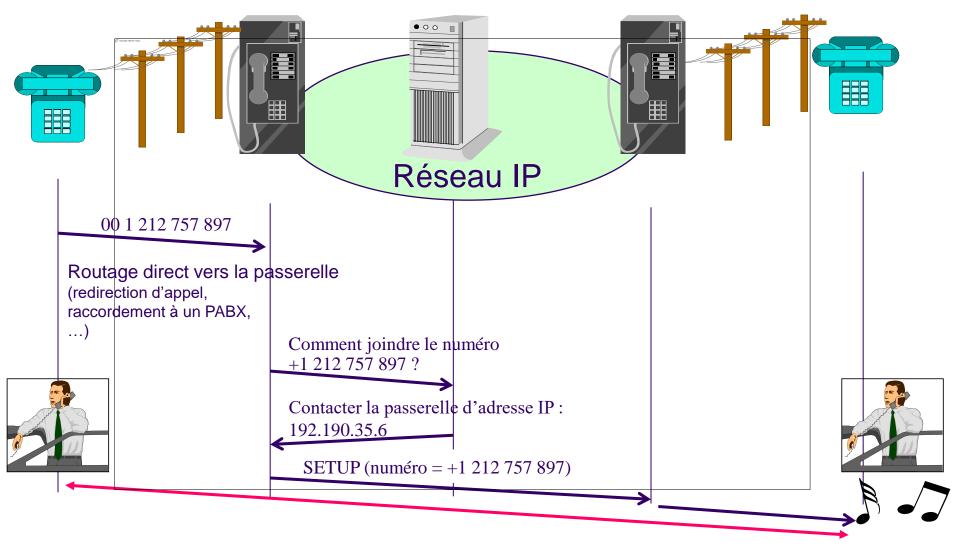
« Two stages dialing »



Etablissement d'un appel



« One stage dialing »



Quelques liens pour approfondir



> **UIT** http://www.uit.int

Site non officiel
ftp://standard.pictel.com/avc-site/

Site de Pulver http://www.pulver.com

IETF http://www.ietf.org

ETSI projet Tiphon http://www.etsi.fr/tiphon

iNOW! http://www.inowprofile.com

IMTC
http://www.imtc.org

Journal Internet Tel. http://www.tmcnet.com/cti

Plan

- Généralités
- Rappel sur les protocoles TCP / UDP
- Protocoles temps réel : RTP et RTCP
- Les codeurs audio
- La qualité de service et la gestion de bande passante
- Un scénario d'appel Voix sur IP



