

# Voix sur IP (VoIP)

## Téléphonie sur IP (ToIP)

Pr Ahmed ERRAHMANI

1

### Plan

- Introduction générale
- Protocole SIP (Session Initiation Protocol)
- Protocole H.323
- Protocole MGCP (Media Gateway Control Protocol)
- Codeurs décodeurs (codecs)
- Comment tester l'installation de la VoIP ?

Pr Ahmed ERRAHMANI

2

### Introduction générale

- Introduction
- VoIP comparée à la téléphonie classique
- Comment fonctionne la VoIP?
- Cheminement de la voix
- Echantillonnage (Rappel)
- Codec (Rappel)
- Commutation par paquets (Rappel)
- Description du protocole RTP
- Résumé

Pr Ahmed ERRAHMANI

3

### Introduction

**VoIP** en anglais signifie 'Voice over IP', ce qui se traduit par voix sur IP. Ce terme désigne la technologie permettant de faire passer la voix à travers les réseaux informatiques afin d'offrir les mêmes services que le réseau téléphonique commuté (RTC).

Pr Ahmed ERRAHMANI

4

### Introduction

La téléphonie sur Internet est la transmission de la voix sur le réseau public Internet.

La téléphonie sur IP (VoIP) est la transmission de la voix en utilisant le protocole IP.

Le support utilisé peut être le réseau public internet ou un réseau privé.

Pr Ahmed ERRAHMANI

5

### Introduction

Usage de cette technologie :

- chez les particuliers d'abord avec l'explosion des logiciels de dialogue gratuit pour communiquer d'un ordinateur à un autre dans le monde entier,
- chez les fournisseurs d'accès qui proposent maintenant des forfaits comprenant les communications téléphoniques illimitées,
- chez les professionnels où la **VoIP** remplace peu à peu le réseau téléphonique de l'entreprise.

Pr Ahmed ERRAHMANI

6

### Introduction

Fonctionnement

Le fonctionnement sera étudié du point de vue de l'utilisateur et du fournisseur de service de la VoIP.

Pr Ahmed ERRAHMANI

7

### Introduction

Fonctionnement

Au niveau de l'utilisateur, l'accès au service peut se faire de trois manières :

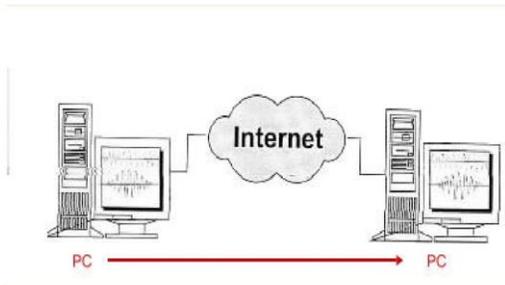
- PC à PC
- PC à Téléphone
- Téléphone à Téléphone

Pr Ahmed ERRAHMANI

8

### Introduction

PC à PC

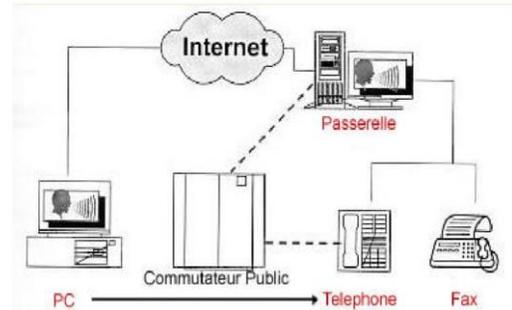


Pr Ahmed ERRAHMANI

9

### Introduction

PC à Téléphone

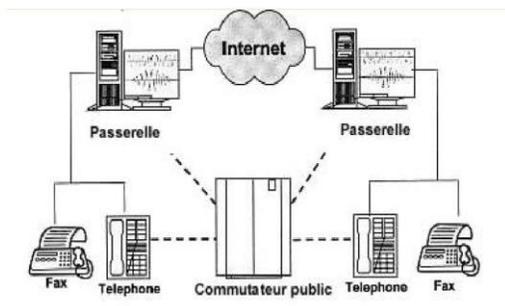


Pr Ahmed ERRAHMANI

10

### Introduction

Téléphone à Téléphone



Pr Ahmed ERRAHMANI

11

### Introduction

#### Fonctionnement

Au niveau du fournisseur, deux aspects sont à analyser à savoir:

- La fourniture au niveau national et international.
- Les équipements à déployer qui sont :
  - Routeur
  - Passerelle
  - Portier
  - Serveur d'administration

Pr Ahmed ERRAHMANI

12

## Introduction

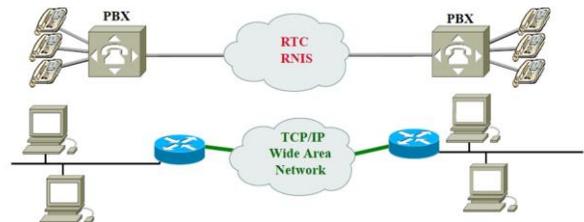
- **Routeur** : c'est un élément essentiel qui assure le rôle d'acheminement des paquets
- **Passerelle** : Assure l'interconnexion entre le réseau IP et le RTC. Assure les fonctions de codage, décodage et la mise en paquet de la voix. Dispose d'interface d'interconnexion analogique et numérique.
- **Portier** : Assure l'authentification, l'autorisation et la supervision des appels. Effectue la conversion de numéro téléphonique en adresse IP et vice versa.
- **Serveur d'administration** : Assure la facturation des clients en post ou prépaïd à travers la collecte des CDR

Pr Ahmed ERRAHMANI

13

Rappel  
PABX

## L'Infrastructure actuelle

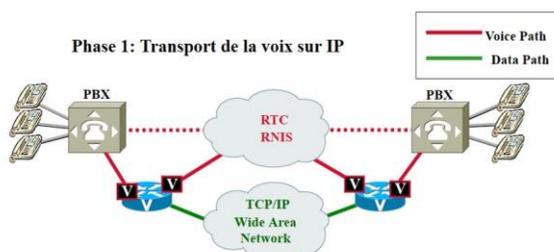


- Infrastructures distinctes
- Administrations distinctes
- Applications distinctes
- Fournisseurs distincts

Pr Ahmed ERRAHMANI

14

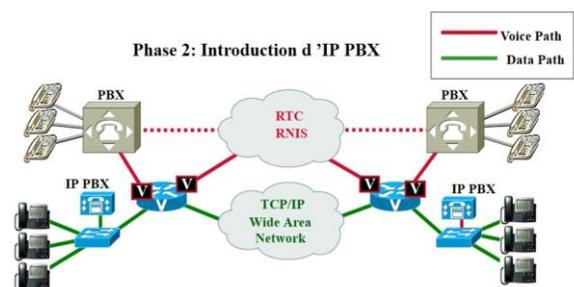
## Un scénario de Migration



Pr Ahmed ERRAHMANI

15

## Un scénario de Migration

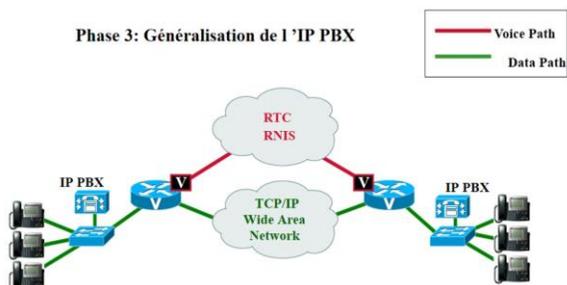


Pr Ahmed ERRAHMANI

16

### Un scénario de Migration

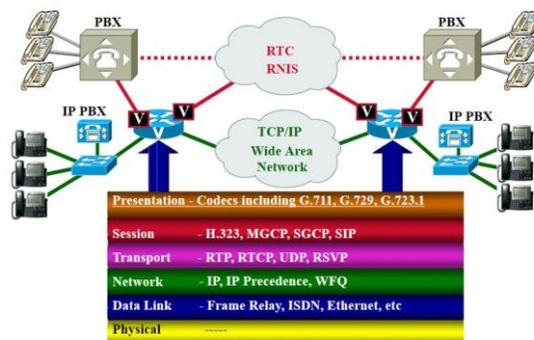
Phase 3: Généralisation de l'IP PBX



Pr Ahmed ERRAHMANI

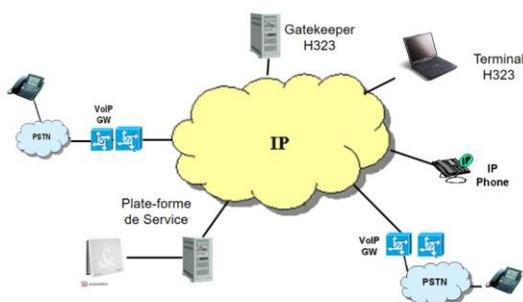
17

### Architecture VoIP



18

### Architecture générale



- PSTN : Public Switched Telephone Network.
- Gatekeeper : portier (gardien)

Pr Ahmed ERRAHMANI

19

### Principe de la VoIP : les équipements

- Gateway : faisant l'interface entre les réseaux IP et RTC
  - Gatekeeper Service : Plateforme gérant les abonnés IP résidentiels ou entreprises
  - Gatekeeper Réseau : élément essentiel dans la gestion des appels IP vers PSTN ou PSTN vers IP
- 4 fonctions principales :
- Annuaire entre les numéros téléphoniques et les adresse IP
  - Enregistrement des gateways H323
  - Autorisation ou non du routage des appels
  - Gestion de la taxation des appels s'il y a lieu

Pr Ahmed ERRAHMANI

20

Rappel  
Introduction\_RTC

### VoIP comparée à la téléphonie classique

La VoIP est basée sur la commutation de paquet avec l'utilisation du réseau IP.

La téléphonie classique utilise la commutation de circuit basée sur le réseau RTCP

Caractéristiques des deux réseaux	RTCP	IP
Fiabilité	Bonne	Relative
Qualité de transmission de la voix	Grande	Acceptable
Contrainte de temps	Temps réel	Temps différé

Pr Ahmed ERRAHMANI

21

### VoIP comparée à la téléphonie classique

- La téléphonie classique se contente de faire transiter analogiquement la voix d'un utilisateur par la paire cuivrée le reliant au central téléphonique.

- Dans le cas de la **VoIP**, la voix est transformée en données et transite alors par le même chemin que les autres données d'un réseau informatique.

→ Cela permet d'utiliser les accès internet haut débit pour faire profiter d'autant de lignes téléphoniques **VoIP** que la bande passante le permet.

Pr Ahmed ERRAHMANI

22

### VoIP comparée à la téléphonie classique

- Pour les particuliers, la **VoIP** est la possibilité d'appeler gratuitement leurs contacts via leur ordinateur, leur accès internet et la **VoIP** (Des logiciels gratuits existent déjà pour cela).

- Pour les fournisseurs d'accès, il s'agit de faire profiter à leurs abonnés des tarifs compétitifs au niveau de la téléphonie.

Par l'intermédiaire de l'équipement installé chez l'abonné, les appels téléphoniques sont portés par la connexion internet ce qui réduit les coûts pour l'opérateur.

Pr Ahmed ERRAHMANI

23

Rappel  
PABX

### VoIP comparée à la téléphonie classique

→ On voit ainsi des communications gratuites entre abonnés du même opérateur et même vers de pays étrangers.

→ Une des utilisations de la VoIP en entreprise est l'installation d'un système téléphonique indépendant d'un opérateur de téléphonie.

Donc, dans le cas d'une société répartie entre plusieurs sites géographiques, ces systèmes peuvent être reliés entre eux.

Au final, l'entreprise peut ainsi réduire considérablement ses coûts en matière de téléphonie.

Pr Ahmed ERRAHMANI

24

## Protocoles de fonctionnement de la VoIP ?

La **voix sur IP** utilise plusieurs protocoles afin de faire transiter la voix d'un équipement à un autre. Le premier étant évidemment le protocole IP sur lequel se base internet et les réseaux locaux.

On distingue aussi plusieurs protocoles de transports et de connexions comme le **RTP, RTCP, H.323, SIP et MGCP**.

On distingue aussi des normes de compressions de la voix appelées '**codecs**'.

Tous ces termes techniques seront détaillés dans la partie suivante et se concentrer sur le fonctionnement de la **VoIP** et l'utilisation de ces protocoles et codecs.

Pr Ahmed ERRAHMANI

25

## Numérisation et cheminement de la voix

Rappel  
Numérisation de la voix.

Lorsque l'on parle dans un téléphone classique, notre voix transite analogiquement jusqu'au destinataire via le réseau commuté.

Pour la **téléphonie sur IP**, la voix est numérisée pour être transmise sur un réseau de données.

On utilise donc un codec qui échantillonne la voix.

Pr Ahmed ERRAHMANI

26

## Echantillonnage : Rappel

• Il s'agit d'enregistrer à des intervalles très rapprochés la valeur d'un signal afin de pouvoir disposer d'un enregistrement proche de la valeur réelle de ce signal. Plus l'intervalle est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est bon.

La mesure de l'échantillonnage est l'Hertz. Un Hertz correspond à un enregistrement par seconde.

Exemple : les CDs audio sont échantillonnés en 44100Hz.

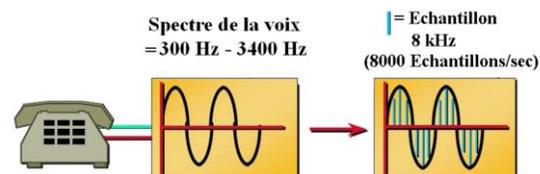
• Une fois la voix échantillonnée, il faut la compresser pour que le flux d'informations soit moins important.

On utilise donc un **codec** qui permet de réduire significativement la taille du flux.

Pr Ahmed ERRAHMANI

27

## Numérisation de la voix



• Bande passante 300 Hz à 3400 Hz (0 à 4 KHz) :

Théorème de Nyquist (ou Shannon) : Échantillonner au double de la fréquence pour pouvoir reconstituer un signal de bonne qualité : 8kHz

• 1 échantillon tous les 125 microsec (1/8000)

• Codage MIC (Modulation par Impulsion et Codage) ou PCM (Pulse Code Modulation) :  
Norme G711 (norme de compression audio de l'UIT-T)

• 8 bits par la loi A (EMEA : Europe, Middle East et l'Afrique) : 8bits à 8KHz = 64 kbit/s

• 7 bits par la loi mu (US, Japon) : 7bits à 8000Hz = 56 kbit/s

Pr Ahmed ERRAHMANI

28

### Transport en mode circuit

- Transmission synchrone numérique/ Mode circuit
  - Découpage de la ligne de transmission en intervalles de temps fixes de 125 microsecondes.
  - Chaque intervalle de temps correspond à un canal voix (soit un canal à 64kbit/s en loi A)
  - Un circuit dédié est réservé pour la communication
    - **Contraintes de transport maîtrisées :**  
délai et bande passante.
    - **Mais, pas d'optimisation de la bande passante**

Pr Ahmed ERRAHMANI

29

### Transport en mode paquet

- Problématique
  - Transport en temps réel
  - Réseau de paquets sans garantie de bande passante, délai et perte de paquets
- Contraintes réseau
  - Délai de transit ou latence  $\leq 150\text{ms}$  (latence est le temps nécessaire à un paquet de données pour passer de la source à la destination à travers un réseau)
  - Écho  $\leq 50\text{ms}$
  - Perte de paquets  $\leq 10\%$
  - Gigue  $\leq 100\text{ms}$  (la gigue est la variation de délai de transmission entre l'émetteur et le récepteur)

Pr Ahmed ERRAHMANI

30

### Codec : Rappel

- Codec est une abréviation pour **Codeur/Décodeur**.

Un codec est basé sur un algorithme qui permet la compression des données qu'on lui donne.

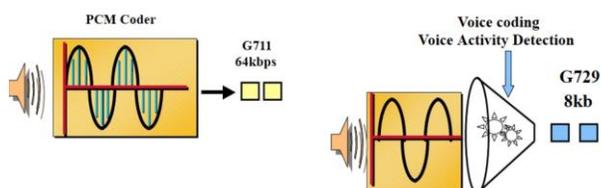
On distingue les codecs à pertes et des codecs sans pertes. Un codec à pertes distingue les parties moins importantes des informations et les supprime pour gagner en taille.

- Une fois le signal numérisé et encodé, il est prêt à être transmis. Le transport des données peut se faire par l'intermédiaire de plusieurs protocoles dont notamment le **RTP** et le **RTCP**, le contrôle du flux se faisant via les autres protocoles nommés plus haut (comme le **RTP**, **RTCP**, **H.323**, **SIP** et **MGCP**).

Arrivé du côté du récepteur, le signal est décodé en utilisant le même codec et ensuite restitué.



### Codage/compression



- Réduire le débit en conservant une bonne qualité de la voix
- Types de codecs
  - Codage MIC : G711
  - Codage par synthèse : basé sur la construction d'un modèle de la voix qui permet de reconstituer des échantillons de voix proches des originaux (ex G729 : CELP (Code Excited Linear Predictive))

Pr Ahmed ERRAHMANI

32

### Les types de codecs

	Codecs	Bande passante	MOS*	Délai
G.711	PCM	64K	4,1	750µs
G.726	ADPCM	32K, 24K, 16K	3,85	
G.729	CS-ACELP	8K	3,92	10ms
G.729A	CS-ACELP	8K	3,7	10ms
G.729B	CS-ACELP	4K		
G.729AB	CS-ACELP	4K		
G.723.1	MP-MLQ	6.3K	3,9	30ms
G.723.1	ACELP	5.3K	3,65	30ms
G.723.1A	MP-MLQ	3,15K		
G.723.1A	ACELP	2,65K		

\* MOS : Mean Opinion Score

Pr Ahmed ERRAHMANI

33

### Commutation par paquets : Rappel

Rappel  
Commutations types

• Lors d'un transfert d'informations sur un réseau IP, ces informations sont découpées en paquets qui peuvent suivre des chemins différents de l'émetteur vers le destinataire. Cela s'appelle la commutation par paquets qui s'oppose à la commutation par circuits. Découper les données en paquets permet de multiplexer le flux. Les paquets provenant de plusieurs sources différentes sont mélangés sur le réseau afin de pouvoir offrir plusieurs connexions sur un seul lien.

Pr Ahmed ERRAHMANI

34

### Commutation par paquets : Rappel

Le principal inconvénient du **multiplexage** est la **gigue** qu'il peut engendrer. Si tous les créneaux créés par le multiplexage sont occupés, la source doit attendre qu'un de ces créneaux soit libre.

Dans le cadre d'une application comme la VoIP, cette attente se traduit par un retard baptisé **gigue (jitter en anglais)**.

Ce délai peut être variable mais doit être faible pour garantir une bonne qualité dans une conversation **VoIP**. Lorsque la gigue devient trop importante, les conversations deviennent hachées voire incompréhensibles.

• Les protocoles utilisés pour le transport de la **VoIP** se doivent donc de prévoir et corriger cette gigue. Le **RTP** (pour **Real Time Protocole**) dispose d'un mécanisme pour palier à ce défaut.

35

### Description du protocole RTP

Le **protocole RTP** utilise le **protocole UDP** pour le transport de données. Il rajoute à ce protocole basique des fonctionnalités temporelles dédiées aux transmissions temps réelles.

On trouve notamment dans l'entête des informations sur le type de média transportés, le séquençement et la synchronisation des datagrammes.

De telle façon, le récepteur peut déduire de ces informations la gigue produite par le transfert et la corriger par l'usage de tampons.

Le récepteur peut aussi repérer les paquets arrivant dans le désordre et bien les replacer dans le tampon. L'entête **RTP** comporte les informations suivantes :

0	1	2	3
0 1 2 3 4 5 6 7	8 9 0 1 2 3 4 5	6 7 8 9 0 1 2 3	4 5 6 7 8 9 0 1
v=2	P	X	CC
M	PT	Sequence number	
Timestamp			
Synchronization Source (SSRC) Identifier			
Contributing Source (CSRC) Identifiers (0-15 Entrées)			

Pr Ahmed ERRAHMANI

36

#### Description du protocole RTP :

- **V** : **Champ Version** de 2 bits de longueur indique la version du protocole (V=2);
- **P** : **Champ padding** de 1 bit, si P est égal à 1, le paquet contient des octets additionnels de bourrage (padding) pour finir le dernier paquet;
- **X** : **Champ extension** de 1 bit, si X=1 l'en-tête est suivie d'un paquet d'extension;

Pr Ahmed ERRAHMANI

37

#### Description du protocole RTP :

- **CC** : **Champ CSRC Count** de 4 bits, contient le nombre de CSRC qui suivent l'en-tête;
- **M** : **Champ marker** de 1 bit, son interprétation est définie par un profil d'application (profile)
- **PT** : **Champ payload type** de 7 bits, ce champ identifie le type du payload (audio, vidéo, image, texte, html, etc.)

Pr Ahmed ERRAHMANI

38

#### Description du protocole RTP :

- **Séquence number** : **Champ de 16 bits**, sa valeur initiale est aléatoire et il s'incrémente de 1 à chaque paquet envoyé, il peut servir à détecter des paquets perdus
- **Timestamp** : **Champ de 32 bits**, reflète l'instant où le premier octet du paquet RTP a été échantillonné. Cet instant doit être dérivé d'une horloge qui augmente de façon monotone et linéaire dans le temps pour permettre la synchronisation et le calcul de la gigue à la destination

Pr Ahmed ERRAHMANI

39

#### Description du protocole RTP :

- **SSRC** : **Champ de 32 bits**, identifie de manière unique la source, sa valeur est choisie de manière aléatoire par l'application. Le champ SSRC identifie la source de synchronisation (ou dit simplement "la source"). Cet identificateur est choisi de manière aléatoire avec l'intérêt qu'il soit unique parmi toutes les sources d'une même session. La liste des CSRC identifie les sources (SSRC) qui ont contribué à l'obtention des données contenues dans le paquet qui contient ces identificateurs. Le nombre d'identificateurs est donné dans le champ CC
- **CSRC** : **Champ de 32 bits**, identifie les sources contribuant.

Pr Ahmed ERRAHMANI

40

### Résumé :

- ❑ Pour faire circuler la voix sur un réseau à **commutation de paquets**, il faut utiliser un protocole de transport gérant le temps réel comme **RTP**. Cela est aussi valable pour tout type de données ayant des contraintes de temps réel (comme la vidéoconférence par exemple).
- ❑ Le protocole **RTP** ne permet pas de garantir une communication sans **gigue** mais permet juste de réduire ses effets avec l'utilisation conjointe de tampon chez le récepteur.
- ❑ En effet, grâce aux données de l'**entête RTP** (les champs **timestamp** et **sequence number**), il est possible de détecter le retard des paquets ainsi que la perte de ceux-ci.
- ❑ Le protocole **RTCP** (Real-time Transport Control Protocol), souvent utilisé conjointement avec **RTP**, apporte les **statistiques sur la qualité du réseau** afin de mieux gérer l'envoi des données et ainsi s'adapter.

Pr Ahmed ERRAHMANI

41

### SIP : Session Initiation Protocol

- Fonctionnement de l'architecture
- Proxys
- Déroulement d'une session SIP
- Résumé

Pr Ahmed ERRAHMANI

42

### SIP : Session Initiation Protocol

- SIP est un protocole défini par l'IETF (Internet Engineering Task Force). Il vise à établir et gérer des sessions multimédia.

En effet, SIP ne gère pas le transport du contenu dans une session multimédia mais seulement l'ouverture, la fermeture et tous types de changements que l'on peut apporter à une session.

Concurrent du H.323, SIP a comme avantage d'être plus récent. C'est en partie pourquoi il commence à gagner du terrain par rapport à cet autre protocole.

43

### SIP : Session Initiation Protocol

- ❑ SIP est un protocole plutôt simple ressemblant notamment au protocole HTTP (HyperText Transfer Protocol). Chaque agent SIP peut jouer le rôle de serveur comme de client.
- ❑ Le client peut envoyer au format ASCII les commandes suivantes à un serveur :
  - **Invite** : Le client demande au serveur une nouvelle session.
  - **Ack (Acknowledgment)** : Une fois la session établie, le client confirme la connexion.
  - **Cancel** : Le client annule la session avant même la confirmation de l'invitation.
  - **Bye** : Le client termine la session établie.

Pr Ahmed ERRAHMANI

44

### SIP : Session Initiation Protocol

De la même manière, le serveur peut répondre des codes au client :

- 100 : trying
- 200 : Ok
- 404 : Not Found (Erreur)

Ces codes sont les mêmes que le protocole HTTP.

Il en existe cependant des codes propres à SIP comme :

- 180 pour Sonnerie ou 486 pour Occupé.

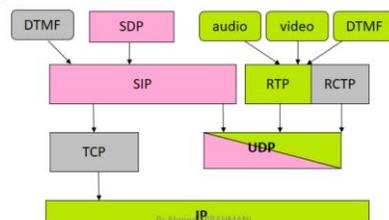
Pr Ahmed ERRAHMANI

45

### Les principes de SIP : Présentation

SIP est à utiliser en conjonction avec d'autres protocoles RTP/RTCP (pour les flux média), TCP, UDP ...

Quand il est utilisé pour établir une session, SIP encapsule un protocole de description des flux média (Ex : SDP, Session Description Protocol)



Pr Ahmed ERRAHMANI

46

### Le protocole SIP : principe

Pour fonctionner, SIP se base sur une architecture comportant trois principaux acteurs : les User-Agents, les Registrars et les Proxys :

- **User Agent** → désigne le terminal de l'usagé déterminé par son URI (Uniform Ressource Identifier : *identifiant uniforme de ressource*). Le User Agent doit s'enregistrer auprès d'un Registrar

- **Registrar** → serveur gérant les requêtes REGISTER venant des User-Agents. Il stocke l'association @IP/URI dans une base de données

- **Proxy** → sert d'intermédiaire entre deux User-Agents ne connaissant pas leur emplacement respectif. Pour router l'appel, il interroge la base de données qui stocke les URI.

Pr Ahmed ERRAHMANI

47

### Fonctionnement de l'architecture :

#### User-Agents :

Le User-Agent se retrouve du côté de l'utilisateur. Il s'agit du dispositif logiciel ou matériel qui gère le protocole SIP dans son téléphone compatible SIP, son logiciel de téléphonie IP ou même son smartphone.

L'User-Agent peut agir comme un serveur ou bien comme un client selon qu'il est appelé ou appelant. Si un User-Agent connaît directement l'adresse IP de l'User-Agent qu'il souhaite joindre, il peut le contacter directement, sinon, il dirige ses requêtes vers un registrar. L'User-Agent peut aussi être appelé un terminal.

Pr Ahmed ERRAHMANI

48

### Fonctionnement de l'architecture :

#### Registrars :

Les registrars sont les annuaires de la VoIP. Un user-Agent peut s'inscrire sur un registrar pour être répertorié selon son URI (*Uniform Resource Identifier*).

Un exemple d'URI est : `sip:nom.utilisateur@domaine.fr`.

Cela ressemble beaucoup à une adresse email et il est aussi possible de contacter un user-agent par ce type d'URI SIP :

`15124786@machine.domaine.fr`.

Pr Ahmed ERRAHMANI

49

### Fonctionnement de l'architecture :

#### Registrars :

Tous les contacts sont enregistrés dans une base données sur le registrar et les enregistrements sont réactualisés fréquemment pour prévenir les changements d'adresses IP d'un poste.

C'est le client qui se charge de prévenir le registrar s'il a changé d'adresse ou pas, par l'intermédiaire d'une requête REGISTER fonctionnant comme celles décrites dans la partie précédente.

Pr Ahmed ERRAHMANI

50

### Fonctionnement de l'architecture :

#### Proxys :

Les proxys se chargent de faire transiter les demandes d'appels d'un user-agent vers un autre.

Lorsqu'un proxy reçoit une demande de connexion d'un user-agent vers un autre, il contacte un registrar et récupère l'adresse IP associée à une URI, il renvoie alors au terminal demandeur l'adresse voulue.

L'user-Agent se charge ensuite de contacter lui même le destinataire sans passer par le proxy.

Pr Ahmed ERRAHMANI

51

### Fonctionnement de l'architecture :

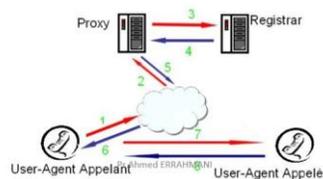
#### Etablissement d'une session SIP via un proxy et un registrar :

**1. & 2.** : Le terminal appelant débute une session par la recherche d'une adresse IP à partir d'un URI SIP. Il contacte donc le proxy via le réseau.

**3.** : Le proxy interroge le registrar pour la translation entre URI et adresse IP.

**4. & 5. & 6.** : L'adresse IP parvient au terminal appelant qui peut alors commencer une session avec le terminal appelé.

**7. & 8.** : La session SIP s'établit entre les deux terminaux.



52

### Déroulement d'une session SIP

**INVITE** : L'appelant envoie une requête INVITE au terminal appelé.

**RINGING** : Le terminal appelé envoie une réponse provisoire signalant qu'il sonne.

**OK** : L'appelé a fini par décrocher. Le terminal renvoie à l'appelant un signal OK pour signifier qu'il est prêt.

**ACK** : L'appelant signale à son tour qu'il est prêt avec une requête ACK (Acknowledgment).

**Session SIP en cours** : Une fois les deux parties prêtes, la session est entamée.

**BYE** : L'appelé termine la session en raccrochant et en envoyant le signal BYE

**OK** : L'appelant termine à son tour la session et le signifie à l'appelé.



Pr Ahmed ERRAHMANI

53

### Le protocole SIP : les requêtes

Les méthodes utilisées dans les requêtes (RFC 3261)

- **REGISTER** : permet de faire l'association entre une @IP et une URI (adresse SIP), associe une adresse logique permanente à une adresse de contact (temporaire) représentant la localisation courante
- **INVITE** : initie ou modifie une session
- **CANCEL** : annule la requête INVITE en cours
- **ACK** : confirme l'établissement d'une session SIP (utilisé uniquement avec INVITE)
- **BYE** : termine une session
- **OPTION** : utilisée pour se renseigner sur les fonctionnalités supportées par le distant

Pr Ahmed ERRAHMANI

54

### Le protocole SIP : les réponses

Empruntées à HTTP : numéro 'xyz' + texte explicatif

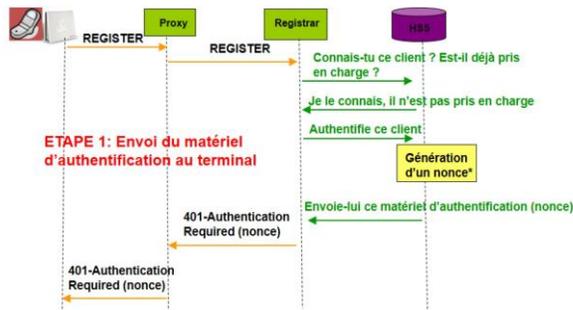
Les codes des réponses (6 types génériques) finales ou provisoires

- 1xx : information (100 Trying, 180 Ringing,...)
- 2xx : succès (200 OK)
- 3xx : redirection (301 Moved Permanently,...)
- 4xx : erreur client (401 Unauthorized, 486 Busy here, 483 Too Many Hops...)
- 5xx : erreur serveur (500 Internal Error,...)
- 6xx : échec global (600 Busy Every Where,...)

Pr Ahmed ERRAHMANI

55

### Enregistrement (1/2)

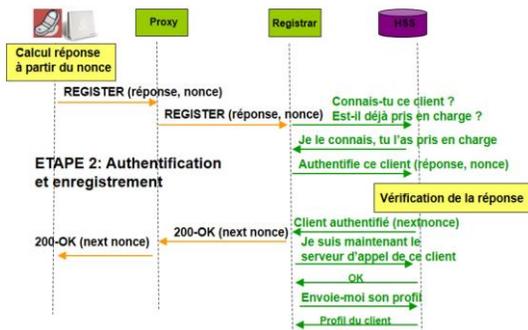


- \* HSS : home subscriber server
- \* Un nonce est un nombre aléatoire

ERRAHMANI

56

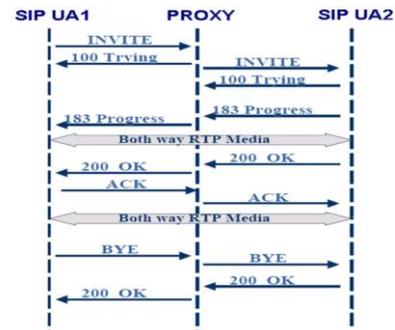
## Enregistrement (2/2)



Pr Ahmed ERRAHMANI

57

## Le protocole SIP (2)



Pr Ahmed ERRAHMANI

58

## Résumé :

SIP est donc un protocole dédié à la gestion des sessions de communications.

Ce standard est relativement simple et s'articule autour de 3 types d'acteurs : Les User-Agents situés côté client, les proxys dirigeant les User-Agents vers les autres participants à la session et le Registrar qui stocke les correspondances IP/URI.

Pr Ahmed ERRAHMANI

59

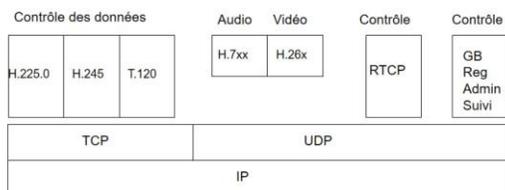
## Protocole H.323

- GateKeeper
- Plusieurs GateKeepers
- Conférence avec MCU
- Résumé

Pr Ahmed ERRAHMANI

60

### Protocole H323



Pr Ahmed ERRAHMANI

61

### Protocole H323

H.323 : protocole normalisé ITU (International Télécommunications Union) et intervenant dans la réalisation des communications audio sur IP.

C'est un ensemble de protocoles :

- RAS (Registration, Admission and Status) : découverte de GK, enregistrement GW, initialisation d'un appel (UDP)
- H.225.0 : protocole de signalisation permettant de réaliser l'appel (TCP)
- H.245 : échange des capacités et négociation des CODEC pour l'ouverture des canaux logiques (TCP)
- RTP et RTCP : flux audio (UDP)
- H.450 : pour les services supplémentaires

Pr Ahmed ERRAHMANI

62

### Protocole H.323

H.323 est aujourd'hui le protocole le plus répandu en matière de voix sur IP et ce même si il laisse peu à peu la place à SIP.

Ce protocole a été défini par IUT-T. Il s'agit en fait plus d'un regroupement de plusieurs protocoles qui permettent d'établir des appels avec la VoIP.

On peut reconnaître trois types de protocoles pour le H.323 :

- La signalisation
- La négociation de codec
- Le transport d'information

Pr Ahmed ERRAHMANI

63

### Protocole H.323

On entend par le terme signalisation tous les échanges de messages destinés à la gestion de la communication.

Par exemple, pour la VoIP, les messages indiquant que l'on souhaite appeler quelqu'un, qu'une ligne est occupée, que le récepteur décroche, ces messages sont transmis par ces protocoles de signalisation.

**Le protocole H.225 est chargé de ces communications, il gère notamment l'établissement, le contrôle et la fin d'un appel.**

Pr Ahmed ERRAHMANI

64

### Protocole H323 : Les principaux messages H225.0

#### Messages d'établissement d'appel :

- Alerting (0x01)
- Call Proceeding (0x02)
- Connect (0x07)
- Progress (0x03)
- Setup (0x05)
- Facility (0x62)

#### Messages de relachement de d'appel :

- Disconnect (0x45)
- Release Complete (0x5a)
- Release (0x4d)

Pr Ahmed ERRAHMANI

65

### Protocole H.323

La négociation de codec sert à choisir un codec commun entre les deux extrémités de la communication.

Le codec choisi doit être supporté par tous les participants.

Les fabricants n'implémentent pas forcément tous les codecs disponibles sur leurs produits ce qui peut poser des problèmes d'interopérabilités plus ou moins évités par l'usage du codec G.711.

En effet, G.711 est reconnu par la totalité des équipements VoIP.

Pr Ahmed ERRAHMANI

66

### Protocole H.323

Le protocole H.245 se charge ainsi de négocier le codec entre l'émetteur et le récepteur. Une fois ce choix effectué, il faut aussi choisir le débit pour l'adapter au mieux à la bande passante disponible. Il est aussi possible de réduire dynamiquement le débit d'un codec si la bande passante se dégrade en cours de communication.

Enfin, le transport d'information est pris en charge par les protocoles RTP/RTCP.

Pr Ahmed ERRAHMANI

67

### Protocole H323 : Les principaux messages H245

#### Messages d'établissement d'appel :

- Terminal Capability Set → informe le terminal distant des capacités (Codecs) en sa possession
- Master Slave Determination → détermine quel terminal sera décideur dans la négociation des codecs.
- Open Logical Channel → message servant à l'ouverture des canaux logiques pour échange des flux média (RTP)

Pr Ahmed ERRAHMANI

68

## Protocole H323 : Les principaux messages RAS

### Messages d'enregistrement et de désenregistrement :

GRQ : Gatekeeper Request  
RRQ : Registration Request  
URQ : Unregistration Request

#### Réponses :

GCF (Gatekeeper Confirmation),  
RCF (Registration\_Confirm),  
RRJ (Registration\_Reject),  
UCF (Unregister\_Confirm),  
URJ (Unregister\_Reject)

### Messages d'établissement et relachement de l'appel :

ARQ : Admission Request  
LRQ : Location Request  
DRQ : Disengage Request

#### Réponses :

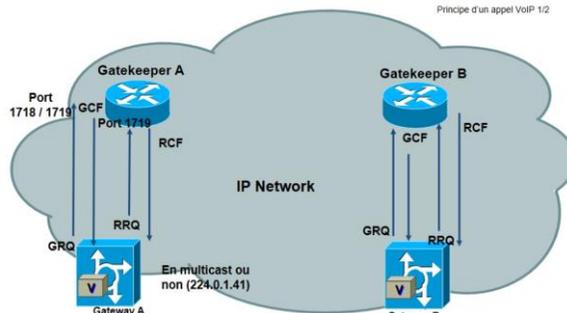
ACF (Admission\_Confirm),  
ARJ (Admission\_Reject),  
LCF (Location\_Confirm),  
LRJ (Location\_Reject),  
DCF (Disengage\_Confirm),  
DRJ (Disengage\_Reject)

Pr Ahmed ERRAHMANI

69

## Principe d'un appel H323 : enregistrement RAS\*

Principe d'un appel VoIP 1/2

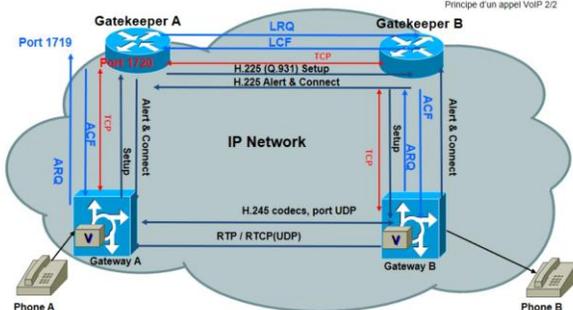


\*Registration, Admission and Statusmed ERRAHMANI

70

## Principe d'un appel H323 : établissement d'appel

Principe d'un appel VoIP 2/2



Pr Ahmed ERRAHMANI

71

## GateKeeper

Un GateKeeper est littéralement traduit par garde-barrière ou portier. Dans le protocole H.323, cette machine est en charge des rôles suivants :

- Registration : enregistrement des présences des utilisateurs ainsi que de leur adresse IP et leur numéro de téléphone.
- Admission : Le gatekeeper vérifie que les clients ont le droit de passer des appels et gère la bande passante.
- Vérification : Le gatekeeper vérifie les statuts des terminaux (disponibilité,...)

Pr Ahmed ERRAHMANI

72



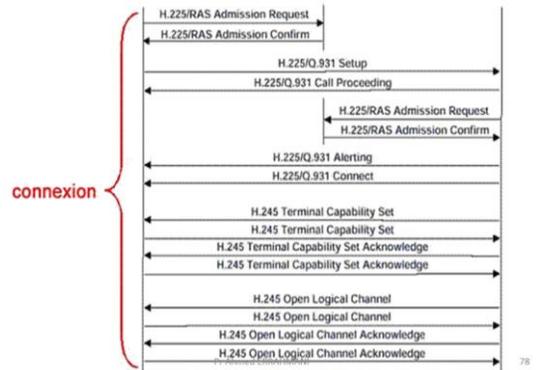
**GateKeeper**



Pr Ahmed ERRAHMANI

77

**GateKeeper**



78

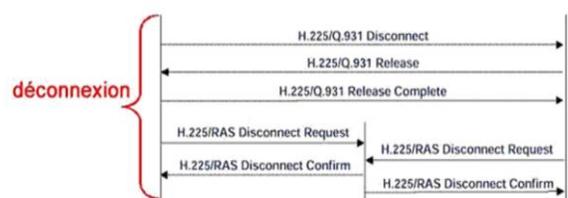
**GateKeeper**



Pr Ahmed ERRAHMANI

79

**GateKeeper**



80

## GateKeeper

Sur le schéma, on peut voir que le gatekeeper n'intervient que pour mettre en relation les terminaux. Une fois les requêtes d'admissions effectuées, la communication ne se fait qu'entre les terminaux. La déconnexion fait aussi intervenir le gatekeeper.

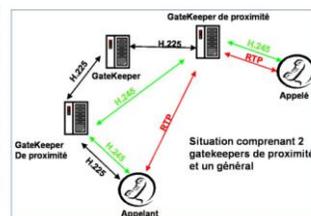
On peut aussi voir sur ce schéma la période de négociation des codecs et la période d'échange de données proprement dit avec les protocoles RTP et RTCP.

Pr Ahmed ERRAHMANI

81

## Plusieurs GateKeepers

On peut aussi avoir plusieurs gatekeepers impliqués dans la communication. Dans ce cas là, un gatekeeper supervise les autres. Il dispose en effet d'une vue totale du réseau à l'inverse des gatekeepers les plus proches des terminaux.



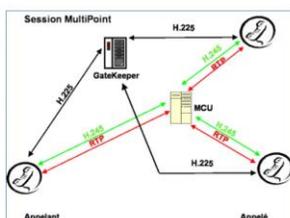
Comme on le voit ici, seul le protocole H.225 transite par le gatekeeper supervisant la communication. Le protocole H.245 transite directement entre les deux gatekeepers de proximité et enfin le protocole RTP ne sert qu'entre les deux terminaux.

Pr Ahmed ERRAHMANI

82

## Conférence avec MCU

MCU signifie Multipoint Control Unit. Il s'agit d'un élément logiciel ou matériel permettant les conférences entre plusieurs participants. Pour cela, le MCU va mixer les flux audio (ou vidéo dans le cas de la vidéo conférence) qu'il reçoit de chaque participant.



Chaque participant envoie donc le signal de sa conversation au MCU et reçoit en retour les signaux des autres participants mixés.

Pr Ahmed ERRAHMANI

83

## Résumé

Même si SIP et H.323 semblent totalement différents, ils ont quand même de nombreux points communs : protocole de contrôle d'appel et utilisation de terminaux intelligents (les fonctions comme la mise en attente, etc sont intégrées aux terminaux).

Malgré cela, H.323 perd chaque jour du terrain au profit de SIP. La majorité des terminaux (softphones ou téléphones IP) sont aujourd'hui compatibles SIP. Le protocole H.323 garde cependant pour lui une meilleure qualité due en partie à la signalisation plus complexe

Pr Ahmed ERRAHMANI

84

### Le protocole MGCP (Media Gateway Control Protocol)

- Interconnexion avec les autres réseaux téléphoniques
- Schéma sur l'implantation de MGCP
- Résumé

Pr Ahmed ERRAHMANI

85

### Le protocole MGCP (Media Gateway Control Protocol)

Le protocole MGCP n'est pas un concurrent de H.323 ou SIP. Au contraire, ce protocole est complémentaire dans les services qu'il offre. Il permet entre autre de piloter les terminaux non intelligents. Pour cela, MGCP utilise un protocole à stimulus. Ce type de signalisation utilise des instructions de bas niveau contrairement aux instructions du RNIS, du SIP et de H.323.

Pr Ahmed ERRAHMANI

86

### Le protocole MGCP (Media Gateway Control Protocol)

Dans un protocole à stimulus, le terminal est contrôlé par le protocole. MGCP est donc un protocole client/serveur car une machine contrôle les terminaux et H.323 et SIP sont peer to peer car ils traitent d'égaux à égaux.

L'avantage principal d'un protocole à stimulus est la simplification des terminaux. Le besoin de terminaux intelligents est donc moindre

Pr Ahmed ERRAHMANI

87

### Interconnexion avec les autres réseaux téléphoniques

MGCP peut servir en deux endroits d'un réseau de téléphonie sur IP. Le premier est à l'interconnexion entre le réseau et les téléphones pilotés en mode stimulus. Le deuxième est à la passerelle avec le réseau RTC.

Le système se compose d'un Call-Agent, une passerelle pour transformer les paquets du réseau pour circuler sur un circuit commuté et vice versa. Pour l'interconnexion avec le réseau RTC, il est nécessaire de disposer en plus d'une passerelle pour la signalisation.

Pr Ahmed ERRAHMANI

88

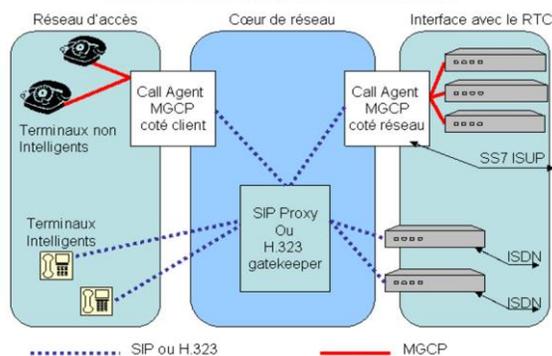
### Interconnexion avec les autres réseaux téléphoniques

Le call-Agent agit comme un commutateur logiciel avec le réseau VoIP. Il contrôle de plus les passerelles. Ce contrôle s'exerce par un mécanisme de suscription : Le call-agent prévient les passerelles des événements l'intéressant et celles ci le contactent à chaque fois qu'un événement surveillé apparaît.

Pr Ahmed ERRAHMANI

89

### Schéma sur l'implantation de MGCP



Pr Ahmed ERRAHMANI

90

### Résumé :

MGCP n'est donc pas un concurrent de SIP ou de H.323. Au contraire, son rôle est complémentaire et permet de faire communiquer le réseau RTC avec des terminaux VoIP, intelligents ou non

Pr Ahmed ERRAHMANI

91

### Les codecs :

- Qualité de la voix
- Codec G.711
- Codecs G.722 et G.722.1
- Codec G.723.1
- Codec G.729
- Compression du silence
- Génération de bruits de confort
- Robustesse sur les pertes de paquets

Pr Ahmed ERRAHMANI

92

### Les codecs :

L'objectif d'un codec est la transformation d'un signal analogue vers un signal numérique et vice-versa. Ici, le codec transforme donc le signal de la voix en données numériques facilement transportables sur un réseau. Après le transport, le même codec se charge de retransformer le signal numérique vers un signal analogique.

Pr Ahmed ERRAHMANI

93

### Les codecs :

Il existe une différence majeure permettant de classer les codecs existants dans deux catégories : les codecs sans pertes ('lossless') et les codecs avec pertes ('lossy').

Dans un codec lossless, tout le signal est transformé en binaire et le décodage restitue des données parfaitement identiques à celles données en entrée. Ce type de codecs est utilisé quand la qualité de la restitution est importante.

Dans un codec lossy, certaines parties du signal sont écartées et supprimées.

Pr Ahmed ERRAHMANI

94

### Les codecs :

Dans l'exemple de la voix, l'oreille humaine rencontre ses limites lorsqu'il s'agit d'écouter des fréquences trop basses ou trop hautes. Les codecs avec pertes (aussi appelés destructeurs) tirent parti de ce phénomène. Les sons dans les fréquences hautes ou basses sont tronqués pour diminuer la quantité d'information à transmettre. L'exploitation des particularités de l'oreille humaine s'appelle la psycho acoustique.

Pr Ahmed ERRAHMANI

95

### Qualité de la voix :

Dans le domaine de la téléphonie sur IP, les différents codecs retransmettent plus ou moins bien le signal original. Pour mesurer la qualité de la voix restituée, on parle de score MOS (Mean Opinion Score). C'est une note comprise entre 1 et 5 et attribuée par des auditeurs jugeant de la qualité de ce qu'ils entendent.

Score MOS

Score MOS	Définition	Exemple
4 à 5	Haute qualité	Téléphones RNIS
3,5 à 4	Qualité commerciale	Téléphones fixes classiques
3 à 3,5	Qualité acceptable	
2,5 à 3	Qualité militaire	
inférieur à 2,5	Qualité synthétique	Voix robotisée

Pr Ahmed ERRAHMANI

96

### G.711

Ce codec est le premier à avoir été utilisé dans la VoIP. Même si il existe maintenant des codecs nettement plus intéressants, celui ci continue d'être implémenté dans les équipements à des fins de compatibilité entre marques d'équipements différentes.

Le principe utilisé est le codage du signal selon une échelle logarithmique. Pour cela deux lois différentes sont utilisées selon les pays. Aux USA et au Japon, il s'agit de la loi  $\mu$  alors que dans le reste du Monde, il s'agit de la loi A. Cependant ces deux lois sont quasiment identiques.

Ce codec produit un flux d'une taille de 64kbit/s et le score MOS qu'il a obtenue est de 4,2 ce qui en fait un codec de bonne qualité de restitution. La partie du spectre de fréquence au dessus de 4kHz est cependant éliminée.

Pr Ahmed ERRAHMANI

97

### G.722 et G.722.1

#### G.722

A la différence du G.711, ce codec transforme le spectre jusqu'à 7kHz ce qui restitue encore mieux la voix. Les débits que ce codec fournit sont 48, 56 ou 64kbit/s. Une des particularités est de pouvoir immédiatement changer de débit. Ceci est fortement appréciable lorsque la qualité du support de transmission se dégrade.

#### G.722.1

Dérivé du codec précédent, celui ci propose des débits encore plus faibles (32 ou 24kbit/s). Il existe même des versions propriétaires de ce codec fournissant un débit de 16kbit/s.

Pr Ahmed ERRAHMANI

98

### G.723.1

C'est le codec par défaut lors des communications à faible débit. Deux modes sont disponibles.

Le premier propose un débit de 6,4kbit/s. Le deuxième un débit de 5,3kbit/s. Là aussi, le changement de mode peut se faire en pleine communication.

Ce codec est un parfait exemple de codec à pertes. Les tonalités DTMF (dual-tone multi-frequency), utilisée par exemple lors d'un appel à un serveur vocal lorsque l'on appuie sur les touches, ne sont pas correctement retransmises et donc non reconnues.

Les scores MOS varient entre 3,7 et 3,9.

Pr Ahmed ERRAHMANI

99

### G.729

Ce codec est avec G.723 un des plus utilisés en VoIP. A l'instar de ce dernier, il ne convient pas pour des transmissions autres que la voix et ne retransmet pas correctement les tonalités DTMF. Le score MOS obtenu est 4.0.

Pr Ahmed ERRAHMANI

100

### Compression du silence :

Une des méthodes utilisées par les codecs pour réduire la quantité de données à transmettre et de détecter les silences. Dans une conversation téléphonique, chaque locuteur ne parle que 1/3 du temps en moyenne. Ce qui fait que 2/3 du temps d'une conversation est constitué de silence facilement reproductible et donc non codé par le codec. Ce mécanisme s'appelle VAD (Voice Activity Detection - DAV : Détection d'activité de la voix).

Pr Ahmed ERRAHMANI

101

### Génération de bruits de confort :

Pendant une conversation où les silences sont effacés, l'absence de bruit chez le récepteur peut vite se révéler inconfortable. Dans cette optique, les codecs disposent d'un générateur de bruits de confort visant à simuler des bruits de fond pour améliorer le confort des utilisateurs.

Pr Ahmed ERRAHMANI

102

### Robustesse sur les pertes de paquets :

Si les conditions de circulations sur le réseau se dégradent, certains paquets contenant de l'information peuvent se perdre ou arriver trop tard. Ce problème est en partie compensé par l'utilisation des buffers, mais la gigue peut être telle que le codec soit obligé de retransmettre au récepteur un paquet alors qu'il n'est pas arrivé. Il existe plusieurs méthodes pour pallier à ce problème : Il est possible par exemple de simplement répéter le contenu du dernier paquet pour combler le vide. On peut aussi répartir l'information sur plusieurs paquets de façon à introduire une redondance des données. En cas de pertes de paquets, le codec dispose ainsi d'une copie du paquet à retransmettre.

Pr Ahmed ERRAHMANI

103

### Les codecs

	G.711	G.721	G.722	G.723	G.726	G.727	G.728	G.729
Usage	Codage utilisé pour les téléphones RTC	DECT Trans. Câble sous-marin et satellite	Bande élargie Télé-essai-gnement	Faible Bande passante	Extension du G.721 Trans. Câble sous-marin et satellite	Version code imbriqué du G.726 DCME Trans. Câble sous-marin et satellite	DCME Télécon-férence sur RNIS ou IP	Très bien adapté à l'usage de la VoIP sur l'internet public
Débit	64 kbits/s	32 kbits/s	48/56/64 kbits/s	5.3-6.3 kbits/s	4.0 kbits/s	4.0 kbits/s	16 kbits/s	8 - 13 kbits/s
Qualité de parole	Bonne Qualité	Codage de référence de qualité « presque téléphonique »	Non comparable du fait de la bande élargie	Qualité médiocre	4.0 (pour le débit 32 kbits/s)	4.0 (pour le débit 32 kbits/s)	4.0	Qualité moyenne

Pr Ahmed ERRAHMANI

104

VoIP : quelques notions

Le délai de transit ou RTT

- 0 à 150 ms : bonne interactivité
- 150 à 250 ms : qualité juste acceptable
- 250 à 400 ms : très mauvaise interactivité
- 400 ms : inacceptable

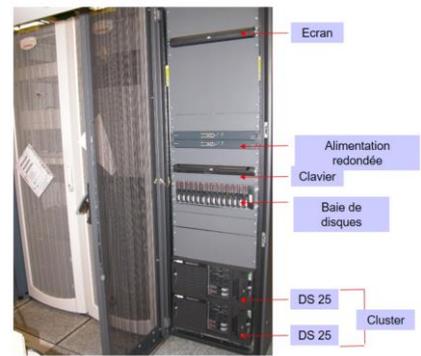
Annulation d'écho

plus le RTT est important plus l'écho est gênant

Pr Ahmed ERRAHMANI

105

Equipements : le gatekeeper H323 (GK)



Pr Ahmed ERRAHMANI

106

Equipements : les NAS VoIP (GW)

AS5450 CISCO

8 cartes DSP 60 ports - 4 cartes quad E1



Pr Ahmed ERRAHMANI

107

Equipements : les NAS VoIP (GW)

AS5800 CISCO

Idem AS5450  
avec 8 cartes 192 ports



Pr Ahmed ERRAHMANI

108

### Comment tester son installation VoIP?

- Qualité de Service
- Quels sont les tests à effectuer ?
- Un moyen pour tester rapidement la VoIP

Pr Ahmed ERRAHMANI

109

### Qualité de Service

1 – Eléments de qualité sur le RTCP.

La qualité de service dans la transmission de la voix dépend de plusieurs facteurs :

- le délai de transmission
- la gigue
- le phénomène d'écho

Pr Ahmed ERRAHMANI

110

### Qualité de Service

1 – Eléments de qualité sur le RTCP

- le délai de transmission

C'est le temps écoulé entre l'émission de la parole et sa restitution. Plus ce délai est court, la qualité de la conversation sera meilleure

Délai par sens	Difficulté de la communication
200ms	28%
450ms	35%
700ms	46%

Pr Ahmed ERRAHMANI

111

### Qualité de Service

1 – Eléments de qualité sur le RTCP

- la gigue

La gigue est la variation du délai de transmission.

Pour une bonne qualité de la communication, la gigue doit être constante et rester inférieure à 100 ms.

Pr Ahmed ERRAHMANI

112

## Qualité de Service

### 1 – Eléments de qualité sur le RTCP

- le phénomène d'écho

L'écho est le délai entre l'émission d'un signal et la réception de ce signal réverbéré. Le phénomène n'est pas perceptible s'il est inférieur à 50 ms.

Pr Ahmed ERRAHMANI

113

## Qualité de Service

### 1 – Eléments de qualité sur le RTCP

Sur le RTC, la maîtrise de ces paramètres permettent d'avoir une conversation de qualité acceptable.

Par contre, sur le réseau IP et surtout sur Internet, ces paramètres ne sont pas du tout maîtrisés pour les raisons que nous allons étudier au point suivant.

Pr Ahmed ERRAHMANI

114

## Qualité de Service

### 2 – Eléments entravant la qualité sur l'IP

- le délai de transmission

Le codage et le décodage, la mise en paquets de la voix, le routage (temps passé dans les routeurs en période de pic de trafic) constituent de sérieux handicaps pour une bonne qualité de service.

Pr Ahmed ERRAHMANI

115

## Qualité de Service

### 2 – Eléments entravant la qualité sur l'IP

- la gigue

Elle est de mauvaise qualité à cause essentiellement du fait que les paquets n'empruntent pas toujours le même chemin et donc arrivent de manière « désordonnée ».

Pr Ahmed ERRAHMANI

116

### Qualité de Service

#### 2 – Eléments entravant la qualité sur l'IP

- la perte des paquets

Les routeurs en cas de congestion détruisent certains paquets. On estime qu'une perte de paquets au delà de 20% donne une qualité négligeable de restitution de la parole.

Des solutions sont mises en œuvre pour améliorer la qualité de la transmission de la voix sur le réseau IP.

Pr Ahmed ERRAHMANI

117

### Qualité de Service

#### 3 – Approche de solutions

- Définition de classe de service
- Augmentation de la bande passante
- Puissance de traitement des routeurs
- Harmonisation des équipements

Pr Ahmed ERRAHMANI

118

### Qualité de Service

#### 3 – Approche de solutions

- Définition de classe de service

La classe de service a pour objectif de différencier les différents types de paquets (voix, vidéo, mail, web) et de créer une priorité de traitement pour les paquets ayant un niveau de qualité élevé et une réservation de la bande passante en conséquence.

Pr Ahmed ERRAHMANI

119

### Qualité de Service

#### 3 – Approche de solutions

- Augmentation de la bande passante

Une augmentation de la bande conduirait à une amélioration du temps de transit des paquets dans le réseau.

Pr Ahmed ERRAHMANI

120

## Qualité de Service

### 3 – Approche de solutions

- Puissance de traitement des routeurs

En général, un routeur peut traiter jusqu'à 100000 paquets par seconde. Il est envisagé d'augmenter cette puissance de traitement des routeurs. On parle de Giga Routeurs et de Téra routeurs qui peuvent traiter un million et un milliard de paquet par seconde

Pr Ahmed ERRAHMANI

121

## Qualité de Service

### 3 – Approche de solutions

- Harmonisation des équipements

Enfin, une harmonisation des équipements surtout de compression – décompression et d'empaquetage de la voix permettrait de gagner du temps entre l'émission et la réception de la voix sur le réseau IP.

Pr Ahmed ERRAHMANI

122

## Comment tester son installation VoIP?

### Les besoins en matière de test :

Comme on l'a vu dans la partie précédente sur les codecs, les conversations en VoIP peuvent ne pas être de même qualité qu'une conversation sur un téléphone relié au réseau commuté classique. De même, les conditions de transport influent beaucoup sur la qualité de la transmission.

Il s'agit donc de pouvoir détecter les problèmes potentiels d'une installation VoIP afin de pouvoir la rendre aussi fiable qu'une installation classique.

Pr Ahmed ERRAHMANI

123

## Quels sont les tests à effectuer ?

### La Gigue :

Le premier test à faire en ce qui concerne la VoIP est la mesure de la gigue. En effet, le retard induit par la gigue dégrade considérablement la qualité de la conversation. Plus la gigue augmente, plus la conversation devient hachée. Une mesure instantanée de la gigue ne veut rien dire, il faut analyser les variations de ce délai pour être en mesure d'identifier la source du problème. Par exemple, en mesurant sur plusieurs jours la gigue sur une ligne, on pourra savoir si celle-ci est stable et continue dans le temps ou bien si, au contraire, elle est sporadique (éparpillé). En observant une gigue récurrente chaque jour à la même heure, on pourra investiguer la source du problème.

Pr Ahmed ERRAHMANI

124

### Quels sont les tests à effectuer ?

#### La latence :

La latence est le temps que met un signal pour parcourir toute la distance entre émetteur et récepteur. Dans le cas de la commutation par paquet, cette valeur est une moyenne car un paquet peut arriver plus ou moins rapidement selon le trafic du réseau. Cette différence entre le temps réel et la latence s'appelle le **délai**.

A l'instar de la gigue, la latence dégrade la qualité de la communication si elle devient trop grande.

Pr Ahmed ERRAHMANI

125

### Quels sont les tests à effectuer ?

#### Perte de paquets :

La perte de paquets peut être en partie compensée par la redondance des données introduites par les codecs. Cependant, une bonne mesure du taux de pertes des paquets permet de mieux connaître le réseau et ainsi de mieux configurer son système de VoIP.

Pr Ahmed ERRAHMANI

126

### Quels sont les tests à effectuer ?

#### Atténuation :

Dans le cas de la VoIP sur une ligne ADSL, il peut être utile de tester l'atténuation de la ligne. Il s'agit de la perte de puissance du signal de l'émetteur vers le récepteur. Plus la distance entre le nœud de raccordement et l'abonnée est grande, plus l'atténuation est forte. Une atténuation importante implique un débit plus faible en réception et peut expliquer une mauvaise qualité de la conversation sur la VoIP.

Pr Ahmed ERRAHMANI

127

### Un moyen pour tester rapidement la VoIP :

L'idéal est de disposer d'un testeur portable pour effectuer tous ces tests en se branchant directement à la place d'un terminal.

L'ARGUS 145 dispose par exemple d'un combiné permettant de tester vocalement la qualité de la conversation.

Pr Ahmed ERRAHMANI

128

**L'argus 145**

L'ensemble des testeurs **ARGUS** a été développé en étroite collaboration avec les opérateurs de télécommunications européens et notamment avec les équipes chargées de l'installation, de la mise en service et de la maintenance des lignes et des équipements.



Les produits de test **ARGUS** sont basés sur une conception favorisant l'intégration des différentes technologies d'exploitation de la **boucle locale** : **VOIP, ADSL, ADSL2, ADSL2+, SDSL et RNIS**.

De part leur conception les testeurs **ARGUS** privilégient les aspects ergonomie, robustesse et autonomie tout en minimisant le coût de possession avec l'utilisation de batteries standard et des périodes de calibration inédites

Pr Ahmed ERRAHMANI

129

Quelques caractéristiques des produits **ARGUS** :

Testeurs autonomes portables, légers et compacts,

Facilité d'utilisation et de prise en mains : tests automatiques,

Exhaustivité de la gamme : VOIP, ADSL, ADSL2, ADSL2+, SDSL, xDSL, RNIS, RTC,

Stockage des rapports de test en mémoire interne pour impression ou transfert ultérieur vers PC,

Logiciels d'exploitation des résultats sur PC livré en standard,

Mise à jour des équipements gratuite à partir du site fabricant par simple téléchargement.

Pr Ahmed ERRAHMANI

130

**ARGUS 145 : Simulateur & Testeur ADSL (2+) / SDSL / VOIP**

Testeur ADSL, SDSL / SHDSL, VOIP, RNIS,

Tests de gigue, de latence, perte de paquets et atténuation,

Mesure des débits montants et descendants et des paramètres physiques de la ligne,

Test IP et ATM (PING, Traceroute, VPI/VCI scan),

Protocole PPPoE, PPPoA, IPoA, IP, PPTP,

Connexion en lieu et place du PC derrière le modem (interface Ethernet 10/100BT).



Pr Ahmed ERRAHMANI

131

**QosMos : Sonde VOIP**

Les sondes QosMos permettent de surveiller les performances d'un système VoIP. Les FAI et les entreprises peuvent donc grâce à ce matériel, avoir une vue en temps réel de la qualité de service de leur installation ainsi que des problèmes pouvant la dégrader. Les principales caractéristiques de ces sondes sont :



Pr Ahmed ERRAHMANI

132

**QosMos : Sonde VOIP (suite)**

-qualité de la voix : Calcul du score MOS pour chaque communication.

-Etat du réseau : Usage équilibré de la bande passante entre tous les protocoles.

-Statistiques d'appels : Génération de statistiques d'appels (durée, nombre d'appel par heure,...).

-Diagnostic : Diagnostic des défaillances lors des appels (fin d'appel anormale,...).

-Création de rapport : Les sondes QosMos peuvent générer des rapports de leur activité disponibles en pdf, html ou en format Word.

Une sonde QosMos permet de surveiller l'efficacité de l'utilisation du téléphone. Ainsi, il est plus facile de repérer les pannes présentes ou à venir.

**Mesures effectuées :**

- Score MOS de la conversation
- Temps d'établissement de la connexion
- Nombre de paquets reçus, émis, perdus et en retard
- Gigue
- Latence

Pr Ahmed ERRAHMANI

133

Pr Ahmed ERRAHMANI

134

**Annexes : H.225 RAS Protocol Elements Table****Gatekeeper Discovery**

- GatekeeperRequest (GRQ)
- GatekeeperConfirm (GCF)
- GatekeeperReject (GRJ)

**Terminal/Gateway Registration**

- RegistrationRequest (RRQ)
- RegistrationConfirm (RCF)
- RegistrationReject (RRJ)

**Terminal/Gateway Unregistration**

- UnregistrationRequest (URQ)
- UnregistrationConfirm (UCF)
- UnregistrationReject (URJ)

**Resource Availability**

- Resource Availability Indicator (RAI)
- Resource Availability Confirm (RAC)

**Bandwidth Change**

- Bandwidth Change Request (BRQ)
- Bandwidth Change Confirm (BCF)
- Bandwidth Change Reject (BRJ)

**Location Request**

- LocationRequest (LRQ)
- LocationConfirm (LCF)
- LocationReject (LRJ)

**Call Admission**

- AdmissionRequest (ARQ)
- AdmissionConfirm (ACF)
- AdmissionReject (ARJ)

**Disengage**

- DisengageRequest (DRQ)
- DisengageConfirm (DCF)
- DisengageReject (DRJ)

**Request in Progress**

- Request in Progress (RIP)

**Status Queries**

- InfoRequest (IRO)
- InfoRequestResponse (IRR)
- InfoRequestAck (IACK)
- InfoRequestNak (INAK)

Pr Ahmed ERRAHMANI

135