



# QoS et Multimédia SIR / RTS

## Mécanismes et protocoles pour les applications multimédia communicantes

Isabelle Guérin Lassous

[Isabelle.Guerin-Lassous@ens-lyon.fr](mailto:Isabelle.Guerin-Lassous@ens-lyon.fr)

<http://perso.ens-lyon.fr/isabelle.guerin-lassous>

# Les mécanismes

# Retours sur les profils de trafic

- Quels profils pour ces applications ?
- A la réception
  - le même profil doit être rejoué

# Différences entre le streaming et la ToIP

- Différents types de streaming
  - Stocké
  - En ligne
- Quelle contrainte supplémentaire avec la ToIP ?

# Internet Best Effort

- Pas de garanties sur les paramètres de performance comme
  - Délai
  - Gigue
  - Débit
- Perte de paquets
  - Utilisation de TCP
    - TCP peut engendrer un délai et une gigue importants
  - Protocoles de niveau 2 fiables
    - Pas sur toutes les technologies

# Hypothèses

- On ne peut pas toucher au réseau
- Modifications seulement possibles sur les hôtes

# Limitation de la gigue

- Mécanisme ?
- Evénements négatifs de ce mécanisme ?
- Paramètres du mécanisme importants ?
  - Dimensionnement de ces paramètres
    - important
    - dépend de l'application
    - compromis à faire
    - statique / dynamique

# Paquets perdus

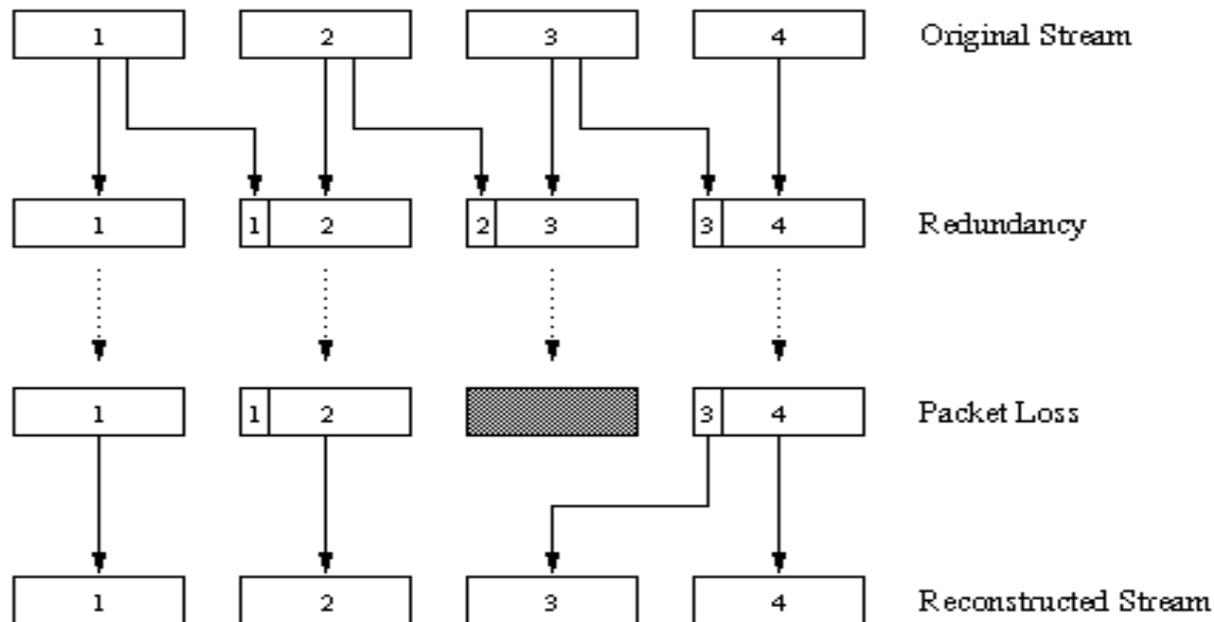
- Quels sont les paquets perdus ?
- Retransmission peut être peu adaptée
- Schémas d'anticipation au niveau applicatif
  - Limiter les données perdues au niveau applicatif

# Forward Error Correction

- Techniques de correction d'erreurs au niveau applicatif
- Indépendamment du média véhiculé
  - Paquets de contrôle supplémentaires
    - Codes fonctions des paquets à protéger
    - Basé sur l'opération XOR
    - Codes Reed-Solomon
  - Compromis délai - qualité

# Forward Error Correction

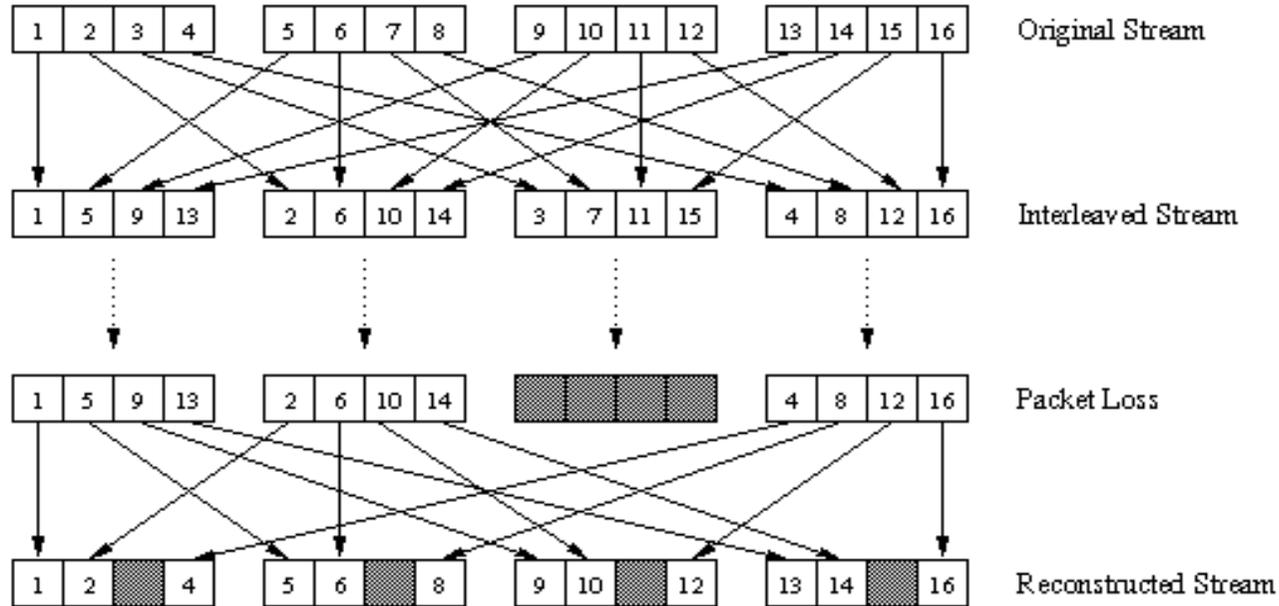
- Techniques dépendantes du média utilisé
  - Données envoyées dans plusieurs paquets
  - Encodage primaire – encodages secondaires



*Inspiré des slides J.F Kurose and K.W. Ross*

# Enchevêtrement

## Entrelacement



*Inspiré des slides J.F Kurose and K.W. Ross*

- pas de données de contrôle supplémentaires
- attente avant la lecture

# Débit

- Hôtes peuvent difficilement augmenter les débits de transmission sur les chemins
- mais peuvent adapter les débits de transmission applicatifs
  - choix d'un encodage adapté aux capacités des hôtes et du réseau
  - plusieurs encodages possibles
  - RTP, Adaptive HTTP

# Délai de bout-en-bout

- Paramètre difficilement contrôlable par les hôtes
- Approcher les contenus des hôtes
  - Architectures distribuées avec des serveurs multiples et des caches
    - Content distribution networks
  - Peu compatible avec les applications temps réel et interactives

# Les protocoles

# Les standards

- Unification des travaux
- Interopérabilité des produits
- Plusieurs organismes impliqués
  - Les principaux
    - IETF, ITU
    - Approches très différentes
- Protocoles pour le transport des données multimédia
  - RTP/RTCP, DASH
- Protocoles de signalisation
  - RTSP, SIP, H.323

# Transport des données multimédia

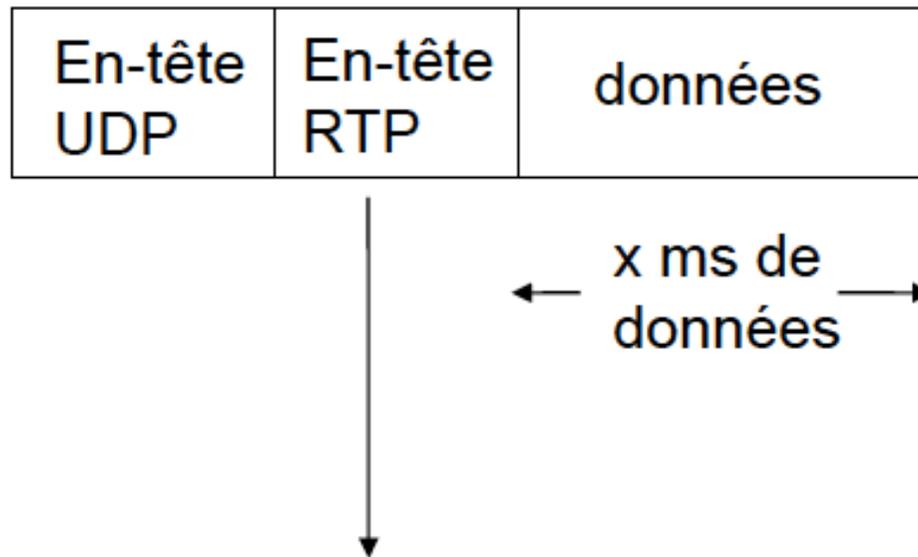
Streaming et ToIP

# Real-time Transport Protocol

- RTP
  - Standard IETF – RFC 1889
- Protocole de transport pour des paquets contenant des données audio et vidéo
- Standard bien suivi
- Fonctionne sur les machines hôtes en périphérie de la communication
- Contient des infos utiles pour véhiculer de la voix et vidéo
  - Identification du contenu
  - Timestamps
  - Numéro de séquence

# Caractéristiques de RTP

- Très souvent basé sur UDP
  - Pas obligatoire
  - Etend UDP



Permet le décodage et une lecture adaptée des données

# Entête RTP

Type de données	Numéro de séquence	Timestamp	Synchronisation Source ID	Autre
-----------------	--------------------	-----------	---------------------------	-------

- **Types de données**
  - Encodage utilisé
  - Type 0 = PCM mu-law
  - Type 3 = GSM
- **Numéro de séquence**
  - Pour détecter
    - la perte de paquets
    - un déséquencelement

# Entête RTP

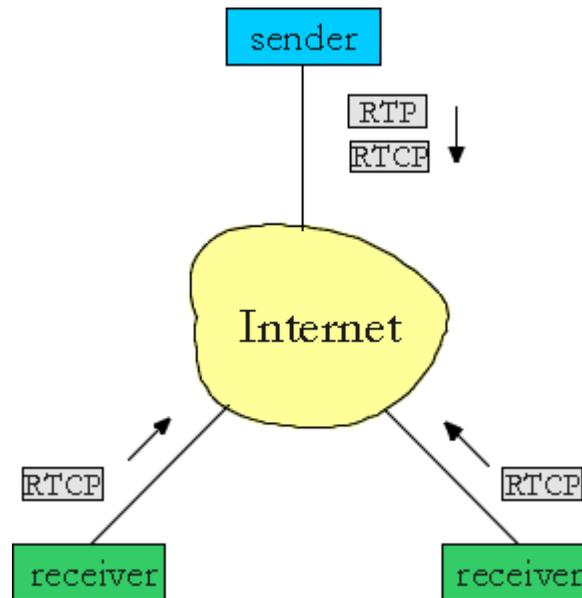
Type de données	Numéro de séquence	Timestamp	Synchronisation Source ID	Autre
-----------------	--------------------	-----------	---------------------------	-------

- **Timestamp**
  - Temps où le 1<sup>er</sup> octet du paquet a été généré
  - Aide pour le retard à la lecture et la synchronisation des flux
- **Synchronization Source ID**
  - Identifie la source du flux RTP

# RTP Control Protocol

- RTCP
- Informations de contrôle
  - Envoyées périodiquement
  - Statistiques sur les données véhiculées
  - Localisation des problèmes
    - Adaptation des transmissions au niveau des émetteurs
- Utilisation de ces données non précisée dans RTP

# RTCP



*Inspiré des slides J.F Kurose and K.W. Ross*

- Tous les acteurs d'une session RTP envoient des paquets RTCP
- Les paquets RTP et RTCP utilisent des numéros de port distincts

# Paquets RTCP

- Rapport de réception d'un flux RTP
  - Ratio de paquets perdus
  - Dernier numéro de séquence reçu
  - Gigue moyenne
- Rapport d'émission d'un flux RTP
  - SSRC
  - Temps courant et timestamp
  - Nb paquets envoyés
  - Nb octets envoyés
- Description de la source
  - SSRC du flux RTP associé
  - Informations sur la source (nom, email, téléphone)

# Passage à l'échelle

- Nb de rapports de réception =  $f(\text{nb de récepteurs})$
- Limiter le débit de ces rapports au niveau de chaque acteur
  - Limitation à 5% de la bande passante de la session
  - Fonction du nombre de participants

# Garanties avec RTP

- Aucune
  - RTP ne fournit pas de garantie sur le délai ou sur d'autres paramètres
- L'encapsulation RTP n'est perçue que par les machines périphériques
  - Les routeurs intermédiaires ne voient pas que ce sont des paquets RTP
  - Pas de traitement spécifique au niveau des routeurs

# Signalisation

# RTSP

# Interactivité

- Contrôle de la lecture
  - Fonctionnalités classiques lors de la lecture d'un CD ou DVD
  - Pause, marche avant/arrière
  - Mais un contrôle via le réseau

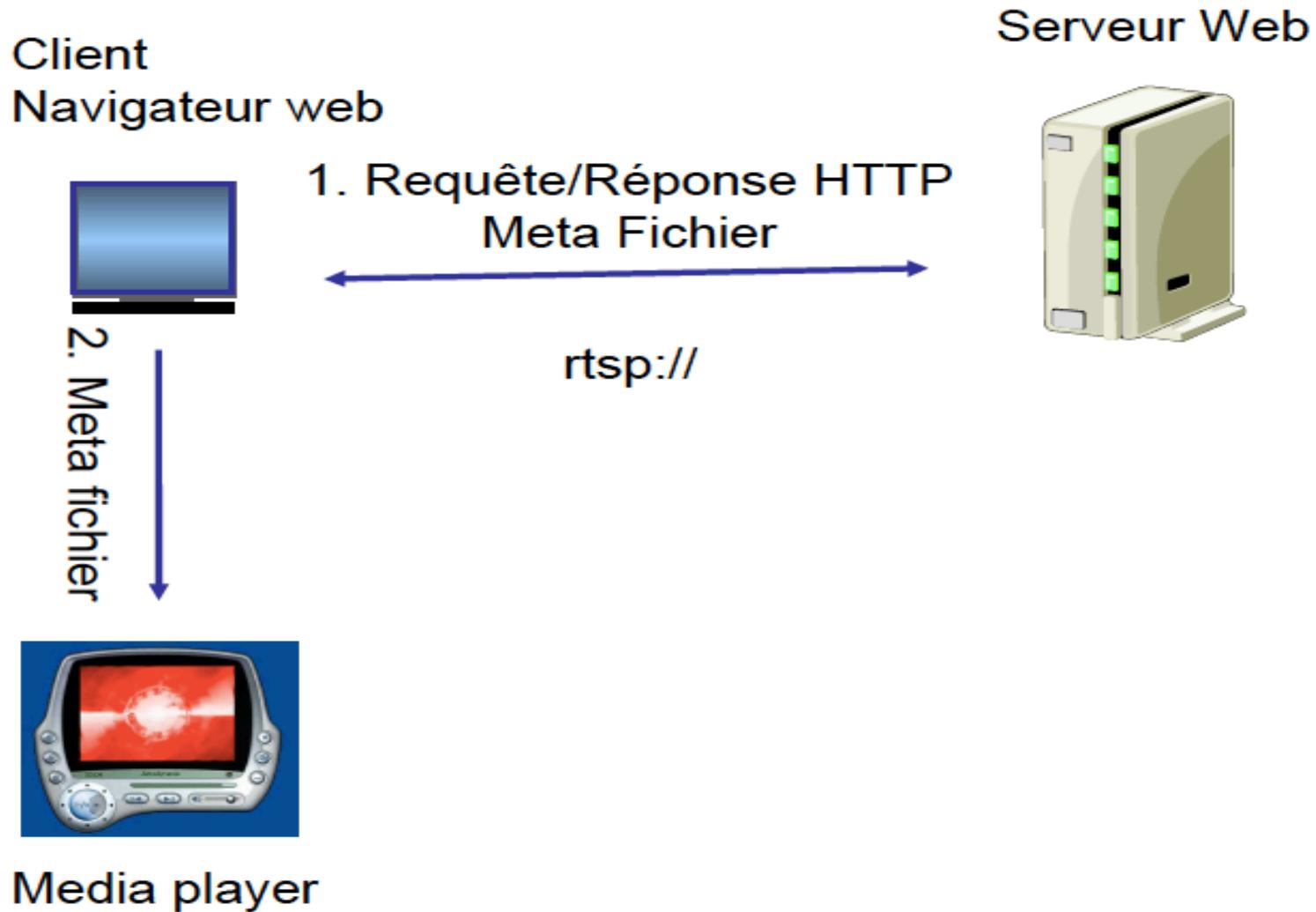
# RTSP

- Real-time streaming protocol
- Protocole niveau applicatif de type client/serveur
- Standard IETF - RFC 2326
- Ce qu'il ne fait pas
  - Choix des techniques de compression
  - Choix de l'encapsulation
  - Choix du protocole de transport
  - Choix de la technique pour la mise en buffer
- Ce qu'il fait
  - Aider le media player à contrôler la transmission d'un flux audio/vidéo

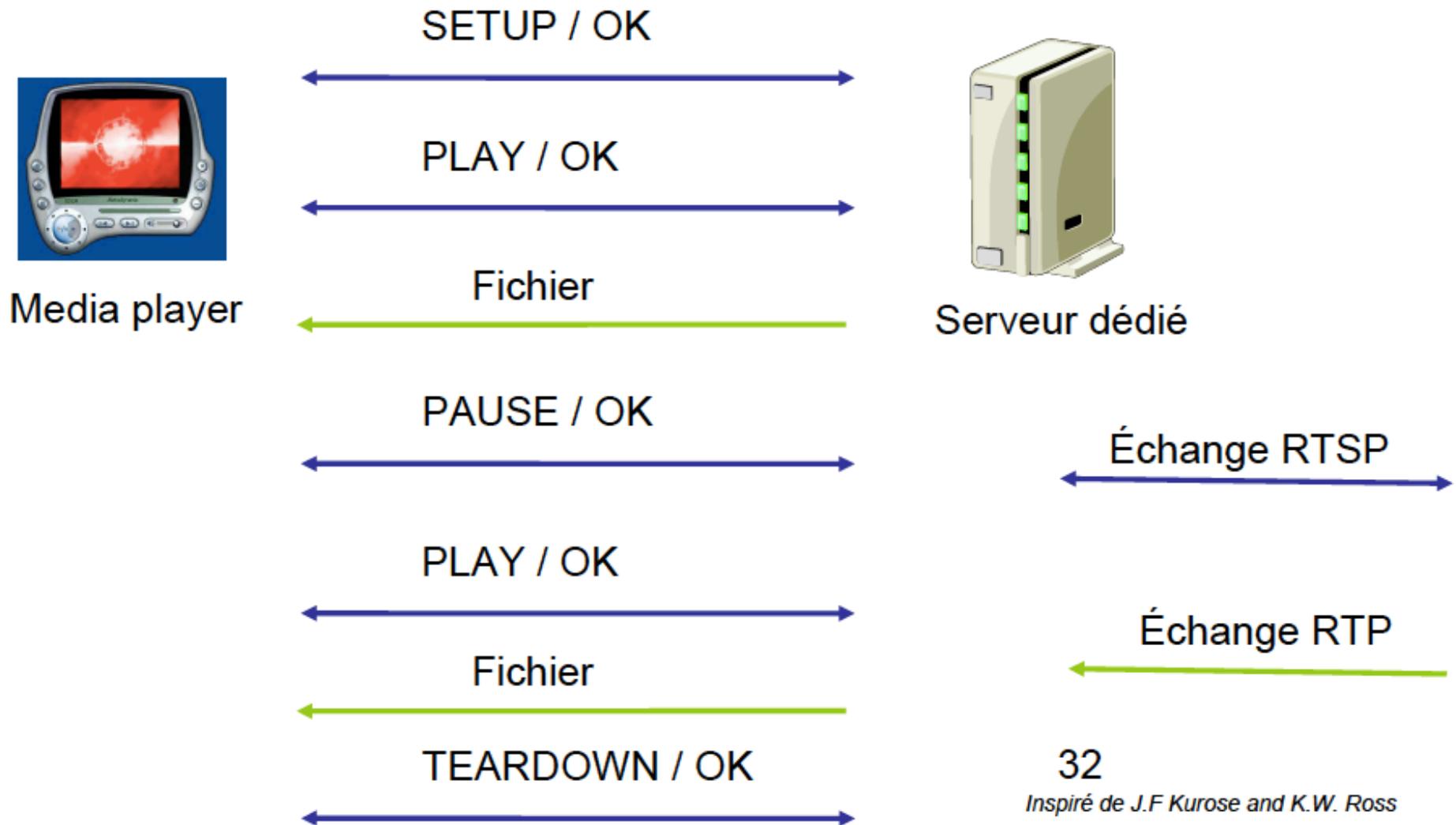
# Contrôle Out-of-Band

- Contrôle est séparé des paquets de données
- Numéro de port différent de celui utilisé pour transmettre le flux média
  - Port 544
  - Similitudes avec FTP

# Initialisation



# Contrôle de l'envoi du flux



# Exemple d'un échange RTSP

- C: SETUP rtsp://audio.example.com/twister/audio RTSP/1.0
- Cseq: 1
- Transport: rtp/udp; compression; port=3056; mode=PLAY
  
- S: RTSP/1.0 200 1 OK
- Cseq: 1
- Session: 4231
  
- C: PLAY rtsp://audio.example.com/twister/audio.en/lofi RTSP/1.0
- Cseq: 2
- Session: 4231
- Range: npt=0-
  
- S: RTSP/1.0 200 OK
- Cseq: 2
- Session: 4231
- 
- C: PAUSE rtsp://audio.example.com/twister/audio.en/lofi RTSP/1.0
- Cseq: 3
- Session: 4231
- Range: npt=37
- etc.

# Session RTSP

- Identifiant de session choisi par le serveur
- Utilisé dans chaque message
- Historique de l'état du client chez le serveur
  - Protocole à état
- RTSP au-dessus d'UDP ou de TCP

**SIP**

# SIP

- Session Initiation Protocol
- IETF – RFC 3261 (2002)
- Beaucoup de spécifications qui ont suivi autour de SIP
  - Pour vous y retrouver
    - draft-ietf-sip-hitchhikers-guide
- Motivations initiales
  - Hyperlien « appelez-moi »
  - On vous appelle sur le système que vous êtes en train d'utiliser quel qu'il soit
  - Plus de réseaux téléphoniques dédiés
    - On utilise l'Internet

# Généralités

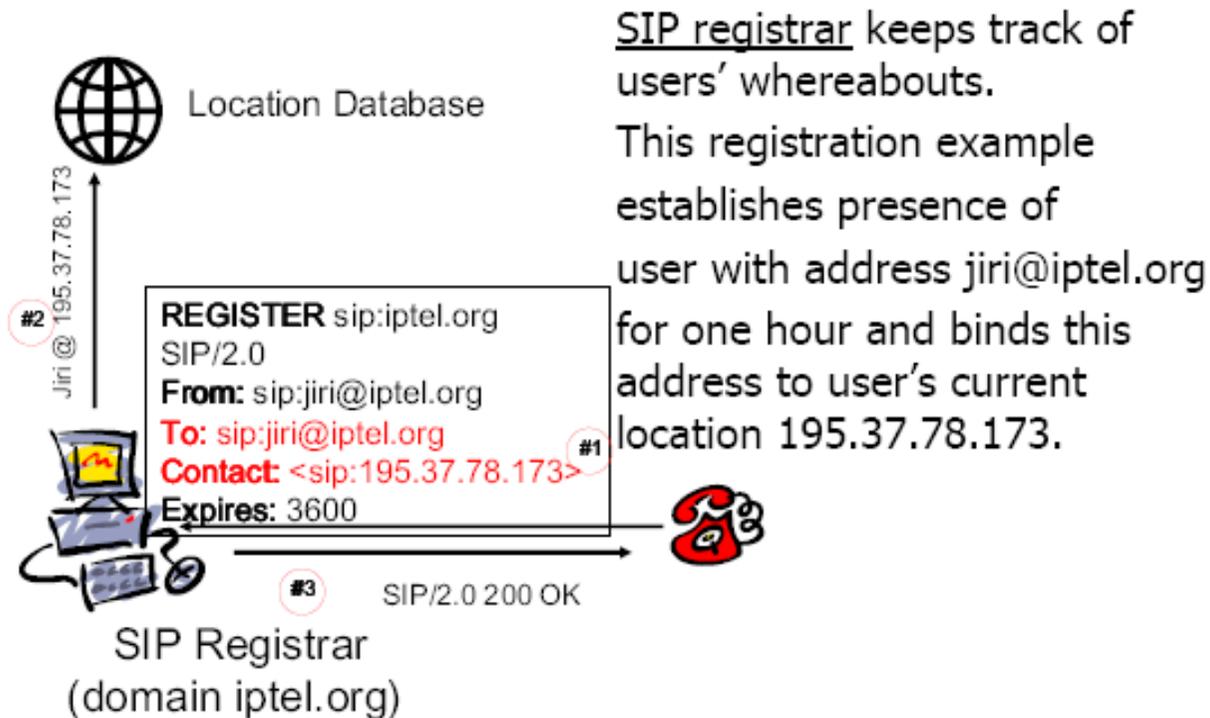
- Protocole de signalisation léger
- Modèle Client/Serveur
- Mécanismes pour l'établissement/fin d'appel sur un réseau IP
  - Prévenir l'appelé de la communication
  - Se mettre d'accord sur l'encodage
  - Terminer un appel
- Mécanismes pour déterminer l'adresse IP de l'appelé à utiliser
  - Adresse IP non nécessairement fixe
    - Mobilité
    - Multi-terminaux
- Gestion des appels
  - Changement d'encodage en cours d'appel
  - Inviter d'autres participants
  - Transfert d'appel, etc.

# Les entités impliquées

- Les utilisateurs
  - User agent
    - Téléphones SIP
- Les serveurs
  - SIP registrar
    - Pour s'enregistrer
    - Joue le rôle de serveur de localisation
  - SIP proxy
    - Transfère et traite les requêtes et les réponses SIP
  - SIP redirect
    - Redirige les appelants vers d'autres serveurs
    - Permet la répartition de charge
- Serveurs virtuels
  - Tout peut se trouver physiquement sur un même serveur

# Enregistrement

## First Step When Your Phone Boots Up



SIP registrar keeps track of users' whereabouts.

This registration example establishes presence of user with address jiri@iptel.org for one hour and binds this address to user's current location 195.37.78.173.

*Jiri Kuthan+Dorgham Sisalem, Tekelec, March 2007*

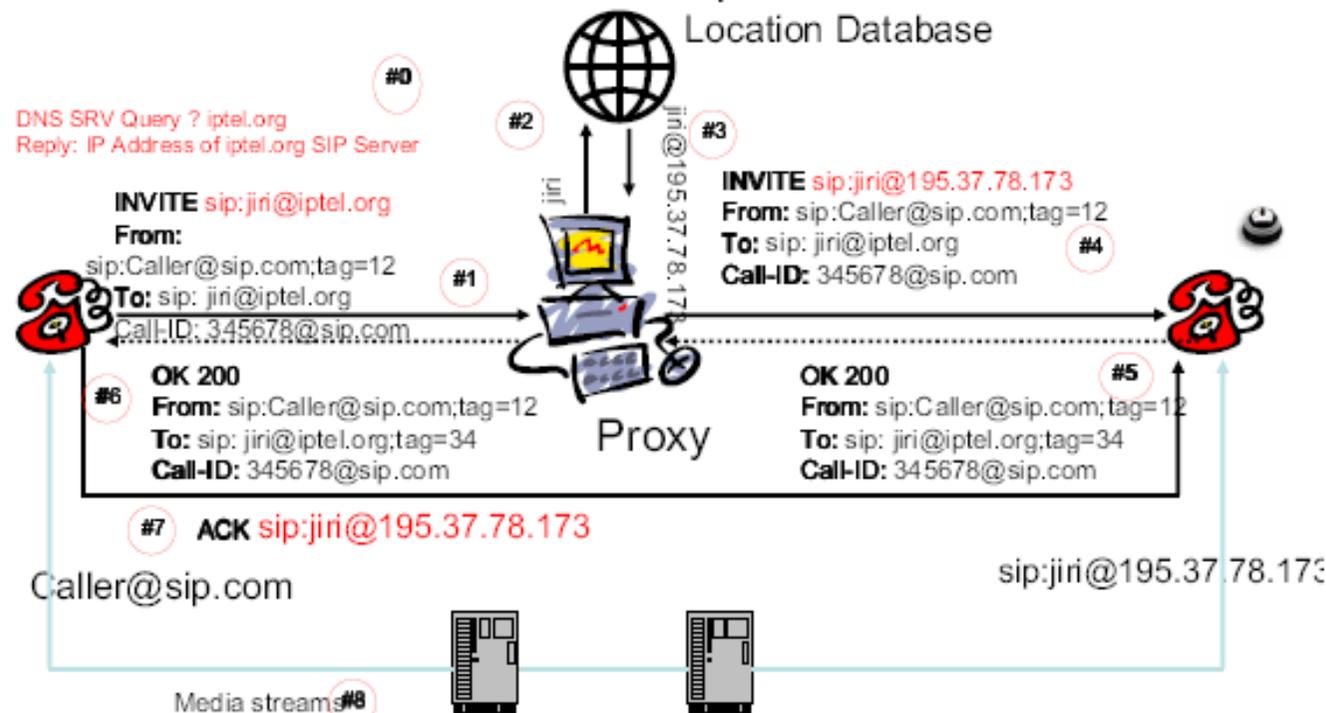
# SIP Registrar

- Stocke les enregistrements
- Demande du client
  - Correspondance identifiant SIP – adresse IP
  - Au démarrage de l'application SIP
  - Au changement de système
  - Rafraîchissement
- Service de localisation
- Identifiant SIP
  - sip:nom@adresse-IP
  - sip:nom@domaine
  - Numéro de téléphone
  - Nom simple

# Appel

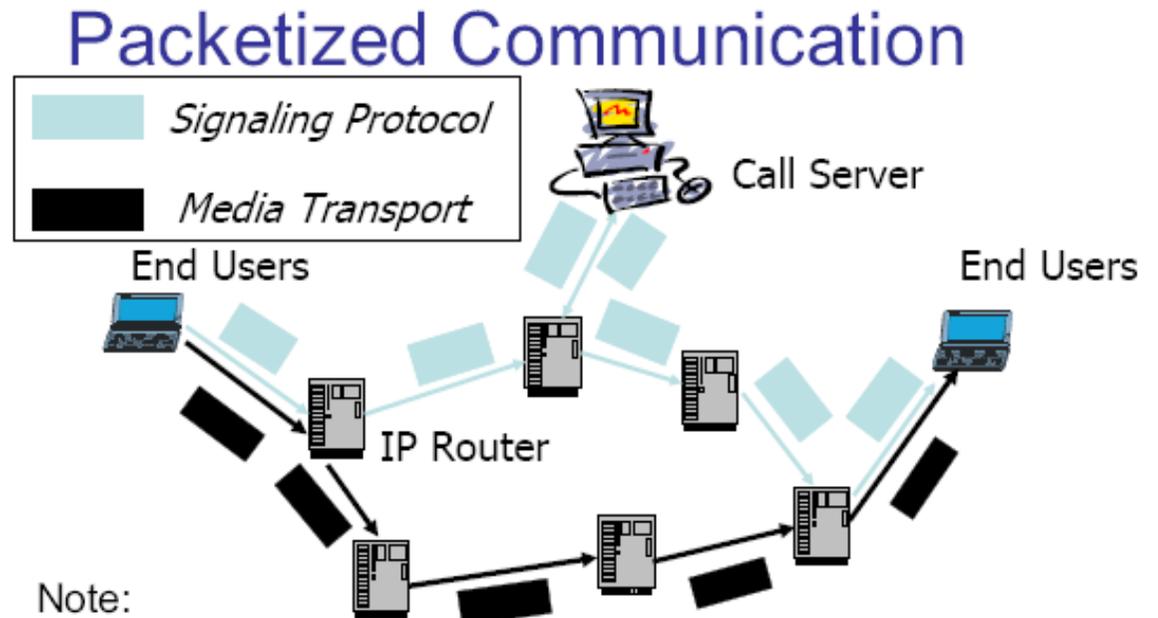
## Basic SIP Call-Flow (Proxy Mode)

SIP Proxy looks up next hops for requests to served users in location database and forwards the requests there.



Jiri Kuthan+Dorgham Sisalem, Tekelec, March 2007

# Schémas de communication



Note:

- Every packet may take a completely different path
- Signaling takes typically different path than media does
- Both signaling and media as well as other applications (FTP, web, email, ... ) look "alike" up to transport layer and share the same fate

*Jiri Kuthan+Dorgham Sisalem, Tekelec, March 2007*

# SIP Proxy

- Rôle central
  - Fait la glue entre les différentes entités SIP du réseau
- Rôle de sécurité
  - Contrôle d'admission
  - Surveillance
- Offres des services
  - Cf les services précédents
- Routage 'au sens SIP'
  - Il faut trouver la bonne entité à appeler

# Messages SIP

- Requêtes et réponses ont le même format
- Réponses empruntent le chemin 'SIP' inverse
- Protocoles de transport
  - UDP
  - TCP

# Structure des messages

## SIP Message Structure

Request

Response

**INVITE** sip:UserB@there.com SIP/2.0

**SIP/2.0 200 OK**

**Via:** SIP/2.0/UDP here.com:5060  
**From:** BigGuy <sip:UserA@here.com>;tag=123  
**To:** LittleGuy <sip:UserB@there.com>  
**Call-ID:** 12345600@here.com  
**CSeq:** 1 INVITE  
**Subject:** Happy Christmas  
**Contact:** BigGuy <sip:UserA@here.com>  
**Content-Type:** application/sdp  
**Content-Length:** 147

**Via:** SIP/2.0/UDP here.com:5060  
**From:** BigGuy <sip:UserA@here.com>;tag=123  
**To:** LittleGuy <sip:UserB@there.com>;tag=65a35  
**Call-ID:** 12345600@here.com  
**CSeq:** 1 INVITE  
**Subject:** Happy Christmas  
**Contact:** LittleGuy <sip:UserB@there.com>  
**Content-Type:** application/sdp  
**Content-Length:** 134

**Message  
Header  
Fields**

v=0  
o=UserA 2890844526 2890844526 IN IP4 here.com  
s=Session SDP  
c=IN IP4 100.101.102.103  
t=0 0  
m=audio 49172 RTP/AVP 0  
a=rtpmap:0 PCMU/8000

v=0  
o=UserB 2890844527 2890844527 IN IP4 there.com  
s=Session SDP  
c=IN IP4 110.111.112.113  
t=0 0  
m=audio 3456 RTP/AVP 0  
a=rtpmap:0 PCMU/8000

**Payload**

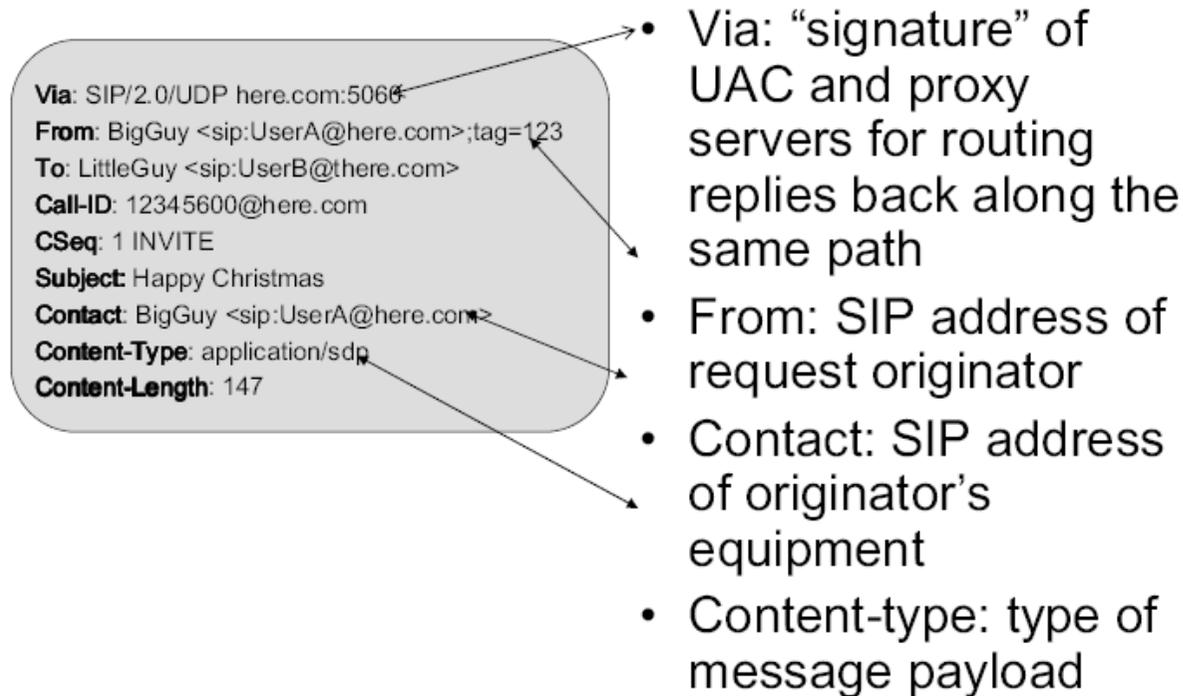
SDP (RFC2327): "receive RTP G.711-  
encoded audio at 100.101.102.103:49172"

# Méthode SIP

- Spécifiée dans les premiers octets des requêtes SIP
- Indique le but du message
- INVITE
  - Pour une initier une session
- ACK
  - Pour confirmer l'établissement de la session
  - S'utilise avec INVITE
- CANCEL
  - Pour annuler une requête INVITE en attente
- BYE
  - Pour terminer une session
- REGISTER
  - Pour s'enregistrer

# Entête

## Some Important SIP Header Fields



The diagram shows a rounded rectangular box containing SIP header fields. Arrows point from specific fields to a list of explanations on the right:

- Via:** SIP/2.0/UDP here.com:5060
- From:** BigGuy <sip:UserA@here.com>;tag=123
- To:** LittleGuy <sip:UserB@there.com>
- Call-ID:** 12345600@here.com
- CSeq:** 1 INVITE
- Subject:** Happy Christmas
- Contact:** BigGuy <sip:UserA@here.com>
- Content-Type:** application/sdp
- Content-Length:** 147

- Via: “signature” of UAC and proxy servers for routing replies back along the same path
- From: SIP address of request originator
- Contact: SIP address of originator’s equipment
- Content-type: type of message payload

*Jiri Kuthan+Dorgham Sisalem, Tekelec, March 2007*

# Contenu du message

- SDP
  - Session Description Protocol
  - IETF – RFC 2327
  - Protocole de description de session multimédia
    - Pour que les participants puissent s'accorder sur la session multimédia
- Principales informations
  - Nom et objet de la session
  - Durée de la session
  - Média utilisé
  - Caractéristiques de la session

# SDP

## SIP Message Structure

Request

Response

**INVITE** sip:UserB@there.com SIP/2.0

**SIP/2.0 200 OK**

**Via:** SIP/2.0/UDP here.com:5060  
**From:** BigGuy <sip:UserA@here.com>;tag=123  
**To:** LittleGuy <sip:UserB@there.com>  
**Call-ID:** 12345600@here.com  
**CSeq:** 1 INVITE  
**Subject:** Happy Christmas  
**Contact:** BigGuy <sip:UserA@here.com>  
**Content-Type:** application/sdp  
**Content-Length:** 147

**Message  
Header  
Fields**

**Via:** SIP/2.0/UDP here.com:5060  
**From:** BigGuy <sip:UserA@here.com>;tag=123  
**To:** LittleGuy <sip:UserB@there.com>;tag=65a35  
**Call-ID:** 12345600@here.com  
**CSeq:** 1 INVITE  
**Subject:** Happy Christmas  
**Contact:** LittleGuy <sip:UserB@there.com>  
**Content-Type:** application/sdp  
**Content-Length:** 134

v=0  
o=UserA 2890844526 2890844526 IN IP4 here.com  
s=Session SDP  
c=IN IP4 100.101.102.103  
t=0 0  
m=audio 49172 RTP/AVP 0  
a=rtpmap:0 PCMU/8000

**Payload**

v=0  
o=UserB 2890844527 2890844527 IN IP4 there.com  
s=Session SDP  
c=IN IP4 110.111.112.113  
t=0 0  
m=audio 3456 RTP/AVP 0  
a=rtpmap:0 PCMU/8000

SDP (RFC2327): "receive RTP G.711-  
encoded audio at 100.101.102.103:49172"

# Réponses SIP

- Résultat d'une requête
- Réponse dans les 3 premiers digits
- Le premier digit spécifie la classe d'erreur
- 1.. Information
  - 100 Trying
  - 180 Ringing
  - 181 Appel en cours de transmission
- 2... Succès
  - 200 OK
- 3.. Redirections
  - 300 Choix multiples
  - 301 Changement permanent
  - 302 Changement temporaire

# Réponses SIP

- 4.. Erreur client
  - 400 Mauvaise requête
  - 401 Non autorisé
  - 486 Occupé
- 5.. Panne serveur
  - 500 Erreur interne
- 6.. Erreur globale
  - 600 Partout occupé

H.323

# H.323

- ITU
- Précurseur pour la téléphonie et la vidéo-conférence sur IP
- Suite de protocoles standardisés
  - Registration Admission and Status protocol (RAS) - H.225
    - Administration des utilisateurs
    - Authentification et enregistrement
  - Q.931
    - Signalisation pour l'initialisation et le contrôle d'appel
  - H.245
    - Négociation entre les terminaux pour le choix des codecs
- Développement souvent limité aux cœurs de réseaux ou aux réseaux de très grandes entreprises
- De moins en moins utilisé