

GTI611

Chapitre 1: Les Systèmes multimédias

Chargée de cours: Souad Hadjres

Objectif

- Comprendre le fonctionnement des Systèmes multimédias et plus particulièrement la signalisation
 - Système multimédia
 - Session multimédia
 - Protocoles de signalisation:
 - H.323
 - SIP

Systèmes multimédias

1. **Système multimédia**
2. Session multimédia
3. Protocoles et signalisation
4. Le protocole H.323
 - ses entités fonctionnelles
 - ses protocoles
 - établissement d'un appel H.323
5. Le protocole SIP
 - l'environnement SIP
 - ses entités fonctionnelles
 - établissement d'une communication SIP
 - messages SIP
 - exemples SIP
 - protocole SDP

Système multimédia

- Système qui manipule des données de différents types: texte, images, audio, vidéo...
 - doit pouvoir générer, stocker, restituer et/ou traiter du contenu multimédias.
 - données traitées numérisées
 - interface interactive

Systèmes multimédias

1. Système multimédia
2. Session multimédia
3. Protocoles et signalisation
4. Le protocole H.323
 - ses entités fonctionnelles
 - ses protocoles
 - établissement d'un appel H.323
5. Le protocole SIP
 - l'environnement SIP
 - ses entités fonctionnelles
 - établissement d'une communication SIP
 - messages SIP
 - exemples SIP
 - protocole SDP

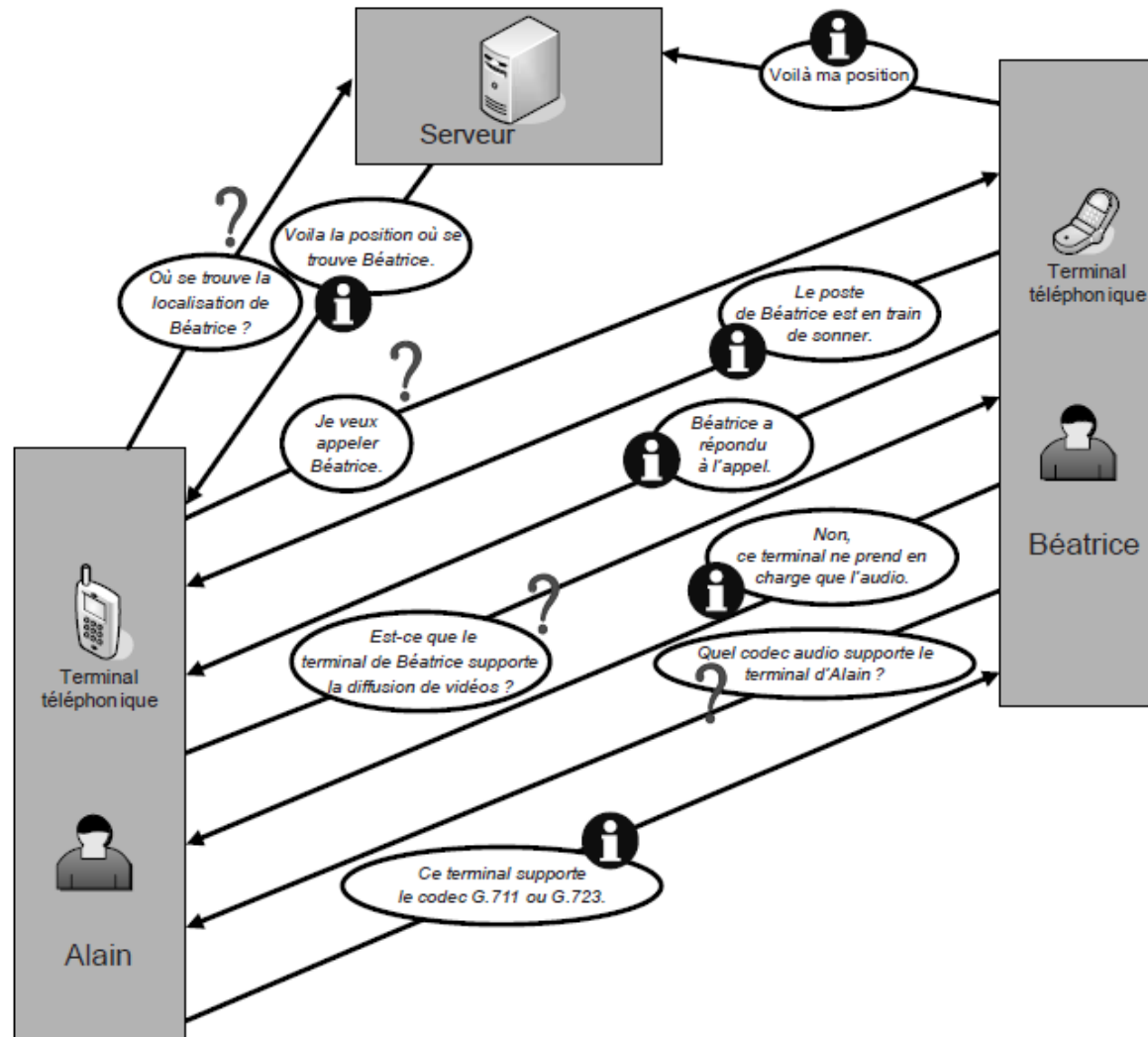
Session multimédia

- **Session multi-participants et multimédia**
 - Échange conversationnel (temps réel) de contenu multimédia entre plusieurs participants
 - Média
 - Audio, vidéo, données, messagerie
 - Participants
 - Toute personne participant à la session



- **Exemples**
 - Conférences audio / vidéo
 - Jeu multi joueurs en ligne
 - Enseignement à distance

Session multimédia



Session multimédia

- **Session multi-participants et multimédia**
 - A trois composantes principales :
 - **Signalisation**
 - Établir la session
 - La modifier (ajout de nouveaux participants)
 - La terminer
 - Négocier le média que chaque participant peut traiter
 - **Traitement de média**
 - Transmission
 - Mixage
 - Transcodage
 - **Contrôle**
 - Admission
 - Contrôle d'accès aux ressources partagées
 - » Qui peut parler quand
 - » Qui peut être vu

Session multimédia

- **Protocoles**

- Signalisation

- H.323
 - SIP (Session Initiation Protocol)

- Traitement de média

- Transport
 - RTP (Real Time Protocol)
 - RTCP (Real Time Control Protocol)
 - Control de media
 - Megaco (Media Gateway Control Protocol) : H.248
 - SIP MSCML (Media Server Control Markup Language)

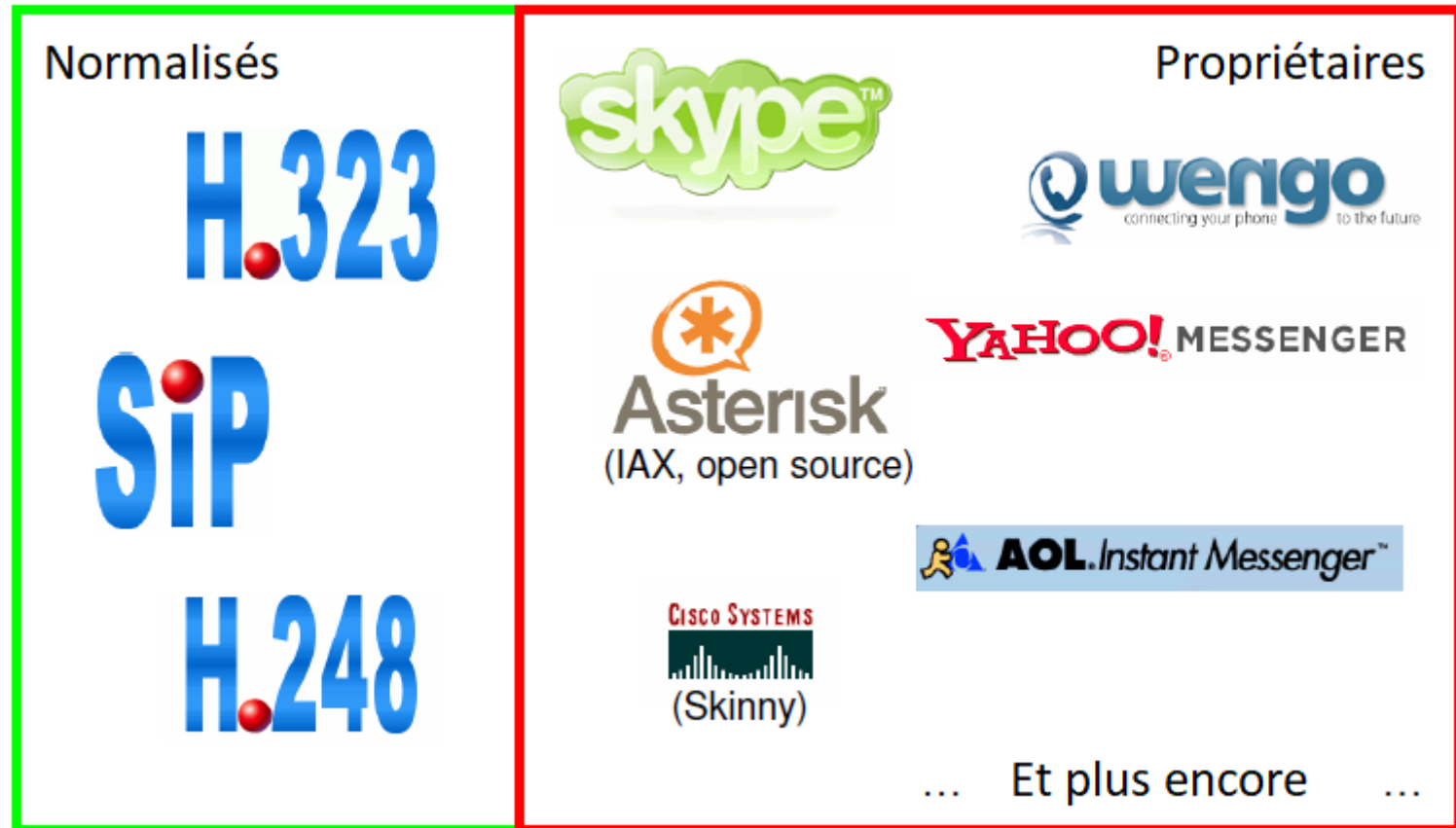
- Contrôle

- Contrôle de politiques (policy control): CPCP (conference policy control protocol), XCAP (XML Configuration Access Protocol)
 - Contrôle d'accès aux ressources partagées : BFCP (Binary Floor Control Protocol), FSCML (Floor Server Control Markup Language)

Session multimédia

- **Protocoles: propriétaire versus normalisé**
 - Propriétaire: requiert une force de persuasion auprès du consommateur
 - Faire accepter au consommateur :
 - De télécharger une application propriétaire
 - ... plus à ce sujet au chapitre traitant de *Peer to Peer*
(ex.: Google hangouts, SKYPE)
 - Normalisé: Façon traditionnelle de faire
 - Permet à qui offre le service (et fournit l'infrastructure) d'ouvrir une compétition entre les manufacturiers
 - Approches:
 - téléphonie traditionnelle: ex. : ITU, H.323
 - internet: ex.: IETF, SIP

Session multimédia

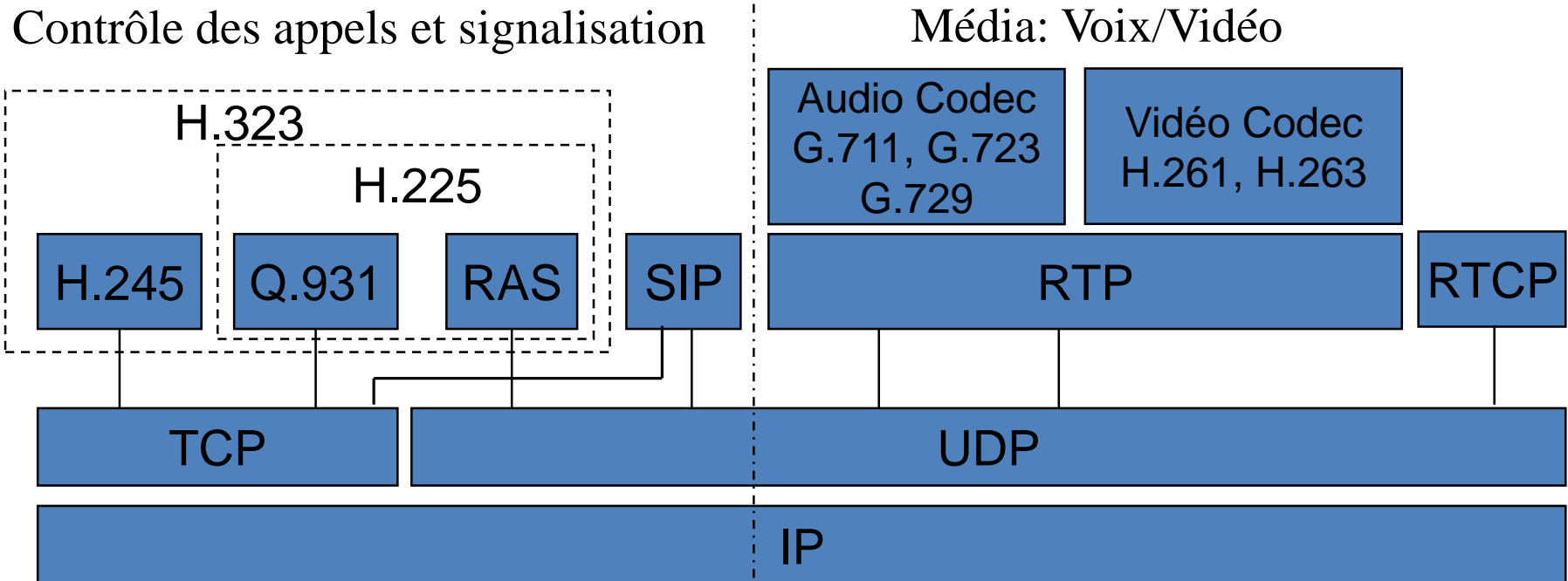


Systèmes multimédias

1. Système multimédia
2. Session multimédia
3. Protocoles et signalisation
4. Le protocole H.323
 - ses entités fonctionnelles
 - ses protocoles
 - établissement d'un appel H.323
5. Le protocole SIP
 - l'environnement SIP
 - ses entités fonctionnelles
 - établissement d'une communication SIP
 - messages SIP
 - exemples SIP
 - protocole SDP

Protocole et signalisation

- ITU-T **H.323** (Registration, Admission, Status): intelligence au niveau des éléments du réseau.
- **SIP** (Session Initiation Protocol) intelligence au niveau des points extrémités, mais pas au niveau du réseau (modèle pair-à-pair).



RAS: Registration, Admission, Status; RTP: Real-time Transfer Protocol, RTCP: RTP Control protocol

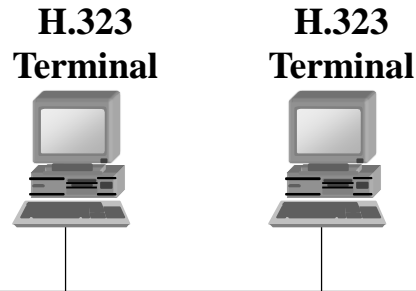
Systèmes multimédias

1. Système multimédia
2. Session multimédia
3. Protocoles et signalisation
4. **Le protocole H.323** - ses entités fonctionnelles
 - ses protocoles
 - établissement d'un appel H.323
5. Le protocole SIP - l'environnement SIP
 - ses entités fonctionnelles
 - établissement d'une communication SIP
 - messages SIP
 - exemples SIP
 - protocole SDP

H.323

- H.323: Systèmes et équipements téléphoniques visuels pour les réseaux locaux offrant une qualité de service non garantie
- Norme UIT (Union Internationale des Télécommunications) pour la transmission en temps réel de l'audio, de la vidéo et des données dans des réseaux à commutation de paquets
- Réfère à des protocoles préexistants, et définit les entités fonctionnelles, les protocoles et les procédures manquantes
- Utilisable pour les sessions multimédias multi-participants

H.323: Les entités fonctionnelles (1)



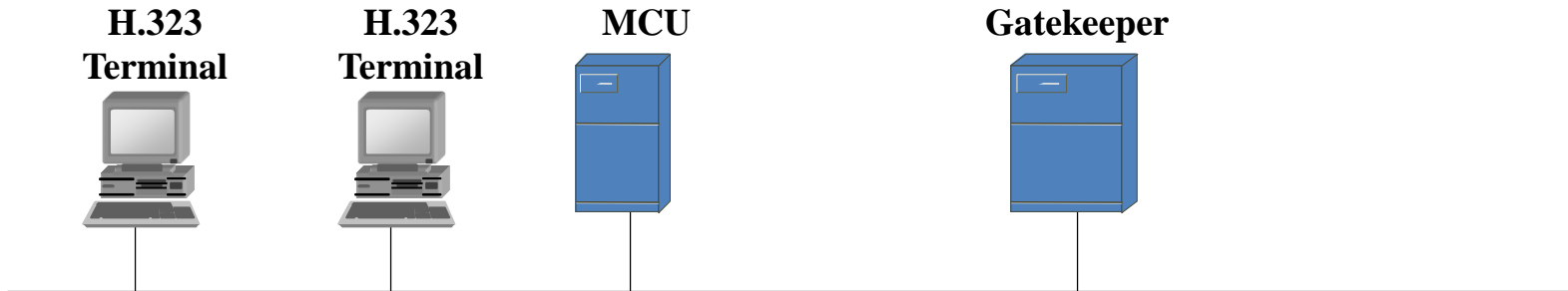
- **Terminal:**
 - Poste de travail ou portable de l'utilisateur
 - Pile de protocoles H.323
 - Partie client de l'application multimédia

H.323: Les entités fonctionnelles (2)



- **Gatekeeper:**
 - Centre de commande du réseau H.323
 - Adressage (correspondance entre un alias d'un utilisateur et son adresse IP)
 - Autorisation et authentication
 - Gestion de la bande passante
 - Facturation
 - Routage d'appel

H.323: Les entités fonctionnelles (3)

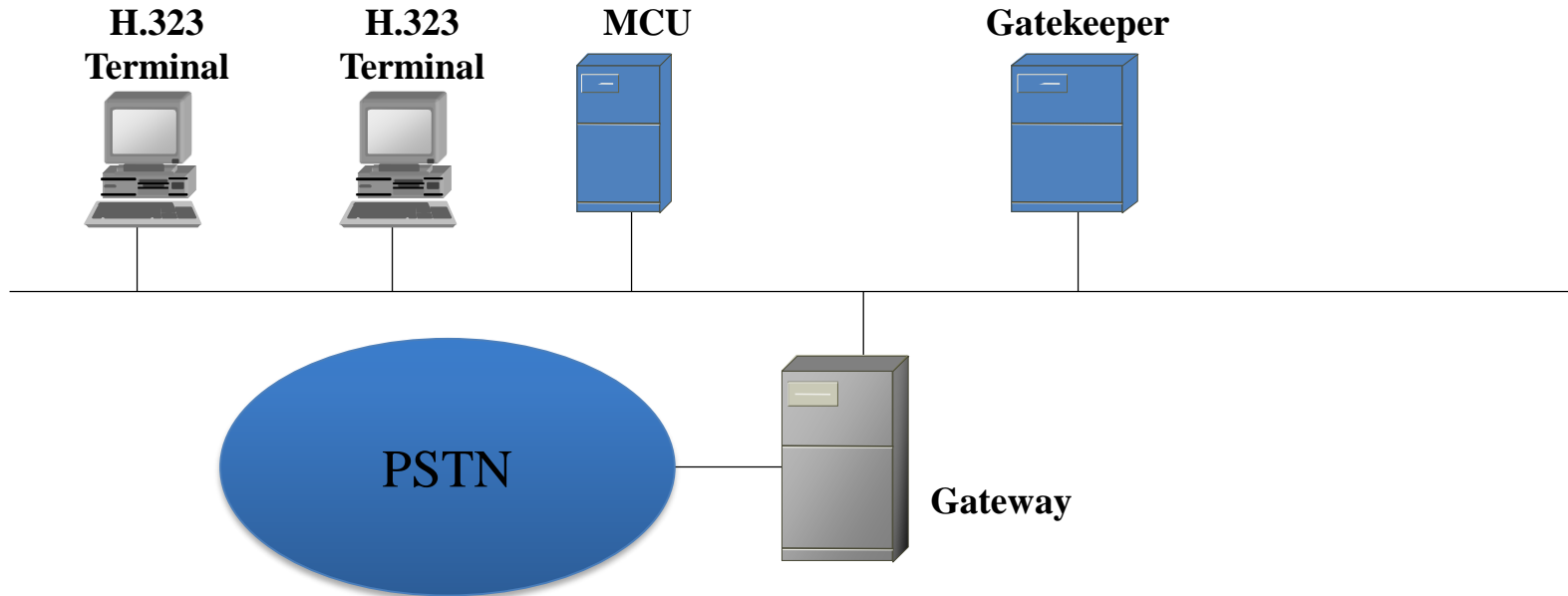


- **Multipoint Control Units (MCU)**

- Gestionnaire de conférences centralisées

- Permet de gérer les conférences entre des points extrémités (trois ou plus). Il gère la signalisation et les fonctions de contrôle pour supporter les services de conférence (ex. Mixage de flux audio, diffusion de message de tonalité, etc.)
 - Reçoit les flux des points extrémités, les traite et les retourne aux points extrémités impliqués dans la conférence.
 - Peut être autonome ou intégré dans un Gateway ou un terminal.

H.323: Les entités fonctionnelles (4)



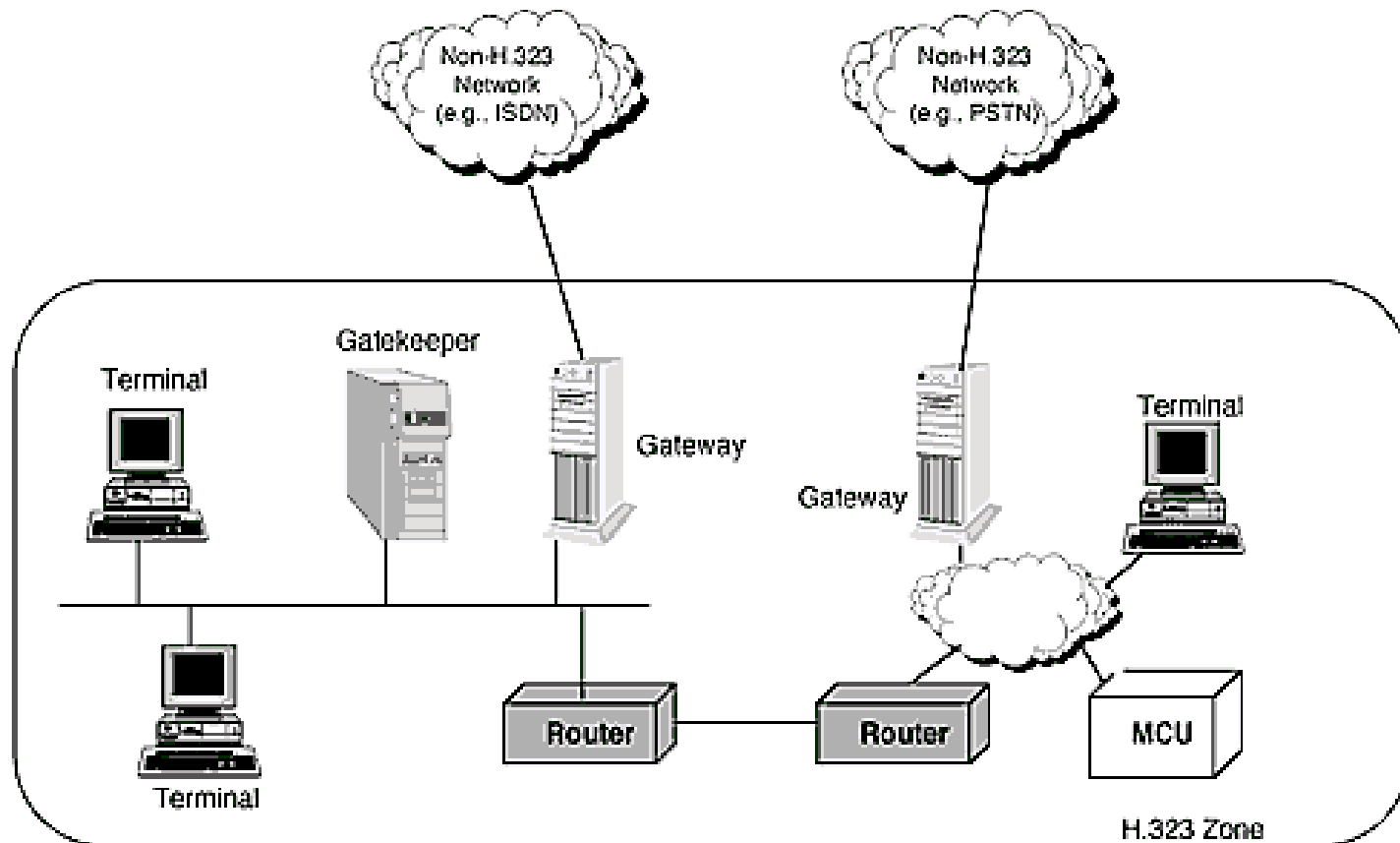
PSTN: Public Switched Telephone Network

- **Gateway**
 - Passerelles entre systèmes H.323 et autres systèmes, incluant les systèmes de téléphonie traditionnels
 - Conversion de protocoles de signalisation
 - Conversion de format de média

H.323: Les entités fonctionnelles (5)

- **Zone H.323**

- Un ensemble de Terminaux, gateways et MCUs, contrôlés par un seul gatekeeper



H.323: Les protocoles (1)

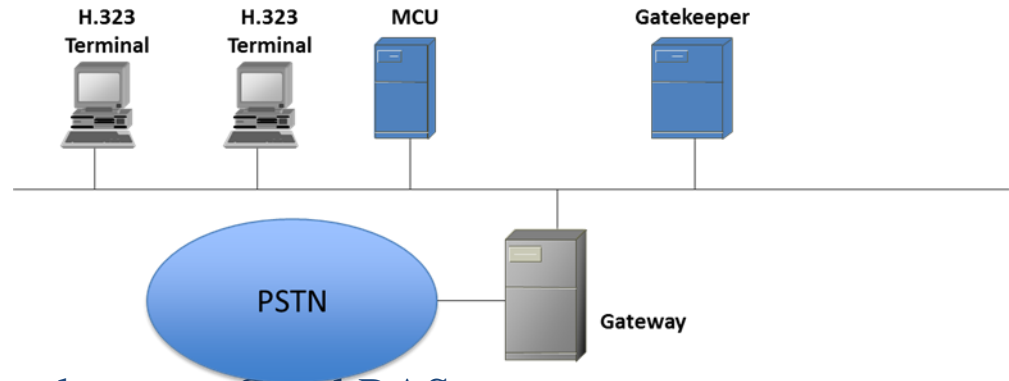
La pile H.323

Parole	Contrôle			
G.7xx	RTCP	H.225 (RAS)	Q.931	H.245
RTP			(Signalisation d'appel)	(Signalisation d'appel)
UDP			TCP	
IP				
Protocole de liaison de données				
Protocole de couche physique				

H.323: Les protocoles (2)

- **H.323 est une spécification parapluie de plusieurs protocoles**
 - H.225: Communication entre terminaux et contrôleur d'accès
 - Q.931 : Signalisation de session
 - Établissement et libération des connexions
 - Tonalités, numérotation, sonneries, ...
 - RAS (Registration Admission Status):
 - Canal : du PC vers le contrôleur (vers le MCU)
 - Joindre et/ou quitter une zone
 - Demander-rendre bande passante
 - H.245: Négociation de média (de codage)
 - Négociation de l'algorithme de compression des données à utiliser
 - Négocie débit binaire
 - G.711: codage et décodage audio
 - Normes téléphoniques: débit d'un canal vocal numérique: 64 kbits (8000 échantillons de 8 bits par seconde)
 - Transmission de données (ex.: échantillons vocaux)
 - RTP sur UDP (géré par RTCP)

Établissement d'un appel H.323: Enregistrement avec un gatekeeper

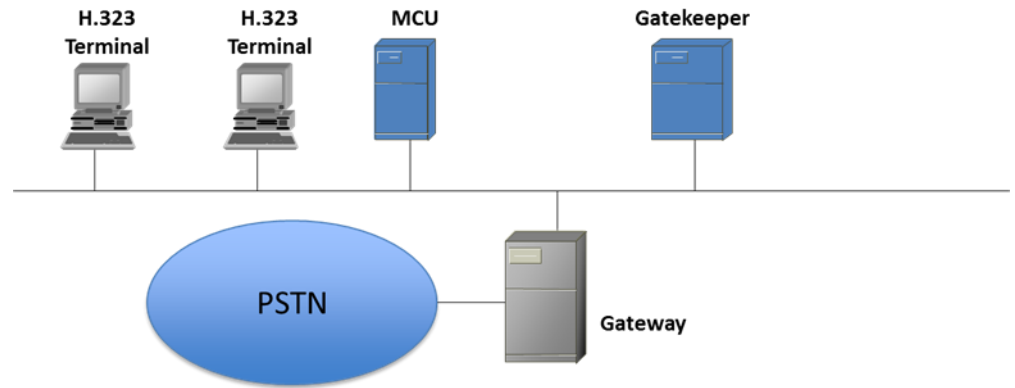


- Découverte et enregistrement avec un gatekeeper – Canal RAS:
 - Le client transmet un paquet requête multicast au gatekeeper (Qui est mon gatekeeper?).
 - gatekeeper répond en transmettant un paquet de confirmation ou de refus.
 - Enregistrement avec un gatekeeper :
 - Le client transmet une requête d'enregistrement au gatekeeper incluant son adresse.
 - Le gatekeeper répond avec une confirmation d'enregistrement ou un refus.
 - Les deux clients A et B s'enregistrent avec le gatekeeper.

Établissement d'un appel H.323

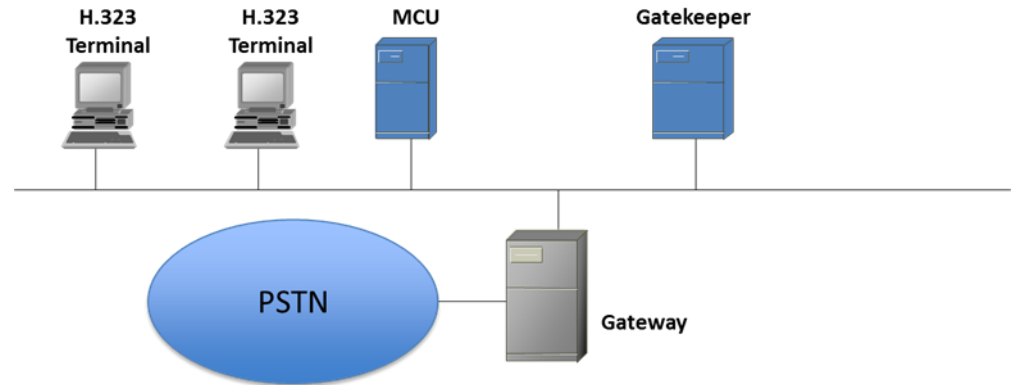
- Établissement d'un appel acheminé entre les points extrémités à travers un gatekeeper – Signalisation d'appel Q.931 et d'admission d'appel RAS:
 - Le client A envoie une requête d'admission (Puis-je établir cet appel?). Le paquet inclut la bande passante requise pour l'appel.
 - le gatekeeper répond avec une confirmation d'admission incluant:
 - La bande passante confirmée ou réduite pour l'appel.
 - L'adresse du canal de signalisation de l'appel du gatekeeper.
 - Le client A envoie un message d'établissement d'appel au gatekeeper.
 - Le gatekeeper achemine le message au client B.
 - Si le client B accepte l'appel, La requête d'admission avec le gatekeeper est envoyée.
 - Si l'appel est accepté par le gatekeeper, le client B envoie un message de connexion au client A spécifiant le canal de contrôle d'appel H.245 pour les échanges d'informations reliées aux caractéristiques de la connexion (ex. type de codec voix ou vidéo).

Établissement d'un appel H.323



- Communications initiales et échange d'informations reliées aux caractéristiques de la connexion – Contrôle d'appel H.245:
 - Échange d'informations reliées aux caractéristiques de la connexion H.245: Les clients échangent des informations concernant leur capacité à transmettre des flux médias c.-à-d. codecs audio/vidéo si le service de conférence est négocié durant l'appel.
 - Après cet échange, les clients ont une méthode compatible de transmission des flux médias et les canaux médias de communication peuvent être ouverts.

Établissement d'un appel H.323

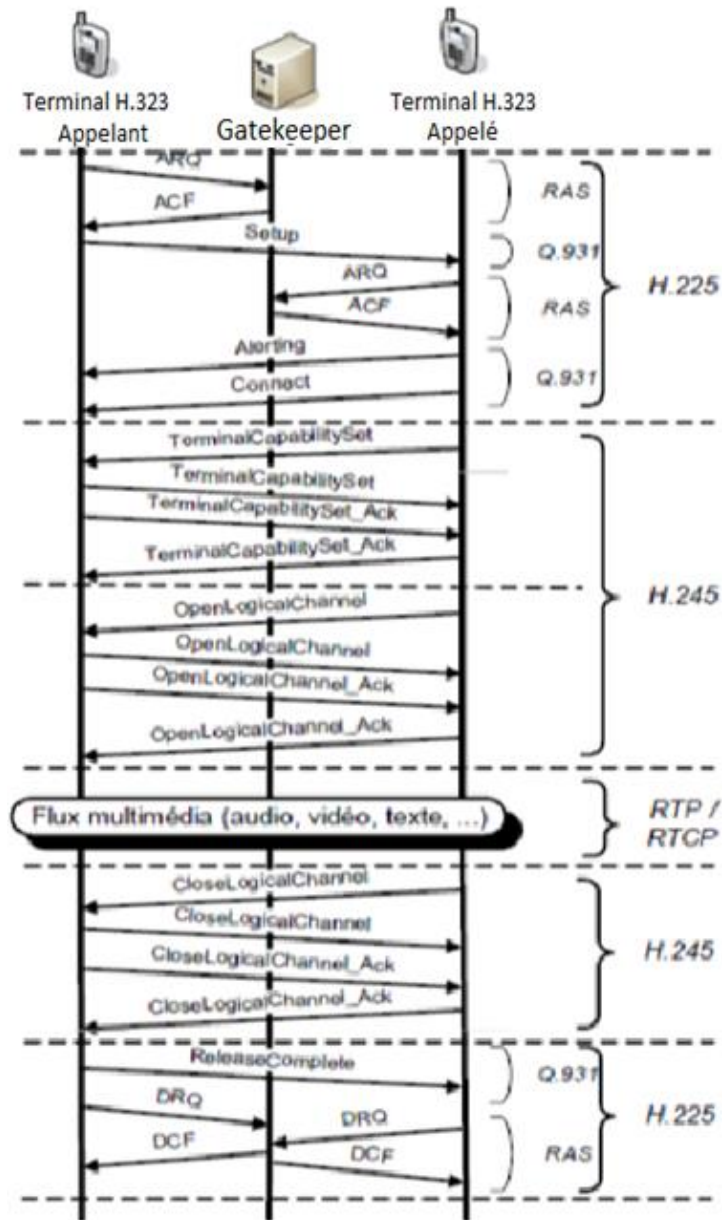


- Établissement de communication multimédia/service d'appel: Contrôle d'appel H.245:
 - Pour ouvrir un canal logique pour transmettre les flux médias, le client source (l'appelant) transmet un message d'ouverture d'un canal logique (H.245).
 - Le client destination (l'appelé) répond avec un message accusé de réception d'ouverture du canal logique (H.245).
 - Une fois les canaux établis, le client ou le gatekeeper peut demander d'augmenter ou diminuer la bande passante.

Établissement d'un appel H.323

- Fin de l'appel – H.245 contrôle d'appel et signalisation d'appel Q.931:
 - L'une ou l'autre des extrémités peut terminer un appel.
 - Si le client A termine l'appel:
 - Client A transmet une commande de fin de session (H.245).
 - Client B ferme les canaux logiques médias et transmet une commande de fin de session.
 - Client A ferme le canal de contrôle H.245.
 - Si le canal de signalisation d'appel est encore ouvert, un message de libération (Q.931) est envoyé entre les clients pour fermer le canal.

Établissement d'un appel H.323: exemple



- **ARQ**: requête d'admission
- **ACF**: confirmation de l'admission
- **DRQ**: requête de fin de communication
- **SETUP** : envoyé pour initier et établir une communication avec un terminal H.323.
- **ALERTING** : indique que le poste appelé est en train de sonner et que l'appelant se met en attente de sa réponse.
- **CONNECT** : indique que la communication peut débuter.
- **RELEASE COMPLETE** : envoyé pour initier la terminaison de l'appel.
- **TerminalCapabilitySet**: indique les codecs supportés par le terminal.
- **OpenLogicalChannel**: permet d'ouvrir un canal de contrôle indiquant le type de média transmis et les codecs utilisés.

Systèmes multimédias

1. Système multimédia
2. Session multimédia
3. Protocoles et signalisation
4. Le protocole H.323 - ses entités fonctionnelles
 - ses protocoles
 - établissement d'un appel H.323
5. Le protocole SIP - l'environnement SIP
 - ses entités fonctionnelles
 - établissement d'une communication SIP
 - messages SIP
 - exemples SIP
 - protocole SDP

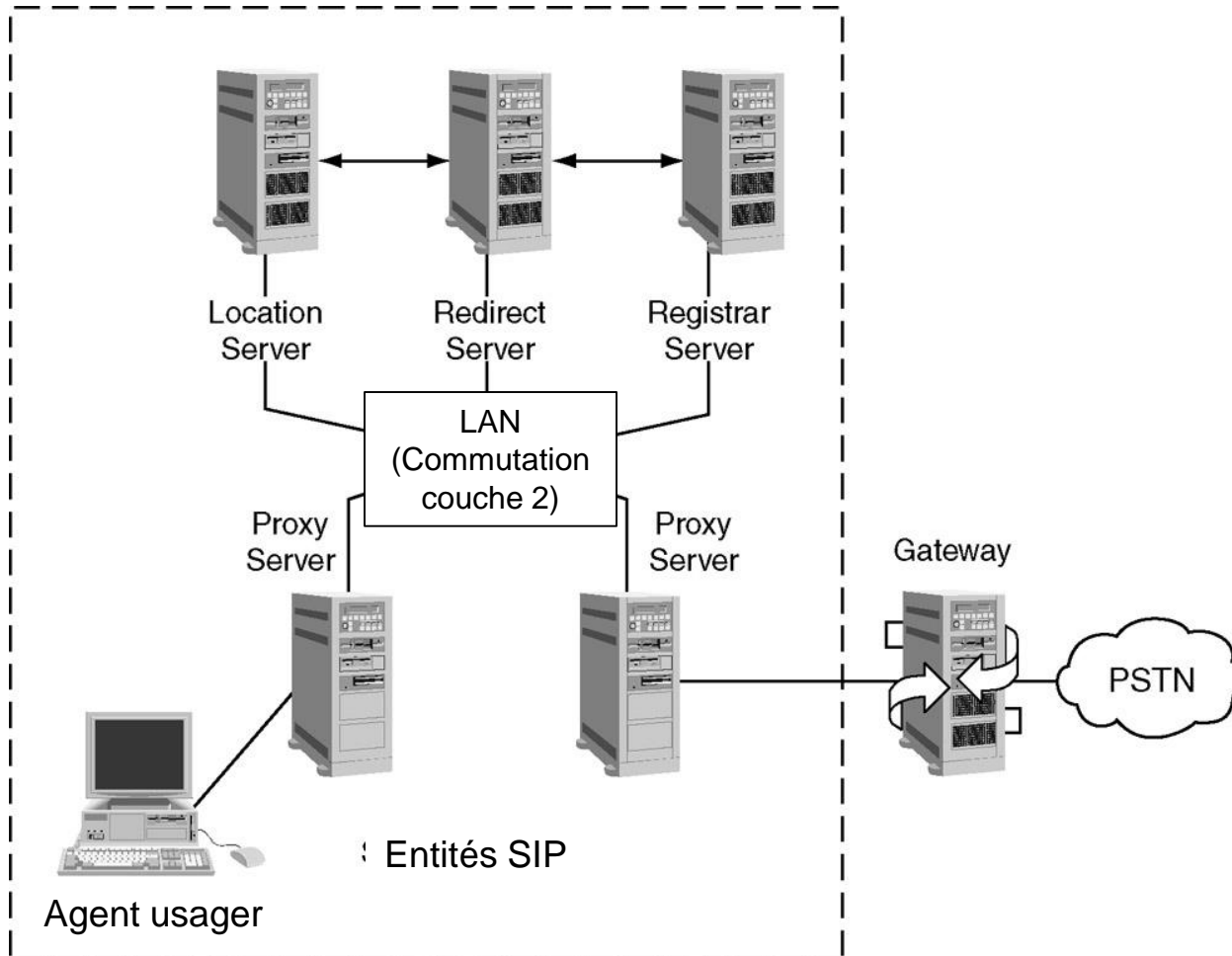
SIP

- **Conçu selon la philosophie du monde IP**
- **Protocole de signalisation pour**
 - Établir
 - Modifier (ex.: ajouter participants, changer paramètres)
 - Terminer une des sessions
 - D'autres protocoles s'occupent du transport de données (ex.: RTP, RTCP)
 - Transport : UDP ou TCP
 - OSI: couche applicative
- **Standard**
 - développé par l'IETF (Internet Engineering Task Force)
 - RFC 3261

SIP

- **Les requêtes**
 - Le protocole SIP est basé sur le modèle client-serveur
 - Protocole requête/réponse
- **Session:**
 - 2 interlocuteurs, ou plus (ex.: appel conférence)
 - Multicast (ex.: un parle, les autres écoutent)
 - Contenu: audio, vidéo, données (ex.: jeu en ligne)
- **«Numéros de téléphone»:**
 - Sous forme d'URL
 - Ex.: <sip:Alice@etsmtl.ca> (Utilisateur: Alice, DNS: etsmtl.ca)
 - URL peut contenir adresses: IPv4, IPv6, numéros de téléphone

Environnement SIP



Source: D. Minoli

Les entités fonctionnelles

- **Du côté client**
 - Agent usager client (User Agent Client - UAC) :
 - Entité logique qui envoie des requêtes
 - Agent usager serveur (User Agent Server - UAS) :
 - Entité logique qui traite les requêtes et envoie les réponses
 - Il est possible d'accepter, de rejeter ou de rediriger une requête

Les entités fonctionnelles

- **Du côté serveur**

- **Registrar** (serveur d'enregistrement)

- Enregistre les contacts des clients (ex: adresse IP-URI)

- **Proxy**

- Reçoit, traite et au besoin, réachemine les messages de signalisation
 - Fait le routage au niveau application

- **Redirect** (serveur de redirection)

- aide à localiser les terminaux en fournissant une adresse alternative à laquelle le terminal demandé peut être joint
 - Redirige le client vers le prochain serveur sur le chemin

- **Location** (serveur de localisation)

- Fournit les détails concernant la localisation d'un utilisateur.
 - Contient la base de données des abonnés qu'il gère.

Les messages SIP: requêtes de base

- **REGISTER**

- Enregistrement des informations de contact (de l'agent usager)
(ex.: suivre un usager qui n'est pas connecté sur sa machine habituelle)

- **OPTIONS**

- Demande d'information sur les options supportées par un serveur
- Typiquement utilisé avant INVITE pour vérifier si une session est viable

Les messages SIP: requêtes de base

- **INVITE**

- Message de requête qui invite l'utilisateur à une session.
- Spécifie des informations sur la session
- Négociation en 3 temps (3 way handshake): INVITE, 200 OK, ACK

- **ACK**

- Confirme que le client a reçu une réponse à une requête d'invitation.

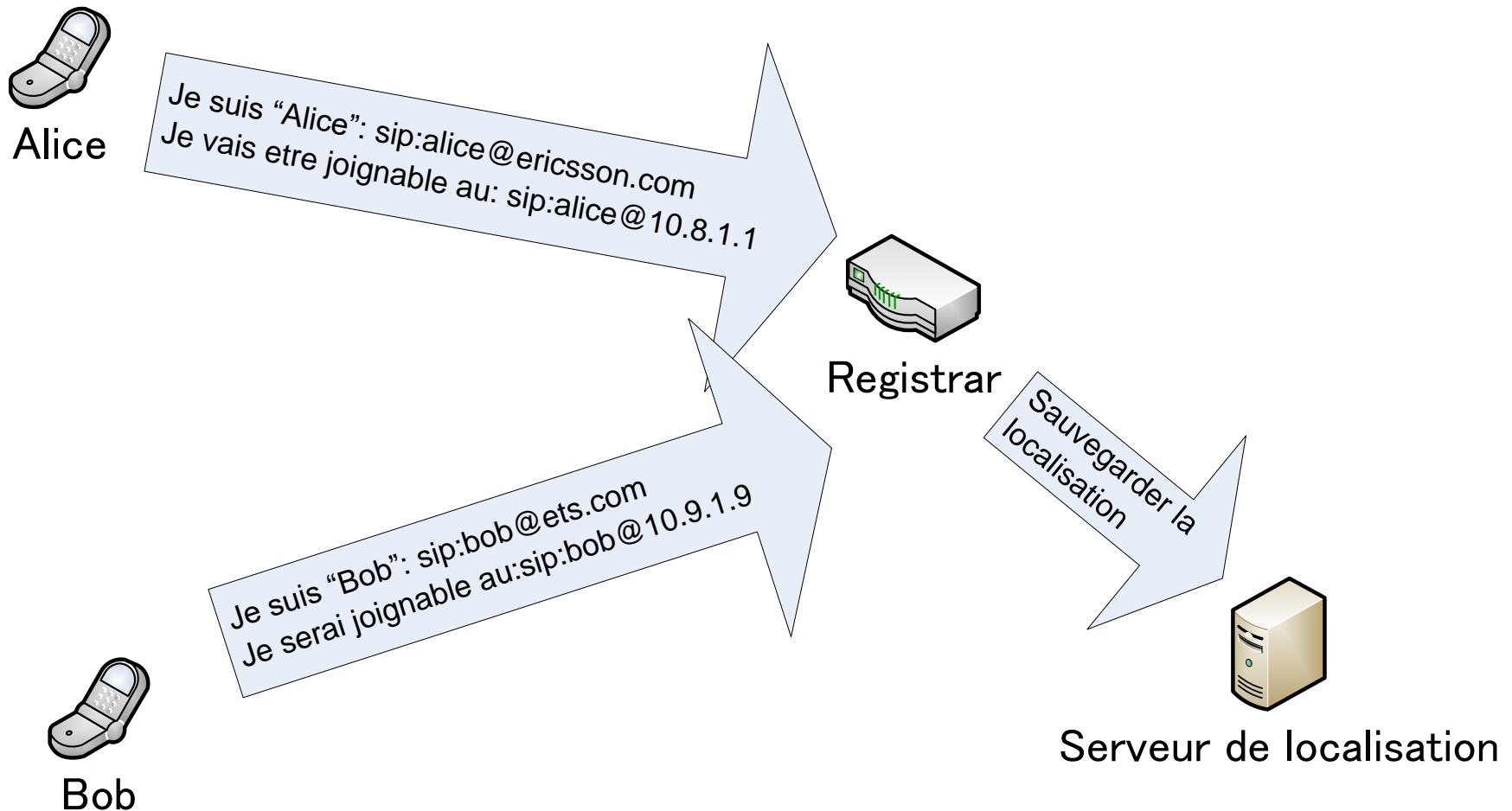
- **BYE**

- Demande de fin de session (par l'un ou l'autre des utilisateurs)
- En 2 temps: BYE, 200 OK

- **CANCEL**

- Annulation de session

Exemple SIP : Enregistrement (REGISTER)



Les messages SIP: réponses

- **Les réponses**

- Deux types

- Provisaires
 - Finales

- Exemples

- **RINGING** (provisoire)

- Message de réponse qui indique à l'émetteur que le destinataire est actuellement informé que l'on veut établir une session avec lui

- **OK** (finale)

- Réponse finale à la requête INVITE qui indique à l'émetteur que le destinataire veut bien établir la session
 - Contient également des informations sur la session

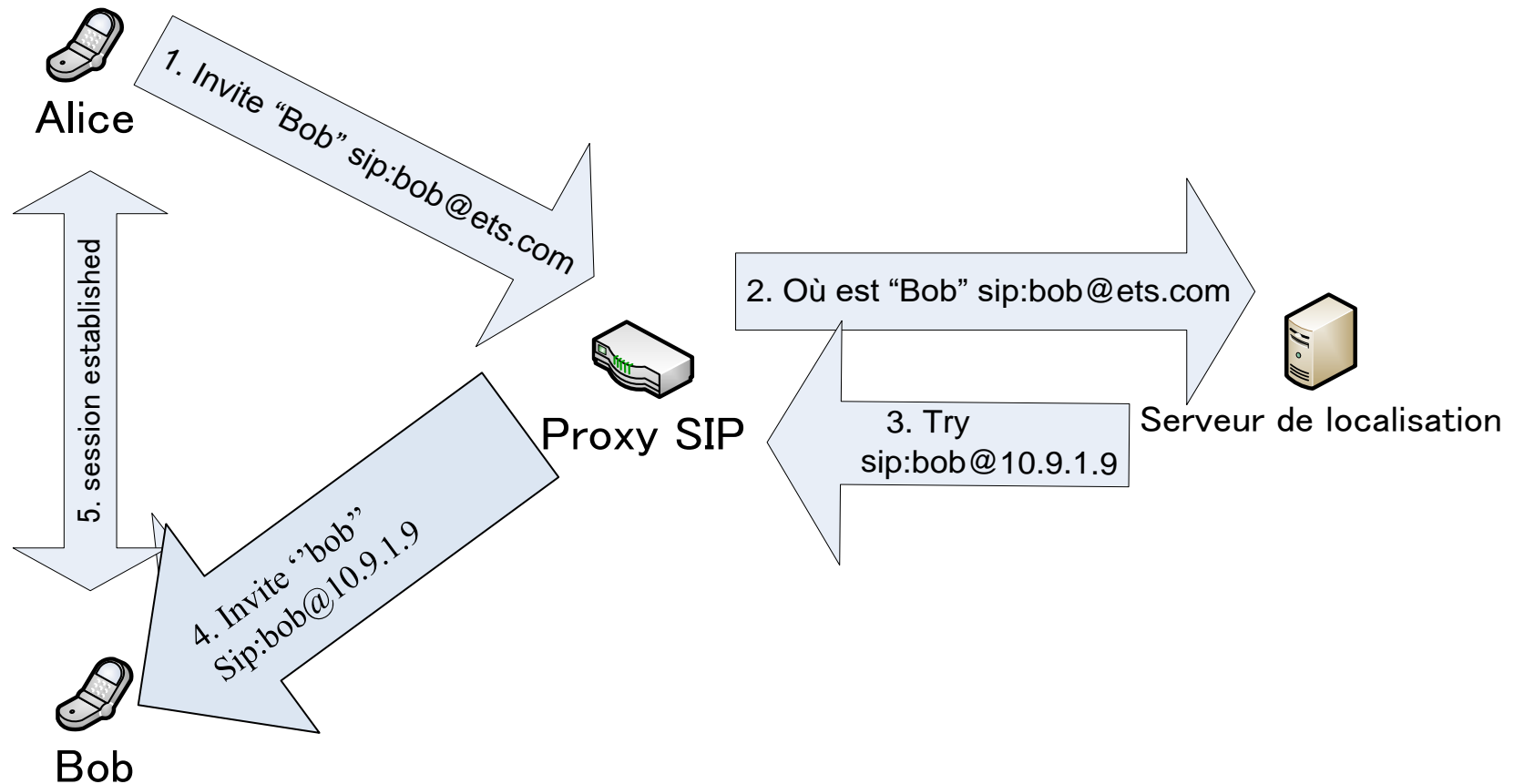
Les messages SIP: réponses

6 catégories de réponses SIP:

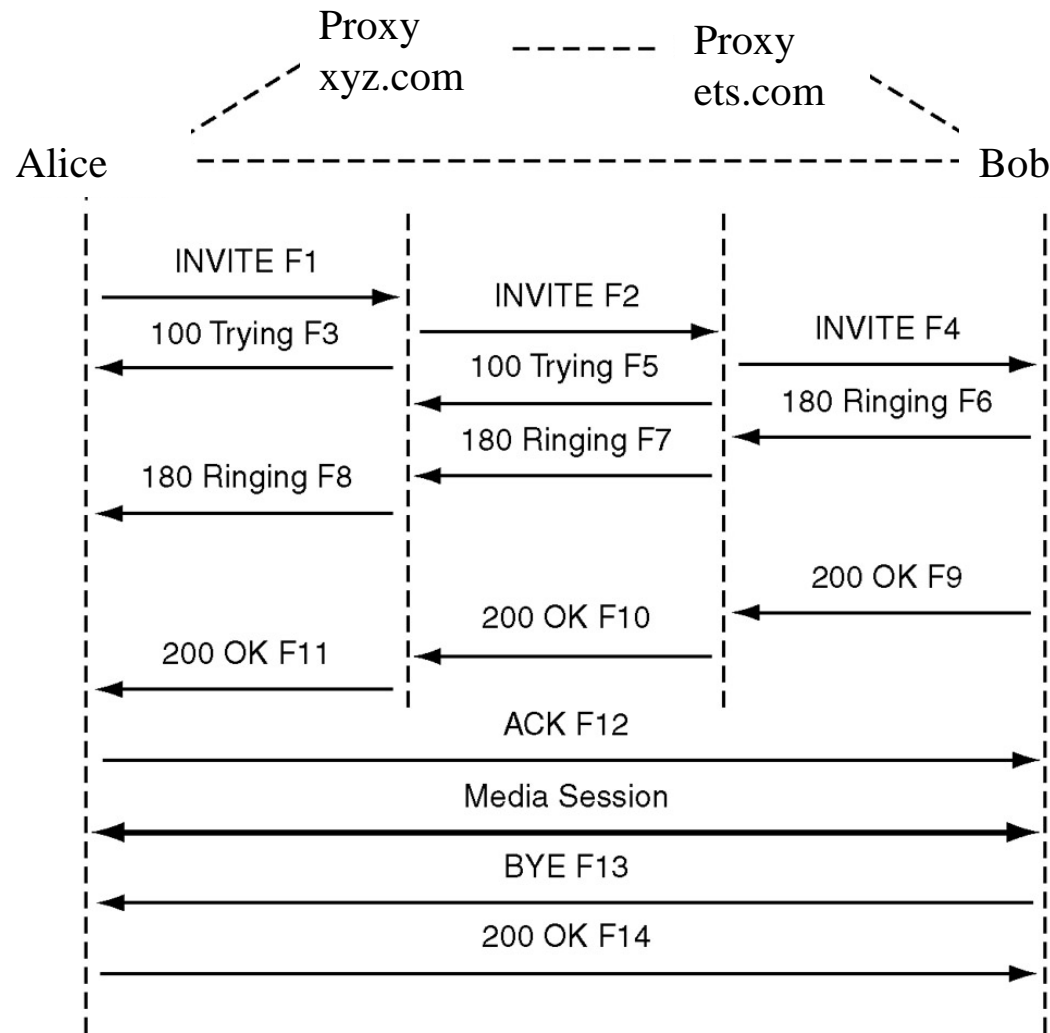
- **1xx**: Indique la progression d'un appel. Exemple, 180 Ringing, 181 appel en cours de transmission.
- **2xx**: Indique la réception ou l'exécution d'une requête réussie (ex. 200 Ok).
- **3xx**: le serveur RS (*Redirect Server*) a retourné des localisations possibles. Exemple, 300 Choix multiples, 301/302 déplacement permanent/temporaire.
- **4xx**: indique qu'une requête ne peut être exécutée telle qu'elle a été envoyée. Exemple, 400 *bad Request* (ex. *Call_ID* manquant), 408 *request timeout*.
- **5xx**: indique qu'une requête a échoué à cause d'une erreur au niveau serveur (la requête peut être redirigée vers un autre serveur). Exemple: 501 service (option) non implémenté(e) dans le serveur, 503 indique que la session n'a pas pu être traitée pour des raisons de surcharge ou de maintenance du serveur.
- **6xx**: Indique qu'une requête a échoué et ne devrait pas être retransmise vers un autre serveur. Exemple: 600 client appelé est occupé, 604 le serveur a l'information indiquant que le client appelé n'existe pas dans le réseau.

Exemple SIP : Appel (INVITE)

- Alice appelle Bob en utilisant son identité SIP URI: sip:bob@ets.com où ets.com est le domaine du fournisseur de service SIP de Bob.
- SIP peut fournir une URI sécurisée appelée SIPS URI garantissant un transport sécurisé et encrypté (Communication basée sur TLS – Transport Layer Sécurité). Exemple sips:bob@ets.com.



Exemple SIP : Établissement de session



Une fois la session établie, SIP se désengage (jusqu'au BYE) et les données vont librement entre les participants de la session.

Exemple: Message texte SIP

INVITE *sip:bob@ets.com SIP/2.0*
Via: *SIP/2.0/UDP pc33.xyz.com;branch=z9hG4bK776asdhds*
Max-Forwards: *70*
To: *Bob <sip :bob@ets.com>*
From: *Alice <sip :alice@xyz.com>;tag=1928301774*
Call-ID: *a84b4c76e66710@pc33.xyz.com*
CSeq: *314159 INVITE*
Contact: *<sip :alice@pc33.xyz.com>*
Content-Type: *application/sdp*
Content-Length: *142*

Diagram annotations:

- ID de la transaction (points to z9hG4bK776asdhds)
- Tag du téléphone (points to 1928301774)
- ID de l'appel établi (points to 314159)
- ID de la requête envoyée durant un appel (points to INVITE)

Exemple: Message texte SIP

- *Via*: Contient l'adresse *pc33.xyz.com* à laquelle Alice s'attend à recevoir les réponses à sa requête. Elle contient un paramètre *Branch* qui identifie cette transaction.
- *Max-Forwards*: contient le nombre maximum de serveurs SIP qui peuvent être traversés jusqu'à la destination. Chaque serveur qui reçoit la requête SIP doit décrémenter cette valeur de 1. Si un serveur reçoit une requête avec une valeur *Max-Forwards* nulle, il renvoie une réponse 483 '*too many hops*'.
- *To*: Contient l'adresse du destinataire sip:bob@ets.com.
- *From*: contient l'adresse de la source (origine de la requête) sip:alice@xyz.com et un paramètre contenant une chaîne aléatoire ajoutée par le téléphone logique SIP.

Exemple: Message texte SIP

- *Call-ID*: contient un identificateur unique pour cet appel généré par la combinaison d'une chaîne aléatoire et le nom du téléphone logique ou l'adresse IP.
- *Cseq (Command Sequence)*: contient un entier qui est incrémenté pour chaque requête dans un dialogue.
- *Contact*: contient l'adresse SIP URI qui représente un chemin direct pour contacter Alice.
- *Content-Type*: contient une description du corps du message.
- *Content-Length*: contient la taille en octet du corps du message.

Le corps des messages SIP

- **Contenu**

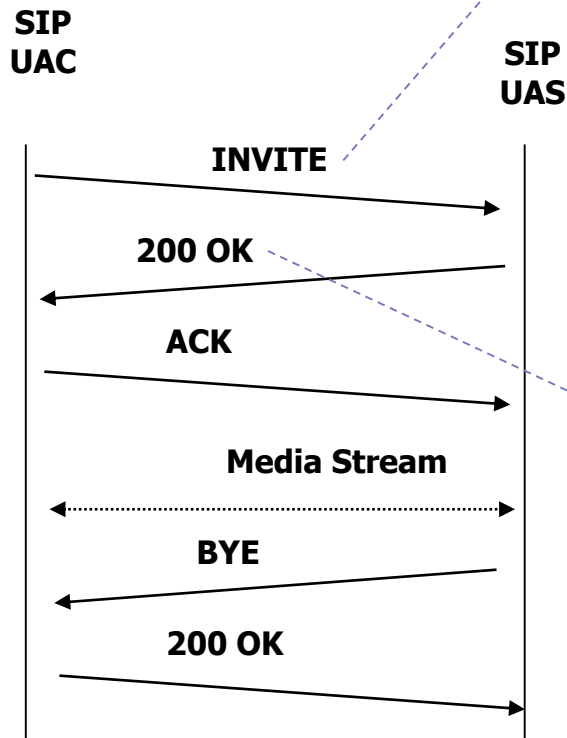
- SDP - Session Description Protocol

- Utilisé pour la négociation de média
 - Une offre suivie d'une réponse (mais pas de contre offre)

- SDP transmet l'information nécessaire pour permettre à une entité de joindre une session multimédia

- Information relative à la session
 - Information relative au(x) média(s) (audio, vidéo, texte)
 - Information relative aux types de codage supportés (G.711, G.729, H.216, MPEG..)

Exemple d'établissement de session



```
INVITE sip:bob@example.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP example.com:5060
From: Alice<sip:alice@example.com>
To: Bob<sip:bob@example.com>
Call-ID: 314159@example.com
CSeq: 1 INVITE
Contact: sip:alice@example.com
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 124
```

```
v=0
o=alice 5462346 332134 IN IP4
s=Let's Talk
t=0 0
c=IN IP4 10.64.1.1
m=audio 49170 RTP/AVP 0 3
```

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP example.com
From: Alice<sip:alice@example.com>
To: Bob<sip:bob@example.com>
Call-ID: 314159@example.com
CSeq: 1 INVITE
Contact: sip:bob@example.com
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 107
```

```
v=0
o=bob 124333 67895 IN IP4
s=Yes!
t=0 0
c=IN IP4 11.234.2.1
m=audio 3456 RTP/AVP 0
```

Exemple de SDP

- Exemple: SDP envoyé d'Alice à Bob.
- L'agent d'Alice possède 2 codecs audio et 2 codecs vidéo

Info de la Session

- v=0
- o=Alice 2790844676 2867892807 IN IP4 10.64.1.1
- s=Invitation à une partie de golf
- c=IN IP4 10.64.1.1
- t=0 0

Session-id, Session-version, nettype: IN, Addrtype: IPv4, Adresse IP d'Alice

Numéro de port audio UDP 49170

Deux types de codecs audio
0=codec audio G711 μ -law et
3=codec GSM

Info du média

- m=49170 RTP/AVP 0 3
- a=rtpmap: 0 PCMU/8000
- a=rtpmap: 3 GSM/8000
- m=video 20002 RTP/AVP 31 34
- a=rtpmap:31 H261/90000
- a=rtpmap: 34 H263/90000

Numéro de port vidéo UDP 20002

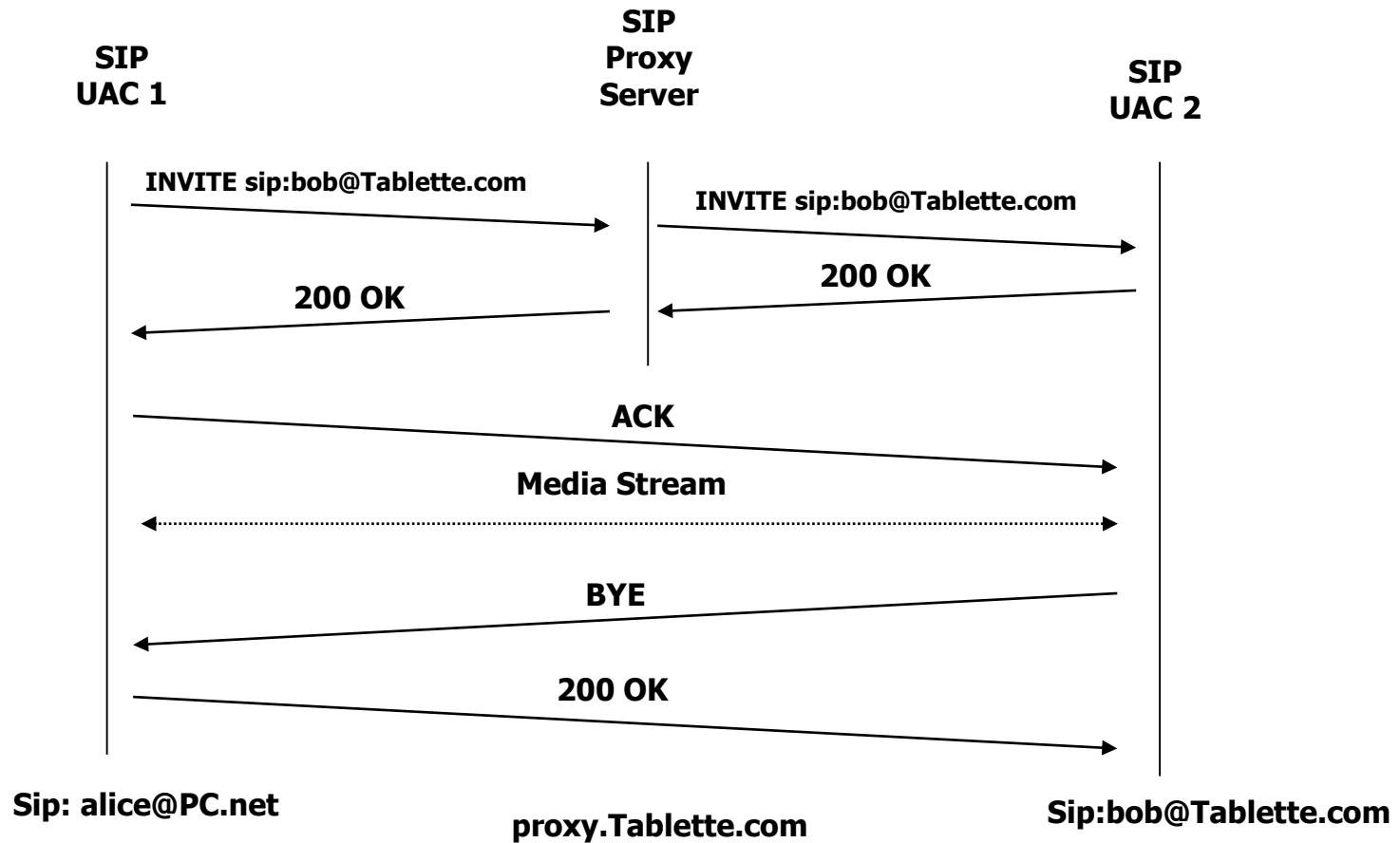
Deux types de codecs vidéo
31=codec vidéo H261
34=codec vidéo H263

AVP: audio video profile

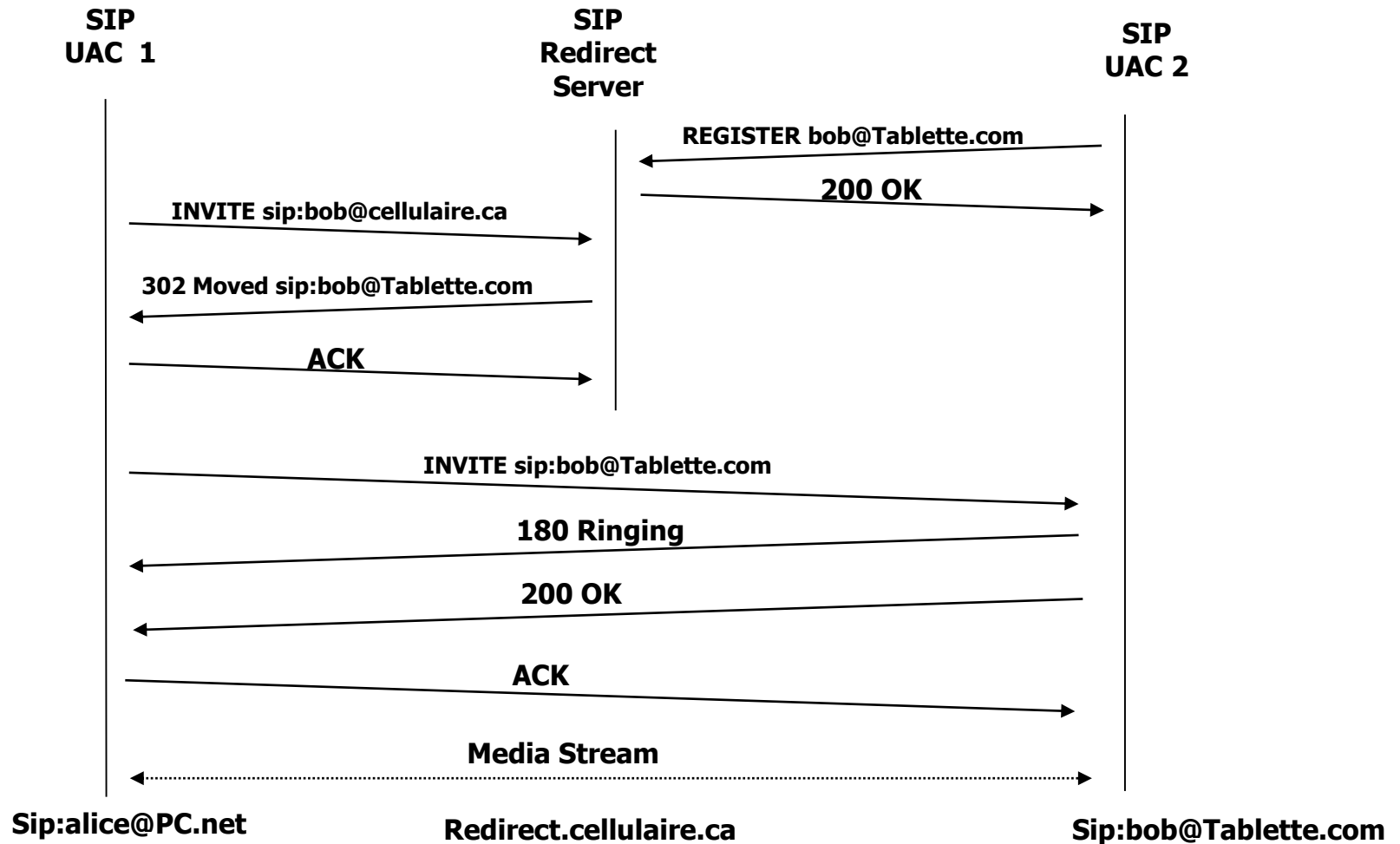
SDP

Type	Signification
v	Version du protocole
b	Information sur la bande passante
o	Propriétaire de la session et identificateur de la session
z	Ajustement du fuseau horaire
s	Nom de la session
k	Clé de chiffrement
i	Information relative à la session ou au lien média
a	Attributs du lien
u	URL contenant la description de la session
t	L'instant où la session a été activée
e	Adresse de l'Email pour obtenir des informations au sujet de la session
m	Lien média
c	Information au sujet de la connexion

Exemple: SIP Redirect (1)



Example: SIP Redirect (2)

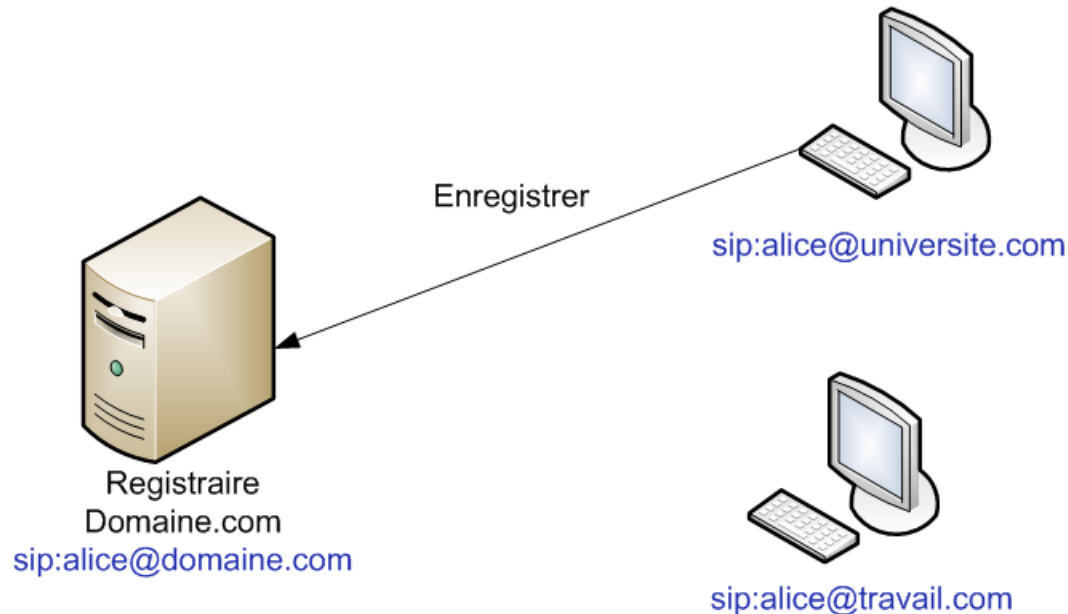


Localisation de l'utilisateur

- SIP fournit la mobilité personnelle permettant à un utilisateur d'être joignable en utilisant le même identificateur n'importe où il se trouve. Exemple Alice peut être joignable à son adresse publique URI <sip:alice@domaine.com> indépendamment de sa localisation.
- Si *Alice* est connectée au travail, son URI est <sip:alice@travail.com>.
- Si *Alice* est connectée à l'université, son URI est <sip:alice@universite.com>.
- Besoin de faire correspondre l'adresse publique URI <sip:alice@domaine.com> à son URI actuelle (travail ou université).
- Solution: un registraire (Registrar) du domaine <domaine.com>

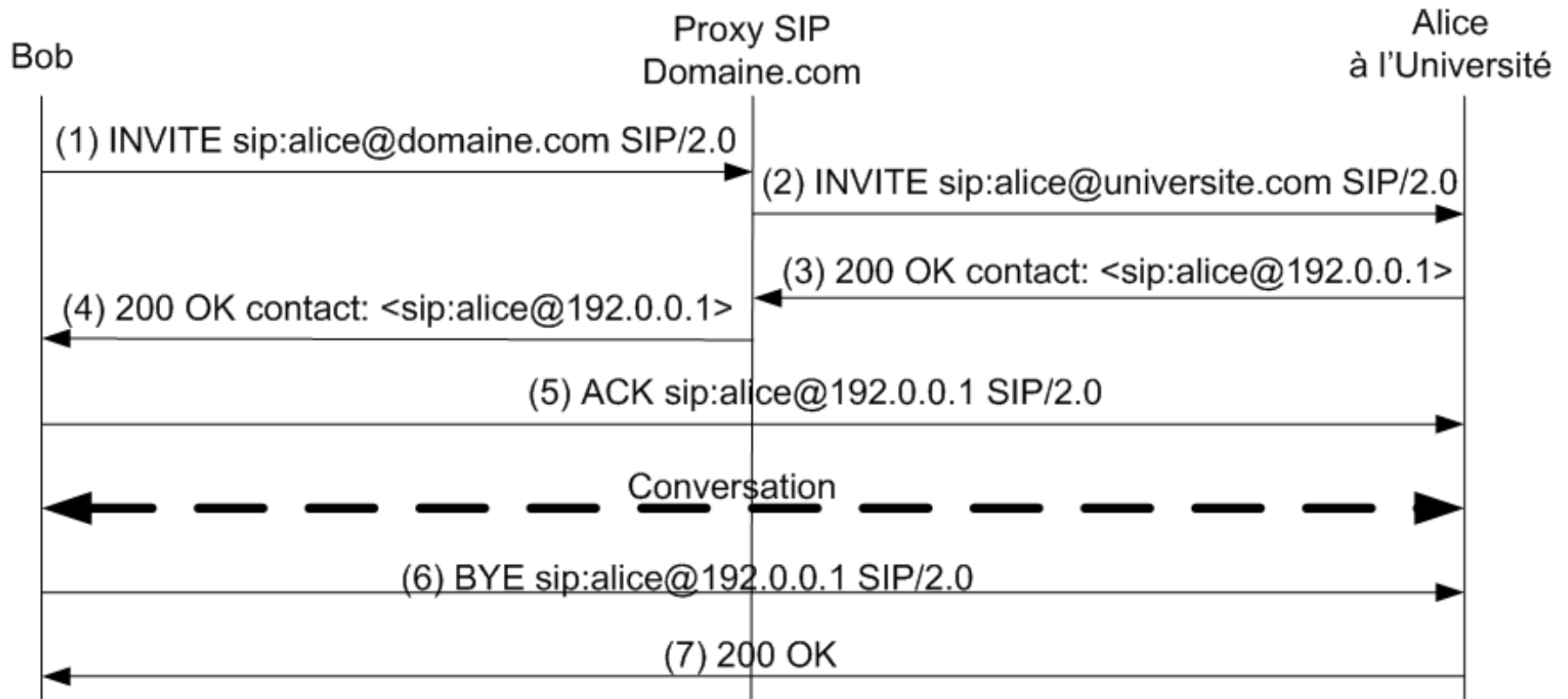
Localisation de l'utilisateur

- À chaque fois que Alice se connecte avec une nouvelle localisation, elle enregistre sa nouvelle localisation avec le registraire au domaine [domaine.com](#).
- Le registraire peut sauvegarder cette nouvelle localisation dans sa base de données ou l'envoyer au serveur de localisation (s'il est disponible)



Établissement de session à travers un proxy

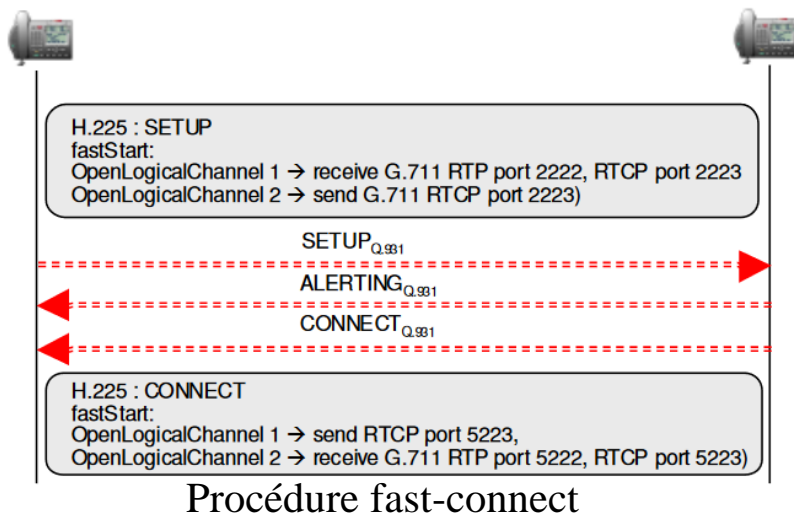
- Bob invite Alice à une session audio



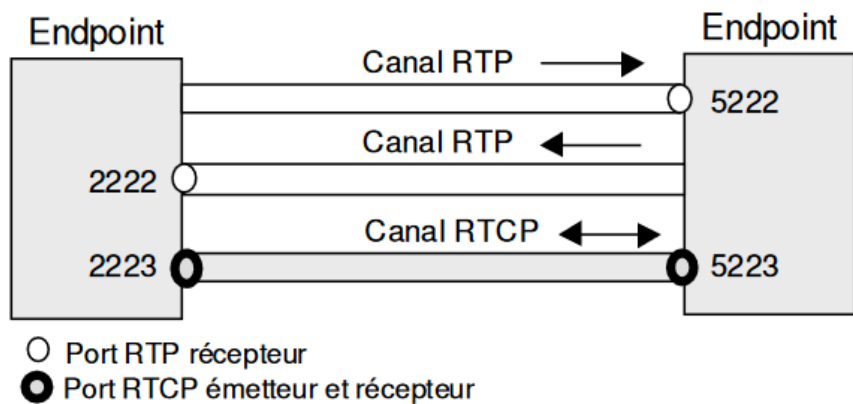
Différences entre H.323 et SIP

- H.323 est basé sur l'approche traditionnelle du réseau à commutation de circuits et fait appel à plusieurs protocoles pour fonctionner alors que SIP a été conçu pour utilisation sur internet: il est **plus simple**, mieux **extensible** et plus **étroitement lié aux applications Internet** existantes (donc plus adapté au réseau IP).
- Une seule transaction de SIP correspond à plusieurs messages de H.323
- SIP utilise le codage ASCII donc est textuel (comme HTTP) alors que H.323 utilise le codage binaire plus complexe. Ce qui fait que SIP est plus facile à déboguer
- SIP peut fonctionner sur UDP alors que pour H.323, le protocole Q.951 fonctionne sur TCP ce qui rend l'établissement de la session plus lent.

Établissement d'un appel H.323: exemple fast-connect (H.323v2)

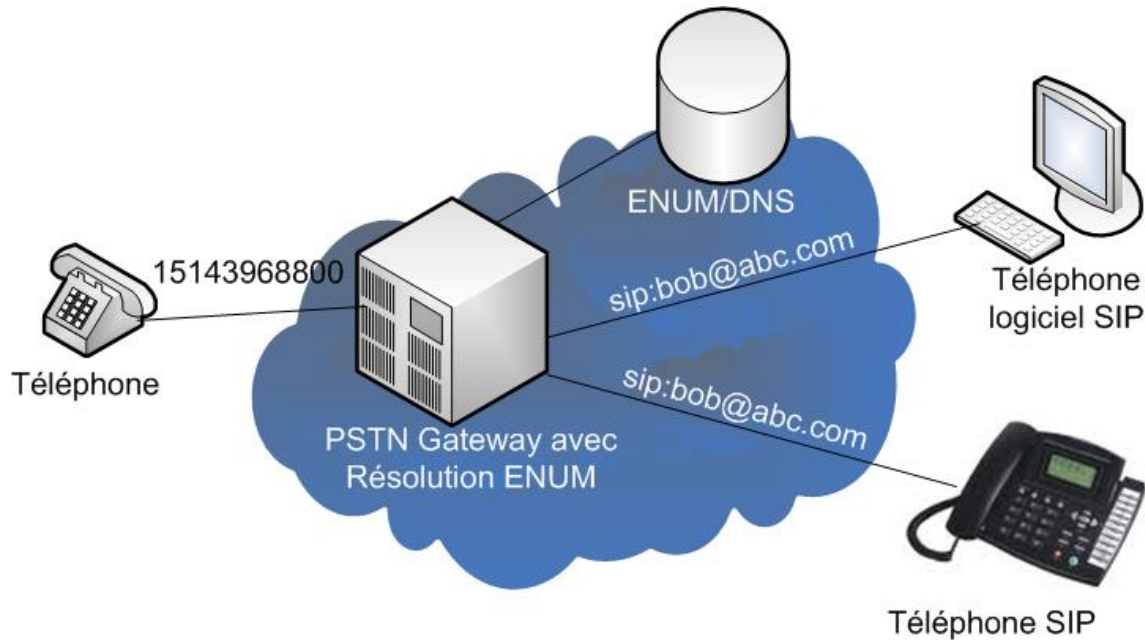


- Procédure de connexion rapide (fast-Connect) définie dans la recommandation H.323v2
- Elle permet à deux terminaux H.323 d'établir une communication point-à-point de base avec un seul aller et retour d'échange de messages, permettant ainsi une remise immédiate du flux multimédia dès la connexion de l'appel.



Canaux RTP et RTCP établit entre les terminaux

ENUM-à-SIP et ENUM-à-SMTP

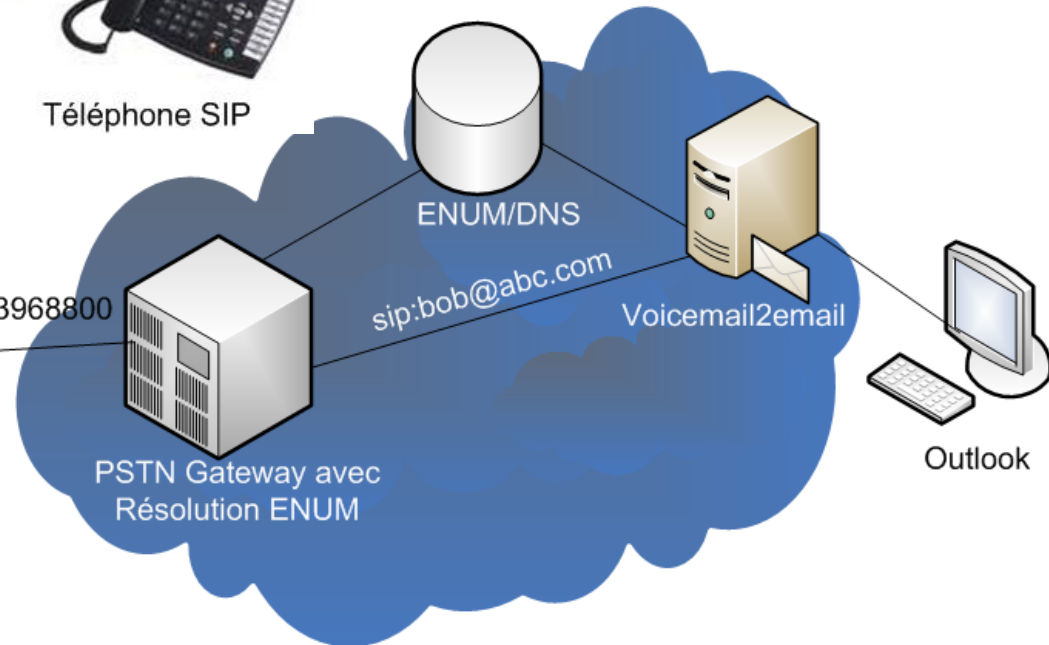
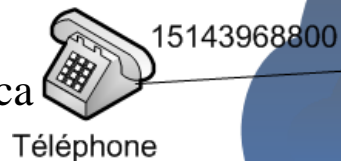


ENUM à SIP

ENUM DNS: 00886934151.arpa

sip:alice@xyz.com

mailto:alice@example.ca



ENUM: E.164 Number Mapping

ENUM à SMTP

Références

- D. Minoli, 'Voice over IPv6: architecture for next generation VoIP networks', 2006.
- A. Tanenbaum, Réseaux, 5ième édition, Pearson Education 2011 (Chapitre 7)
- **SIP: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>**
- H. Liu and P. Mouchtaris, Voice over IP Signaling: H.323 and Beyond, IEEE Communications Magazine, Octobre 2000
- T. Taylor, Megaco/H.248: A New Standard for Media Gateway Control, IEEE Communications Magazine, Octobre 2000