

Interconnexion dans les Réseaux Télécoms

André-Luc BEYLOT

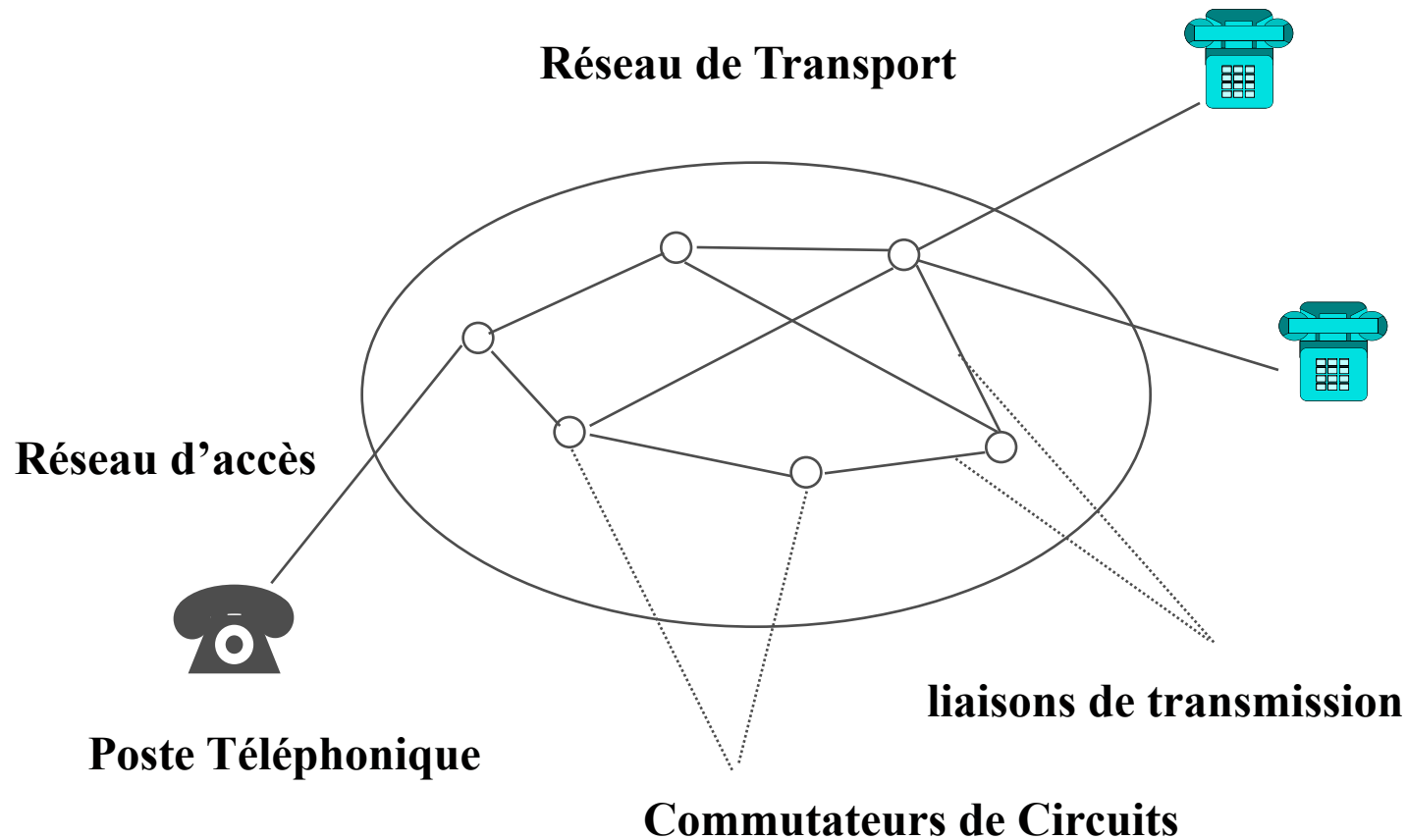
ENSEEIHT

Département Télécommunications et Réseaux

PLAN

- Interconnexion réseaux d'accès - réseau de transport
- Voix sur IP et interconnexion avec le RTC
- Stratégies de « transformation » du RTC vers le NGN

Le réseau téléphonique

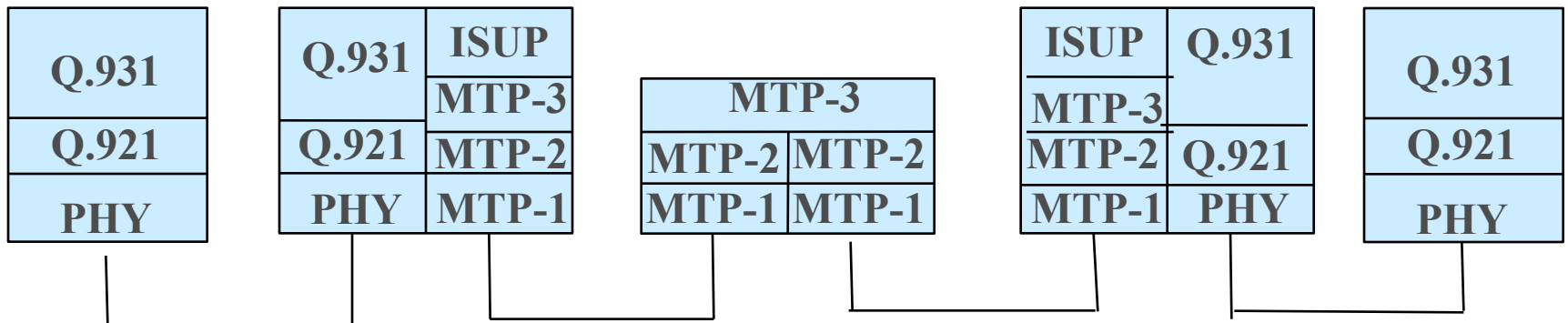


Principes d'interconnexion

- Interconnexion par traduction
 - ◆ Dans le plan de données : numérisation de la voix
 - ◆ Dans le plan de contrôle : numérisation de la signalisation et passerelle vers le réseau sémaphore
- Mise en correspondance:
 - ◆ Sensiblement 1 signal analogique (sonnerie, décroché...) avec un message ISUP
 - ◆ Adressage : cf. cours de première année.
 - ✦ L'adresse obtenue par la demande d'appel permet de trouver le commutateur de raccordement du destinataire ;
 - ✦ le routage dans le réseau téléphonique est fondé sur l'adressage
- QoS : ressources dédiées sur la liaison d'abonné et idem pour le RTC (pas de gigue, délai constant)

Passage au RNIS (et au GSM)

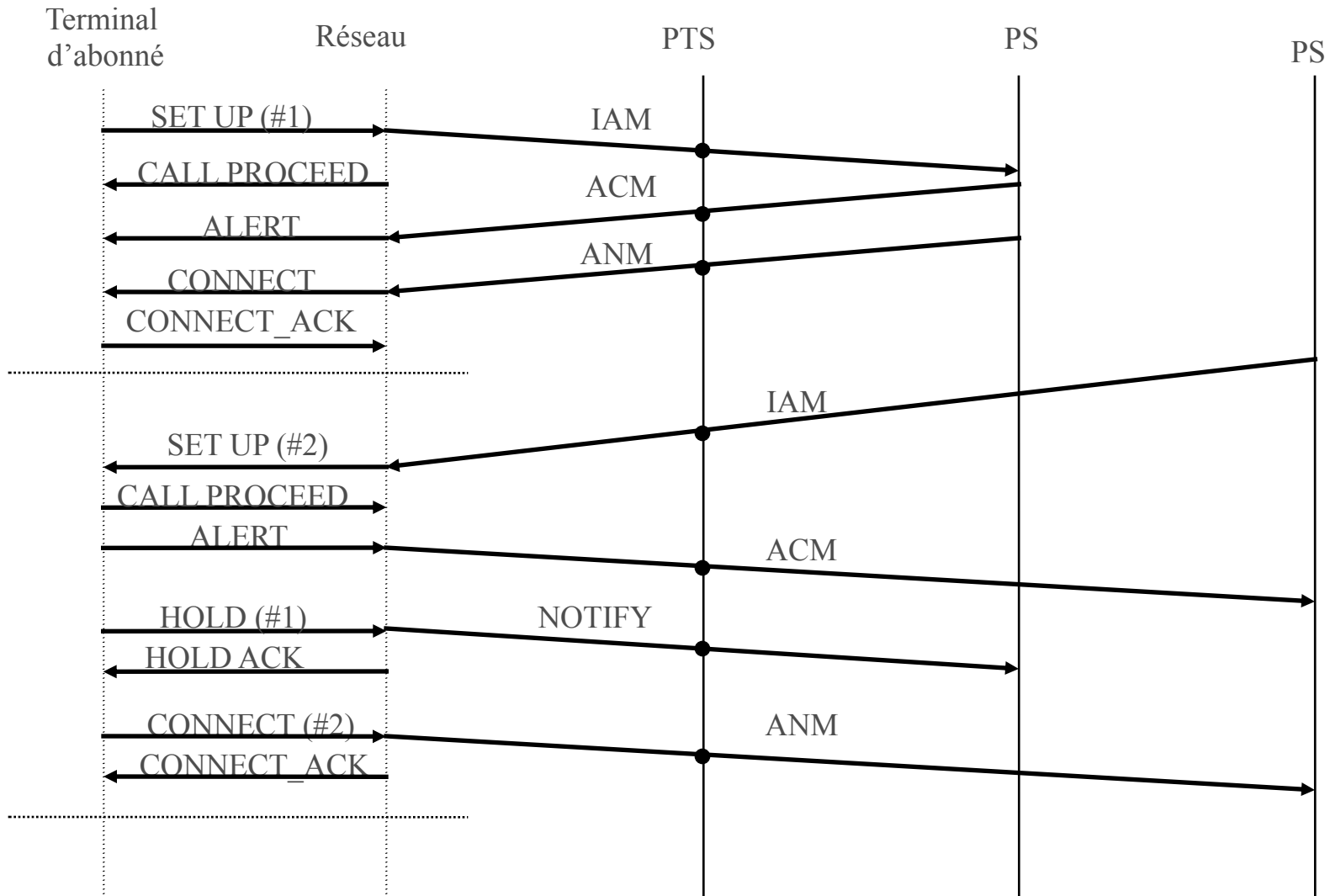
- Numérisation du réseau d'accès
- Mise en place de protocoles dans le plan de contrôle



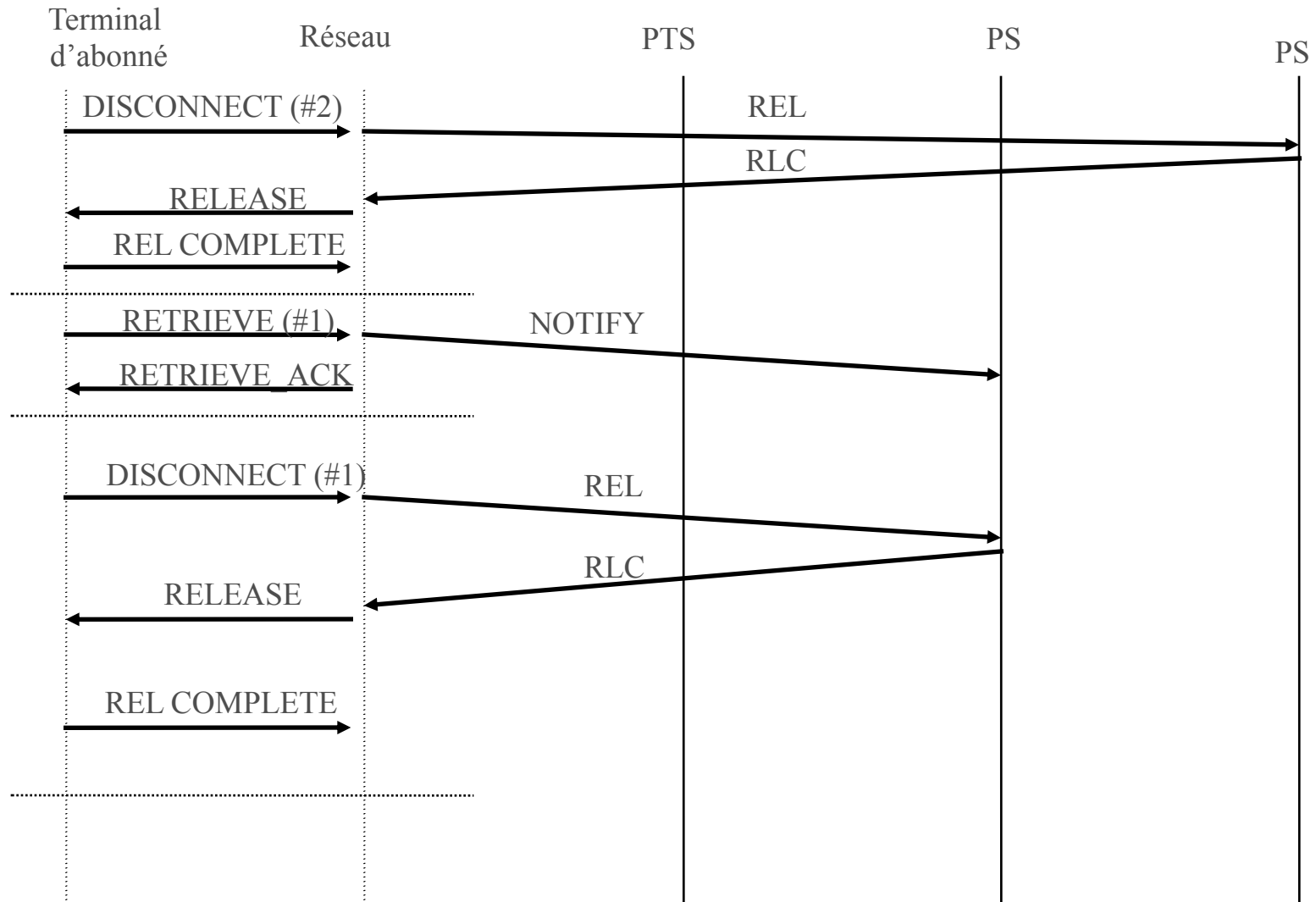
Principes d'interconnexion - RNIS(GSM)/RTC

- Interconnexion par traduction
 - ◆ Dans le plan de données : en RNIS rien ; en GSM transcodage de la parole (codage GSM/codage RTC)
 - ◆ Dans le plan de contrôle : passerelle applicative de signalisation
- Mise en correspondance:
 - ◆ Facile : cf. dynamique suivante
 - ◆ Adressage : identique raccordement analogique.
- QoS :
 - ◆ Pour le plan de données : un canal B dédié un IT dans des trames MIC dans le RTC (pas de gigue, délai faible)
 - ◆ Pour la SIG : fiabilisé par LAP-D/Q.921 sur le RNIS et par MTP-2 sur le RTC

Dynamique des Echanges



Dynamique des échanges (2/2)



Voix sur IP

André-Luc Beylot
Département Télécoms et Réseaux
ENSEEIHT

Plan

- Introduction
- Le plan de données : RTP/RTCP
- Les protocoles de signalisation :
 - ◆ SIP
 - ◆ H.323
- L'Interconnexion avec le RTC
- Les évolutions vers la suppression du RTC

Introduction

- Objectifs :
 - ◆ Passage en mode paquet et réduction des coûts
 - ◆ Enrichissement des services : visiophonie, envoi de documents vidéo en cours de communication
 - ◆ Interopérabilité avec le réseau téléphonique
- REMARQUE: La voix en mode paquet a déjà existé par le passé
 - ◆ Sur liaison louée en Frame Relay (interco de réseau d'entreprise)
 - ◆ En ATM (AAL-1... succès d'estime ; volonté déjà de migration de coeur de réseau téléphonique en mode paquet, en UMTS)
 - ◆ ...

Principes

- Services et Protocoles nécessaires :
 - ◆ Protocoles de "Transport" des données
 - ✦ pour la voix
 - ✦ pour la vidéo en temps réel
 - ✦ pour la vidéo stockée
 - Solution : RTP diffusion en direct - RTSP données stockées
 - ◆ Protocoles de signalisation
 - ✦ mise en place de connexion
 - ✦ trouver les correspondants (pages blanches)
 - ✦ multicast
 - ✦ négociations des formats des médias (audio ; audio et video)
 - ✦ contrôle des passerelles entre Internet et RTC
 - Nombreuses solutions : H323, SIP, MGCP

Introduction : RTC

- Le RTC a de nombreux avantages :
 - ◆ Une bonne qualité de voix
 - ◆ Grande robustesse (système de signalisation : SS7)
 - ◆ Très sûr
 - ◆ Services efficaces (réseau intelligent, fax)

- Mais le RTC a atteint ses limites : introduction de nouveaux services (de données) trop cher :
 - ◆ le dernier km constitue un goulot d'étranglement
 - ◆ ATM, qui était "la solution", est arrivé trop tard pas d'applications ATM natives)

Introduction : Internet

- Internet offre une base réelle pour une intégration de service efficace (orienté paquet)
- Mais le transport de la voix ne s'accommode pas bien :
 - ✦ d'un délai trop important
 - ✦ d'une gigue trop importante (service isochrone)
 - ◆ Solutions possibles : DiffServ, MPLS, IntServ
- Conclusion : dans un premier temps, la voix sur IP devra coexister avec le RTC

Problèmes liés à la transmission de la voix

- Délai et gigue dans le RTC :
 - ◆ Gigue négligeable (Commutation de Circuits)
 - ◆ Délai ~ Propagation. Faible sauf satellite (écho acoustique)
- Dans la VoIP : 2 problèmes : partie fixe et variable.
- Partie Fixe :
 - ◆ Carte Son/OS ;
 - ◆ Codeur : orienté trame ; plus on en sait mieux on compresse
 - ◆ Politique de redondance : limitation impact des pertes
 - ◆ Protocoles (RTP, UDP, IP) : délai, overhead

Problèmes liés à la transmission de la voix

- Partie Variable (gigue) :
 - ◆ due aux variations de délai dans le réseau
 - ◆ Solution : utiliser un buffer de réception
 - ◆ Principe : à la réception du premier paquet, le bufferiser pendant une période fixe L puis lire de façon continue.
 - ✦ Difficulté : dimensionner L
 - trop petit \Rightarrow trop de paquets perdus (arrivent trop tard)
 - trop grand \Rightarrow délai inacceptable (la voix = signal temps réel !)

RTP/RTCP

- ◆ RTP solution communément acceptée pour transférer de la voix sur un réseau de type paquet (Internet).
- ◆ RTP envoie des données au-dessus de TCP ou de UDP
- ◆ RTP permet de numéroter pour reséquencer et de compenser la gigue due au multiplexage statistique (< routeurs) :
 - ✦ estampille : synchronisation
 - ✦ numérotation (pas fait par UDP)
 - ✦ type de données (e.g : PCM, H.263)
- ◆ RTP permet des sessions unicast ou multicast
- ◆ Une session RTP par flux (port UDP / adresse Multicast).
 - ✦ Flux synchronisés par RTCP

RTCP - RTP Control Protocol

- RTCP port # = RTP port # +1
- RTCP a pour but :
 - ◆ distribuer des statistiques (Evaluation de la QoS) entre les participants (émetteurs et récepteurs)
 - ◆ Synchronisation entre les médias en comparant les estampilles RTP (media relative time)
- RTP et RTCP permettent un contrôle de niveau applicatif de la connexion téléphonique
- RTP/RTCP n'ont pas d'influence sur le réseau lui-même
- l'Internet n'est pas capable de garantir des délais/gigue/pertes faibles : problème pour la voix
 - ◆ RTP permet de compenser une gigue modérée et RTCP permet d'effectuer des adaptations au niveau des terminaux

SDP : Session Description Protocol

SDP : Session Description Protocol

- RFC 2237
- Pas vraiment un protocole - les données sont véhiculées par d'autres protocoles
- Utilisé SIP, RTSP, H.332, MGCP
- Décrit les sessions multimédia :
 - ◆ codeurs audio et vidéo utilisés (payload type)
 - ◆ information sur la session (nom, description courte)
 - ◆ adresse multicast à utiliser (en cas de conférence multi-parties)

Protocoles de signalisation:

SIP

Introduction

- SIP (RFC 2543) issu du groupe de travail MMUSIC (Multiparty Multimedia Session Control) de l'IETF
- MMUSIC :
 - ◆ SIP : Session Initiation Protocol
 - ◆ SDP : Session Description Protocol
 - ✦ (type de format échangé, adresses, nom de la session ...)
 - ◆ RTSP : Real-time Streaming Protocol
- Objectifs de SIP
 - ◆ Localisation
 - ◆ Etablissement d'appel
 - ◆ (Re)-Négociation des paramètres de session
 - ◆ Gestion des participants de l'appel
 - ◆ Fin et transferts d'appels

Transactions et messages SIP

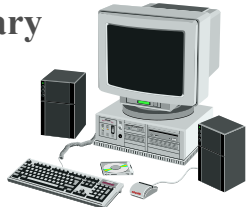
- Entités SIP communiquent via des 'transactions' :
 - ◆ 1 transaction = 1 requête + 1 ou plusieurs réponses
 - ◆ Transactions numérotées, mode client/serveur
- SIP peut fonctionner sur TCP ou UDP
 - ◆ Rem : les flux sont eux véhiculés par RTP/RTCP sur UDP
- 2 types de messages : Requêtes et Réponses
 - ◆ En-tête :
 - ✦ Call-ID. E.g. maconference23sept9h30@conf.com
 - ✦ Cseq : numéro de séquence
 - ✦ From : e.g. From: 'Mydisplayname' <sip:me@company.com>
 - ✦ To : e.g. To: 'Helpdesk' <sip:helpdesk@company.com>;
 - ✦ Via : e.g. Via : router1@provider.com;

SIP Requêtes et Réponses

- Requêtes
 - ◆ INVITE : mises en place de connexion
 - ◆ ACK
 - ◆ BYE
 - ◆ CANCEL : arrêter la recherche d'un utilisateur
 - ◆ REGISTER : pour s'enregistrer auprès d'un serveur
- Réponses
 - ◆ Traitement en cours
 - ◆ Succès
 - ◆ Redirection
 - ◆ Echec (du client, du serveur)

Appel Téléphonique entre utilisateurs Internet

Mary



192.190.132.20

INVITE
john@192.190.132.31
c=IN IP4 192.190.132.20
m=audio 49170 RTP/AVP 0

port UDP où le flux
RTP est attendu

Port # 49170

200 OK
c=IN IP4 192.190.132.31
m=audio 12345 RTP/AVP 3

ACK

RTP/AVP 0
Audio = Loi μ

μ law

GSM

Port # 12345

John



192.190.132.31

John peut recevoir
des données GSM
sur le port 12345

Entités SIP

■ Annuaire :

- ◆ garde la trace de la correspondance = SIP @ / IP @
- ◆ utilise la requête 'Register'
- ◆ Découverte de l'annuaire : Groupe multicast dédié : sip.mcast.net:224.0.1.75 (TTL=1)
- ◆ Communication possible en unicast si on connaît sa localisation
- ◆ Enregistrement non permanent (timeout)

■ Serveur de redirection:

- ◆ répond à des demandes de connexions par des réponses 3xx
- ◆ en donnant d'autres adresses ...

Entités et adresses SIP

- Agent d'appel (Call Agent) :
 - ◆ proxy (doit se trouver sur le chemin de chaque appel)
 - ◆ Tâches :
 - ✦ doit trouver l'utilisateur en lui redirigeant les messages
 - ✦ implante les règles de redirection (call forward on busy ...)
 - ✦ filtrage d'appel
- Adresses SIP = URL
 - ◆ pas une adresse de transport, le plus souvent @mail
 - ◆ Localisation en 2 temps :
 - ✦ Trouver le serveur SIP à partir de SIP URL, en utilisant le DNS (en retrouvant des enregistrements 'sip.udp' or 'sip.tcp')
 - ✦ Envoyer un INVITE au Serveur qui redirige l'appel

Protocole de signalisation

H.323

H.323

- ◆ H.323 : standard ITU-T.
 - Début des travaux sur H.323v1 Mai 1995
 - Version 2 - Février 1998
 - Version 3 - utilisation possible d'UDP
- ◆ H.323 : vidéo-conférence sur des réseaux de paquets (IP, ATM, IPX)
- ◆ Video-conférence existait déjà sur Internet avec le Mbone :
 - Media transportés par RTP/RTCP
 - arbre MC construit avec DVMRP
- ◆ Solution fruste :
 - DVMRP ne permet pas le passage à l'échelle
 - on ne peut pas négocier le codec
 - pas de possibilité de contacter un utilisateur du RTC
 - Pas de service de "pages blanches"
- ◆ H.323 a pour objectif de résoudre ces problèmes

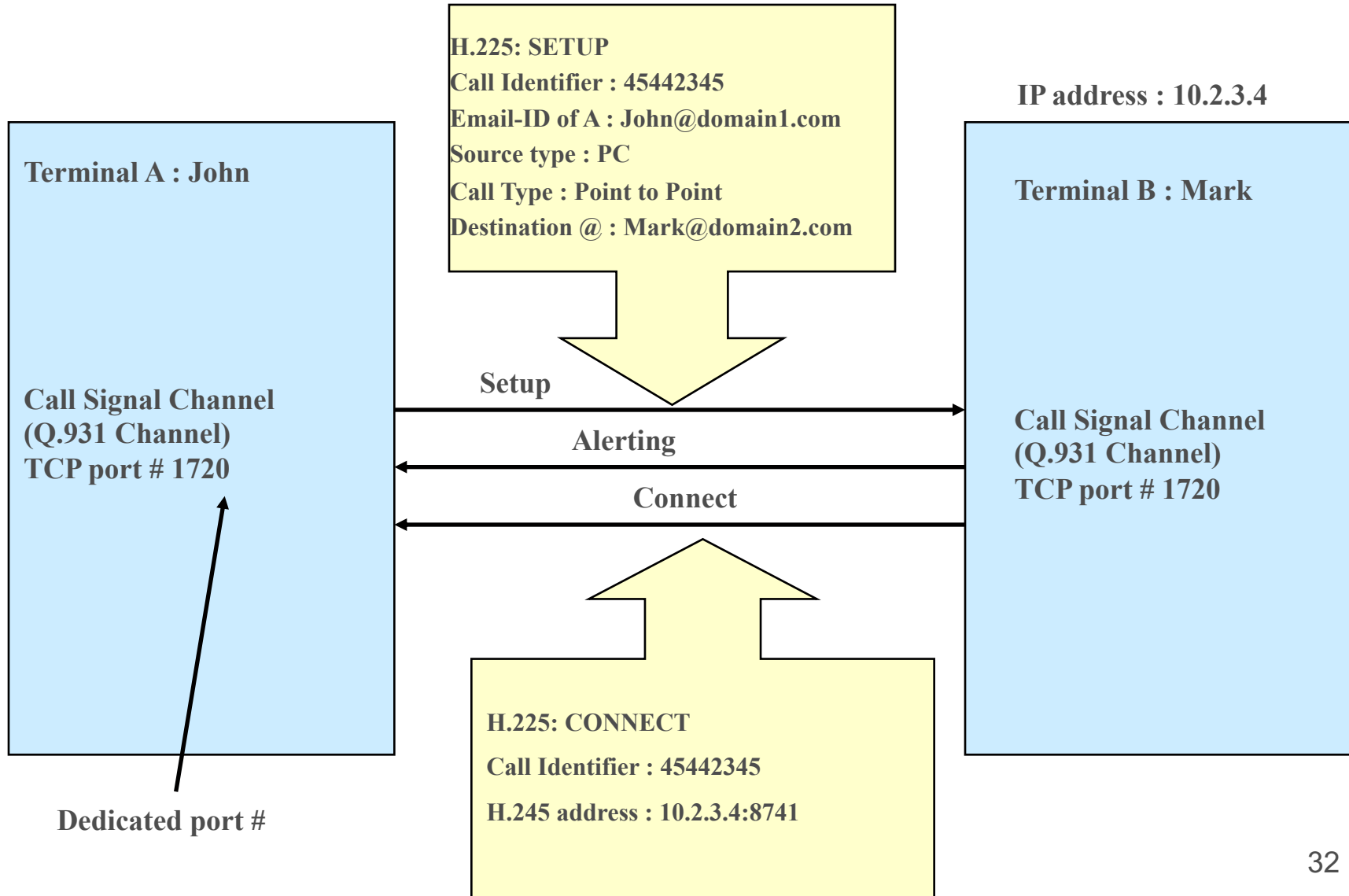
Caractéristiques de H.323

- **Gatekeeper (contrôleur)** : contrôle la session : traduction d'adresse, contrôle d'admission/BP, gère une zone
- **Gateway**: passerelle H.323/RTC
- **Initialisation**: enregistrement auprès du GK
- **GK admission**: obtenir l'autorisation - GK résout les @
- **Signalisation d'appel**:
 - ✦ initialisation et mise en place/rejet de la demande (cnx sig)
- **Négociation/configuration**:
 - ✦ échange du type de données que les entités peuvent traiter
- **Echange de données**:
 - ✦ configuration et ouverture de canaux logiques
 - ✦ envoyer et recevoir des flux de données
- **Re-négociation**: changer participants/ médias/ paramètres
- **Fin**: terminer l'appel/conférence ; supprimer un utilisateur référencé

Composants et Canaux H.323

- Utilisateur - contrôleur GK (H.225.0)
 - ◆ UDP
- **Signalisation : H.225 (Q.931)**
 - ◆ Contrôle d'appel
 - ◆ service supplémentaires
 - ◆ TCP; depuis la v3: éventuellement UDP
- **contrôle (H.245):**
 - ◆ Négociation type de données et capacités des intervenants ;
 - ◆ ouverture des "canaux logiques"
 - ◆ Reste ouverte pendant toute la durée des échanges
 - ◆ Utilise TCP
- **Canaux logiques : transporte flux audio, video (UDP)**

1ère Phase : Initialisation de l'appel (H.225)



1ère Phase : Initialisation (H.225)

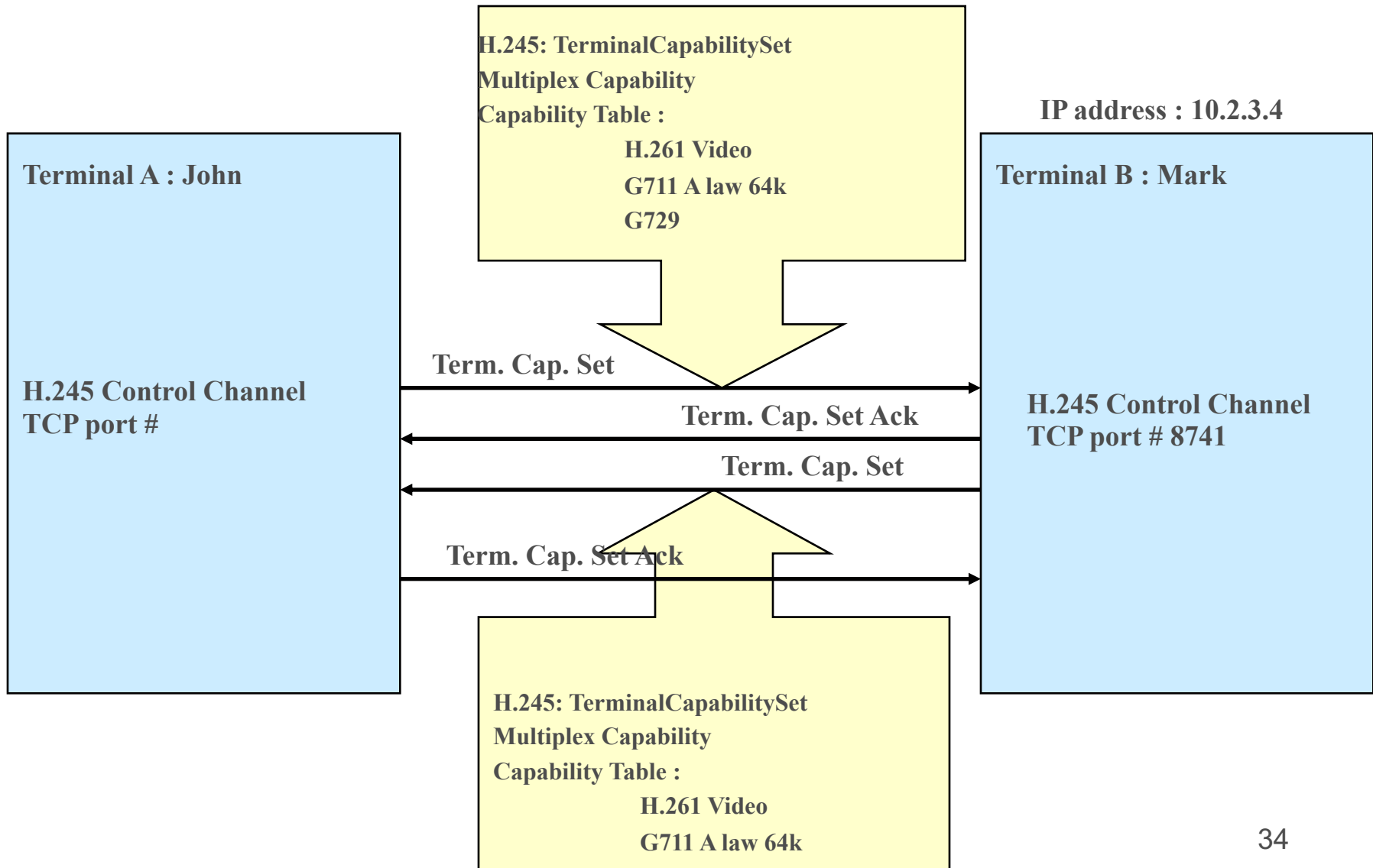
■ @ H.323v2

- ✦ E.164
- ✦ H.323-ID (chaîne de caractères)
- ✦ url-ID
- ✦ transport-ID (ex:10.2.3.4:1720)
- ✦ E-mail ID : Mark@domain2.com

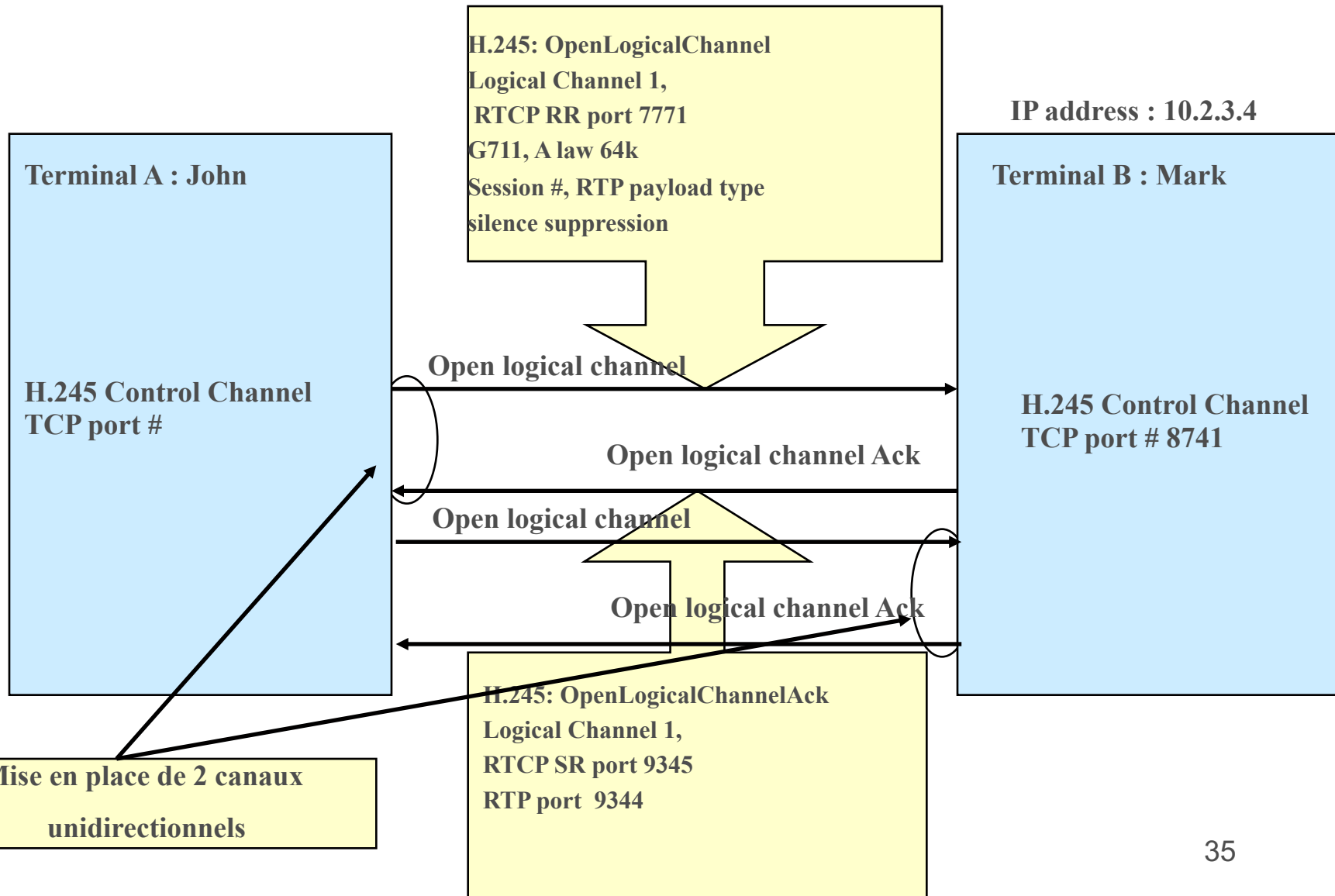
■ Identifiants :

- ✦ H.225.0 :
 - Référence de l'appel (unique entre A et B)
- ✦ H.323 :
 - Identifiant d'appel
 - Identifiant de conférence (CID) : unique pour tous les participants

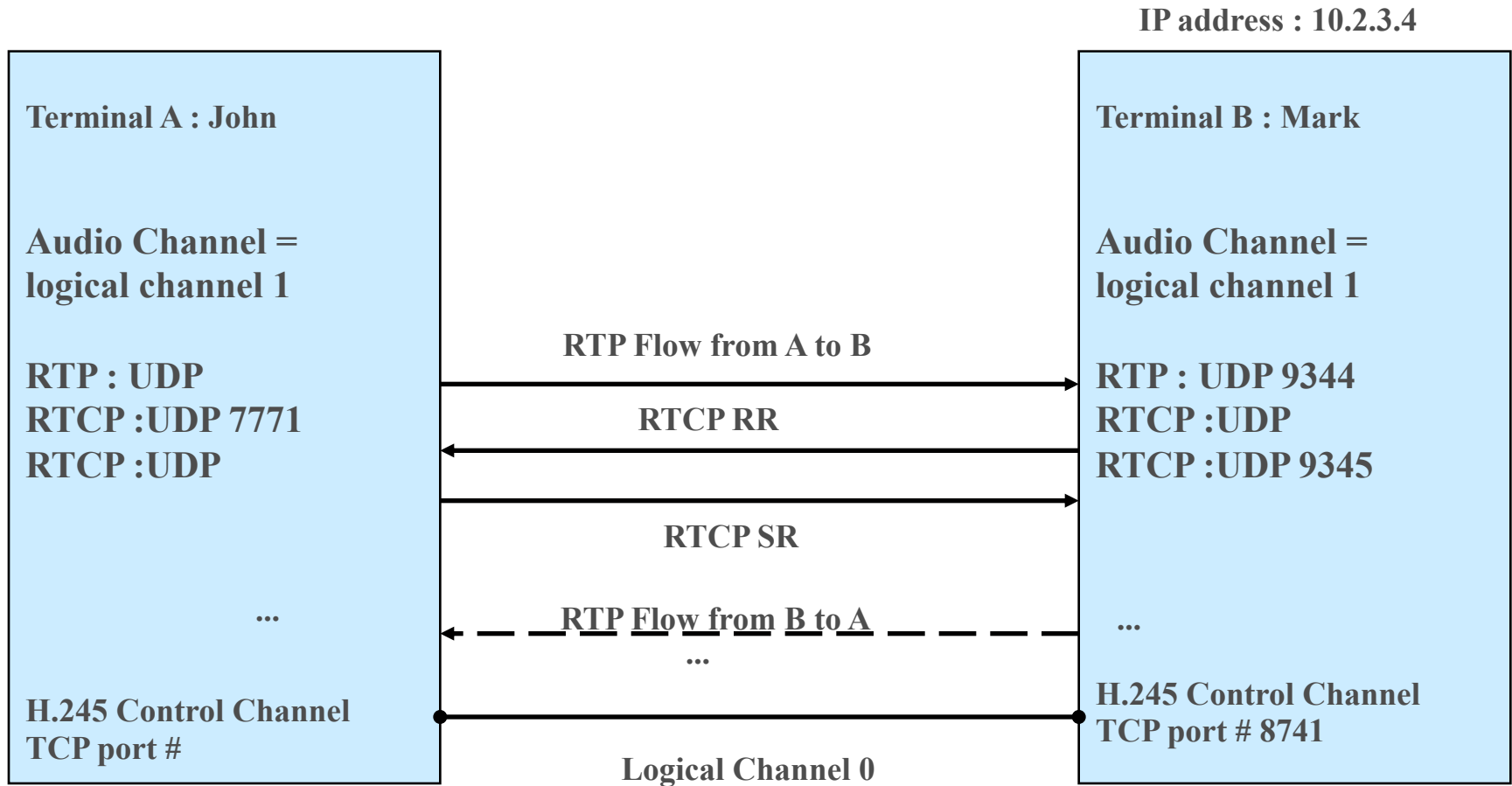
2ème Phase : Canal de contrôle (H.245)



3ème phase : Mise en place du Dialogue



4ème phase : Dialogue



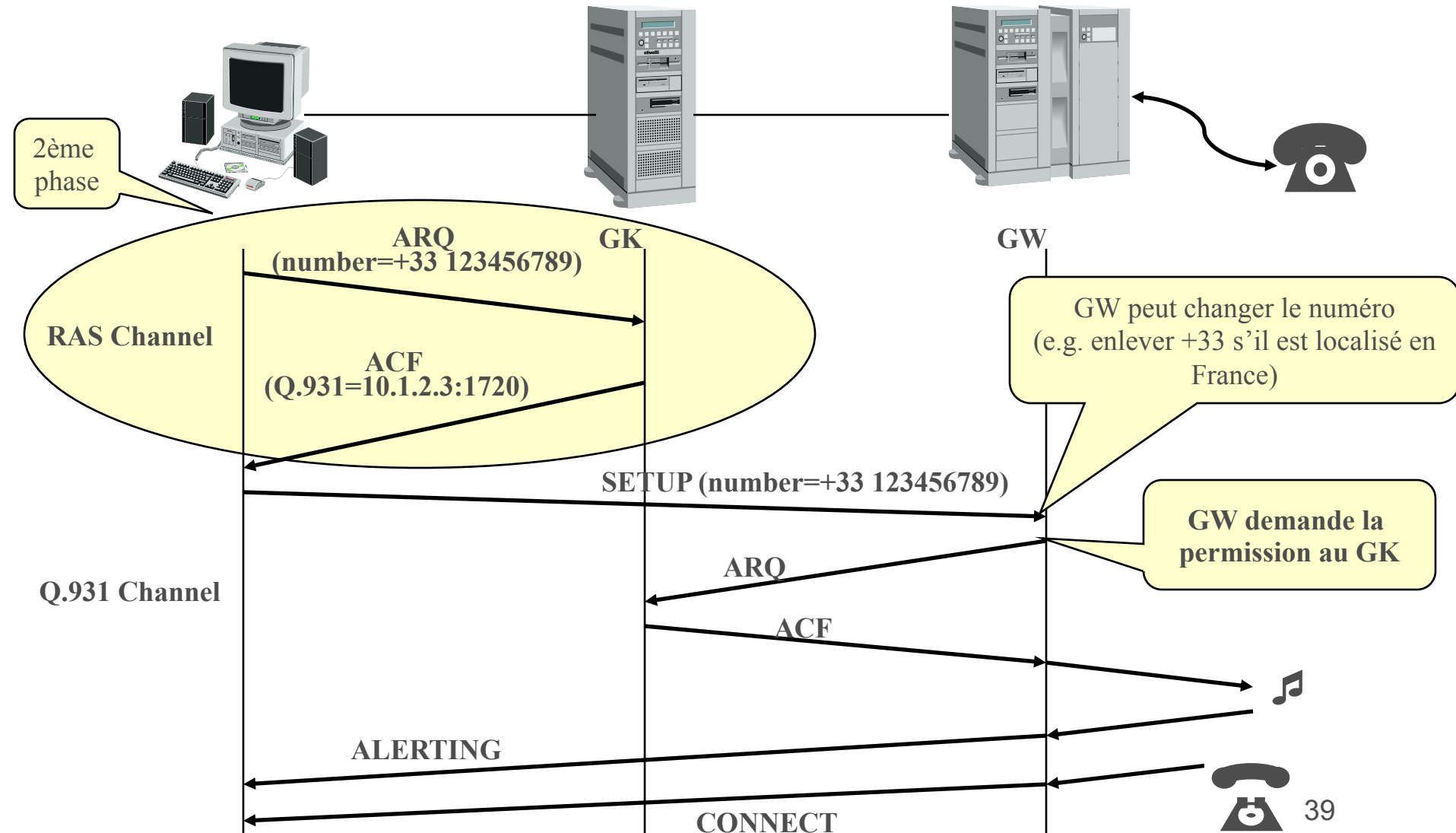
Dernière Phase : Fin

- Sur le canal H.245, fermeture de tous les canaux de données
 - ◆ Initié par le premier qui raccroche
 - ◆ CloseLogicalChannel et CloseLogicalChannel Ack
- Si le canal H.225 n'a pas été fermé, Release Complete message est envoyé

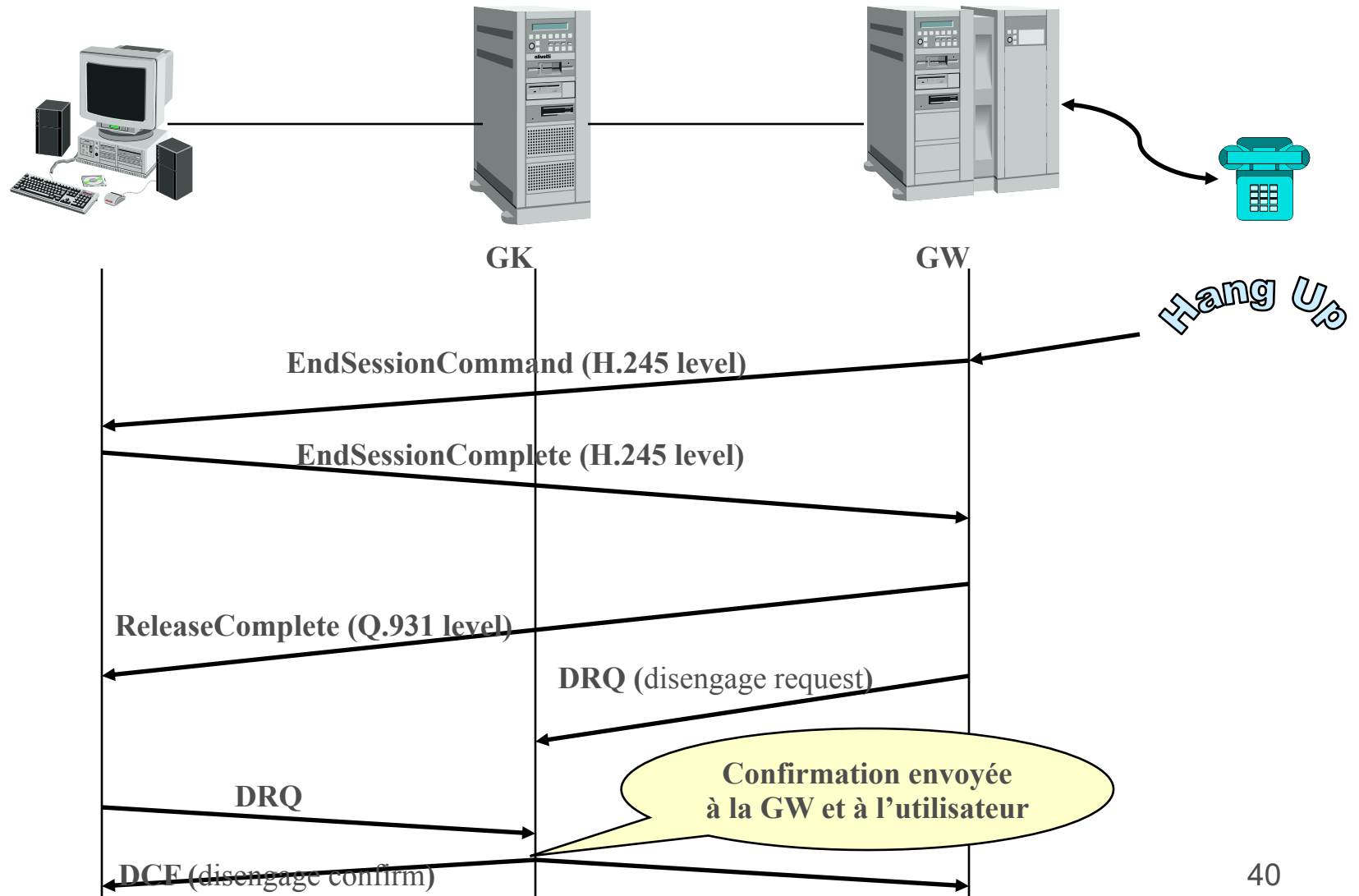
Appel RTC/Internet (H.323)

- Gatekeepers (GK):
 - ◆ gère une zone locale (contrôle des appels entrants/sortants)
 - ◆ enregistre les utilisateurs locaux
 - ◆ joue le rôle d'agent d'appel (redirection si appelé occupé ...)
 - ✦ Communication entre utilisateur et GK définie dans RAS (Registration, administration and status) inclus dans H.225.0 ⇒ Canal RAS
- Gateways (GW):
 - ◆ gérés par les GK
 - ◆ interface entre Internet et RTC/Réseau d'accès
 - ✦ accès RNIS :
 - GW envoie directement les messages Q.931 (SETUP, ALERTING)
 - ✦ liaisons analogiques :
 - numérotation DTMF
 - envoie un message "ALERTING" quand il détecte une sonnerie
 - ✦ Raccordement RTC : passerelle dans le plan de données et de contrôle

Signalisation d'appel



Fin d'appel



Adressage

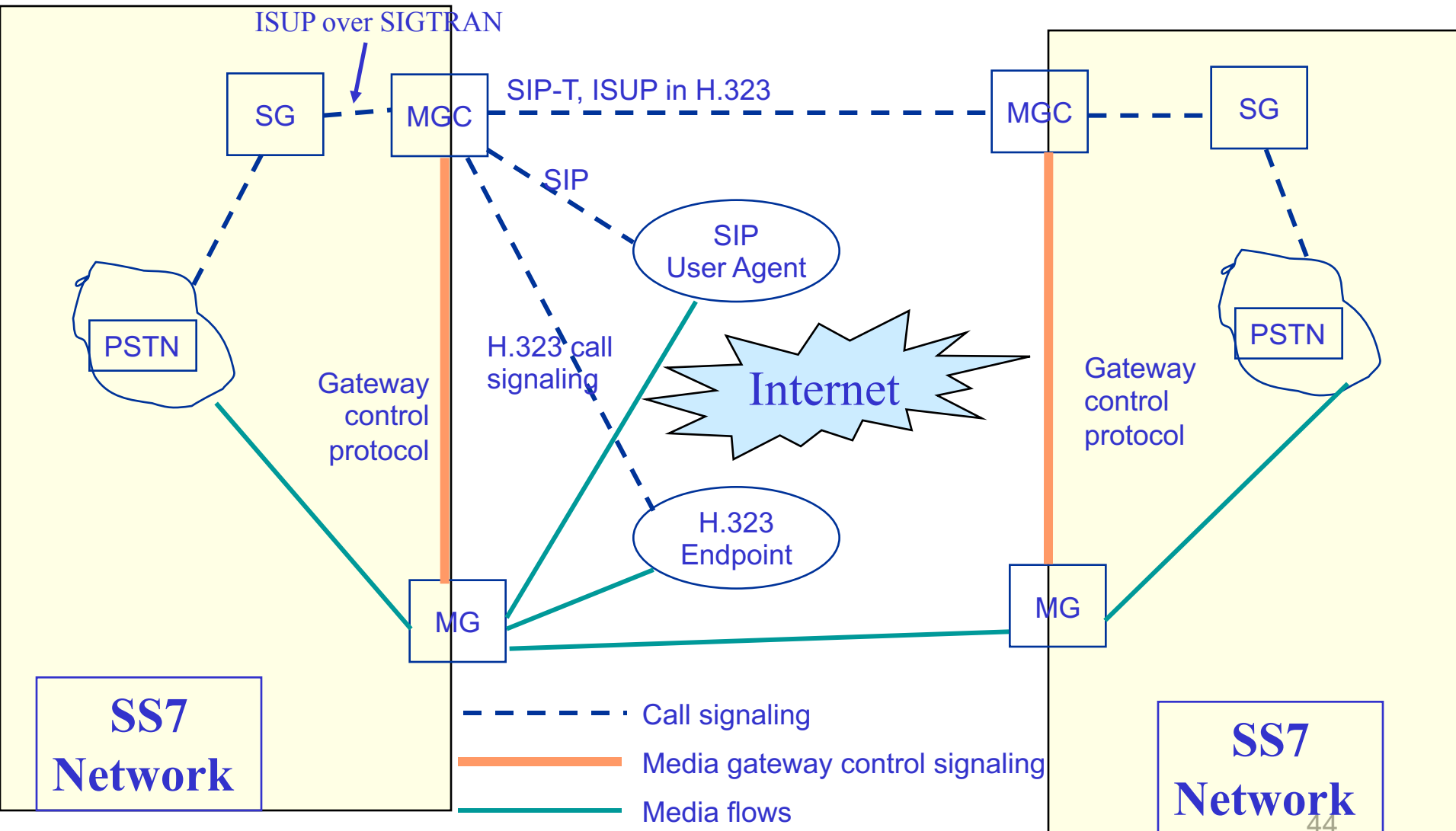
- Problème : comment atteindre un téléphone IP à partir d'un téléphone du RTC ?
 - ◆ Appeler une passerelle interactive qui demande une adresse IP ou un e-mail => Problème de passage à l'échelle
- Besoin d'une procédure automatique. Plusieurs solutions :
 - ◆ 1 préfixe spécial par pays
 - ◆ 1 code spécial (comme les numéros 800)
 - ◆ 1 code de pays pour les téléphones IP
- C'est la première solution qui a été retenue
- Pb : on ne rentre sur Internet que dans le pays du destinataire !
- Attention à la portabilité du numéro !

**"Transformation" du RTC:
Mise en place de passerelles**

Introduction

- Les solutions précédentes permettent les communications entre le monde IP et le RTC
- Inefficace pour les grandes passerelles d'opérateurs
 - ◆ Nombreuses Connexions (H.225, H.245, RTP)
 - ◆ Traitements Longs (message en ASN.1)
- Objectifs :
 - ◆ Suppression à terme du RTC
 - ◆ Besoin de solutions et de stratégies de migration
- Nécessité de prendre en charge au moins pendant quelques années des raccordements RNIS/Analogique
- Besoin de passerelles
 - ◆ Plan de données, plan de contrôle

Mise en place de passerelles



SG: Signaling Gateway, MG: Media Gateway, MGC: Media Gateway Controller

MGCP/Megaco protocoles de gestion des passerelles

Media Gateway Control Protocol (MGCP)

- RFC 2705
- MGCP utilisé pour contrôler des passerelles téléphoniques (de cœur ou résidentielles) par des éléments de contrôle d'appel externes appelés media gateway controllers ou call agents.
- MGCP au-dessus d'UDP : passage à l'échelle, délai
- MGCP utilise SDP pour décrire les connexions:
 - ✦ v=0
 - ✦ c=IN IP4 128.16.59.1
 - ✦ m=audio 3456 RTP/AVP 0 96
 - ✦ a=rtpmap:96 G726/4

Equipements du réseau

2 types de passerelles :

- Residential Gateways (RGW):

- ◆ Conversion format : voix analogique vers numériques
- ◆ Emule la signalisation téléphonique (côté utilisateur)

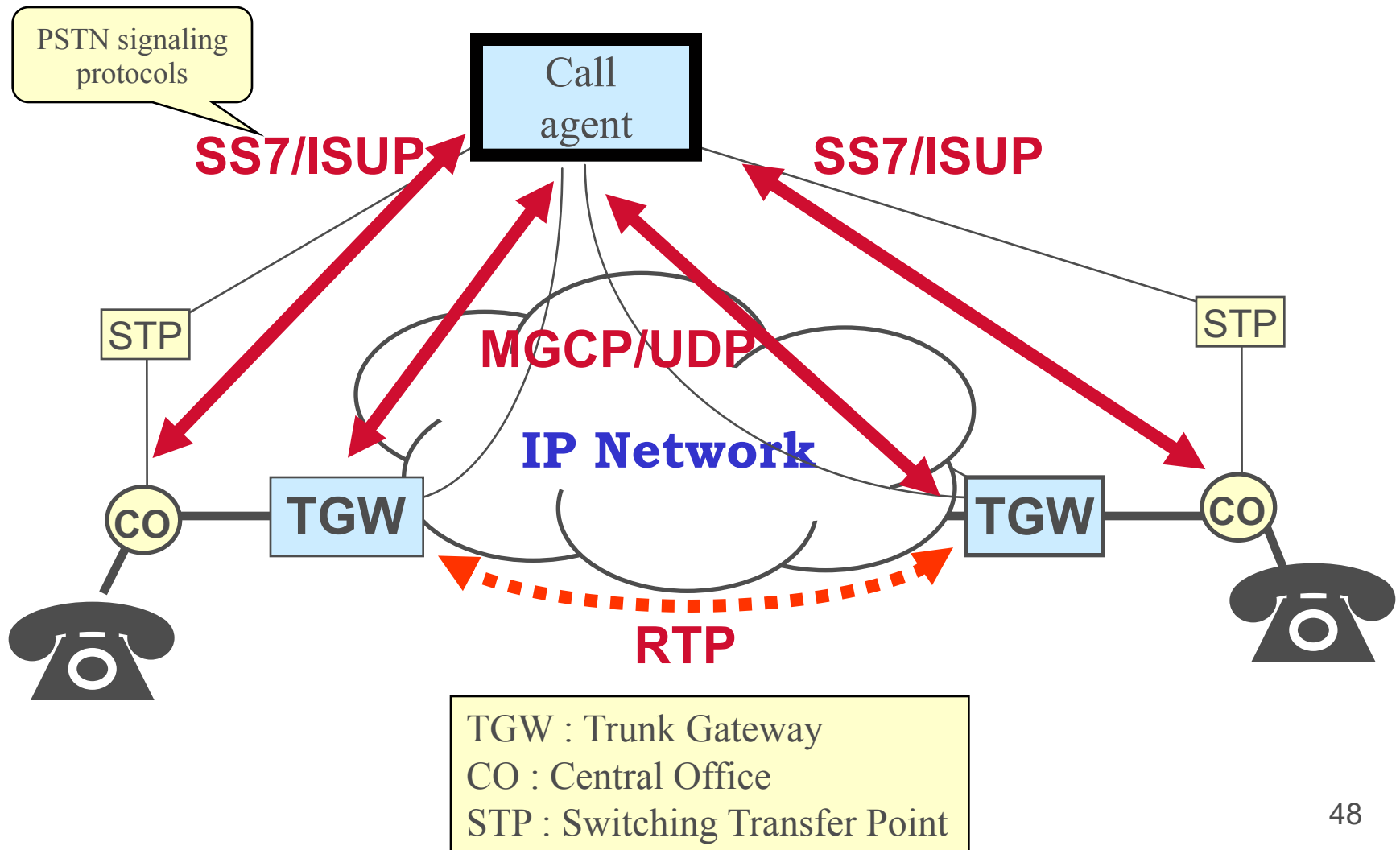
- Trunk Gateway (TGW):

- ◆ Interconnexion Internet-RTC : convertit les formats TDM/RTP - RTP/TDM
- ◆ Supporte MGCP (contrôlé par un Call Agent)

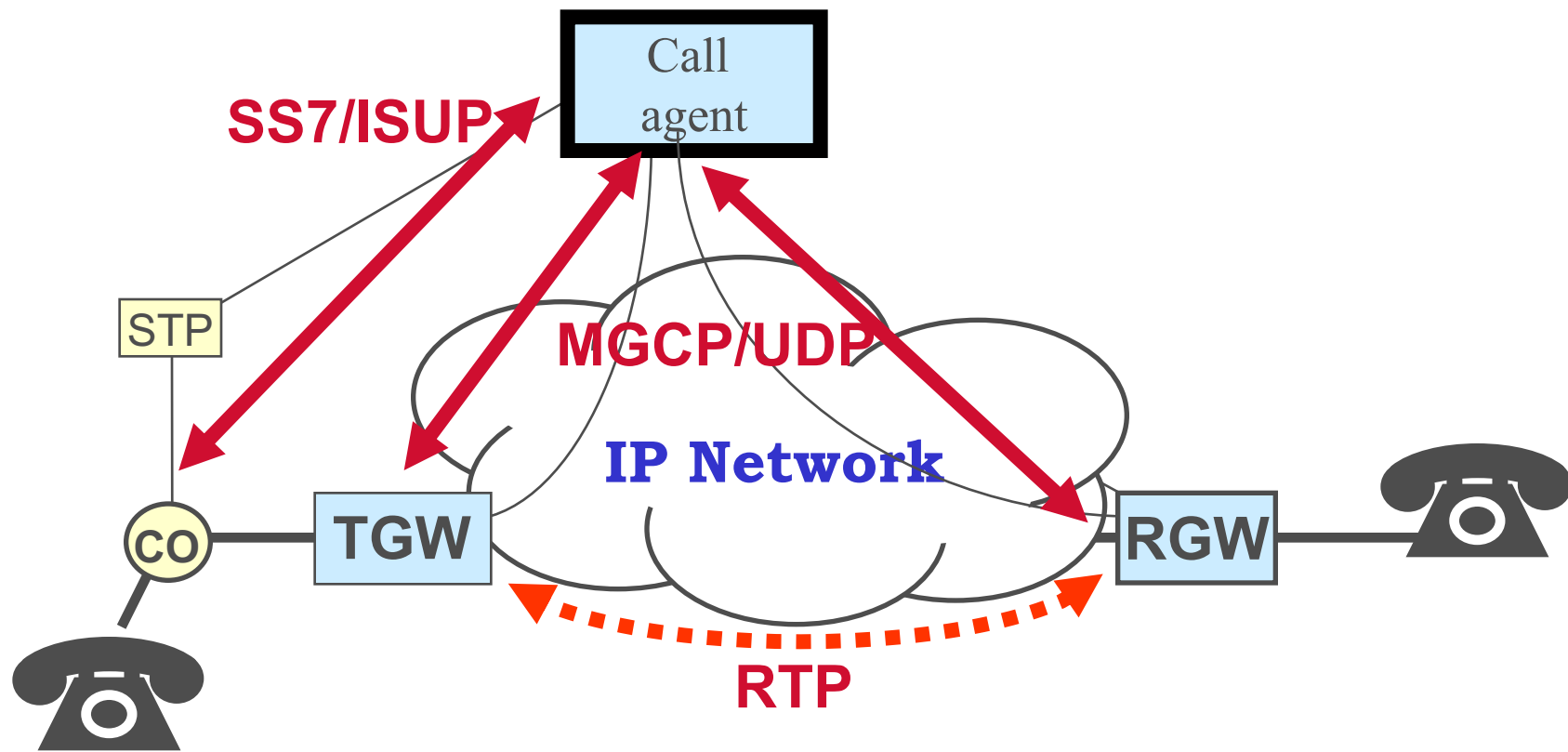
- Call Agent (CA) ou Media Gateway Controller:

- ◆ Contrôle RGW et TGW
- ◆ S'occupe de la signalisation SS7 (TGW est simple: s'occupe de la conversion TDM/RTP)
- ◆ 1 CA contrôle plusieurs GWs

Configurations MGCP (1/3)

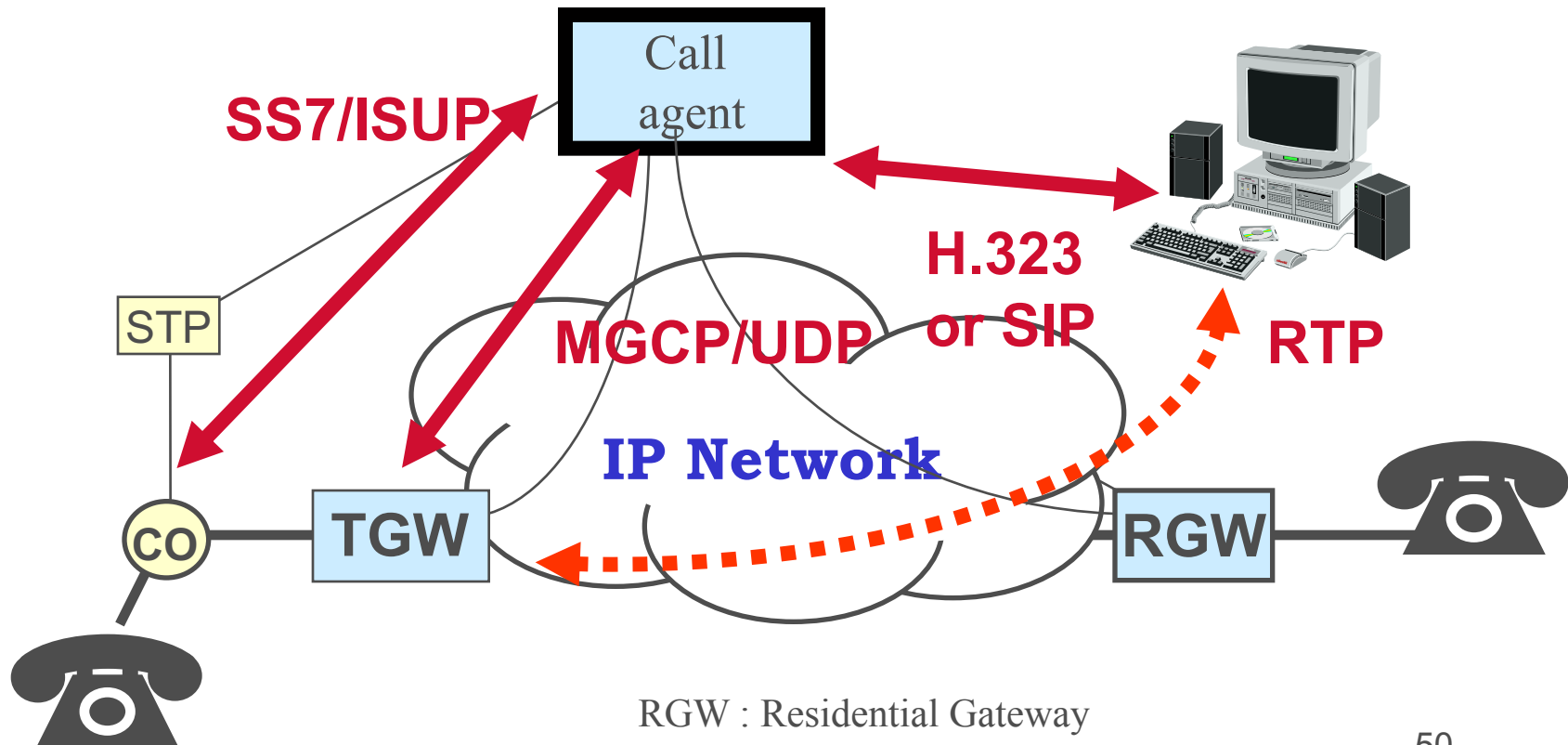


Configurations MGCP (2/3)

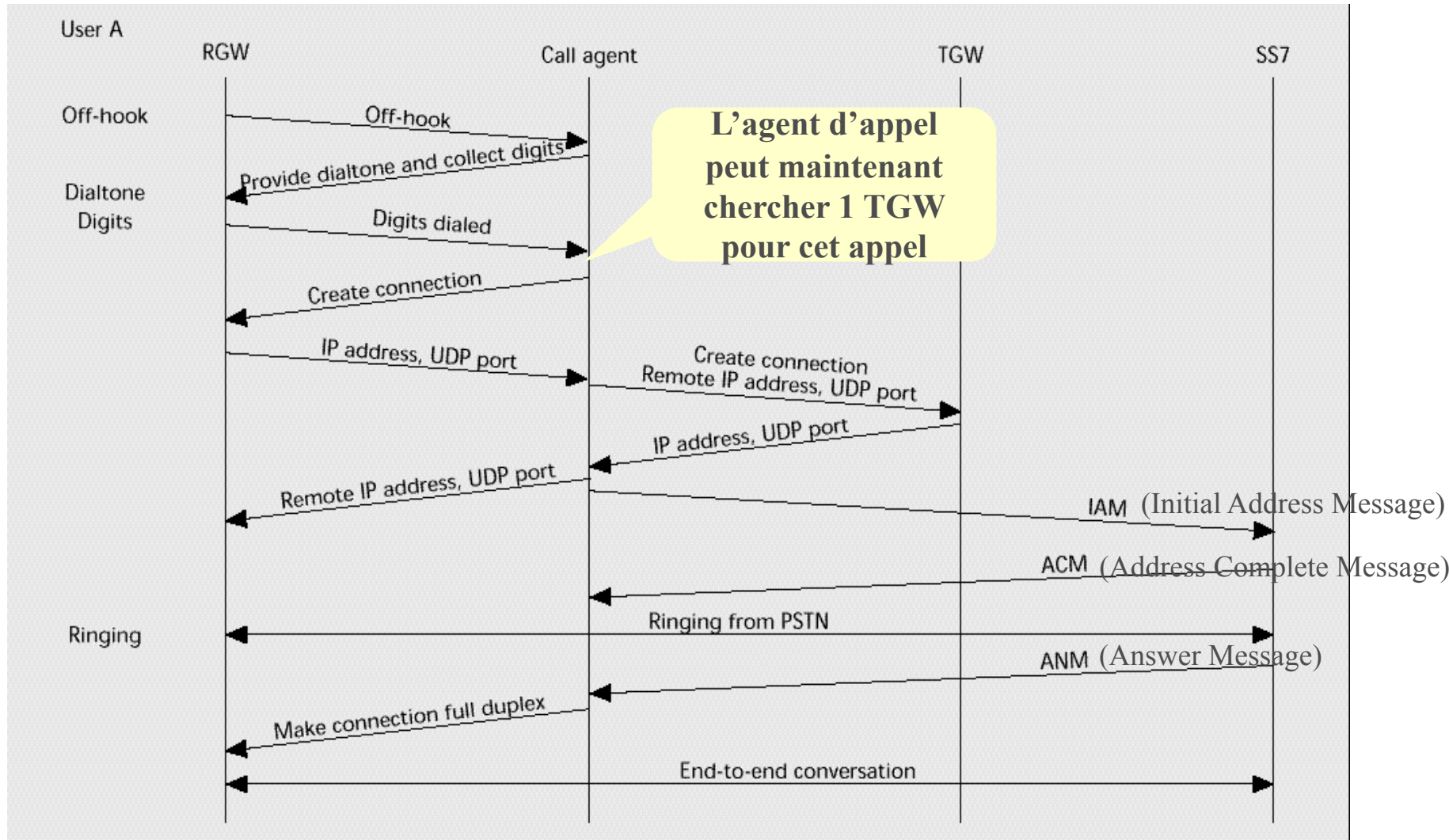


Configurations MGCP (3/3)

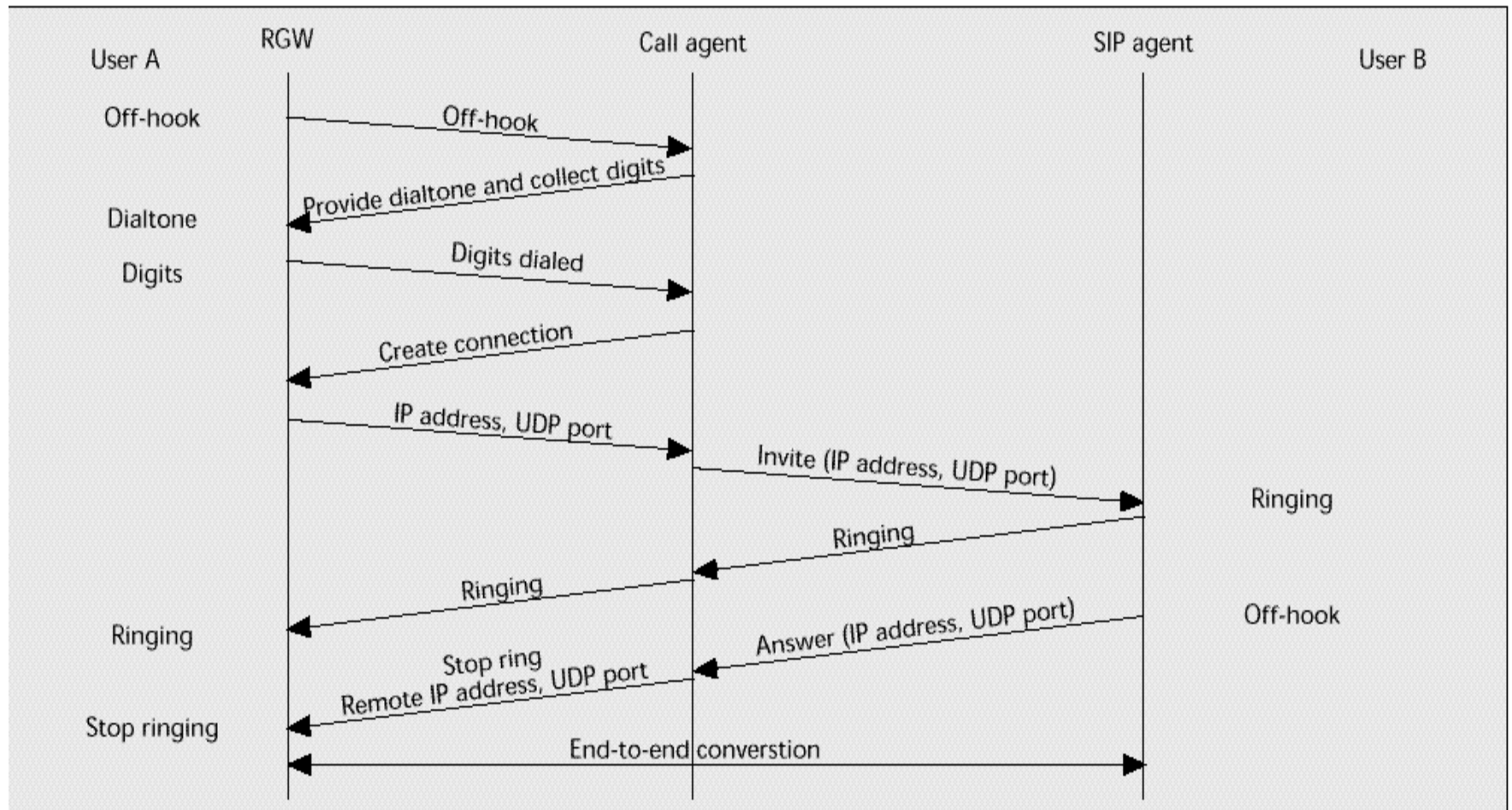
Le CA met en œuvre de nombreux protocoles (SS7, H.323 ou SIP), utilise MGCP pour contrôler les GWs



Communication MGCP/RTC



Communication MGCP/SIP



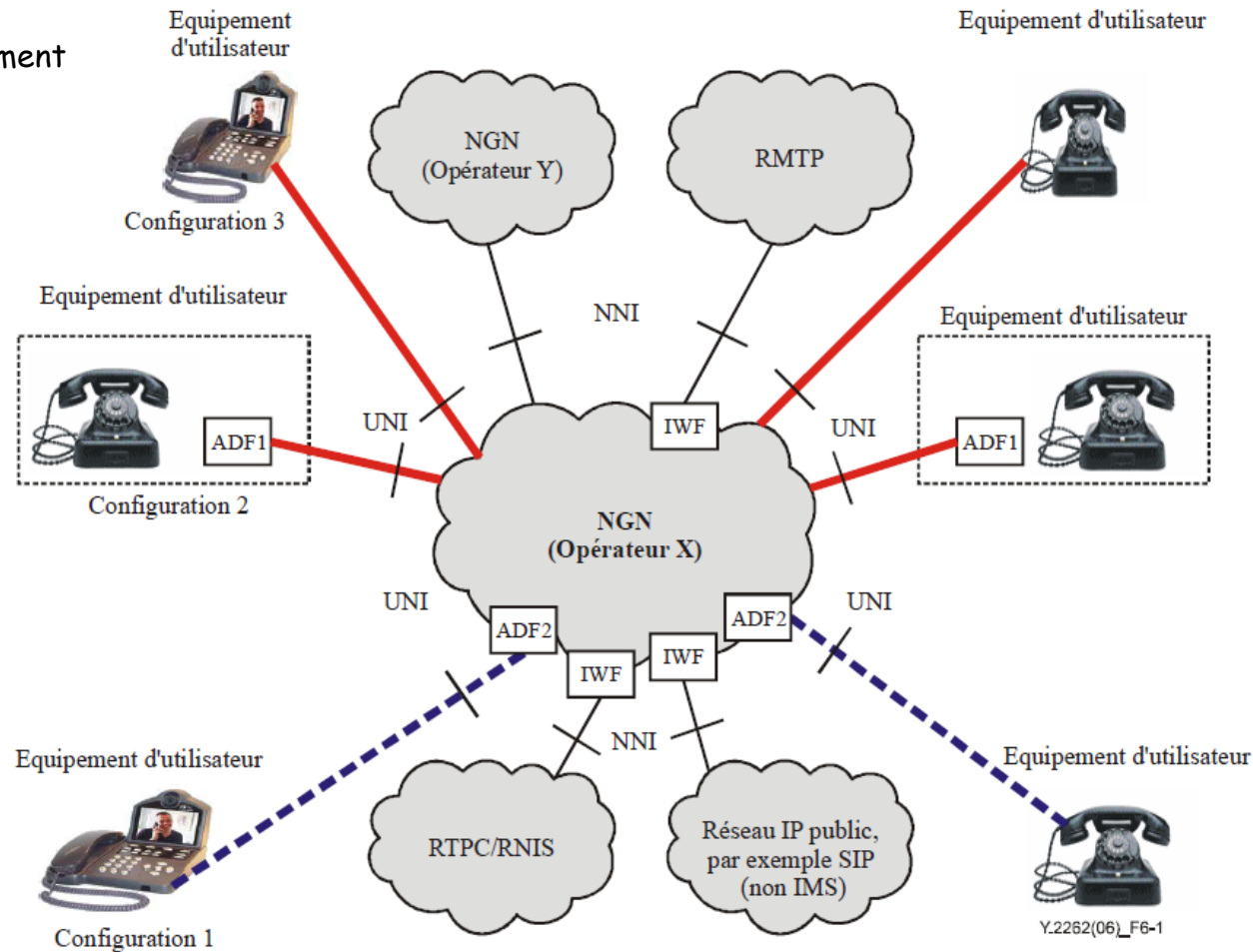
Migration du réseau (d'accès)

- Les raccordements de type VoIP des abonnés résidentiels (ADSL, Fibre...), l'essentiel du travail est fait - on parle de simulation du service Téléphonique (éventuellement un adaptateur chez l'abonné qui prend en charge la numérisation de la voix et la signalisation SIP)
- Raccordement entreprise : Passage des PABX à des IPBX (idem terminaux analogiques)
- Raccordement Analogique/RNIS : à faire
- Remplacement à terme de l'intégralité du coeur de réseau
- Deux grandes solutions :
 - ◆ PES : POTS Emulation System - par des passerelles uniquement (Recommandation ITU-T Y.2271)
 - ◆ IMS : raccordement par les services (besoin de passerelles) (Recommandation ETSI TS 183 043) => en 3ème année ⁵³

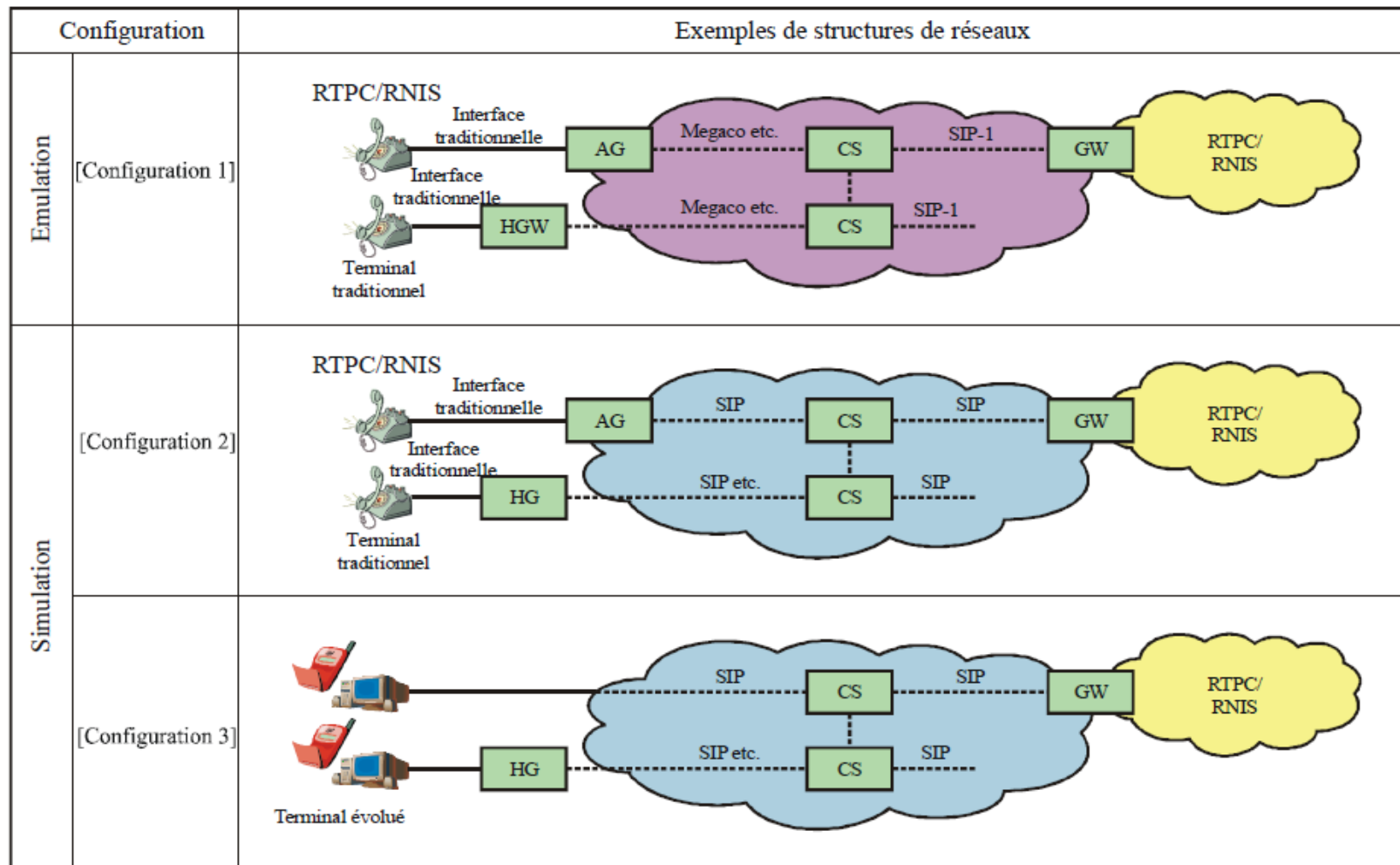
Différentes solutions de migration (Y.2262)

- ADF = fonction d'adaptation

- IWF = fonction d'interfonctionnement



Principaux protocoles

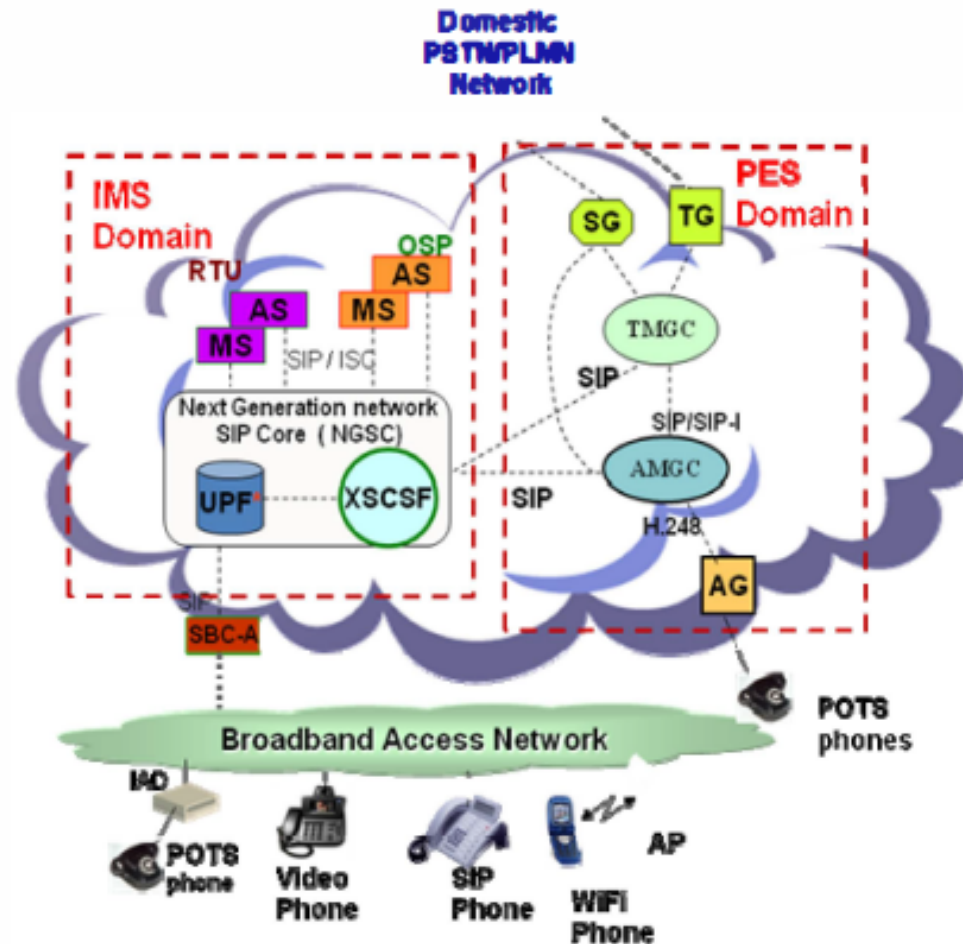


Y.2262(06)_FII-1

AG = Access Gateway

HG = Home Gateway

Architecture Générale avec et sans IMS



AMGC = Access Media Gateway Controller

TMGC = Trunking Media Gateway Controller

SG = Signalling Gateway

TG = Trunking Gateway

Figure 2. NGN_CN architecture.