

RÉSEAUX IP

Voix ET MULTIMÉDIA SUR IP



ANTOINE DELLEY, EIA-FR, DÉPARTEMENT DES TECHNOLOGIES
DE L'INFORMATION, delley@eif.ch

Les réseaux de télécommunications représentent l'épine dorsale informationnelle des entreprises et, par extension, de l'économie. En raison de la forte concurrence qui règne dans le domaine des télécommunications, l'offre en technologies d'accès et en services est très large. Malheureusement, elle pêche souvent par manque de transparence.

Du 18 au 22 octobre 2002, un symposium international destiné aux responsables de la planification et de l'exploitation d'infrastructures publiques de télécommunications a livré un aperçu de la situation. Des représentants de plus de trente pays, invités par l'Union internationale des télécommunications (www.itu.org), ont participé à ce symposium mis sur pied par ICTnet (www.ictnet.ch) et l'EIA-FR (www.eif.ch).

ARCHITECTURE DU RÉSEAU

Le réseau peut être subdivisé en deux parties distinctes, le réseau de transit et le réseau d'accès (fig. 1). Les exigences posées par les applications ont une incidence directe sur les technologies qui seront mises en œuvre, aussi bien au niveau de l'épine dorsale que sur l'accès d'utilisateur.

Un réseau *universel* doit satisfaire à un faisceau d'exigences, souvent contradictoires. Le principal dilemme est la priorisation des applications en temps réel par rapport au transfert de données.

■ La téléphonie et les applications multimédias de communication synchrone requièrent des caractéristiques temps réel. Le temps total de transfert de l'information entre deux interfaces d'utilisateurs ne devrait pas dépasser 200 ms sur une liaison intercontinentale, codage de l'information compris. Cette exigence ne peut pas être satisfaite par les réseaux IP conventionnels, sans mécanisme de contrôle de la qualité de service.

De telles applications fonctionnent généralement avec un débit constant (p. ex. 64 kbit/s pour la parole codée selon G.711). Elles tolèrent sans difficulté un temps d'établissement de la communication de plusieurs centaines de ms.

■ Le transfert de données et les applications Internet traditionnelles sont beaucoup plus tolérantes eu égard à la transparence temporelle. Elles génèrent des débits variables, de quelques bits/s à plusieurs Mbits/s. Elles sont, par contre, très sensibles au temps d'établissement de la communication.

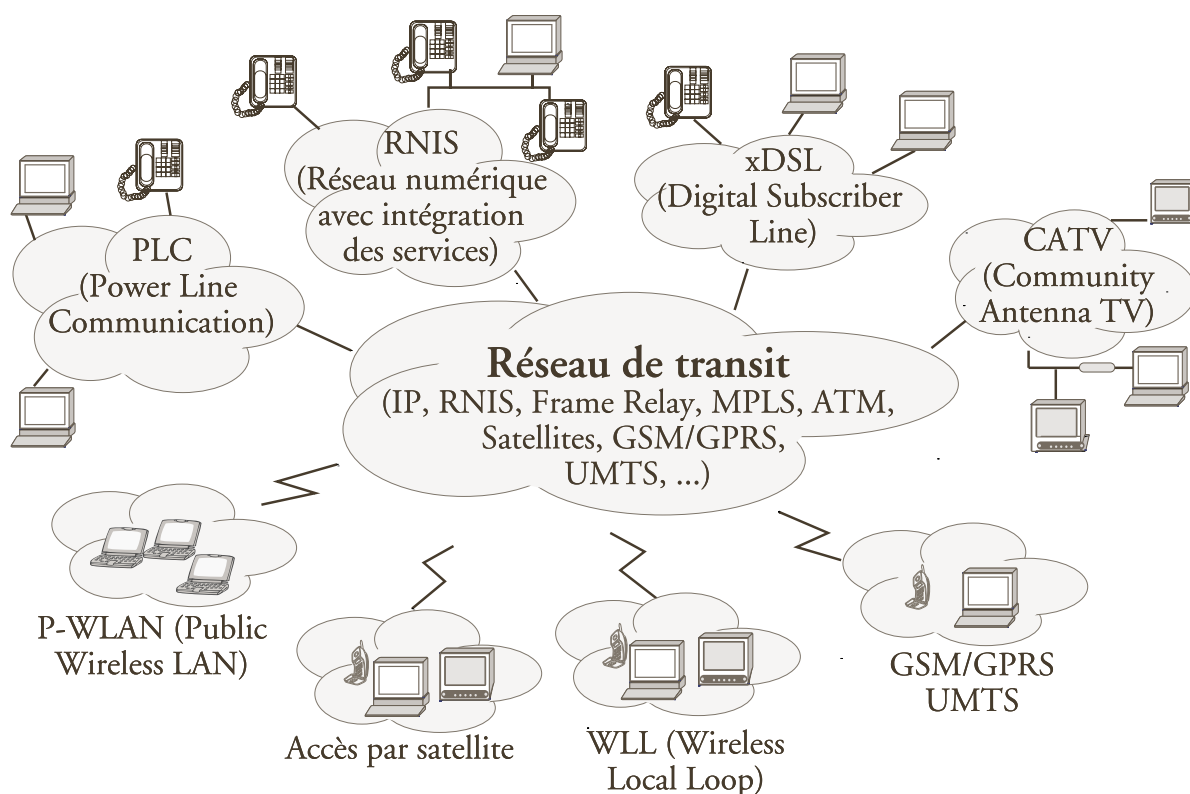


Fig. 1 – ARCHITECTURE DU RÉSEAU

Différentes qualités de service peuvent être implémentées sur les réseaux IP. La version la plus simple est la qualité *Best effort*, c'est-à-dire, sans gestion aucune de la qualité. Ce cas est le plus répandu dans les Intranets et il est généralisé sur l'Internet. A l'autre extrême, les réseaux IP peuvent offrir un service garanti, avec réservation des ressources.

Qualité de service	Mécanisme mis en œuvre	Couche OSI
Best effort	aucun	-
Priorisation des flux	Virtual LAN (VLAN) + priorisation selon IEEE 802.1p	2
Optimisation des trafics	Multi Protocol Label Switching (MPLS)	2-3
Services différenciés	DiffServ	3
Services garantis	Services intégrés (IntServ) + protocole de réservation des ressources (RSVP)	3
Services synchrones	Protocoles temps réel (RTP/RTCP)	≥4

fig. 2 – types de qualités de service dans les réseaux IP

La figure 2 livre une vue d'ensemble des diverses qualités de service et des mécanismes mis en œuvre pour y parvenir. Ce tableau donne un aperçu réducteur. Il n'aborde que les mécanismes mis en œuvre tout au travers du réseau, entre ses points d'extrémité. En plus, pour offrir une qualité de service donnée, il ne suffit pas de mettre en place un mécanisme à une seule couche. A titre d'exemple, la mise en œuvre de services synchrones pour des applications en temps réel, comme la téléphonie, requiert non seulement l'usage des protocoles RTP/RTCP, mais également des mécanismes de priorisation et de réservation des ressources dans les couches inférieures.

Voix et multimédia sur IP

Jusque vers le milieu des années 90, les organismes de normalisation ont tenté de transmettre les données de manière toujours plus efficace sur des réseaux conçus pour la téléphonie. A partir de cette date, il y a eu changement de paradigme. C'est sur les réseaux de données, en particulier sur l'Internet, que l'on s'est évertué à convoier la parole. Il a donc fallu développer des algorithmes de codage audio plus tolérants et introduire des mécanismes de contrôle de la qualité de service dans les réseaux de données.

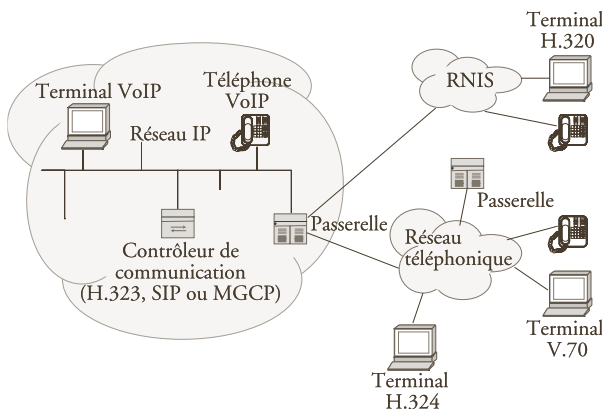


fig. 3 – topologie d'un réseau VoIP (Voice over IP)

La communication multimédia est possible sur divers types de réseaux. Afin d'assurer la compatibilité entre applications, l'UIT (Union Internationale des Télécommunications) et l'IETF (Internet Engineering Task Force) ont élaboré des familles de standards regroupés sous les appellations génériques H.32x, SIP (Session Initiation Protocol) et MGCP (Media Gateway Control Protocol).

CONCEPT VOIP BASÉ SUR H.323

Avec H.323, l'UIT a spécifié un environnement complet de protocoles de communication multimédias pour les réseaux IP. L'interfonctionnement avec les autres réseaux est garanti car des standards apparentés ont été conçus: H.320 pour le RNIS et H.324 pour le réseau téléphonique analogique. H.323 est supporté par la quasi-totalité des constructeurs. Il est, pour cette raison, très largement utilisé comme protocole d'interfonctionnement.

R	TELNET	T	H	H.225	Audio: G.711, G.722, G.723.1, G.728, G.729, MPEG, ... Vidéo: H.261, H.263, MPEG, ... RTP / RTCP	
S	FTP	1	2			
V	SMTP	2	4	Q		R
P	HTTP	0	5	9		A
	...			3	S	
				1		
				TCP	UDP	
IP						
IEEE 802.2 / 802.3 / 802.11 / MPLS / ...						
LAN IEEE 802.3 / 802.11 / SDH / DWDM / ...						

fig. 4 – ARCHITECTURE DES PROTOCOLES SELON H.323

Dans un environnement H.323, l'établissement de la communication est effectué au moyen du protocole Q.931, le même que dans le RNIS. Le protocole RAS (Registration, Admission and Status) sert à l'enregistrement des équipements terminaux et au contrôle d'admission à la communication. H.245 permet de commander les applications de bout en bout. Les applications de données se servent de T.120, alors que l'audio et la vidéo disposent de plusieurs types de codecs.

La figure 5 illustre la procédure d'établissement d'une communication multimédia point à point dans un environnement IP. La première phase se sert du protocole H.225/RAS. Le terminal qui lance l'établissement requiert, au préalable, l'autorisation de la part du portier. Ensuite, par l'intermédiaire du protocole Q.931, il ouvre la connexion vers le partenaire. Le partenaire doit également demander son admission au portier, avant de confirmer l'établissement de connexion. Lorsque les deux terminaux ont achevé la phase de connexion, une phase d'échange de paramètres, basée sur H.245, se déroule. Aussitôt que le canal logique est disponible, la communication audio et vidéo peut débuter. Elle utilise les protocoles RTP (Real Time Protocol) et RTCP (Real Time Control Protocol).

La libération de connexion H.323 débute par une phase de déconnexion entre points d'extrémités. Ensuite, chaque terminal informe le portier de la fin de la communication. Les ressources du réseau sont, dès lors, à nouveau disponibles pour l'ensemble des usagers.

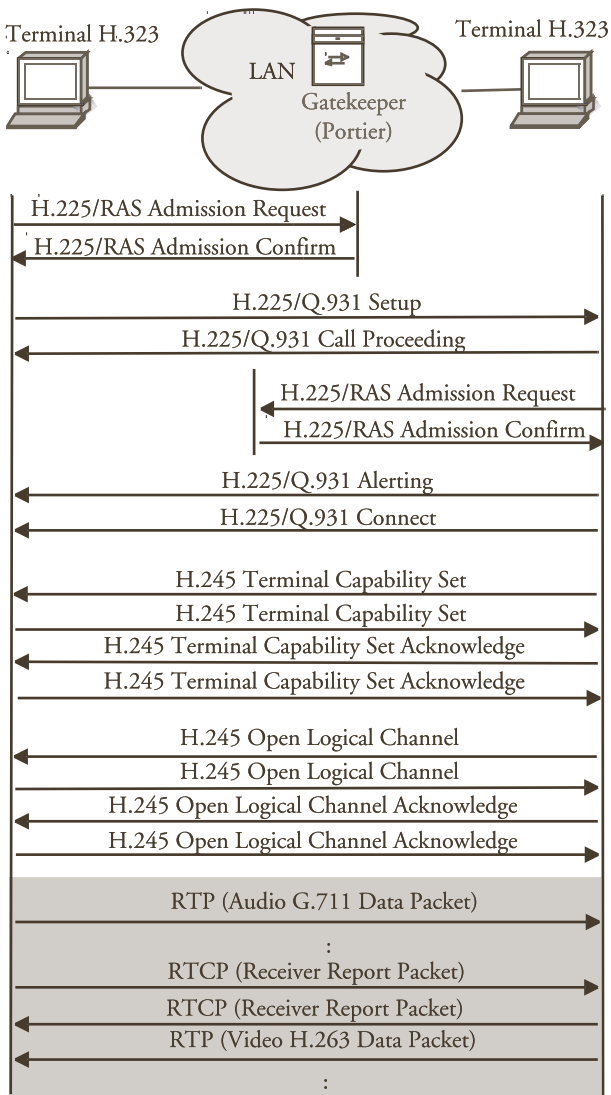


fig. 5: ÉTABLISSEMENT DE CONNEXION AU MOYEN DU PROTOCOLE H.323

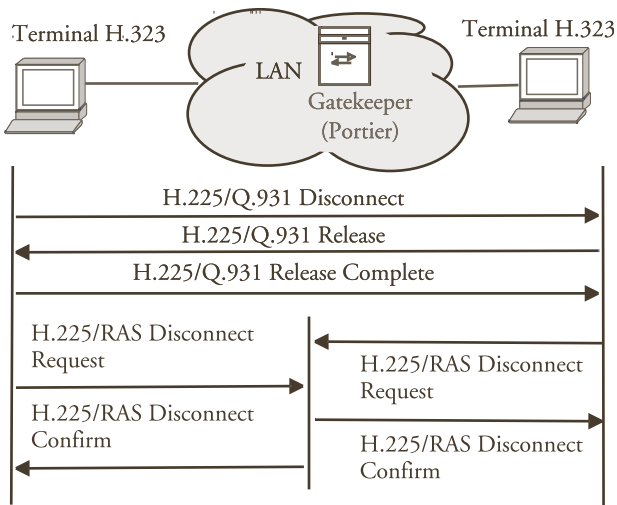


fig. 6 – LIBÉRATION DE CONNEXION DANS H.323

CONCEPT VOIP BASÉ SUR SIP (SESSION INITIATION PROTOCOL)

L'échange des messages de signalisation et de contrôle du protocole SIP est effectué sous la forme de transactions. Il est apparenté au protocole HTTP. Une transaction est composée d'une requête et d'une réponse. Les requêtes sont toujours émises par un client et les réponses par un serveur. Cette même structure client-serveur va se retrouver dans les terminaux, le serveur d'enregistrement, le *proxy* et le serveur de re-direction.

R S V P	TELNET	SIP (SESSION INITIATION PROTOCOL)	Audio: G.711, G.722, G.723.1, G.728, G.729, MPEG, ...
	FTP		Vidéo: H.261, H.263, MPEG, ...
	SMTP		RTP / RTCP
	HTTP		
	...		
		TCP	UDP
IP			
IEEE 802.2 / 802.3 / 802.11 / MPLS / ...			
LAN IEEE 802.3 / 802.11 / SDH / DWDM / ...			

fig. 7 – ARCHITECTURE DES PROTOCOLES SELON SIP

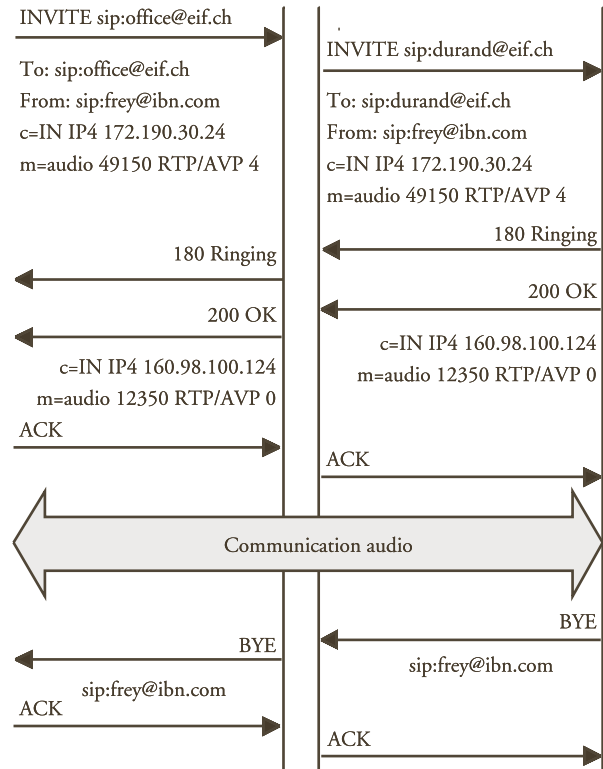
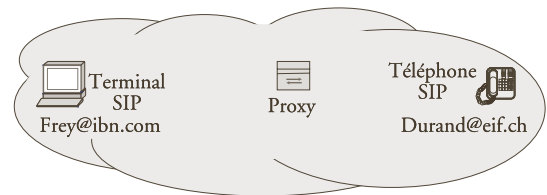


fig. 8 – ÉTABLISSEMENT ET LIBÉRATION D'UNE CONNEXION AU MOYEN DU PROTOCOLE SIP

Dans la figure 8, la demande d'établissement contient les adresses de destination et de source en format SIP, de même que les paramètres c et m. Le paramètre c définit les coordonnées pour le flux audio qui sera émis vers l'utilisateur Frey. Ce flux sera transmis au moyen du protocole IP version 4, vers l'adresse IP 172.190.30.24. Le paramètre m indique qu'il s'agit d'un flux audio qui utilisera le port UDP 49150 et le protocole RTP. Il requiert l'algorithme de codage audio G.723.1 (valeur 4). Dans le sens opposé, le codage audio est de type GSM (valeur 0).

CONCEPT VoIP BASÉ SUR MGCP (MEDIA GATEWAY CONTROL PROTOCOL)

Le protocole MGCP sert à l'échange de message de signalisation entre un contrôleur de passerelles de médias et des passerelles réparties dans un réseau IP. Pour l'établissement et la libération des connexions, MGCP se sert de signaux et d'événements. La standardisation de MGCP a été stoppée pour faire place à MEGACO/H.248 (MEDIA GATEWAY CONTROL protocol), protocole élaboré en collaboration entre l'IETF et l'UIT. Ce nouveau standard n'étant pas dérivé de MGCP, la migration vers MEGACO/H.248 semble très difficile.

R S V P	TELNET	MGCP (Media GATEWAY CONTROL PROTOCOL)	Audio: G.711, G.722, G.723.1, G.728, G.729, MPEG, ...
	FTP SMTP HTTP ...		Vidéo: H.261, H.263, MPEG, ...
			RTP / RTCP
	TCP		UDP
IP			
IEEE 802.2 / 802.3 / 802.11 / MPLS / ...			
LAN IEEE 802.3 / 802.11 / SDH / DWDM / ...			

fig 9 – ARCHITECTURE DES PROTOCOLES SELON MGCP

Dans l'exemple de la figure 10, une connexion entre deux réseaux RNIS transite par un réseau IP. Le contrôleur de passerelles contient également la fonctionnalité de passerelle de signalisation. Les passerelles de médias convertissent les flux de paquets IP contenant le signal audio en des flux synchrones à 64 kbit/s, et inversement. La signalisation mise en œuvre entre le RNIS et la passerelle de signalisation est basée sur le système de signalisation no 7 (SS7). La commande des passerelles de médias est faite au moyen du protocole MGCP.

Suite au message d'établissement IAM (Initial Address Message) du protocole SS7, le contrôleur de passerelles ordonne l'ouverture d'une connexion avec les messages CRCX (Create Connection) et transmet le message IAM vers sa destination. L'ouverture de connexion est confirmée avec les messages ACK (Acknowledge). Le message MDCX (Modify Connection) permet de transmettre à la passerelle de gauche le numéro de port UDP choisi par la passerelle de droite. Les messages ACM (Address Complete) et ANM (Answer Message) du SS7 permettent d'indiquer de bout en bout que la sonnerie retentit, respectivement, que l'utilisateur appelé a répondu. La libération de la connexion est effectuée au moyen des messages DLCX (Delete Connection) et ACK, pour le protocole MGCP, et de REL (Release) et RLC (Release Complete), pour le SS7.

tue au moyen des messages DLCX (Delete Connection) et ACK, pour le protocole MGCP, et de REL (Release) et RLC (Release Complete), pour le SS7.

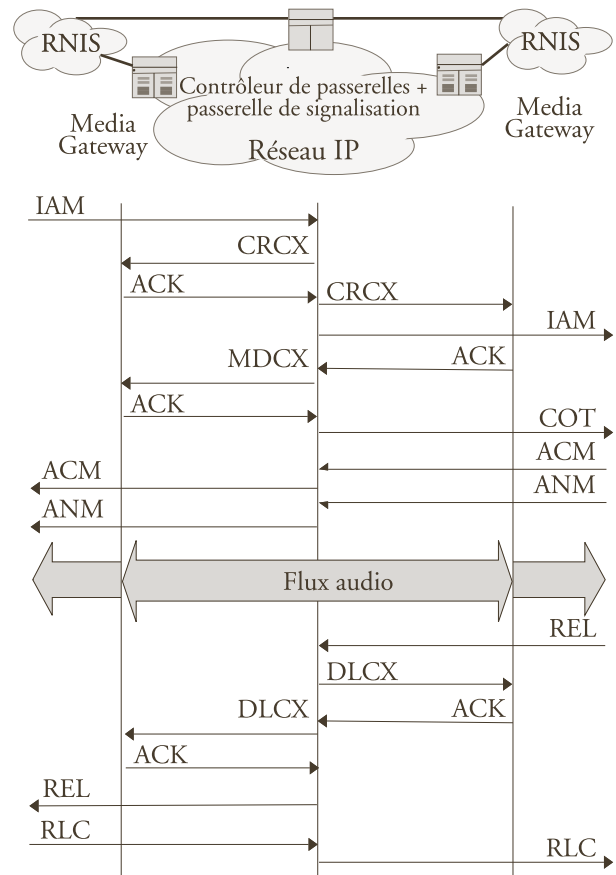


fig. 10 – ÉTABLISSEMENT ET LIBÉRATION DE CONNEXION AU MOYEN DU PROTOCOLE MGCP

Dans un prochain article, nous décrirons et comparerons les différentes technologies d'accès aux réseaux (RNIS, xDSL, câble TV, câbles d'énergie, UMTS, boucle locale radio, LAN sans fil public, satellite,...). ■

ERRATUM

L'article Déploiement d'une grille de calcul à l'EPFL: vers un plan d'urbanisme du 17 décembre 2002 donnait l'adresse du site e-scale pour l'échange d'informations destiné aux personnes qui s'intéressent à ce type de développement. Une faute de frappe s'est malencontreusement glissée dans le texte, nous vous redonnons ici l'adresse exacte :

<http://www2.epfl.ch/e-scale>.

Avec nos excuses.

Marie-christine.Sawley@epfl.ch