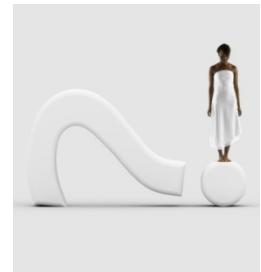




egilia®
LEARNING



Téléphonie sur IP : état de l'art

Identification : TIP

www.egilia.com

Microsoft
CERTIFIED
Partner

CITRIX partner

Sun
microsystems

Business Partner
hp
invent

Novell



Copyright © EGILIA Learning. All rights reserved

Votre interlocuteur

- **Titre** : Responsable Filière Réseaux
- **Ancienneté EGILIA** : 6 ans
- **Diplômes** : CCNA, CCNP, CCSP, CCVP, CCIE R&S, CCIE SP, INFOSEC NSA, MCSE 2003, Citrix CCA, Juniper JNCIA, MCTS SQL
- **Formation** : Ingénieur, Master of Science
- **Contact** : erwan.guillemot@egilia.com



Erwan GUILLEMOT

Objectifs de ce module

Ce module va vous permettre de :

- ❑ Comprendre les problématiques associées à une infrastructure de ToIP
- ❑ Sélectionner la solution adaptée
 - ❑ A la taille de l' entreprise
 - ❑ Aux fonctionnalités nécessaires
- ❑ Préparer le déploiement d' une infrastructure ToIP
 - ❑ Impacts sur le réseau IP
 - ❑ Déploiement
 - ❑ Coût



Plan du module

Voici les parties que nous allons aborder :

- Partie 1 : Historique des télécoms**
- Partie 2 : Concepts fondamentaux de la ToIP**
- Partie 3 : Les protocoles de la ToIP**
- Partie 4 : Solutions et avantages de la VoIP**



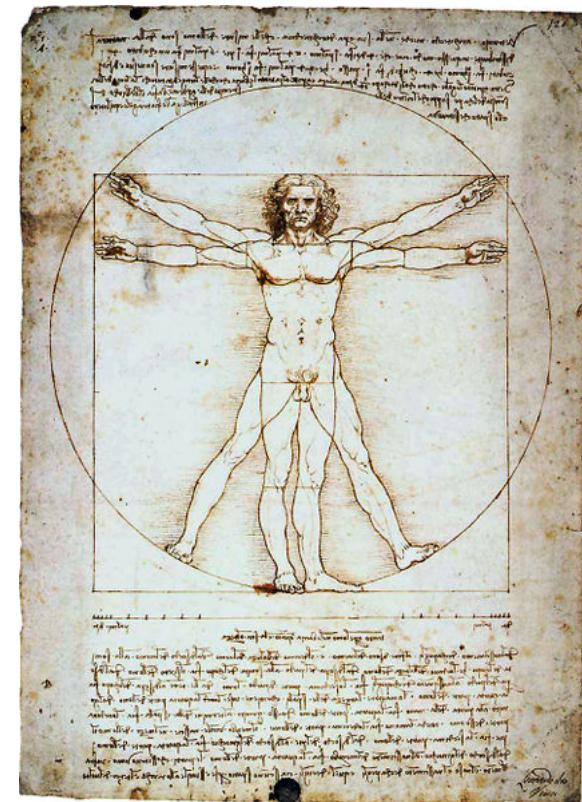
Partie 1



Plan de la Partie

Voici les chapitres que nous allons aborder :

- **Chapitre 1** : Téléphonie analogique
- **Chapitre 2** : Téléphonie numérique
- **Chapitre 3** : Naissance de la téléphonie sur IP



Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 1 : Téléphonie analogique

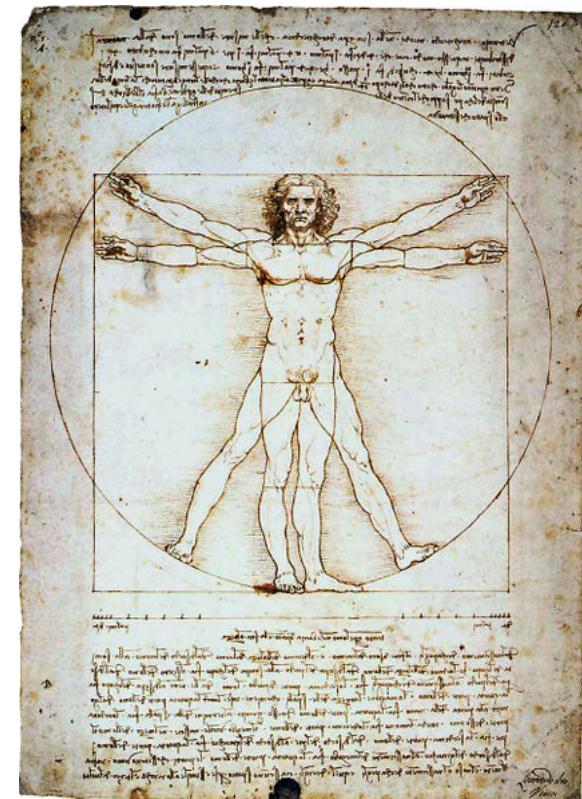
Voici les points que nous allons aborder :

□ Introduction

□ Les réseaux opérateurs

□ Les PABX

□ Les Tie-trunks



Chap. 1 : Téléphonie analogique

Introduction

- ❑ Téléphonie
 - ❑ Nom donné par François Sudre dans les années 1830
 - ❑ Système de communications
- ❑ Equipements
 - ❑ Les terminaux
 - ❑ Les systèmes centraux
 - ❑ Des serveurs annexes pour ajouter des fonctionnalités
 - ❑ Les liaisons entre équipements



Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 1 : Téléphonie analogique

Les terminaux

- Téléphones
- FAX
- Minitel
- Répondeur
- Modem
- Serveur vocal interactif

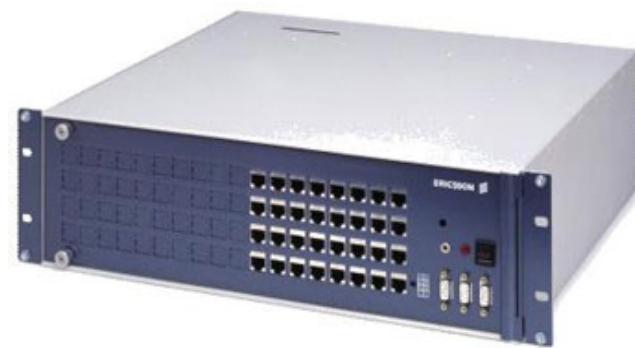


Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 1 : Téléphonie analogique

Les systèmes centraux

- Central téléphonique
 - Aussi appelé commutateur téléphonique
 - Etablissement des communications
 - Connexion à l'opérateur
 - Signalisation
- En interne, souvent appelé Autocom ou PABX
 - Private Automatic Branch eXchange



Chap. 1 : Téléphonie analogique

Les PABX et les Tie-trunks

- Les PABX
 - Appels entre poste sans passer par le PSTN
 - Connexion au PSTN
 - Gestion des SDA (Sélection directe à l' arrivée)
 - Gestion des fonctions de base ou avancées de la téléphonie privée
- Les tie-trunks
 - Interconnexion de PABX

Chap. 1 : Téléphonie analogique

Les fonctions téléphoniques

- Communications de base
 - Etablissement de la liaison
 - Décrochage / Raccrochage
 - Numérotation
 - Signalisation
 - Main libre
 - Assistants de numérotation

Chap. 1 : Téléphonie analogique

Les fonctions téléphoniques

- Services complémentaires
 - Transfert
 - Renvoi
 - Interception
 - Identification de l' appelant
 - Conférences
 - Identification d' appel en cours (MWI)

Chap. 1 : Téléphonie analogique

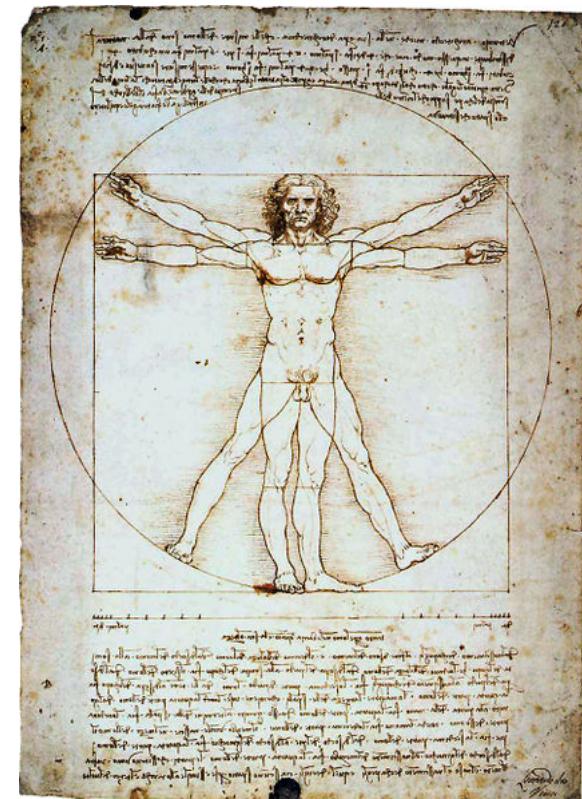
Réseau analogique

- ❑ Réseau téléphonique commuté
 - ❑ Basé sur la modulation à basse fréquence d'un courant électrique porteur
 - ❑ Un chemin est établi entre la source et la destination
 - ❑ Traversant de nombreux commutateurs
 - ❑ Un seul chemin → un seul délai
 - ❑ Fonctionne sur 2 fils pour un seul appel
 - ❑ 48V DC

Chap. 2 : Téléphonie numérique

Voici les points que nous allons aborder :

- Le réseau opérateur**
- La numérisation de la voix**



Chap. 2 : Téléphonie numérique

Réseau numérique

- ❑ Aussi appelé ISDN
 - ❑ Integrated Service Digital Network
 - ❑ Réseau Numérique à Intégration de Service (RNIS)
 - ❑ Permet plusieurs communications simultanée grâce à la numérisation de la voix et l' utilisation d' un ou plusieurs canaux de contrôle
 - ❑ 2 types d' accès
 - ❑ Accès de base (BRI) : 2 canaux B
 - ❑ Accès primaire (PRI) : 30 canaux B

Chap. 2 : Téléphonie numérique

Numérisation de la voix sur les réseaux ISDN

- Echantillonnage
- Quantifier l' échantillon
- Encoder en une valeur binaire

Chap. 2 : Téléphonie numérique

Echantillonnage

- ❑ Echantillonner de façon régulière
- ❑ Taux = 2 fois la plus grande amplitude utile
 - ❑ Théorème de Nyquist
- ❑ Résultat de l' échantillon
 - ❑ PAM = Pulse Amplitude Modulation

Chap. 2 : Téléphonie numérique

Quantification

- 8 grandes divisions appelées cordes ou échelles
- Chaque échelle contient 16 marches différemment espacées
- La quantification fait correspondre l' échantillon à une des marches
 - Assigne un nombre entier qui définit l' amplitude de l' échantillon

Chap. 2 : Téléphonie numérique

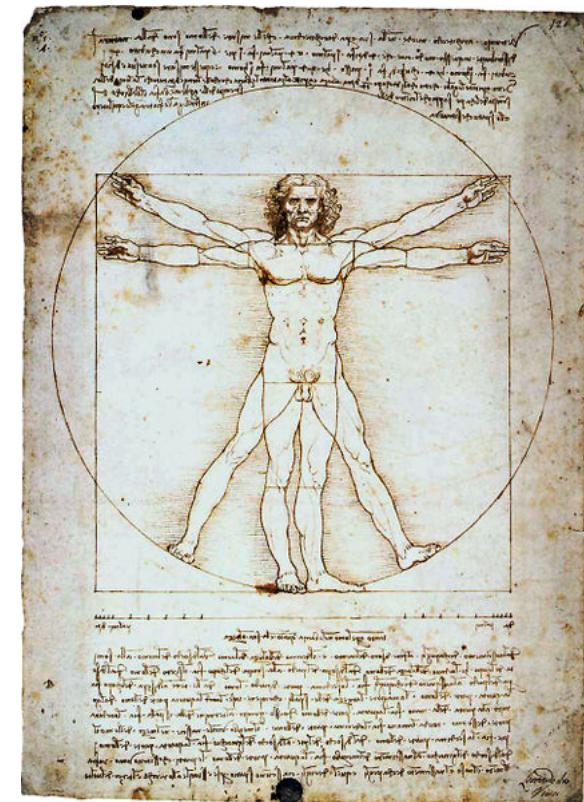
Encodage

- L'encodage traduit le nombre entier en train binaire
- Eventuellement, il peut y avoir compression
- L'échantillonnage a lieu 8000 fois par secondes
 - Fréquence utile pour une conversation téléphonique
 - 4000 Hz
 - Chaque échantillon est représenté sur 8 bits
 - → Chaque canal B a donc un débit de 64 Kbs

Chap. 3 : Naissance de la ToIP

Voici les points que nous allons aborder :

- **Bref historique**
- **Introduction sur les défis de la ToIP**
- **Introduction sur les avantages de la ToIP**



Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 3 : Naissance de la ToIP

Historique

- ❑ En 1994
 - ❑ Alan Cohen et Lior Haramaty invente le concept de voix sur IP
- ❑ En 1995
 - ❑ VocalTec propose le premier logiciel de téléphonie sur IP
 - ❑ Intel, Microsoft et Radvision initie la standardisation des systèmes de VoIP
- ❑ En 1996
 - ❑ L'ITU-T développe le protocole H.323
- ❑ En 1999
 - ❑ SIP est créé, Asterisk voit le jour
- ❑ En 2004
 - ❑ Les opérateurs proposant des services de VoIP émergent
- ❑ En 2008
 - ❑ 80% des PABX sont des IPBX

Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 3 : Naissance de la ToIP

Les défis de la ToIP

- La qualité de service
- La fourniture du courant
- Les appels d'urgence
- Le manque de redondance
- La portabilité du numéro

Chap. 3 : Naissance de la ToIP

Les avantages de la ToIP

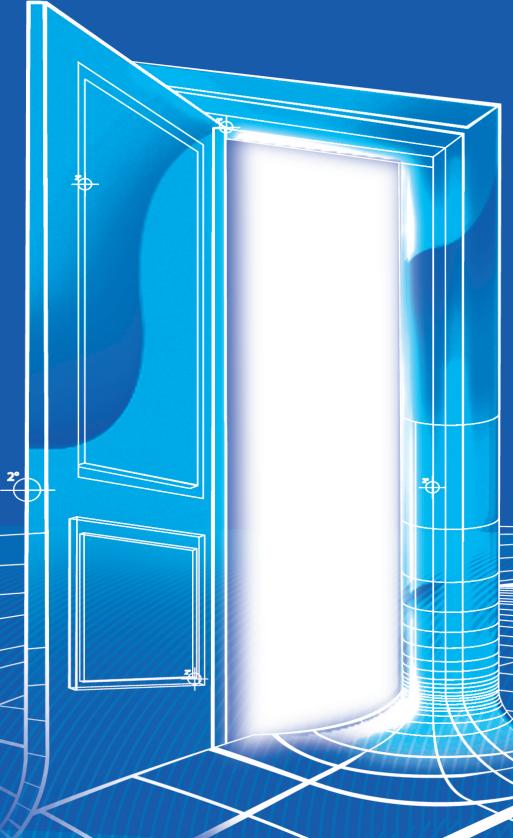
- Maîtrise des coûts d'exploitation
- Mobilité des utilisateurs
- Intégration aux outils informatiques
- Consolidation de l'infrastructure réseau
- Gestion des compétences

Chap. 3 : Naissance de la ToIP

Les défis de la ToIP

- La qualité de service
- La fourniture du courant
- Les appels d'urgence
- Le manque de redondance
- La portabilité du numéro

Partie 2

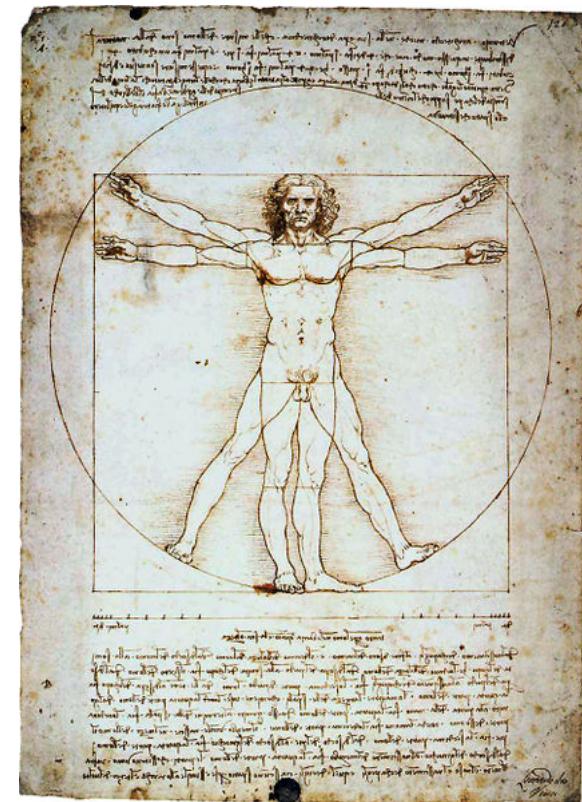


**Concepts
fondamentaux de la
ToIP**

Plan de la Partie

Voici les chapitres que nous allons aborder :

- **Chapitre 1** : Intégration au réseau de données
- **Chapitre 2** : La qualité de service
- **Chapitre 3** : Matériel et options de déploiements



Chap. 1 : Intégration au réseau de données

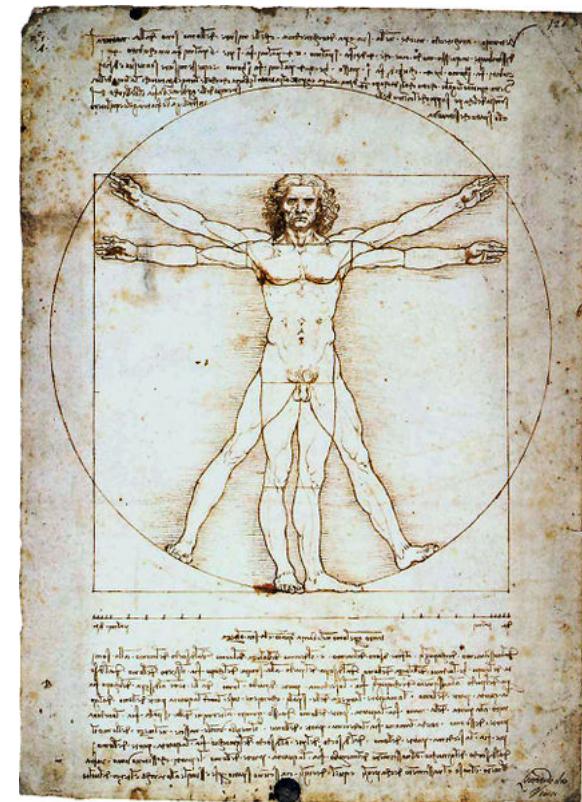
Voici les points que nous allons aborder :

□ Introduction

□ Les commutateurs

□ Les VLANs

□ La fourniture du courant



Chap. 1 : Intégration au réseau de données

Introduction

❑ ToIP

- ❑ La téléphonie sur IP est vue sur le réseau local
- ❑ Les postes sont des postes IP
- ❑ Le commutateur téléphonique est un IIPBX

❑ VoIP

- ❑ Transport de la voix entre 2 sites
 - ❑ Par exemple entre 2 passerelles voix



Chap. 1 : Intégration au réseau de données

Les commutateurs

- ❑ Les téléphones peuvent contenir un switch 3 ports
 - ❑ Un port pour le switch en amont
 - ❑ Port Accès ou Trunk 802.1q
 - ❑ On peut donc séparer en VLAN les flux Data des flux Voix
 - ❑ Un port pour connecter un PC
 - ❑ Port Accès
 - ❑ Un port pour son propre flux Voix
 - ❑ Port Accès

Chap. 1 : Intégration au réseau de données

Les commutateurs

- ❑ Les paquets Voix peuvent être transmis sur un VLAN Voix unique (Voice VLAN Id : VVID)
 - ❑ Ou sur le VLAN Data (VLAN Natif, appelé Port VLAN ID : PVID)
- ❑ Sur le commutateur
 - ❑ On crée un trunk, généralement l' IPBX indique au téléphone son VLAN et le VLAN du PC associé au téléphone
 - ❑ Si le commutateur et le téléphone sont de marque Cisco
 - ❑ Utilisation de CDP (Cisco Discovery Protocol) pour indiquer au téléphone le VLAN Voix

Chap. 1 : Intégration au réseau de données

Fourniture du courant

- ❑ PoE
- ❑ Le câble à paires torsadées UTP (ou STP) peut être utilisé pour transporter le courant
- ❑ 48V DC
- ❑ Aussi appelé Inline Power
- ❑ Le switch est la source du courant



Chap. 1 : Intégration au réseau de données

Fourniture du courant

- ❑ 2 méthodes PoE
 - ❑ Cisco Inline Power (ILP)
 - ❑ Méthode propriétaire Cisco développée avant le standard 802.3af
 - ❑ Standard 802.3af

Chap. 1 : Intégration au réseau de données

Détection du dispositif PoE

- ❑ Le switch laisse toujours le courant éteint pour un port désactivé
 - ❑ Ensuite le switch essaie toujours de détecter si un « powered device » est connecté quand le lien est établi
 - ❑ Détection pour les 2 méthodes (ILP et 802.3af)
 - ❑ Pour 802.3af
 - ❑ Le switch commence à fournir un faible voltage par les paires réception et émission
 - ❑ Si il mesure une resistance de 25 KOhm → un dispositif PoE est présent
 - ❑ Le switch pour aussi tester d' autre voltage pour connaître la classe du dispositif

Chap. 1 : Intégration au réseau de données

Les classes 802.3af

Classe de puissance	Puissance maximum offerte par le 48V DC	Notes
0	15,4 W	Classe par défaut
1	4,0 W	Classe optionnelle
2	7,0 W	Classe optionnelle
3	15,4 W	Classe optionnelle
4	-	Utilisation future

Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 1 : Intégration au réseau de données

Détection du dispositif PoE Cisco

- ❑ ILP fonctionne différemment
 - ❑ Le switch envoie une tonalité de test à 340 KHz
 - ❑ Quand un téléphone Cisco est éteint, ses paires de réception et transmission forment une boucle
 - ❑ Ainsi le switch reçoit en retour la tonalité test
 - ❑ Fourniture du courant



Chap. 2 : La qualité de service

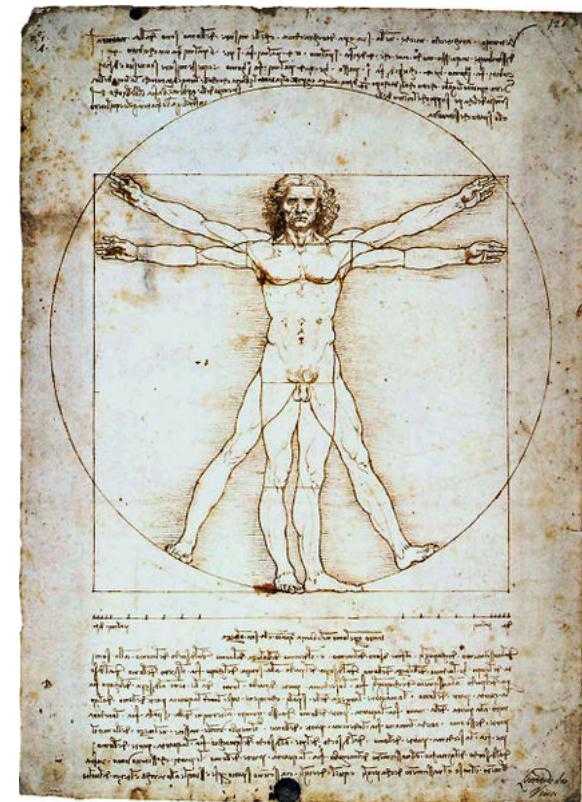
Voici les points que nous allons aborder :

□ Introduction

□ Le modèle IntServ

□ Le modèle DiffServ

□ Mesurer la qualité de la voix



Chap. 2 : La qualité de service

Introduction

- ❑ Problèmes liés à la QoS
 - ❑ Le manque de bande passante
 - ❑ Le délai
 - ❑ La variation de délai
 - ❑ La perte de paquets



Chap. 2 : La qualité de service

Manque de bande passante

- ❑ $BP_{max} = \min(10 \text{ Mbps}, 256 \text{ kbps}, 512 \text{ kbps}, 100 \text{ Mbps}) = 256 \text{ kbps}$
- ❑ $BP_{dispo} = BP_{max} / \text{flux}$
- ❑ Mieux gérer le manque de bande passante
 - ❑ Augmenter la bande passante
 - ❑ Transmettre les paquets les plus importants en premier
 - ❑ Compresser les trames
 - ❑ Compresser les paquets

Chap. 2 : La qualité de service

Le délai

- ❑ Les types de délai
 - ❑ Processing delay
 - ❑ Queueing delay
 - ❑ Serialization delay
 - ❑ Propagation delay



Chap. 2 : La qualité de service

Processing delay / Queueing delay

❑ Processing Delay

- ❑ Temps pris par le dispositif pour accepter les trames sur une interface

- ❑ Prendre sa décision

❑ Queueing Delay

- ❑ Temps pendant lequel un paquet peut être placé dans une file d'attente

- ❑ Ce temps dépend de la taille de la file d'attente

Chap. 2 : La qualité de service

Serialization delay / Propagation delay

❑ Serialization delay

❑ Temps nécessaire à la transmission d'un bit sur un média

❑ Par exemple

❑ 125 octets sur une liaison Fast Ethernet

$$\square (125 \times 8) / 100\ 000\ 000 = 0,01 \text{ ms}$$

❑ Propagation delay

❑ Temps pris par les bits pour véhiculer sur le média

❑ Formule = Longueur du média / 2.1×10^8

❑ Ainsi le délai de propagation pour véhiculer un bit sur 1000 kilomètres est de $1\ 000\ 000 / 2.1 \times 10^8 = 4.8 \text{ ms}$

Chap. 2 : La qualité de service

Mieux gérer le délai

- ❑ Augmenter la bande passante
- ❑ Transmettre les paquets les plus importants en premier
- ❑ Compresser les trames
- ❑ Compresser les paquets



Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 2 : La qualité de service

La variation de délais

- ❑ Variation de délais entre les paquets voix à la destination due à
 - ❑ Congestion
 - ❑ Méthodes de queueing inappropriée
 - ❑ Erreurs de configuration
- ❑ Quand un routeur reçoit des paquets voix
 - ❑ Il doit les placer dans un « play out buffer » aussi appelé « dejitter buffer »
 - ❑ Cela lui permet d'envoyer un flux continu vers le DSP
 - ❑ Cela affecte le délai global

Chap. 2 : La qualité de service

La perte de paquets

- ❑ Appelé Tail Drop
- ❑ A lieu quand une file d'attente a dépassé sa taille maximum
- ❑ Gérer la perte de paquets
 - ❑ Augmenter la bande passante sur le lien
 - ❑ Garantir assez de bande passante pour les paquets sensibles
 - ❑ Prévenir la congestion en supprimant les paquets non importants

Chap. 2 : La qualité de service

La perte de paquets

- ❑ Des paquets voix sont supprimés
 - ❑ Quand le réseau est instable
 - ❑ En cas de congestion
 - ❑ Quand les délais variables sont trop importants pour être acceptés à le dejitter buffer
- ❑ Les algorithmes standards de codec utilisés dans les DSP performantes corrigent de 20 à 50 ms de voix perdue
 - ❑ Algorithme PLC (Packet Loss Concealment)

Chap. 2 : La qualité de service

Définition de la QoS

- ❑ Capacité d'un réseau à fournir des services spécifiques
- ❑ Notion d'amélioration
- ❑ Détriment d'autre services
- ❑ VVD
 - ❑ Voice
 - ❑ Video
 - ❑ Data

Chap. 2 : La qualité de service

Les modèles de QoS

- ❑ Best-Effort
 - ❑ Pas de QoS
- ❑ IntServ
 - ❑ Les applications indiquent aux composants réseau qu' ils ont besoin d' une QoS particulière
- ❑ DiffServ
 - ❑ Le réseau reconnaît les classes de paquets qui ont besoin d' une QoS particulière

Chap. 2 : La qualité de service

Best-Effort

- ❑ Internet est initialement basé sur ce modèle
- ❑ Un seul de mode pour tous les trafics
 - ❑ Aucune différentiation entre les types de trafic
- ❑ Analogie
 - ❑ Envoyer une lettre par la poste en standard

Chap. 2 : La qualité de service

IntServ

- ❑ Certaines applications ont des besoins spécifiques en bande passante ou en délai
 - ❑ Garantit un comportement prévisible pour ces réseaux
- ❑ Réception garantie
 - ❑ Aucun autre trafic ne peut utiliser la bande passante réservée
- ❑ Analogie
 - ❑ Disposer de son propre service postal

Chap. 2 : La qualité de service

IntServ

- ❑ Fournit différents niveaux de services
- ❑ Utilise RSVP
 - ❑ Resource ReSerVation Protocol
 - ❑ Mécanismes de mises en files d'attente
 - ❑ Fonctionnalité de bout en bout

Chap. 2 : La qualité de service

IntServ

❑ Avantages

- ❑ Contrôle explicite des ressources
- ❑ Signalisation possible sur les numéros de port dynamique

❑ Inconvénients

- ❑ Signalisation continue (mode stateful)
- ❑ Non granulaire pour les grands réseaux
- ❑ Hormis réseaux opérateurs

Chap. 2 : La qualité de service

IntServ

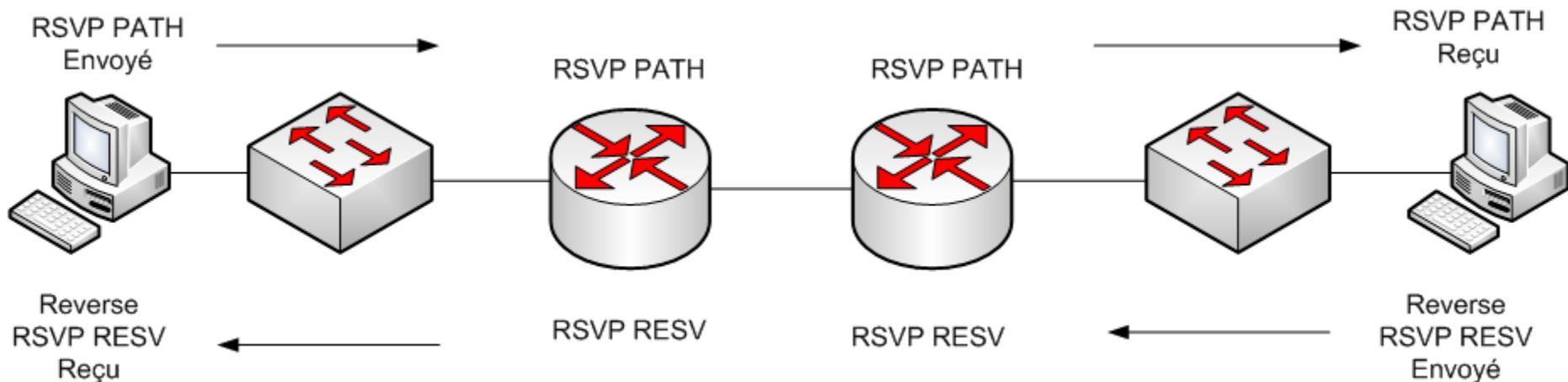
- ❑ IntServ fournit des services QoS aux applications
- ❑ Services fournis de bout en bout
- ❑ Fonctionne avec RSVP
- ❑ CAC (Call Admission Control)
 - ❑ Utilisé à travers tout le réseau pour assurer la disponibilité en bande passante

Chap. 2 : La qualité de service

IntServ

❑ RSVP utilise les messages suivant :

- ❑ PATH
- ❑ RESV
- ❑ Error and Confirmation
- ❑ Teardown



Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 2 : La qualité de service

Le modèle DiffServ

- ❑ Le trafic est identifié en classes
- ❑ Niveaux de service pour chaque classe
- ❑ Pas de garantie de service
- ❑ Mécanisme complexe
- ❑ Très granulaire

Chap. 2 : La qualité de service

Le modèle DiffServ

- ❑ Differentiated Service Model
- ❑ Décrit des services associés avec des classes de trafic
 - ❑ La classification de trafic et le conditionnement sont faits aux extrémités de réseau → champ DSCP
 - ❑ Differentiated Service Code Point

Chap. 2 : La qualité de service

Format d'un paquet IP

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	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																								
Version		IHL		TOS								Total length																																											
Identification								Flags		Fragment offset																																													
TTL				Protocol				Header checksum																																															
Source IP address																																																							
Destination IP address																																																							
Options and padding :::																																																							

Chap. 2 : La qualité de service

Champ ToS

00	01	02	03	04	05	06	07
Precedence			D	T	R	M	o
Valeur		Description					
0		Routine					
1		Priority					
2		Immediate					
3		Flash					
4		Flash override					
5		CRITIC/ECP					
6		Internetwork control					
7		Network control					

Chap. 2 : La qualité de service

Champ ToS

D : Besoin en délai

Valeur	Description
0	Délai normal
1	Délai faible

T : Besoin en bande passante

Valeur	Description
0	Débit normal
1	Haut débit

Chap. 2 : La qualité de service

Champ ToS

R : Besoin en fiabilité

Valeur	Description
0	Fiabilité normale
1	Haut fiabilité

M : Importance du coût financier

Valeur	Description
0	Coût monétaire normal
1	Minimiser le coût

Chap. 2 : La qualité de service

Per Hop Behavior

- ❑ Basé sur les 3 bits IP Precedence du champ ToS
 - ❑ 000 = Défaut (Best-Effort)
 - ❑ 101 = Expedited Forwarding
 - ❑ 001, 010, 011, 100 = Assured Forwarding

Chap. 2 : La qualité de service

Assured Forwarding

- ❑ Garantit une quantité de bande passante minimale pour une classe
- ❑ Donne accès à une bande passante supplémentaire si possible
- ❑ Les codes AF à utiliser sont importants car ils vont impacter le fonctionnement du WRED

Chap. 2 : La qualité de service

Assured Forwarding

Probabilité de suppression de paquets	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Faible	001010 AF ₁₁ DSCP 10	010010 AF ₂₁ DSCP 18	011010 AF ₃₁ DSCP 26	100010 AF ₄₁ DSCP 34
Moyenne	001100 AF ₁₂ DSCP 12	010100 AF ₂₂ DSCP 20	011100 AF ₃₂ DSCP 28	100100 AF ₄₂ DSCP 36
Importante	001110 AF ₁₃ DSCP 14	010110 AF ₂₃ DSCP 22	011110 AF ₃₃ DSCP 30	100110 AF ₄₃ DSCP 38

Chap. 2 : La qualité de service

Expedited Forwarding

- ❑ Utilisé pour véhiculer des paquets avec
 - ❑ Faible perte
 - ❑ Faible latence
 - ❑ Faible gigue
 - ❑ Bande passante garantie
- ❑ Valeur du champ DSCP
 - ❑ 101110
 - ❑ Soit 46 en décimal

Chap. 2 : La qualité de service

Principes de la QoS

- ❑ Identifier les flux
- ❑ Auditer le métier
- ❑ Identifier les besoins
- ❑ Définir le niveau de service pour chaque flux
- ❑ Définir des classes
- ❑ Définir des actions pour chaque types de flux

Chap. 2 : La qualité de service

Les recommandations de l'ITU-T

- Pour la voix
 - Latence < 150 ms
 - Gigue < 30 ms
 - Perte < 1%
 - 17-106 kbps de bande passante garantie par appel
 - 150 bps pour la bande passante nécessaire à la signalisation

Chap. 2 : La qualité de service

Recommandation G.114

- ❑ Délai en sens unique
 - ❑ De 0 à 150 ms
 - ❑ Acceptable pour la plupart des applications
 - ❑ De 150 à 400 ms
 - ❑ Acceptable mais peut affecter la qualité de la voix
 - ❑ Au-delà de 400 ms
 - ❑ Inacceptable

Chap. 2 : La qualité de service

Les recommandations de l'ITU-T

- ❑ Pour la vidéo
 - ❑ Latence \leq 150 ms
 - ❑ Gigue \leq 30 ms
 - ❑ Perte \leq 1%
 - ❑ Bande passante minimale :
 - ❑ Flux vidéo + 20%
 - ❑ Par exemple pour un flux à 400 Kbs
 - ❑ 480 Kbs de bande passante nécessaire

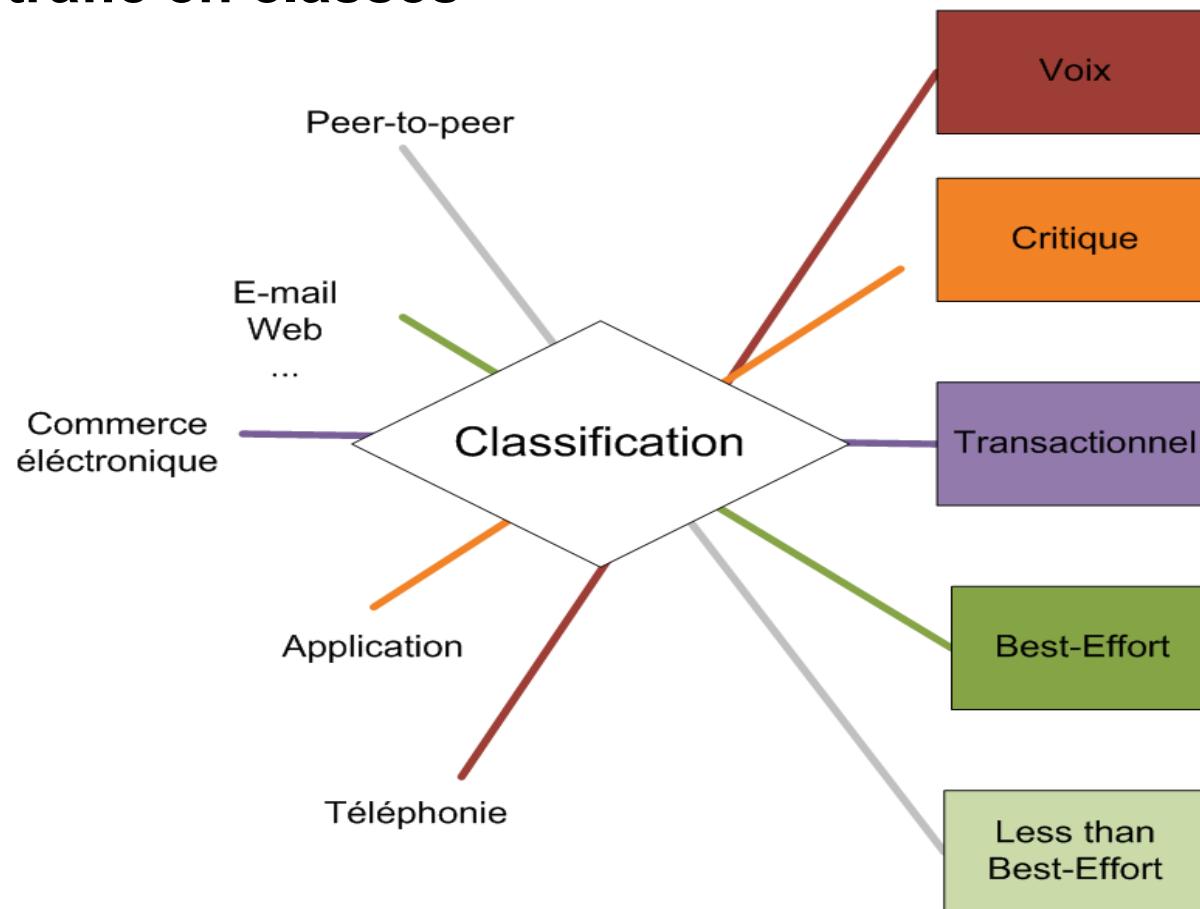
Chap. 2 : La qualité de service

Besoins pour les données

- ❑ Des applications différentes ont des besoins différents
 - ❑ Différentes versions d'une même application ont des besoins différents
- ❑ Classer le trafic données en classes (pas plus de 4 ou 5)
 - ❑ Critique
 - ❑ Transactionnelle
 - ❑ Best-Effort
 - ❑ Less than best-effort

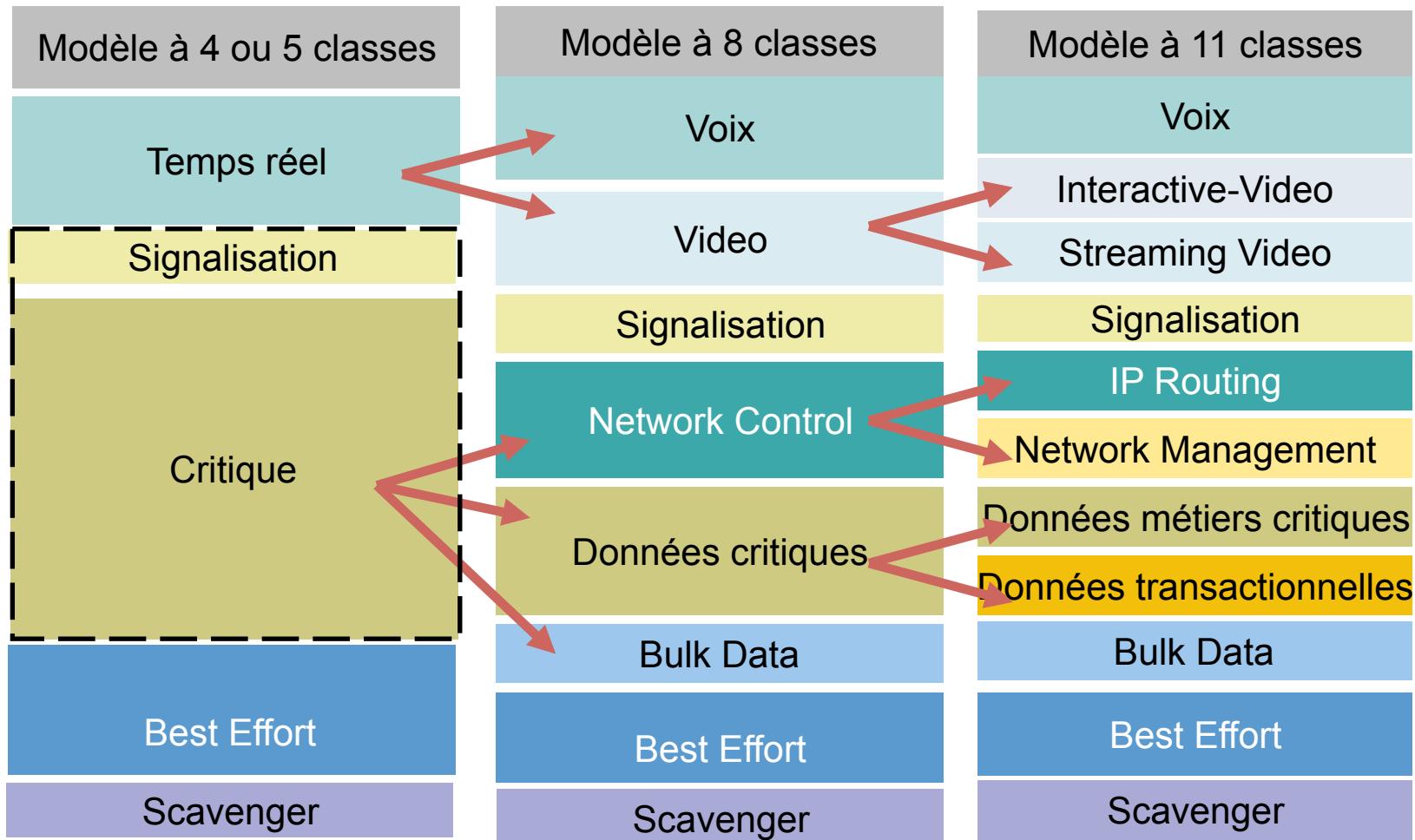
Chap. 2 : La qualité de service

Séparer le trafic en classes



Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 2 : La qualité de service



Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 2 : La qualité de service

Application	L3 Classification			L2 CoS
	IPP	PHB	DSCP	
Routing	6	CS6	48	6
Voice	5	EF	46	5
Video Conferencing	4	AF41	34	4
Streaming Video	4	CS4	32	4
Mission-Critical Data	3	AF31*	26	3
Call Signaling	3	CS3*	24	3
Transactional Data	2	AF21	18	2
Network Management	2	CS2	16	2
Bulk Data	1	AF11	10	1
Scavenger	1	CS1	8	1
Best Effort	0	0	0	0

Chap. 2 : La qualité de service

Définir des actions

- ❑ Les actions de QoS possibles sont les suivantes
 - ❑ Configurer une bande passante maximale mais strictement prioritaire (Priority Queueing)
 - ❑ Configurer une bande passante minimale disponible (Weighted Fair Queueing)
 - ❑ Configurer une bande passante maximale (Policing)
 - ❑ Lisser un débit (Shaping)
 - ❑ Prévenir la congestion en supprimant des paquets avant la congestion (Weighted Random Early Detection)

Chap. 2 : La qualité de service

Les actions de QoS

- ❑ Le marquage (coloring ou marking)
- ❑ Permet de donner ou modifier la valeur du champ ToS (couche 3) ou du champ CoS (couche 2)
- ❑ Ainsi on pourra reconnaître les paquets colorés plus loin dans la topologie grâce aux valeurs modifiées

Chap. 2 : La qualité de service

Valeur CoS

- ❑ Il est important de conserver une cohérence entre les trames et les paquets
- ❑ Au niveau couche 2, sur les trunks ISL ou dot1q, il existe un champ de 3 bits indiquant la valeur CoS
 - ❑ Comme vu précédemment on tend à utiliser le même valeur CoS que la valeur IP Precedence

Chap. 2 : La qualité de service

Valeur CoS

CoS	Application
7	Réservé
6	Réservé
5	Canal Voix
4	Vidéo conférence
3	Signalisation
2	Données prioritaires
1	Données moyennement prioritaire
0	Best Effort

Chap. 2 : La qualité de service

Le queueing

- Weighted Fair Queueing
 - Attribuer des bandes passantes minimales pour chaque classes (flux)
- Possibilité de définir pour une seule classe une priorité stricte
 - Les paquets de cette classe seront toujours commutés en premier
 - On indique donc un maximum de bande passante strictement prioritaire

Chap. 2 : La qualité de service

L'évitement de la congestion

- ❑ Il est préférable de supprimer des paquets non importants avant que la congestion ait lieu
 - ❑ Il s'agit de la méthode Weighted Random Early Detection
- ❑ Les classes auxquelles sont attribuées un code AF pourront supprimer des paquets selon 2 seuils

Chap. 2 : La qualité de service

WRED

- ❑ Utilise plusieurs profiles RED
 - ❑ Chaque profile est identifié par
 - ❑ Minimum Threshold
 - ❑ Maximum Threshold
 - ❑ Maximum Drop Probability
 - ❑ La sélection pour appartenir à un profile est basé sur
 - ❑ IP Precedence
 - ❑ DSCP
 - ❑ Ne peut être utilisé qu' avec WFQ

Chap. 2 : La qualité de service

Policing

- ❑ Permet de limiter la bande passante pour un flux
- ❑ Au-delà de la bande passante attribuée
 - ❑ Suppression
 - ❑ Remarquage

Chap. 2 : La qualité de service

Shaping

- ❑ Permet de lisser la bande passante utilisée par une classe
 - ❑ Utilise un mécanisme de mise en file d'attente

Chap. 2 : La qualité de service

Mesure de la qualité de la voix

- ❑ MOS : Mean Opinion Score
- ❑ Note donnée par les humains (subjectif)
- ❑ De 1 à 5
 - ❑ 5 : excellent (excellent)
 - ❑ 4 : bonne (good)
 - ❑ 3 : moyen (fair)
 - ❑ 2 : mauvais (poor)
 - ❑ 1 : insatisfaisant (unsatisfactory)

Chap. 2 : La qualité de service

Mesure de la qualité de la voix

- ❑ PSQM : Perceptual Speech Quality Measurement
 - ❑ Norme ITU P.861 en test actuellement
 - ❑ Note de 0 à 6.5 où 0 est la meilleure note
- ❑ PAM : Perceptual Analysis Measurement
 - ❑ Permet de prédire le résultat d'une méthode subjective comme MOS en incluant des facteurs connus comme les codecs utilisés
- ❑ PESQ : Perceptual Evaluation of Speech Quality
 - ❑ ITU P.862
 - ❑ Combine PSQM et PAM

Chap. 2 : La qualité de service

Outil de mesure

- ❑ Il est important de vérifier le bon fonctionnement de la mise en œuvre de la qualité de service
 - ❑ Outils de supervision SNMP
 - ❑ Cisco propose aussi un outil appelé IP SLA permettant de prendre des mesures réelles, notamment des mesures de gigues

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

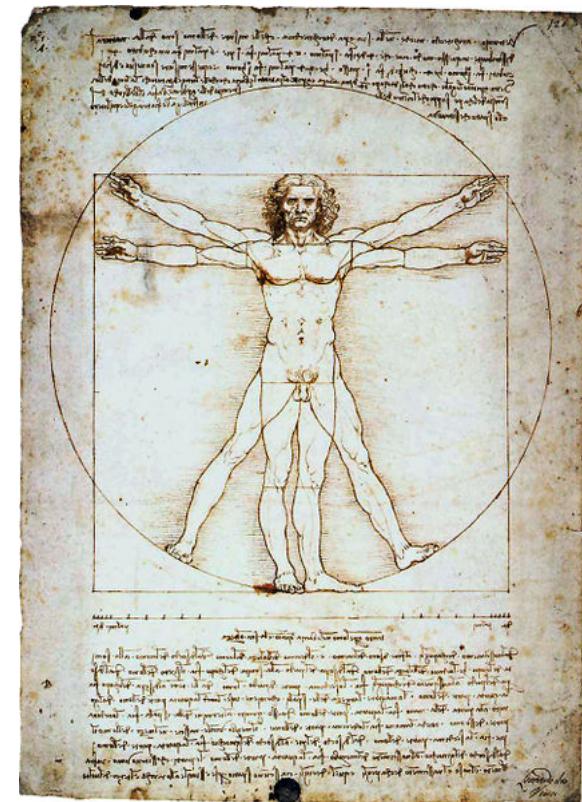
Voici les points que nous allons aborder :

□ **Introduction**

□ **Le modèle IntServ**

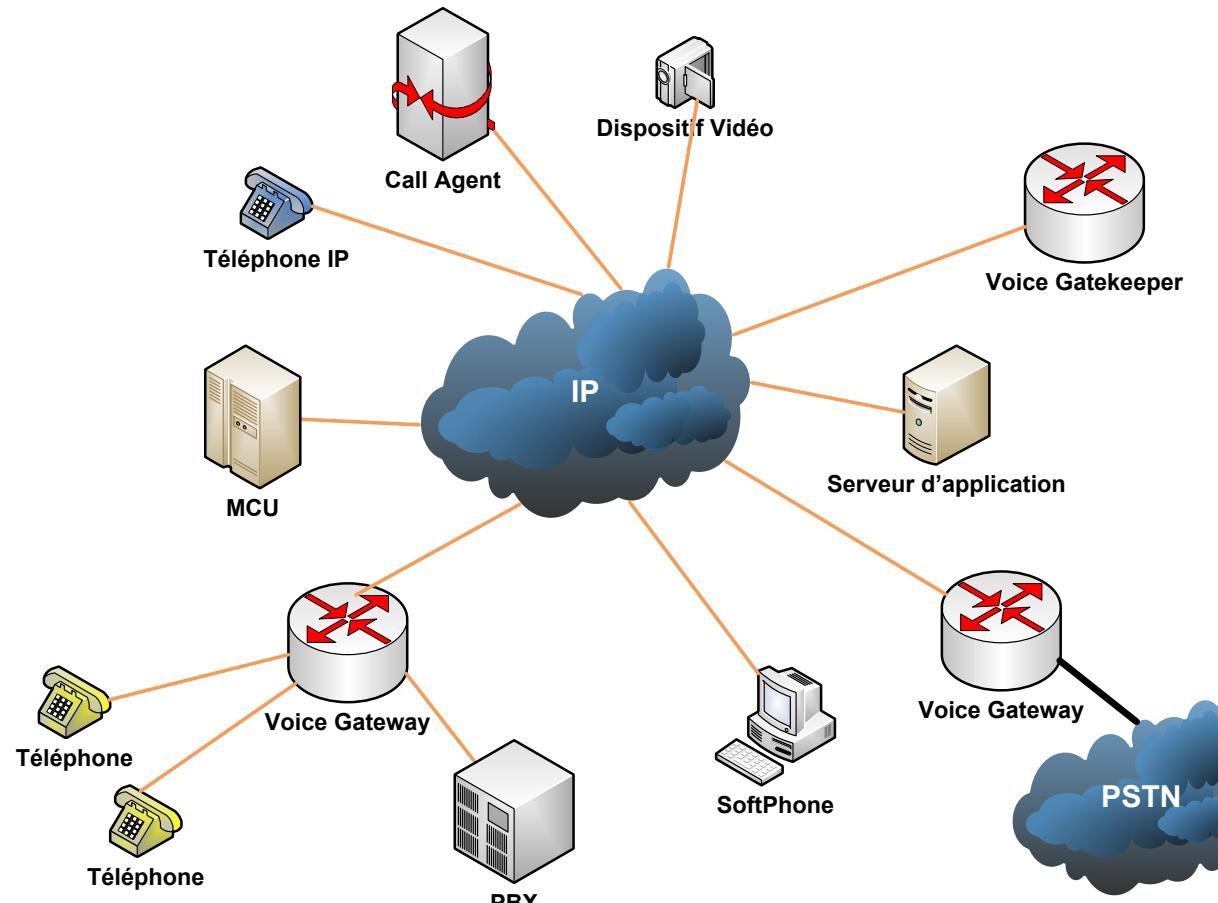
□ **Le modèle DiffServ**

□ **Mesurer la qualité de la voix**



Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Les composants d' un réseau VoIP



Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Matériels

❑ Gateways

- ❑ Interconnectent la téléphonie de paquets avec les dispositifs de téléphonie traditionnels (téléphone, PBX)

❑ MCU

- ❑ Multipoint Control Unit
- ❑ Utilisé pour les conférences

❑ Serveurs d'application

- ❑ Fournissent des services basés sur le XML aux téléphones IP (répertoires par exemple)



Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Matériels

❑ Gatekeepers

- ❑ Fournissent le CAC (Call Admission Control)
- ❑ Traduisent les numéros de téléphone ou noms en adresses IP pour le routage des appels dans un réseau H.323

❑ Call Agent

- ❑ Fournissent le contrôle d'appel, le CAC, le contrôle de la bande passante et les services de translation aux téléphones IP ou aux Gateway MGCP

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Options de déploiement

- ❑ Il existe différents types d' applications voix
 - ❑ Local Calls
 - ❑ On-net Calls
 - ❑ Off-net Calls
 - ❑ Private line, automatic Ringdown (PLAR) calls
 - ❑ PBX-to-PBX Calls
 - ❑ Intercluster trunk Calls
 - ❑ On-net to Off-net Calls

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Appels locaux

- ❑ Appels entre 2 postes directement connecté à un routeur voix
 - ❑ L' appel est totalement géré par le routeur
 - ❑ Ne sort pas du réseau local
 - ❑ Les 2 postes sont directement connectés à des ports FXS sur le routeur ou le PABX
- ❑ FXS : Foreign Exchange Station
- ❑ Démonstration

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Appels On-Net

- Appels entre 2 postes sur le même réseau de données
 - Les appels peuvent être routés entre 2 (ou plus) routeurs voix
 - Les téléphones sont connectés par le biais de port FXS ou d'un PBX (connecté en général à une connexion T1 au réseau)
 - Les téléphones connectés à un commutateur réseau placent les appels à l'aide de l'IPBX

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Appels Off-Net

- Appels vers l' extérieur du réseau
 - Les utilisateurs tapent un code pour l' accès au réseau PSTN (généralement le 0 en France)
 - La connexion vers le PSTN est soit un accès analogique par un port FXO, soit un accès numérique par une connexion T1 ou E1
- FXO : Foreign Exchange Office

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Appels PLAR

- ❑ Ces appels connectent automatiquement un second téléphone à un premier téléphone lorsque ce dernier décroche
 - ❑ L'utilisateur n'a pas besoin de numéroter
 - ❑ Ces appels peuvent avoir lieu entre n'importe quel type de signalisation (E&M, FXO, FXS) et n'importe quelle combinaison d'interfaces analogiques et digitales

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Appels PBX to PBX

- ❑ Ces appels commencent au niveau d' un PBX sur un site et se termine sur un PBX à un autre site
 - ❑ Utilisation d' un « tie trunk » généralement privé
 - ❑ Lors de la migration vers un réseau VoIP, ce tie-trunk peut être simulé à travers le réseau de données

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Appels Intercluster

- ❑ Appels routés entre 2 IPBX indépendants
 - ❑ Équivalent aux appels PBX-toPBX
 - ❑ Les PBX sont remplacés par des clusters d' IPBX
 - ❑ Les appels sont transportés dans des flux RTP
 - ❑ Déploiement très courant dans les multinationales, où généralement chaque pays (ou continent) gère son propre réseau téléphonique

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Appels On-net to Off-net

- ❑ Dans le cas de stratégie redondante
 - ❑ Appels passant par le réseau PSTN
 - ❑ Quand le lien IP est tombé
 - ❑ Quand le réseau WAN est congestionné

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Les cartes voix pour les passerelles

- ❑ Les ports voix
 - ❑ Permettent d'émuler des connexions de téléphonie physique
 - ❑ Connectent les routeurs aux dispositifs de téléphonie
 - ❑ Téléphones
 - ❑ Fax
 - ❑ PBX
 - ❑ PSTN Central Office (CO)
 - ❑ Génèrent des informations telles que
 - ❑ Le statut décroché ou raccroché
 - ❑ La sonnerie
 - ❑ La prise de ligne

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Les ports voix analogiques

- ❑ Connexion aux circuits à 2 fils (téléphones, fax) ou 4 fils (connexion PBX) et généralement des interfaces digitales pour la connexion au PSTN
- ❑ 3 types d'interfaces analogiques
 - ❑ FXS (Foreign Exchange Station)
 - ❑ Fournit la sonnerie, le voltage et la tonalité à la station connectée (téléphone, fax, modem)
 - ❑ FXO (Foreign Exchange Office)
 - ❑ Utilisé pour les trunks, les tie line, les connexions au PSTN ou aux PBX n' ayant pas de port E&M
 - ❑ E&M
 - ❑ Connexion entre PBX
 - ❑ La signalisation passent par des chemins spécifiques (autre que celui de la voix)

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

La signalisation analogique

- ❑ Les techniques de signalisation peuvent être placées dans 3 catégories
 - ❑ Supervisory
 - ❑ Détection de changement de statut dans une boucle ou un trunk
 - ❑ Quand le statut change, le circuit supervisory génère une réponse prédéterminée
 - ❑ Loop start (vers abonné) ou ground start (entre commutateur)
 - ❑ Addressing
 - ❑ Passage de la numérotation (pulsion ou tonalité) au PBX ou au CO
 - ❑ Informational
 - ❑ Fournit des tonalités audibles à l' utilisateur (appels entrant, occupé...)

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

La signalisation Addressing

- La phase de numérotation permet à l' abonné de composer le numéro de téléphone (adresse) d' un téléphone distant
 - Par pulsion (abandonné)
 - Par tonalité → Dual-Tone Multi Frequency

Fréquences	1209	1336	1477
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Les ports voix numériques

- ❑ Les trunks numériques sont utilisés pour la connexion au PSTN, à un PBX ou au WAN
- ❑ Les trunks PRI et BRI sont très souvent utilisés pour connecter une passerelle au PSTN

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Les circuits numériques

□ T1

- Utilise TDM pour transmettre les données numériques sur 24 canaux voix en utilisant CAS

□ E1

- Utilise TDM pour transmettre les données numériques sur 30 canaux voix en utilisant soit CAS soit CCS (Common Channel Signaling)

□ ISDN

- BRI : 2 bearers 1 delta
- T1 PRI : 23 bearers 1 delta
- E1 PRI : 30 bearers 1 delta

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Options de déploiement

- ❑ En interne
 - ❑ Conserver sa solution téléphonique existante (analogique ou numérique)
 - ❑ Passer la voix sur IP entre les sites
 - ❑ Démonstration du passage en IP entre 2 sites
- ❑ En externe
 - ❑ Utiliser des connexions analogiques ou numériques (privilégiées) vers le PSTN
 - ❑ Ou passer par un IP Centrex (généralement des trunks SIP vers opérateur)

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Options de déploiement

- ❑ En interne
 - ❑ Passer en tout IP
 - ❑ Utiliser un IPBX
- ❑ En externe
 - ❑ Utiliser des connexions analogiques ou numériques (privilégiées) vers le PSTN
 - ❑ Ou passer par un IP Centrex

Chap. 3 : Matériel et options de déploiement

Les points de terminaison

- ❑ Selon les constructeurs
 - ❑ Les points de terminaison peuvent utiliser un protocole propriétaire
 - ❑ Un protocole normalisé
 - ❑ SIP
 - ❑ H.323

Partie 3

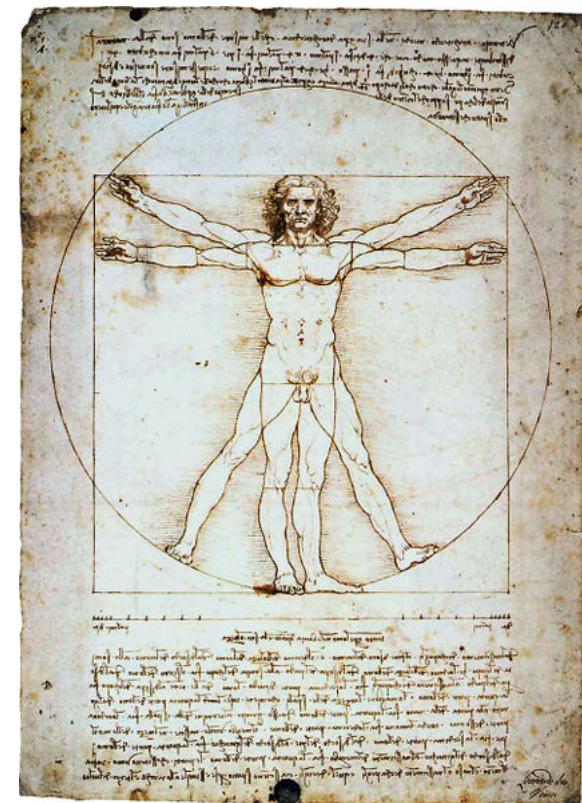
Les protocoles de La ToIP



Plan de la Partie

Voici les chapitres que nous allons aborder :

- **Chapitre 1** : Les protocoles liés au transport de la voix
- **Chapitre 2** : Les protocoles de signalisation
- **Chapitre 3** : Les codecs



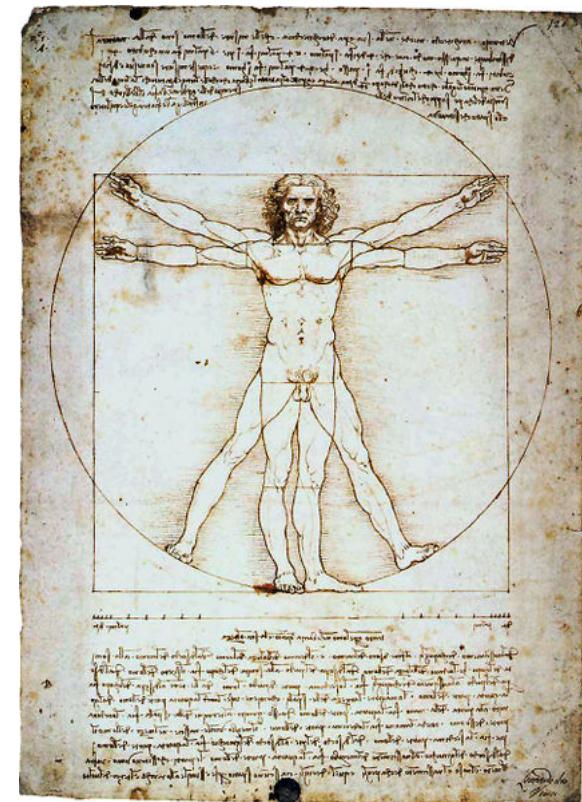
Chap. 1 : Les protocoles liés au transport de la voix

Voici les points que nous allons aborder :

RTP

cRTP

sRTP



Chap. 1 : Les protocoles liés au transport de la voix

Introduction

- ❑ Utilisation de RTP et RTCP
 - ❑ Real-Time Protocol
 - ❑ Format standardisé de paquets pour délivrer de la voix et de la vidéo sur Internet
 - ❑ Real-Time Control Protocol
 - ❑ Fournit les informations de contrôle pour chaque flux RTP particulier
- ❑ cRTP et sRTP pour améliorer l' utilisation de RTP
 - ❑ Compressed RTP
 - ❑ Secure RTP

Chap. 1 : Les protocoles liés au transport de la voix

RTP

- ❑ Fonctionne au dessus d' UDP pour utiliser ses services de checksum et de multiplexage
 - ❑ N' utilise pas de numéros de port standardisés
 - ❑ Utilise un «even » port
 - ❑ RTCP utilise le numéro de port suivant
 - ❑ Par exemple, en environnement Cisco, RTP utilise la plage de ports UDP de 16 384 à 32767
 - ❑ Bien que RTP est plus souvent utilisé pour des sessions unicast, il est tout d'abord conçu pour les sessions multicast
 - ❑ En addition des rôles d'émetteur et de récepteur, RTP définit les rôles de traducteur et mixeur pour les besoins spécifiques du multicast

Chap. 1 : Les protocoles liés au transport de la voix

RTP

- ❑ RTP est un composant critique de la VoIP car il permet au dispositif de destination de réordonner et de resynchroniser les paquets voix avant qu'ils soient émis à l'utilisateur
 - ❑ Un header RTP contient un Time Stamp et un numéro de séquence
 - ❑ Permet au dispositif de réception de mettre en buffer et de supprimer la gigue en synchronisant les paquets pour jouer en "play back" un flux continu de son
 - ❑ RTP utilise les numéros de séquence uniquement pour ordonner les paquets
 - ❑ RTP ne demande pas de réémission en cas de perte de paquets

Chap. 1 : Les protocoles liés au transport de la voix

RTCP

- ❑ Fournit des informations de contrôle “out-of-band” pour un flux RTP
 - ❑ Il fonctionne aux côtés de RTP pour l’acheminement des données multimédia mais ne transporte pas de données voix ou vidéo
 - ❑ Bien que RTCP est périodiquement utilisé pour transmettre des paquets de contrôle aux participants d’une session, la première fonctionnalité de RTCP est de fournir des retours d’informations sur la qualité de service fournie par RTP

Chap. 1 : Les protocoles liés au transport de la voix

RTCP

- ❑ RTCP est utilisé pour la QoS
 - ❑ RTCP fournit un mécanisme pour les hôtes engagés dans une session RTP pour échanger des informations de supervision et de contrôle de la session
 - ❑ RTCP surveille la qualité de service
 - ❑ Nombre de paquets
 - ❑ Perte de paquet
 - ❑ Délai
 - ❑ Gigue
 - ❑ RTCP envoie des paquets selon la bande passante de la session mais au moins toutes les 5s
- ❑ On retrouve le time-stamp NTP (synchronisé sur une horloge) et le time-stamp RTP (généré aléatoirement et basé sur l'échantillonage du paquet) dans le paquet RTCP de l'émetteur
- ❑ Chaque appel voix a 4 ports assignés
 - ❑ RTP et RTCP en émission et en réception

Chap. 1 : Les protocoles liés au transport de la voix

CRTP

- ❑ Le payload d'un paquet RTP prend entre 20 et environ 160 octets selon les codecs utilisés
- ❑ Les headers dans un paquet RTP prennent 40 octets
 - ❑ 20 octets pour le header IP
 - ❑ 8 octets pour le header UDP
 - ❑ 12 octets pour le header RTP
- ❑ La compression de header permet d'utiliser seulement 2 ou 4 octets
- ❑ A utiliser sur les liens dont la bande passante est \leq à une T1
 - ❑ Pour les codecs prenant 20 à 50 octets

Chap. 1 : Les protocoles liés au transport de la voix

sRTP

- ❑ Fournit le cryptage, l'authentification et l'intégrité pour les flux RTP
 - ❑ Fonctionne également en conjonction avec un protocole de contrôle de flux RTP appelé désormais sRTCP
- ❑ Peut fonctionner en même temps que cRTP
- ❑ Cryptage
 - ❑ Fournit par AES (128 bits)
- ❑ Authentification et intégrité
 - ❑ HMAC-SHA1
- ❑ Protection Anti-replay
 - ❑ Le récepteur doit garder un indice du message reçu précédemment

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Voici les points que nous allons aborder :

- ❑ **Introduction**
- ❑ **H.323**
- ❑ **MGCP**
- ❑ **SIP**
- ❑ **IAX**
- ❑ **SCCP**



Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Introduction

- ❑ La signalisation
 - ❑ Capacité de générer et d'échanger des informations de contrôle
 - ❑ Etablir, surveiller et libérer les connexions entre 2 points de terminaison
 - ❑ Requiert la capacité de fournir des fonctionnalités de supervision, d'adressage et d'alertes entre les nœuds
 - ❑ Le réseau PSTN utilise SS7 (Signaling System 7) pour transporter les messages de contrôle
 - ❑ SS7 utilise une signalisation « out-of-band »
 - ❑ Utilisation d'un canal dédié pour la signalisation

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Introduction

- ❑ La VoIP propose plusieurs options pour la signalisation
 - ❑ H.323
 - ❑ H.248
 - ❑ SIP
 - ❑ MGCP (Media Gateway Control Protocol)
 - ❑ SCCP (Skinny Client Control Protocol)
 - ❑ IAX
- ❑ Certaines passerelles VoIP sont capables d' initier directement des messages de signalisation SS7 vers le réseau PSTN

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Introduction

- ❑ Les protocoles de signalisation sont classés soit en tant que
 - ❑ Peer-to-peer
 - ❑ Les dispositifs terminaux ou les passerelles peuvent initier et terminer les appels et interpréter les messages de contrôle
 - ❑ SIP et H.323
 - ❑ Client / Serveur
 - ❑ Les dispositifs terminaux ou les passerelles envoient et reçoivent les messages de contrôle à et depuis un serveur appelé Call Agent
 - ❑ Ce dernier indique aux terminaux et aux passerelles leur comportement
 - ❑ SCCP, H.248 et MGCP

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Contrôle des canaux voix, contrôle des passerelles

□ Contrôle des canaux bearer

- Les canaux Bearer sont les canaux qui transportent la voix
- La supervision de ces canaux nécessitent que les messages de signalisation pour la connexion et la déconnexion soient bien transmis entre les terminaux
 - Allocation et désallocation des ressources
 - Ces messages sont transmis par SS7 dans le réseau PSTN
 - Ces messages sont transmis par SIP, H.323, H.248, SCCP ou MGCP dans le réseau IP

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

H.323

- ❑ Standard spécifiant les composants, les protocoles et les procédures pour fournir
 - ❑ des services de communications multimédia
 - ❑ Des flux audio, vidéo et de données en temps réels
 - ❑ Sur les réseaux de communication de paquets
 - ❑ H.323 fait partie de la famille des recommandations de l' ITU-T appelées H.32x
 - ❑ H.32x est un « parapluie » de standards définissant tous les aspects des transmissions synchronisées de voix, vidéo et données
 - ❑ Définit aussi la signalisation bout à bout des appels

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

H.323

- ❑ H.323 représente une suite de protocoles définis par ITU-T pour les conférences multimédia sur les LAN
 - ❑ H.225 Call Signaling
 - ❑ Utilisé pour établir une communication entre 2 dispositifs H.323
 - ❑ Par le biais d' échange de message H.225 sur le canal de signalisation de la voix
 - ❑ H.225 Registration, Admission and Status
 - ❑ RAS : Protocole utilisé entre les points de terminaison (postes ou passerelles) et le gatekeeper
 - ❑ Définit les procédure pour l' enregistrement, le contrôle d' admission, les changements de bande passante, le statut et le désengagement des points de terminaison avec le gatekeeper



Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

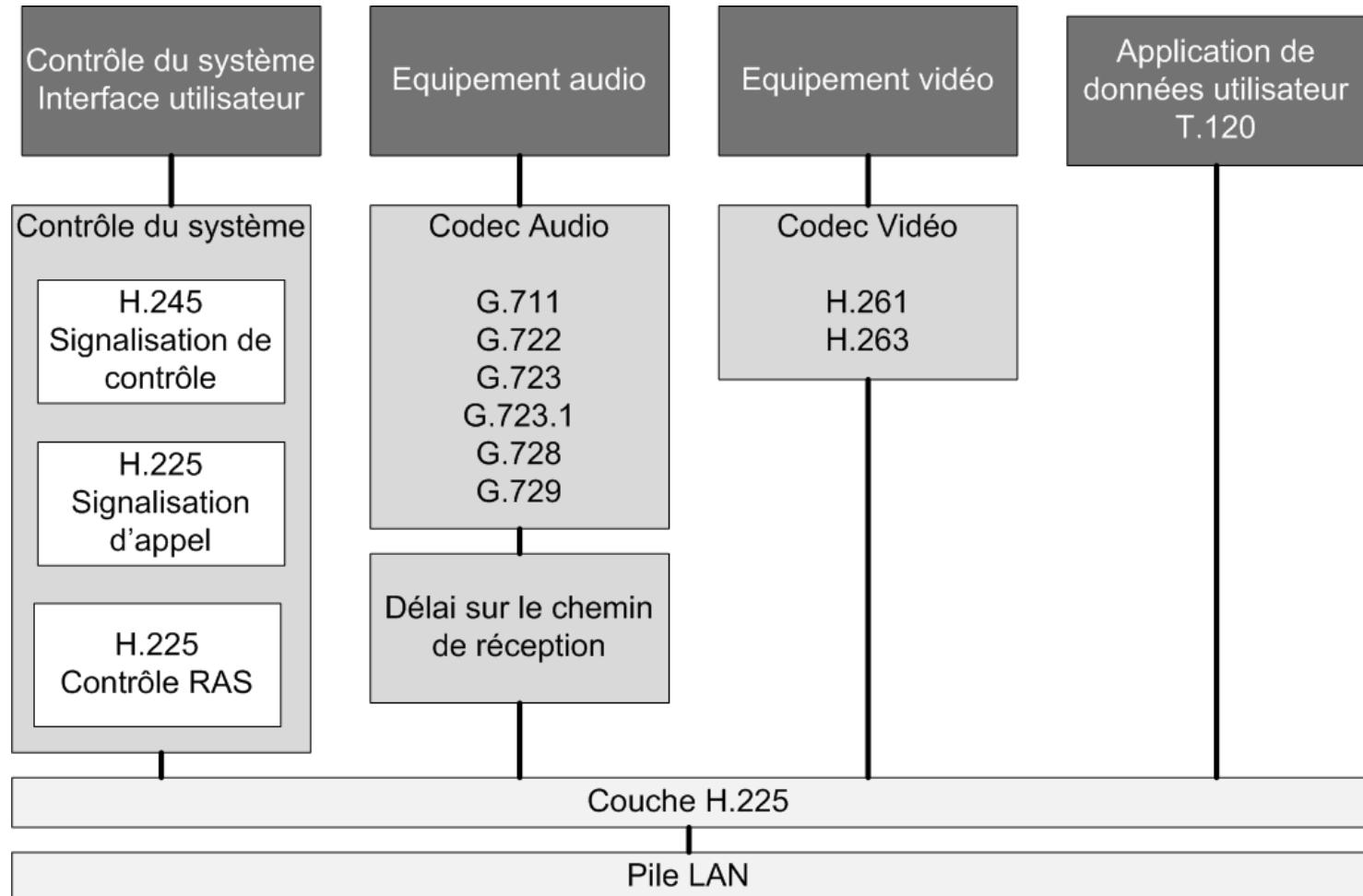
H.323

❑ H.245 Control Signaling

- ❑ Utilisé pour échanger des messages de contrôle entre les points de terminaison
 - ❑ Echange des capacités
 - ❑ Ouverture et fermeture des canaux logiques pour transporter les flux médias
 - ❑ Messages de contrôle de flux
 - ❑ Commandes générales et indications

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

H.323



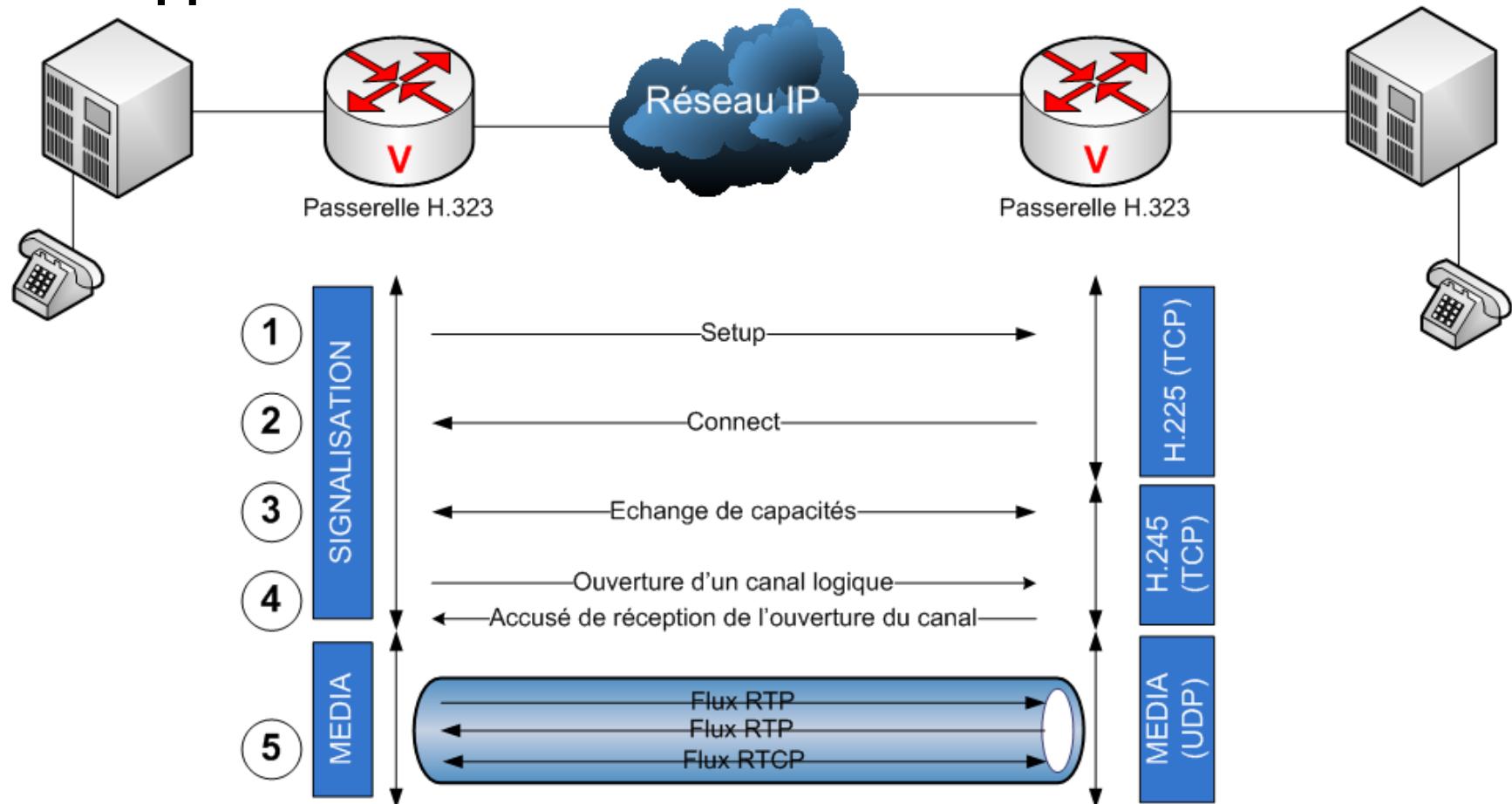
Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Pourquoi H.323 ?

- ❑ Les plans de numérotation sont configurés sur la passerelle
- ❑ Les translations sont définies sur la passerelle
- ❑ Le routage d' appel est plus spécifique qu' avec un IPBX
 - ❑ L' IPBX ne regarde que le numéro appelé
 - ❑ H.323 peut vérifier le numéro appelé et le numéro appelant
- ❑ SRST inutile
- ❑ Aucune dépendance de la version de Cisco UCM
- ❑ Plus de types de ports voix supportés
- ❑ ISDN NFAS supporté (non supporté avec MGCP)
- ❑ Support du fax amélioré
 - ❑ Support T.37 et T.38
 - ❑ La passerelle peut router un numéro de fax DID directement vers un port FXS

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Flux d'appel H.323



Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

MGCP

- ❑ Protocole de contrôles de appels
- ❑ Client / Serveur
- ❑ Utilisé sur une architecture centralisée des appels
- ❑ Administration centralisée de la passerelle
- ❑ Toutes les informations de plans de numérotation résident sur un Call Agent séparé
- ❑ La passerelle MGCP gère la translation de média entre le réseau PSTN et le réseau VoIP pour les appels externes

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

MGCP

- ❑ Protocole dit « plain-text »
- ❑ Avec MGCP, le Call Agent connaît et contrôle de façon individuelle les ports Voix sur une passerelle MGCP
 - ❑ Cette approche permet un contrôle complet
 - ❑ du plan de numérotation depuis l' IPBX
 - ❑ permet un contrôle par port des connexions vers le réseau PSTN, vers un PBX, vers le système de Voicemail, et les téléphones POTS
 - ❑ MGCP est implémenté avec l' utilisation de commandes envoyées par UDP sur le port 2427 entre l' IPBX et la passerelle

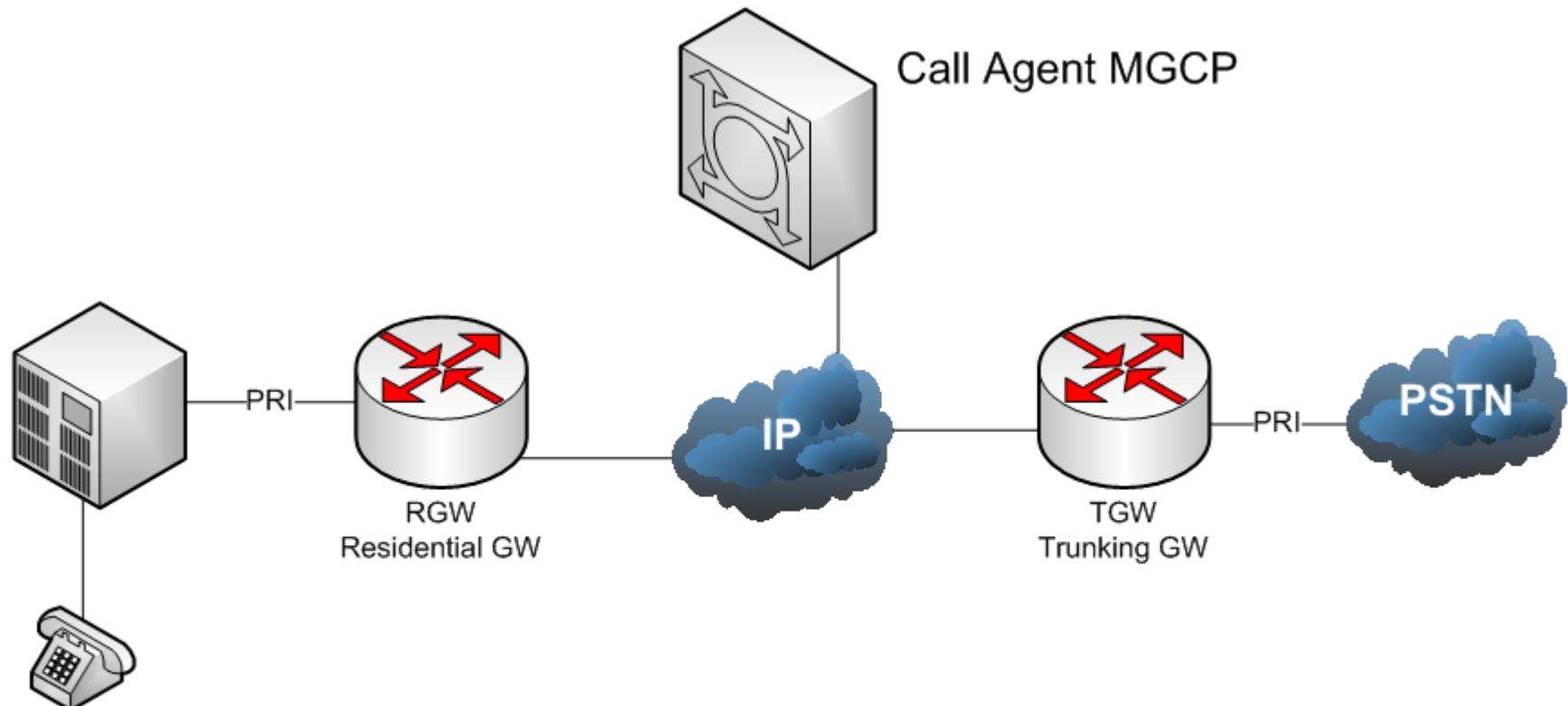
Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Pourquoi MGCP ?

- ❑ Inutile de configurer les dial peer voip
 - ❑ Ils sont gérés au niveau du CA
 - ❑ Les dial peer voix doivent toujours être définis
- ❑ Migration aisée de SGCP à MGCP
- ❑ Plan de numérotation centralisé
 - ❑ Configuré sur l' IPBX
- ❑ Configuration centralisée des passerelles dans l' IPBX
- ❑ Support de QSIG
 - ❑ Interopérabilité aisée avec des PBX

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Composants d' un réseau MGCP



Téléphonie sur IP : état de l'art

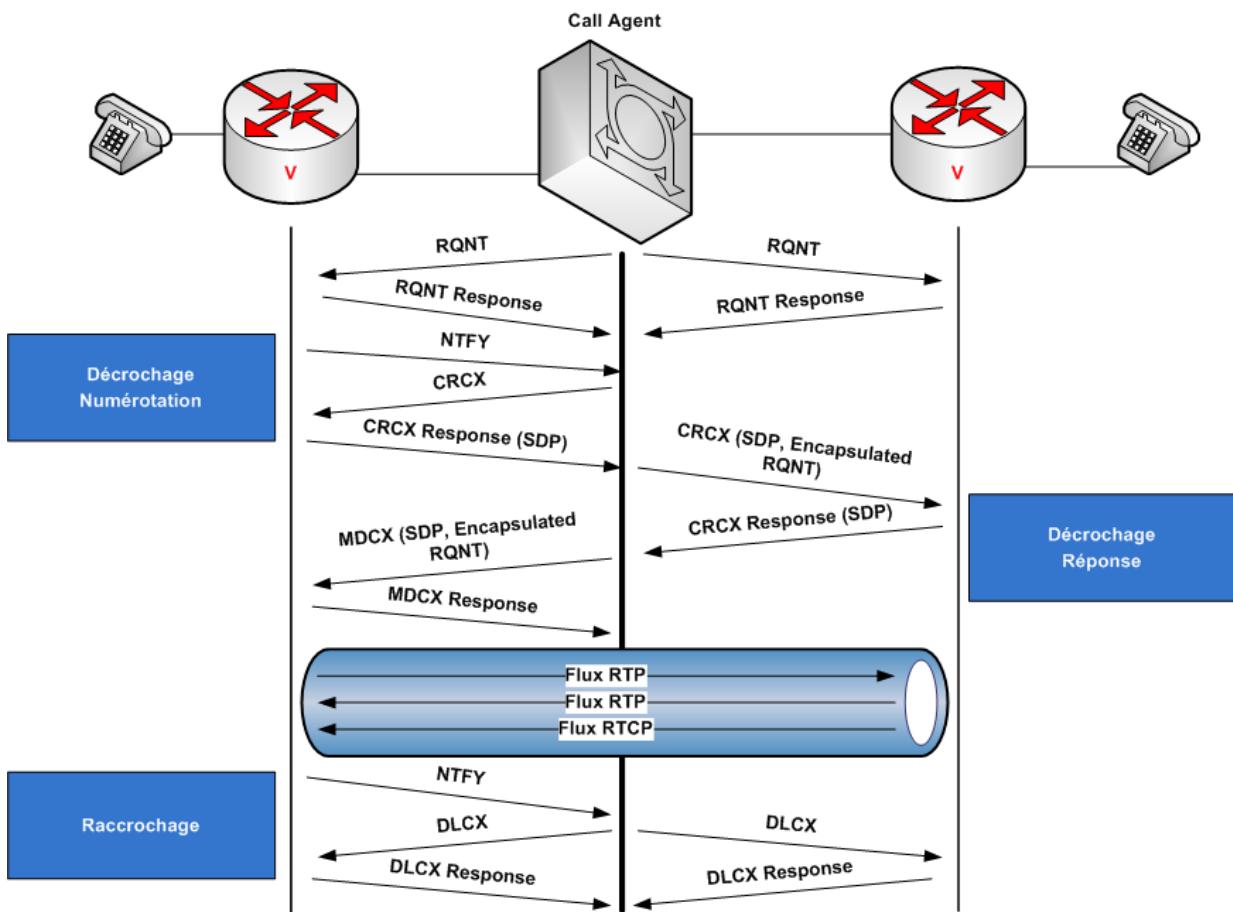
Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Les passerelles MGCP

- ❑ 2 types de passerelle
 - ❑ Residential Gateway
 - ❑ Fournit une interface entre les appels analogiques d'un téléphone et le réseau VOIP
 - ❑ Les interfaces peuvent terminer une connexion POTS vers un téléphone, un système clé ou un PBX
 - ❑ Trunking Gateway
 - ❑ Fournit une interface entre les trunks PSTN et le réseau VoIP
 - ❑ Un trunk peut être un DS0, une T1 ou une E1

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Flux pour un appel MGCP



Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

SIP

- ❑ SIP a été développé par l' Internet Engineering Task Force (IETF) Multiparty Multimedia Session Control (MMUSIC)
 - ❑ Alternative au H.323
 - ❑ SIP est un protocole Peer-to-peer où les User Agents (UA) initient les sessions de façon similaire à H.323
 - ❑ Cependant SIP utilise des messages en format ASCII
 - ❑ SIP est facile à mettre en place et à dépanner
 - ❑ UCM ne contrôle pas les dispositifs SIP et les dispositifs SIP ne s'enregistre pas sur UCM
 - ❑ Comme pour H.323, seule une IP peut être configurée pour définir la passerelle SIP

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

SIP

- ❑ SIP n'est pas un système de communication autonome
 - ❑ Il fonctionne avec d'autres protocoles comme
 - ❑ RTP pour le transport des paquets
 - ❑ RTSP (Real-time streaming protocol)
 - ❑ MGCP pour le contrôle des passerelles vers le PSTN
 - ❑ SDP (Session Description Protocol) pour décrire les sessions multimédia
 - ❑ ...
- ❑ SIP fonctionne sur le principe d'invitations de session basées sur un modèle transactionnel Request / Response dérivé d'HTTP

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

SIP

- ❑ SIP supporte 5 façons d' établir et de terminer des communications multimédia
 - ❑ Déterminer la localisation du point de destination
 - ❑ SIP supporte la résolution d' adresse, le mappage de noms et la redirection d' appels
 - ❑ Déterminer les capacités média du point de destination
 - ❑ SIP détermine le plus petit niveau de services communs entre les points de terminaison par le biais de messages SDP
 - ❑ Déterminer la disponibilité des point de terminaison
 - ❑ Etablir une session entre la source et la destination
 - ❑ Gérer le transfert et la terminaison des appels

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

SIP

- ❑ Les utilisateurs dans un réseau SIP sont identifiés par une adresse SIP unique
 - ❑ Format d'une adresse email
 - ❑ Sip:userID@passerelle.com
 - ❑ Le UserID peut être un nom d'utilisateur ou une adresse E.164
 - ❑ La passerelle peut un domaine ou une adresse IP
- ❑ Les utilisateurs s'enregistrent sur un Registrar Server en utilisant leur adresse SIP
 - ❑ Le Registrar Server fournit, sur demande, l'information de localisation à un Location Server

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

SIP

- ❑ Quand un utilisateur initie un appel
 - ❑ Une requête SIP est envoyée à un serveur SIP (soit un Proxy soit un Redirect Server)
 - ❑ Inclut l'adresse de l'appelant et l'adresse de l'appelé

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

SIP

- ❑ Un utilisateur peut être mobile
 - ❑ La localisation de l'utilisateur peut être dynamiquement enregistrée avec le SIP Server
 - ❑ Le serveur de localisation peut utiliser finger, rwhois et LDAP pour localiser un utilisateur
- ❑ Un utilisateur peut être loggé sur plusieurs stations
 - ❑ Les serveurs de localisation peuvent donc avoir des localisations erronées
 - ❑ Si une requête (venant d'un UA) pour localiser un autre UA
 - ❑ Si c'est un SIP Proxy qui reçoit la requête, il essaie chacune des adresses jusqu'à ce qu'il localise l'UA appelé
 - ❑ Si c'est un Redirect Server qui reçoit la requête, il envoie toutes les adresses à l'UA appelant

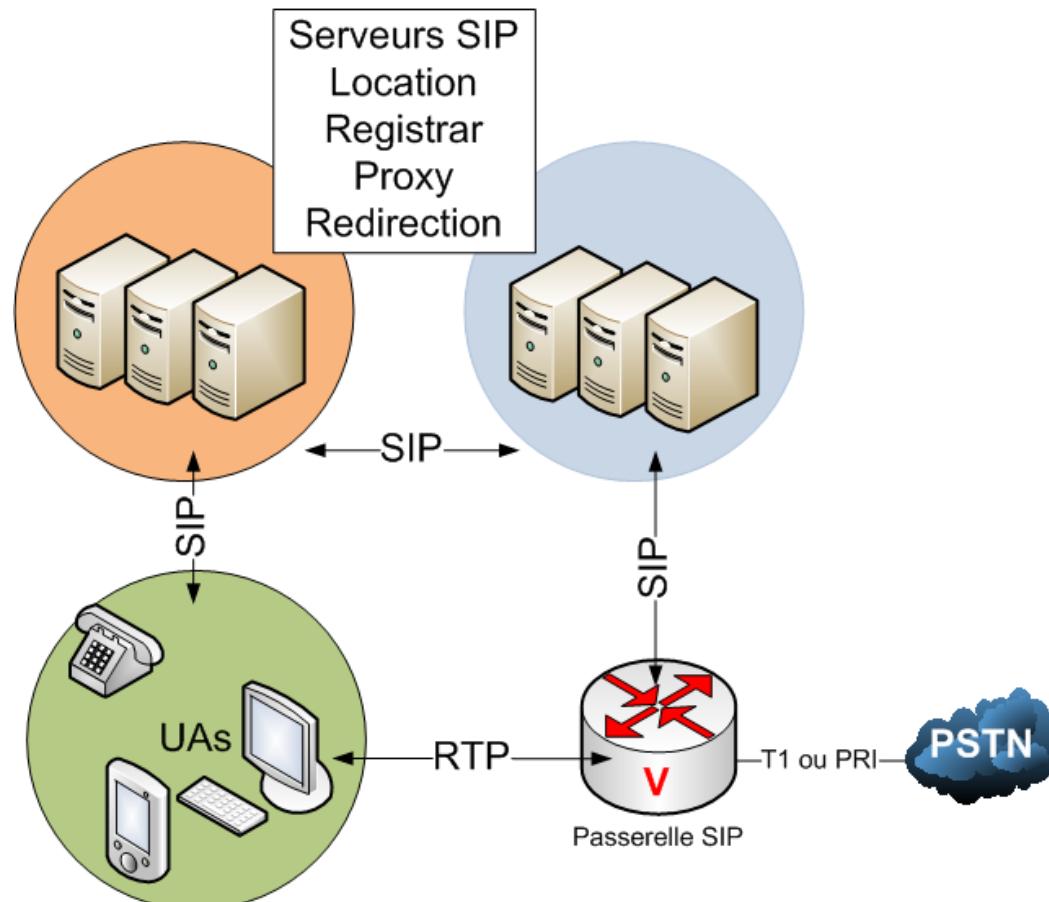
Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Pourquoi SIP ?

- ❑ Configuration du plan de numérotation directement sur la passerelle
- ❑ Translations définies par passerelle
- ❑ Support avancé des différents constructeurs

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Architecture de SIP



Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Les User Agent

- ❑ 2 formes de UA
 - ❑ User Agent Client
 - ❑ Application client qui initie une requête SIP
 - ❑ User Agent Server
 - ❑ Application Server qui contacte l' utilisateur quand un Invitation SIP est reçue
 - ❑ Répond au nom de l' utilisateur à l' émetteur de l' invitation
- ❑ A noter
 - ❑ Les passerelles agissent comme UAS ou UAC et fournissent le contrôle d' appel

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Les serveurs SIP

- ❑ Proxy Server
 - ❑ Composant intermédiaire qui reçoit les requête SIP d'un client
 - ❑ Les transfère au nom du client au prochain serveur SIP sur le réseau
 - ❑ Le prochain serveur peut être un autre proxy ou un UAS
 - ❑ Les proxy peuvent fournir des fonctions d'authentification, d'autorisation, de contrôle d'accès au réseau, de routage...
- ❑ Redirect server
 - ❑ Fournit des informations aux clients à propos du prochain saut
 - ❑ Ainsi, ensuite le client peut contacter directement le prochain saut ou l'UAS
 - ❑ L'UA redirige l'invitation au serveur indiqué par le redirect server
 - ❑ Le serveur peut être un autre serveur SIP ou un UA (destination finale)

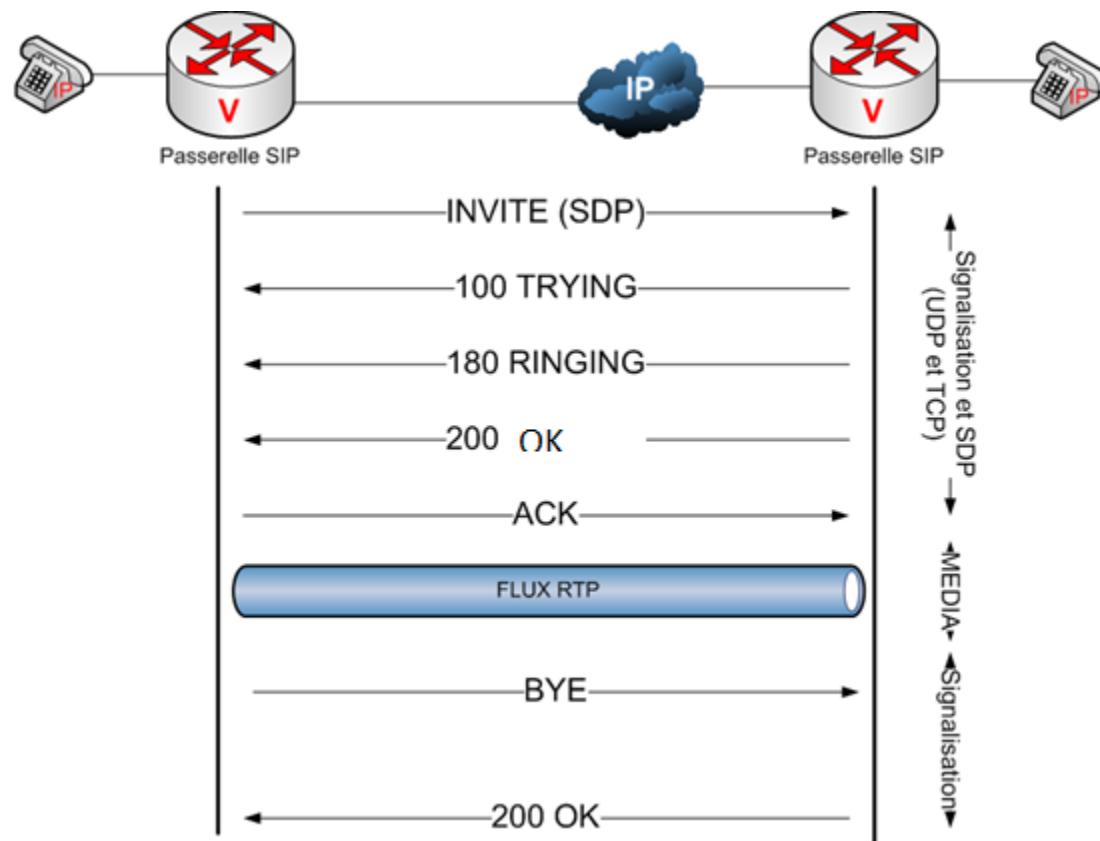
Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Les serveurs SIP

- ❑ Registrar server
 - ❑ Reçoit les requêtes des UACs pour l'enregistrement de leur localisation actuelle
 - ❑ Placé près des autres serveurs SIP, voire installé sur le même serveur
 - ❑ Peut être modélisé comme un sous-composant du location server
 - ❑ Le registrar est en partie responsable du remplissage de la base de données du location server
- ❑ Location server
 - ❑ Permet l'abstraction du service de résolution d'adresse demandé par les proxy et les redirect
 - ❑ Intègre des mécanismes de résolution d'adresses
 - ❑ Finger
 - ❑ Rwhois
 - ❑ LDAP
 - ❑ Mécanismes propriétaires

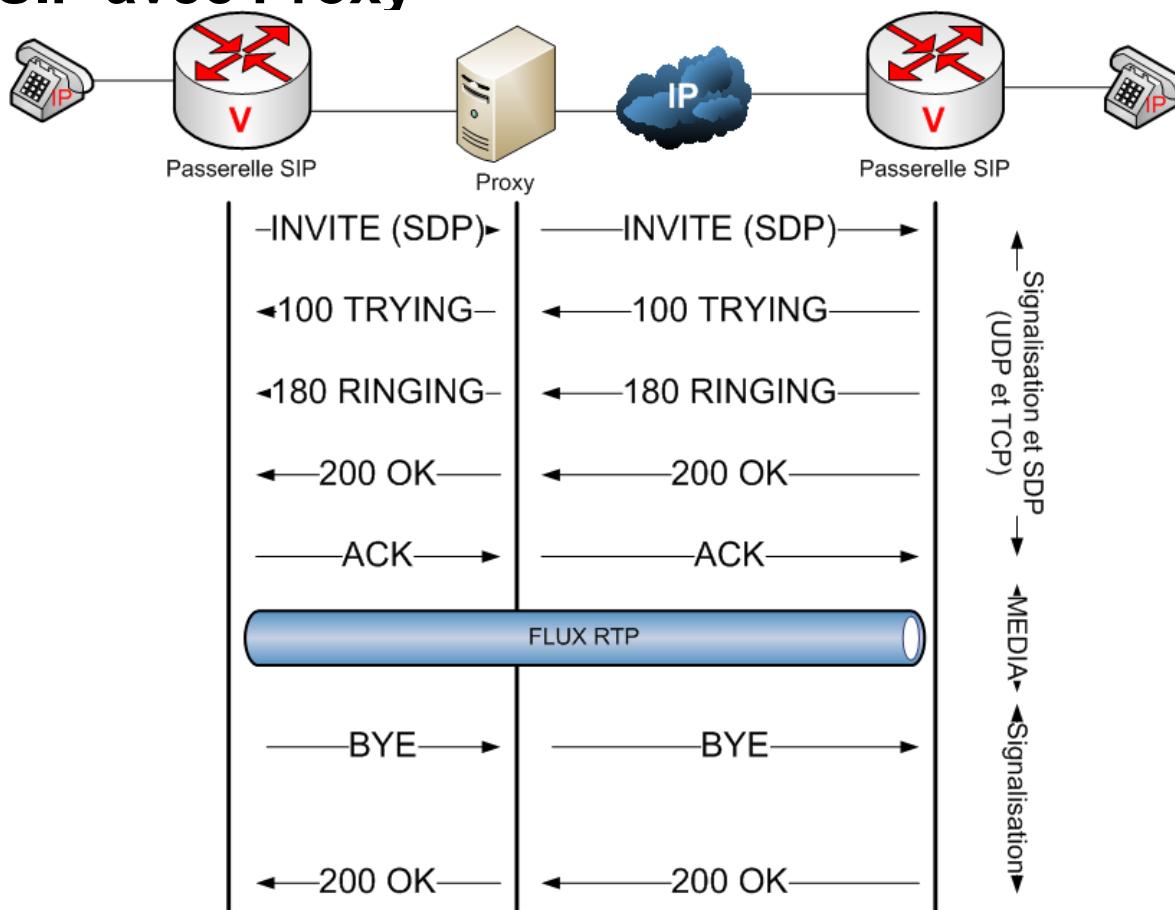
Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Flux d'appel SIP direct



Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

Flux d'appel SIP avec Proxy



Téléphonie sur IP : état de l'art

Chap. 2 : Les protocoles de signalisation

IAX

- ❑ Inter Asterisk Exchange
- ❑ Communication entre serveurs Asterisk seulement
- ❑ Peut contrôler et réguler la transmission de flux multimédia avec un débit plus faible que SIP
- ❑ S'intègre facilement avec les réseaux utilisant du NAT
 - ❑ N'utilise qu'un seul port UDP (4569)

Chap. 3 : Les codecs

Voici les points que nous allons aborder :

- ❑ **Les principaux codecs**
- ❑ **La compression**
- ❑ **Calcul de la bande passante**



Chap. 3 : Les codecs

Introduction

❑ G.711

- ❑ Canal à 64 kbps
- ❑ Mécanisme Pulse Code Modulation (PCM)
- ❑ Echantillonnage de 8 bits à 8 KHz
- ❑ 2 sous-ensemble
 - ❑ mu-law (Amérique du nord et Japon)
 - ❑ a-law (Europe et autres)

❑ G.726

- ❑ Canal à 40, 32, 24 et 16 kbps
- ❑ Mécanisme Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM)

Chap. 3 : Les codecs

Introduction

❑ G.728

- ❑ Canal à 16 kbps
- ❑ Mécanisme Low-Delay Code Excited Linear Prediction (LDCELP)

❑ G.729

- ❑ Canal à 8 kbps
- ❑ Mécanisme Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction (CS-ACELP)

❑ G.729a

- ❑ G.729b (ajout de la VAD, et du Comfort Noise Generation)

Chap. 3 : Les codecs

Introduction

❑ G.723

❑ r63

❑ Canal à 6,3 kbps

❑ Mécanisme MPC-MLQ (Multipulse LPC with Maximum Likelihood Quantization)

❑ r53

❑ Canal à 5,3 kbps

❑ Mécanisme ACELP

❑ GSM Full Rate Codec (GSMFR)

❑ Canal à 13 kbps

❑ Mécanisme Regular Pulse Excited—Linear Predictive (RPE-LP)

❑ Internet Low Bit Rate Codec (iLBC)

❑ Canal à 13.33 kbps pour les trames de 30 ms et canal à 15.20 kbps pour les trames de 20 ms

Chap. 3 : Les codecs

La compression

- ❑ 2 schémas de compression
 - ❑ Waveform
 - ❑ PCM
 - ❑ Pulse Code Manipulation
 - ❑ ADPCM
 - ❑ Adaptive Differential PCM
- ❑ Sources
 - ❑ LDCELP
 - ❑ Low Delay Code Excited Linear Prediction
 - ❑ CS-ACELP
 - ❑ Conjugate Structure and Algebraic Code Excited Linear Prediction

Chap. 3 : Les codecs

Les algorithmes Waveform

- ❑ Utilisent une méthode de compression prédictive
- ❑ Ne prennent en compte les caractéristiques de dialogue

- ❑ G.711 rate: 64 kbps
 - ❑ $(2 * 4 \text{ kHz}) * 8 \text{ bits/sample}$
- ❑ G.726 rate: 32 kbps
 - ❑ $(2 * 4 \text{ kHz}) * 4 \text{ bits/sample}$
- ❑ G.726 rate :24 kbps
 - ❑ $(2 * 4 \text{ kHz}) * 3 \text{ bits/sample}$
- ❑ G.726 rate: 16 kbps
 - ❑ $(2 * 4 \text{ kHz}) * 2 \text{ bits/sample}$

Chap. 3 : Les codecs

Calcul de la bande passante

- BP Totale = (Taille totale du paquet * BP nominale nécessaire) / taille du payload
- Exemple pour une trame MLP transportant un paquet encodé en G.729
 - Header IP + UDP +RTP = 40 octets
 - Header MLP = 6 octets
 - Taille du payload pour 20 ms = 20 octets
 - Bande passante nominale = 8 kbs
 - BP Total = $(40 + 6 + 20) * 8 / 20 = 26,4 \text{ kbs}$

Chap. 3 : Les codecs

Data Link overhead

- ❑ Dépend de la technologie de couche 2 utilisée
 - ❑ Ethernet : 18 octets
 - ❑ Frame-Relay : 6 octets
 - ❑ MLP (multilink PPP) : 6 octets
 - ❑ Trunk 802.1q : 22 octets

Chap. 3 : Les codecs

Security overhead

❑ IPSec Mode Transport

 ❑ 30-53 octets

❑ IPSec Tunnel Mode

 ❑ 50-73 octets

❑ L2TP/GRE

 ❑ 24 octets

❑ MPLS

 ❑ 4 octets

❑ PPPoE

 ❑ 8 octets

Chap. 3 : Les codecs

La VAD

- ❑ Voice Activity Detection
 - ❑ Déetecte les silences
 - ❑ Supprime la transmission des "silences pattern"
 - ❑ Dépend de plusieurs facteurs
 - ❑ Type d'audio (speech ou MoH (Music on Hold))
 - ❑ Niveau de bruit
 - ❑ Autres (langage, caractère du speaker, type d'appel)
 - ❑ Permet de préserver 35% de la bande passante

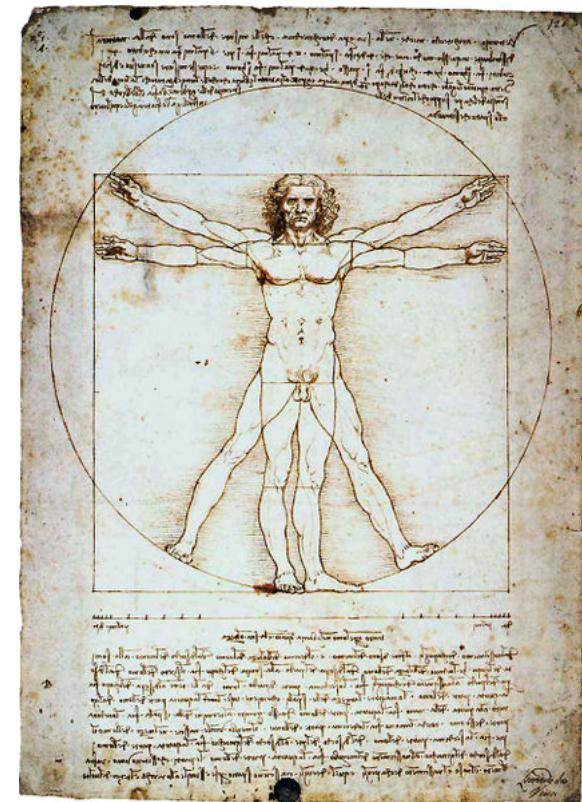
Partie 4



Plan de la Partie

Voici les chapitres que nous allons aborder :

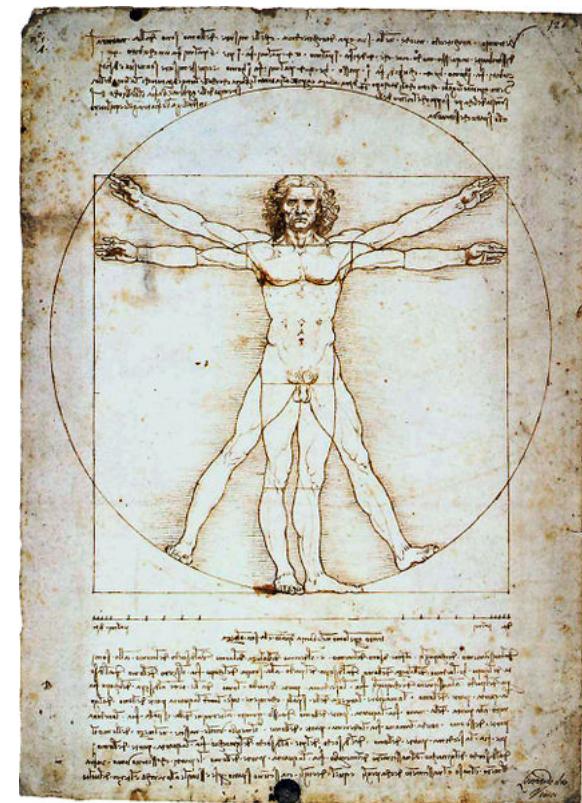
- **Chapitre 1** : Présentation des fonctionnalités d'un IPBX
- **Chapitre 2** : Comment migrer vers la téléphonie sur IP
- **Chapitre 3** : Etat actuel du marché de la ToIP



Chap. 1 : Présentation des fonctionnalités d'un IPBX

Voici les points que nous allons aborder :

- Fonctionnalités basiques
- Intégration au réseau de données
- Fonctionnalités avancées
- Exemples de techniques permettant la réduction des coûts



Chap. 1 : Présentation des fonctionnalités d'un IPBX

Fonctionnalités basiques

- Sur la base de présentation, nous allons voir
 - Comment configurer l' IPBX CallManager
 - Gérer les utilisateurs
 - Gérer les téléphones
 - Gérer les sites
 - Gérer le plan de numérotation
 - Gérer les autorisations

Chap. 1 : Présentation des fonctionnalités d'un IPBX

Intégration au réseau de données

- Sur la base de présentation, nous allons voir
 - Comment se connecter à un annuaire LDAP
 - Gérer les paramètres de messagerie

Chap. 1 : Présentation des fonctionnalités d'un IPBX

Fonctionnalités avancées

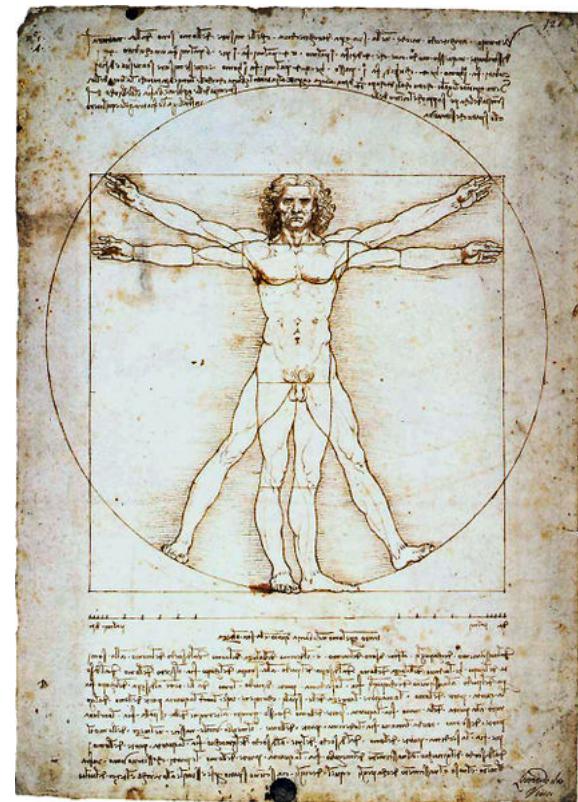
- Sur la base de présentation, nous allons voir
 - Gérer la mobilité des utilisateurs
 - Gérer la mobilité des postes
 - Gérer les ressources média
 - Mettre en œuvre le TEHO
 - Tail End Hop Off

Chap. 2 : Comment migrer vers la ToIP ?

Voici les points que nous allons aborder :

Pré-requis

Conseils utiles



Chap. 2 : Comment migrer vers la ToIP ?

Pré-requis

- ❑ Pour réussir sa migration, il est indispensable de se poser les questions suivantes
 - ❑ L'infrastructure actuelle permet-elle la migration ?
 - ❑ VLAN, QoS, Sécurité, Passerelles...
 - ❑ Combien d'utilisateurs ?
 - ❑ Quelles sont les fonctionnalités actuelles ?
 - ❑ Quel délai et quel budget ?

Chap. 2 : Comment migrer vers la ToIP ?

Conseils utiles

- ❑ Créer une équipe inter-fonctionnelle
 - ❑ Ingénieurs, techniciens, financiers, utilisateurs...
- ❑ Prévenez et faites participer les utilisateurs
 - ❑ Attention, les utilisateurs ne sont pas fascinés par la TOIP !!!
 - ❑ Ce sont leurs besoins qui doivent définir le cahier des charges
- ❑ Le déploiement ne doit généralement pas prendre plus de 20% du temps total
 - ❑ Tout n' est que préparation...

Chap. 2 : Comment migrer vers la ToIP ?

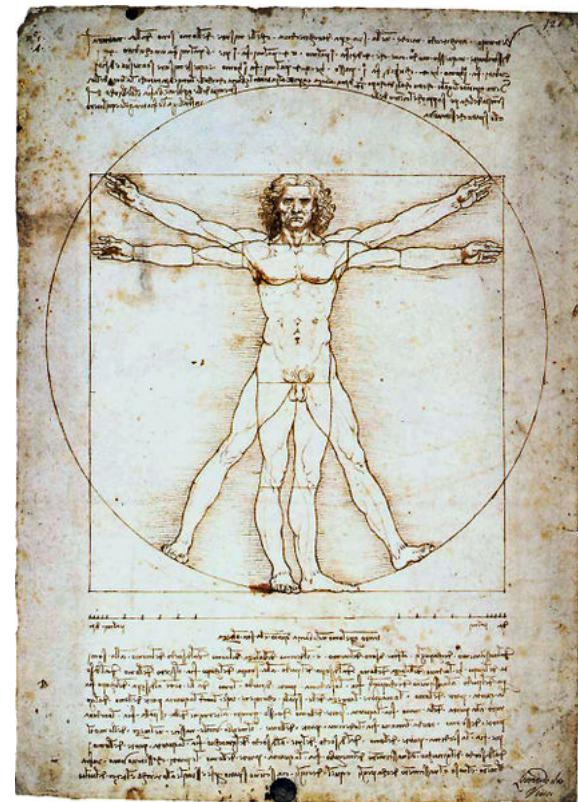
Conseils utiles

- Commencer le déploiement sur des petits groupes et analyser la prise en main
 - Créer une équipe d' assistance qui sera connue de tous
- Etendez le déploiement
- Mettez en place un système de suivi et de surveillance
- Evaluer vos propres critères de réussite du projet

Chap. 3 : état actuel du marché de la ToIP

Voici les points que nous allons aborder :

- Etat du marché
- Les acteurs



Chap. 3 : état actuel du marché de la ToIP

Introduction

- Selon IBISWorld, un des plus crédibles cabinets d'analyses financières
 - La VoIP a été l'industrie la plus performante de la décennie 2009-2010
 - Evolution de 180 000 % en terme de CA sur 10 ans
 - Pour les 10 prochaines années, on prévoit une évolution de 150 %
 - Avec un CA estimé de 40 milliards de dollars par an dès 2012
 - A titre d'exemple
 - En France, en 2010, 50% des trafics voix étaient des trafics VoIP

Chap. 3 : état actuel du marché de la ToIP

Les acteurs de la ToIP

- Les principaux acteurs constructeurs de matériels ToIP en France sont
 - Alcatel
 - Cisco
 - Siemens
 - Avaya
 - 3COM
 - ...

Chap. 3 : état actuel du marché de la ToIP

Les acteurs de la ToIP

- Les principaux acteurs opérateurs de ToIP en France sont
 - SFR
 - Bouygues Telecom
 - FT
 - Alma
 - EasyComm
 - ...



Félicitations

Vous avez suivi avec succès le

**Module Téléphonie sur IP :
état de l' art**

Fin

