

La **Voix sur IP (VoIP)**, pour *Voice Over Internet Protocol*) est une technologie qui permet de transmettre des communications vocales sous forme de paquets de données numérisées via des réseaux IP. Cette technologie est à la base du service de **Téléphonie sur IP (ToIP)**, pour *Telephony over Internet Protocol*), qui étend la VoIP en intégrant toutes les fonctionnalités traditionnelles d'un autocommutateur téléphonique, désormais appelé **PABX IP** ou **IPBX** (Private Automatic Branch Exchange IP).

Pourquoi les organisations migrent-elles vers la ToIP ?

1. Réduction des coûts :

- Les communications nationales et internationales deviennent moins chères grâce aux offres de téléphonie IP économiques.
- Les coûts des réseaux IP inter-sites (WAN) sont également réduits.

2. Amélioration des performances :

- Le haut débit et les protocoles natifs du monde IP (comme SIP) ont rendu la ToIP plus fiable.
- La qualité et la sécurité des communications se sont considérablement améliorées.

3. Mobilité accrue :

- Les utilisateurs ne sont plus liés à des lignes physiques.
- La ToIP permet de conserver le même numéro de téléphone lors de déplacements et d'utiliser plusieurs appareils (téléphones, softphones) avec un seul numéro.

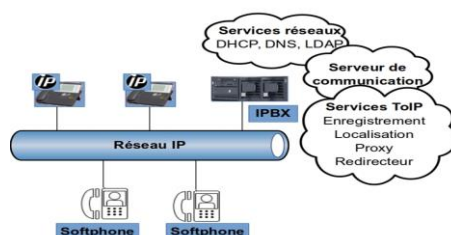
4. Mutualisation des outils de communication :

- La ToIP intègre tous les équipements de communication (téléphones IP, visioconférence, fax, PC) sur un même réseau.
- Elle permet d'utiliser différents médias (voix, image, texte) indépendamment du terminal ou du réseau, offrant ainsi de nouveaux services aux entreprises.

5. Économies d'énergie :

- La centralisation des équipements et la mutualisation des réseaux réduisent le nombre d'appareils nécessaires, ce qui diminue la consommation d'énergie.

Architecture physique simple de la ToIP



Une infrastructure **ToIP** repose sur plusieurs composants clés qui travaillent ensemble pour fournir des services de téléphonie avancés. Voici les éléments principaux :

1. IPBX (PABX IP) :

- L'**IPBX** est le cœur du système. Il s'agit d'un autocommutateur téléphonique associé à un serveur de communication.
- Il intègre de nombreuses fonctionnalités telles que :
 - Double appel.
 - Messagerie vocale.

- Conférences.
 - Transferts d'appels.
 - Musiques d'attente.
 - Il gère également des services réseaux spécifiques à la ToIP, comme l'enregistrement des terminaux, la vérification des autorisations d'appel, la résolution d'adresses et la redirection des appels vers le bon destinataire.
2. **Terminaux IP :**
- Les **téléphones IP** sont des appareils physiques qui se connectent au réseau via un câble Ethernet.
 - Les **softphones** sont des logiciels installés sur des ordinateurs ou smartphones, permettant de passer des appels via un microcasque ou des haut-parleurs.
 - Ces terminaux utilisent des protocoles comme **SIP** pour communiquer avec l'IPBX.
3. **Commutateur PoE (Power over Ethernet) :**
- Les commutateurs **PoE** (norme 802.3af) permettent d'alimenter électriquement les téléphones IP via le câble Ethernet, éliminant ainsi le besoin d'un câble d'alimentation séparé.
 - Cela simplifie l'installation et réduit les coûts d'infrastructure.

Constructeurs et solutions

Plusieurs constructeurs proposent des solutions d'IPBX, souvent sous forme de boîtiers matériels. Parmi les plus connus, on trouve **Cisco** et **Alcatel**. Cependant, dans ce laboratoire, nous utiliserons une solution open source : **Asterisk**.

Présentation d'Asterisk

Asterisk est un logiciel open source qui transforme un ordinateur en un **autocommutateur téléphonique privé (PABX)**. Il offre une grande flexibilité et de nombreuses fonctionnalités, notamment :

- **Messagerie vocale** : pour laisser et recevoir des messages.
- **Transfert d'appels** : pour rediriger les appels vers d'autres utilisateurs.
- **Files d'attente** : pour gérer les appels entrants de manière organisée.
- **Call parking** : pour mettre un appel en attente et le reprendre depuis un autre terminal.
- **Standard automatique** : pour guider les appelants via un menu vocal.
- **Conférences** : pour organiser des appels multiparticipants.
- **Musiques d'attente** : pour personnaliser l'expérience des appelants.
- **Groupement d'appels** : pour gérer plusieurs lignes simultanément.

Protocoles supportés

Asterisk prend en charge plusieurs protocoles, dont les deux principaux sont :

- **SIP (Session Initiation Protocol)** : le protocole standard pour la signalisation des appels VoIP.
- **IAX (Inter-Asterisk eXchange)** : un protocole conçu pour les communications entre serveurs Asterisk, notamment pour les connexions entre sites distants.

Passerelle vers les réseaux publics

Asterisk peut être configuré pour servir de **passerelle** entre un réseau interne et le réseau téléphonique public (RTC ou SIP). Cela permet de passer des appels externes via un **trunk SIP**, en se connectant à un fournisseur de services VoIP.

Services réseaux / ToIP et protocoles

La téléphonie sur IP (ToIP) repose sur plusieurs protocoles essentiels pour gérer les communications. Ces protocoles sont divisés en deux phases principales :

1. Signalisation et mise en relation :

- Cette phase gère l'établissement, l'authentification et la gestion des appels.
- Les protocoles utilisés sont :
 - **H.323** : Un protocole développé en 1996, issu de la téléphonie traditionnelle. Bien qu'il soit encore utilisé, il est progressivement remplacé par SIP.
 - **SIP (Session Initiation Protocol)** : Développé en 1997, SIP est devenu le protocole de référence pour la ToIP. Standardisé par l'IETF (RFC 3261 et RFC 3265), il est plus léger, plus flexible et largement implémenté dans les équipements modernes (téléphones IP, softphones, IPBX).

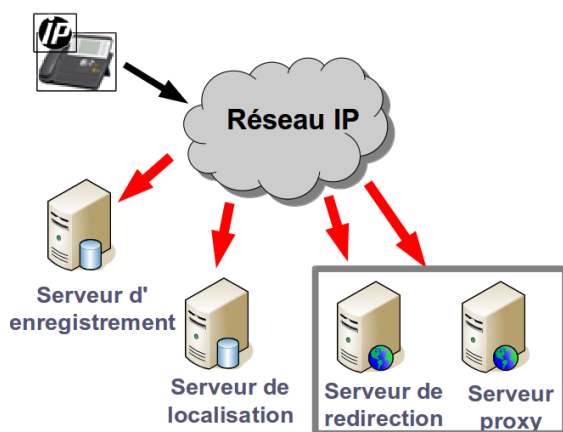
2. Transport des données multimédias :

- Une fois la connexion établie, les données vocales ou vidéo sont transmises via des protocoles de transport :
 - **RTP (Real-time Transport Protocol)** : Pour le transport des données multimédias en temps réel.
 - **RTCP (Real-time Transport Control Protocol)** : Pour surveiller la qualité de la transmission et fournir des statistiques.

Les **codecs audio et vidéo** (algorithmes de compression et décompression) jouent un rôle crucial dans cette phase. Ils sont négociés lors de la phase de signalisation et déterminent la qualité et la bande passante nécessaire pour la communication.

Architecture SIP

Le protocole **SIP** est au cœur de la ToIP. Son architecture repose sur cinq entités principales :



1. Serveur d'enregistrement (Registrar) :

- Associe une adresse IP à un terminal (exemple : un téléphone IP).
- Gère l'enregistrement des terminaux via des requêtes **REGISTER**.

2. Serveur de localisation (Location Server) :

- Stocke les informations sur l'emplacement des terminaux (adresse IP).
- Permet de localiser un utilisateur lorsqu'un appel est initié.

3. Serveur de redirection (Redirect Server) :

- Redirige les requêtes vers le serveur de localisation pour déterminer l'adresse IP du destinataire.
- Renvoie cette information à l'appelant, qui établit ensuite une connexion directe.

4. Serveur proxy (Proxy Server) :

- Agit comme intermédiaire entre les terminaux.
- Relais les requêtes (comme **INVITE**) et gère la résolution des adresses.
- Simplifie la communication entre des terminaux qui ne se connaissent pas directement.

Ces quatre serveurs sont souvent regroupés dans un même outil, comme **Asterisk**, qui agit à la fois comme IPBX et serveur SIP.

Étapes pour établir une communication SIP

1. Enregistrement des terminaux :

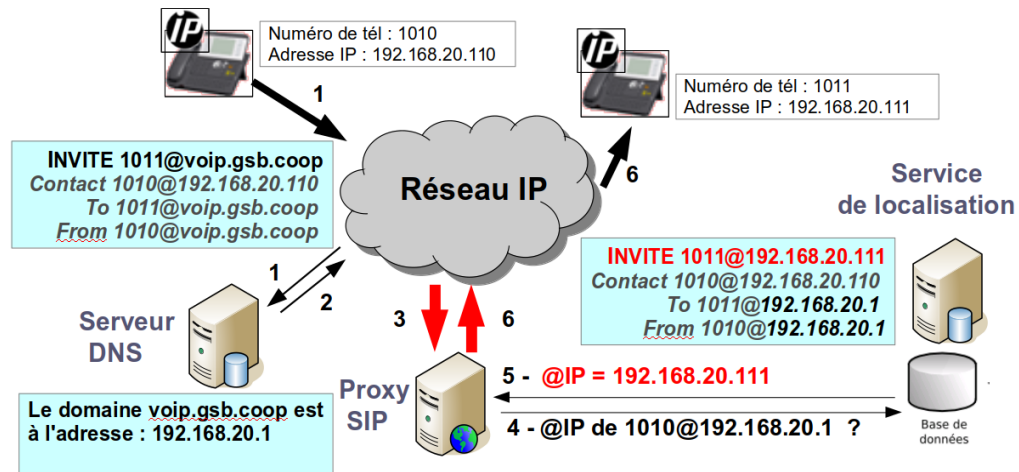


- Avant de passer ou recevoir un appel, un terminal doit s'enregistrer auprès du serveur **Registrar**.
- Cela se fait via une requête **REGISTER**, qui associe l'adresse IP du terminal à un numéro de téléphone unique.
- Cette information est souvent stockée dans un annuaire **LDAP** pour faciliter la gestion des utilisateurs.

Format d'une adresse SIP :

- Une adresse SIP ressemble à une adresse e-mail (exemple : sip:489@voip.gsb.coop).
- Elle suit la norme **RFC 3986** (Uniform Resource Identifier).

2. Mise en relation via un proxy SIP :



- Lorsqu'un terminal initie un appel (par exemple, du terminal 1010 vers le terminal 1011), le **User Agent** de l'appelant envoie une requête **INVITE** au serveur proxy.
 - Le proxy interroge le serveur de localisation pour trouver l'adresse IP du destinataire.
 - Une fois l'adresse trouvée, le proxy relaie la requête **INVITE** vers le terminal appelé.
3. **Établissement de la communication :**
- Une fois la session établie, les données multimédias (voix, vidéo) sont transmises via **RTP**.
 - Le flux RTP circule directement entre les terminaux, sans passer par le proxy (sauf configuration spécifique).

Points à noter sur SIP

- **Négociation des codecs :**
 - La requête **INVITE** permet de négocier les codecs à utiliser pour la communication.
 - Cela garantit que les deux terminaux utilisent le même format de compression.
- **Ports par défaut :**
 - SIP utilise les ports **5060** en UDP et TCP pour la signalisation.
- **Interopérabilité :**
 - SIP peut communiquer avec des réseaux traditionnels (RTC) via des passerelles, permettant une transition progressive vers la ToIP.
- **Messages similaires à HTTP :**
 - Les messages SIP sont codés en ASCII et ressemblent à ceux utilisés par HTTP (exemple : **INVITE**, **ACK**, **BYE**).