

TABLE DES MATIERES

projet 2 : toip / Voip	1
Table des matières	1
1. De la Téléphonie Classique à la ToIP : Une Évolution Inéluctable	1
Les Limitations du RTC :	2
1.2 Pourquoi la ToIP ? Les Avantages qui Ont Révolutionné la Communication	2
Flexibilité	2
Fonctionnalités Avancées	2
Intégration avec d'autres Systèmes	3
2. Architecture Physique de la ToIP	3
3. Services réseau : les garants de la qualité	3
3.2 Protocoles : les fondamentaux de la VoIP	4
4. L'architecture SIP et H.323 : un aperçu	4
4.1 SIP VS H.323 : une comparaison	5
Pourquoi SIP a-t-il gagné en popularité ?	5
5. Les Étapes d'une Communication VoIP	6
Initiation de l'appel	6
Le serveur SIP reçoit la requête INVITE et :	6
Transmission de la voix	6
Réception de l'appel	6
6. Choisir une Solution Open Source : Asterisk	7
6.1 Fonctionnalités d'Asterisk	7
7. Mise en Place de la ToIP	8
8. Sécurisation d'une Communication Sécurisée	8

1. DE LA TELEPHONIE CLASSIQUE A LA TOIP : UNE ÉVOLUTION INELUCTABLE

- **Téléphonie Classique** : Le RTC, c'est le système téléphonique traditionnel que nous connaissons tous. Il fonctionne en reliant physiquement les téléphones à un réseau de câbles en cuivre. Lorsque vous composez un numéro, votre appel est acheminé à travers ce réseau jusqu'à la personne que vous souhaitez joindre.
- **Les lignes analogiques** sont les fils de cuivre qui connectent votre téléphone au réseau téléphonique. Le signal vocal est converti en un signal électrique continu qui voyage le long de ces fils.
- **Les centrales téléphoniques** sont des équipements qui gèrent la commutation des appels. Elles reçoivent les appels entrants, les acheminent vers les lignes sortantes et gèrent les différents services téléphoniques (mise en attente, transfert d'appel, etc.).

LES LIMITATIONS DU RTC :

- **Coûts élevés** : Les coûts d'installation et d'entretien des réseaux de cuivre sont importants. De plus, les tarifs des appels, surtout pour les longues distances et l'international, étaient élevés.
- **Mobilité réduite** : Les téléphones fixes étaient liés à une prise murale spécifique, ce qui limitait la mobilité des utilisateurs.
- **Fonctionnalités limitées** : Le RTC offrait des fonctionnalités de base (appels vocaux, mise en attente). Les fonctionnalités avancées comme la messagerie unifiée ou la conférence audio/vidéo étaient limitées ou inexistantes.

1.2 POURQUOI LA TOIP ? LES AVANTAGES QUI ONT REVOLUTIONNE LA COMMUNICATION

REDUCTION DES COUTS

- **Appels moins chers** : La ToIP utilise le réseau Internet pour transmettre la voix, ce qui rend les appels moins chers, surtout pour les longues distances et l'international.
- **Pas de frais d'abonnement** : Les abonnements à des lignes fixes sont remplacés par des abonnements Internet, souvent moins chers.

FLEXIBILITE

- **Mobilité** : Avec la ToIP, vous pouvez passer et recevoir des appels sur n'importe quel appareil connecté à Internet (smartphone, tablette, ordinateur) à condition d'avoir une application de téléphonie IP installée.
- **Télétravail** : La ToIP facilite le télétravail en permettant aux employés de rester connectés au bureau où qu'ils soient.

FONCTIONNALITES AVANCEES

- **Messagerie unifiée** : Vous pouvez consulter vos messages vocaux, vos emails et vos SMS sur un seul et même interface.

- **Conférence audio/vidéo** : Organisez des réunions à plusieurs avec des participants situés dans des endroits différents.
- **Transfert d'appels, mise en attente, renvoi d'appels** : Toutes ces fonctionnalités sont standard avec la ToIP.

INTEGRATION AVEC D'AUTRES SYSTEMES

- **CRM et ERP** : La ToIP peut s'intégrer à vos logiciels de gestion de la relation client et de gestion d'entreprise pour vous offrir une vue complète de vos interactions avec vos clients.
- **Autres applications** : La ToIP peut également s'intégrer à d'autres applications comme les logiciels de messagerie instantanée ou les outils de collaboration.

2. ARCHITECTURE PHYSIQUE DE LA TOIP

- **Un IPBX (Autocommutateur Privé par Internet Protocol)** est en quelque sorte le cerveau de votre système téléphonique. C'est un logiciel ou un appareil physique qui gère l'ensemble des communications au sein de votre entreprise.
- Pour que les communications vocales puissent circuler, il faut un réseau IP. Ce réseau est constitué de différents éléments :
 - **Le routeur** : Il relie plusieurs réseaux entre eux et dirige les paquets de données vers leur destination.
 - **Le switch** : Il relie plusieurs appareils sur un même réseau local (LAN) et permet la communication entre eux.
 - **Les câbles** : Ils servent à connecter les différents équipements du réseau (routeur, switch, ordinateurs, téléphones IP).
- **Comment ça marche ?** Lorsque vous passez un appel, votre voix est convertie en données numériques (paquets IP) qui sont ensuite envoyées à travers le réseau IP jusqu'à votre correspondant. Le routeur et le switch assurent la transmission de ces paquets de manière efficace.
- Les terminaux sont les appareils que vous utilisez pour passer et recevoir des appels. Il en existe plusieurs types :
 - **Les softphones** : Ce sont des logiciels que vous installez sur votre ordinateur ou votre smartphone. Ils vous permettent de passer et de recevoir des appels en utilisant une connexion Internet.
 - **Les téléphones IP** : Ce sont des téléphones spécialement conçus pour fonctionner sur un réseau IP. Ils ressemblent à des téléphones traditionnels mais ont des fonctionnalités supplémentaires.
 - **Les gateways** : Les gateways permettent de connecter des téléphones analogiques traditionnels à un réseau IP. Ils convertissent le signal analogique en signal numérique et inversement.

En conclusion, l'IPBX, le réseau IP et les différents types de terminaux travaillent ensemble pour offrir une solution de communication flexible et performante.

3. SERVICES RESEAU : LES GARANTS DE LA QUALITE

Les services réseau jouent un rôle crucial dans la qualité des communications VoIP. Ils permettent d'optimiser le trafic et de garantir une expérience utilisateur fluide. Voici quelques exemples :

- **QoS (Quality of Service) :** Ce mécanisme permet de prioriser certains types de trafic sur le réseau. En VoIP, les paquets audio et vidéo sont généralement priorisés pour éviter les latences et les pertes de données, ce qui garantit une meilleure qualité d'appel.
- **NAT (Network Address Translation) :** Le NAT permet de masquer les adresses IP privées d'un réseau interne pour les rendre accessibles depuis Internet. Il est essentiel pour les communications VoIP, car il permet aux utilisateurs d'un réseau local de se connecter à un serveur VoIP situé en dehors de leur réseau.
- **Firewall :** Le firewall protège votre réseau des intrusions et des attaques malveillantes. Il filtre le trafic entrant et sortant et bloque les paquets suspects. En VoIP, il est important de configurer le firewall pour autoriser le trafic SIP et RTP.

3.2 PROTOCOLES : LES FONDAMENTAUX DE LA VOIP

Les protocoles sont les langages que les appareils utilisent pour communiquer entre eux. En VoIP, plusieurs protocoles sont utilisés :

- **SIP (Session Initiation Protocol) :** C'est le protocole le plus utilisé pour la signalisation en VoIP. Il permet d'établir, de modifier et de terminer des sessions multimédias (audio, vidéo, etc.). SIP est utilisé pour :
 - Inviter un correspondant à une conversation
 - Négocier les codecs audio et vidéo
 - Gérer les redirections d'appels
 - Terminer une session
- **H.323 :** Ce protocole, moins utilisé que SIP aujourd'hui, était autrefois une norme pour la communication multimédia sur IP. Il offre des fonctionnalités similaires à SIP mais est plus complexe à mettre en œuvre.
- **RTP (Real-time Transport Protocol) :** Ce protocole transporte les données audio et vidéo en temps réel. Il est utilisé en conjonction avec SIP ou H.323. RTP permet de :
 - Séquencer les paquets de données
 - Ajouter des horodatages pour synchroniser les flux audio et vidéo
 - Détecter les pertes de paquets
- **SRTP (Secure Real-time Transport Protocol) :** C'est une extension sécurisée de RTP. Il ajoute des fonctionnalités de chiffrement, d'authentification et d'intégrité pour protéger les communications VoIP contre les écoutes et les altérations.

4. L'ARCHITECTURE SIP ET H.323 : UN APERÇU

SIP : le protocole dominant pour la VoIP

Le **Session Initiation Protocol (SIP)** est devenu le standard de facto pour la signalisation dans les systèmes de téléphonie sur IP. Il est utilisé pour établir, modifier et terminer des sessions multimédias, comme les appels vocaux et vidéo.

Fonctionnement de SIP : une séquence d'étapes

1. **INVITE:** Un utilisateur A souhaite appeler un utilisateur B. Son téléphone envoie une requête SIP INVITE au serveur SIP, indiquant l'adresse IP de l'utilisateur B.
2. **100 Trying:** Le serveur SIP répond 100 Trying pour indiquer qu'il a bien reçu la requête et qu'il est en train de la traiter.
3. **180 Ringing:** Le serveur SIP envoie une réponse 180 Ringing à l'utilisateur A pour indiquer que l'appel est en cours de sonnerie chez l'utilisateur B.
4. **200 OK:** Si l'utilisateur B répond à l'appel, le serveur SIP envoie une réponse 200 OK à l'utilisateur A, indiquant que la connexion est établie.
5. **Transmission des données:** Les utilisateurs A et B peuvent alors commencer à échanger des données audio et vidéo via le protocole RTP.
6. **BYE:** Lorsque l'appel se termine, un utilisateur envoie une requête SIP BYE pour mettre fin à la session.

Autres codes de réponse SIP courants:

- **404 Not Found:** L'utilisateur B n'est pas trouvé.
- **486 Busy:** L'utilisateur B est occupé.
- **403 Forbidden:** L'appel n'est pas autorisé.

4.1 SIP VS H.323 : UNE COMPARAISON

H.323 est un autre protocole de signalisation pour la VoIP, mais il est moins utilisé que SIP aujourd'hui. Les principales différences entre SIP et H.323 sont les suivantes :

Caractéristique	SIP	H.323
Complexité	Plus simple	Plus complexe
Flexibilité	Plus flexible	Moins flexible
Indépendance	Indépendant du réseau	Plus lié au réseau
Adoption	Largement adopté	Moins adopté

POURQUOI SIP A-T-IL GAGNE EN POPULARITE ?

- **Simplicité:** SIP est plus facile à comprendre et à mettre en œuvre.
- **Flexibilité:** SIP permet une plus grande variété de scénarios d'utilisation.
- **Intégration:** SIP s'intègre mieux avec les technologies Internet existantes.

5. LES ÉTAPES D'UNE COMMUNICATION VOIP

INITIATION DE L'APPEL

Lorsque vous souhaitez passer un appel VoIP, vous utilisez un terminal (téléphone IP, softphone, etc.). Voici les étapes typiques :

- 1.1 Saisie du numéro : Vous composez le numéro de téléphone de votre correspondant sur votre terminal.
- 1.2 Envoi de la requête SIP INVITE : Le terminal génère une requête SIP INVITE qui contient l'adresse IP de votre correspondant et d'autres informations (codec audio, etc.). Cette requête est envoyée au serveur SIP de votre fournisseur de services.

2. Traitement de l'appel par l'IPBX

LE SERVEUR SIP REÇOIT LA REQUETE INVITE ET :

- 2.1 Recherche du correspondant : Il cherche l'adresse IP associée au numéro de téléphone composé. Cette information est généralement stockée dans une base de données.
- 2.2 Routage de l'appel : Si l'adresse IP est trouvée, le serveur SIP envoie une requête SIP à l'IPBX du correspondant.
- 2.3 Sonnerie : L'IPBX du correspondant fait sonner le téléphone de l'utilisateur.

TRANSMISSION DE LA VOIX

Une fois la connexion établie, la voix est convertie en données numériques et transmise via le réseau IP :

- 2.4 Numérisation de la voix : Le signal analogique de la voix est échantillonné et quantifié pour être converti en un flux de données numériques.
- 2.5 Compression : Les données numériques sont compressées pour réduire leur taille et optimiser la bande passante.
- 2.6 Encapsulation dans des paquets IP : Les données compressées sont encapsulées dans des paquets IP, qui contiennent l'adresse IP de l'expéditeur et du destinataire, ainsi que d'autres informations de contrôle.
- 2.7 Transmission sur le réseau : Les paquets IP sont transmis sur le réseau Internet en suivant le chemin le plus court entre l'expéditeur et le destinataire.

RECEPTION DE L'APPEL

Lorsque les paquets IP arrivent à destination, ils sont traités de la manière suivante :

- 2.8 Décapsulation : Les paquets IP sont décapsulés pour extraire les données audio.

- 2.9 Décompression : Les données audio sont décompressées pour retrouver le signal audio original.
- 2.10 Conversion en signal analogique : Le signal numérique est converti en un signal analogique qui peut être reproduit par le haut-parleur du téléphone.

6. CHOISIR UNE SOLUTION OPEN SOURCE : ASTERISK

Asterisk est un logiciel libre de téléphonie sur IP (IPBX) qui a acquis une grande popularité dans le monde entier. Son succès s'explique par plusieurs avantages :

- **Flexibilité** : Asterisk est hautement personnalisable grâce à son langage de configuration puissant. Cela permet d'adapter la solution à des besoins très spécifiques et d'intégrer de nouvelles fonctionnalités facilement.
- **Personnalisation** : Les développeurs peuvent créer leurs propres applications et modules complémentaires, ce qui offre une grande liberté de création.
- **Communauté active** : Asterisk bénéficie d'une communauté d'utilisateurs et de développeurs très active. Cela signifie qu'il existe une abondance de documentation, de tutoriels et de forums où vous pourrez trouver de l'aide et des solutions à vos problèmes.
- **Coût** : Étant un logiciel libre, Asterisk est gratuit. Vous ne payez que pour le matériel (serveur, téléphones IP) et éventuellement pour des services supplémentaires (support technique, modules commerciaux).
- **Évolutivité** : Asterisk peut s'adapter à des environnements de toutes tailles, allant d'une petite entreprise à un grand centre d'appels.

6.1 FONCTIONNALITES D'ASTERISK

Asterisk offre un large éventail de fonctionnalités, ce qui en fait une solution complète pour la téléphonie sur IP :

- **IVR (Interactive Voice Response)**: Les systèmes IVR permettent de créer des menus vocaux interactifs pour guider les appelants et automatiser certaines tâches.
- **CTI (Computer Telephony Integration)**: L'intégration téléphonie-informatique permet de lier votre système téléphonique à d'autres applications (CRM, ERP, etc.) pour automatiser les processus.
- **Conférences** : Asterisk permet d'organiser des conférences audio et vidéo, avec des fonctionnalités avancées comme le partage d'écran.
- **Messagerie vocale** : Un système de messagerie vocale intégré permet de stocker et de consulter les messages vocaux.
- **Enregistrement des appels** : Vous pouvez enregistrer les appels pour des raisons de conformité ou d'analyse.
- **Fax sur IP** : Asterisk supporte le fax sur IP, ce qui permet d'envoyer et de recevoir des fax par le réseau IP.

- **Gestion des files d'attente** : Les appels peuvent être mis en attente dans des files d'attente, avec des options de musique d'attente et d'annonce de position.
- **Routage d'appels avancé** : Asterisk offre des options de routage d'appels complexes, permettant de personnaliser la façon dont les appels sont traités.

En résumé, Asterisk est une solution flexible, personnalisable et économique pour mettre en place un système de téléphonie sur IP. Grâce à sa communauté active et à ses nombreuses fonctionnalités, il est adapté à un large éventail d'utilisations.

7. MISE EN PLACE D'ASTERISK

- **Installation d'Asterisk** : Expliquer les étapes d'installation et de configuration d'Asterisk.

```
root@ubuntu-gipi:/home/reqlu# apt install asterisk
Lecture des listes de paquets... Fait
Construction de l'arbre des dépendances... Fait
Lecture des informations d'état... Fait
asterisk est déjà la version la plus récente (1:18.10.0~dfsg+~cs6.10.40431411-2).
Les paquets suivants ont été installés automatiquement et ne sont plus nécessaires :
```

```
[legrandsou]
type=friend
username=legrandsou
secret=motdepasse1001 ; Utilisez un mot de passe sécurisé ici
host=dynamic
context=local_users
disallow=all
allow=ulaw
allow=alaw

; Configuration pour l'utilisateur 1002
[legrandewan]
type=friend
username=legrandewan
secret=motdepasse1002 ; Utilisez un mot de passe sécurisé ici
host=dynamic
context=local_users
disallow=all
allow=ulaw
allow=alaw

[legrandreqlu]
type=friend
username=legrandreqlu
secret=motdepasse1003
host=dynamic
context=local_users
disallow=all
allow=ulaw
allow=alaw
```

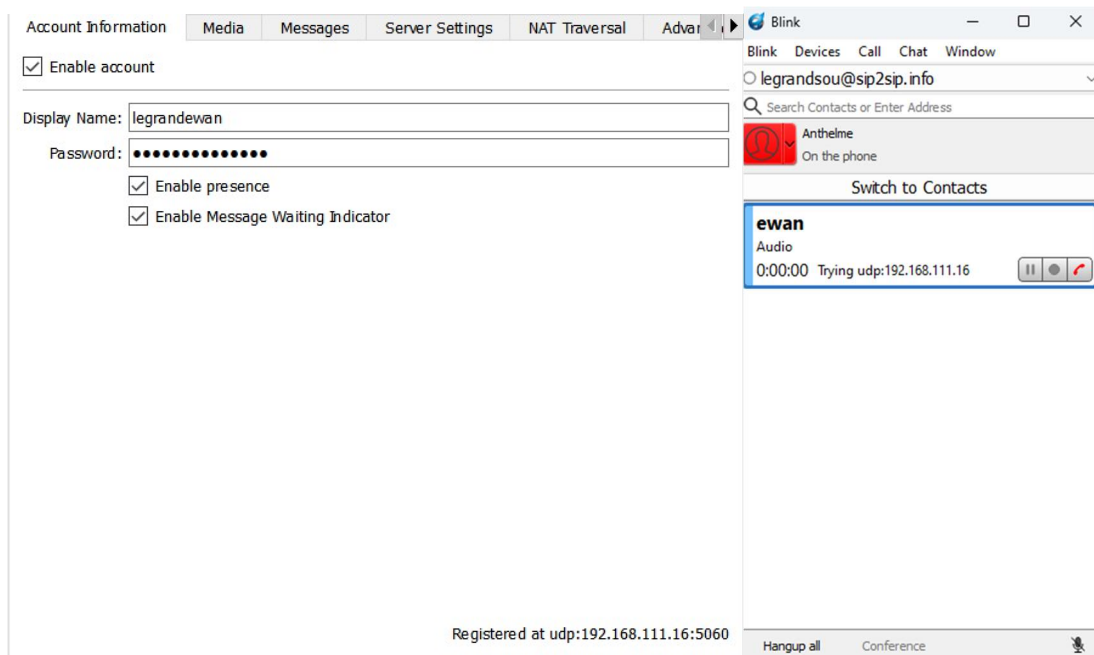

UTEC AVON BTS SIO 2

```

;
[local_users]
exten => 1001,1,Dial(SIP/legrandsou)
exten => 1002,1,Dial(SIP/legrandewan)
exten => 1003,1,Dial(SIP/legrandreqlu)

```

- **Configuration des terminaux :** Configurer les téléphones IP et les softphones pour qu'ils puissent communiquer avec Blink.



- **Test de la solution :** Effectuer des tests pour vérifier le bon fonctionnement de la solution.

Visualisation depuis le serveur local Asterisk des 2 terminaux connectés

```

root@ubuntu-glpi:/home/reqlu# sudo nano /etc/asterisk/sip.conf
root@ubuntu-glpi:/home/reqlu# asterisk -r
Asterisk 18.10.0-dfsg+~cs6.10.40431411-2, Copyright (C) 1999 - 2021, Sangoma Technologies Corporation and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 18.10.0-dfsg+~cs6.10.40431411-2 currently running on ubuntu-glpi (pid = 674)
ubuntu-glpi*CLI> sip show peers
Name/username      Host                Dyn Forcerport Comedia  ACL Port      Status      Description
legrandewan/legrandewan  192.168.111.17      D Auto (No) No      55533      Unmonitored
legrandsou/legrandsou    192.168.111.191      D Auto (No) No      61277      Unmonitored
2 sip peers [Monitored: 0 online, 0 offline Unmonitored: 2 online, 0 offline]
ubuntu-glpi*CLI>
    
```

7.1 SECURISATION D'ASTERISK

Le TLS (Transport Layer Security) dans Asterisk permet de sécuriser les communications VoIP en chiffrant les signaux SIP (Session Initiation Protocol). Lorsqu'il est activé, TLS chiffre les échanges de signalisation SIP entre les clients (comme les softphones ou les téléphones IP) et le serveur Asterisk, empêchant les attaques de type interception ou écoute. Exemple avec l'image ci-dessous:

```

[100]
username=100
secret=12345
host=dynamic
context=test
type=friend
transport=tls

[101]
username=101
secret=12345
host=dynamic
context=test
type=friend
transport=tls
    
```