

# VoIP et Asterisk

François Deppierraz  
francois@ctrlaltdel.ch

GULL

2 octobre 2007

# VoIP et Asterisk

- 1 Introduction
- 2 Principes de base
- 3 Protocole SIP
- 4 Asterisk

# Plan

- 1 Introduction
  - Histoire
  - Téléphone gratuit ?
  - VoIP sucks ?

# Téléphone manuel

- Première utilisation commerciale vers 1877
- Routage manuel des appels
- Technologie simple
- Routage = connexion de câbles
- Sensibilité au bruit

# Téléphone automatique

- Invention du commutateur automatique
  - par Almon Strowger
    - entrepreneur de pompes funèbres
  - en 1891
- Diminution du personnel (!)
- Routage électro-mécanique

# Téléphone numérique

- ISDN
- Avantages
  - Services supplémentaires
  - Insensible au bruit
  - Routage = copie de bits
- Inconvénients
  - Complexité accrue
  - Des extensions non-standard sont apparues
- Types de liaisons
  - PCM
  - ATM
  - SDH

# Téléphone mobile

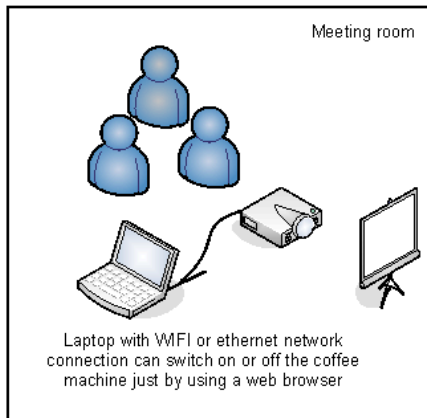
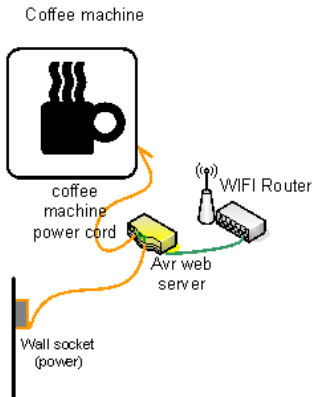
- 1950 : Début de la téléphonie mobile
  - ressemblait plus à des talkie-walkies qu'à un iPhone !
- 1990 : Les premières spécifications de la norme GSM sont publiées

# VoIP

- **” Pourquoi pas utiliser le même réseau pour tout ?”**
- Réseau IP utilisé (presque) partout
  - Internet
  - Réseaux mobiles 3ème génération
  - Transmissions radio et télévision
  - Machines à café ?
  - etc...
- Bénéficie (ou subit ?) de 130 ans d'évolution
- Avantages
  - Convergence
  - Scalability
- Inconvénients
  - Best effort
  - Réseau souvent partagé avec d'autres applications



# Pourquoi IP ?



# Téléphone gratuit ?

- Ca dépend...
- A quel endroit la VoIP est-elle utilisée ?
  - Last mile
    - Cablecom/Citycable Digital Phone
    - Providers SIP (habituellement)
  - Interco entre opérateurs
  - De bout en bout
    - Adressage SIP (type email)
    - Skype (pas SkypeOut)
- VoIP de bout en bout – > téléphone "gratuit"

# VoIP sucks ?

- NAT
  - Dans le temps les réseaux IP offraient une connectivité end-to-end...
  - Dû au manque d'adresses IPv4
  - Mais IPv6 est bientôt là !
    - Vraiment ?
- Qualité du réseau
  - Packet loss
  - Jitter
  - Délai
- Disponibilité
  - Réseau téléphonique 99,999<sup>1</sup> %
  - Réseau IP typique 99,9<sup>2</sup> %
- ... mais grâce à la téléphonie mobile les gens sont habitués !

---

<sup>1</sup>5 minutes/an d'indisponibilité

<sup>2</sup>8.7 heures/an d'indisponibilité

# VoIP sucks ? (bis)

- Sécurité
  - Authentification des communications
  - Encryption des communications
  - Attaques DoS
- Spam
  - SPIT (Spam over Internet Telephony)
  - Problème encore peu existant
  - ...mais toutes les conditions nécessaires sont là

# Plan

## 2 Principes de base

- Bases
- Signalisation
- Données audio
- Adressage
- Réseau IP

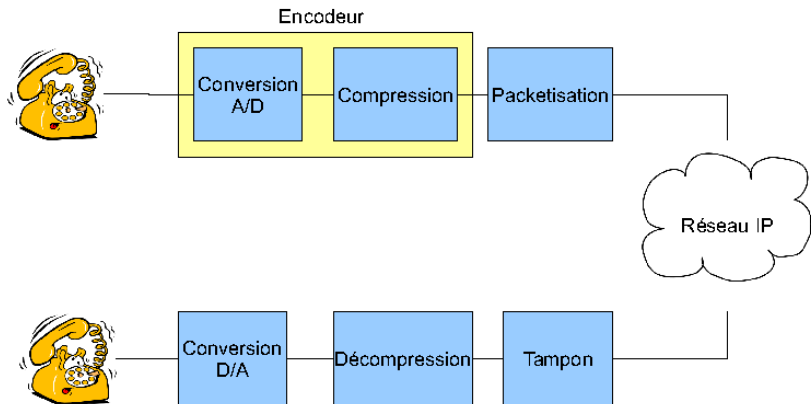
# Signalisation et Transmission des données audio

- Une communication nécessite
  - signalisation
  - transmission de données audio
- Les deux peuvent être
  - multiplexés
    - cas typique : numérotation par pulse ou tonalité
  - séparés
    - courant dans les réseaux numériques
    - ... et en VoIP (souvent)

# Signalisation

- Etablissement d'une communication
- Terminaison d'une communication
- Gestion des erreurs
  - Numéros non valables
  - Occupé
  - Lignes surchargées
  - Etc...
- Facturation

# Transmission des données audio - Schéma





# Transmission des données audio

- Conversion A/D puis échantillonnage
- Compression
  - Limitations de l'oreille humaine
- Packetisation
  - Ex : G.711 (aLaw ou  $\mu$ Law)
    - échantillon de 20 ms
    - 50 paquets/secondes
    - Sans overhead : 64 kbit/s
    - Avec overhead IP/UDP/RTP : 95.2 kbit/s

# Protocoles

- Signalisation et données audio séparées
  - + Centralisation de la signalisation
  - + Décentralisation du transport de données
  - - Problèmes connectivité end-to-end non-existante
    - NAT!
- Signalisation et données audio multiplexées
  - + NAT
  - + Réduction de l'utilisation de bande passante
    - Trunking
- Signalisation
  - SIP
  - H.323
- Données audio
  - RTP
- Signalisation et données
  - IAX

# IAX

- **Inter-Asterisk Exchange protocol**
- Protocole "propriétaire" à Asterisk
- UDP Port 4569
- Buts
  - Interconnexion de serveurs Asterisk
    - Notion de contextes
    - Authentification à clé partagée
    - Authentification à clés asymétriques (RSA)
  - Simplification firewall/NAT
    - grâce au multiplexage signalisation/données dans le même flux UDP
  - Diminution de la bande passante réseau utilisée
    - Groupage de plusieurs communications

# H.323

- Basé sur Q.931 (ISDN)
- ITU
- Développement type "cathedral"
- Implémentation de la signalisation ISDN sur IP

# SIP

- **Session Initiation Protocol**
- RFC 3261
- IETF
- Développement type "bazar"
- Transport
  - UDP
  - TCP (rare)
  - SCTP
- Port 5060

# SDP

- **Session Description Protocol**
- Description d'une session multi-média
  - Identifiant unique
  - Type de codec utilisé
  - Adresse IP et port
  - Méta-données

- v=0

```
o=UserA 2890844526 2890844526 IN IP4 here.com
s=Session SDP
c=IN IP4 100.101.102.103
t=0 0
m=audio 49172 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
```

# RTP

- Real-time Transport Protocol
- RFC 3550
- Buts
  - Identification des données
  - Numéros de séquence
  - Marquage temporel
  - Monitoring

# Codecs

- En téléphonie : algorithmes à perte de données
- But : garder les informations utiles à la communication
- Différence entre codecs
  - Qualité du son
  - Bande passante réseau
  - Complexité algorithmique
- Algorithmes usuels
  - G.711
  - GSM



# Codec G.711

- 2 variantes
  - $\mu$ Law
    - Etats-Unis
  - aLaw
    - Le reste du monde
- 64 kbit/s
- Bonne qualité
- Complexité algorithmique faible
- Basé sur un quantification logarithmique

# Codec G.711 - Quantification logarithmique

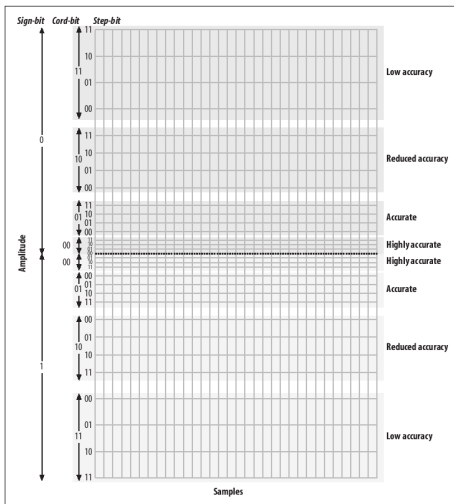


Figure 7-11. Five-bit companding

# Codec GSM

- Codec utilisé par téléphones mobiles
- Half-rate 5.6 kbit/s
- Full-rate 13 kbit/s
- Qualité acceptable
- Complexité algorithmique assez élevée

# Codecs - Choix pragmatiques

- Assez de bande passante réseau disponible
  - G.711 aLaw
- Bande passante disponible limitée
  - GSM
  - ou même iLBC

# Adressage SIP

- Adressage standard
  - `sip:francois@voip.saitis.net`
  - Difficile à taper avec un clavier numérique
- DNS
  - Style adresses email
    - `sip:francois@saitis.net`
  - Enregistrements de type SRV
    - `_sip._udp IN SRV priority weight port server`

# ENUM

- Numéros de téléphone dans le DNS
  - +41 21 234 56 78
  - 8.7.6.5.4.3.2.1.2.1.4.e164.arpa
- Enregistrements NAPTR
  - IN NAPTR 100 10 "u" "E2U+sip" "!.^.\*\$!sip:user@test.net!"
- - Nécessite des numéros E.164
- Différentes racines DNS
  - e164.arpa
    - Procédure administrative très complexe et/ou coûteuse
  - e164.org
  - enum.org

# ISN

- "ENUM semble intéressant mais je n'ai pas ou peu de numéros E.164"
- Système
  - proposé le workgroup SIP.edu du projet Internet2
  - inspiré par le projet INOC-DBA
- Adresse numérique
  - sip:1000\*638
- Résolution DNS basée sur le domaine freenum.org
  - ENUM avec plusieurs sous-arbres
  - indépendant de E.164
- Exemple
  - X.638.freenum.org – > sip:X@voip.saitis.net
  - Mapping plus complexes possibles

# NAT

- **Network Address Translation**
- Workarounds
  - STUN
  - Support NAT sur le serveur
  - Port forwarding sur le firewall
  - UPnP
  - Support "intelligent" des protocoles VoIP par le firewall

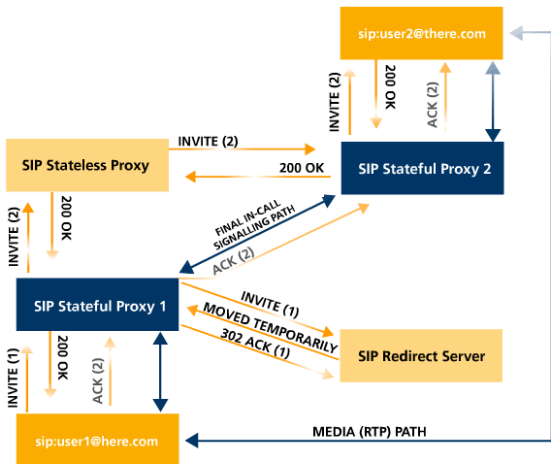


- **Quality of Service**
- Gestion de la queue de **sortie** d'une interface réseau
- Méthodes plus ou moins complexes
  - intserv
  - diffserv
- Sous Linux
  - Utilitaire tc
  - HTB
  - CBQ

# Plan

- 1 Introduction
- 2 Principes de base
- 3 Protocole SIP**
  - Fonctionnement
  - SIP avec Asterisk
  - Softphones
  - Hardphones

## Schéma



# Message SIP : Requête

```
INVITE sip:UserB@there.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP here.com:5060
From: BigGuy <sip:UserA@here.com>;tag=123
To: LittleGuy <sip:UserB@there.com>
Call-ID: 12345600@here.com
CSeq: 1 INVITE
Subject: Happy Christmas
Contact: BigGuy <sip:UserA@here.com>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 147
```

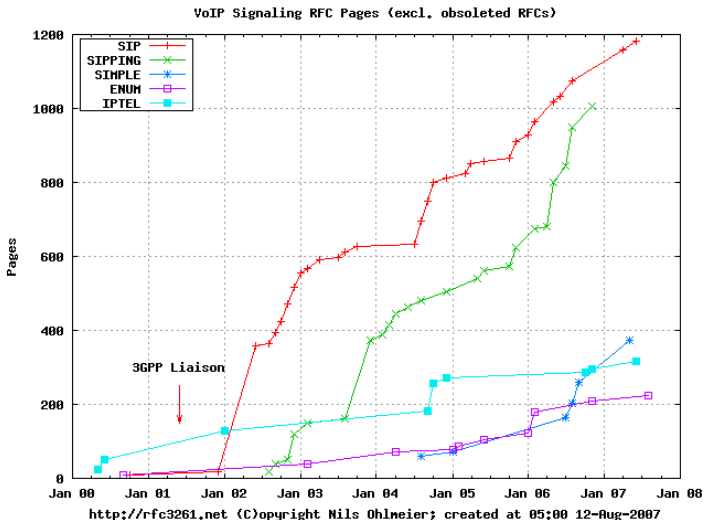
```
v=0
o=UserA 2890844526 2890844526 IN IP4 here.com
s=Session SDP
c=IN IP4 100.101.102.103
t=0 0
m=audio 49172 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
```

# Message SIP : Réponse

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP here.com:5060
From: BigGuy <sip:UserA@here.com>;tag=123
To: LittleGuy <sip:UserB@there.com>;tag=65a35
Call-ID: 12345600@here.com
CSeq: 1 INVITE
Subject: Happy Christmas
Contact: LittleGuy <sip:UserB@there.com>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 134

v=0
o=UserB 2890844527 2890844527 IN IP4 there.com
s=Session SDP
c=IN IP4 110.111.112.113
t=0 0
m=audio 3456 RTP/AVP 0
a=rtpmap:0 PCMU/8000
```

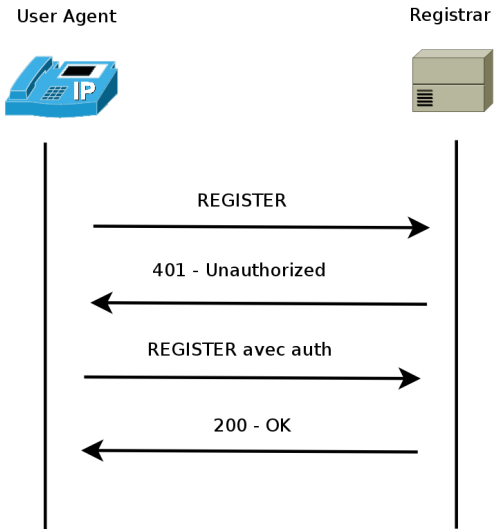
# SIP != Simple Initiation Protocol



# SIP avec Asterisk

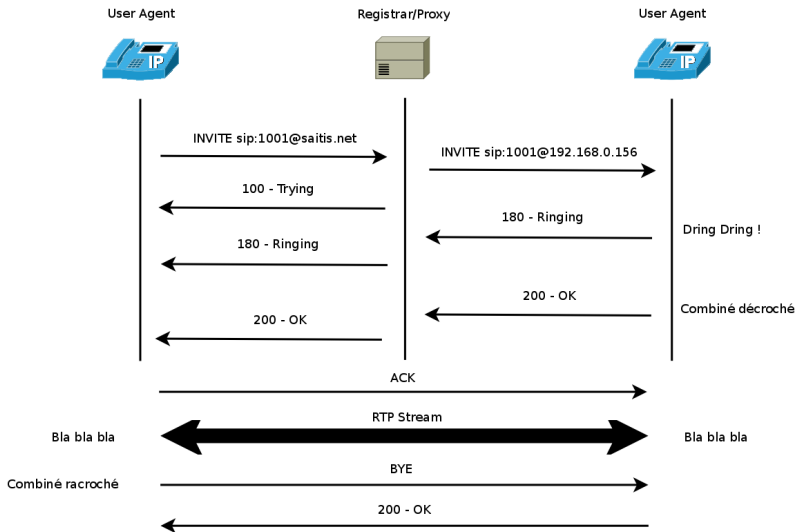
- Asterisk
  - n'est pas un proxy SIP
  - connecte différents channels
  - 2 sessions SIP indépendantes
- Proxy SIP
  - une seule session SIP forwardée
  - Champ Via : des headers

# Registration

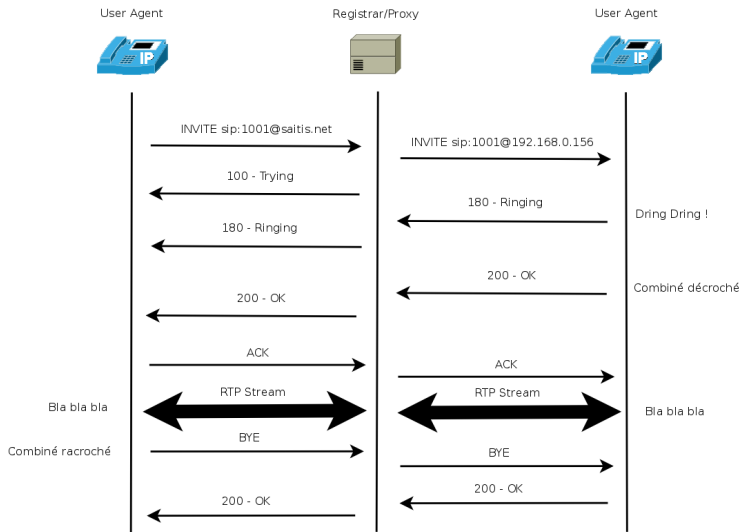




# Session Initiation directe



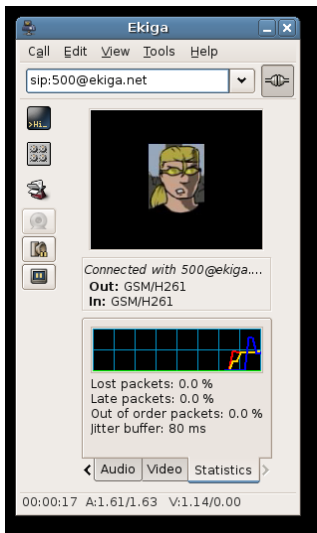
# Session Initiation avec media proxy



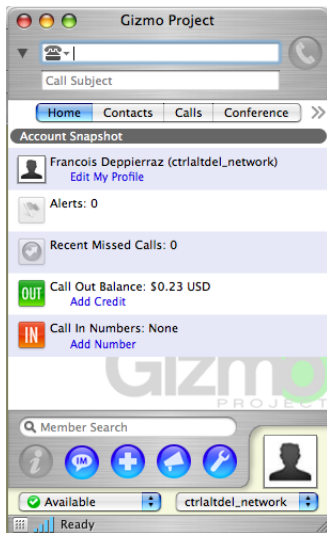
# Softphones

- Libres
  - Ekiga
  - linphone
  - twinkle
- Non-libres
  - SJPhone
  - Gizmo Project

# Ekiga



# Gizmo Project



# Hardphones

- Avantages
  - Moins de délai lors de l'encodage/décodage
  - Fonctionne avec un ordinateur éteint !
- Nombreux fabricants
  - Snom
  - Cisco
  - Grandstream
  - Siemens
  - etc...

# Snom 360



# Cisco 7960





# Siemens C450IP



# Plan

- 4 Asterisk
  - Introduction
  - Architecture
  - Use Cases
  - Configuration

# Introduction

- **" Pourquoi utiliser du hardware spécifique pour faire de la téléphonie ?"**
- Central téléphonique logiciel
  - Multi protocoles
  - Interfaces avec le PSTN
  - Modulaire
  - Extensible
    - Dialplan scripting
    - AGI
    - Manager API
- Initialement développé pour GNU/Linux
- Multiple ports existants
  - FreeBSD
  - OpenBSD
  - MacOS X
  - Windows (!)

# Inconvénients

- Très lié au hardware
- Droits cédés à Digium pour toutes contributions
- A connu certains problèmes de stabilité
  - Logiciel monolithique
    - Multi threads
    - mais pas multi processus

# Historique

- Développé initialement par Mark Spencer
  - Version 0.1.0 sortie en 1999
- Création de la société Digium par Mark Spencer
  - Cartes PCI avec ports analogiques
  - Cartes PCI ISDN T1/E1/J1
  - Systèmes embarqués
  - Support
- Digium utilise la méthode de dual-licensing
  - GPL
  - License propriétaire
- Fork : Callweaver
  - Basé sur Asterisk 1.2
  - GPL uniquement
  - Pas besoin de céder son copyright

# Installation

- Sources disponibles sur `http://www.asterisk.org`
- Packages binaires
  - .deb
  - .rpm
- Installation automatique
  - AsteriskNOW
  - trixbox

## AsteriskNOW

**digium | Asterisk**

System Configuration | About Digium | Report a Bug | Help **Logout**

**Home** **User and Phone Configuration**

**Users**  
Users is a short cut for quickly adding and removing all the necessary configuration components for any new phone.

Extensions: ( Sort By Name )

- 6000 -- Test User1
- 8500 -- Check Voicemail

Extension:

Name:

Password:

E-mail:

Caller ID:

Analog Phone:

Dial Plan:

**Advanced**

**Tooltips:**  
Move the mouse over to a field to see tooltips

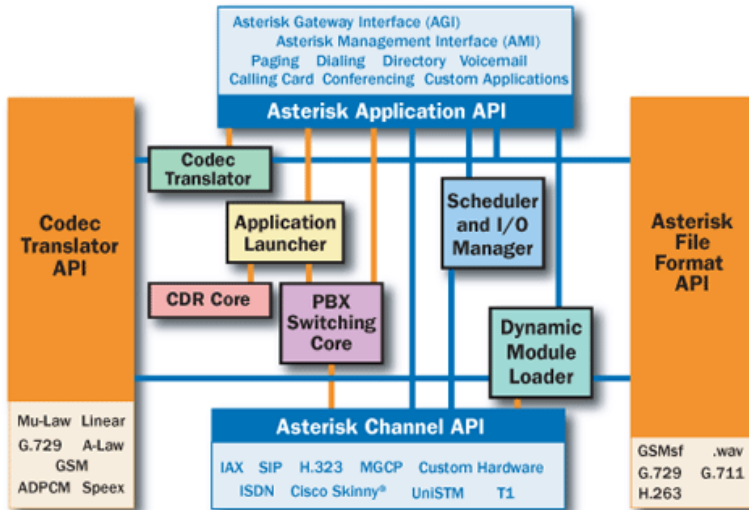
Need a phone? Click on the BuyNow button to purchase a phone directly from the Asterisk Configuration GUI.

**BuyNow**

**New** **Delete** **Save** **Cancel**

Copyright ©2006-2007 Digium, Inc. Digium® and Asterisk® are registered trademarks of Digium, Inc. All Rights Reserved. [Legal Information](#)

## Schéma d'architecture





# Sous-systèmes

- Channels
- Dialplan
- Applications

# Channels

- VoIP
  - SIP
    - Configuration dans `sip.conf`
  - IAX
  - MGCP
  - H.323
- PSTN
  - Zaptel
  - MISDN
- Spéciaux
  - Alsa
  - OSS

# Dialplan

- Routage des appels
- Contextes
  - Groupes d'extensions
  - Gestion des autorisations
    - Ex : appels internationaux
  - Un appel entrant arrive dans un contexte défini
    - Configuré dans le channel
    - Zaptel : `context=pstn-incoming`
    - Compte SIP : `context=sip-incoming`
- Extensions
  - `exten => extension,priority,application`
    - `extension` numéro appelé ou extension spéciale
    - `priority` ordre d'exécution, à la Basic
    - `application` application à exécuter

# Applications

- Opérations effectuées dans le dialplan
- Nombreuses applications
  - 161 incluses avec Asterisk 1.2.13
- Exemples
  - Answer()
  - Hangup()
  - Dial()
  - MP3Player()
  - Playback()
  - System()
  - VoiceMail()

# AGI

- **Asterisk Gateway Interface**
- CGI de la téléphonie
  - Indépendant du langage
  - Communication par STDIN, STDOUT et STDERR
- Scripts exécutés par Asterisk
  - AGI()
  - EAGI()
  - DeadAGI()
  - FastAGI()
- Bibliothèques disponibles pour
  - Python
  - Perl
  - PHP
  - Ruby
  - ... et certainement d'autres

# Réseau associatif

- Service de téléphone pour un réseau associatif
- Communications uniquement internes au début
- Peerings avec d'autres réseaux en IAX
- Fonctionnalités spéciales
  - Streaming radio
  - Réveil matin
  - Salle de conférence

# PBX d'entreprise

- Téléphones hardware SIP connectés sur le LAN
- Interconnexion avec une succursale français en IAX à travers OpenVPN
- Fonctionnalités spéciales
  - Click2Dial intégré avec la base LDAP
  - Routage "intelligent" des appels
  - Groupes d'appels
  - Réception de fax
    - retransmis par email

# Convertisseur de protocoles

- Conversion de SIP en IAX
- Raisons
  - Passer à travers un firewall NAT
  - Utilisation d'un téléphone hardware
    - supportant uniquement SIP
    - sans les fonctionnalités nécessaire au NAT
- Asterisk installé sur un access-point WRT54G avec OpenWRT



# Applications avancées

- Paging
  - Mode interphone
  - Dépendant du client SIP
- TTS – Text to Speech
  - Plusieurs moteurs disponibles
  - Qualité variable
- Call spool
  - Appels automatiques
  - Utilisation
    - Réveil matin
    - VoIP Spam...

# Compte SIP

```
[1000]
type=friend
username=1000
secret=myspassword
host=dynamic
mailbox=1000@internal
canreinvite=no
context=incoming
nat=no
qualify=1000
```

# Hello World

```
[incoming]
exten => s,1,Answer( )
exten => s,2,Playback(hello-world)
exten => s,3,Hangup( )
```

# Gotolftime

```
[incoming]
; Le 1er août, c'est ferié
exten => s,1,GotoIfTime(*,*,1,aug?closed,s,1)
; Heures de travail
exten => s,2,GotoIfTime(09:00-13:00,mon-fri,*,*?open,s,1)
exten => s,n,GotoIfTime(14:00-18:00,mon-fri,*,*?open,s,1)
; Sinon c'est fermé
exten => s,4,Goto(closed,s,1)
```

```
[closed]
```

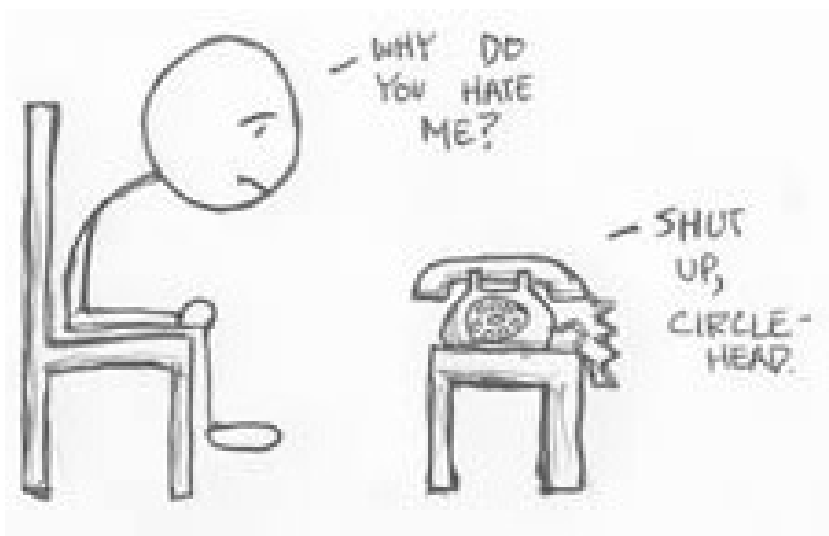
```
exten => s,1,Playback(we-are-closed)
exten => s,1,Hangup()
```

```
[open]
```

# Voicemail

```
exten => 123,1,Dial(SIP/francois,30,r)
exten => 123,2,VoiceMail(u123@default)
exten => 123,102,VoiceMail(b123@default)
```

# Fin



# Références

- <http://www.voip-info.org>
- Asterisk : The future of telephony,  
<http://www.asteriskdocs.org>
- "La Voix sur IP", Olivier Hersent, David Gurle et Jean-Pierre Petit
- SIP Tutorial, <http://www.iptel.org/tutorial>