

Projet industriel PJ20

# TELEPHONIE IP SUR LE BÂTIMENT U6

Mise en place de la TOIP sur le bâtiment U6

Gwilherm Lebrun

S2IA



## Auteurs :

*Sarafou Baldé*

*Aymeric Chaïb*

*Lilia Charrada*

*Akram Elleuch*

# SOMMAIRE

SOMMAIRE .....	2
MISE EN PLACE DE LA TOIP SUR LE BÂTIMENT U6.....	3
CHAPITRE 1_INTRODUCTION .....	4
1.1.    Emergence de la TOIP.....	4
1.2.    Asterisk .....	4
1.3.    Protocoles de la VOIP .....	5
1.4.    Introduction au concept de VLAN .....	8
Chapitre 2_PRÉPARATIFS.....	8
2.1.    Présentation de l'infrastructure de Minet.....	8
2.2.    Choix du matériel .....	9
2.3.    Téléphones.....	10
2.4.    Livrables du projet.....	10
2.5.    Etapas globales.....	11
Chapitre 3_Déroulement du projet.....	11
3.1.    Installation de la lame serveur .....	11
3.2.    Installation d'Asterisk .....	13
3.3.    Configuration du serveur.....	14
3.4.    Plan d'adressage.....	17
3.5.    Plan de numérotation.....	17
3.6.    Création du VLAN .....	18
3.7.    Tentative LDAP .....	20
CONCLUSION / POUR ALLER PLUS LOIN .....	21
Plan de charge .....	22

## MISE EN PLACE DE LA TOIP SUR LE BÂTIMENT U6

**Résumé :** A l'U6, point de téléphone dans la chambre comme sur le campus. Après sondage rapide, ce service serait apprécié de pas mal d'adhérents de Minet. Et une bonne opportunité d'en apprendre plus sur un domaine en vogue. Ce projet est réalisé dans le cadre du Projet Industriel de seconde année.

**Abstract :** At the U6, there is no telephone in the campus' rooms. After a quick survey, this service would be appreciated by a lot of members of Minet. It would also be a good opportunity to learn more about a subject in vogue. This project is made under the Industrial Project of second year.

# CHAPITRE 1

## INTRODUCTION

Dans cette partie, on introduira le concept de TOIP et on procédera à un certain nombre de choix en fonction des infrastructures en place.

### 1.1. Emergence de la TOIP

Depuis quelques années, le réseau IP a connu une importante croissance. En effet, l'émergence des réseaux IP a permis à la téléphonie de gagner une nouvelle place au sein du monde des télécommunications et celui des réseaux informatiques. Les services offerts par la téléphonie sur IP sont simples, innovants et performants. Ces services sont encore impossibles avec les systèmes de télécoms traditionnels. Les fonctionnalités ne se limitent pas uniquement à la parole mais sont enrichies par de multiples avantages tels que la vidéo, le service de présence des softphones qui indique en temps réel la disponibilité de ses contacts. De nos jours, le grand public est très passionné par l'utilisation de ces logiciels tels que Skype , XLite, ...etc.

### 1.2. Asterisk

Asterisk est un IPBX, un logiciel opensource tournant Linux/BSD/Mac OS X. Il permet notamment de gérer les appels, les router etc. Il est très modulaire contrairement aux PABX propriétaires classiques qui sont vendus en un bloc et pour lesquels inclure une nouvelle fonctionnalité peut être très pénible.



Asterisk comprend un nombre très élevé de fonctions permettant l'intégration complète pour répondre à la majorité des besoins en téléphonie. Il permet de remplacer totalement, par le biais de cartes FXO/FXS, un PABX propriétaire, et d'y adjoindre des fonctionnalités de

VoIP pour le transformer en PBX IP. Il permet également de fonctionner totalement en VoIP, par le biais de téléphones SIP ou IAX du marché.

### 1.3. Protocoles de la VOIP

Les principaux protocoles utilisés pour l'établissement de connexions en voix sur IP sont :

- [H323](#)

Le protocole H323 est le plus connu et se base sur les travaux de la série H.320 sur la visioconférence sur RNIS. C'est une norme stabilisée avec de très nombreux produits sur le marché (terminaux, gatekeeper, gateway, logiciels). Il existe actuellement 5 versions du protocole (V1 à V5).

- [SIP SESSION INITIATION PROTOCOL \(RFC 3261\)](#)

Le protocole SIP est natif du monde Internet (HTTP) et est un concurrent direct de l'H323. A l'heure actuelle, il est moins riche que H.323 au niveau des services offerts, mais il suscite actuellement un très grand intérêt dans la communauté Internet et télécom.

Le SIP est le protocole qui s'occupe de l'établissement de la connexion lors d'un appel, d'une vidéoconférence, ... Il peut établir la connexion entre deux interlocuteurs, plus de deux interlocuteurs, mais également une connexion multicast (i.e d'un unique émetteur vers plusieurs récepteurs "passifs").

Plus précisément, SIP s'occupe de :

- \* l'établissement de la connexion ("bonjour", ...)
- \* la gestion de la connexion ("t'es toujours là?, ...)
- \* la terminaison ("je m'en vais")

Mais ce protocole ne s'occupe pas de la transmission des données. SIP se situe au-dessus de TCP/UDP dans le modèle en couches OSI. Ainsi en SIP, on peut joindre quelqu'un par son numéro SIP, qui peut être de la forme:

**Type mail :** [sip:toto@rules.org](mailto:sip:toto@rules.org)

ou

**Type IP :** <sip:157.159.42.23>

ou

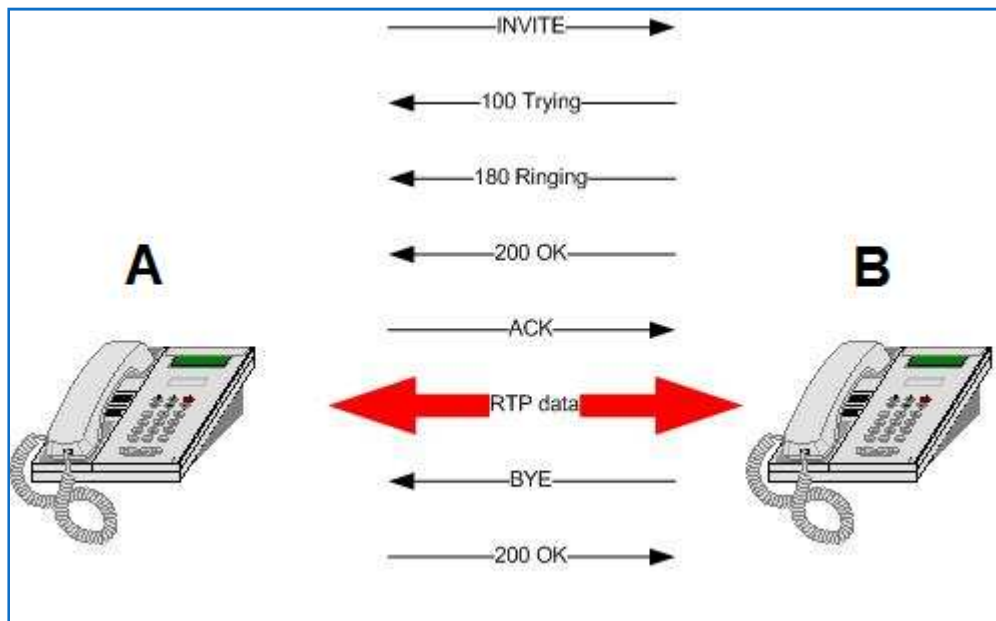
**Numéro arbitraire défini dans la configuration de l'ipbx :** <sip:667>

SIP disposent de différentes méthodes :

- \* INVITE
- \* ACK (= acknowledge)
- \* BYE
- \* OPTIONS
- \* CANCEL
- \* REGISTER (= recherche d'un abonné s'il s'est déplacé)

Le schéma suivant représente le déroulement d'un appel via SIP :

**A appelant, B appelé.**



SIP peut aussi remplir d'autres tâches comme les services suivants :

- \* appels en attente
- \* filtrage d'appels
- \* chiffrement
- \* authentification
- \* sms

Il existe aussi d'autres protocoles :

**IAX** (Asterisk)

**Jingle**, basé sur le protocole de messagerie instantanée standard ouvert Jabber ;

**SCCP** (propriétaire Cisco Systems) ;

**UA/NOE** (propriétaire Alcatel-Lucent) ;

**UNISTIM** (propriétaire Nortel).

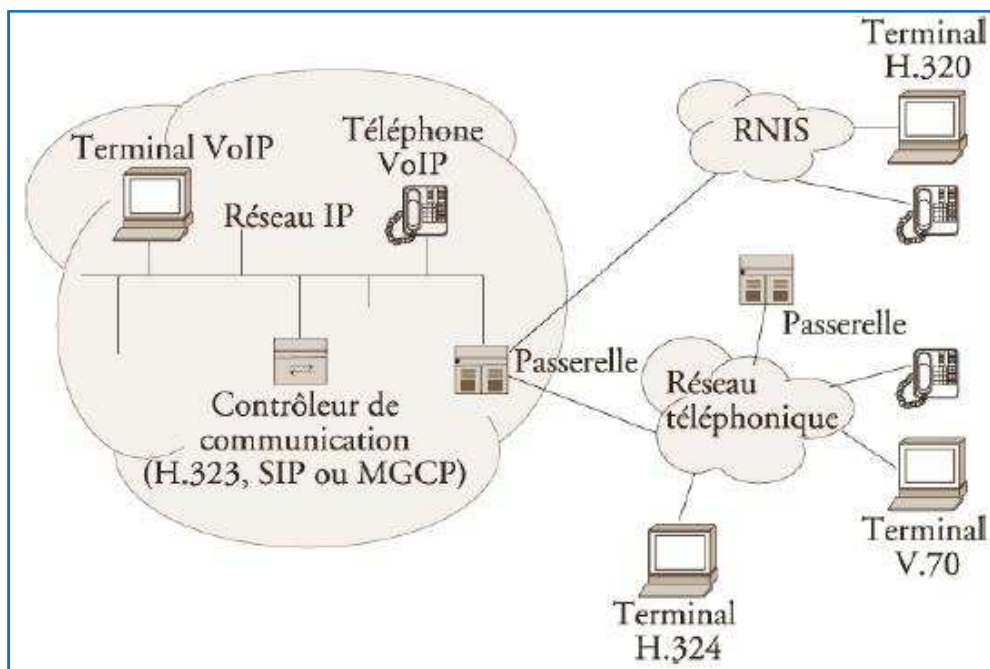
- RTP / RTCP

Ce sont principaux protocoles utilisés pour le transport de la voix en elle-même. Ces deux protocoles très liés se chargent de la bonne transmission des données.

RTP signifie "Real-Time Transport Protocol" (RFC 1889), il est situé au-dessus d'UDP mais est particulièrement adapté aux applications temps réel (voix sur IP, vidéo sur IP, ...).

Il y a un compteur dans les paquets RTP pour voir s'il n'y a pas eu de pertes. Mais il est très différent de TCP, il n'y a par exemple aucun contrôle de flux, d'erreurs et aucun mécanisme de retransmission ni d'acquiescement !

Un autre champ de RTP est le type de codage (algorithme de compression-décompression utilisé, c'est à dire "codec"), RTP renseigne également un "timestamp" pour pouvoir faire de la synchronisation. (c'est important pour du temps réel) RTCP, cet acronyme signifie "Real-Time Transport Control Protocol". Il sert à superviser le protocole RTP qui, comme on l'a vu, est démuné de mécanismes de contrôle. RTCP ne transporte aucune donnée, il contrôle simplement ce qu'il se passe au niveau de RTP ; notamment les problèmes de retards, perturbations, congestions.



## 1.4. Introduction au concept de VLAN

Un **VLAN** (*Virtual Local Area Network* ou *Virtual LAN*, en français *Réseau Local Virtuel*) est un réseau local regroupant un ensemble de machines de façon logique et non physique. En effet dans un réseau local la communication entre les différentes machines est régie par l'architecture physique. Grâce aux réseaux virtuels (VLANs) il est possible de s'affranchir des limitations de l'architecture physique (contraintes géographiques, contraintes d'adressage, ...) en définissant une segmentation logique (logicielle) basée sur un regroupement de machines grâce à des critères ([adresses MAC](#), [numéros de port](#), [protocole](#), etc.).

## Chapitre 2

### PRÉPARATIFS

#### 2.1. Présentation de l'infrastructure de Minet

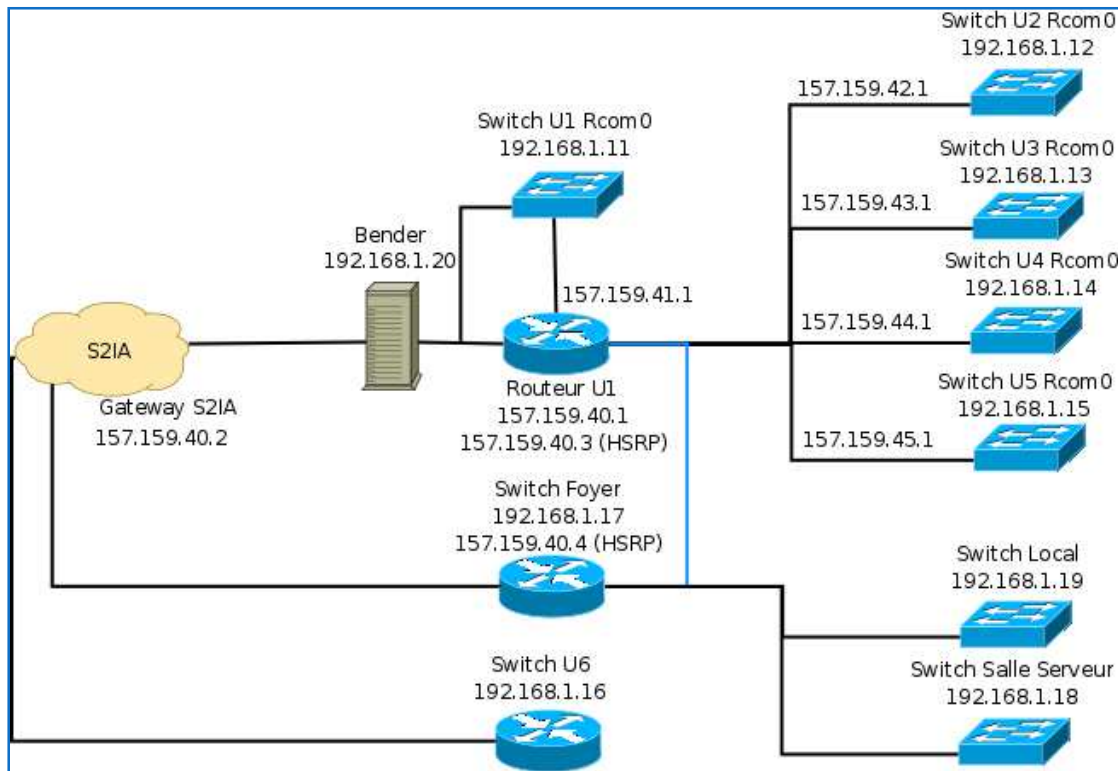
Le campus accueillant les élèves de Telecom SudParis est constitué de 6 bâtiments (U1 à U6). La stratégie mise en place par Minet est la mise en œuvre d'un sous réseau pour chaque bâtiment. L'architecture peut se résumer comme suit :

- Une prise RJ45 dans chaque chambre, câblée jusqu'à un local technique de chaque bâtiment
- Des switches dans chaque local technique sur lesquels sont câblées toutes les chambres
- Des liens en fibre optique entre les bâtiments relient les switch à un routeur Cisco
- Le routeur est relié par fibre optique via un firewall à S2IA qui fournit la connexion Internet à la Maisel

En plus des sous réseaux des bâtiments étudiants, Minet dispose de deux sous réseaux particuliers . Les premiers sont appelés « sous-réseaux d'admin » et accueillent les serveurs permettant le bon fonctionnement du réseau (DNS, DHCP, Radius, FTP, ...). Les seconds sont les sous-réseaux des associations se trouvant dans le foyer.



Dans le schéma suivant est détaillée le plan d'adressage de Minet et les connexions entre les différents switches.



*Plan d'adressage IP de Minet*

## 2.2. Choix du matériel

Notre réseau téléphonique sera entièrement basée IP, point besoin de cartes d'interconnexions et autres convertisseurs. On aura simplement besoin d'un serveur doté d'une carte réseau. Pour le choix du serveur sur lequel sera installé Asterisk, il faut prendre un CPU assez puissant car notre réseau téléphone sera d'une taille déjà consistante ! Au niveau du CPU, c'est notamment le FPU (Floating Point Unit, unité virgule flottante pour le calcul sur les réels) qui est importante pour la VoIP, en effet le CPU devra faire de nombreux calculs de traitements de signaux (DSP, Digital Signal Processing),

Les serveurs sur lesquels on travaille en ce moment à Minet sont des Sun V20z. Une lame de ce type devrait suffire au service que l'on souhaite mettre en place. Si à l'avenir, tout le campus (U1 ... U5) a son réseau téléphone basée IP et que Minet le gère, il faudra certainement installer Asterisk de façon distribuée sur plusieurs serveurs car la charge sera peut-être trop forte.

## 2.3. Téléphones

Pour les téléphones filaires, sont encore utilisés :

- Les téléphones analogiques : les téléphones classiques (fixes) présents quasiment depuis le début de l'ère de la téléphonie, sont reliés au RTC : Réseau Téléphonique Commuté.
- Les téléphones numériques : les téléphones des chambres de la Maisel (U1...U5), plus performants que les précédents car les signaux sont numérisés avant transmission sur les canaux, le bruit et les erreurs de transmission sont ainsi limités. Sur la Maisel, ils sont reliés au PABX de l'INT via RNIS / ISDN (Réseau Numérique à Intégration de Services)
- Les téléphones IP : Ceux qu'on souhaite utiliser à terme évidemment. On les appelle aussi "hardphones", ils traitent les paquets IP, ceux qui nous intéressent seront dotés d'une prise Ethernet, voire de deux prises Ethernet de sorte que le téléphone puisse faire fonction de "mini switch"

PRISE MURALE <—> ( TEL ETHERNET 1 <-> TEL ETHERNET 2 ) <—> ORDINATEUR DE L'ADHERENT

- Softphones : logiciels qui permettent de passer et recevoir des appels basés IP. (exemples : Skype, xLite).

## 2.4. Livrables du projet

Ce qu'il faudra réaliser :

- toip au niveau de l'U6 via logiciels ;
- VLANs voix et données séparés ;

## 2.5. Etapes globales

- SOFTPHONES :
  - installer le système d'exploitation sur lequel va tourner Asterisk ;
  - installer les logiciels/modules nécessaires au fonctionnement d'Asterisk ;
  - plan d'adressage du réseau voip (prévoir "large" pour le futur) ;
  - créer le vlan + serveur dhcp ;
  - installer Asterisk sans module LDAP / tester ;
  - réfléchir sur l'organisation du LDAP ;
  - installer Asterisk avec module LDAP / tester.
  
- HARDPHONES :
  - prospecter des modèles couvrant tous les besoins ;
  - tester l'installation avec quelques hardphones ;
  - tester à plus grande échelle ;
  - vérifier la sécurité, l'impact sur la bp, etc.

## Chapitre 3

### Déroulement du projet

#### 3.1 Installation de la lame serveur

Les machines de Minet étant déjà assez chargées en services et machines virtuelles, nous avons déjà décidé d'installer le serveur Asterisk sur une toute nouvelle lame Sun V2Oz.

Il a fallu pour cela procéder à l'installation d'un Linux Debian (version Lenny, le dom0 appelé billie), puis d'une machine virtuelle (domU) via Xen. Nous ne détaillerons pas toutes les commandes nécessaires mais donnerons simplement les étapes :

- Installation des paquets xen, notamment du noyau linux xen
- Création de fichiers images (pour le swap et l'image principale de la machine virtuelle dédiée à asterisk que l'on nommera maria) via l'utilitaire dd
- Formatage des fichiers images
- Montage du fichier image maria dans /mnt/maria

- Debootstrap sur /mnt/aria : utilitaire qui installe debian dans le répertoire
- Chroot dans aria
- Configuration des fichiers principaux (/etc/hostname, /etc/fstab, /etc/networking/interface, ...)
- Retour dans le dom0
- Ecriture du fichier de configuration /etc/xen/aria.cfg
- Lancement de la machine virtuelle via la commande `xm create`

Au niveau réseau, deux interfaces par une seule carte réseau via le protocole 8021q :

- interface du vlan d'admin: `eth0: 192.168.1.50`
- interface publique (Internet): `eth0.40: 157.159.40.50`

Fichier `/etc/xen/aria.cfg` :

```
kernel = '/boot/vmlinuz-2.6.18-6-xen-amd64'
ramdisk = '/boot/initrd.img-2.6.18-6-xen-amd64'
memory = '3000'
vcpus = '2'
name = 'aria'
hostname = 'aria'
root = '/dev/sda3 ro'
disk = [ 'phy:/dev/mapper/lvmasterisk-monitor,sda3,w' ]
vif = [ 'bridge=xenbr0' ]

on_poweroff = 'destroy'
on_reboot = 'restart'
on_crash = 'restart'
```

## 3.2 Installation d'Asterisk

Nous avons opté pour une installation d'Asterisk par les sources en vue d'incorporer l'interfaçage avec un annuaire LDAP. En effet, aucun paquet précompilé ne propose cette option, il faut récupérer un fichier source supplémentaire sur le SVN de Digium.

La liste des paquets à installer avant d'entamer celle d'Asterisk est la suivante:

- Gcc
- linux-kernel-headers
- libncurses5-devel
- openssl
- libnewt-dev
- zlib1g-dev
- unixodbc, unixodbc-server
- libtool
- Make
- Cvs
- libssl-dev
- Bison
- ncurses-dev
- initrd-tools
- Procps
- g++
- sources du noyau linux
- headers du noyau linux

On récupère ensuite la version 1.4 (version stable) d'Asterisk:

wget <http://downloads.digium.com/pub/asterisk/asterisk-1.4-current.tar.gz>

Puis les libraries zaptel et libpri:

wget <http://downloads.digium.com/pub/libpri/libpri-1.4-current.tar.gz>

wget <http://downloads.digium.com/pub/zaptel/zaptel-1.4-current.tar.gz>

On compile ensuite zaptel, libpri avec l'enchaînement classique de commandes configure-make-make install.

Pour Asterisk, sachant qu'on n'incorpore pas le module LDAP dans cette première approche, la séquence est la suivante :

- configure
- make menuselect qui génère un menu pour sélectionner les modules, les codecs, les extensions...
- make
- make install

**Asterisk est installé !**

### 3.3 Configuration du serveur

Le premier fichier de configuration à renseigner est sip.conf qui spécifie des variables de configuration globales et les variables utilisateurs. Il est assez limpide, du moins dans notre configuration de base.

```
[general]

port = 5060

bindaddr = 157.159.40.50

context = appels_entrants

domain = minet.net

[100]

type=friend

username=100

secret=pass

host=dynamic

nat=yes
```

[200]

type=friend

username=200

secret=pass

host=dynamic

nat=yes

[300]

type=friend

username=300

secret=pass

host=dynamic

nat=yes

[400]

type=friend

username=400

secret=pass

host=dynamic

nat=yes

[500]

type=friend

username=500

secret=pass

host=dynamic

Le fichier extensions.conf précise les actions à effectuer selon le contexte (ici « appels\_entrants ») :

```
[globals]

; raccrocher auto apres l'appel
autofallthrough=yes

[general]

[appels_entrants]

exten => 100, 1, Answer()
exten => 100, 2, Dial(SIP/100)

exten => 200, 1, Answer()
exten => 200, 2, Dial(SIP/200)

exten => 300, 1, Answer()
exten => 300, 2, Dial(SIP/300)

exten => 400, 1, Answer()
exten => 400, 2, Dial(SIP/400)

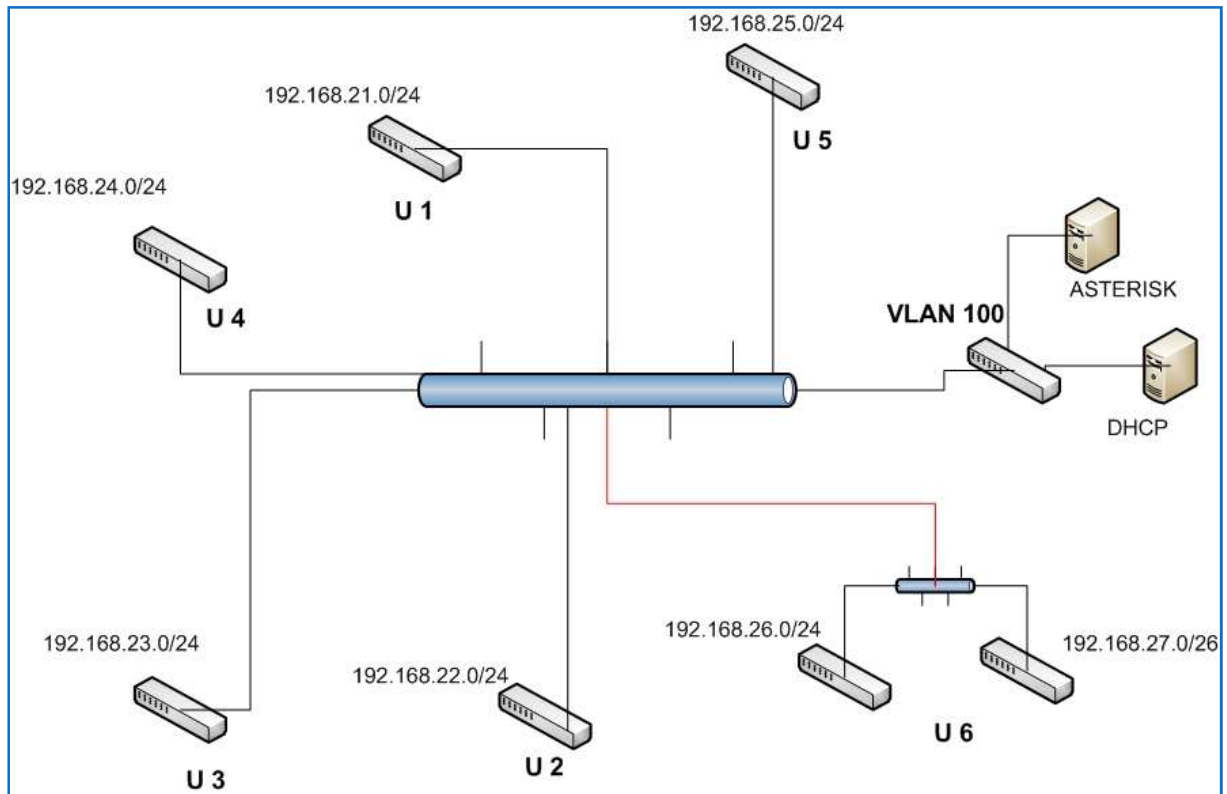
exten => 500, 1, Answer()
exten => 500, 2, Dial(SIP/500)
```

C'est suffisant pour lancer des appels entre cinq postes!



Nous avons effectué nos tests avec le logiciel Xlite sous Windows, Linux et Mac OS X. Ils se sont révélés concluants, que ce soit entre ordinateurs du U6 ou entre U6 et campus.

### 3.4 Plan d'adressage



### 3.5 Plan de numérotation

La réflexion autour du plan de numérotation doit s'articuler avec S2IA en vue d'une liaison future à leur plateforme et la plage de numérotation disponible. Il semblerait qu'une solution simple et pratique techniquement soit une correspondance entre numéro d'appel et numéro de chambre.

Ainsi la chambre 6250 aura pour numéro de téléphone 6250, ce qui est également commode du point de vue utilisateur.

En cas d'échec de l'interfaçage Asterisk<->LDAP, il sera commode de modifier le fichier de configuration par un script exécuté depuis notre interface web de gestion des adhérents, il suffira de récupérer le numéro de chambre et le mot de passe de l'adhérent.

Gros inconvénient: il faudra effectuer un reload du fichier de configuration au niveau du serveur, au pire un reboot du serveur.

Dans le cadre de notre projet, nous restons sur un réseau TOIP interne. Nous parlerons rapidement des problèmes engendrés dans le cas où l'on souhaiterait sortir vers l'extérieur et recevoir de l'extérieur dans la partie « Pour aller plus loin ».

### 3.6 Création du VLAN

Dans notre cas, on ne veut pas que les téléphones IP aient des adresses publiques (en 157.159.46.xxx). De plus, on ne veut pas qu'ils soient accessibles sur Internet pour des raisons évidentes de sécurité. On peut aussi faire de la qualité de service : vu qu'on étiquette les paquets selon les vlans, on peut fixer des priorités selon les étiquettes. ( classiquement on fixe une priorité plus grande aux applications temps réels, c'est à dire voix et vidéo, par rapport aux données)

On devra donc créer un VLAN spécialement pour le réseau de téléphonie sur IP, avec des adresses privées du type: 192.168.26.2, 192.168.26.3, ...

Il faudra donc dans un premier temps faire un plan d'adressage pour le réseau téléphonie IP:

- prévoir à long terme, c'est à dire prévoir tous les bâtiments de la Maisel!
- piocher dans les adresses privées en 192.168.0.0/16.

Le VLAN est créé au niveau du routeur. L'architecture simplifiée est représentée ci dessous:

Réseau Minet <--> Routeur Minet <--> Routeur(s) S2IA <--> Routeur(s) <--> Renater <--> ...

Nous n'avons qu'un seul routeur, situé dans le local de l'U1

Il faut installer un serveur DHCP qui distribue les adresses du vlan que l'on va créer pour les téléphones IP.

Les VLANs seront propagés au niveau des switchs par le protocole 802.1q.

En ce qui concerne l'architecture finale :

PRISE MURALE <--> (TEL ETHERNET 1 <--> TEL ETHERNET 2) <--> TON PC/MAC

Au niveau de TEL ETHERNET 1, deux interfaces virtuelles: 1:1 pour le réseau téléphonie IP et 1:2 pour le réseau Internet.

Le pont entre les deux prises ethernet du téléphone est le suivant :

```
Tel ETHERNET 1:2 <--> Tel ETHERNET 2
```

Dans une visée pédagogique dans un premier temps, nous avons créé l'un des VLAN suggérés dans le plan d'adressage : le VLAN 26.

Les lignes de configuration afférentes au niveau du routeur CISCO de Minet sont assez rudimentaires :

```
interface Vlan26
description VLAN Voip/U6 (en test)
ip address 192.168.26.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.1.50
ip access-group voip in
ip access-group voip out
```

Notons la création d'une ACL en entrée et sortie pour isoler le VLAN.

Nous avons également un serveur dhcp qui distribue les adresses ip sur ce VLAN. Extrait du dhcpd.conf :

```
subnet 192.168.26.0 netmask 255.255.255.0 {
    range 192.168.26.2 192.168.26.254;
    option routers 192.168.26.1;
}
```

### 3.7 Tentative LDAP

Un annuaire LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) permet de stocker et d'accéder à des données organisées hiérarchiquement, sous la forme d'arbres. Il est conçu pour être plus souvent consulté que mis à jour.

Pour interfacier Asterisk avec LDAP, il faut le recompiler en incorporant le fichier source `res_config_ldap` disponible sur le SVN de Digium. Aucun paquet précompilé n'existe avec le module LDAP intégré. Il a d'abord fallu installer un serveur OpenLDAP avec tous les paquets de développement et bibliothèques afférentes.

Malheureusement, Asterisk est orienté base de données SQL pour le moment, l'interfaçage avec un LDAP n'est pour l'instant qu'expérimentale et peu déployée.

Ainsi, impossible de recompiler Asterisk avec ce nouveau module, de nombreuses de compilation apparaissent. Une hypothèse viable est un problème de compatibilité entre versions d'Asterisk, de module Digium et d'OpenLDAP.

## CONCLUSION / POUR ALLER PLUS LOIN

Nous avons posé les bases d'un réseau de VOIP sur l'U6, facilement généralisable à l'échelle du campus. On peut donc voir plus loin dans un prochain projet industriel et ce en plusieurs temps :

- Généralisation à l'échelle du campus Maisel :

Il suffit de créer les différents VLANs et une interface réseau virtuelle correspondante sur le serveur Asterisk!

- Lien SIP avec S2IA :

Il faudra faire la liaison avec la plateforme IPBX de test de S2IA en vue d'un lien vers le campus autre que Maisel et vers l'extérieur.

- Interfaçage avec annuaire LDAP :

Vérifier la sortie d'une version d'Asterisk packagée et précompilée avec un support du module LDAP. Vérifier l'avancée du développement du module `res_config_ldap` et ses performances. Tout ceci en vue d'interfacer serveur Asterisk et serveur OpenLDAP, ce qui est la solution la plus naturelle compte tenu de l'architecture existante de Minet, largement basée sur des annuaires.

- Nouvelles fonctionnalités Asterisk :

Mettre en place de nouvelles possibilités au niveau du serveur Asterisk : serveur vocal, répondeur, messagerie vocale, sms...

- Achat et mise en place de hardphones au U6 :

Il faut de l'argent! La mise en place d'hardphones nécessitera une réflexion générale au niveau du fonctionnement de la connexion Internet au U6, cf les modèles d'hardphones envisagés dans la première partie. Interactions avec le serveur RADIUS et le mécanisme d'authentification 802.1x notamment.

## Plan de charge

Description de l'activité	Charge en heure	Charge en h/participants			
		Aymeric	Sarafou	Charrada	Akram
<b>Gestion de projet</b>	<b>50</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>Réunion de lancement</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Planning prévisionnel</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Réunions de suivi</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>Documentation du sujet</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Rédaction de pré - rapport</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>Installation d'Asterisk</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Configuration d'Asterisk</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Test sur softphone : x-lite</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Création de VLAN</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Plan d'adressage</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Installation d'un serveur d'annuaire LDAP</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Configuration de LDAP</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Recompilation d'Asterisk</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Configuration d'Asterisk avec LDAP</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Test sur softphone x-lite</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Rédaction du rapport</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>51</b>	<b>49</b>	<b>48</b>	<b>48</b>