

Institut National de Radioélectricité et de Cinématographie
Enseignement technique secondaire de qualification
Accès aux études supérieures



Avenue Jupiter, 188
1190 Forest

VOIP
VOIP-SIP sur Cisco CME

Projet personnel de DECHAMPS, Arnold
Pour l'obtention du certificat de qualification

Tuteur : Monsieur Nicolas LOUIS
Année scolaire : 2017-2018

Remerciements :

Un grand merci à Monsieur Nicolas Louis pour m'avoir aidé à trouver la documentation pour Cisco CME ainsi que pour le prêt du matériel et l'investissement pour obtenir le matériel supplémentaire ainsi qu'à Aurélie Vertonghen pour son soutien.

Table des matières

Remerciements :.....	1
Introduction :.....	3
Raisons :.....	4
Notions :.....	4
Travail à effectuer :.....	6
Matériel utilisé :.....	7
Procédures :.....	7
Sécurité :.....	9
Configuration de base :.....	10
Difficultés rencontrées :.....	10
Expérience acquise pour la prochaine fois :.....	11
Contexte :.....	11
Conclusion :.....	12
Bibliographie :.....	13
Annexes :.....	14

Introduction :

Depuis la nuit de temps, la communication est au cœur de notre société. Que ce soit en temps de guerre ou simplement pour des raisons économiques, celles-ci ont toujours fait la différence. Une guerre a, par exemple, été faite aux Amériques parce que le traité de paix venant d'Europe est arrivé trop tard sur le continent.

Le plus fort a toujours été celui qui savait communiquer le plus efficacement... Que ce soit pour coordonner la défense ou écraser la concurrence. Le monde moderne a vu quelques inventions passer pour optimiser celles-ci.

Nous avions les services postaux... Ceux-ci furent très lent à cause de la traversée de l'Atlantique en bateau qui prenait des mois. Par après, le Télégraphe a été inventé. Celui-ci permettait dans un premier temps de relier les villes par des lignes câblées aériennes. Lorsque le premier câble trans-atlantique a été installé, beaucoup de choses ont changées. Non seulement on a vu que c'était faisable mais la communication entre les deux continents pouvait alors se faire en quelques minutes comparée à plusieurs mois auparavant.

Par la suite, le téléphone a été inventé. Ceux-ci furent surtout utilisés par les gouvernements et les personnes fortunées. Par la suite, les Américains ont poussé pour que tout le monde adopte ce nouveau moyen de communication (qui s'est généralisé et est encore le standard aujourd'hui).

Les premières communications téléphoniques employaient des gens appelés opérateurs qui avaient pour rôle de router manuellement le circuit téléphonique d'un point A à un point B. Par la suite, la demande fut telle que les commutateurs automatiques ont du être inventés ainsi que les combinés compatibles.

Ceux-ci étaient sensibles aux attaques simplement en sifflant car ils fonctionnaient avec des tonalités uniques et toléraient le bruit sur les lignes. Par la suite, les commutateurs dual-tone ont été inventés afin d'éviter le problème.

Étant donné la piètre qualité des communications analogiques, en particulier sur les longues distances, on inventa la téléphonie digitale. On peut alors soit avoir du digital de bout en bout, soit du digital jusqu'à la borne de rue où on change le signal en analogique pour la compatibilité du client.. Le principe étant d'utiliser un codec sous forme binaire de façon à ne pas détériorer le signal.

La révolution d'internet vint après avec les lignes à bas débit qui faisaient passer des signaux numériques sur une ligne analogique. Les machines passaient donc par des modems et à travers des fils, décodait et encodait des signaux sur la ligne. C'est le principe du modem.

Par la suite, les lignes ont été multiplexées de manière à différencier le trafic internet du reste et ainsi, non seulement considérablement augmenter la vitesse de surf, mais aussi de ne pas interrompre la communication téléphonique si internet est utilisé.

Nous avons atteint un tel point qu'il est désormais possible de faire passer les communications téléphoniques au travers internet. Ce qui est le sujet de ce travail.

Raisons :

Il y a évidemment des avantages et des inconvénients à passer le système téléphonique sur de l'IP.

Les avantages sont des gains au niveau financier, en effet, le trafique data n'est légalement pas considéré comme du trafique téléphonique. Nous disposons aussi de technologies tel que le VPN qui permettent de relier deux sales très distantes l'une de l'autre dans le même réseau et donc même système téléphonique, nous pouvons unifier notre système téléphonique et data, il est possible d'attribuer un numéro de ligne interne à un smartphone par wifi ou cellulaire, on peut intégrer un IPBX dans une installation téléphonique standard et ainsi évoluer calmement.

Les inconvénients sont que le réseau doit tenir et que c'est assez complexe à mettre en place en un coup. De plus, beaucoup de solutions reposent sur des systèmes propriétaires onéreux.

Notions :

L'installation effectuée repose sur plusieurs notions de base énumérées et expliquées ci-dessous :

- SIP est le protocole d'initialisation de conversation. Celui-ci est un protocole de niveau 7 qui va négocier le codec à utiliser entre les téléphones ainsi que s'il est possible de passer en vidéo etc.
- Le CODEC est la façon dont le téléphone va encoder la voix. Contrairement aux téléphones analogiques, ceux-ci doivent faire passer leur trafic sur un réseau classique et devront donc passer toutes les informations en binaire. Le codec permet de passer la voix en binaire et le binaire en voix.
- l'IPBX est le « central téléphonique » d'une solution VOIP. C'est lui qui gère les communications, le provisioning des téléphones, leur plan de numérotation entre autre.
- FXO est l'interface de la ligne téléphonique « normale » qui ne fournit pas d'alimentation électrique.(Annexe 4)
- FXS est l'interface de la ligne téléphonique « normale » qui fournit l'alimentation électrique. (Annexe 5)
- Le HARDPHONE est un combiné téléphonique physique. (important à préciser quand on sait qu'on est sur du réseau qui doit passer les 7 couches du modèle OSI et que ce n'est donc plus un simple téléphone mais un ordinateur complet ayant la forme physique d'un téléphone)
- Le SOFTPHONE est un logiciel tournant sur un ordinateur émulant un téléphone (skype est un softphone).
- Cisco IOS est le système d'exploitation du matériel Cisco (routeur, switch ...).
- Cisco CME est la solution Call manager Express de Cisco qui permet de gérer tout ce qui est en rapport avec la téléphonie.

- PVDM2 est le nom d'une carte destinée à encoder et décoder la voix avec un codec pour permettre aux téléphones analogiques de communiquer avec les numériques (et simplement passer dans le matériel Cisco). (Annexe 6)
- Voice PROXY, un proxy est un serveur à travers lequel les informations transitent. Un voice proxy est donc simplement un proxy pour la voix.
- FIRMWARE est le micrologiciel qui tourne sur les hardphones pour leur permettre de fonctionner.
- Un Plan de numérotation est un système de numérotation utilisé dans les communications permettant d'attribuer un numéro de téléphone aux terminaux.
- TFTP est un protocole de transfert de fichiers.
- DHCP est un service qui permet d'attribuer automatiquement des adresses IP dans le réseau mais aussi de fournir des informations supplémentaires (tftp, ntp etc.).
- SSH est un protocole permettant d'obtenir un terminal à distance à la machine de façon sécurisée.
- Telnet est un protocole permettant d'obtenir un terminal à distance à la machine de façon non sécurisée.
- ROUTEUR équipement physique permettant de faire passer des paquets d'un réseau à un autre.
- SWITCH équipement physique permettant de commuter des paquets à l'intérieur du même réseau.
- VLAN : Réseau virtuel. Un switch ou un routeur peut avoir plusieurs Vlan, ce qui signifie qu'ils peuvent gérer plusieurs réseaux simultanément sur la même interface et potentiellement beaucoup plus de réseau qu'ils n'ont d'interfaces physiques.
- 802.11q (TRUNK) est un protocole qui permet de faire passer plusieurs Vlan à travers le même lien physique. Les trames passant à travers le câble sont taguées avec le numéro de Vlan correspondant de manière à réordonner les trames dans le bon réseau à la sortie.
- VOICE VLAN est le Vlan destiné à la voix se trouvant sur le switch (au delà duquel le vlan sera simplement tagué comme un vlan classique).
- NTP network time protocol est le protocole qui permet de donner l'heure d'internet à nos périphériques en les synchronisant avec une horloge atomique disponible sur le réseau.
- STP spanning tree est le protocole permettant d'organiser les commutateurs (switch) de façon logique. Il permet d'offrir de la redondance en cas de défaillance d'un des switch ainsi que de diriger le trafique par tel ou tel commutateur. Il permet ainsi d'éviter les boucles qui font qu'un paquet risque de se perdre dans le réseau.
- QOS quality of service est le protocole qui permet de gérer la priorité de tel ou tel type de trafique dans le réseau.

-POE power over ethernet permet d'alimenter des équipements à travers leur câble réseau.
On peut soit utiliser un switch POE soit des injecteurs.

-NAT/PAT est le système de traduction d'adresse qui permet de traduire des adresses IP publiques en adresses privées et inversement. Le NAT statique fait en sorte que chaque IP publique redirige en permanence à la même IP privée, le NAT dynamique va rediriger aléatoirement telle adresse publique à telle adresse privée, le PAT quand à lui va exploiter les ports et chez Cisco est nommé en NAT overload (est le plus courant dans les connexions internet consommateurs)

-DNS domain name services est le service qui permet de traduire un nom de domaine (google.com) en une adresse IP. En effet, les ordinateurs ne comprennent rien d'autre que les adresses IP.

-BANDE PASSANTE c'est le volume de données par seconde maximum qu'un équipement peut envoyer dans un réseau tel qu'il est fait.

-PSTN est la norme des lignes téléphoniques classiques.

-h323 est le protocole permettant aux lignes téléphoniques classiques de communiquer entre elles.

-SCCP est le protocole propriétaire de Cisco équivalent à SIP

Travail à effectuer :

Le travail à effectuer fut :

- * Configuration d'un système « IPBX » basé sur le logiciel Cisco Call Manager Express implanté dans un routeur
- * Installation de quatre postes « IP » alimentés par POE
- * Connexion au monde extérieur via une interface « FXO »
- * Connexion de périphérique PSTN via une interface « FXS »
- * Utilisation du protocole SIP
- * Plan de numérotation interne sur 4 chiffres
- * Synchronisation de l'IPBX à un serveur NTP
- * Création d'un groupe d'appel
- * Appels extérieurs redirigés vers un groupe ou un poste particulier
- * Petit guide de prise en main
- * Définir un numéro pour obtenir une ligne extérieure
- * Accès aux services d'urgence (100,101, 105, 106, 112...) avec ET sans préfixe de sortie

- * Sécurisation de l'accès à la configuration de l'IPBX
- * Réalisation d'un plan d'interconnexion
- * Affichage du numéro de l'appelant
- * Implémentation du transfert d'appel
- * Implémentation d'une musique d'attente
- * Implémentation du double appel

Les tests effectués sont :

- * De manière générale tout ce qui est implémenté
- * Test de la communication interne entre postes
- * Test de la musique d'attente
- * Test des appels d'urgence et appels extérieurs
- * Test du transfert d'appels
- * Test du double appel

Matériel utilisé :

- * Cisco 2811 + interfaces FXO + interface FXS + interface PVDM2
- * Cisco catalyst 3555
- * 4x Cisco 7911
- * 4x injecteurs POE Cisco
- * Téléphone analogique (Belgacom Maestro 350)
- * Patch Panel câblé en RJ-21

Procédures :

La première étape fut de tout câbler selon la topographie (Annexe 1).

fast ethernet 0 du routeur sera l'uplink qui permettra d'atteindre internet. Il sera nat outside. Fast Ethernet 0/1 du routeur sera un trunk vers Fast Ethernet 0/1 du switch et fera passer 3 Vlan. Vlan 2 est pour la voix et en nat inside, Vlan 3 est pour les clients data et en nat inside et Vlan 10 est le vlan de management sur lequel le switch aura une interface IP.

Fast Ethernet 0/13-16 seront en mode access sur le vlan 3 et en voice vlan sur le vlan 2. Ils seront connectés aux injecteurs POE qui injecteront l'alim nécessaire aux téléphones et seront ensuite câblés vers les téléphones.

Voice port 0/2/0 sera la ligne vers l'extérieur du système téléphonique.

Voice port 1/0/0 sera la ligne FXS vers le téléphone Belgacom maestro

(config du switch en annexe 2 ou sur : <https://data.adct.be/voip-switch-config>)

Par la suite, il faudra créer les interfaces sur le routeur pour le switch avec le 802.11q. Ici, j'utiliserai 192.168.4.0/24 pour la voip et 192.168.5.0/24 respectivement sur le VLAN 2 et 3.

Une fois l'encapsulation configurée, l'interface no sh et up, on peut configurer le DHCP.

La configuration est classique pour le pool client mais nécessite des options supplémentaires dans le pool voix.

Notamment l'option 42 (NTP) et l'option 150 (TFTP)

L'option 150 est cruciale pour la prochaine étape qui consistera à flasher les téléphones précédemment sur le firmware de Cisco permettant de créer un IPBX sur leurs protocoles propriétaires au firmware SIP.

Pour cela, nous allons parcourir la flash au moyen de la commande dir pour créer des alias TFTP sur les fichiers spécifiques nécessaires au téléphone (config du routeur :Annexe 3 ou <https://data.adct.be/voip-router-config>)

Il faudra ensuite créer le voice service voip pour autoriser tel range d'IP ou tel autre range sur l'IPBX. C'est lui qui gère les autorisations de quelle technologie peut joindre quelle technologie.

Ensuite, le Voice register global va indiquer quel téléphone doit charger tel firmware, il va gérer le nombre maximum de DN et de pool, le timeout entre les touches, la timezone, le ntp, si la vidéo est possible ou pas...

Par la suite, il faut créer une template, les voice-register-dn et les voice-register-pool

(nuance avec les ephones et ephones-dn qui font la même chose mais avec le protocole propriétaire de Cisco SCCP)

Un voice register dn contient le numéro de téléphone de ligne interne ainsi que les permissions, permissions de voir l'id de l'appelant, groupe dans lequel il se trouve, le nom du terminal, le label de celui-ci, etc.

La template permet de noter une seule fois les paramètres communs des pool. (par exemple, les boutons de raccourcis de navigation web, la locale du système en général, le numéro de voicemail, etc)

Le voice register pool permet d'indiquer la mac adresse du téléphone physique ainsi que de lier celui-ci avec le dn créé précédemment. Il permet aussi d'identifier le modèle pour savoir quel fichier de config doit être providé au téléphone quand celui-ci se connectera. Il permet aussi de préciser le codec (g711ulaw) ainsi que les credentials. Il sera aussi relié à la template que nous venons de créer.

Tant que nous sommes à ce point de la configuration, j'ai aussi créé un voice hunt-group parallel qui me permettra de rediriger tout les appels extérieurs vers un numéro interne qui représente tout les terminaux.

Pour ce qui est des téléphones analogiques ainsi que de la ligne extérieure, les numéros sont définis à l'interface même. Du côté du téléphone FXS, j'ai rajouté l'option caller-id qui permet d'identifier l'appelant, on peut aussi rajouter une description ainsi qu'une station-id name qui sera le nom qui s'affichera sur les téléphones IP quand celui-ci les appellera.

Au niveau de la ligne FXO, il faudra préciser la cptone (ce qui permet au central d'interpréter les tonalités utilisées sur les lignes en fonction du pays et ainsi d'interpréter si un appel rentre, si la ligne est libre, etc.

Il ne faudra pas oublier de rediriger les appels entrant sur la FXO sur le groupe que nous avons créé précédemment au 1111 pour faire sonner tout les postes. (Nous pouvons aussi simplement rediriger à un poste unique)

Nous devons encore créer le telephony-service qui contient a peu près la même chose que le voice-register-global à la différence près que celui-ci ne se limitera pas qu'aux téléphones IP mais à la totalité du système. Ici sera notamment précisée la localisation de la musique d'attente ainsi que les dialtones.

Il faudra également créer un sip-ua et lui dire quel est le serveur SIP et le nombres de tentatives que les terminaux auront pour se connecter.

Ne reste plus qu'à écrire en mode config : « create profile » pour créer les fichiers de configuration et ainsi les provider aux téléphones IP. Ceux-ci étant encore sous le firmware leur permettant de se connecter avec du SCCP, il faudra les whyper. Pour se faire, je débranche l'alim, appuie sur la touche # en rebranchant l'alim jusqu'à ce que la LED rouge du combiné clignote. Une fois qu'elle clignote, je lâche la touche # et tape 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, *, 0, # et celui-ci va se réinitialiser en allant chercher les fichiers firmware dans le TFTP précisé par le DHCP. (il chargera sa config par après) (attention, le modèle 7911 redémarrera deux fois dans son flash)

À présent, les téléphones IP peuvent communiquer entre eux, le téléphone Belgacom peut appeler les téléphones IP mais pas dans l'autre sens et nous ne pouvons appeler l'extérieur de nulle part cependant, nous pouvons en recevoir les appels.

Il faut créer les dial-peer. Ce sont les routes téléphoniques basées sur des numéros définis ou des patterns.

Ainsi, je redirige l'ensemble des numéros commençant par 0 sur la ligne de sortie FXO, je fais une entrée spécifique pour les services d'urgence basée sur les numéros précis et je redirige le 1005, numéro du Belgacom maestro sur la FXS. (le port doit être précisé)

Sécurité :

Au niveau de la sécurité de l'installation, les routeurs/switch ont le service password encryption activé, ont une interface en con0 sur un login local et ne possèdent en interface distantes que du SSH avec les clefs RSA les plus solides que le matériel ait été capable de générer.

Les ports non-utilisés ont été désactivés et balancés en mode access sur un vlan non utilisé. Une interface de management ainsi qu'un réseau de management ont été créé sur le vlan 10 (ce réseau fut accessible pendant la configuration depuis mon LAN par du routage)

En plus du SSH, des ACL standard limitent l'accès par IP source.

Tout les trunk (802.11q) ont été strictement limités aux VLAN, destinés à transiter par eux et les ports allant aux téléphones sont en mode access.

Configuration de base :

Tout les logins que ce soit par la console ou par l'interface distante se font par login local.

Le routeur est configuré en NTP sur ntp1.belbone.be.

Le switch est configuré en NTP sur le routeur 2811.

La configuration affichée dans le rapport est celle utilisée dans mon réseau. Elle sera adaptée au réseau de l'école pour les tests au niveau de l'interface eth0 et au niveau du DNS dans les DHCP. (elle devra aussi être adaptée au niveau des ACL d'accès à la vty)

Un réseau qui relie les interfaces de management dans le vlan 10 est en 192.168.10.0/24

Difficultés rencontrées :

Lors de la création du système, je ne suis tombé que sur des documentations me parlant du protocole propriétaire Cisco SCCP. N'ayant pas fait attention, j'ai, dans un premier temps, créé tout un système fonctionnant dessus.

En faisant mon rapport à mon tuteur, celui-ci m'a précisé que le travail n'a pas été fait selon le cahier de charge. J'ai donc effacé la startup-config du routeur, créant ainsi un problème au démarrage ou le routeur chargeait la mauvaise image d'IOS.

Après de nombreuses recherches, je suis parvenu à le refaire démarrer sur la bonne image, mais la startup créée jusqu'alors sur la mauvaise version, ne correspondait plus et buguait. J'ai dû refaire l'intégralité de la configuration.

Par la suite, ayant bougé des fichiers dans la flash n'ayant pas remarqué la possibilité de faire des alias lors de la configuration du TFTP, j'ai effacé la flash et décompressé un .tar dedans pour la recréer. Les IOS n'étant pas dans le .tar, j'ai tu les ré importer par TFTP par après.

La commande create profile m'a aussi fait perdre du temps dans la mesure où j'ai diagnostiqué une configuration sans jamais l'appliquer, vus que j'oubliais systématiquement d'entrer la commande.

La documentation concernant la VOIP sur Cisco est assez difficile à trouver et nécessite déjà des notions de base sur la VOIP.

Expérience acquise pour la prochaine fois :

J'ai appris à mes dépends que lorsque on crée un système de numérotation à 4 chiffres, le faire commencer par des 1 est une très mauvaise idée car il est très facile de le faire interférer avec le système d'appels d'urgence.

J'ai également appris que la QOS n'est pas seulement un plus, elle est nécessaire pour un système en prod. Si le lien est saturé entre les téléphones, impossible de communiquer proprement. Je m'en suis rendu compte lors d'un test où j'ai envoyé un fichier de 120Go à travers le réseau pour atteindre un noeud se trouvant de l'autre côté du NAT depuis un terminal raccordé au lien data derrière un téléphone. N'ayant pas la compétence à ce moment là pour implémenter une QOS, j'ai imposé une limite de bande passante à l'interface data du routeur ce qui m'a permis de gagner suffisamment de bande pour passer des appels. Mais cette solution n'est pas à reproduire en production. En effet, il suffit que le lien ne passe pas par le routeur et les lignes de l'émetteur et du destinataire sont saturées.

Le matériel Cisco ne peut pas gérer des flux analogiques de lignes PSTN. (ce qui est logique vu qu'il ne s'agit pas d'un matériel de commutation) Il doit avoir une interface lui permettant d'encoder l'analogique en digital pour pouvoir traiter le flux. Cette interface est une PVDM2. Nous avons dû en rajouter une pour l'interface FXO. L'interface FXS disposait déjà d'une carte PVDM2 intégrée.

Je ne sais toujours pas si cela est dû à un problème sur mon unité, mais en cas de reboot de l'IPBX, il faut relancer la musique d'attente avec un appel, sinon il est possible de mettre un appel en attente et, la musique ne viendra pas avant une ou deux minutes.

Contexte :

Actuellement, les grosses entreprises n'utiliseront pas de FXO pour se connecter au réseau téléphonique public mais un SIP-TRUNK qui leur permettra de faire passer toutes leurs lignes sur le réseau public par internet. Cette technologie reste cependant onéreuse.

Il est donc possible d'obtenir une ligne SIP chez soi auprès d'un provider comme OVH. Proximus permet désormais aussi d'implémenter simplement de la VOIP chez soi à la place du PSTN moyennant une migration de la ligne et des frais pour changer les BBOX3 vers les BBOX3 V+.

L'installation basée sur une ligne FXO peut, par contre, être intéressante dans le cas où il n'est possible de se connecter qu'en PSTN au réseau public de façon permanente ou temporaire.

FXS peut être utile pour relier des anciens modèles de FAX et d'anciens téléphones. (dans le cadre de l'intégration de VOIP au sein d'une infrastructure existante)

Mais même les FAX aujourd'hui peuvent se connecter par VOIP. Il est même possible d'implémenter ce service au sein d'un Windows Server et d'envoyer le contenu par mail.

Une installation comme celle-ci pourrait être intéressante dans le cas d'une migration progressive.

Quand une entreprise a toute une installation basée sur du PSTN et qu'un ajout de terminaux est souhaité, autant les ajouter en VOIP et intégrer l'ancienne infrastructure PSTN dans l'IPBX et

exploiter l'ancienne ligne publique le temps de la migration ou de l'obtention des moyens financiers pour migrer la totalité de l'installation sur de la VOIP.

L'avantage des SIP-TRUNK ou des lignes en VOIP de bout en bout en général est que si un bon codec est utilisé, la qualité du son est nettement meilleure qu'en PSTN et les frais engendrés sont moindres.

Conclusion :

Le sujet de ce travail fut très intéressant. Au final, la partie qui m'a pris le plus de temps fut le troubleshooting après avoir effacé la startup et eu plein de problèmes avec la flash et la startup.

Pour ce qui est de la VOIP, ce projet m'a permis d'intégrer suffisamment de notions pour que j'installe un central téléphonique IPBX chez moi avec des DECT connectés dessus.

Bien que le travail fourni offre une installation opérationnelle, elle peut toujours être améliorée. La première amélioration serait de refaire le plan de routage des appels. En effet, quand j'appelle mon téléphone portable qui finit par 00, le dernier 0 est dropé et il essaye d'appeler un téléphone fixe commençant par 04 qui n'existe pas en Belgique. J'aboutis donc à un numéro inexistant.

L'implémentation de la QOS est également nécessaire pour éviter que le système tombe quand la demande en réseau est trop importante.

L'implémentation du répondeur pourrait aussi être une bonne idée. Celui-ci pourrait changer en fonction de l'heure d'appel pour indiquer des bureaux fermés par exemple.

Outre cela, une intégration avec LDAP pour permettre aux utilisateurs de garder leur numéro de ligne en se connectant au terminal connecté au téléphone serait également une bonne chose.

Le travail est d'autant plus intéressant dans la mesure où l'on se retrouve avec des technologies qui de base n'ont jamais été conçues pour fonctionner de la même manière. La téléphonie a historiquement toujours été une technologie commutée là où les réseaux de données étaient exclusivement routés. Les faire cohabiter est un défi important mais les technologies actuelles nous le permettent.

L'avenir est dans l'unification des technologies de communications. Même le mobile passe sur de la VOIP avec la VoLTE.

Il est désormais possible d'intégrer un téléphone mobile dans un réseau d'entreprise pour accéder aux serveurs ainsi qu'obtenir son numéro de ligne interne, le tout à des milliers de kilomètres de l'entreprise et à moindre frais.

SIP étant un protocole ouvert, il permet d'intégrer littéralement tout ce qui est capable de communiquer avec un micro et un haut parleur connecté au réseau. Nous ne sommes plus limités à un unique fabricant. Il est possible d'intégrer au sein du même système téléphonique, des terminaux Cisco, Ubiquiti, Avaya, Panasonic, Siemens Gigaset le tout avec des smartphones qu'ils soient Android ou Apple IOS mais aussi des serveurs qui joueront le rôle de FAX...

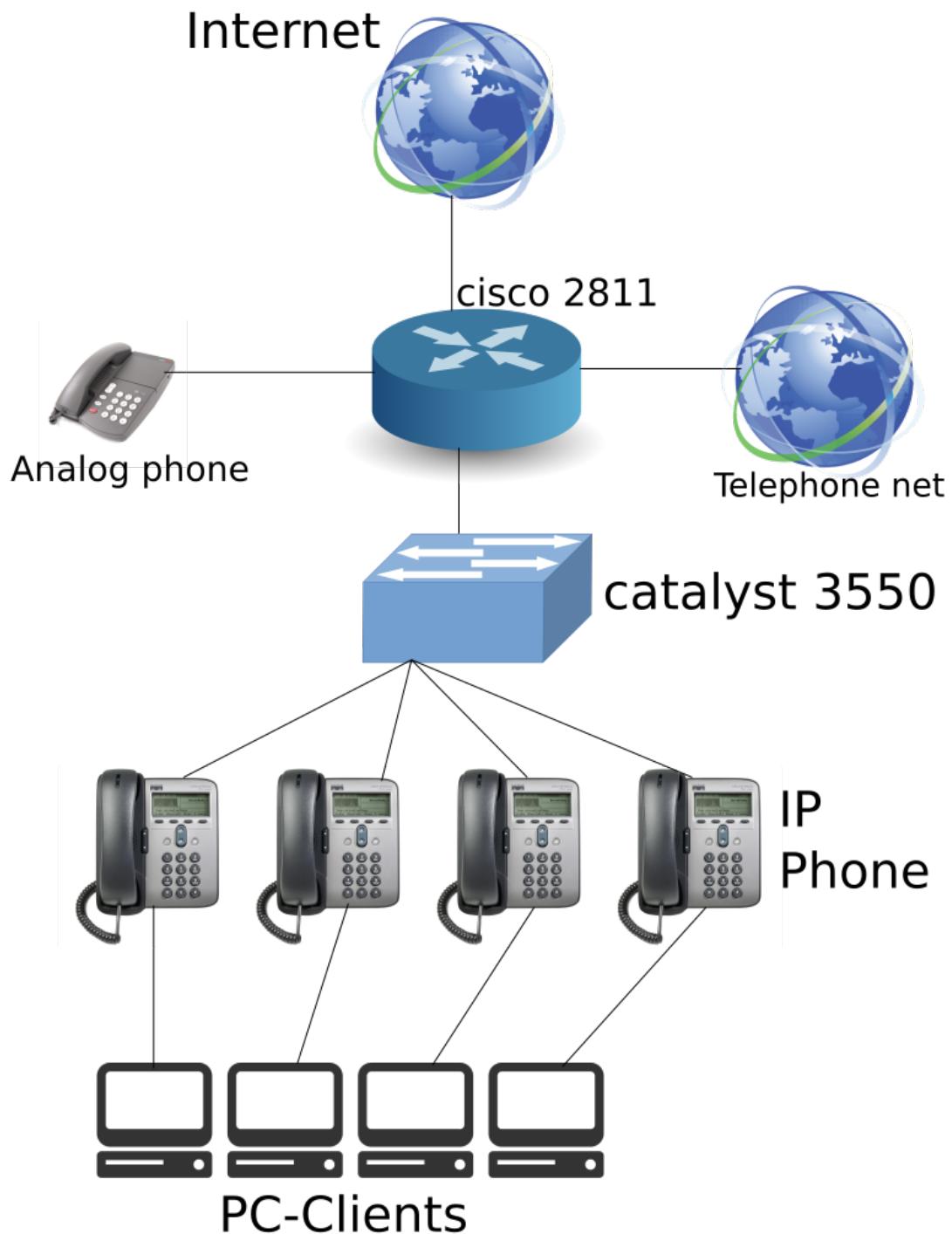
La VOIP offre tellement de possibilités qu'il est impossible d'en découvrir toutes les possibilités sur un an de temps. J'en tire tout de même une expérience positive et continuerai à approfondir mes connaissances sur le sujet.

Bibliographie :

- * **Cisco Inc.** Cisco Unified Communications Manager Express Command Reference , (2018-03-30), 1770p
- * **Cisco Inc.** Connecting Cisco High-Density Analog Telephony Network Modules to the Network, (21/10/2009), 10
- * **Cisco Inc.** Cisco Unified Communications Manager Express: SIP Implementation Guide, <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/voice-unified-communications/unified-communications-manager-express/99946-cme-sip-guide.html>, 09/11/2007

Annexes :

Annexe 1 :



Annexe 2 :

```
!
! Last configuration change at 14:49:37 brussel Tue Apr 10 2018 by arnold
! NVRAM config last updated at 14:49:39 brussel Tue Apr 10 2018 by arnold
!
version 12.2
no service pad
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
service password-encryption
!
hostname voip-switch
!
enable secret 5 $1$nNeR$gpShr9pNl69q0PR0ha3Lg.
!
username arnold privilege 15 secret 5 $1$URdi$ntw9Ry.xjdaC5rkHpNYpD.
!
!
no aaa new-model
clock timezone brussel 1
clock summer-time brussel recurring last Sun Oct 2:00 last Sun Mar 3:00
ip domain-name voip.adct.be
ip host ntp.lan 192.168.10.1
!
!
vtp domain grp1.lab0
vtp mode transparent
!
!
crypto pki trustpoint TP-self-signed-3083858560
enrollment selfsigned
subject-name cn=IOS-Self-Signed-Certificate-3083858560
revocation-check none
rsakeypair TP-self-signed-3083858560
!
!
crypto pki certificate chain TP-self-signed-3083858560
certificate self-signed 01
30820250 308201B9 A0030201 02020101 300D0609 2A864886 F70D0101 04050030
31312F30 2D060355 04031326 494F532D 53656C66 2D536967 6E65642D 43657274
69666963 6174652D 33303833 38353835 3630301E 170D3933 30333031 30303032
35335A17 0D323030 31303130 30303030 305A3031 312F302D 06035504 03132649
4F532D53 656C662D 5369676E 65642D43 65727469 66696361 74652D33 30383338
35383536 3030819F 300D0609 2A864886 F70D0101 01050003 818D0030 81890281
8100C889 E43FC02E CE519C11 DB070C70 67FDFB10 294FF207 EBE7F13A E0BF6916
39A727FC 18FCBFC9 5FEE774C 26A48A54 873EA791 50B058C4 A26A1025 1B9062E6
6B7EDC3D E50964C9 F4F66194 983A6968 BD8B84A3 F9550E86 A122AA11 794AD425
59415C59 3FCC2012 82AA56E3 65A7ED4E 21933DDD 54FAB0CD 50451782 290D40D7
4D110203 010001A3 78307630 0F060355 1D130101 FF040530 030101FF 30230603
551D1104 1C301A82 18766F69 702D7377 69746368 2E766F69 702E6164 63742E62
65301F06 03551D23 04183016 80144E11 F466A60C 69954B88 1032AED8 99DB273B
029D301D 0603551D 0E041604 144E11F4 66A60C69 954B8810 32AED899 DB273B02
9D300D06 092A8648 86F70D01 01040500 03818100 973FB8A8 98C37F4D 19E89CC9
FAC0A94C 6B7A41AC 351D935F 55561D58 9A40A5E2 58238C61 28E2C10F BA6208C9
0BF94EEA 6F8131B7 8738D95F 3B8F5439 A28D6AE6 0EEFB7CD 7397E447 1E78653A
E0EE05D9 EDDEE621 F8B7859A 1410C27D 741BBE9F 44AB4452 A17E7515 8309F292
81BF5374 C953E58C 7338BBFE A329A81E EB199430
quit
!
spanning-tree mode rapid-pvst
```

```
spanning-tree extend system-id
!
vlan internal allocation policy ascending
!
vlan 2
  name VOIP
!
vlan 3
  name Clients
!
vlan 4
  name voip-lan
!
vlan 10
  name configuration
!
vlan 999
  name Unused-ports
!
ip ssh version 2
!
!
!
!
!
!
interface FastEthernet0/1
description uplink
switchport access vlan 999
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport trunk allowed vlan 2,3,10
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/2
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/3
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/4
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/5
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/6
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
```

```
!
interface FastEthernet0/7
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/8
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/9
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/10
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/11
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/12
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/13
description VOIP
switchport access vlan 3
switchport mode access
switchport voice vlan 2
spanning-tree portfast
!
interface FastEthernet0/14
description VOIP
switchport access vlan 3
switchport mode access
switchport voice vlan 2
spanning-tree portfast
!
interface FastEthernet0/15
description VOIP
switchport access vlan 3
switchport mode access
switchport voice vlan 2
spanning-tree portfast
!
interface FastEthernet0/16
description VOIP
switchport access vlan 3
```

```
switchport mode access
switchport voice vlan 2
spanning-tree portfast
!
interface FastEthernet0/17
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/18
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/19
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/20
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/21
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/22
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/23
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface FastEthernet0/24
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface GigabitEthernet0/1
description not in use
switchport access vlan 999
switchport mode access
shutdown
!
interface GigabitEthernet0/2
description not in use
switchport access vlan 999
```

```

switchport mode access
shutdown
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
interface Vlan10
ip address 192.168.10.2 255.255.255.0
!
ip default-gateway 172.17.0.253
ip classless
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
ip access-list standard security
deny 172.17.0.253
permit 172.17.0.0 0.0.0.255
permit 192.168.10.0 0.0.0.255
deny any log
!
!
control-plane
!
banner motd Bonjour, bienvenue sur le projet voip de Arnold Dechamps
!
line con 0
logging synchronous
login local
line vty 0 4
access-class security in
access-class security out
logging synchronous
login local
transport input ssh
transport output ssh
line vty 5 15
access-class security in
access-class security out
logging synchronous
login local
transport input ssh
transport output ssh
!
ntp clock-period 17180624
ntp server 192.168.10.1
end

```

Annexe 3 :

```
!
! Last configuration change at 21:15:09 brussel Wed Apr 18 2018 by arnold
! NVRAM config last updated at 21:15:11 brussel Wed Apr 18 2018 by arnold
! NVRAM config last updated at 21:15:11 brussel Wed Apr 18 2018 by arnold
version 15.1
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
service password-encryption
!
hostname voip-router
!
boot-start-marker
boot system flash c2800nm-adventuresek9_ivs-mz.151-4.M12a.bin
boot-end-marker
!
!
enable secret 5 $1$Fg6E$tmVkJ0jf.tgUg4vK3yac/.
!
no aaa new-model
!
clock timezone brussel 1 0
clock summer-time brussel recurring last Sun Oct 2:00 last Sun Mar 3:00
clock calendar-valid
!
voice-card 0
!
voice-card 1
!
dot11 syslog
ip source-route
!
!
ip cef
!
ip dhcp excluded-address 192.168.4.1
ip dhcp excluded-address 192.168.5.1
!
ip dhcp pool voip
  network 192.168.4.0 255.255.255.0
  default-router 192.168.4.1
  option 42 ip 192.168.4.1
  option 150 ip 192.168.4.1
  dns-server 1.1.1.1
!
ip dhcp pool clients
  network 192.168.5.0 255.255.255.0
  default-router 192.168.5.1
  dns-server 1.1.1.1
!
!
no ip domain lookup
ip domain name voip.adct.be
ip host ntp1.belbone.be 195.13.23.5
no ipv6 cef
!
multilink bundle-name authenticated
!
!
```

```

!
!
!
!
voice service voip
  ip address trusted list
    ipv4 192.168.4.0 255.255.255.0
    ipv4 192.168.5.0 255.255.255.0
  no notify redirect ip2ip
  allow-connections h323 to sip
  allow-connections sip to h323
  allow-connections sip to sip
  no supplementary-service sip moved-temporarily
  no supplementary-service sip refer
  redirect ip2ip
  fax protocol t38 version 0 ls-redundancy 0 hs-redundancy 0 fallback none
  sip
    bind control source-interface FastEthernet0/1.2
    bind media source-interface FastEthernet0/1.2
    session transport tcp
    registrar server expires max 1200 min 300
    transport switch udp tcp
    localhost dns:voip.adct.be
    no call service stop
!
voice class codec 1
  codec preference 1 g711ulaw
!
!
voice register global
  mode cme
  source-address 192.168.4.1 port 5060
  timeouts interdigit 2
  max-dn 10
  max-pool 10
  load 7970 SIP70.9-1-1SR1S
  load 7911 SIP11.9-4-2SR1-1S
  authenticate register
  authenticate realm voip.adct.be
  timezone 23
  time-format 24
  date-format D/M/Y
  hold-alert
  voicemail 200
  tftp-path flash:
  logo https://data.adct.be/logo.png
  create profile sync 0003744847530783
  network-locale 1 FR
  user-locale 1 FR
  ntp-server 192.168.4.1 mode directedbroadcast
  video
!
voice register dn 1
  number 1001
  allow watch
  pickup-call any-group
  pickup-group 13
  name Telephone 1
  label Telephone 1
!
```

```

voice register dn  2
  number 1002
  allow watch
  pickup-call any-group
  pickup-group 13
  name Telephone 2
  label Telephone 2
!
voice register dn  3
  number 1003
  allow watch
  pickup-call any-group
  pickup-group 13
  name Telephone 3
  label Telephone 3
!
voice register dn  4
  number 1004
  allow watch
  pickup-call any-group
  pickup-group 13
  name Telephone 4
  label Telephone 4
!
voice register template  1
  url-button 1 http://www.cisco.com Cisco
  park reservation-group 13
  network-locale 1
  user-locale 1
  softkeys idle  Newcall Redial Pickup Gpickup Cfwdall DND
  softkeys ringIn  Answer DND iDivert
  voicemail 600 timeout 20
  video
!
voice register pool  1
  id mac 0022.555D.E5E3
  type 7911
  number 1 dn 1
  template 1
  presence call-list
  dtmf-relay sip-notify
  username test password test
  codec g711ulaw
!
voice register pool  2
  id mac 0021.D8BA.59F0
  type 7911
  number 1 dn 2
  template 1
  presence call-list
  dtmf-relay sip-notify
  username test password test
  codec g711ulaw
!
voice register pool  3
  id mac 0021.D8BA.0090
  type 7911
  number 1 dn 3
  template 1
  presence call-list
  dtmf-relay sip-notify

```

```

username test password test
codec g711ulaw
!
voice register pool 4
  id mac 0021.D8BA.74CE
  type 7911
  number 1 dn 4
  template 1
  presence call-list
  dtmf-relay sip-notify
  username test password test
  codec g711ulaw
!
voice hunt-group 1 parallel
  list 1001,1002,1003,1004,1005
  pilot 1111
!
!
!
!
!
crypto pki token default removal timeout 0
!
!
!
!
license udi pid CISCO2811 sn FCZ1223721N
username arnold privilege 15 secret 5 $1$tGzK$68gI2kpLCaGYFz60ye.Mo.
!
redundancy
!
!
ip ssh version 2
!
!
!
bridge irb
!
!
!
!
interface FastEthernet0/0
  ip address 172.17.0.250 255.255.255.0
  ip nat outside
  ip virtual-reassembly in
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet0/1
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet0/1.2
  description voip ports
  encapsulation dot1Q 2
  ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
  ip nat inside
  ip virtual-reassembly in
!
```

```

interface FastEthernet0/1.3
description clients ports
encapsulation dot1Q 3
ip address 192.168.5.1 255.255.255.0
ip nat inside
ip virtual-reassembly in
!
interface FastEthernet0/1.10
encapsulation dot1Q 10
ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
!
ip default-gateway 172.17.0.1
ip forward-protocol nd
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
ip nat inside source list nat interface FastEthernet0/0 overload
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.17.0.1
!
ip access-list standard nat
permit 192.168.4.0 0.0.0.255
permit 192.168.5.0 0.0.0.255
deny any log
ip access-list standard security
deny 172.17.0.253
permit 172.17.0.0 0.0.0.255
deny any log
!
!
!
!
!
!
tftp-server flash:/phone/7906-7911/apps11.9-4-2ES9.sbn alias apps11.9-4-2ES9.sbn
tftp-server flash:/phone/7906-7911/cnu11.9-4-2ES9.sbn alias cnu11.9-4-2ES9.sbn
tftp-server flash:/phone/7906-7911/cvm11sip.9-4-2ES9.sbn alias cvm11sip.9-4-2ES9.sbn
tftp-server flash:/phone/7906-7911/dsp11.9-4-2ES9.sbn alias dsp11.9-4-2ES9.sbn
tftp-server flash:/phone/7906-7911/jar11sip.9-4-2ES9.sbn alias jar11sip.9-4-2ES9.sbn
tftp-server flash:/phone/7906-7911/SIP11.9-4-2SR1-1S.loads alias SIP11.9-4-2SR1-1S.loads
tftp-server flash:/phone/7906-7911/term11.default.loads alias term11.default.loads
tftp-server flash:/phone/7906-7911/term06.default.loads alias term06.default.loads
tftp-server flash:ringtone/Analog1.raw alias Analog1.raw
tftp-server flash:ringtone/Analog2.raw alias Analog2.raw
tftp-server flash:ringtone/AreYouThere.raw alias AreYouThere.raw
tftp-server flash:ringtone/AreYouThereF.raw alias AreYouThereF.raw
tftp-server flash:ringtone/Bass.raw alias Bass.raw
tftp-server flash:ringtone/CallBack.raw alias CallBack.raw
tftp-server flash:ringtone/Chime.raw alias Chime.raw
tftp-server flash:ringtone/Classic1.raw alias Classic1.raw
tftp-server flash:ringtone/Classic2.raw alias Classic2.raw
tftp-server flash:ringtone/ClockShop.raw alias ClockShop.raw
tftp-server flash:ringtone/DistinctiveRingList.xml alias DistinctiveRingList.xml
tftp-server flash:ringtone/Drums1.raw alias Drums1.raw

```

```

tftp-server flash:ringtone/Drums2.raw alias Drums2.raw
tftp-server flash:ringtone/FilmScore.raw alias FilmScore.raw
tftp-server flash:ringtone/HarpSynth.raw alias HarpSynth.raw
tftp-server flash:ringtone/Jamaica.raw alias Jamaica.raw
tftp-server flash:ringtone/KotoEffect.raw alias KotoEffect.raw
tftp-server flash:ringtone/MusicBox.raw alias MusicBox.raw
tftp-server flash:ringtone/Piano1.raw alias Piano1.raw
tftp-server flash:ringtone/Piano2.raw alias Piano2.raw
tftp-server flash:ringtone/Pop.raw alias Pop.raw
tftp-server flash:ringtone/Pulse1.raw alias Pulse1.raw
tftp-server flash:ringtone/Ring1.raw alias Ring1.raw
tftp-server flash:ringtone/Ring2.raw alias Ring2.raw
tftp-server flash:ringtone/Ring3.raw alias Ring3.raw
tftp-server flash:ringtone/Ring4.raw alias Ring4.raw
tftp-server flash:ringtone/Ring5.raw alias Ring5.raw
tftp-server flash:ringtone/Ring6.raw alias Ring6.raw
tftp-server flash:ringtone/Ring7.raw alias Ring7.raw
tftp-server flash:ringtone/RingList.xml alias RingList.xml
tftp-server flash:ringtone/Sax1.raw alias Sax1.raw
tftp-server flash:ringtone/Sax2.raw alias Sax2.raw
tftp-server flash:ringtone/Vibe.raw alias Vibe.raw
tftp-server flash:its/CME-locale-fr_FR-French-8.6.2.4.tar alias CME-locale-fr_FR-French-8.6.2.4.tar
tftp-server flash:its/fr/7921-dictionary.xml alias France/7921-dictionary.xml
tftp-server flash:its/fr/7921-kate.utf-8.xml alias France/7921-kate.utf-8.xml
tftp-server flash:its/fr/7921-kate.xml alias France/7921-kate.xml
tftp-server flash:its/fr/CME-locale-fr_FR-French-8.6.2.4.tar.cfg alias French_France/CME-locale-fr_FR-French-8.6.2.4.tar.cfg
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/CampusNight.png
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/CiscoFountain.png
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/MorroRock.png
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/NantucketFlowers.png
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/TN-CampusNight.png
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/TN-CiscoFountain.png
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/TN-Fountain.png
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/TN-MorroRock.png
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/TN-NantucketFlowers.png
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/Fountain.png
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/CiscoLogo.png
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/TN-CiscoLogo.png
tftp-server flash:Desktops/320x212x12/List.xml
tftp-server flash:Desktops/320x216x16/List.xml
tftp-server flash:Desktops/320x212x16/List.xml
tftp-server flash:its/fr/td-sip.jar alias French_France/td-sip.jar
tftp-server flash:phone/7970/apps70.9-1-1TH1-16.sbn alias apps70.9-1-1TH1-16.sbn
tftp-server flash:phone/7970/cvm70sip.9-1-1TH1-16.sbn alias cvm70sip.9-1-1TH1-16.sbn
tftp-server flash:phone/7970/dsp70.9-1-1TH1-16.sbn alias dsp70.9-1-1TH1-16.sbn
tftp-server flash:phone/7970/jar70sip.9-1-1TH1-16.sbn alias jar70sip.9-1-1TH1-16.sbn
tftp-server flash:phone/7970/SIP70.9-1-1SR1S.loads alias SIP70.9-1-1SR1S.loads
tftp-server flash:phone/7970/term70.default.loads alias term70.default.loads
tftp-server flash:phone/7970/term71.default.loads alias term71.default.loads
tftp-server flash:phone/7970/cnu70.9-1-1TH1-16.sbn alias cnu70.9-1-1TH1-16.sbn
!
control-plane
!
!
voice-port 0/2/0
cptone BE

```

```

timing hookflash-out 500
connection plar opx immediate 1111
impedance complex2
description Entree 024786239
!
voice-port 0/2/1
!
voice-port 1/0/0
  description tel analogique Belgacom Maestro 350
  station-id name Tel_belgacom
  station-id number 1005
  caller-id enable
!
voice-port 1/0/1
  shutdown
!
voice-port 1/0/2
  shutdown
!
voice-port 1/0/3
  shutdown
!
!
!
mgcp profile default
!
!
dial-peer voice 1 pots
  description to analog FXS
  destination-pattern 1005
  incoming called-number 1005
  port 1/0/0
  forward-digits 0
!
dial-peer voice 2 pots
  description outside on mobile
  destination-pattern 0.....
  incoming called-number .T
  port 0/2/0
  forward-digits all
!
dial-peer voice 3 pots
  description Exterior landline
  destination-pattern 0.....
  incoming called-number .T
  port 0/2/0
  forward-digits all
!
dial-peer voice 4 pots
  description emergency
  destination-pattern 11.
  incoming called-number .T
  port 0/2/0
  forward-digits all
!
!
presence
  presence call-list
  max-subscription 120
!
sip-ua

```

```

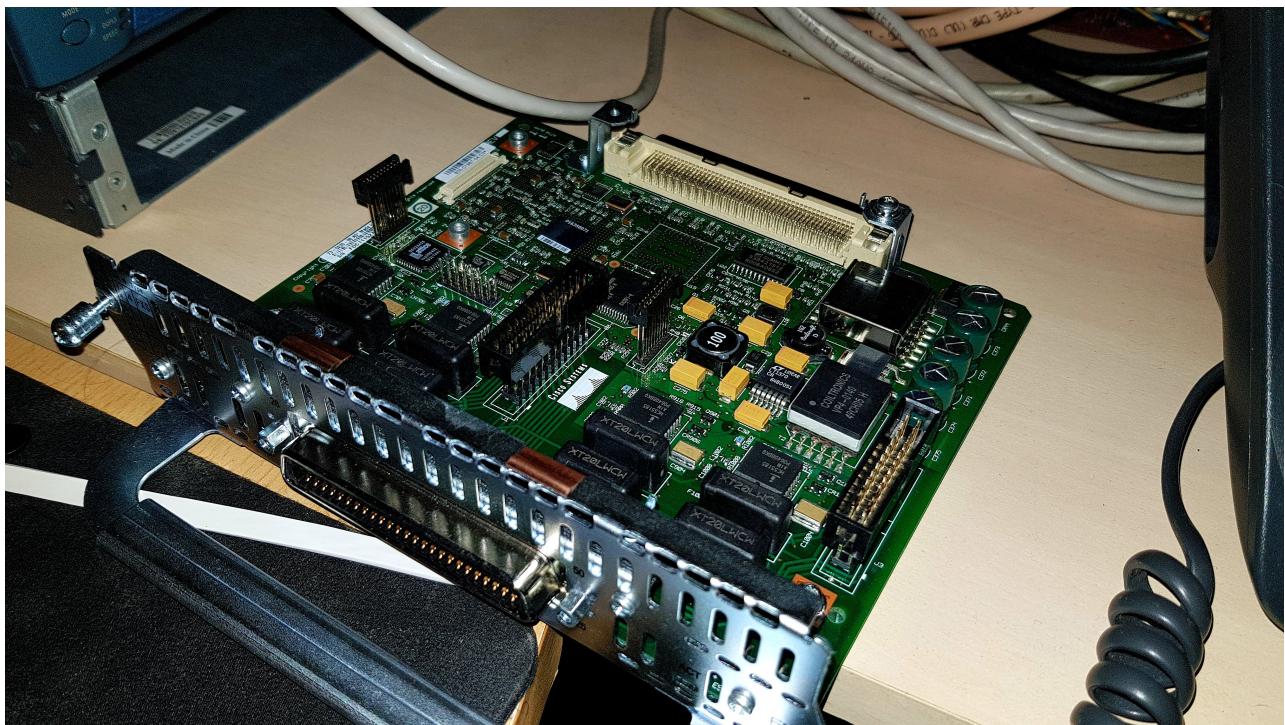
retry notify 6
retry options 1
timers notify 100
registrar ipv4:192.168.4.1 expires 3600
presence enable
!
!
!
gatekeeper
shutdown
!
!
telephony-service
authentication credential arnold test1234=
max-ephones 10
max-dn 10
ip source-address 192.168.4.1 port 2000
calling-number initiator
service phone webAccess 0
service directed-pickup gpickup
service privacy-line-button
timeouts night-service-bell 10
system message VOIP pour TFE
cnf-file location flash:
user-locale 1 FR load CME-locale-fr_FR-French-8.6.2.4.tar
network-locale 1 FR
time-zone 23
time-format 24
date-format dd-mm-yy
max-conferences 12 gain -6
call-park system application
call-forward pattern .T
call-forward system redirecting-expanded
moh flash:music-on-hold.au
dn-webedit
time-webedit
transfer-system full-consult
transfer-pattern 0.T
secondary-dialtone 0
fac standard
!
!
banner motd Bonjour, bienvenue sur le projet voip de Arnold Dechamps
!
line con 0
logging synchronous
login local
line aux 0
logging synchronous
login local
line vty 0 4
logging synchronous
login local
transport input ssh
transport output ssh
line vty 5 15
logging synchronous
login local
transport input ssh
transport output ssh
!
```

```
scheduler allocate 20000 1000
ntp logging
ntp master
ntp server ntp1.belbone.be
end
```

Anexe 4 :



Annexe 5 :



Annexe 6 :

