

ENSIMAG

Rapport De Projet

développement d'un Gateway pour voix sur IP

HALLOUMI Karim
SERIEYE Ya

REMERCIEMENTS

- **Responsable du centre d'expertise Télécommunication et Réseaux :**

Monsieur Gilles GAWINOWSKI pour nous avoir permis d'effectuer le stage dans les meilleures conditions et les réunions d'informations qu'il a organisé à notre intentions.

- **Membres du centre**

Messieurs Laurent CROUZARD, Christian MUSSON, pour leur soutien et le contact chaleureux que nous avons eu avec eux.

- **Collaborateurs**

Monsieur Patrick VILLANI et Mademoiselle Laetitia THERNIER, qui ont été d'une aide précieuse durant notre travail.

Ainsi qu'à toute l'équipe **T.E.C**

Introduction 2 pages

Ce stage à Eurocontrol a été réalisé dans le cadre de notre formation à l'ENSIMAG (Ecole Nationale Supérieure d'Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble). Ce stage s'est déroulé sur une période de 4 mois, de Mars à Juin 1999.

Eurocontrol est une administration Européenne située à Brétigny-sur-Orge, au sud de Paris, et qui est spécialisée dans la gestion du trafic aérien. Eurocontrol expérimente donc de nouveaux systèmes avant de les intégrer à un environnement opérationnel. Parmi ces expérimentations, certaines sont liées à l'infrastructure des systèmes de communication en aéronautique.

C'est le centre d'expertise TEC (télécom) qui est chargé de ces dernières. L'idée principale se résume en deux mots : « Tout IP ». En effet, le but des différents projets s'inscrit dans un désir de proposer une solution totalement basée sur les protocoles Internet et qui balayerait ainsi les protocoles propriétaires de l'aéronautique, plus coûteux à mettre en œuvre et ne proposant pas d'avantages considérables.

Au cours de ces 4 mois, notre stage s'est divisé en quatre grandes parties. Dans un premier temps il y a eu la prise de connaissance de la plate forme de développement et des API livrées, ensuite il a fallu valider la compabilité des protocoles et des codecs utilisés de chaque coté, puis on a développé un prototype qui intègre la signalisation propriétaire d'AudioLAN et enfin on a commencé à réfléchir quels seraient les changements à effectuer pour rendre AudioLAN compatible avec la signalisation H323.

Voix sur IP

Il existe deux grands types d'architecture de réseaux, le réseau téléphonique commuté (RTC ou PSTN) dit à commutation de circuits et le réseau informatique dit à commutation de paquets.

Le PSTN crée un circuit logique entre les deux utilisateurs et permet une connexion fiable à 64 kbps en full-duplex avec très peu de latence. Les utilisateurs ont une utilisation complète et exclusive du circuit jusqu'à la déconnexion. De par son architecture de commutation de circuits dédié à la voix, il est très difficile d'y inclure de nouveaux services ou d'améliorer l'efficacité du réseau. On dit parfois du PSTN que c'est un réseau "stupide".

Le réseau à commutation de paquets achemine des données regroupées en paquets avec une adresse qui est interprétée par des routeurs. Ils les mettent ensuite sur le bon chemin, un peu comme une lettre à la poste.

La connexion est unidirectionnelle ce qui amène facilement des délais importants, le débit constant n'est pas assuré, ni un chemin unique pour tous les paquets. Sur ce type de réseau on trouve un protocole fédérateur qui au fil du temps est devenu incontournable : le protocole IP. Ainsi on définit une application de voix sur IP comme une application de téléphonie qui utilise un réseau à commutation de paquets via IP pour transmettre la voix. Mais alors pourquoi vouloir faire de la voix sur IP si le réseau à commutation de paquets ne semble pas être suffisamment performant pour transporter de la voix en temps réel ?

Les réseaux de commutation de paquets ne sont pas optimisés pour un type de trafic donné mais sont capables de s'adapter de manière intelligente à divers types de trafic en compressant les flux afin de s'adapter à la bande passante disponible, contrairement aux réseaux à commutation de circuits qui sont très peu évolutifs.

La plupart des gens qui parlent de voix sur IP ne se réfèrent qu'à une application de cette technologie : les appels longue distance ou Toll bypass. Passer par un réseau à commutation de paquets est beaucoup moins coûteux que de passer par un réseau à commutation de circuits surtout pour des appels longue distance, mais le Toll bypass n'est qu'un des nombreux avantages que peut fournir la voix sur IP. Le véritable avantage est de pouvoir traiter la voix comme toute autre forme de donnée.

Un autre avantage de la voix sur IP est d'augmenter l'efficacité de la bande passante d'un facteur dix par rapport à l'utilisation sur un réseau à commutation de circuits.

Elle permet aussi l'intégration de nouveaux services qui pourront combiner une communication vocale temps réel et un échange de données comme par exemple le télétravail ou le tableau blanc (plusieurs personnes ont la possibilité de dessiner en même temps sur une même surface de dessin).

Enfin la Voix sur IP peut facilement s'intégrer aux réseaux de communication existants et se connecter au PSTN ou à un PABX. On peut aussi intégrer les applications de téléphonie sur IP sur des serveurs dédiés.

La qualité de la voix va dépendre de trois paramètres :

- l'intelligibilité: elle est en grande partie déterminée par le choix d'un algorithme de codage analogique vers numérique de la voix. Il existe divers types de d'algorithmes de codage comme G.711 à 64 Kbps, G.723.1 à 6,4 ou 5,3 Kbps, G.729A à 8 Kbps

- La latence : c'est un délai introduit lors de la transmission de la voix, on la retrouve essentiellement lors de la bufferisation des paquets ou lors du codage de la voix. C'est le facteur le plus crucial d'une bonne transmission de la voix sur IP
- l'écho : une partie du signal d'entrée est introduite dans le signal de retour sur la ligne téléphonique. Cela est imperceptible sur le RTC car c'est quasi instantané mais sur le réseau à commutation de paquets la latence peut être plus importante et lorsqu'elle est supérieure à 120 ms l'écho devient perceptible. On a alors recours à des annulateurs d'écho qui soustraient au signal d'entrée une partie du signal de sortie.

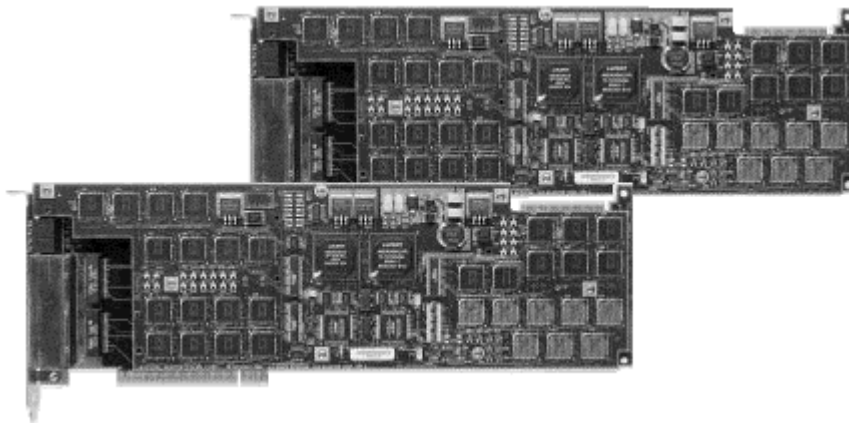
Afin de créer un marché de la voix sur IP robuste, il a fallu introduire un standard : H.323. Cette norme est nécessaire pour permettre l'interopérabilité entre différentes applications de voix sur IP.

Objectif et Planning 1 page

Environnement de Travail

AudioLan 2 pages

La passerelle Natural MicroSystem 3 pages



Eurocontrol a choisi, pour réaliser sa plate-forme de téléphonie IP, d'utiliser les produits fournis par Natural Microsystems. Le produit en question s'appelle Fusion et consiste en une panoplie de cartes, permettant de faire l'encodage et le décodage de la voix ainsi que la connectivité avec le réseau téléphonique classique et le réseau IP. Nous allons dans cette partie décrire cette plate-forme. NMS fournit aussi un exemple de

gateway basique supportant la signalisation H323 qui a été la base utilisée pour notre projet.

Le produit NMS dont Eurocontrol a fait l'acquisition est en réalité composé de trois cartes que l'on insère dans un PC classique ainsi que de logiciels permettant de piloter les cartes. Voici une brève description de chacune des composantes de la *gateway* :

➤ **La carte Ethernet : TX 2000**

Cette carte Ethernet est une carte Ethernet classique permettant au PC d'accéder aux données du réseau LAN, à la seule différence qu'elle a été conçue pour supporter de fortes charges dues à d'éventuels pics d'appels provenant de clients IP. Elle gère donc des connexion en parallèle de façon plus optimale que toute autre carte Ethernet du marché destinée simplement à connecter un client au LAN.

➤ **La carte « téléphonie » : AG-WTI8**

Cette carte est la carte qui permet de faire la convergence voix/données. En effet, cette carte possède huit slots permettant de brancher une ligne téléphonique classique analogique. Elle permet donc à la *gateway* de posséder huit lignes pour accepter ou acheminer des appels du réseau téléphonique classique. Il est bien entendu possible d'étendre le nombre de cartes « téléphonie » en fonction des besoins en lignes.

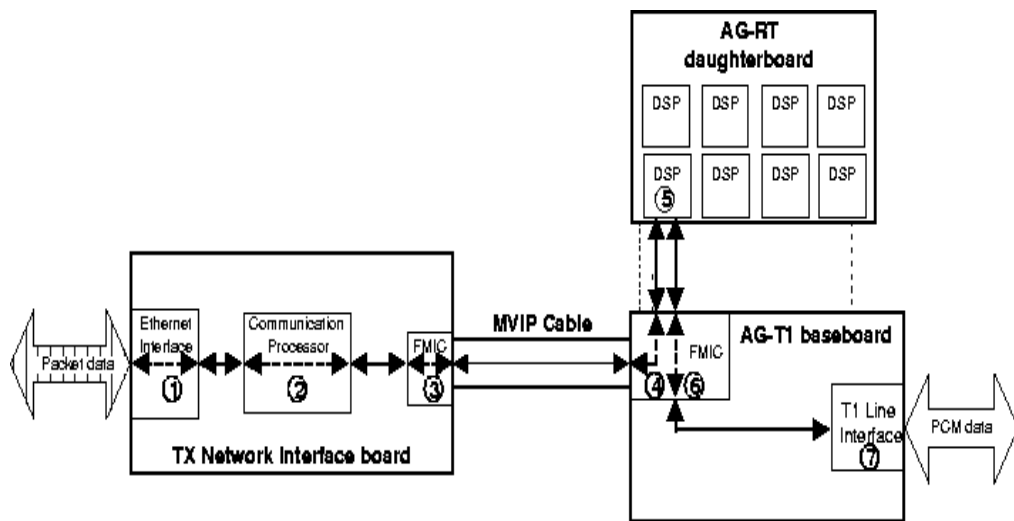
➤ **La carte « opérateur » : AG-T1**

Cette carte possède une prise T1. Elle ne sera guère utilisée pour cette fonctionnalité à Eurocontrol mais les opérateurs en tireront profit car ils possèdent des liaisons à très haut débit. C'est aussi sur cette carte que sont placés les différents DSP permettant l'encodage et le décodage de la voix. Ainsi, cette carte joue un rôle maître dans l'architecture de la *gateway*.

➤ **Le Bus MVIP (Multi-Vendor Integration Protocol)**

Il permet de relier les différentes cartes entre elle et a été spécialement conçu pour intégrer des applications de téléphonie dans le milieu informatique. Il est constitué des 16 stream de 32 slots pour permettre plusieurs communications de s'effectuer en même temps.

Le schéma fonctionnel de l'ensemble est le suivant :



On voit ici les 3 composantes de la *gateway* : la connexion vers le réseau téléphonique commuté via une AG-T1 à laquelle on peut rajouter une AG-WTI8 pour avoir une interface analogique, les DSP et l'interface avec le réseau IP. Sur ce schéma sont aussi représenté les flux de données transitant entre les cartes et vers l'extérieur.

Les cartes représentent la partie *gateway* et l'on se rend bien compte de son rôle : encodage et décodage de la voix au travers de DSP spécialisés et communications avec les 2 mondes, téléphonie classique (PSTN) et IP (Internet).

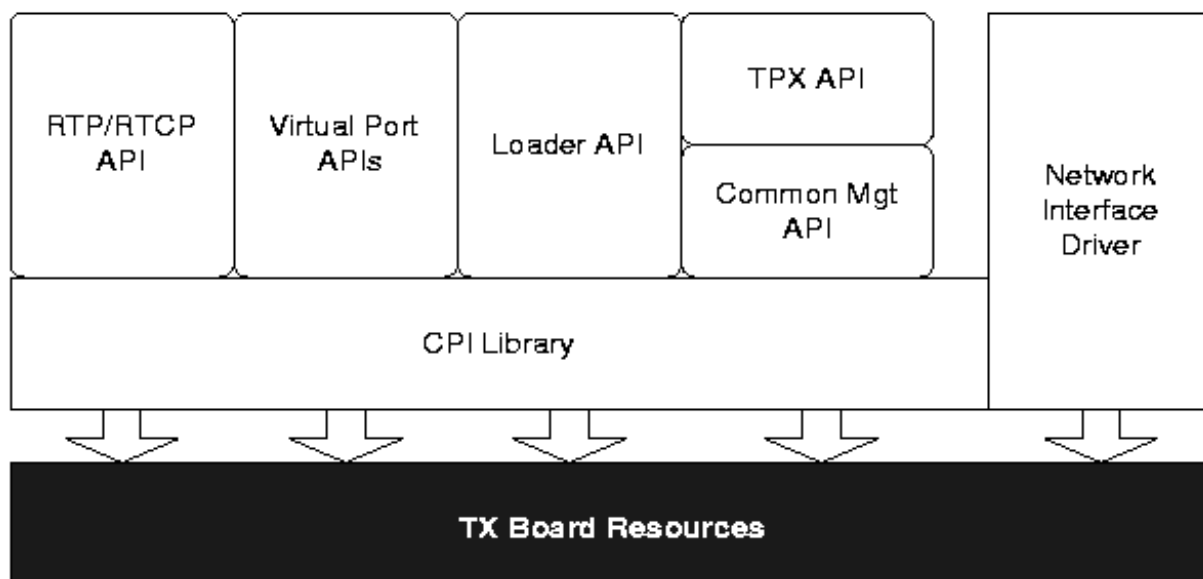
NMS fournit aussi un certain nombre d'API qui permettent de piloter les différentes Cartes.

Voici les différents types de Service offert par les API :

➤ **Les API TX Series :**

TX Series configure et control les processus qui tourne sur la carte TX 2000. Elles sont aussi divisées en plusieurs groupe selon leur fonctionnalités :

- **CPI Library (Communications Processor Interface)** est une interface de bas niveau qui permet de fermer et d'ouvrir différent channel, envoyer des paquets sur un channel ouvert.
- **Common Management API** permet le control la configuration et l'examen des taches lancées sur la TX
- **Loader API** permet des applications hotes de créer un environnement operationnel selon leurs besoins
- **TelePathX (TPX) API** configure et exécute le routage des paquets IP
- **Virtual Port Data Transfer/Configuration API** fournit un moyen les ressources de la carte TX pour des des channels de données spécifiques
- **RTP/RTCP API** crée les sessions RTP/RTCP, formate les paquets et gere la latence dans les paquets



➤ **Les API CT Access :**

CT Access fournit une interface de programmation standard pour exécuter des fonctions de téléphonie qui sont regroupées sous la notion de service. CT Access gère les handles et les paramètres et récupère les différents événements pour les différents services

- **Traffic service** qui correspond à toutes les fonctions qui peuvent être effectuées par les DSP à savoir le Codage/Decodage mais aussi la suppression de l'écho etc...
- **Adaptation service** fournit les fonctions pour CT Access au niveau de la carte c'est-à-dire la détection et la génération de tonalité, la détection de DTMF, placer un appel, répondre à un appel ...
- **Switching Service** permet de faire les switchings au niveau du bus MVIP pour bien connecter les cartes entre elles sur les bons streams.
- **Voice message service** permet de faire jouer des messages pré-enregistrés sur les DSP.

➤ **Les API du Stack H.323 :**

Elles gèrent toute la partie contrôle d'appel du côté IP (la négociation des codecs utilisés, des ports RTP/RTCP...).

Ces API sont, contrairement aux autres, indépendantes des cartes NMS et on peut donc remplacer ce stack par un autre ou bien utiliser une signalisation propriétaire ce que nous avons fait dans un premier temps.

Validation de la plateforme 3 pages

La première phase de ce stage a été de prendre en main les outils à notre disposition à savoir la plateforme NMS et ces APIs et d'examiner les aboutissements du stage précédent.

En effet, il nous fallait pouvoir valider de manière sûre la plateforme.

Pour cela on avait tres peu d'outil a notre disposition, seulement quelques programme de test qui nous ont permis de deceler quelques probleme dans l'initialisation laisse le stagiaire precedent :

✓ **La carte analogique WT18**

En effet, pour construire le prototype eurocontrol a choisi une carte analogique pour l'interface telephonique plutot qu'une ligne numerique qui n'aurait pas ete rentable pour un prototype.

Premiere chose a verifier c'est qu'elle etait capable de comprendre le protocole de signalisation utilise en France a savoir le Lps4, ce qui etait le cas.

Par contre, nous nous sommes rendu compte que nous ne pouvions pas change la loi de codage PCM sur la carte qui peut etre soit Mulaw (Etat Unis) et Alaw (Europe).Or notre carte suivait la loi Alaw et AudioLAN une loi Mulaw,il a donc fallut faire la transformation au niveau des DSP.

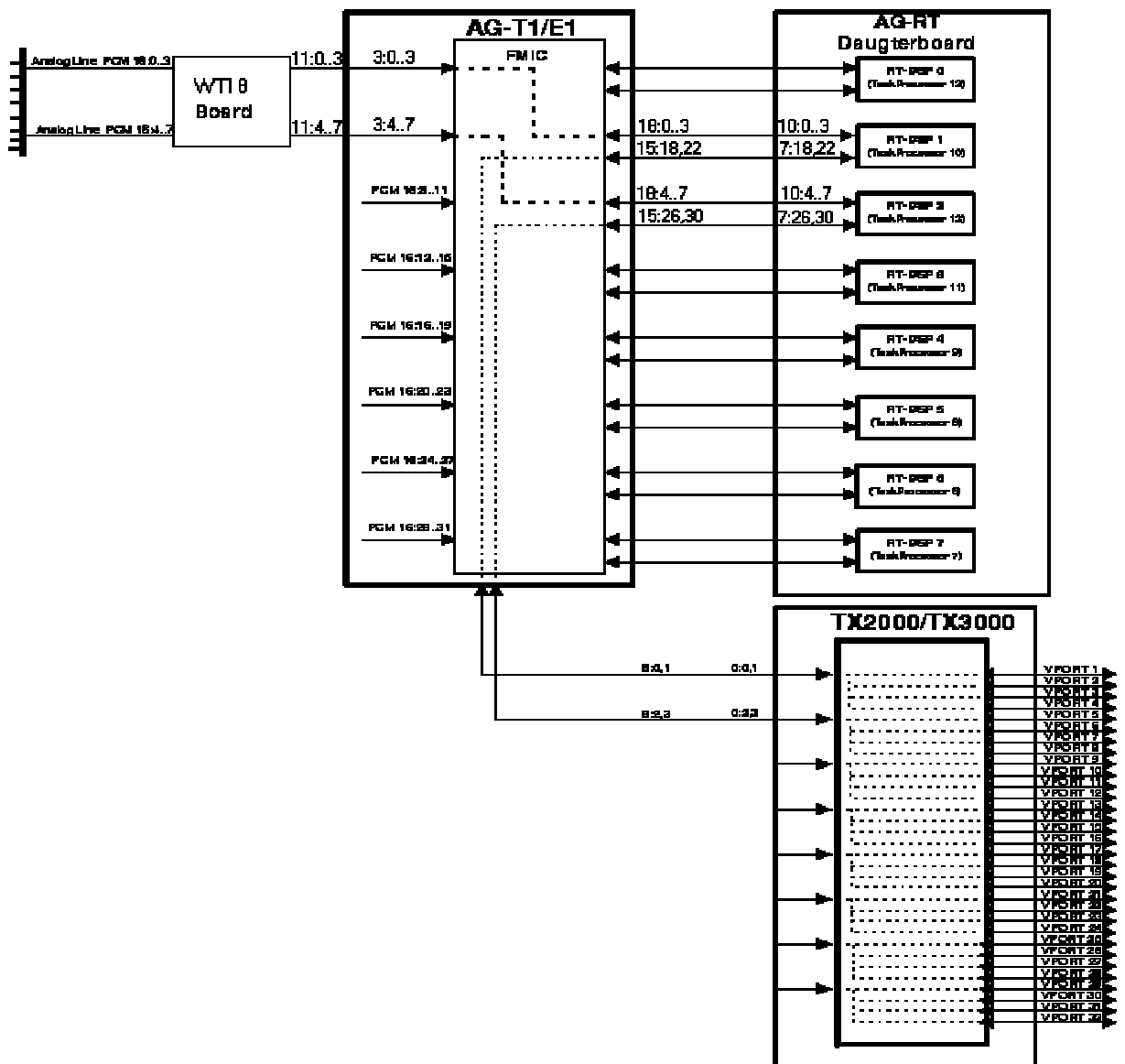
✓ **Le switching**

Toute les cartes sont reliee entre elles par un bus un peu special dedié a la telephonie : le Bus Mvip. En effet, on retrouve une notion empruntee au monde des telephonistes, le Switching.

Certains Streams sont reserve a des taches particulieres comme la connections au DSP ou l'entrée sortie de la voix et de la signalisation qui utilisent chacun un stream.

Il nous a donc fallu revoir le switching entre les differentes cartes et pour cela comprendre comment cela fonctionnait en lisant la documentation.

Nous avons finalement modifier une partie du switching entre la carte WT18 et la carte interface la AG-T1.voici le diagramme precis du Switching des cartes .



✓ **la signalisation telephonique**

Il fallait verifier que l'on reconnaissait bien les differents etats d'appel tout cela ce fait par detection des tonalites et c'est en testant les differentes Apis de CT Access que nous avons remarqué que la configuration initial ne detectait pas le signal racoché. En effet, le demon de supervision de la signalisation n'était pas lancé au demarrage de la passerelle.

✓ **Netmeeting**

Une evaluation avait ete effectuee par le stagiaire precedent en faisant communiquer un client Netmeeting et un telephone afin de valider l'installation des cartes. Le resultat semblait tres bon d'apres les dires de notre maitre de stage, mais nous avons appris plus tard que le test avait ete effectue que dans un sens (emission telephone-reception Netmeeting). Nous avons effectue un nouveau test en full duplex et le resultat etait assez catastrophique dans l'autre sens. Il nous fallait donc pouvoir valider la partie transport et les codecs par un autre moyen.

Validation des codecs et du transport

Il a été mis en évidence par le stagiaire de l'existence d'au moins un codec susceptible d'être identique du côté de la gateway et d'AudioLAN : le codec G711.

Il fallait maintenant passer de la théorie à la pratique et valider ainsi le codec et les protocoles de transport RTP/RTCP.

Pour cela nous avons utilisé un exemple de gateway sans signalisation qui se contente de faire les bons switchings et créer une session RTP qui écoute un port fixe 1700. De même du côté de AudioLAN on utilise une version de démonstration sans signalisation qui écoute sur le même port fixe.

Dans un premier temps, il a fallu modifier l'exemple de gateway pour qu'il puisse fonctionner avec notre configuration. (le programme était écrit pour tourner avec une AG8 et non une WT18 ce qui demandait quelques petits changements mineurs surtout au niveau du switching.)

Ensuite nous avons dû réinstaller Solaris sur la machine hôte de AudioLAN lorsque on s'est rendu compte que le comportement avec la gateway était différent sur une autre machine Sun.

Enfin on s'est rendu compte d'un problème au niveau de la taille d'un paquet RTP qui n'était pas la même des deux côtés. L'un envoyait un paquet pour 20ms de voix (AudioLAN) alors que l'autre envoyait pour 30 ms (la gateway).

On a donc effectué une modification sur AudioLAN pour que ses paquets RTP contiennent 30 ms.

Une fois tous ces problèmes résolus, nous avons réussi à établir la première connexion entre un téléphone et un poste audioLAN. La qualité était bonne en réception du côté téléphonique par contre du côté AudioLAN il restait encore du travail surtout au niveau de la latence.

On a donc validé les protocoles RTP/TCP et ainsi que le codec disponible des deux côtés.

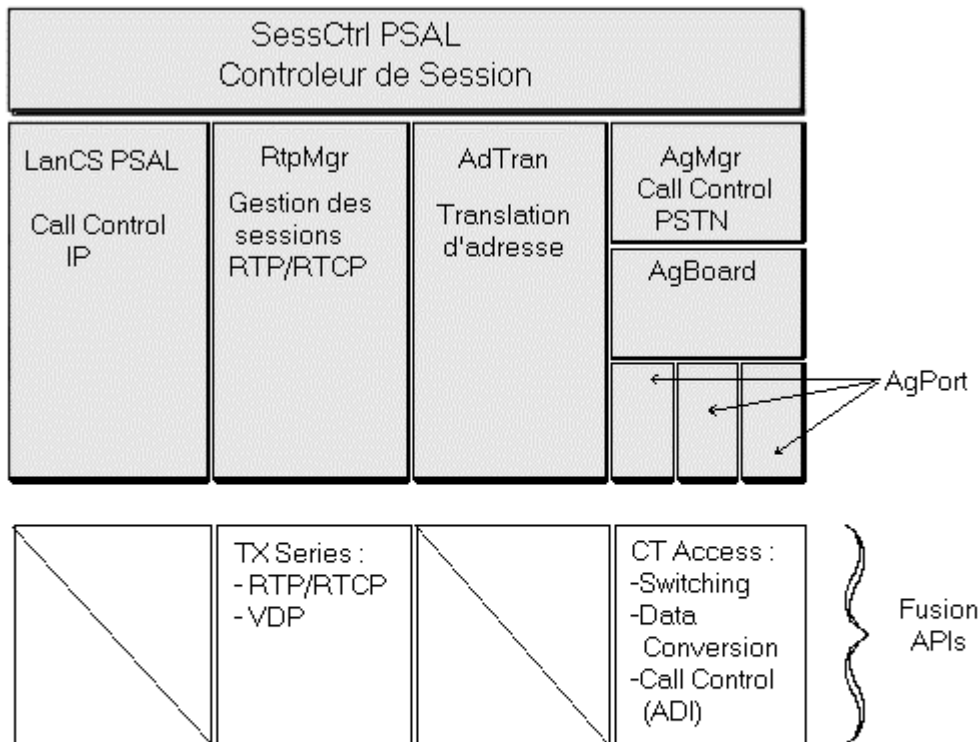
La validation du codec, du transport et de la plateforme a duré environ un mois et demi.

À partir de ce moment, on était en mesure de pouvoir concevoir un prototype qui permettrait à AudioLAN de dialoguer avec le téléphone.

Mise en place de la signalisation propriétaire et Architecture de l'application

Signalisation AudioLan

Architecture de la gateway



Architecture de la Gateway

L'architecture est composée de plusieurs objets qui dialoguent entre eux par l'intermédiaire de d'un contrôleur de session.

On distingue 5 modules importants :

- SessCtrl PSAL, le contrôleur de session pour la signalisation propriétaire.
- LanCS PSAL, le module responsable du Call Control du côté IP pour la signalisation propriétaire.
- RtpMgr, le module responsable de la gestion des sessions RTP/RTCP.
- AdTran, le module responsable de la Translation d'adresse entre IP et PSTN.
- AgMgr, le module responsable du call control du côté PSTN.

Chaque objet est construit de manière similaire :

- il a son propre thread qui est chargé d'exécuter les méthodes de communication avec les autres objets
- des pointeurs sur les objets avec lesquels il peut communiquer
- des méthodes de communication et les méthodes correspondantes exécutées par le thread
- des méthodes et des attributs internes

On passe dans cet état lorsqu'on a ouvert les sessions RTP/RTCP

- CallDisconnected :

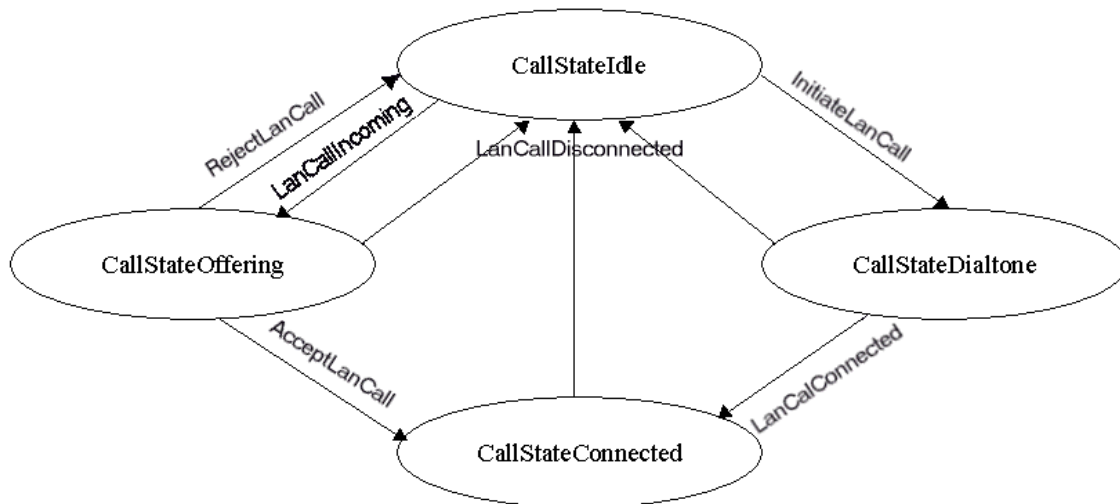
On passe dans cet état lorsqu'on a reçu une demande de deconnexion venant du LAN (on doit attendre un signal de deconnexion venant du WAN avant de passer dans l'état Idle)

La difference de traitement suivant si on a une ligne analogique ou numerique vient du fait qu'en analogique on ne peut pas transmettre d'information comme le numero de la position AudioLAN dans la signalisation (ce qui est possible en numerique).

Pour resoudre ce probleme nous creons abord la connexion entre la gateway et le telephone afin de pouvoir transmettre le numero de position Audiolan par frequences vocales.

Cela differe du traitement avec une ligne numerique car on attend d'établir la connexion gateway-LAN avant d'établir la connexion gateway-WAN.

ii. LanCS PSAL



iii. RtpMgr

Ce module ne presente pas de grande difficulté. Il ouvre ou ferme une session RTP/RTCP lorsque le controleur de session lance la requete *RTPConnectReq* ou *RTPDisconnectReq*.

Il a en charge aussi de configurer les Ports virtuels

Il utilise les Apis de TX Series.

Attention : Ce module doit etre compilé avec l'option */Zp1* sous Visual C++ car certaines Api NMS necessitent des structures de donnees compactée en parametres.

C'est le cas de *TxRtpCreateReq*. (A Garder ? ? ? ? ? ? ?)

iv. AdTran

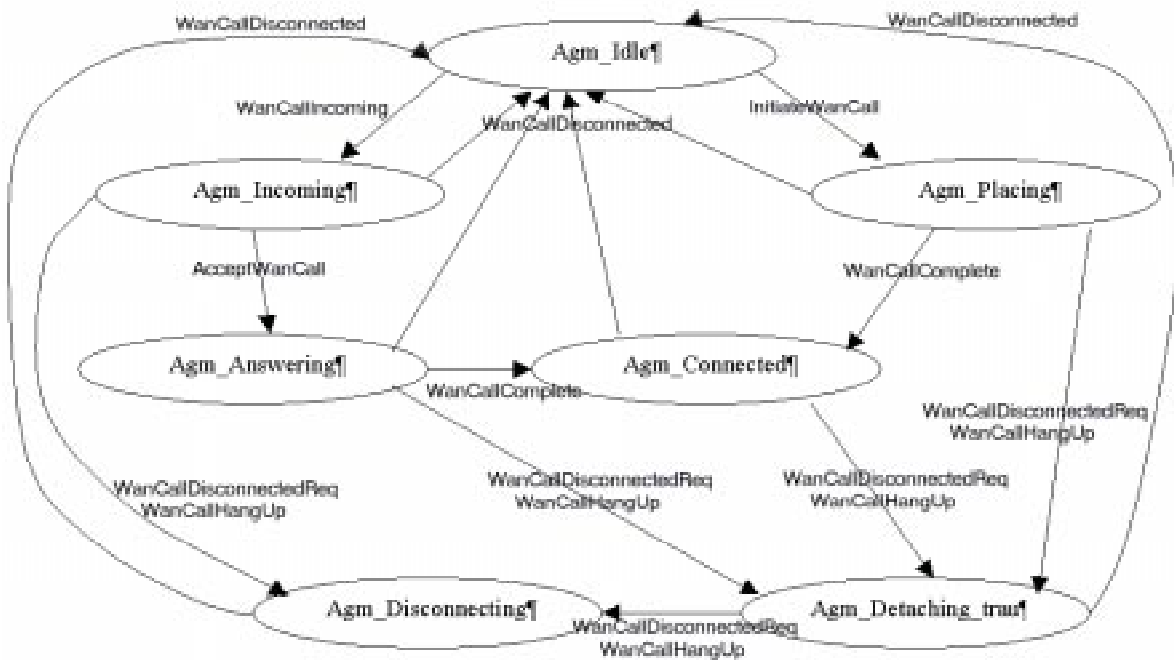
v. AgMgr

C'est le module le plus complexe. En effet pour chaque carte interface on a un objet *AgBoard* qui gere autant d'objets *AgPort* qu'il y a de ports telephoniques sur la carte.

Ce sont essentiellement ces objets qui vont utiliser les services Adi et Trau de CT Access. AgBoard va lui utiliser le service de Switching de CT Access afin de connecter les DSP la carte TX et la carte interface sur les bons streams pour qu'ils puissent communiquer.

Le tout est géré par un objet AgMgr qui sert d'interface entre les cartes et le controleur de Session SessCtrl.

Voici le diagramme d'état d' AgMgr



AgMgr connaît 7 états :

-Agm_Idle :

L'état où AgMgr ne fait rien.

-Agm_Incoming :

On passe dans cet état lorsqu'on reçoit l'indication d'un appel du côté téléphonique.

-Agm_Answering :

On passe dans cet état lorsqu'on répond à cet appel

-Agm_Placing :

On passe dans cet état lorsqu'on tente de placer un appel sur le réseau téléphonique

-Agm_Connected :

On passe dans cet état lorsque la connexion gateway-WAN est établie

-Agm_Detaching-trau :

On passe dans cet état lorsqu'on a reçu une demande de déconnexion et lorsque les sessions RTP/RTCP sont ouvertes

-Agm_Disconnected :

On passe dans cet état lorsqu'on a reçu une demande de déconnexion et lorsque les sessions RTP/RTCP ne sont pas ouvertes

AgMgr dialogue avec le contrôleur de session, il peut l'informer :

- de la deconnexion d'un appel du coté téléphonique
- de l'arrivée d'un appel du coté téléphonique
- que l'appel a correctement été acheminé du cote telephonique

AgMgr ne peut pas communiquer directement avec AgPort, il doit passer par AgBoard qui transmet la demande à AgPort.

AgMgr peut demander à Agboard :

- d'initier un appel sur la ligne telephonique
- d'accepter un appel venant du telephone
- de liberer un appel telephonique
- d'activer la detection des silence (VAD)
- d'activer l'echo control

Etude de l'implementation du protocole H323 5 pages

Conclusion

Bibliographie