



Consoles numériques compactes

PART I : Architecture

Les consoles numériques compactes sont partout, on les trouve dans les théâtres, les home-studios, les salles de conférence, en régie d'appoint pour faire des prémixs ou un réseau de talks etc...

Elles sont bon marché, occupent peu de place tout en présentant malgré tout un certain nombre de ressources, de traitements et d'options.



PART I : Architecture

La logique des consoles numériques compactes est toujours la même :

- l'accès aux réglages et traitements se fait au moyen d'un bouton « select » directement sur le channel concerné. Dans la plupart des cas, les boutons et rotatifs d'accès rapide présents sur la surface sont alors dédiés au channel ainsi sélectionné
- pour gagner de la place, le bac de faders n'affiche sous nos yeux qu'une partie des channels existants, regroupés par « bank » d'entrées ou de sorties, (parfois custom permettant de choisir les channels que l'on veut). Les faders sont alors agencés sous forme de sous-couches nommées « Layers »
- un écran, de plus en plus souvent tactile, affiche les informations dont on a besoin
- une série d'encodeurs rotatifs permet de modifier les réglages et changent de rôle en fonction du traitement affiché
- une section permet de mémoriser les réglages sous forme de « Snapshots » ou de « Scènes » parfois regroupées dans un « Show »

Patch et routing

La grosse différence entre une console numérique et une console analogique est qu'il faut faire la distinction entre l'entrée (ou sortie) physique de la machine et le channel correspondant.

Ainsi, une source câblée en entrée n°14 de la console ne sera pas nécessairement attribuée au channel 14 de la console.

De même, pour les sorties, ce n'est pas parce qu'il existe le circuit auxiliaire 1 qu'il sera obligatoirement accessible depuis la sortie n°1 de la console.

Nous allons bien souvent trouver des termes génériques d'Input et d'Output (Yamaha utilise le terme d' « omni » pour signifier qu'il ne s'agit pas d'une sortie physique attitrée de façon ferme et définitive) sans pour autant que cela corresponde aux numéros des channels.

Par exemple, nous verrons qu'il sera possible d'insérer un traitement analogique sur un channel d'une console numérique, ce qui nous imposera de passer par une sortie physique puis une entrée physique, celles-ci pouvant n'avoir aucun rapport entre elles (out omni 7 et input 12)

PART I : Architecture

Ceci implique une notion de **Patch**, qu'il ne faudra pas confondre avec le **Routing**.

Le Patch concerne le rapport qui existe entre un channel et son entrée physique (s'il s'agit d'un channel d'entrée) ou sa sortie physique (s'il s'agit d'un channel de sortie)

Le Routing concerne le chemin que prend le signal au travers des différentes directions qui lui sont offertes au sein de la console.



Attention, certains fabricants utilisent le terme de Routing pour patcher les sources. Il s'agit juste d'un choix lexical malheureux. A nous de ne pas confondre les deux logiques dans notre tête.

Input A / Input B



C'est de plus en plus rare mais il existe encore des modèles qui disposent d'entrées Micro et d'entrées Ligne différentes (comme la 01V96 de chez Yamaha ou la Qu24 de chez Allen and Heath).

La plupart du temps nous trouverons une seule et unique entrée au format XLR suivie d'une électronique de préampli disposant d'une course plus large et d'un relais de commutation, pour brancher indifféremment des sources de niveau Micro ou de niveau Ligne.

Attention, ne pas confondre avec la notion suivante : les consoles haut de gamme ont parfois 2 inputs par channel (A et B), non pas pour pouvoir avoir deux signaux simultanément par channel, mais pour pouvoir passer de l'un à l'autre tout en gardant les mêmes réglages dans le cas d'un micro de secours par exemple

PART I : Architecture

=> Nous branchons dans les entrées Micro tout ce qui est micro et les boîtiers de direct

=> Nous branchons tout le reste dans les entrées Ligne (CD, carte son analogique, effets externes etc...)

Pour les micros HF, le récepteur propose dans ses menus que le signal sorte en niveau Ligne ou en niveau Micro, au choix de l'utilisateur.

NB : Le boîtier de direct (Di Box) :

Le boîtier de direct a deux rôles

- Symétriser le signal (voir câblage)
- Adapter un niveau ligne aux entrées Micro de la console ou du stage box (voir réseaux)



Config ou Setup

Certaines consoles numériques (et plus on monte en gamme, plus c'est vrai) proposent de personnaliser son dispositif.

Il y aura l'étape Hardware qui consiste à rajouter des cartes d'extension d'un format ou bien d'un autre pour disposer d'entrées ou de sorties supplémentaires. On pourra ainsi faire parfois dialoguer entre elles des machines qui n'utilisent pas le même protocole audio numérique comme par exemple une carte AES dans une console Dante ou une carte Dante dans une console MADI etc...

Il y aura aussi l'étape qui permettra de décider si on passe des channels de mono à stéréo, de se mettre en accès rapide tel ou tel paramètre en fonction de ce que l'on souhaite afficher ou manipuler de façon immédiate, de choisir quelle machine fournit l'horloge numérique si deux machines numériques venaient à devoir dialoguer entre elles etc...

PART I : Architecture

La plupart des consoles compactes proposent une config de base c'est-à-dire avec un certain nombre de channels d'entrée mono, channels d'entrée stéréo, de channels de sortie mono, stéréo etc...

NB : Certaines sont une miniature de consoles plus conséquentes et utilisent le même soft dans lequel il faut construire toute sa console.

Architecture des channels :

Les channels d'entrée possèdent :

- un étage de préamplification avec 48V et inversion de phase
- une partie traitement qui sont les filtres, EQ, compresseur et Noise Gate
- un insert (voire plusieurs)

On peut les router aux sorties suivantes :

- une sortie directe
- des sorties Auxiliaires
- des sorties Group
- une sortie Master stéréo et parfois une seconde sortie Master Mono voire une sortie Surround pour les plus sophistiquées

On patche l'entrée d'un channel d'entrée

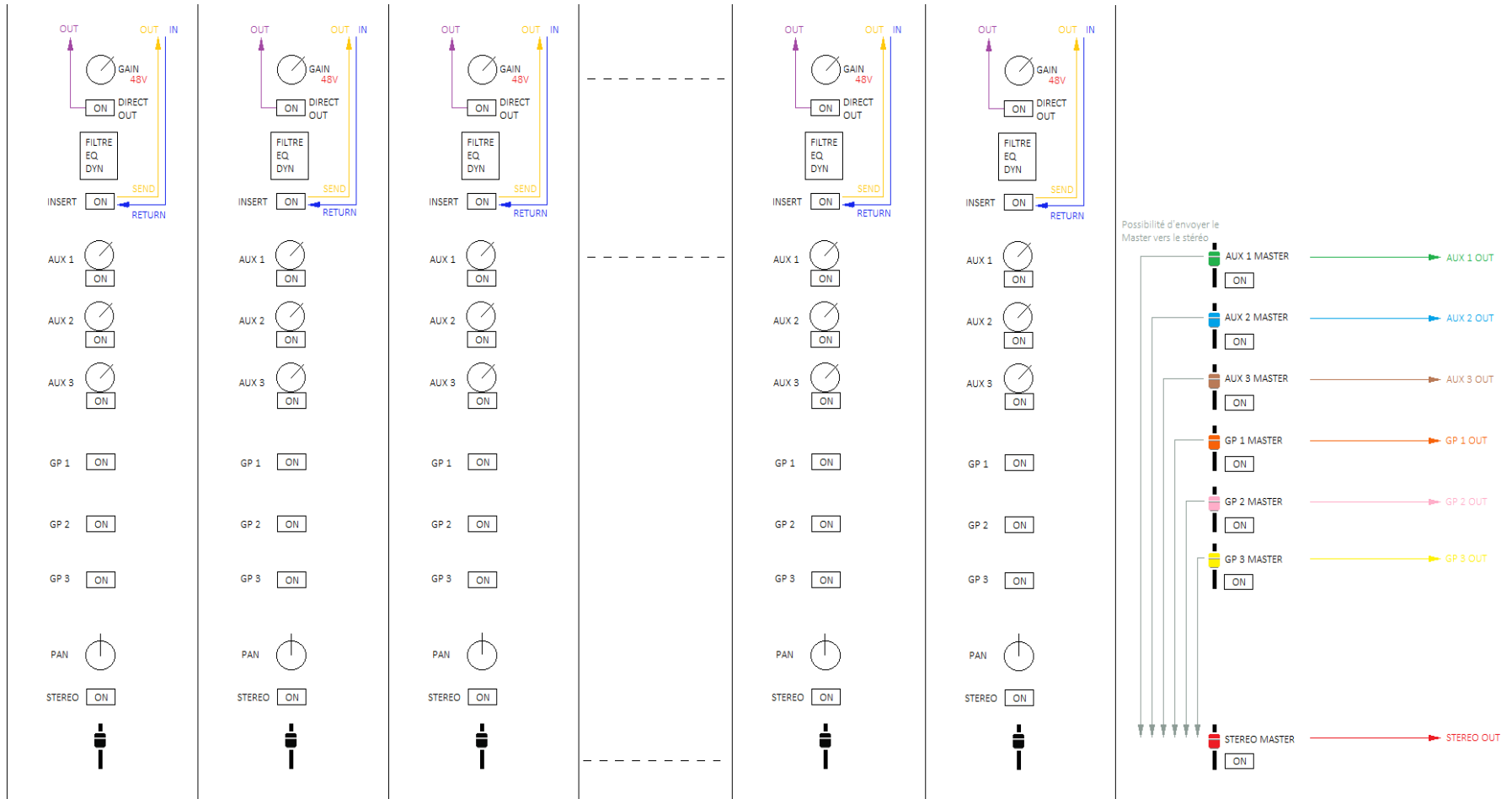
Les channels de sortie possèdent :

- un compresseur mais pas de Noise Gate
- une EQ
- un insert (voire plusieurs)

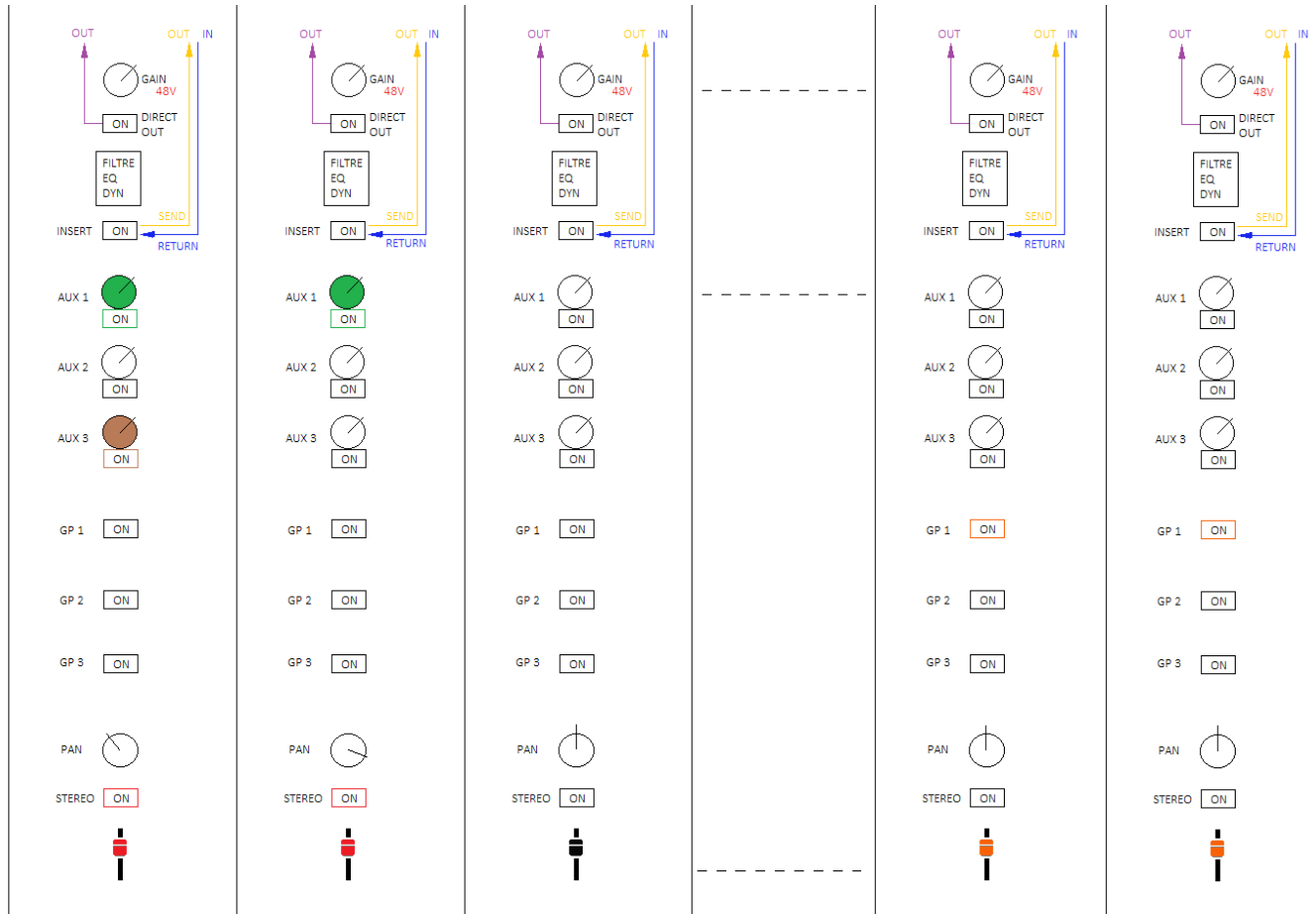
On peut les router vers le Master stéréo et les matrices (voire plus loin) ou les patcher vers une sortie physique

On patche la sortie d'un channel de sortie

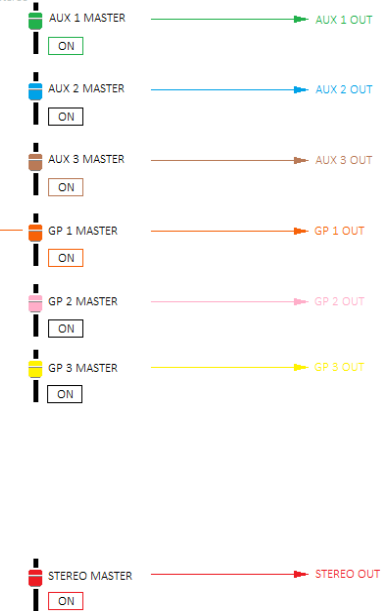
PART II : Routing



PART II : Routing



Possibilité d'envoyer le Master vers le stéréo



Le premier channel est envoyé dans le main stereo directement depuis son fader de sortie, légèrement à gauche, dans l'auxiliaire 1 et dans l'auxiliaire 3
 Le second channel est envoyé dans le main stereo directement depuis son fader de sortie, assez nettement à droite, et dans l'auxiliaire 1
 Les deux derniers channels sont regroupés dans le circuit GP 1 qui lui même est envoyé dans le main stereo

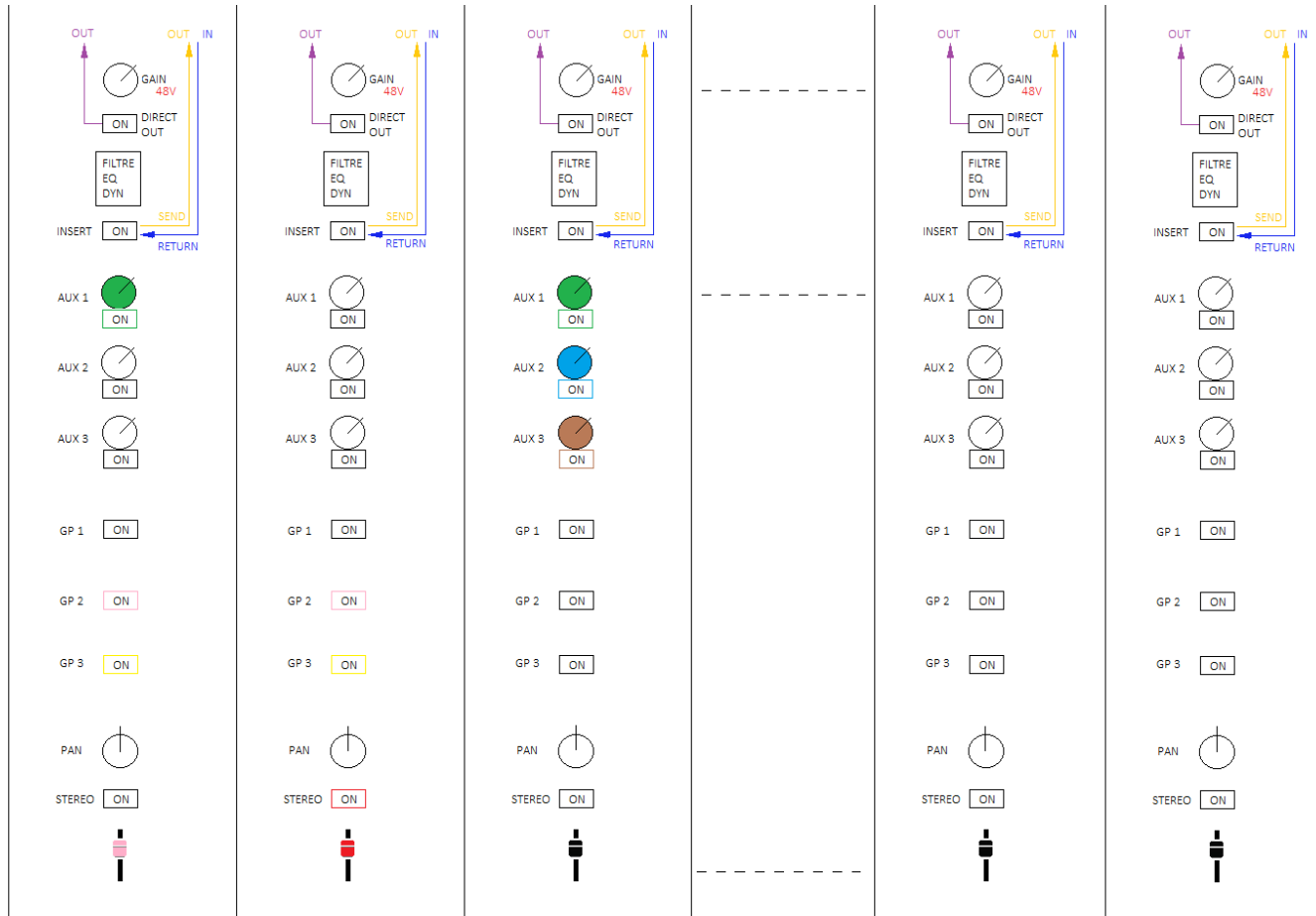
Dans les sorties physiques nous avons

Deux sons mélangés dans l'Aux 1 OUT

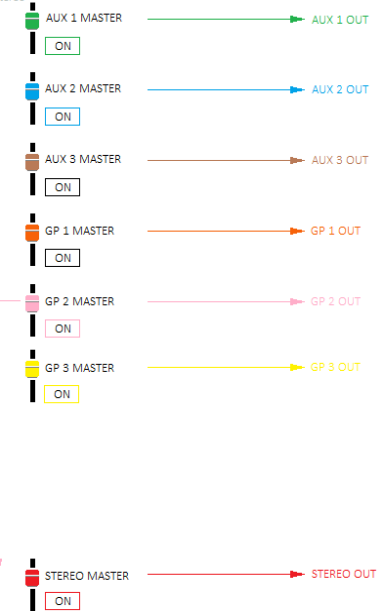
Un seul son dans l'Aux 3 OUT

4 sons dans le Main STEREO OUT dont un légèrement à gauche, un autre nettement à droite et deux au centre

PART II : Routing



Possibilité d'envoyer le Master vers le stéréo



Les deux premiers channels sont envoyés dans le group 2 lui même envoyé dans le circuit Main STEREO. Ils sont également envoyés dans le group 3 qui lui n'est pas envoyé dans le Main STEREO. Par contre le channel 2 est également envoyé dans le Main STEREO ce qui fait que ce signal se retrouve 2 fois dans le même sommateur avec un léger décalage entre les 2 envois => phasing audible Enfin, le channel 3 est envoyé dans les 3 circuits auxiliaires mais n'est envoyé ni dans un group ni dans le circuit Main STEREO

Dans les sorties physiques nous avons :

Deux sons dans le Group 2

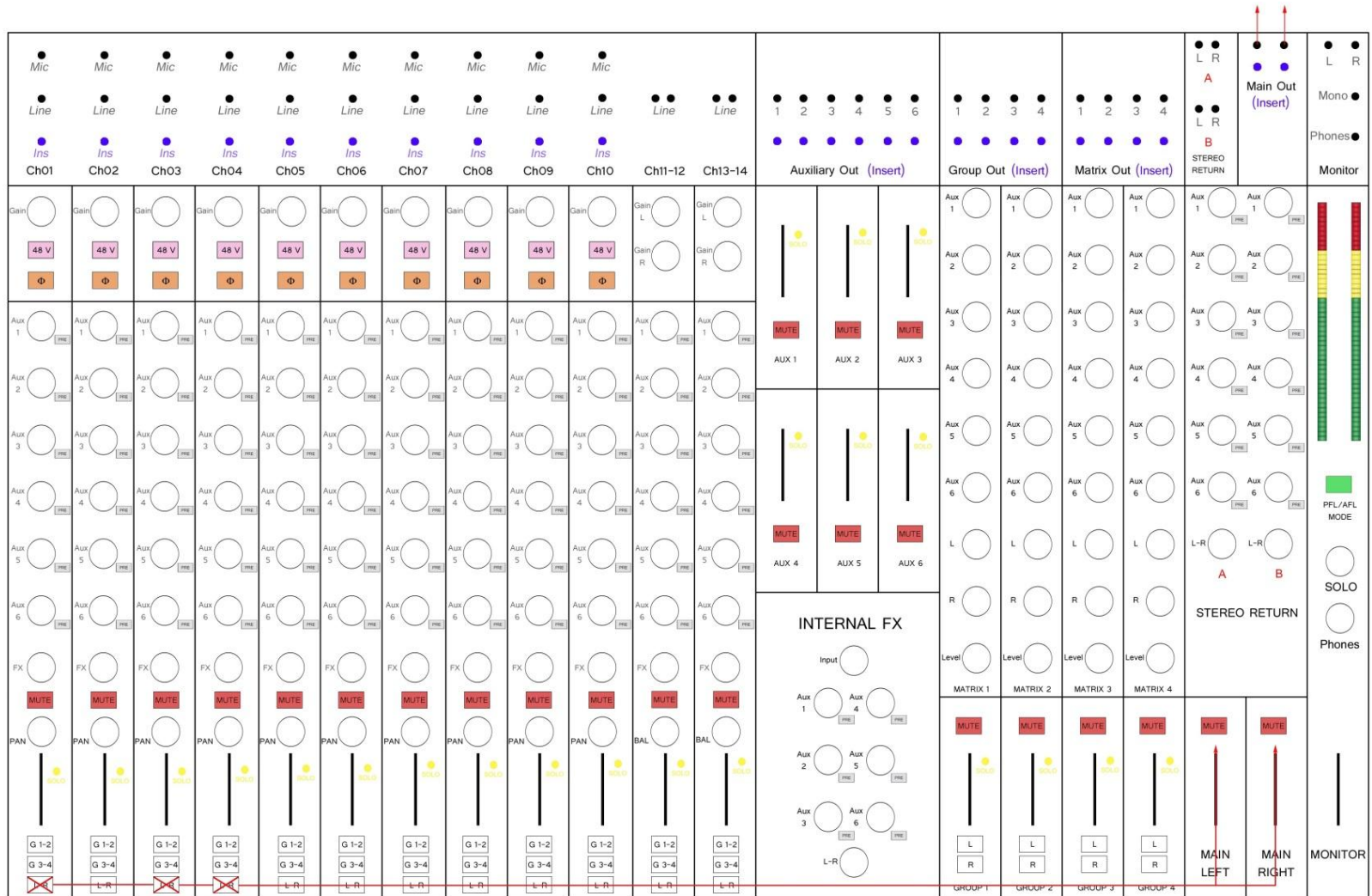
Deux sons dans le Group 3

Trois sons dans le Main STEREO dont deux fois le même avec décalage

Un son dans l'Aux 1, un son dans l'Aux 2 mais pas dans l'Aux 3 qui n'est pas ON

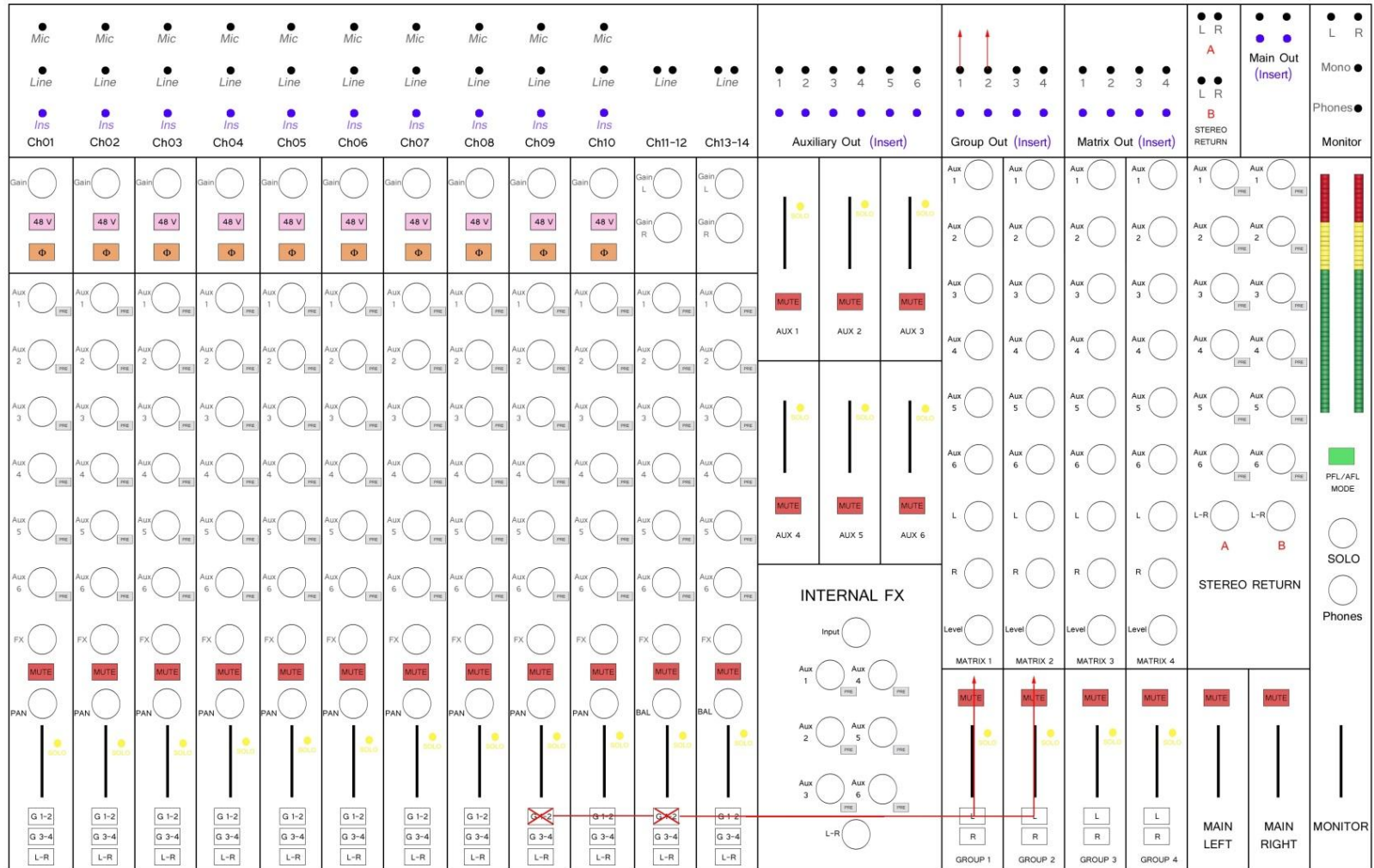
PART II : Routing

Envoi des channels 1, 3 et 4 vers le Master



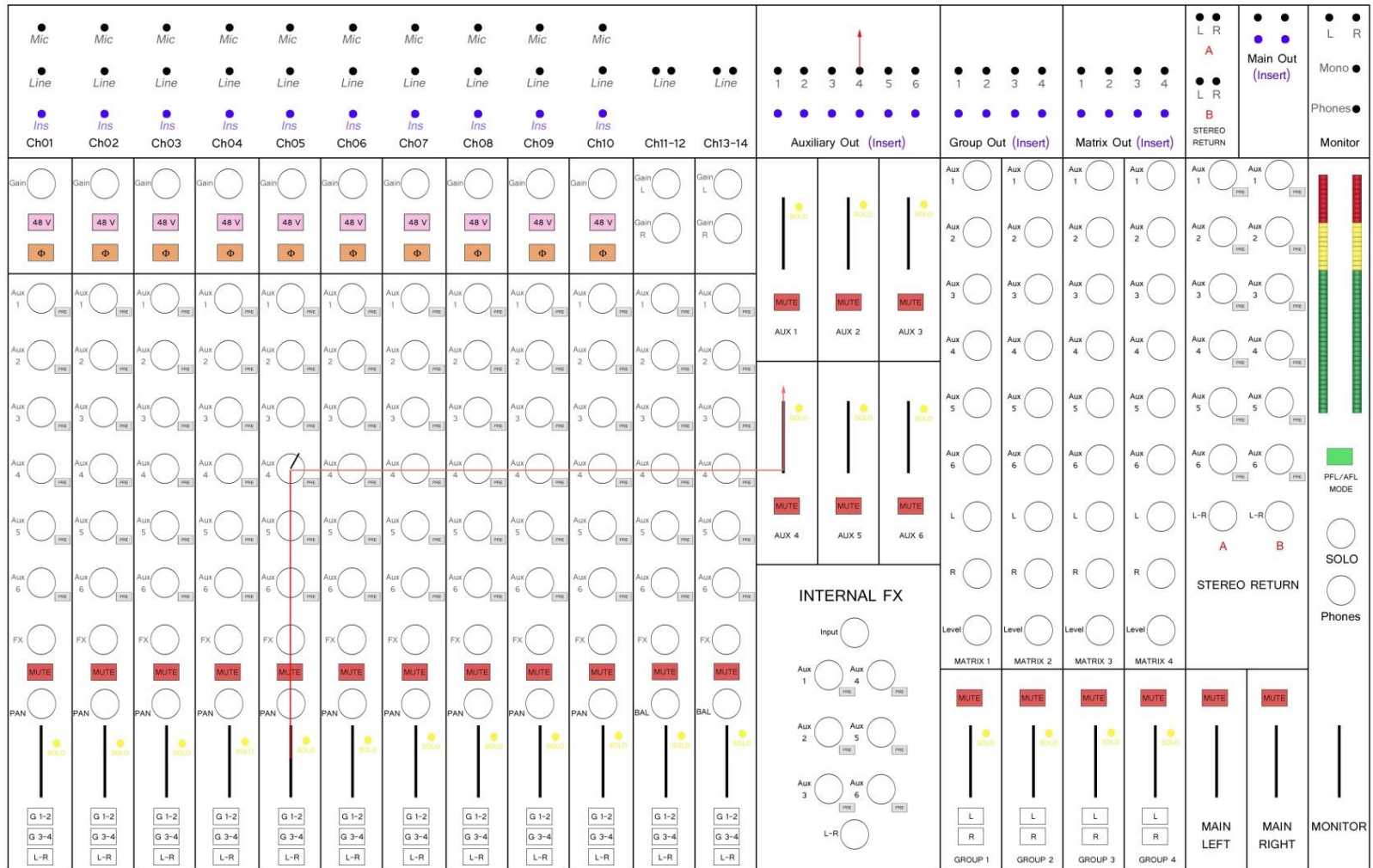
PART II : Routing

Envoi des channels 9 et 11-12 vers le Group 1-2



PART II : Routing

Envoi du channel 5 vers l'Aux 4 post fader



PART II : Routing

Notion de Matrice :

La matrice est un channel qui permet de mélanger des channels de sortie entre eux.

Quelques exemples pour comprendre son utilité :

1/ Je fais un mixage classique avec toutes mes sources envoyées basiquement vers la sortie Main Stéréo. J'ai d'un seul coup une demande d'un des protagonistes qui voudrait récupérer pour lui ce qui est diffusé dans la stéréo mais en s'entendant, lui, plus fort que les autres.

Il faut que son micro à lui soit surdosé par rapport au reste sans que cela ne perturbe ce que je compte diffuser dans la stéréo.

Soit je crée un circuit auxiliaire qui reprend tous les éléments au niveau du Main Stéréo avec le sien plus fort (ce qui est possible si je n'ai pas 80 sources et 25 snapshots), soit j'utilise un circuit auxiliaire uniquement pour son micro.

Je me retrouve donc avec mon Main Stéréo + un circuit auxiliaire.

Je peux mélanger ces 2 channels de sortie sur un seul et unique circuit stéréo via une matrice stéréo

2/ Je fais un mixage classique avec toutes mes sources envoyées basiquement vers la sortie Main Stéréo. Je me rends compte qu'il faudrait rajouter une paire d'enceintes pour le premier rang qui est hors champ du système de diffusion et une seconde paire d'enceintes sur une passerelle pour arroser le haut du gradin amovible que le système de diffusion peine à atteindre.

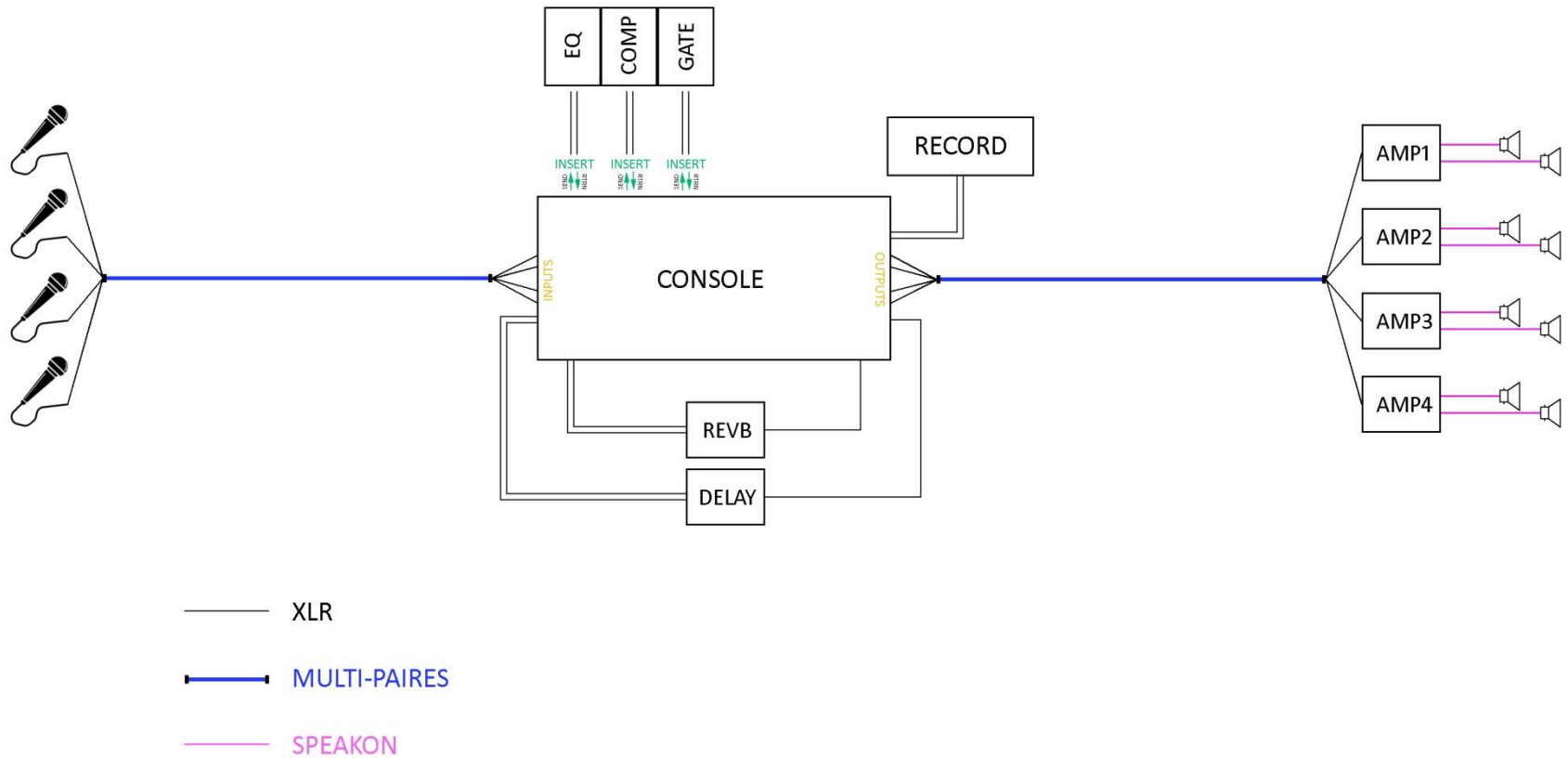
Je route mon Main Stéréo vers 3 matrices stéréo et je patche ma première matrice stéréo dans le système de diffusion principal, ma seconde matrice stéréo dans les enceintes du premier rang et ma troisième matrice stéréo dans les enceintes de la passerelle.

J'ai donc le même signal Main Stéréo 3 fois mais sur chaque Master de matrice je dispose d'un niveau, d'un insert si je veux faire un traitement différent sur chaque paire d'enceintes, d'un delay pour caler les temps de propagation entre eux.

Je peux également intervenir rapidement si jamais un JRI me demande une sortie mono de ma console pour la caméra pour son reportage du JT de 20h en routant le Left et le Right de ma sortie Main Stéréo vers une matrice Mono

PART II : Routing

CHAÎNE AUDIO AVEC CONSOLE



Le cœur de la chaîne audio est la console qui centralise les différentes sources, donne accès aux traitements de nature dynamique (en insert) ou temporelle (départ spécifique vers l'effet qui rentre de nouveau en entrée de la console) avant l'envoi vers les amplis des haut-parleurs ou un enregistrement.

PART II : Routing

Résumé :

Plusieurs chemins s'offrent à nous pour sortir un signal

DIRECT OUT : sortie unique de la tranche, pour sortir le signal au niveau ligne, **seul**, avec ou sans traitement (EQ, insert etc...)

MAIN OUT ou MASTER : sortie principale de la console, stéréo voire LCR, voire multicanaux, c'est un circuit de mélange (de mixage) qui récupère les niveaux de sortie des différents channels post fader, l'envoi Main est affectable sur chaque channel

GROUP OUT : sortie similaire au Master pour regrouper des sources entre elles afin de leur appliquer un traitement commun par exemple, c'est un circuit de mélange (de mixage) qui récupère les niveaux de sortie des différents channels post fader, l'envoi group est affectable sur chaque channel, le master du group est affectable au Master

AUX OUT : sortie auxiliaire qui permet d'envoyer le signal vers une autre sortie que le Master ou que le Group avec un **niveau différent** de celui du fader. En effet, le départ auxiliaire est doté d'un potentiomètre de niveau supplémentaire. De plus, contrairement au Master ou au Group, l'auxiliaire peut être soit post fader soit pré fader. Les sorties auxiliaires sont des circuits de mélange (de mixage), le master de l'auxiliaire est souvent affectable au Master.

MATRIX OUT : les matrices sont des circuits qui permettent de mélanger des sorties entre-elles (par exemple le Master avec un auxiliaire)

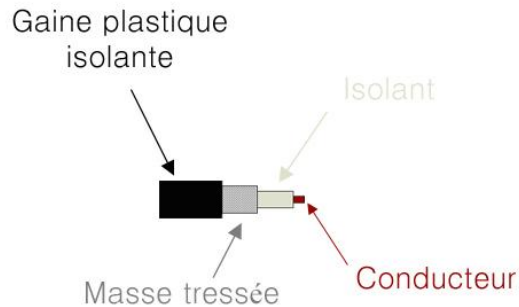
Remarque : Sur certaines consoles numériques, les matrices sont aussi accessibles aux entrées ce qui confère aux matrices le même rôle que des circuits auxiliaires post fader mais ce n'est pas leur rôle originel. De même, toujours dans le domaine numérique, on pourra trouver des groups pré fader.

PART III : CÂBLAGE

CÂBLAGE

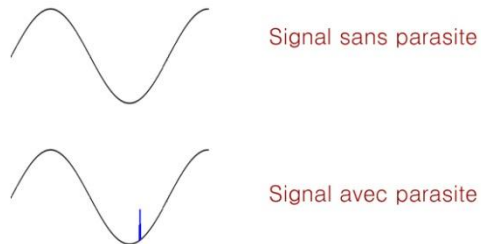
Selon la nature du signal, son niveau, la qualité de gamme des équipements, il existe une palette de câbles et autres connectiques. Pour transporter un signal, il faut à minima un conducteur et une masse (qui fait référence).

Le câble le plus basique est donc le câble dit **asymétrique** constitué de ces deux éléments



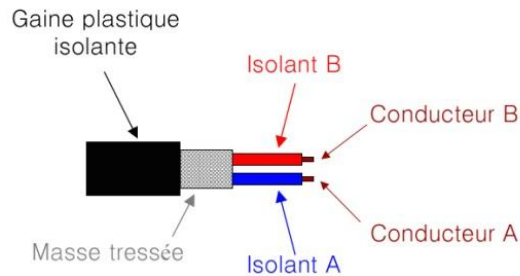
Bien souvent , la masse est tressée, autour du conducteur, pour faire cage de faraday pour protéger des champs magnétiques

Le problème est que si un parasite se présente lors du parcours, il n'y a rien que l'on puisse faire pour l'empêcher d'arriver à destination.



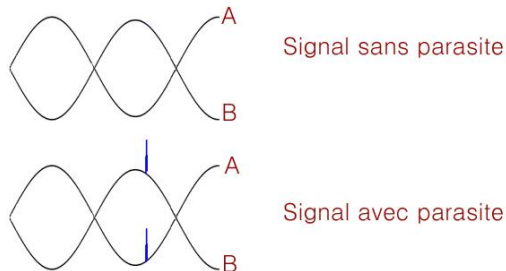
PART III : CÂBLAGE

L'idée alors est de faire passer le signal, non pas sur un seul conducteur mais sur deux conducteurs distincts dont l'un serait l'opposé de l'autre, le négatif de l'autre (les fronts montants du signal du conducteur A deviennent les fronts descendants du conducteurs B et ainsi de suite, le signal est donc recopié mais hors phase). Il s'agit d'un câble **symétrique**



On note point chaud le signal en phase (A) et point froid le signal hors phase (B)

Cette fois, en cas de rencontre d'un parasite, il se passe l'opération suivante



$$\frac{(\text{signal A} + \text{parasite}) - (\text{signal B} + \text{parasite})}{2} = \text{signal}$$

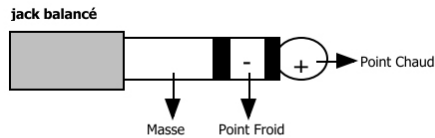
Le parasite disparaît

PART III : CÂBLAGE

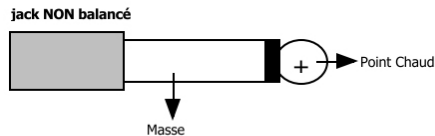
Ceci impose que le dispositif qui accueille le signal soit un dispositif symétrique (ou balanced en anglais) pour qu'il fasse l'opération de différence et de division par 2.

Remarque : la plupart des consoles acceptent les signaux balanced et unbalanced (symétrique et asymétrique). Si tel n'est pas le cas, on peut toujours brancher un signal avec un câble asymétrique sur une entrée symétrique mais on perd 6dBu à cause de la division par 2

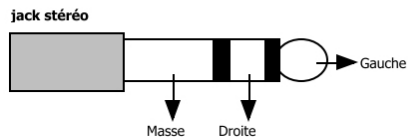
Attention, certains câbles utilisent deux conducteurs mais ne sont pas symétriques, car ils transportent deux signaux distincts (comme le jack stéréo d'un casque par exemple).



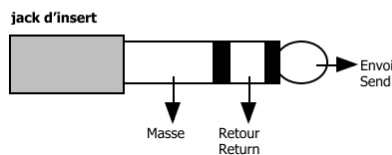
Jack symétrique



Jack asymétrique



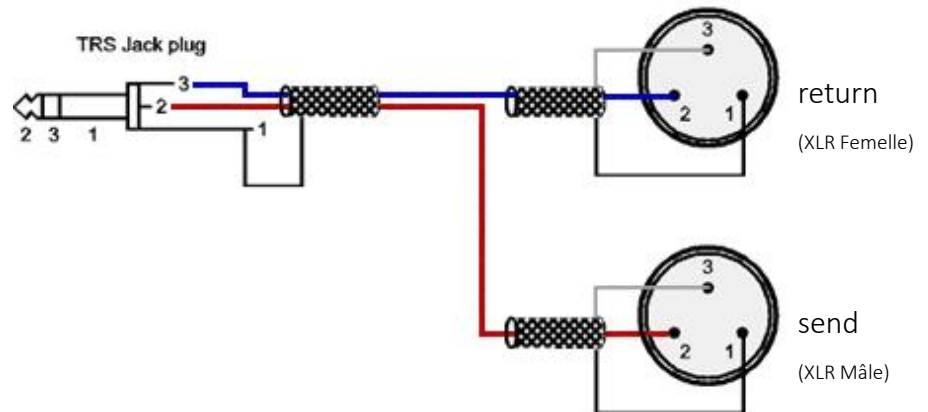
Jack stéréo



Jack d'insert

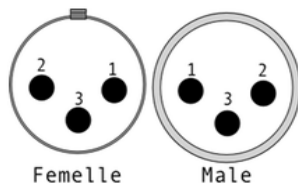
PART III : CÂBLAGE

Cas particulier du câble d'insert : Un insert est un accès dans la tranche de la console pour faire un traitement individuel sur un signal. Il s'agit donc d'un aller (vers le traitement) puis d'un retour (signal traité) sans changer de tranche (ou de channel en anglais). Sur les consoles haut de gamme, il y a une connectique pour l'envoi (Send) et une autre connectique pour le retour (Return). Sur les consoles moyenne gamme, l'insert est réalisé sur une seule connectique jack stéréo qui impose d'utiliser un câble d'insert spécial permettant de faire à la fois l'envoi et le retour



Ce cas est particulier car il n'utilise que des connectiques à priori symétriques mais tout est câblé en asymétrique dedans

Convention sur les câbles micro en XLR



La masse est en 1
Le point chaud est en 2
Le point froid est en 3

En audio, le sens des câbles XLR est le suivant : le mâle fournit le signal et la femelle reçoit le signal

PART III : CÂBLAGE

Multi-paires analogiques

Les multi-paires analogiques ont pour rôle d'éviter le fil à fil lorsqu'il y a beaucoup de signaux à transporter.

On nomme « paire » un seul canal de transport car les multi-paires sont symétriques et possèdent donc une paire de conducteurs par signal.

Certains multi-paires proposent une quantité déterminée de connectiques dans un sens et dans l'autre, d'autres au contraire laissent l'utilisateur choisir, ce dernier doit alors se munir des « éclatés » ou « épanouis » Mâle ou Femelle correspondants.



Multi-paires Klotz 24 Mâles et 8 Femelles



Harting
20 paires
+ éclaté
Mâle 20
paires



PART III : CÂBLAGE

Les standards de multi-paires les plus utilisés en audio analogique sont Harting (page précédente) et Socapex ci-dessous



Câbles Haut-parleur (HP) / Speakon

Les câbles cités jusqu'alors sont adaptés aux courants faibles. Leur section ne dépasse pas $0,22 \text{ mm}^2$. Ce sont ces câbles qui serviront du micro jusqu'à la sortie console et l'entrée des amplis. Par contre, en sortie d'ampli, le courant est fort.

Il faut donc des câbles capables de supporter un tel signal.

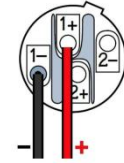
Le standard en matière de sonorisation pour un câble HP est un câble de 6 mm^2 avec une connectique Speakon.

Il existe 3 sortes de speakon : NL2 / NL4 / NL8

PART III : CÂBLAGE

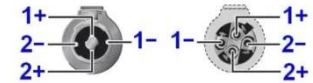
Speakon NL2

Pour alimenter un seul haut-parleur ou des enceintes passives, il ne comporte que deux câbles 1+ et 1-



Speakon NL4

Pour alimenter deux haut-parleurs ou des enceintes actives 2 voies, il comporte 4 câbles 1+ 1- / 2+ 2-



Speakon NL8

Pour alimenter quatre haut-parleurs ou des enceintes actives 3 ou 4 voies, il comporte 8 câbles 1+ 1- / 2+ 2- / 3+ 3- / 4+ 4-



Attention : les connectiques NL2 et NL4 sont identiques (les NL8 sont plus grosses). Bien faire attention à ne pas se tromper

PART III : CÂBLAGE

Câblage secteur

A part les 16A classiques et autres triplètes, on trouve les connectiques P17 en monophasé, triphasé et tétrapolaire



P17 monophasé
(Terre / Phase/ Neutre)



P17 Triphasé
(Terre / P1 / P2 / P3)



P17 Tétrapolaire
(Terre / Neutre / P1 / P2 / P3)

SUB D25

Le sub D25 est une connectique issue de l'informatique. Elle permet de véhiculer 8 canaux analogiques ou 16 canaux numériques en symétrique

SUB D25
Analog
8 x XLR F



SUB D25
AES
4 x XLR M
4 x XLR F



PART IV : Audio numérique

NUMERISATION

La numérisation du signal consiste à rendre lisible un signal audio électrique par un ordinateur. Or celui-ci ne lit que des bits, c'est-à-dire des 0 et des 1.

Pour que cela soit possible, il faut déjà réaliser qu'à un instant t , le signal qui sort d'une console de mixage, quand bien même il y aurait 98 sources mélangées entre elles, ce n'est qu'un **niveau électrique**. C'est le comportement dans le temps de ce signal qui donne à la membrane du haut-parleur le mouvement créant une onde sonore d'une fréquence ou d'une autre.

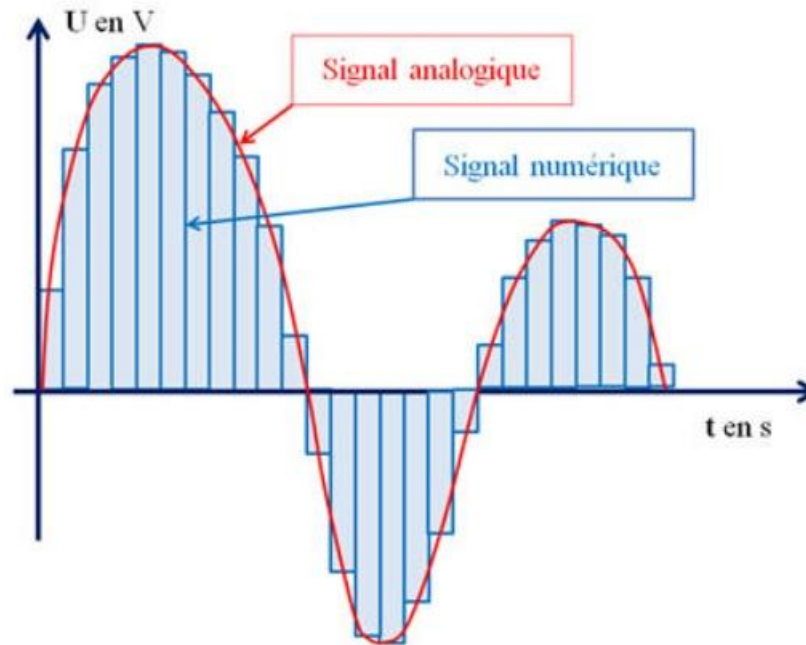
Dans ce cas, nous allons dans un premier temps définir une échelle de niveau (nommée **échelle de quantification**) qui dispose de pas, de degrés de niveau, déterminés par une résolution en nombre de bits. Ainsi une résolution de 4 bits permettrait de découper l'échelle de niveau sur 16 pas différents.

Niveau	Écriture binaire	Niveau	Écriture binaire
1	0000	9	1000
2	0001	10	1001
3	0010	11	1010
4	0011	12	1011
5	0100	13	1100
6	0101	14	1101
7	0110	15	1110
8	0111	16	1111

Voici les différents niveaux possibles sur une échelle de 4 bits

PART IV : Audio numérique

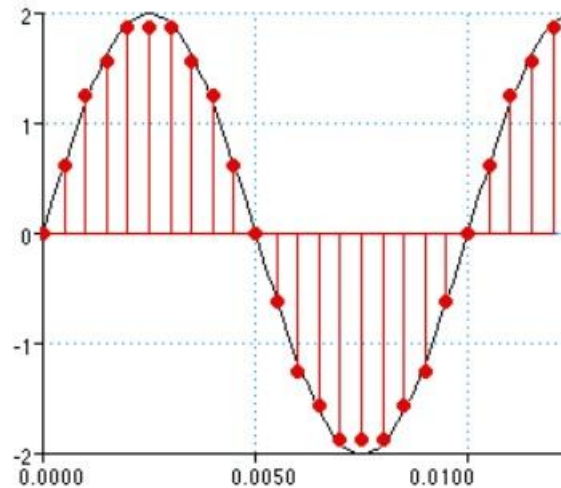
Evidemment, 16 niveaux possibles c'est très insuffisant. Le minimum requis en audio est une résolution de 16 bits ce qui correspond à 65 536 pas d'échelle.



Plus on augmente la résolution, plus on est précis sur la découpe de niveaux. Les consoles professionnelles travaillent maintenant en 24 bits ce qui correspond à une échelle de niveaux de 16 777 216 pas.

PART IV : Audio numérique

Dans un second temps, nous allons définir la manière de découper le temps. Pour cela, nous allons découper la seconde en un certain nombre de tranches régulières afin de capter le niveau du signal électrique à chacun de ces instants, créant ainsi une liste d'échantillons. Ce découpage temporel est la **fréquence d'échantillonnage**.



Plus la fréquence d'échantillonnage est élevée et plus la découpe permet d'être proche du signal électrique d'origine. Les consoles professionnelles travaillent en 96 kHz soit 96 000 découpes à la seconde. Le standard du CD est de 44,1 kHz, le standard de la vidéo est de 48 kHz.

Bien évidemment, plus on choisit des fréquences d'échantillonnage et des résolutions d'échelle de niveau élevées et plus on sollicite le processeur de l'ordinateur et les disques durs qui doivent inscrire tous les bits qui correspondent à 1 seconde d'un signal.

PART IV : Audio numérique

PROBLEMES DÛS A LA NUMERISATION

Que se passe t-il si l'échantillon, malgré une haute résolution tombe entre deux pas de l'échelle de niveau ?

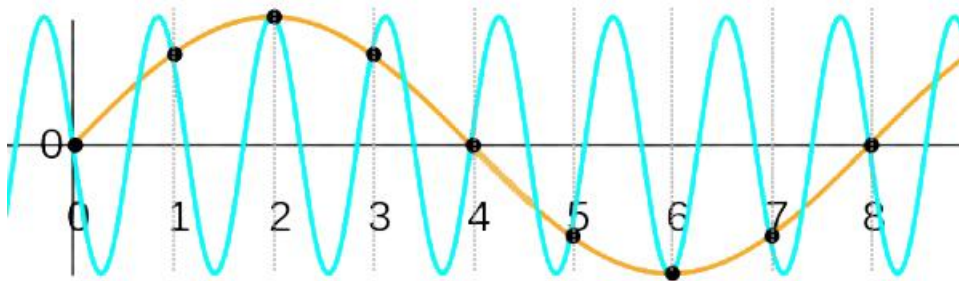
Que se passe t-il si le signal électrique d'origine voit une modification de niveau trop rapide par rapport à la cadence déterminée par la fréquence d'échantillonnage ?

Notion de Dithering

Lorsque l'échantillon tombe entre deux pas de l'échelle, si on ne fait rien il y a une erreur de quantification nommé (en théorie du signal) **bruit de quantification** (rien à voir avec un bruit au sens audio mais la notion est similaire). En gros, on peut se retrouver avec parfois la prise en compte du niveau inférieur, parfois le niveau supérieur, voire pas de prise en compte du tout.

Il existe un traitement nommé dithering qui a pour rôle de rectifier les erreurs de quantification. Il consiste à rajouter à chaque échantillon un signal supplémentaire non linéaire et proportionnel au signal d'entrée pour combler le pas d'échelle. Il y a donc une erreur potentielle uniquement sur le dernier bit considéré comme le moins significatif (Less Significant Bit). Bien entendu, ce procédé rajoute du temps de traitement donc de la latence.

Notion d'Aliasing (ou recouvrement de spectre)



Lorsque la fréquence d'échantillonnage est trop lente par rapport au signal à numériser, le résultat obtenu par la découpe (courbe jaune) est très différent de la réalité (courbe bleue) . On parle de recouvrement de spectre.

PART IV : Audio numérique

Il n'y a pas d' autre solution au phénomène d'aliasing que l'interdiction de numériser un signal dont la fréquence serait trop rapide par rapport à la fréquence d'échantillonnage.

En numérisation, pour ne pas subir la loi de l'aliasing, on doit respecter le critère de Shannon-Nyquist qui dit que

$$F_{\text{max du signal à numériser}} < \frac{F_{\text{échantillonnage}}}{2}$$

On filtre donc en analogique le signal avant de le découper. Des méthodes de sur-échantillonnage permettent d'optimiser ce critère sans toutefois permettre de s'en soustraire

LATENCE

Ce procédé de numérisation n'est pas instantané, quoi qu'il advienne, aussi puissants puissent être nos processeurs, il y aura toujours un temps nécessaire pour effectuer cette découpe quantifiée ce qui génèrera automatiquement une latence.

Ainsi, en audio, si on commence à travailler en numérique, on va essayer de limiter les conversions DA (Digital Analog) AD (Analog Digital) afin de ne pas cumuler les défauts et de ne pas générer trop de latence.

Les consoles numériques ont, dans un premier temps, rendu peu opportun les traitements analogiques, notamment dynamiques qui se câblent en insert, car le résultat arrivait en retard. Les processeurs actuels, plus puissants, intègrent maintenant des délais de compensation, recalant toutes les sources sur le temps de celle qui est la plus en retard.

Ceci est possible bien entendu lorsque le son n'a pas à être calé de manière chirurgicale à un autre média. Dans d'autres cas, on privilégiera les traitements numériques internes pour ne pas générer de latence supplémentaire.

PART IV : Audio numérique

SYNCHRO

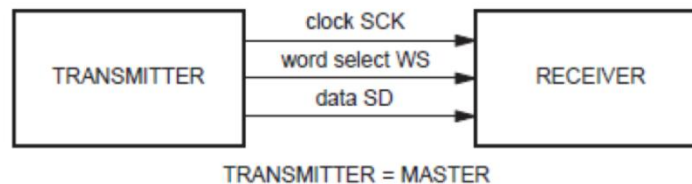
Qui parle de découpe dans le temps parle d'horloge. En effet, qui dicte à quel moment se trouve la capture du premier échantillon, puis du deuxième etc... ? En clair, qui décide de ce qu'est une seconde ?

Toute machine numérique, quelle qu'elle soit, est capable de répondre à cette question car elle possède sa propre horloge.

Si elle est seule, pas de problème, elle travaillera en interne, avec son horloge. Dès qu'il y a deux machines numériques qui dialoguent, alors automatiquement, il faudra qu'une des deux décide de la notion de temps car il est impossible qu'elles aient exactement rigoureusement la même découpe temporelle. Il est donc nécessaire d'introduire la notion de synchro.

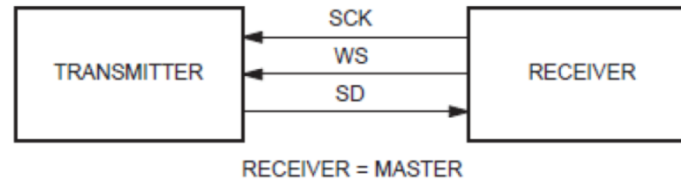
Tout signal audio numérique, à minima stéréo, est composé de trois informations : le contenu des échantillons (serial data), l'information du channel de ce contenu (word select) à minima gauche ou droite voire TDM (Time Division Multiplexing) pour les multipistes, et enfin, la synchro (Serial Clock)

Cette dernière information peut provenir du transmetteur

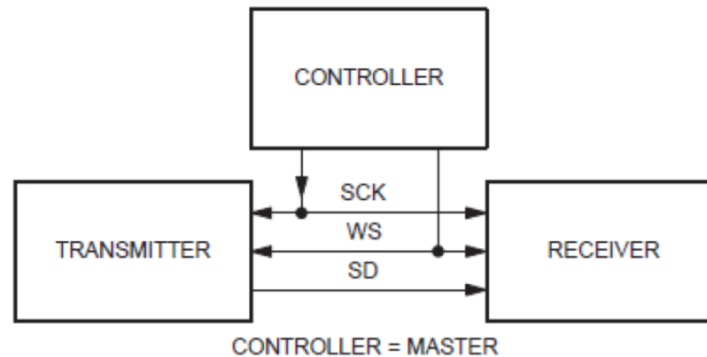


PART IV : Audio numérique

Elle peut également provenir du receiver



Ou encore d'une tierce machine qui détermine l'horloge pour tout le monde



L'audio numérique permet donc la transmission de flux synchrones ou asynchrones sur des liaisons synchrones

PART V : L'audio sous IP avec le Dante

L'ADRESSAGE IP

Il y a plusieurs façons de transmettre une information à une machine informatique, notamment :

- par son adresse MAC (Media Access Control) qui est une adresse machine unique délivrée par l'IEEE un peu comme la carte vitale d'un individu. Elle compte 6 nombre de 8 bits exprimés en hexadécimal.
- par une adresse IP (Internet Protocol) configurable qui pourrait s'apparenter à l'adresse postale de l'individu

Donner un courrier à quelqu'un grâce à sa carte vitale est la certitude d'une transmission en main propre mais difficile de localiser la personne, alors que distribuer un courrier dans une boîte postale est bien plus simple mais plusieurs individus peuvent avoir accès à cette boîte.

C'est le principe de l'adresse IP.

Une adresse IP v4 compte 4 octets , une adresse IP v6 en compte 6. En audio, on ne travaille qu'en IP v4.

Une adresse IP n'a de sens qu'associée au masque de sous-réseau qui détermine les restrictions d'accès aux autres machines.

On pourrait faire l'analogie de l'adresse postale avec

Octet 1 renseigne la ville

Octet 2 renseigne la rue

Octet 3 renseigne le bâtiment

Octet 4 renseigne l'appartement

Ainsi, une adresse IP 172.31.34.87 avec masque de sous réseau 255.255.0.0 n'autorise les connections qu'entre machines de la même rue (en 172.31.xx.xx)

Une adresse IP 192.168.2.5 avec masque de sous-réseau 255.255.255.0 n'autorise les connections qu'entre machines du même bâtiment (en 192.168.2.xx)

PART V : L'audio sous IP avec le Dante

DHCP

Le DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) est un mode d'adressage automatique. L'adresse IP sera fournie par une machine DHCP server ON.

Une borne Wifi est par défaut DHCP server ON ce qui permet à toutes les machines configurées en adressage automatique de se trouver une adresse IP à partir de la borne.

ZERO CONF

Le mode zero conf (zéro configuration) est le mode d'adressage que les machines adoptent lorsqu'elles sont en mode automatique et qu'aucune autre n'est DHCP server ON.

L'adresse zero conf est 169.254.xx.xx avec un masque de sous-réseau en 255.255.0.0

IP STATIQUE

Rien n'oblige à travailler en DHCP, on peut très bien définir ses adresses manuellement. Toutefois, il faut savoir qu'une immense majorité des adresses est destinée au commerce des sites marchands. Ces adresses sont dites publiques et la plupart du temps ne fonctionnent pas sur nos machines audio (n'oublions pas qu'elles utilisent les chips and configs des machines de telecom standard). Certaines adresses considérées privées fonctionnent dont le zero conf, le 192.168.xx.xx, le 172.31.xx.xx, le 10.0.xx.xx etc...

Travailler en IP statique est donc possible mais mieux vaut bien connaître l'univers des possibles.

Toutefois, il n'est pas exclu de travailler en IP statique avec des adresses de zero conf en nommant 169.254.1.xx toutes les machines dans la salle 1 et 169.254.2.xx toutes celles de la salle 2 etc... si jamais une machine de l'extérieur venait à être insérée dans le réseau, même en zéro conf, elle pourrait s'immiscer sans difficulté et sans planter le réseau.

PASSERELLE NAT (Network Address Translation)

La passerelle NAT est un outil de télécommunication qui permet de faire le lien entre les adresses publiques et les adresses privées. Ainsi, on pourrait faire dialoguer notre réseau privé virtuel vers le monde extérieur grâce à cette passerelle

PART V : L'audio sous IP avec le Dante

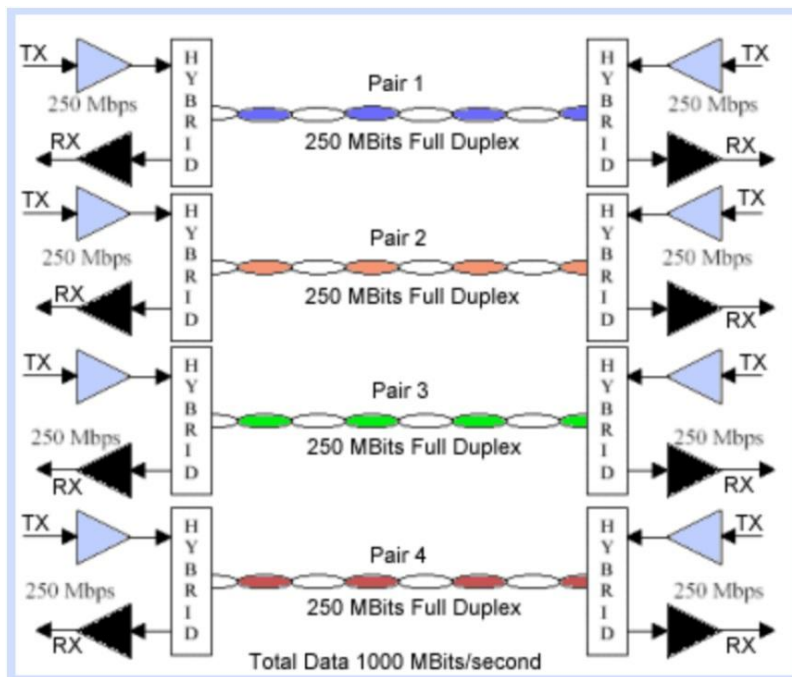
INTRODUCTION

Créé par Audinate®, le **Dante** est un réseau audio sous IP. Il est donc de niveau 3 si on se réfère au modèle OSI (le niveau 2 se situant au niveau de l'adresse MAC).

Il autorise 512 canaux en bidirectionnel à 48 kHz sur des câbles RJ45 de cat 5e jusqu'à 100m maximum.

Les liaisons sont en 1 Gigabits / s et nécessitent donc l'utilisation de switchs Gigabits ou plus, pas de Wifi possible.

En Gigabits, les 8 fils du câble RJ45 sont utilisés.



Chaque transmitter TX est relié à un receiver RX

Chaque paire gère 250 Mbits soit ¼ du flux

Les interfaces physiques sont hybrides c'est-à-dire qu'elles peuvent être soit transmettre soit recevoir ce qui permet des liaisons full duplex (dans les deux sens)

PART V : L'audio sous IP avec le Dante

Le côté bidirectionnel de ce réseau a pour conséquence immédiate que chaque machine va proposer un certain nombre de canaux audio dans un sens et dans l'autre.

Ainsi, il va y avoir des canaux audio à destination du réseau et d'autres qui vont récupérer des informations audio en provenance du réseau.

Les termes exacts sont **Transmitters** et **Receivers** alors que bien souvent, on trouvera sur les machines les notions d'input et d'output ce qui peut prêter à confusion. Les machines disposent donc d'un certain nombre de canaux transmitters et un certain nombre de canaux receivers.

- La console CL1 de chez Yamaha propose 64 transmitters et possède 64 receivers alors que la QL1, toujours chez Yamaha n'en proposera que 32 et 32.
- La carte optionnelle Dante sur une console M32 de chez Midas propose 32 transmitters et possède 32 receivers
- L'ampli de puissance Nexo NX AMP possède 4 receivers mais ne propose aucun transmitter (son rôle est d'amplifier des enceintes, pas de faire du traitement audio destiné à d'autres receivers Dante)
- Le processeur de diffusion Lake LM26 propose 8 transmitters et ne possède que 4 receivers etc...

La connexion entre un transmitter et un receiver se nomme un **abonnement** ou une **souscription**

Exemple :

Pour envoyer un micro dans une enceinte Nexo en passant par une QL1 Yamaha en Dante, il faut faire les étapes suivantes :

- a/ Patcher le micro sur un channel de la QL1, le préamplifier en l'alimentant le cas échéant puis le router vers une sortie
- b/ Patcher cette sortie vers un des 32 transmitters Dante de la console
- c/ Abonner ce transmitter à un des 4 receivers du Nexo NX AMP
- d/ Patcher ce receiver Nexo au canal d'ampli où est branchée l'enceinte

Au final , il n'y aura en tout et pour tout entre la console et l'ampli qu'un câble RJ45 cat5e.

PART V : L'audio sous IP avec le Dante

REDONDANCE

Le Dante est configurable en mode Daisy Chain ou redondant. Les cartes réseau Dante possèdent deux ports RJ45, le Primary et le Secondary. La plupart des cartes propose 64 canaux en bidirectionnel mais il en existe qui offrent le double, certaines en offrent moins.

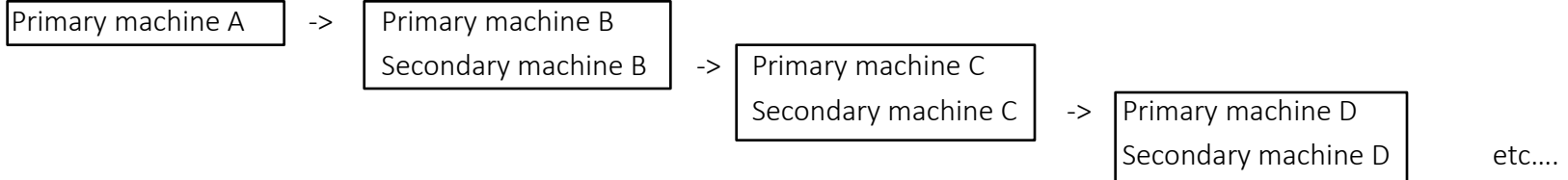


Le Dante fonctionne très bien en zero conf mais rien ne l'oblige. Nous pourrions configurer des machines en IP fixe sur des adresses privées. Nous partirons du principe que nous ne fixerons pas les adresses IP et laisserons les machines dialoguer entre elles pour l'attribution des adresses en mode zero conf.

En mode zero conf, le port primaire a pour adresse 169.254.xx.xx avec un masque de sous-réseau 255.255.0.0

1^{er} cas : Daisy chain

Dans ce cas, nous relierons les différentes machines entre elles de la façon suivante

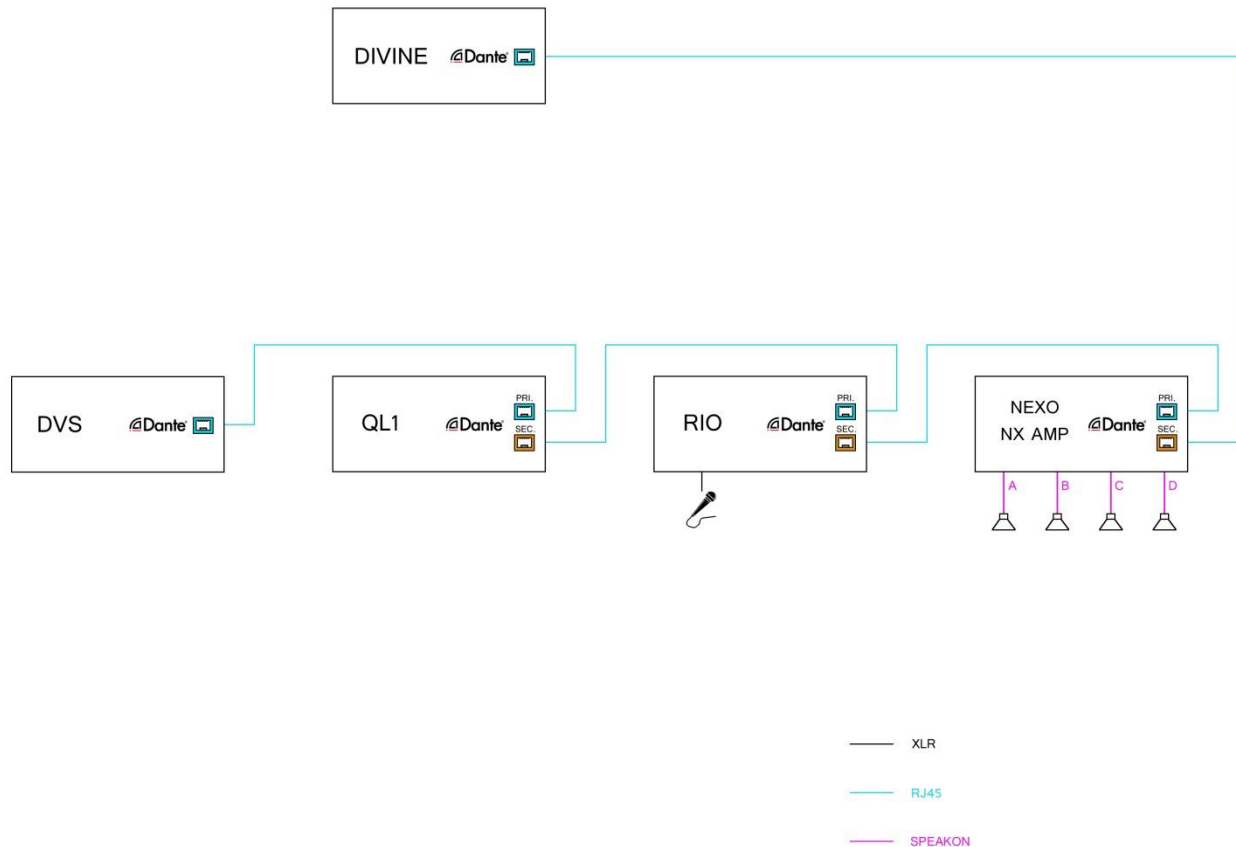


PART V : L'audio sous IP avec le Dante

Pour dialoguer, il faut impérativement que les machines soient dans la même plage d'adresses IP.

En mode Daisy Chain, le port secondaire se comporte comme un switch, il voit le port primaire car il est lui aussi dans la même plage d'adresse IP.

Ainsi chaque port secondaire des différentes machines présentes est en 169.154.xx.xx avec un masque de sous-réseau 255.255.0.0

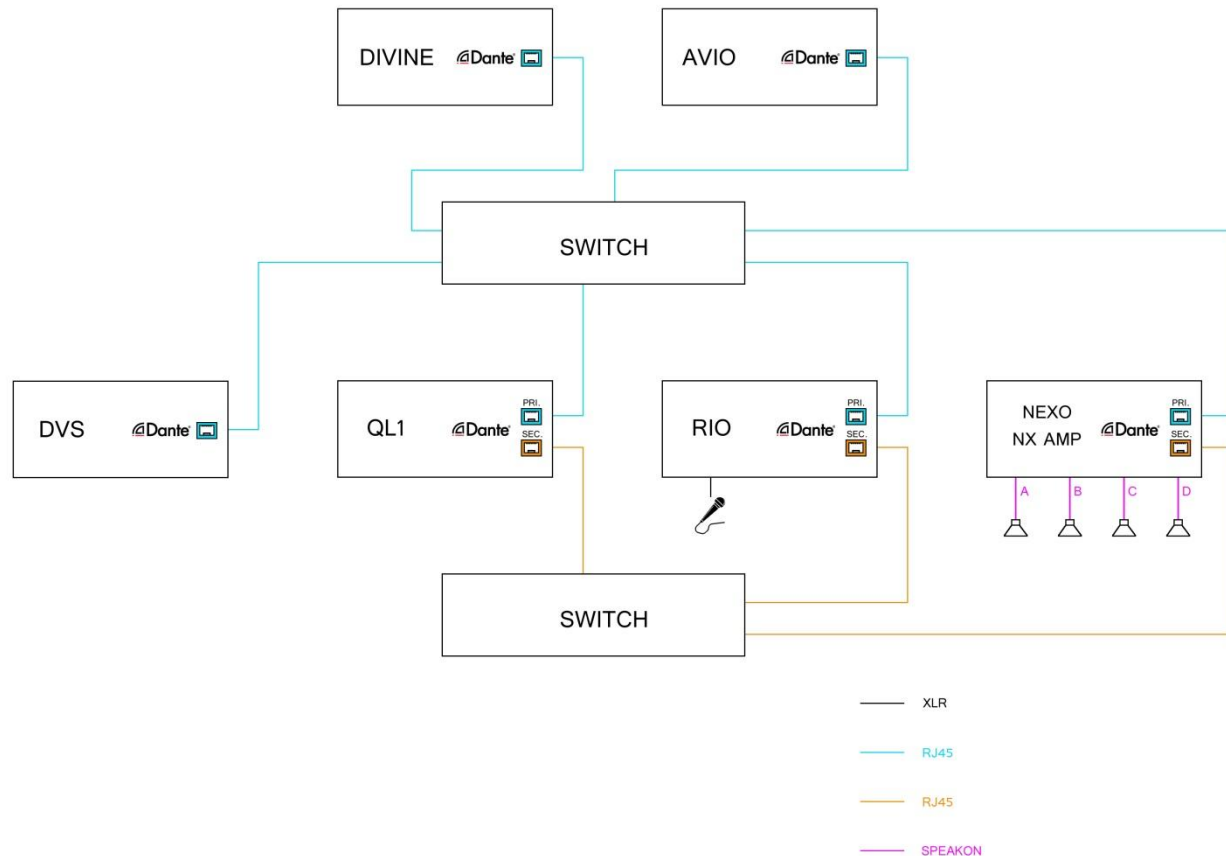


PART V : L'audio sous IP avec le Dante

2nd cas : Redondant

Cette fois, le port secondaire doit prendre le relais en cas de rupture d'une liaison primaire. Il faut donc que les ports secondaires soient dans une autre plage d'adresse IP que les ports primaires.

Ainsi chaque port secondaire des différentes machines présentes est en 172.31.xx.xx avec un masque de sous-réseau 255.255.0.0



PART V : L'audio sous IP avec le Dante

Dans ce second cas, il est obligatoire d'utiliser des switchs. Il y a donc un switch pour regrouper tous les ports primaires entre eux et un second switch pour regrouper tous les ports secondaires entre eux.

Note : sur le second schéma est apparue une nouvelle machine AVIO qui n'existait pas dans le premier schéma car elle ne comporte pas de port secondaire. C'était le cas de la machine nommée Divine qui nécessairement, en daisy chain, se retrouve en fin de chaîne, il a fallu donc faire un choix entre ces deux machines. Pour réussir à tout câbler en daisy chain, il aurait fallu utiliser un switch, nous aurions alors adopté une topologie en étoile

Cas de figure fréquent :

Si par malheur, une machine était configurée en daisy chain dans le synoptique Redondant, tout le réseau plante.

En effet, on a sur le switch port primaire : des machines sur 169.254.xx.xx

sur le switch port secondaire : des machines sur 172.31.xx.xx et **une** machine sur 169.254.xx.xx

Cette machine est reliée à son port primaire puisqu'elle est en Daisy Chain mais elle est aussi reliée au switch des ports secondaires. Ainsi, tous les ports ont à la fois des messages en 169.254.xx.xx et 172.31.xx.xx

Le dialogue est impossible.



Il est donc impératif de bien vérifier l'état dans lequel se trouve chaque machine du réseau, la configurer le cas échéant, avant de câbler les ports secondaires entre eux dans un switch dédié.

PART V : L'audio sous IP avec le Dante

DANTE CONTROLLER



Le Dante controller est un logiciel gratuit qui permet d'avoir un visuel sur le réseau, d'effectuer les abonnements et de configurer les machines en mode daisy chain (aussi appelé switched) ou en mode redondant.

Abonnements :

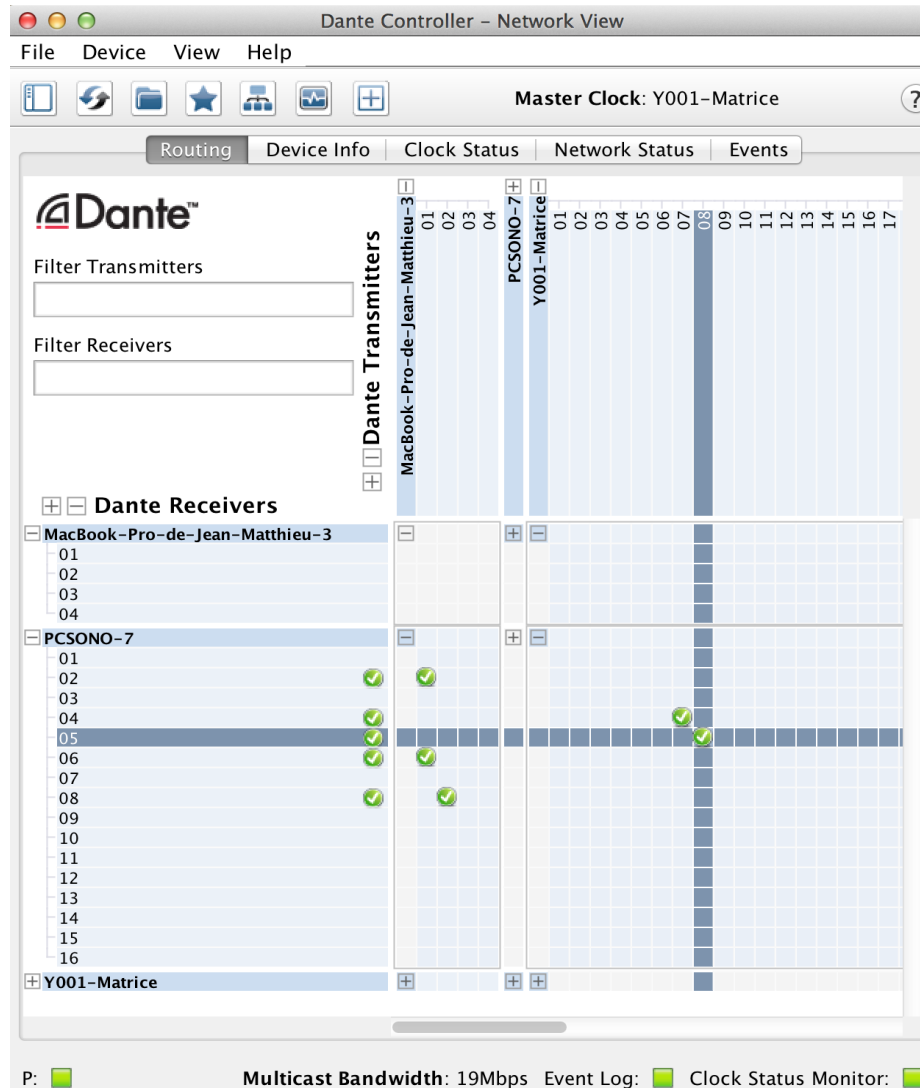
Le Dante controller fait un état du réseau. Il scanne toutes les machines et affiche pour chacune d'elles le nombre de transmitters et de receivers.

Dans le cas qui se présente ci-après, nous sommes en présence d'une matrice pour système Public Address Yamaha MRX-7D qui propose 64 canaux de transmitters et 64 canaux de receivers, un Mac Book Pro doté d'une carte Dante Virtual Soundcard (logiciel qui simule une carte son au format Dante à partir du port Ethernet de l'ordinateur) qui compte 4 transmitters et 4 receivers, et d'un PC doté aussi d'une DVS mais configurée sur 16 transmitters et 16 receivers.

L'abonnement est très simple, il suffit de positionner le curseur à la croisée d'un transmitter et d'un receiver et de cliquer.

Si l'abonnement est valide, une icône verte s'affiche. Sinon, un petit panneau rouge indique qu'il est impossible de faire l'abonnement (souvent lorsque les machines ne sont pas dans la même fréquence d'échantillonnage)

PART V : L'audio sous IP avec le Dante



La liste des receivers possibles se lit de haut en bas sur la partie gauche

La liste des transmitters possibles se lit de gauche à droite sur la partie haute

Ici, le PC SONO 7 reçoit le transmitter 1 du Mac Book sur ses receivers 2 et 6, le transmitter 2 du Mac Book sur son receiver 8 et les Transmitters 7 et 8 de la Matrice sur ses receivers 4 et 5

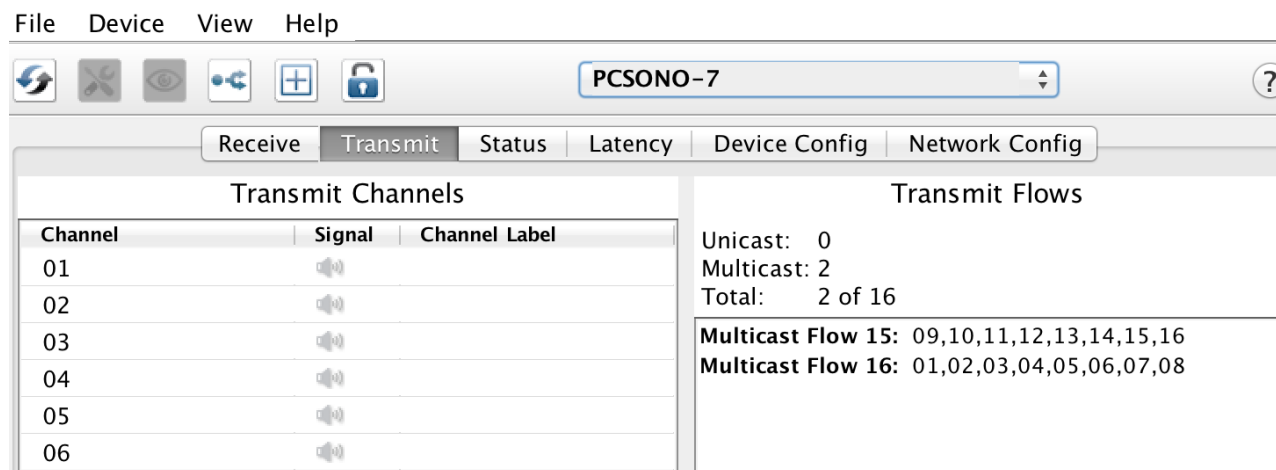
PART V : L'audio sous IP avec le Dante

UNICAST / MULTICAST

Les abonnements que nous venons de faire sont des abonnements de type Unicast (Un talker envoie un message à un listener). Avec Dante, un même message peut être envoyé en Unicast jusqu'à 3 listeners, au-delà, il faut changer de mode d'abonnement et passer en mode Multicast pour ne pas saturer le réseau.

Le Multicast permet d'envoyer un message à plus de 3 destinataires différents. Pour cela, en créant un flux multicast, on envoie le message à une centrale d'abonnement dans les switches et chaque machine qui veut recevoir l'information devra s'abonner à cette centrale d'abonnement, un peu comme lorsque l'on s'abonne à un journal, le créateur du journal ne connaît pas le lecteur, il envoie ses journaux à une centrale qui gère la répartition.

Il existe également le mode Broadcast qui envoie le message à tout le monde, un peu comme la pub qui arrive dans nos boîtes aux lettres.



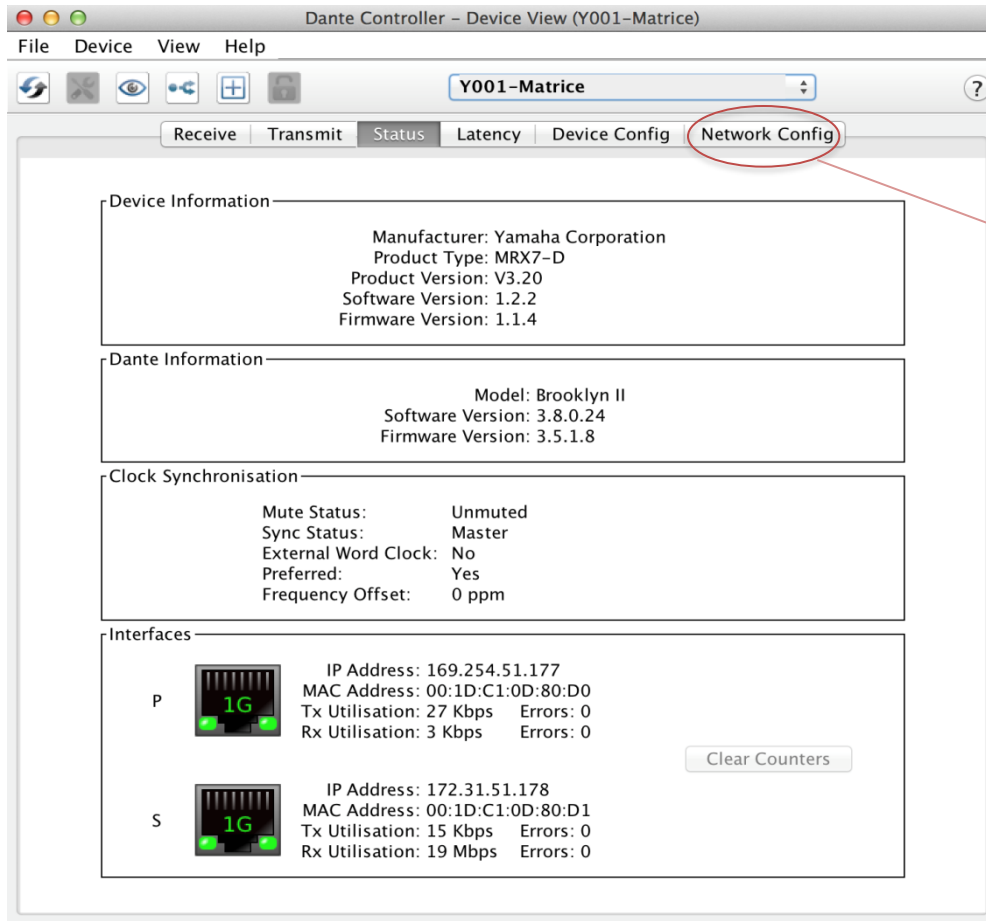
Exemple de flux multicast
créés à partir du
PC SONO7 avec le
Dante Controller

PART V : L'audio sous IP avec le Dante

CONTRÔLE DU RESEAU

Le Dante controller donne l'état du réseau.

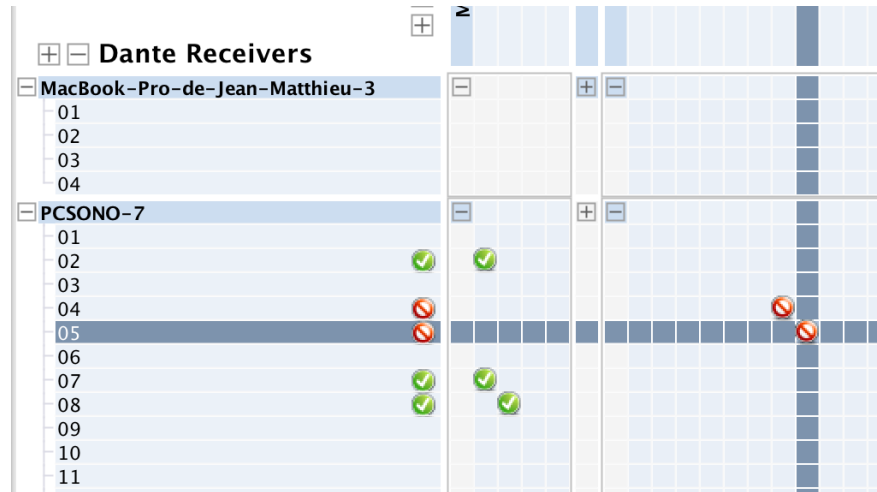
Ici, on constate que la Matrice est en mode redondant (Primary et Secondary sont sur des adresses IP différentes)



L'onglet Network config donne la possibilité de passer du mode redondant au mode switched. Il faut éteindre et rallumer la machine ensuite pour qu'elle intègre cette modification.

PART V : L'audio sous IP avec le Dante

Exemple d'abonnement qui n'a pas abouti



SYNCHRO

La synchro en Dante est assurée par chacune des cartes de chacune des machines. Ainsi, le signal de synchro ne parcourt pas des dizaines de mètres. Par contre, il n'en reste pas moins qu'il faut désigner un maître de l'horloge.

Le principe est que l'horloge est rectifiée 4 fois par seconde par le maître, un peu comme un chef d'orchestre qui régule le tempo de ses musiciens qui rectifient leur pulsation interne en se calant sur la baguette.

Ce principe de synchro se nomme **PTP** (Precision Time Protocol)

Dans le Dante controller, on peut définir qui sera le preferred master. Si on ne fait rien, une élection entre machine s'opère et c'est la machine la plus ancienne qui devient la preferred master, histoire d'être certain que les autres machines soient firmware compatibles.