

# License SPI – Projet Auralisation

Thomas LECHAT

Xin WANG

Mathieu GABORIT

Note de synthèse 2 – Novembre 2012

## Table des matières

I- Discussion autour des approximations	1
II- Compte Rendu séance 2	3
III-Travail de la prochaine séance	4

## I- Discussion autour des approximations

Depuis le début du projet, le procédé de mesure de réponse impulsionnelle a été examiné sous presque tous ses angles.

En fait, une partie des problèmes intrinsèques à celui-ci n'avaient pas été pris en compte, ils sont donc détaillés dans les paragraphes qui suivent.

**Source omnidirectionnelle** La mesure de la réponse impulsionnelle est assujettie à l'utilisation d'une source la moins directive possible. En effet, on cherche à caractériser la salle à partir de la mesure d'un son direct et de ses réflexions, il ne faut donc pas qu'une direction soit privilégiée par la directivité de la source.

Ce problème est particulièrement gênant à haute fréquence, en effet la directivité de la source augmente sensiblement avec la fréquence.

Dans la recherche d'une source intéressante, le ballon de baudruche avait jusqu'alors été retenu. Seulement, compte tenu de l'éclatement du ballon, celui-ci n'est pas réellement omni-directionnel (il est directif, principalement vers le point où il est percé).

Ce n'est pas forcément très grave, mais des mesures avec une source un peu plus omni-directionnelle pourraient être intéressantes, à titre de comparaison du moins.

**Impulsion infiniment courte** Au cours du projet, il s'agit de mesurer une réponse impulsionnelle (RI), soit, la réponse d'une salle donnée à une impulsion.

Une impulsion est, par définition, de très grande amplitude devant le bruit de fond et de durée infiniment courte (idéalement, un Dirac). Même si mathématiquement cette définition ne pose aucun problème, physiquement, elle est fautive.

En effet, le temps de réponse d'un haut-parleur à une impulsion est fini et, selon le temps de réverbération de la salle, pourrait ne pas être complètement négligeable. Il en va de même pour le ballon qui, même s'il éclate vite, n'éclate pas instantanément.

Finalement, on ne mesure pas la réponse de la salle à une impulsion mais la réponse de la salle à presque une impulsion, on obtient donc presque une RI.

**Réponse en fréquence parfaite** Il a été admis que la bande passante des sources était infinie et plate.

Un signal présentant ces caractéristiques serait typiquement un Dirac ; or, d'après le point précédent, il n'est pas aisé de générer un tel signal.

**Comparaison entre convolution physique et mathématique** Enfin, il a été proposé de comparer la mesure d'un signal émis dans la salle et d'un signal convolué avec la RI de cette salle (convolution "physique" et convolution "mathématique").

Cela pose un problème du même acabit que les précédents : si la signature fréquentielle du signal est plus grande que la bande passante de la chaîne d'excitation (particulièrement de celle du haut-parleur) alors celui-ci est modifié par cette chaîne (qui n'est pas du tout parfaite).

Il faudrait donc comparer le signal réellement émis dans la pièce et le signal "découpé" par la bande-passante du haut-parleur convolué avec la RI de la salle.

Un moyen simple de régler le problème serait de procéder comme suit :

1. monter une chaîne d'excitation et de mesure en chambre anéchoïque ;
2. mesurer le signal voulu émis en salle anéchoïque par cette chaîne ;
3. diviser le signal obtenu par la réponse en fréquence de la chaîne de mesure (on obtient un signal A) ;
4. convoluer ce signal avec la RI de la salle (on obtient un signal B) ;
5. déplacer la chaîne d'excitation dans la salle cible ;
6. émettre le signal A avec la même chaîne d'excitation et le mesurer (on obtient un signal C) ;
7. diviser le signal C par la réponse en fréquence de la chaîne de mesure (on obtient un signal D) ;
8. comparer D et B.

Il s'agit alors d'une comparaison correcte entre un même signal émis directement dans la salle d'une part et ce même signal convolué avec la RI de cette salle de l'autre.

Ces quatre approximations sont gênantes mais plutôt mineures, en effet, même si elles rendent imparfait le procédé, elles n'empêcheront pas de continuer le projet. Il faudra simplement, au moment de tirer des conclusions, rester conscients de ces imprécisions.

Il faut toutefois leur ajouter les deux points suivants :

- la mesure de RI faite n'est pas celle de la RI de la salle mais celle de la salle et de ce qui s'y trouve, pour une position de la source et du/des capteur(s) donnée(s) ;
- la bande-passante et les arrondis de quantification (au moment de l'acquisition) viennent s'ajouter aux imprécisions, le matériel n'est pas transparent pour le signal ;

Finalement, il s'agit d'être conscients que des compromis sont faits pendant les mesures. Ceux-ci pourraient conduire à de petits défauts d'interprétation.

## II- Compte Rendu séance 2

Le montage est présenté en figure 1.

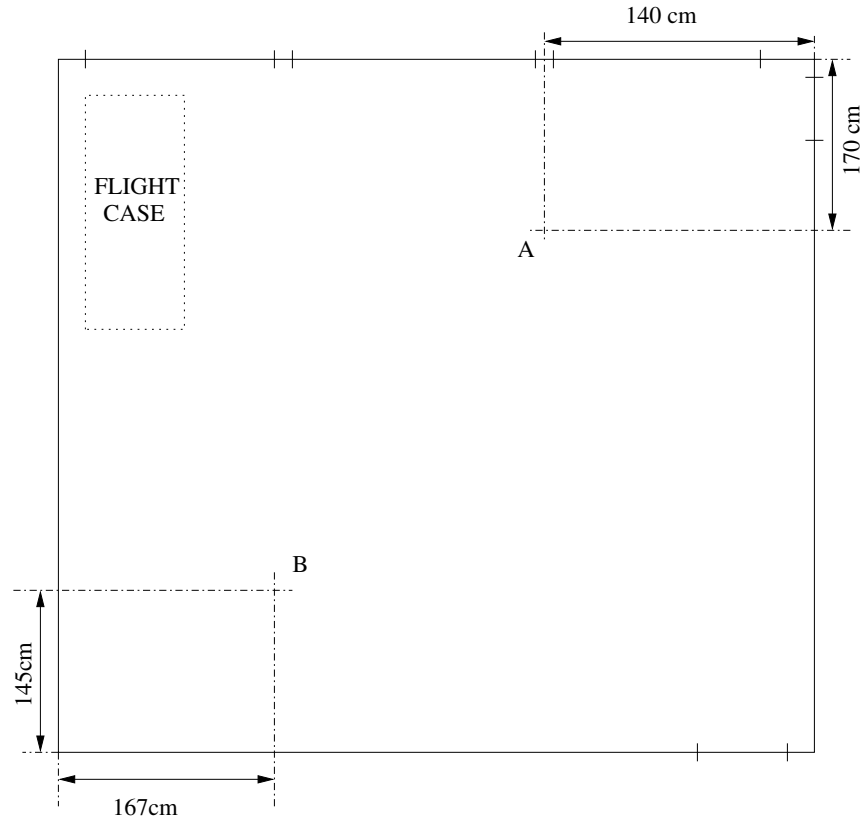


FIGURE 1 – Schéma de la salle de mesure. La source est en B, les capteurs (tête et micro) sont tour à tour placés en A. Les 3 ouvertures présentes dans le mur derrière les capteurs sont des vitres.

Au cours de la séance, il s'est agit de mesurer la réponse impulsionnelle de la salle.

**Problèmes d'acquisition** L'acquisition a, dans un premier temps, posé problème. Après avoir changé de câble, de carte d'acquisition et de micro, c'est finalement un n-ième changement de câble qui a résolu le problème. Merci à MM. Lihoreau et Dalmont pour leur aide.

**Fabrication de câble** Afin de relier le pré-amplificateur de la tête artificielle à la carte d'acquisition, un câble a dû être modifié. Il s'agit d'un câble Jack 6.35 Stéréo → Double banane (masse distribuée).

Ce câble est stocké avec la tête artificielle.

Les mesures sont faites avec une carte d'acquisition NI-9234 (pour pouvoir couper l'alimentation ICP en cas de mesures à la tête artificielle).

Trois mesures de réponses impulsionnelles sont faites :

- deux avec un micro (RI monaurale)

- une avec la tête (RI binaurale)

Les spectres de ces réponses sont donnés en figures 2 et 3. Il faut noter qu'avant le tracé des spectres, la valeur moyenne du signal lui est retranchée (pour éviter de "tasser" le spectre avec un *offset* trop important).

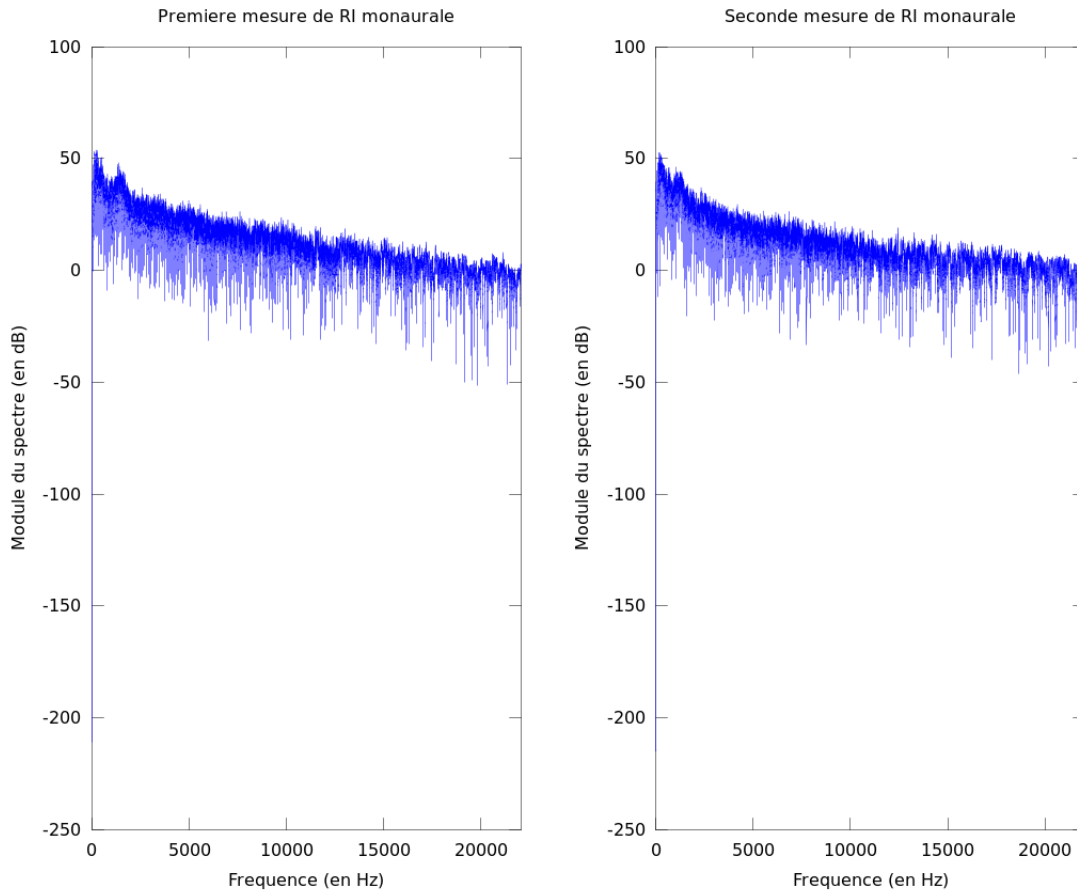


FIGURE 2 – Réponses fréquentielles correspondant aux réponses impulsionnelles monaurales mesurées

### III- Travail de la prochaine séance

Au cours de la prochaine séance, il faudra particulièrement mettre l'accent sur la convolution d'un signal anéchoïque avec les trois RI mesurées. Ensuite, il s'agira de reconstituer des fichiers WAV et d'écouter et commenter le rendu.

Pendant ce temps, il pourrait être bon de mesurer un signal anéchoïque (transmis par une chaîne d'excitation limitée) en salle anéchoïque et d'essayer de le convoluer aussi avec les RI pour comparaison (comme précisé plus tôt).

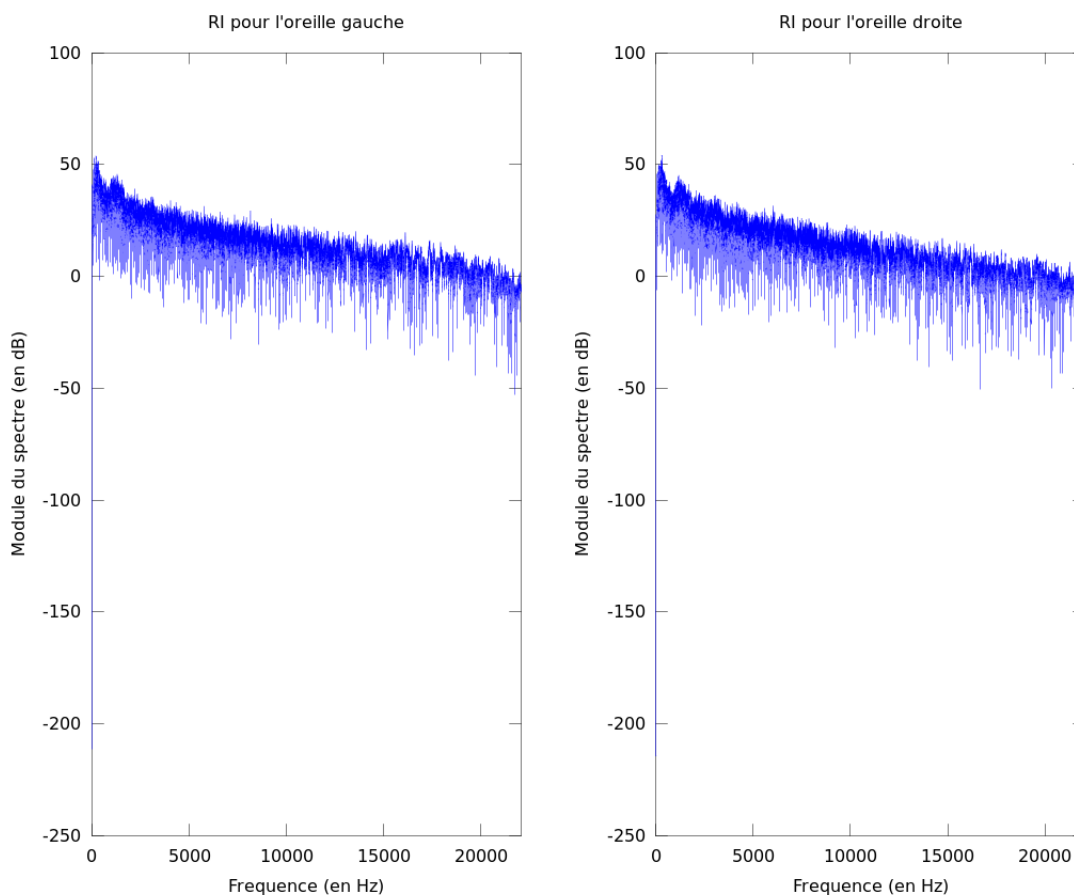


FIGURE 3 – Réponses fréquentielles correspondant à la réponse impulsionnelle binaurale mesurée. Les canaux droit et gauche sont séparés.

Lors des mesures de la semaine dernières, nous avons utilisé une tête artificielle et un câble laissant un peu à désirer pour relier le préampli de la tête à la carte d'acquisition (voir figure 4). Pour la semaine prochaine, un câble a été fabriqué par l'atelier (merci à eux!) pour améliorer la chose.

Enfin, un soin particulier sera apporté à la recherche d'un moyen objectif de comparaison entre les sons recréés mathématiquement et ceux captés après "convolution physique".

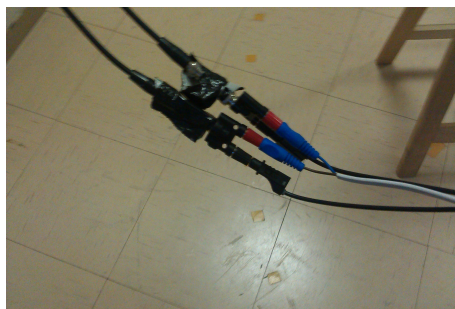


FIGURE 4 – Le fameux bricolage utilisé pour relier le préampli de la tête artificielle à la carte d'acquisition