

# Expériences

Baptiste Lesquoy, Nicolas Weissenbach

31 mars 2016

# Table des matières

<b>1 Test du matériel</b>	<b>3</b>
1.1 Objectif . . . . .	3
1.2 Expérience . . . . .	3
1.2.1 Configurations physique . . . . .	3
1.2.2 Critères d'acceptation . . . . .	4
1.2.3 Signal émis . . . . .	4
1.2.4 Réception du signal . . . . .	4
1.3 Résultats . . . . .	4
1.3.1 Entre les deux micros . . . . .	4
1.3.2 mousse de base des micros . . . . .	5
1.3.3 mousse isolante . . . . .	5
1.3.4 Orientation des micros . . . . .	6
1.4 Conclusion . . . . .	7
<b>2 Élaboration du protocole</b>	<b>8</b>
2.1 Objectif . . . . .	8
2.2 Expérience . . . . .	8
2.2.1 Critères d'acceptation . . . . .	8
2.2.2 Configurations . . . . .	8
2.2.3 Signal émis . . . . .	9
2.2.4 Réception du signal . . . . .	9
2.3 Résultats/conclusions . . . . .	10
2.3.1 Tout aligné . . . . .	10
2.3.2 Récepteurs côte à côté . . . . .	12
<b>3 Décalage de phase</b>	<b>13</b>
3.1 Objectif . . . . .	13
3.2 Expérience . . . . .	13
3.2.1 Critères d'acceptation . . . . .	13
3.2.2 Configurations . . . . .	13
3.2.3 Signal émis et réception . . . . .	14

3.3	Résultats/conclusions . . . . .	14
3.3.1	Vérification de l'efficacité de la mousse . . . . .	14
3.3.2	Changement d'orientation . . . . .	15
3.3.3	conclusion . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Influence de l'environnement sur l'utilisation des cônes</b>	<b>18</b>
4.1	Objectif . . . . .	18
4.2	Expérience . . . . .	18
4.2.1	Critères d'acceptation . . . . .	18
4.2.2	Configurations physique . . . . .	19
4.2.3	environnement de test . . . . .	19
4.2.4	Signal émis . . . . .	19
4.2.5	Réception du signal . . . . .	19
4.3	Résultats . . . . .	20
4.3.1	Cône plus refermé . . . . .	20
4.3.2	Ajout d'un obstacle . . . . .	20
4.4	Conclusions . . . . .	20
<b>5</b>	<b>Signal carré</b>	<b>21</b>
5.1	Objectifs . . . . .	21
5.2	Protocole . . . . .	21
5.2.1	Protocole des tests . . . . .	21
5.3	Résultats/conclusions . . . . .	25
5.3.1	résultats . . . . .	25
5.3.2	Conclusion . . . . .	26
<b>A</b>	<b>Audacity</b>	<b>27</b>

# Chapitre 1

## Test du matériel

### 1.1 Objectif

On voudrait savoir à quel point le matériel utilisé est fiable, et quelle précision on peut espérer avec. On testera donc que la mousse qu'on compte utiliser pour rendre les micros plus unidirectionnel isole correctement, ainsi que l'effet de la mousse fournit de base avec les micros de plus on voudrait savoir jusqu'à quel degré les micros sont omnidirectionnels.

### 1.2 Expérience

#### 1.2.1 Configurations physique

Dans chacune des expériences on gardera un micro témoin, le plus possible collé au micro servant de test (moins de 3cm à chaque fois) pour ne pas être influencé par autre chose. Seule exception : le test de la mousse incluse avec les micros, où on a procédé à un enregistrement avec et l'autre sans, sans changer le reste de la configuration.

Pour tester la mousse que l'on utilisera pour rendre les micros unidirectionnel, on enroule intégralement un micro dans cette mousse, l'autre micro est simplement posé à côté.

Pour tester les l'omnidirectionnalité, on positionne le micro témoin en face de l'émetteur, et un autre à côté, mais orienté de dos ou à 90 degrés de l'émetteur. Enfin on complétera en mettant les deux micros perpendiculaires à l'émetteur mais orienté vers des côtés opposés.

### 1.2.2 Critères d'acceptation

Pour la mousse, il est difficile de chiffrer le résultat, le but est juste de se donner une idée de son pouvoir isolant en visualisant des signaux lu avec et sans. Néanmoins, on s'attend à ce que : à partir d'un micro entouré de mousse, le signal ait une amplitude plus faible voir ait une forme globale différente d'un signal reçu sur un micro normal.

Pour les micros, on utilisera les deux configurations où les micros sont tous les deux de face pour savoir s'il existe des différences entre les deux au niveau de l'amplitude du signal reçu, voir si on constate un décalage de phase (même minime), et si possible chiffrer ces différences. On voudrait aussi savoir à quel point ils sont omnidirectionnel et quantifier les différences entre les signaux reçus selon l'orientation du micro par rapport à la source.

### 1.2.3 Signal émis

On a utilisé le signal carré de 5 samples(voir 5) afin de repérer facilement les signaux venant de l'émetteur.

### 1.2.4 Réception du signal

On utilise le montage habituel (voir 5.2).

## 1.3 Résultats

### 1.3.1 Entre les deux micros

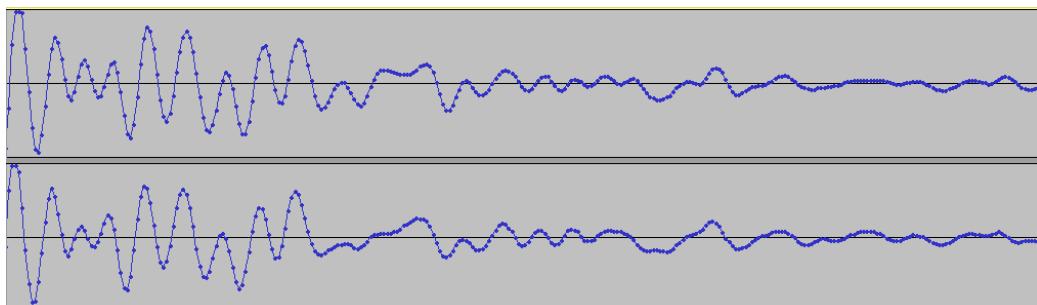


FIGURE 1.1 – signaux des deux micros côte à côté

On ne constate pas de grosses différences entre les deux micros. la forme globale du signal capté est la même, il y a parfois quelques irrégularités, mais

elle ne sont ni importantes, ni très fréquentes. L'amplitude est sensiblement identique et on ne constate aucun décalage de phase.

### 1.3.2 mousse de base des micros

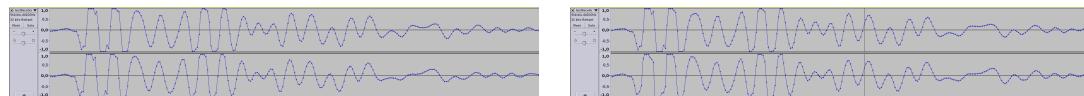


FIGURE 1.2 – à gauche le signal sans mousse, à droite avec

On ne remarque pas vraiment de différence entre les deux, la mousse de base semble donc peu utile.

### 1.3.3 mousse isolante

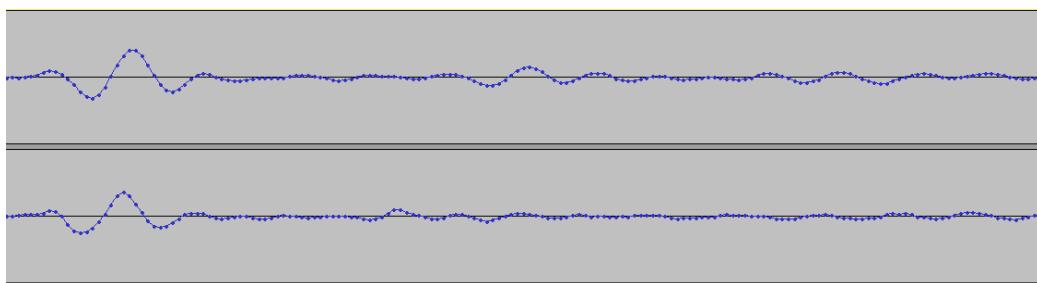


FIGURE 1.3 – en haut le micro sans isolation, en bas celui avec

On constate que la mousse isolante atténue bien l'amplitude du signal reçu. Il y a un léger décalage de phase (de 1 à 3 échantillons selon ce que l'on mesure), néanmoins on ne peut rien en conclure car la position et l'orientation précise du micro dans la mousse est inconnue. Par contre on remarque que le signal qui suit l'impulsion est assez différent sur les deux, cette partie du signal correspondant à l'écho, on peut en déduire que celui-ci est partiellement filtré par la mousse isolante.

### 1.3.4 Orientation des micros

Un micro perpendiculaire à l'émetteur

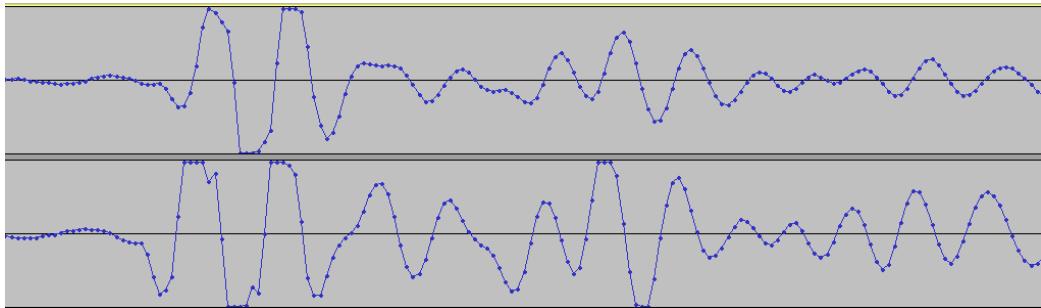


FIGURE 1.4 – en haut le micro de référence, en bas celui orienté à 90 degrés de l'émetteur

On constate que la différence d'amplitude est grande entre les deux signaux. De plus il y a un décalage de phase : il est de 3 à 4 échantillons au début du signal et de 1 à 2 échantillons dans l'écho. Enfin on remarque que les deux signaux peuvent différer à certains endroits (notamment dans le début de l'écho).

Deux micros perpendiculaires à l'émetteur(dos à dos)

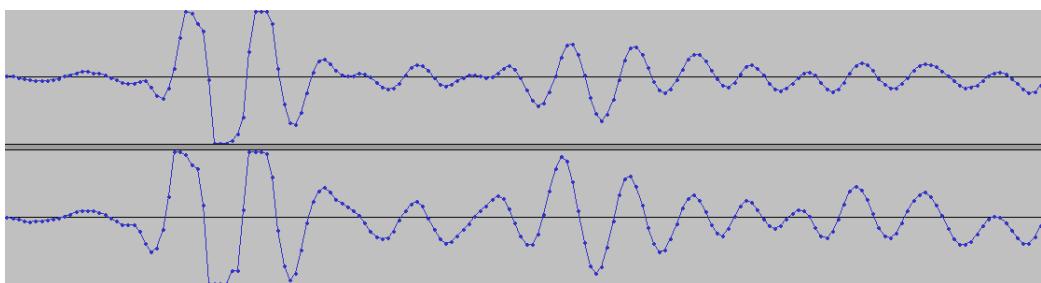


FIGURE 1.5 – signaux reçus quand les micros sont dos à dos

Dos à dos on retrouve des signaux plus identiques l'un à l'autre que lorsque seul un des deux est perpendiculaire à la source. L'amplitude est la même pour les deux signaux, et le décalage de phase est de 1 à 2 échantillons pour le tout début de l'impulsion puis de 0 à 1 échantillon dans l'écho. On remarque quelques différences, mais pas plus que ce qui est normal(voir 1.3.1).

## Dos à l'émetteur

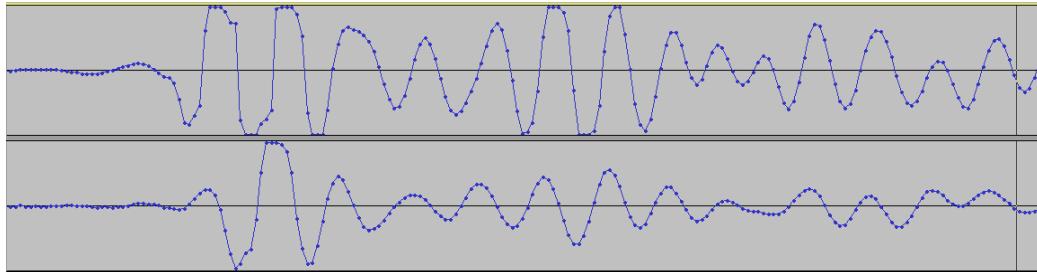


FIGURE 1.6 – en haut le témoin, en bas le micro dos à l'émetteur

Les signaux reçus sont très différents, la seule partie que l'on peut identifier clairement étant le tout début de l'impulsion. Sur cette dernière on constate un écart de phase de 11 samples.

## 1.4 Conclusion

De toutes ces expériences on peut en déduire :

- les micros sont fiables et il n'y a pas de différences notables entre les deux.
- la mousse de base semble inutile
- la mousse isolante réduit assez clairement l'amplitude du signal capté, hypothétiquement on peut s'en servir pour réduire l'écho.
- il y a des différences dans les signaux reçus en fonction de l'orientation du micro. si un des micros est dos à l'émetteur alors que l'autre est de face, le signal en devient même impossible à reconnaître. Si on reste dans une disposition avec un micro à 90 degrés de l'émetteur l'écart est très faible, et s'annule quasiment si le deuxième aussi est à 90 degrés(dans le sens inverse). On peut donc conjecturer que tant qu'on reste dans une orientation de moins de 90 degrés le signal reste exploitable.

# Chapitre 2

## Élaboration du protocole

### 2.1 Objectif

On aimerait définir un protocole qui permettrait de mesurer précisément un décalage de phase sur un signal enregistré en même temps par deux micros différents.

### 2.2 Expérience

#### 2.2.1 Critères d'acceptation

On considérera que le protocole est bon si on arrive systématiquement et dans plusieurs configurations à retrouver les distances physiques séparant l'émetteur du signal de chacun des micros. De plus on vérifiera que le décalage de phase entre les micros correspond bien à la distance les séparant.

#### 2.2.2 Configurations

Tout au long du document, on utilisera les termes  $m_1$  et  $m_2$  pour désigner les deux micros,  $x$  l'espace entre les micros,  $s_1$  la source sonore (le haut-parleur), et  $y$  la distance entre  $m_2$  et  $s_1$ . De sorte que la configuration avec les micros et le haut-parleur aligné puisse être schématisé comme si dessous :



FIGURE 2.1 – Schéma de l'expérience avec les micros et le haut-parleur alignés

les différentes configurations choisies sont :

- m1, m2 et s1 sont alignés, on teste différentes valeurs de x et y.
- m1 et m2 sont côte à côte, plus ou moins collés.

### 2.2.3 Signal émis

On utilisera un fichier sonore wav qui :

- dure 3 secondes
- est un sinus à une fréquence constante à 300Hz
- a un sample rate de 44100Hz
- est un fichier mono

Le signal est émis depuis une enceinte branché à un ordinateur via une prise jack 3.5.

### 2.2.4 Réception du signal

Le signal est enregistré via deux micros identiques (même modèle), posés sur de la mousse. Le tout est coordonné par un contrôleur trik sur lequel les micros sont branchés via deux prises jack 3.5 séparées. On enregistre le signal réceptionné dans un fichier wav avec un taux d'échantillonnage de 44100Hz. Chaque enregistrement dure 6 secondes, on commence par démarrer l'enregistrement, puis on attend une à 2 secondes avant d'émettre le signal. Ainsi on peut observer le bruit ambiant et être sûr de capter l'intégralité du signal émis. Les calculs de distances et de décalage de phase seront fait par rapport aux premiers échantillons reçus du signal, afin de ne pas être influencé par l'écho.

## 2.3 Résultats/conclusions

### 2.3.1 Tout aligné



FIGURE 2.2 – expérience avec les micros et l'enceinte aligné

#	f (Hz)	x (mm)	y (mm)	durée (3s)	phi (ms)	phi (mm)
1	80	220	500	3	4	1360
2	80	220	500	3	4	1360
3	80	220	500	3	4	1360
4	80	220	500	3	4	1360
5	80	220	500	3	4	1360
6	80	220	500	3	4	1360
7	80	220	500	3	4	1360
8	80	220	500	3	4	1360
9	80	220	500	3	4	1360
10	80	220	500	3	4	1360
11	80	220	500	3	1	340
12	80	500	260	3	2	680
13	80	500	260	3	1	340
14	80	500	260	3	1	340
15	80	500	260	3	2	680
16	80	500	260	3	1	340
17	80	500	260	3	1	340
18	80	500	260	3	1	340
19	80	500	260	3	2	680
20	80	500	260	3	2	680

FIGURE 2.3 – tableau des résultats de toutes les itération de l’expérience avec les micros et enceintes alignés

On constate que le décalage de phase correspond aux distances entre m1, m2 et s1

TODO : exprimer le décalage en sample pour des distances plus précises + ce serait sympa de retrouver la formule, parce que phi ça ne me parle pas trop sans contexte :)

### 2.3.2 Récepteurs côté à côté

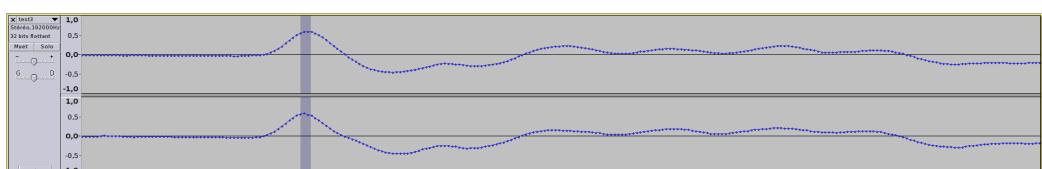


FIGURE 2.4 – signaux reçu par les deux micros lorsqu'ils sont collés

On constate bien qu'il n'y a pas de décalage quand les deux micros sont collés. Par contre on remarque une différence d'intensité, qui peut être expliquée par une simple différence du matériel. Les micros n'étant pas des micros professionnels, ce n'est pas étonnant que la qualité ne soit pas constante d'un micro à l'autre.

TODO : même chose que précédemment :)

# Chapitre 3

## Décalage de phase

### 3.1 Objectif

Dans l'expérience précédente on a ignoré l'écho, cette fois si, on aimerait savoir à quel point l'écho peut avoir de l'importance dans le signal reçu, et plus particulièrement dans le décalage de phase entre les deux micro . On va donc utiliser de la mousse pour rendre les micros plus "directionnels" et regarder si ça a de l'influence sur les données enregistrées selon la direction donné.

### 3.2 Expérience

#### 3.2.1 Critères d'acceptation

On commencera par reprendre la dernière configuration de l'expérience précédente en ajoutant un cône autour d'un des micros afin de vérifier que le signal reçu est différent avec et sans le cône (donc que la mousse est bien efficace pour filtrer le signal). On considérera que l'écho a de l'influence sur le signal reçu si en changeant l'orientation d'un micro placé dans un cône en mousse on observe un décalage de phase différent par rapport à un micro sans cône (donc omnidirectionnel).

#### 3.2.2 Configurations

On reprend la configuration précédente. Cette fois, on placera les micros côte à côte et on changera uniquement l'orientation du micro entouré d'un cône de mousse.

### **3.2.3 Signal émis et réception**

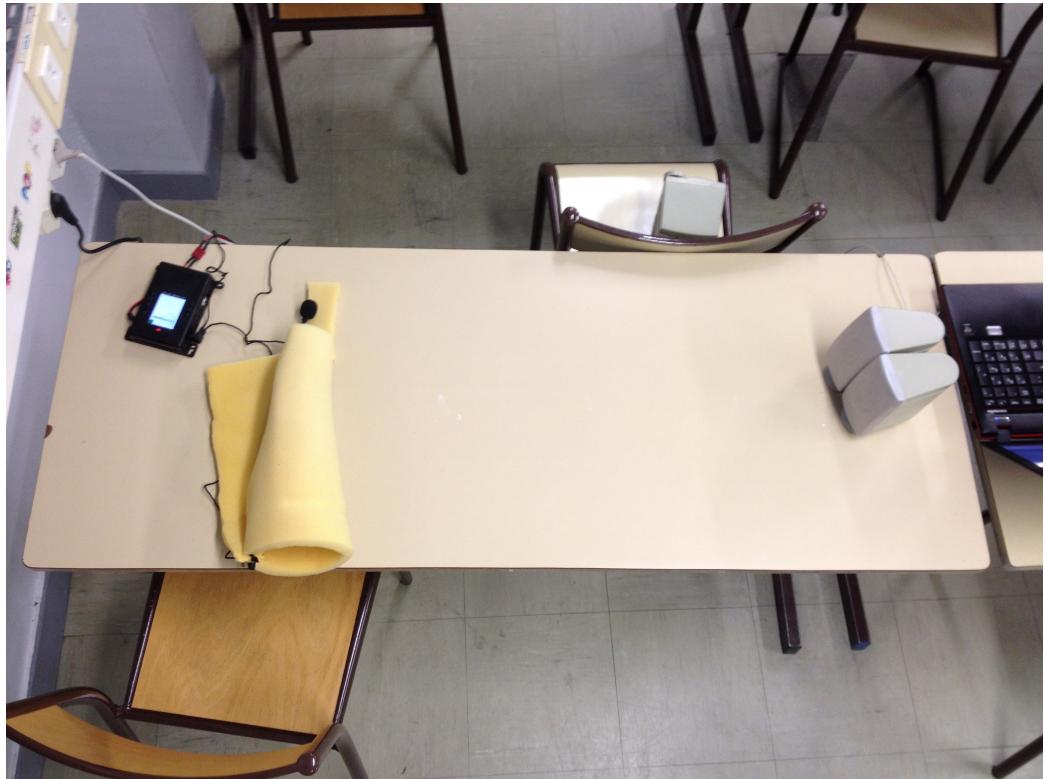
Le matériel et les paramètres sont les mêmes que pour l'expérience précédente à la seule différence du cône en mousse autour d'un des micros.

## **3.3 Résultats/conclusions**

### **3.3.1 Vérification de l'efficacité de la mousse**



### 3.3.2 Changement d'orientation



**perpendiculaire au haut-parleur** On constate déjà qu'il y a un décalage assez marqué(anormal puisque les micros sont côté à côté)

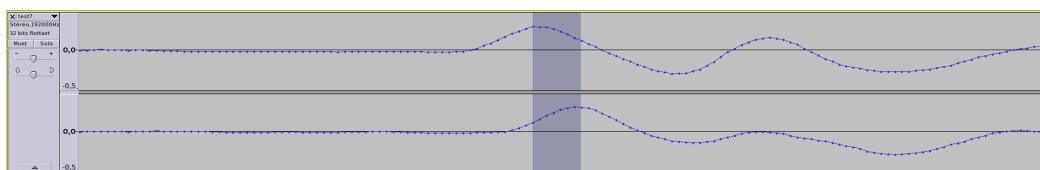


FIGURE 3.1 – exemple de décalage sur la 7ème itération de l'expérience

TODO : faire le tableau avec tous les décalages, calculer le décalage moyen



**dos au haut-parleur** TODO : on a perdu certaines mesures, il va falloir les refaire :(

### **3.3.3 conclusion**

On en conclu que l'écho influence effectivement beaucoup le signal reçu, pouvant fausser les calculs basés sur le décalage de phase.

## Chapitre 4

# Influence de l'environnement sur l'utilisation des cônes

### 4.1 Objectif

Au cours d'une expérience précédente on s'est rendu compte que dans certains cas, même en utilisant des cônes, le signal reçu était fortement bruité (très probablement par accumulation d'écho). On aimerait savoir si ce problème provient de l'environnement (en l'occurrence une grande pièce sans obstacles) et si on peut améliorer le signal en modifiant le cône.

### 4.2 Expérience

#### 4.2.1 Critères d'acceptation

On partira de la capture du signal quasi inexploitable et on comparera les nouveaux résultats avec celui-ci et le signal émis pour voir s'il y a une amélioration ou pas.

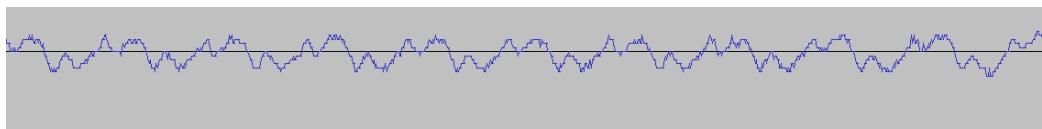


FIGURE 4.1 – le signal bruité

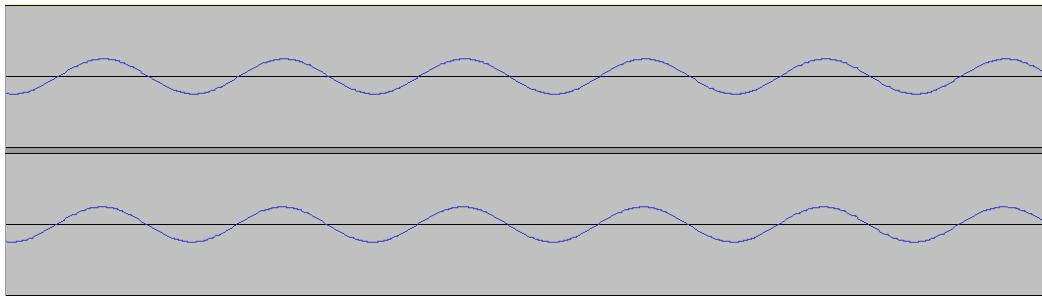


FIGURE 4.2 – le signal de base

On regardera le milieu/la fin du signal reçu, afin d'être sûr que l'écho ait bien eu le temps de s'ajouter au signal de base.

#### 4.2.2 Configurations physique

On utilise un seul micro, perpendiculaire à l'émetteur et dans un cône de mousse.

On testera avec un cône le moins ouvert possible (cylindre) pour voir si on peut réduire l'écho perçu.

Puis on mettra un obstacle à 80 centimètres de la sortie du cône pour simuler un environnement plus étroit.

#### 4.2.3 environnement de test

Les tests se font dans une grande pièce sans obstacles (pas à la hauteur où se passe l'expérience du moins).

#### 4.2.4 Signal émis

même sinusoïde que pour 5.2, seulement elle dure 10 secondes.

#### 4.2.5 Réception du signal

même chose que dans 5.2.

## 4.3 Résultats

### 4.3.1 Cône plus refermé

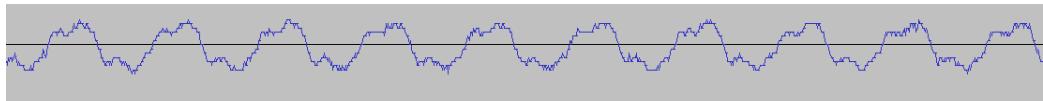


FIGURE 4.3 – utilisation d'un cône plus refermé

Le fait d'utiliser cône plus refermé semble améliorer le signal reçu, il reste quand même très bruité.

### 4.3.2 Ajout d'un obstacle

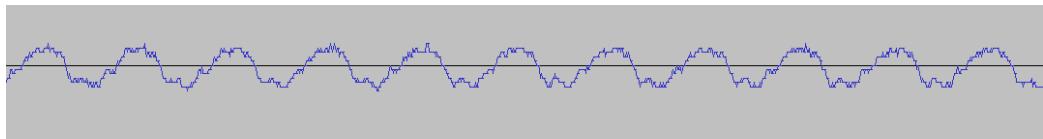


FIGURE 4.4 – signal avec un obstacle en face de la sortie du cylindre

Cette fois la forme du signal ressemble beaucoup plus au sinus de base.

## 4.4 Conclusions

Utiliser un cylindre plutôt qu'un cône semble améliorer un peu le signal.

L'environnement semble jouer un grand rôle dans le signal perçu, dans un environnement ouvert comme c'était le cas au début, on a beaucoup d'écho, alors qu'en rajoutant simplement un obstacle à 80cm de la sortie du cylindre on obtient un signal bien plus exploitable, il faudrait creuser plus en regardant si ça marche pour tout types d'obstacles (forme/matière) et jusque quelle distance.

# Chapitre 5

## Signal carré

### 5.1 Objectifs

Le premier objectif de cette série de tests est de vérifier la validité de l'utilisation d'un signal carré. On a voulu tester cette forme de signal, car le front montant du signal est supposé être facilement repérable dans le signal de l'acquisition du micro. Le deuxième objectif est d'acquérir un signal avec le minimum d'écho possible. Le signal carré utilisé étant très court, le pique enregistré sur les micros ne devrait (hypothétiquement) pas être bruité par de l'écho.

### 5.2 Protocole

On a créé deux fichier .wav. Le premier a 10 piques carré de longueur sample de longueur, le deuxième a 10 piques carré de longueur 5 sample. On a ensuite fait les mêmes teste que pour les séances précédentes :

#### 5.2.1 Protocole des tests

**Premier test** Les deux micros sont côte à côte(à 6cm de décalage), à la même distance de la source sonore.



FIGURE 5.1 – Photo de l'expérience avec les micros côté à côté

**Deuxième test** Les deux micros sont en ligne droite avec le haut-parleur. La distance entre les deux micros est de 520mm, la distance entre le

micro le plus proche du haut-parleur et le haut-parleur est de 400mm.



FIGURE 5.2 – Photo de l'expérience avec les micros en ligne

**Troisième test** Les deux micros sont à la même distance par rapport à la source sonore (920mm), mais il sont tous deux séparé de 680mm.

**Quatrième test** Un des deux micros est entouré de mousse pour faire un cône, le rendant unidirectionnel. Le cône est dirigé vers le haut-parleur. Les deux micros sont à une distance de 900mm de la source sonore. Les deux micros sont séparé de 12cm.

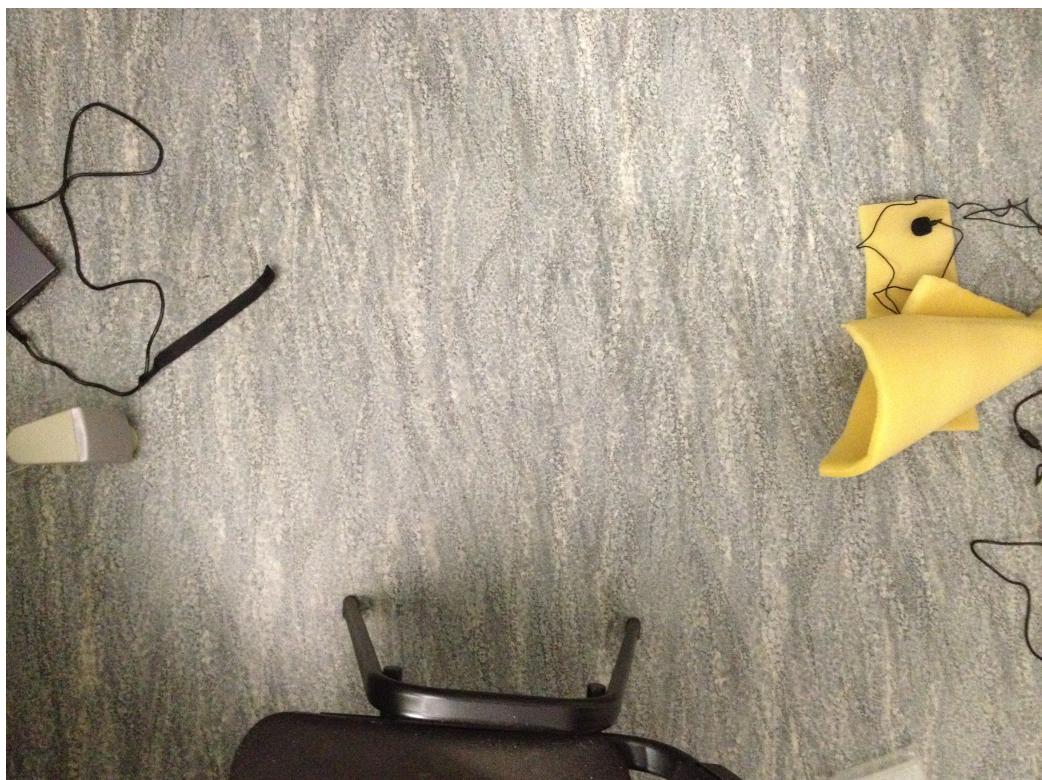


FIGURE 5.3 – Photo de l’expérience avec un cône autour d’un micro

**Cinquième test** Un des deux micros est entouré de mousse pour faire un cone, le rendant unidirectionnel. Le cône est dirigé à 180 degré du haut-parleur. Les deux micros sont à une distance de 900mm de la source sonore.

TODO : expliquer la pertinance des tests

## 5.3 Résultats/conclusions

### 5.3.1 résultats

#### Impulsion carré de 1 échantillon

**Premier test** Il n'y a un décalage que d'un sample entre les deux.

**Deuxième test** Le décalage de phase est de 11 sample, soit 220 microsecondes.

**Troisième test** Malgré le fait que les deux micros soient à la même distance avec la source sonore, il y a un décalage de phase de 4 sample. Ce décalage peut être du au haut parleur qui n'est pas omnidirectionnel, et/ou a une erreur de mesure de l'ordre du centimètre

**Quatrième test** Les deux signaux ne se ressemblent pas. Il y a décalage de 1 sample.

**Cinquième test** Le signal entouré du cone est beaucoup plus faible. Il y a un décalage de 5 sample entre les deux signaux.

#### Impulsion carré de 5 échantillons

**Premier test** Il n'y a un décalage de phase que d'un seul sample. (20 microsecondes)

**Deuxième test** Le décalage de phase est de 11 sample (220 microsecondes). Ce décalage de phase est cohérent avec la distance entre les deux micros

**Troisième test** Le décalage de phase est de 4 échantillons. Ce décalage peut être du au haut parleur qui n'est pas omnidirectionnel, et/ou a une erreur de mesure de l'ordre du centimètre

**Quatrième test** Il n'a pas de décalage de phase... je ne sais pas pourquoi !

**Cinquième test** Le décalage de phase est de 2 sample. j'aurais pensé que ça soit plus. Le signal est beaucoup plus faible pour le micro qui est entouré du cone.

Remarque : Quand les murs sont à 5m derrière les micros, on commence à percevoir l'écho 2.8ms après le front montant (même si les deux signaux n'ont pas grand chose à voir)

### **5.3.2 Conclusion**

Malgré la forme du signal d'origine très reconnaissable, la signal reçu, l'est beaucoup moins. Il est assez compliqué de repérer le même extrémum dans les deux signaux acquis par les micros. Le fait que le signal n'est pas reconnaissable, et que tous les piques ne sont pas pareil dans l'enregistrement des deux micros, est probablement du au limitation matériel du haut-parleur (la membrane vibre et ne peut pas reconstituer un signal carré). Malgré les effort pour limiter l'apparition d'écho, celui-ci est inévitable.

## Annexe A

### Audacity

Audacity est un logiciel permettant de traiter les fichiers audio. On s'en servira beaucoup pour afficher les courbes des différents signaux qu'on doit traiter.

Une capture typique d'un signal sous audacity se présente ainsi :

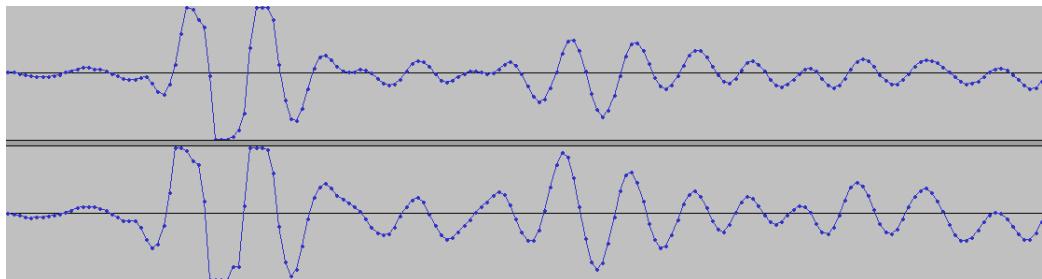


FIGURE A.1 – une capture d'un signal quelconque dans audacity

On remarque qu'il y a 2 signaux, ce sont les deux pistes de l'enregistrement audio. Celle du haut correspond au canal gauche, et celle du bas au canal droit.

Chaque point bleu représente un échantillon.