

# Table des matières

# Chapitre 1

## Expériences

# Chapitre 2

## Test du matériel

### 2.1 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 isole correctement. Ainsi que jusqu'à quel degré les micros sont omnidirectionnels.

### 2.2 Expérience

#### 2.2.1 La qualité de la mousse

#### 2.2.2 L'omnidirectionnalité des micros

### 2.3 Résultats/conclusions

TODO : l'importance de l'environnement

# Chapitre 3

## Élaboration du protocole

### 3.1 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.

### 3.2 Expérience

#### 3.2.1 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.

#### 3.2.2 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 3.1 – 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.

### 3.2.3 Signal émit

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 branchée à un ordinateur via une prise jack 3.5.

### 3.2.4 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 reçu dans un fichier wav avec un taux d'échantillonnage de 192000Hz. 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 samples reçus du signal, afin de ne pas être influencé par l'écho.

### 3.3 Résultats/conclusions

#### 3.3.1 Tout aligné



FIGURE 3.2 – 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 3.3 – 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 :)

### 3.3.2 Récepteurs côté à côté

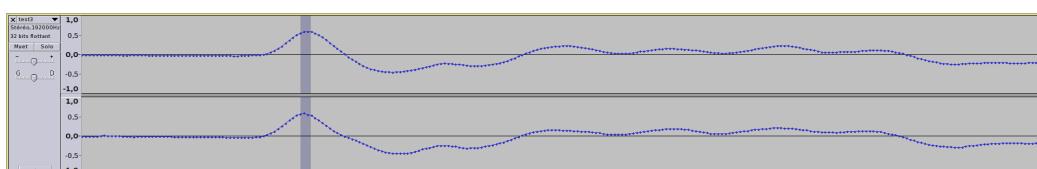


FIGURE 3.4 – signaux reçu par les deux micros lorsqu'ils sont collés (cf. Audacity)

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 4

## Décalage de phase

### 4.1 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.

### 4.2 Expérience

#### 4.2.1 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).

#### 4.2.2 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.

#### **4.2.3 Signal émit et réception**

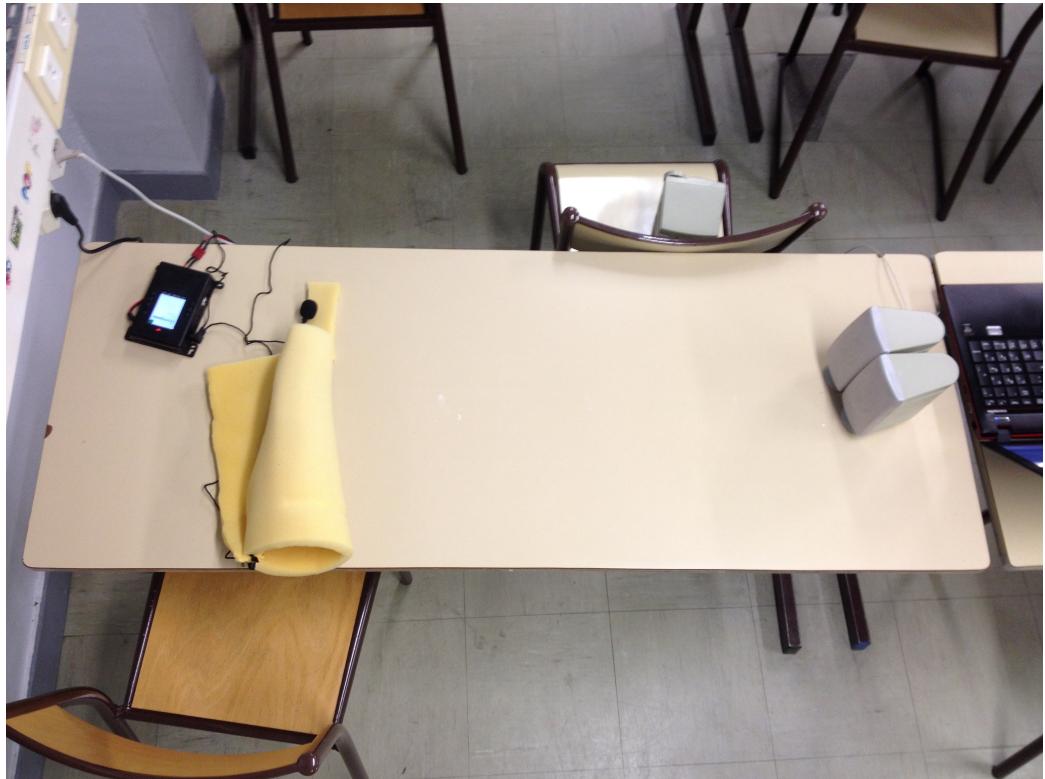
Le matériel et les paramètres sont les mêmes que pour l'expérience précédente à la seule différence du cône en mousse autour d'un des micros.

### **4.3 Résultats/conclusions**

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



### 4.3.2 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)

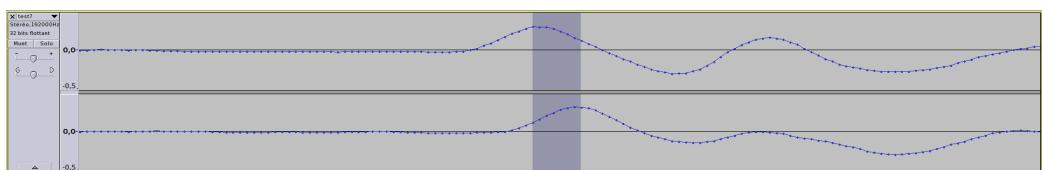
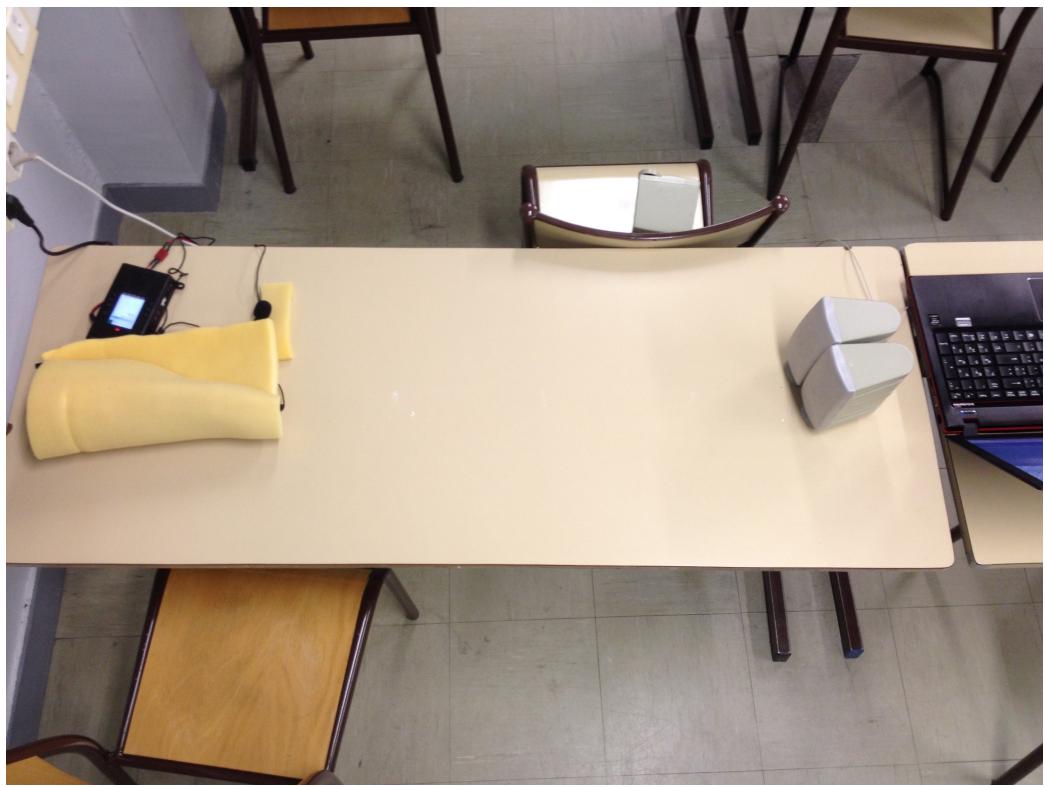


FIGURE 4.1 – exemple de décalage sur la 7ème itération de l'expérience (cf. Audacity)

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 :(

#### 4.3.3 conclusion

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

# Chapitre 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 côté à côté(à 6cm de décalage), à la même distance de la source sonore.

**Objectif du test** Ce test est réalisé pour avoir une référence par rapport aux autres test. En plus d'une référence, ce test permet de voir les difference d'acquisition là où il ne devrait pas en avoir.



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.

**Objectif du test** Le but de ce test est de vérifier qu'on arrive à obtenir le bon résultat sur le calcul de distance entre les deux micros à partir du décalage de phase.

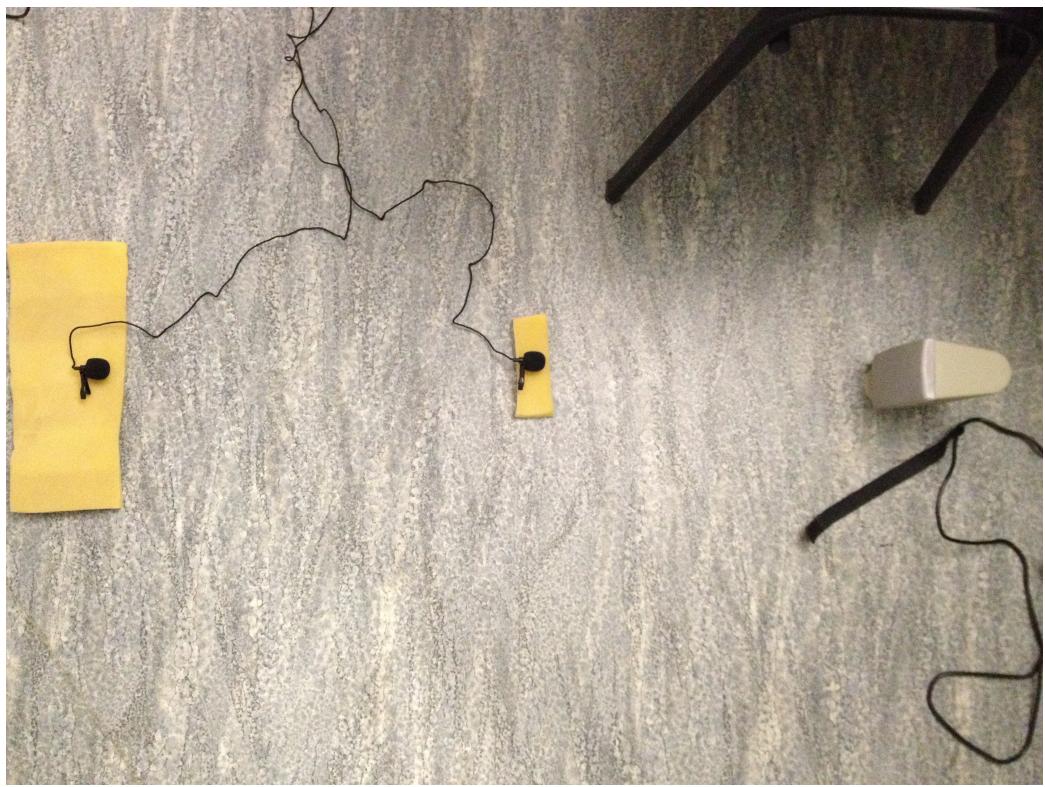


FIGURE 5.2 – Photo de l'expérience avec les micros en ligne

**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.

**Objectif du test** Le but de ce test est de voir comment ce propage le son en direction des deux micros qui sont à la même distance de la source sonore. En effet, comme le haut-parleur n'étant pas complètement omnidirectionnel, et que l'écho ne peut pas impacter les micros de la même façon, il faut connaître leurs effets en augmentant la distance entre les deux micro pas très sur de la tournure de toute ce paragraphe !

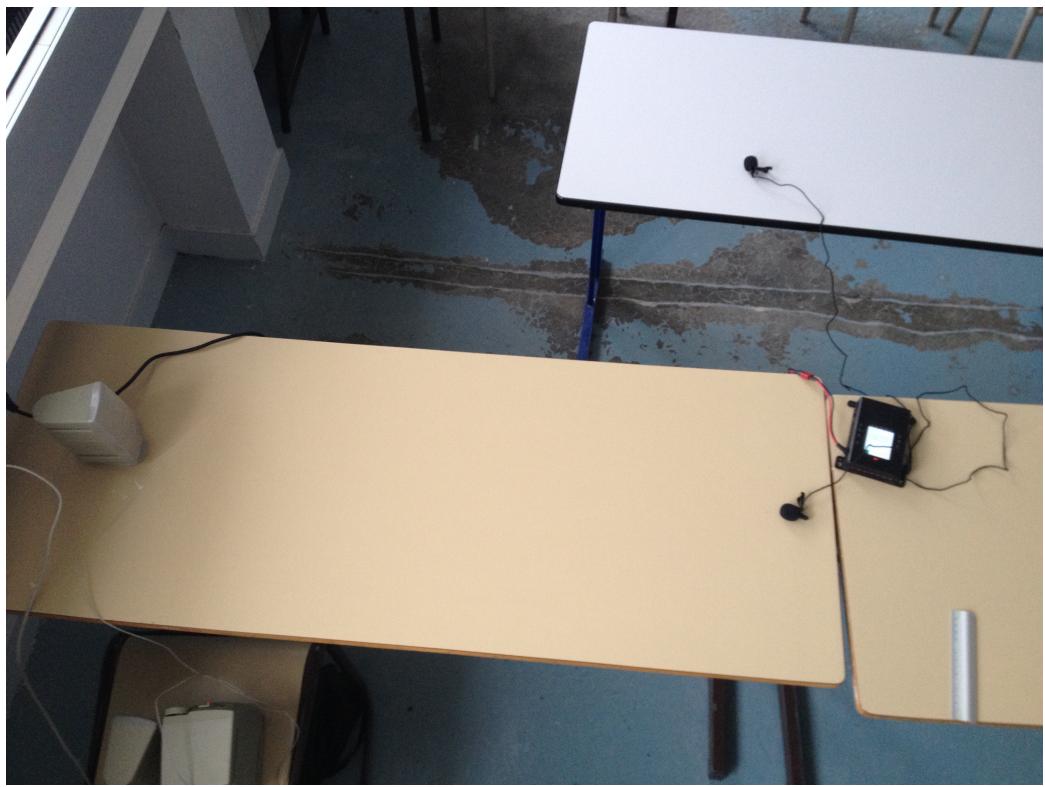


FIGURE 5.3 – Photo de l'expérience avec les micros en ligne

**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.

**Objectif du test** Le but de ce test est de comparer ce que les deux micros acquièrent. En effet, l'un des deux micros devrait être moins impacté par l'écho ambiant, et donc être moins bruité.

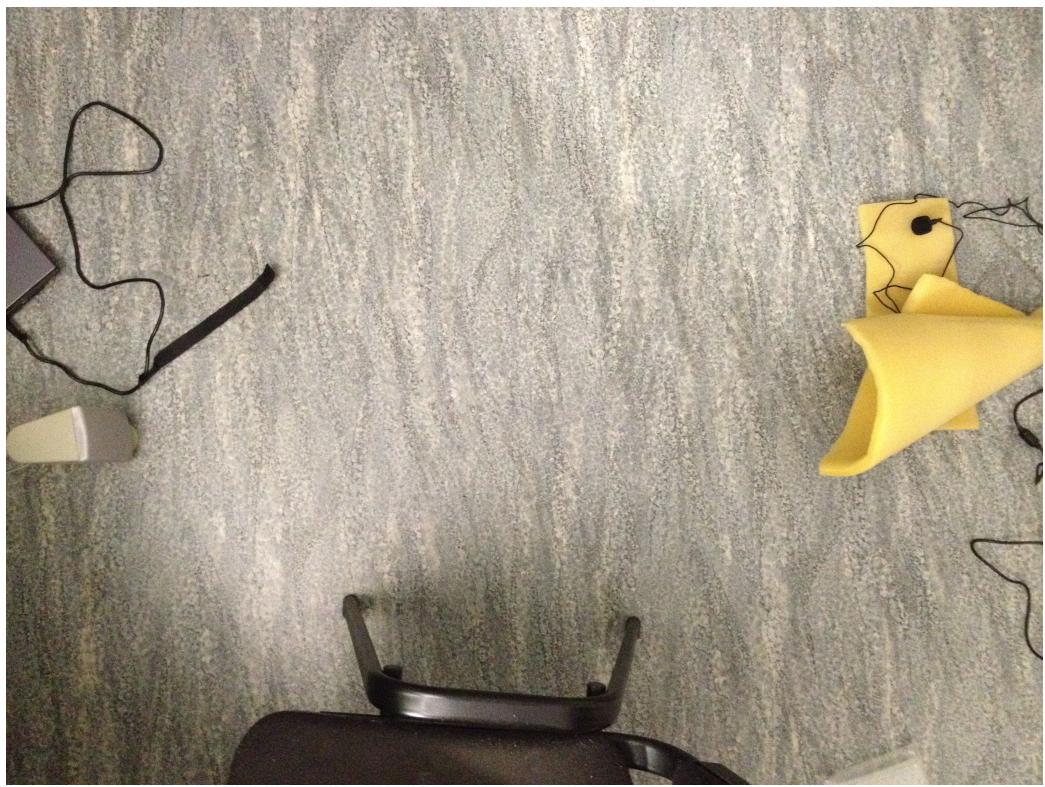


FIGURE 5.4 – Photo de l'expérience avec un cône autour d'un micro

**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.

**Objectif du test** Le but de ce test est de comparé les mesures entre les deux micros. L'un des micro ne pourra pas acquerir le son direct émis du haut parleur, l'enregistrement sur ce micro devrait donc etre principalement composé d'écho de la source sonore.

## 5.3 Résultats/conclusions

### 5.3.1 résultats

#### Impulsion carré de 1 echantillon

**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 micro-secondes.

**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 à 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 samples. Ce décalage peut être du au haut parleur qui n'est pas omnidirectionnel, et/ou à 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, le 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 pics ne sont pas pareil dans l'enregistrement des deux micros, est probablement dû à la 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 le logiciel que nous avons choisis pour analyser les signaux que nous enregistrons grâce aux micros. Ce logiciel nous permet de visualiser les signaux des deux micros.

Nous incluons des capture d'écran des signaux quand ils sont pertinent à l'explication. Souvant, la zone selectionné indique une partie du signal qui est important (décalage de phase notable, difference dans les deux signaux, etc...).