



الجمهورية الجزائرية
الديمقراطية
الشعبية



Republique Algerienne Democratique Et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث
العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة العربي
التبسي - تبسة

Université Larbi Tébessi- Tébessa –

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de génie électrique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **Master Académique**

Spécialité : Réseaux et Télécommunications

**Par : AOUN Dhouha
MIZAB Nour El Houda**

Sujet

MARTICE DE MIROPHONE

Présenté et soutenu publiquement, le 23 /06 / 2021 , devant le jury composé de :

Dr. DJALAB Hanen

Pr. MAAMERI Mahmoud

Dr.SAIDI Riad

Président

Rapporteur

Examineur 1

Promotion : 2020/2021

Remerciement

En premier, je remercie le DIEU le Tout Puissant de m'avoir donné la vie, la santé et le courage pour mener à terme ce travail et de m'avoir fait vivre ce moment tant rêvé.

*Je tiens à remercier particulièrement notre encadreur **M. MAAMRI Mahmoud** professeur au département de génie électrique appliquée d'avoir accepté de nous encadrer et d'avoir veillé à la réalisation de notre travail par sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que par l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer, et sans qui, ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.*

*Je remercie également très sincèrement les membres du jury, la présidente **Mme DJALAB Hanane** et l'examineur **M. Riad SAIDI**, pour avoir bien voulu accepter d'évaluer et d'examiner notre travail.*

Merci

Liste des tableaux

Tableau 3-1 : Explication de la 1ère méthode.	22
Tableau 3-2 : Explication de la 2ème méthode.....	23
Tableau 3-3 : Explication de la 3ème méthode.....	23
Tableau 3-4 : Les mesures de l'amplitude de microphone dans le 1 ^{er} cas	24
Tableau 3-5 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 1 ^{ère} architecture dans la 2 ^{ème} cas....	27
Tableau 3-6 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 2 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas... 31	
Tableau 3-7 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 3 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas... 36	
Tableau 3-8 : Les mesures de l'amplitude de microphone dans 1 ^{er} architecture.....	40
Tableau 3-9 : Les mesures de l'amplitude de microphone dans la 2 ^{ème} architecture.	42
Tableau 3-10 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 3 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas.44	
Tableau 3-11 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 1 ^{ère} architecture dans le 1 ^{er} cas. ... 46	
Tableau 3-12 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 1 ^{ère} architecture dans le 2 ^{ème} cas.....	49
Tableau 3-13 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 2 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas.	51
Tableau 3-14 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 3 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas.. 53	
Tableau 3-15 : Les mesure de l'amplitude de microphone de 1 ^{er} architecture dans le 3 ^{ème} cas.....	56
Tableau 3-16 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 2 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas.. 58	
Tableau 3-17 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 3 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas. 60	
Tableau 3-18 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 1 ^{er} architecture dans le 1 ^{er} cas.....	64
Tableau 3-19 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 1 ^{er} architecture dans le 2 ^{ème} cas... 67	
Tableau 3-20 : Les mesures de l'amplitude de microphone dans la 2 ^{ème} architecture.	70

Liste des figures

Figure 1-1 : Fonctionnement du microphone dynamique. [3].....	4
Figure 1-2 : Schéma du microphone électrostatique. [4].....	5
Figure 1-3 : Fonctionnement du microphone électrostatique. [3]	5
Figure 1-4 : Schéma du microphone électret. [4].....	6
Figure 1-5 : Schéma du microphone MEMS. [4].....	7
Figure 1-6 : Fonctionnement du microphone MEMS. [4].....	7
Figure 1-7 : Courbes de réponse de directivité des microphones. [6]	8
Figure 1-8 : Microphone de table multi capsules. [7].....	9
Figure 1-9 : CMM3 USB Plug Mic Table. [8].....	10
Figure 1-10 : Micro-casque filaire ou Bluetooth. [9]	10
Figure 1-11 : Micro sur pied. [10].....	11
Figure 1-12 : Schéma de 1 ^{er} mixeur. [10].....	11
Figure 1-13 : Schéma de 2 ^{ème} mixeur. [10]	12
Figure 1-14 : Schéma de 3 ^{ème} mixeur. [10]	13
Figure 1-15 : Schéma de 4 ^{ème} mixeur. [10].....	14
Figure 1-16 : Schéma de 5 ^{ème} mixeur.....	15
Figure 2-1 : «Collier» monté sur la poitrine, Réseau de microphones directionnels avec tour de cou et prothèse auditive avec Tele-coil. [11].....	18
Figure 2-2 : La géométrie de conception actuelle du réseau. [11]	18
Figure 2-3 : La carte de circuit SoundCompass sans la carte d'extension FPGA (Field Programmable Gate Array). (a) La vue de dessus du réseau de microphones SoundCompass ; (b) la vue de dessous du réseau de microphones SoundCompass avec le câble de débogage attaché. [12].....	19
Figure 3-1 : schéma de TL082. [13].....	21
Figure 3-2 : Boitier PDP/SOIC(vue de dessus). [13].....	21
Figure 3-3 : l'architecture de microphone dans la 1 ^{er} cas.....	24
Figure 3-4 : 1 ^{er} architecture de microphone dans la 1 ^{re} cas.	24
Figure 3-5 : Résulta de 1 ^{re} architecture dans le 1 ^{er} cas.	25
Figure 3-6 : Diagramme de la réponse de microphone dans le 1 ^{er} cas	25
Figure 3-7 : l'architecture de microphone dans 2 ^{ème} cas.....	26
Figure 3-8 : 1 ^{er} architecture de microphone dans la 2 ^{ème} cas (dis 1)	26
Figure 3-9 : 1 ^{er} architecture de microphone dans la 2 ^{ème} cas (dis 2)	27
Figure 3-10 : 1 ^{er} architecture de microphone dans la 2 ^{ème} cas (dis 3).	27
Figure 3-11 : Résulta de 1 ^{re} architecture dans la 2 ^{ème} cas (dis 1)......	28
Figure 3-12 : Résultats de 1 ^{re} architecture dans la 2 ^{ème} cas (dis 2)......	29
Figure 3-13 : Résultats de 1 ^{re} architecture dans le 2 ^{ème} cas (dis 3).	29
Figure 3-14 : Diagramme de la réponse de microphone de 1 ^{er} architecture dans la 2 ^{ème} cas.	30
Figure 3-15 : 2 ^{ème} architecture de microphone dans la 2 ^{ème} cas (dis 1).....	30
Figure 3-16 : 2 ^{ème} architecture de microphone dans la 2 ^{ème} cas (dis 2).	31
Figure 3-17 : 2 ^{ème} architecture de microphone dans la 2 ^{ème} cas (dis 3).	31
Figure 3-18 : Résulta de 2 ^{ème} architecture dans la 2 ^{ème} cas (dis 1)......	32
Figure 3-19 : Résultats de 2 ^{ème} architecture dans la 2 ^{ème} cas (dis 2)......	33

Figure 3-20 : Résultats de 2 ^{ème} architecture dans la 2 ^{ème} cas (dis 3).....	34
Figure 3-21 : Diagramme de la réponse de microphone de 2 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas.....	34
Figure 3-22 : Diagramme de la réponse de microphone de 2 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas.....	35
Figure 3-23 : 3 ^{ème} architecture de microphone dans le 2 ^{ème} cas (dis 1).....	35
Figure 3-24 : 3 ^{ème} architecture de microphone dans la 2 ^{ème} cas (dis 2).	35
Figure 3-25 : 3 ^{ème} architecture de microphone dans la 2 ^{ème} cas (dis 3).	36
Figure 3-26 : Résultats de 3 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas (dis 1).....	37
Figure 3-27 : Résultats de 3 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas (dis 2).	37
Figure 3-28 : Résultats de 3 ^{ème} architecture dans la 2 ^{ème} cas (dis 3).	38
Figure 3-29 : Diagramme de la réponse de microphone de 3 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas.....	38
Figure 3-30 : Diagramme de la réponse de microphone de 3 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas.....	39
Figure 3-31 : L'architecture des microphones dans le 3 ^{ème} cas.	39
Figure 3-32 : 1 ^{er} architecture de microphone dans le 3 ^{ème} cas.	40
Figure 3-33 : Résultats de 1 ^{re} architecture dans le 3 ^{ème} cas.	41
Figure 3-34 : Diagramme de la réponse de microphone de 1 ^{ère} architecture dans le 3 ^{ème} cas.....	41
Figure 3-35 : 2 ^{ème} architecture de microphone dans le 3 ^{ème} cas.	42
Figure 3-36 : Résultats de 2 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas.	43
Figure 3-37 : Diagramme de la réponse de microphone de 2 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas.	43
Figure 3-38 : 3 ^{ème} architecture de microphone dans le 3 ^{ème} cas.	44
Figure 3-39 : Résultats de 3 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas.....	45
Figure 3-40 : Diagramme de la réponse de microphone de 3 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas.	45
Figure 3-41 : Diagramme de la réponse de microphone de 3 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas.	46
Figure 3-42 : l'architecture de microphone dans le 1 ^{er} cas.....	46
Figure 3-43 : 1 ^{er} architecture de microphone dans le 1 ^{er} cas.	46
Figure 3-44 : Résultats de 1 ^{re} architecture dans le 1 ^{er} cas.....	47
Figure 3-45 : Diagramme de la réponse de microphone dans le 1 ^{er} cas.....	48
Figure 3-46 : l'architecture des microphones dans le 2 ^{ème} cas.....	48
Figure 3-47 : 1 ^{er} architecture de microphone dans le 1 ^{er} cas.	49
Figure 3-48 : Résultats de 1 ^{re} architecture dans le 2 ^{ème} cas.....	50
Figure 3-49 : Diagramme de la réponse de microphone de 1 ^{ère} architecture dans le 2 ^{ème} cas.	50
Figure 3-50 : 2 ^{ème} architecture de microphone dans le 2 ^{ème} cas.	51
Figure 3-51 : Résultats de microphone de 2 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas.	51
Figure 3-52 : Diagramme de la réponse de microphone de 2 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas.....	52
Figure 3-53 : Diagramme de la réponse de microphone de 2 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas.....	52
Figure 3-54 : 3 ^{ème} architecture de microphone dans le 2 ^{ème} cas.....	53
Figure 3-55 : Résultats de 3 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas.....	54
Figure 3-56 : Diagramme de la réponse de microphone de 3 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas.....	54
Figure 3-57 : Diagramme de la réponse de microphone de 3 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas.....	55
Figure 3-58 : L'architecture de microphone dans le 3 ^{ème} cas.	55
Figure 3-59 : 1 ^{er} architecture de microphone dans le 3 ^{ème} cas.	56
Figure 3-60 : Résultats de 1 ^{ère} architecture dans le 3 ^{ème} cas.	57
Figure 3-61 : Diagramme de la réponse de microphone de 1 ^{er} architecture dans le 3 ^{ème} cas.....	57
Figure 3-62 : 2 ^{ème} architecture de microphone dans le 3 ^{ème} cas.	58
Figure 3-63 : Diagramme de la réponse de microphone de 2 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas.....	59
Figure 3-64 : Diagramme de la réponse de microphone de 2 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas.....	59

Figure 3-65 : 3 ^{ème} architecture de microphone dans le 3 ^{ème} cas.....	60
Figure 3-66 : Résultats de 3 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas.....	61
Figure 3-67 : Diagramme de la réponse de microphone de 3 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas.....	61
Figure 3-68 : Diagramme de la réponse de microphone de 3 ^{ème} architecture dans le 3 ^{ème} cas.....	62
Figure 3-69 : L'architecture de microphone de 1 ^{er} cas.....	62
Figure 3-70 : 1 ^{er} architecture de microphone dans le 1 ^{er} cas (Dis 1).....	63
Figure 3-71 : 1 ^{er} architecture de microphone dans le 1 ^{er} cas (Dis 2).....	63
Figure 3-72: Résultats de 1 ^{er} architecture dans le 1 ^{er} cas (Dis 1).....	64
Figure 3-73: Résultats de 1 ^{er} architecture dans le 1 ^{er} cas (Dis 2).....	65
Figure 3-74: Diagramme de la réponse de microphone de 1 ^{er} architecture dans le 1 ^{er} cas.....	65
Figure 3-75: L'architecture de microphone dans le 2 ^{ème} cas.	66
Figure 3-76: 1 ^{er} architecture de microphone dans le 2 ^{ème} cas (Dis 1).....	66
Figure 3-77: 1 ^{er} architecture de microphone dans le 2 ^{ème} cas (Dis 2).	67
Figure 3-78: Résultats de 1 ^{er} architecture dans le 2 ^{ème} cas (Dis 1).....	68
Figure 3-79: Résultats de 1 ^{er} architecture dans le 2 ^{ème} cas (Dis 2).	68
Figure 3-80: Diagramme de la réponse de microphone dans la 1 ^{er} architecture dans le 2 ^{ème} cas.	69
Figure 3-81: 2 ^{ème} architecture de microphone dans le 2 ^{ème} cas (Dis 1).....	69
Figure 3-82: 2 ^{ème} architecture de microphone dans le 2 ^{ème} cas (Dis 2).....	70
Figure 3-83: Résultats de 2 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas (Dis 1).	71
Figure 3-84: Résultats de 2 ^{ème} architecture dans le 2 ^{ème} cas (Dis 2).	71
Figure 3-85: Diagramme de la réponse de microphone dans la 2 ^{ème} architecture.....	72

Résumé :

Dans le premier chapitre, nous avons parlé d'un micro puissant et de ses types, et le type de MEMS a été choisi comme le meilleur type car sa sensibilité est bonne. Nous y avons également traité du multiplexage, et de nombreux schémas ont été revus, puis l'un d'eux a été sélectionné, puis nous l'avons modifié et utilisé dans ce projet.

Dans Le deuxième chapitre de nombreux articles sur la matrice de microphone ont été consultés, mais il n'ont pas atteint autant de compilation de Signal du son dans un bon format que nous, dans les résultats de notre travail.

Le troisième chapitre, a été divisé en 3 étapes:

Étape 1 : Une règle composée de 5 micros, on a y appliqué des sons de fréquences différentes avec des distances variables, et à chaque fois on a obtenu une courbe différente dans l'amplitude.

Étape 2 : une règle composée de 5 micros, mais cette fois avec des distances rapprochées, et en appliquant différents sons de même fréquence avec des distances différentes et dans des positions différentes, on a obtenu une meilleure courbe qu'avant.

Étape 3 : son disque se compose de 7 microphones de distances proches, et nous avons appliqué des sons de même fréquence à différentes distances et dans différentes positions, nous avons obtenu un meilleur corps que le précédent.

Abstract:

In the first chapter, we talked about a powerful mic and its types, and the mems type was chosen as the best type because it has good sensitivity. We also dealt with multiplying there, and many schemes were reviewed, then one of them was selected, we modified it and used it in this project.

In The second chapter many articles on the microphone matrix were consulted, but they did not reach as much compilation of Signal to sound in a good format as we did in the results of our work.

The third chapter has been divided into 3 steps:

Step 1: A rule composed of 5 microphones, we applied sounds of different frequencies with varying distances, and each time we obtained a different curve in amplitude.

Step 2: a ruler made up of 5 microphones, but this time with close distances, and by applying different sounds of the same frequency with different distances and in different positions, we obtained a better curve than before.

Step 3: Its disk consists of 7 microphones from close distances, and we applied same frequency sounds at different distances and in different positions, we got a better body than the previous one.

ملخص

في الفصل الأول تحدثنا على ميكرو قوي وأنواعه وتم اختيار نوع MEMS كأحسن نوع لأن حساسيته جيدة وكذلك تناولنا فيه دمج و تم الاطلاع على العديد من المخططات ثم تم اختيار واحدة منها ثم عدلنا فيها و استعملناه في هذا المشروع.

الفصل الثاني تم فيه الاطلاع على العديد من المقالات التي تناولت مصفوفة الميكروفونات، لكن لم تصل إلى تجميع العديد من إشارة الصوت في صيغة جيدة مثل ما حصلنا عليه

في الفصل الثالث تم التقسيم إلى 3 مراحل :

المرحلة 1 مسطرة متكونة من 5 ميكروفونات وطبقنا عليها اصوات مختلفة الترددات بمسافات متغيرة وفي كل مرة نجد منحنى مختلف في السعة

المرحلة 2 مسطرة متكونة من 5 ميكروفونات لكن هذه المرة بمسافات متقاربة وطبقنا عليها اصوات مختلفة من نفس التردد بمسافات مختلفة وفي مواضع مختلفة نتحصل على بيان أفضل من السابق

المرحلة 3 قرصها متكون من 7 ميكروفونات بمسافات متقاربة وطبقنا عليها اصوات بنفس التردد بمسافات مختلفة و في مواضع مختلفة حصلنا على بيان افضل من سابقتها

Table des matières

Introduction générale

Le microphone faisait partie intégrante de notre vie quotidienne, que ce soit pour la communication, le stockage, ou l'un des nombreux usages. Les dispositifs de microphone ont évolué en plusieurs étapes depuis leur invention et avec le passage du temps et le développement de ces dispositifs, une nouvelle technologie est apparue, qui est (la gamme de microphones), où l'utilisation d'un groupe de microphones ou ce qui est devenu Le soi-disant réseau de microphones est devenu très populaire et a connu un grand développement et chacun l'emploie selon son besoins et exigences, car son utilisation est utile et d'une grande précision, contrairement à un microphone unique qui ne peut pas détecter tous les sons, ainsi que pour le traitement audio. Cette thèse est divisée en 3 chapitres :

Le premier chapitre comporte les notions de base sur les microphones, Les types (description et le fonctionnement). Nous nous intéresserons aux Utilité de multi microphone et les applications de multi microphone.

Le deuxième chapitre présente les articles qui ont soumis une étude sur les matrices de microphones.

Le dernier chapitre est consacré à la réalisation pratique :

*conception d'une matrice de microphone

*spécifier la réponse de seul microphone et la matrice de microphone accredité 3 architecture

Enfin cette thèse est achevée par une conclusion générale permet de synthétiser les

Résultats obtenus ainsi que les perspectives qui pourront former les continuités de ce travail.

CHAPITRE1 :
GENERALITE SUR LES MICROPHONES

1 Introduction :

Il existe de nombreuses utilisations pour les microphones, des appareils physiques aux usages quotidiens. Leur rôle principal est de capturer les sons avec précision

Ses types sont nombreux et ils se développent au fil du temps. Et parmi les techniques les plus utilisées sont :

- Microphone électrostatique
- Microphone électrodynamique
- Microphone Electret
- Microphone MEMS

Dans ce chapitre on va présenter les types de microphone, et l'utilité de multi microphone (les applications) avec les schémas de mixeur.

2 Qu'est-ce qu'un microphone ?

Le microphone est un dispositif qui consiste à capter une onde sonore et de la convertir en signal électrique, contrairement à un haut-parleur. Il s'agit entre autres d'un transducteur électroacoustique. Souvent utilisé dans le domaine musical ou du chant, il forme également un élément principal des télécommunications modernes. On en trouve dans les téléphones, les interphones, les écouteurs, les guitares, les ordinateurs, ou encore les tablettes. Le microphone est très présent sous différentes formes dans les métiers audiovisuels. On distingue les microphones de scène, les microphones cravates, les microphones d'enregistrement en studio, etc.

• On définit un microphone par :

- Son type : quelle technologie est utilisée pour la transformation de l'énergie acoustique en énergie électrique ?
- Sa directivité (sensibilité d'un microphone par rapport à l'angle d'incidence de l'onde acoustique) : de quel côté entend-t-il les sons ?

Principaux types de microphones :

- Electro-dynamique
- Electrostatique
- Electret
- MEMS

2.1 Le microphone électrodynamique :

a. La description :

Le microphone dynamique repose sur le fait que si un fil maintenu dans un champ magnétique est déplacé, un courant électrique est induit. C'est le même effet que celui observé dans un générateur électrique et de nombreux autres articles.

Le microphone dynamique se compose d'un aimant et d'un diaphragme auquel une bobine est fixée. L'ensemble est maintenu en place par un boîtier extérieur et la bobine peut se déplacer librement sur l'aimant.

- Lorsque les ondes sonores frappent le diaphragme, la bobine se déplace d'avant en arrière dans le champ magnétique et, par conséquent, un courant électrique est induit en ligne avec les vibrations sonores entrantes. [1]

b. Le fonctionnement :

Un microphone dynamique fonctionne contrairement à un haut-parleur: les vibrations sonores font osciller le diaphragme, ses impulsions sont transmises à une bobine et elles produisent un flux ou un signal électrique.

Transformé en signal électrique par deux paires électromagnétiques situées dans le tube du microphone, le courant est envoyé au mélangeur, où il est pré-amplifié et envoyé à divers équipements de studio. L'acoustique et les haut-parleurs de la cabine mixage entendent le son amplifié, tandis que l'enregistreur audio, le magnétophone ou l'auto est destiné à le sauvegarder.

Chaque microphone a ses propres caractéristiques et s'adapte à un type d'enregistrement spécifique, on peut dire grosso modo qu'il y a un microphone pour le type de son et un microphone pour chaque utilisation.

Pour comprendre le fonctionnement d'un microphone, vous devez analyser deux caractéristiques principales, à savoir la directivité et la sensibilité. [2]

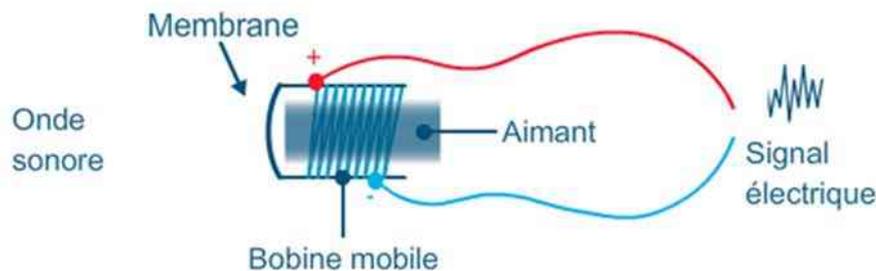


Figure 2-1 : Fonctionnement du microphone dynamique. [3]

2.2 Le microphone électrostatique :

a. La description :

La membrane forme une électrode d'un condensateur, l'autre membrane étant fixe. L'électrode mobile est sensible à la pression acoustique et provoque une variation de la capacité du condensateur formé par ces deux électrodes. Une tension continue est appliquée à ce condensateur et lorsqu'une onde acoustique vient agir sur la membrane, il en résulte une variation de distance entre les électrodes ce qui provoque une variation de capacité qui engendre une tension à la sortie. Le faible signal de sortie est élevé par un préamplificateur qui nécessite une alimentation externe fournie par la table de mixage via le

câble micro (alimentation fantôme 48 volts) ou par une pile insérée dans le micro. [4]

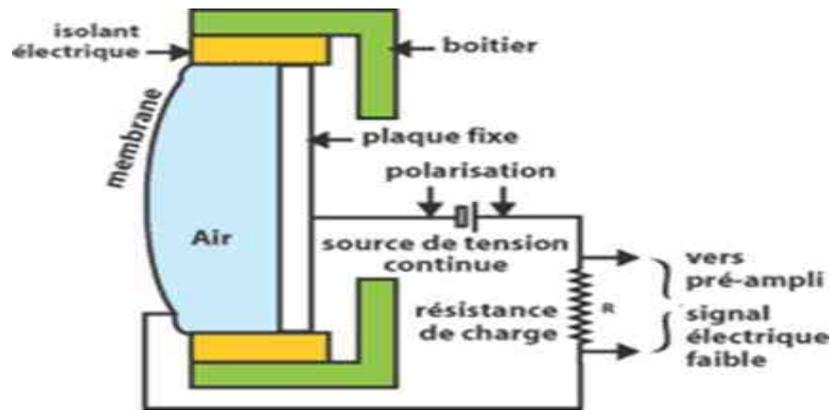


Figure 2-2 : Schéma du microphone électrostatique. [4]

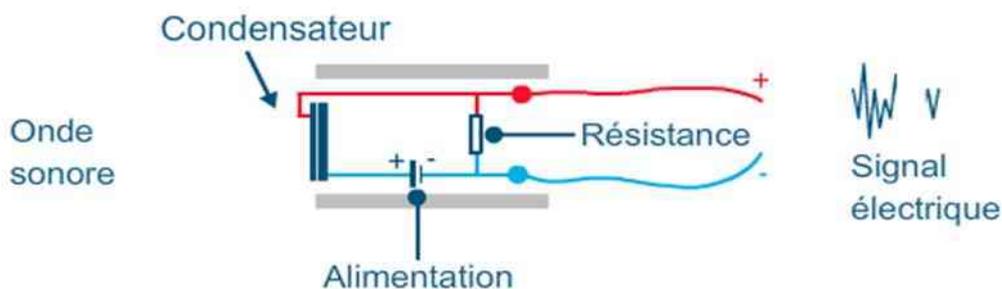
Ce système permet une grande sensibilité dans les aigus mais également dans les basses. Sa réponse aux transitoires est excellente. Ils sont en revanche assez fragiles et ne supportent pas les chocs ni le vent et lorsqu'on les utilise en extérieur ils devront être équipés de bonnettes anti-vent. Leur membrane électrostatique attire la poussière et craint l'humidité.

b. Le fonctionnement :

Microphone électrostatique fait appel quant à lui à un procédé de modulation d'électricité statique. Le diaphragme du micro, fine membrane revêtue intérieurement d'une fine pellicule d'or, capte un flux d'électricité statique généré par une plaque parallèle soumise à la tension d'un condensateur. La vibration de la membrane module ce flux et crée le signal. ALIMENTATION FANTÔME Le microphone électrostatique nécessite une alimentation dite "Tantome" (alimentation phantom) qui arrive en XLR par le câble micro. Cette source électrique nécessite fiabilisation d'un préampli à circuits intégrés ou à lampes qui renforce le signal. [2]

2-3 :

Figure



Fonctionnement du microphone électrostatique. [3]

2.3 Le microphone électret :

a. la description :

Un diaphragme à électret (matériau avec une charge de surface fixe) est espacé près d'une plaque conductrice, et semble aux microphones MEMS, un condensateur est formé avec l'entrefer comme

diélectrique. La tension aux bornes du condensateur varie lorsque la valeur de la capacité change en raison des ondes de pression acoustique déplaçant le diaphragme électret, $\Delta V = Q / \Delta C$.

Les variations de tension du condensateur sont amplifiées et tamponnées par un JFET interne au boîtier du microphone. Le JFET est généralement configuré dans une configuration de source commune, tandis qu'une résistance de charge externe et un condensateur de blocage CC sont utilisés dans le circuit d'application externe. [4]

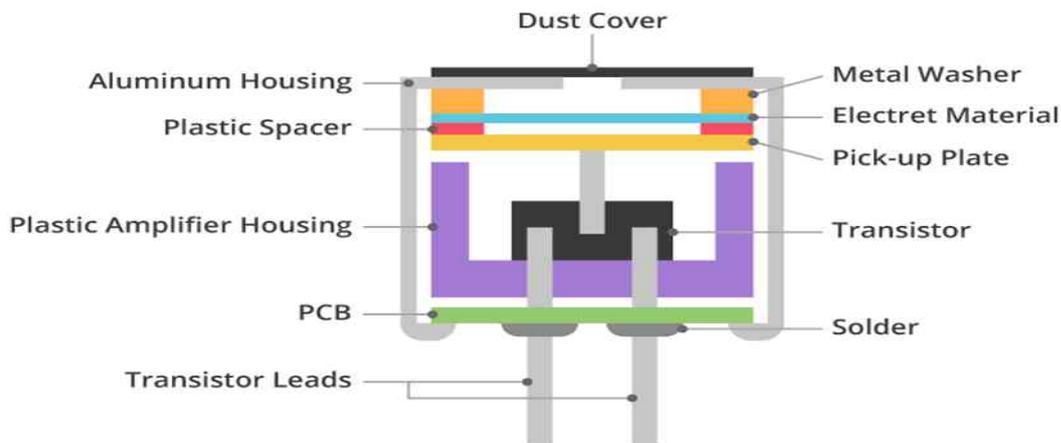


Figure 2-4 : Schéma du microphone électret. [4]

b. Le fonctionnement :

Le microphone à électret fonctionne selon le même principe que le microphone électrostatique. Mais dans ce cas, un composant diélectrique, l'électret, présentant un état de polarisation électrique quasi-permanent, remplace le condensateur.

Le microphone à électret utilise une alimentation fantôme en technique studio, ou des piles internes pour la scène. Ce microphone est d'une excellente sensibilité, et ses performances se rapprochent de celles des microphones à condensateurs, sans toutefois parvenir à les égaler. Signalons ici, quelques grands fabricants de microphones haut de gamme : NEUMANN, ROYER, SENNHEISER, ELÉCTROVOICE. Un bon microphone à électrets : le PCM de SONY. [2]

2.4 Le microphone MEMS :

a. La description :

Les microphones MEMS sont construits avec un composant MEMS (Micro-Electro-Mechanical System) placé sur une carte de circuit imprimé (PCB) et protégé par un couvercle mécanique. Un petit trou est fabriqué dans le boîtier pour permettre au son d'entrer dans le microphone et est soit désigné comme orifice supérieur si le trou se trouve dans le couvercle supérieur, soit orifice inférieur si le trou est dans le PCB. Le composant MEMS est souvent conçu avec un diaphragme mécanique et une structure de montage créés sur une puce semi-conductrice. [5]

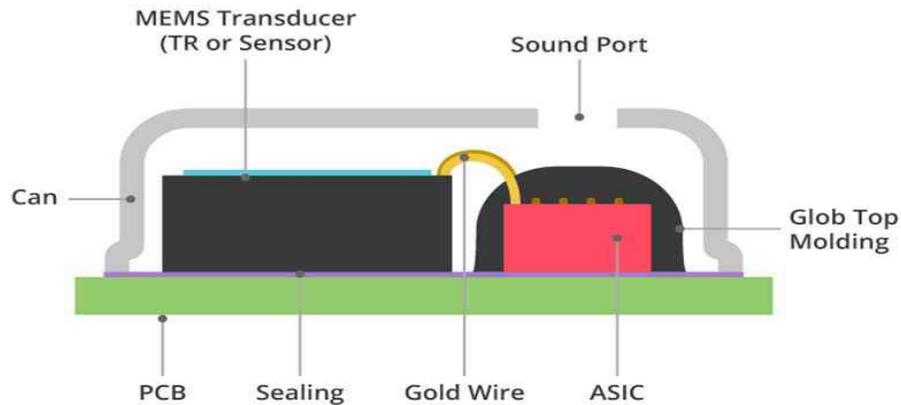


Figure 2-5 : Schéma du microphone MEMS. [4]

b. Le fonctionnement :

Le diaphragme MEMS forme un condensateur, et les ondes de pression acoustique provoquent le mouvement du diaphragme. Les microphones MEMS contiennent généralement une deuxième puce à semi-conducteur, qui agit comme un préamplificateur audio afin de convertir la capacité variable du MEMS en un signal électrique. Lorsqu'un signal de sortie analogique est privilégié, la sortie du préamplificateur audio peut être fournie à l'utilisateur. Toutefois, si un signal de sortie numérique est requis, un convertisseur analogique-numérique (CAN) est intégré à la même puce que celle où se trouve le préamplificateur audio. La modulation d'impulsion-densité (PDM) constitue le format traditionnel utilisé pour le codage numérique dans les microphones MEMS et permet l'établissement de la communication avec une seule ligne de données et une horloge. En outre, le décodage du signal numérique au niveau du récepteur est simplifié grâce au codage à un seul bit des données. [5]

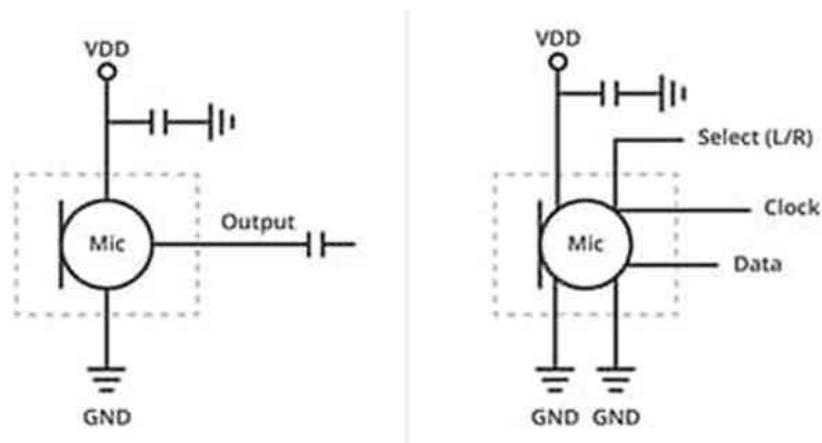


Figure 2-6 : Fonctionnement du microphone MEMS. [4]

-Remarque :

Pour comprendre le fonctionnement d'un microphone, il faut analyser ses deux caractéristiques principales qui sont la directivité et la sensibilité.

3 Directivité Du Microphone

La directivité du microphone représente sa réceptivité à la provenance du son. Selon que le microphone capte les sons largement autour de lui ou dans un espace délimité, on dira qu'il est omnidirectionnel, cardioïde, hyper cardioïde, ultra cardioïde (shoot gun) ou bidirectionnel (en huit).

Un microphone a généralement une directivité fixe. Cependant certains micros électrostatiques de studio ont une directivité variable, qui se règle par une petite molette située derrière le corps de l'appareil. La directivité du microphone relève d'un système acoustique, acheminant le son à la capsule par une sorte de "tuyauterie".

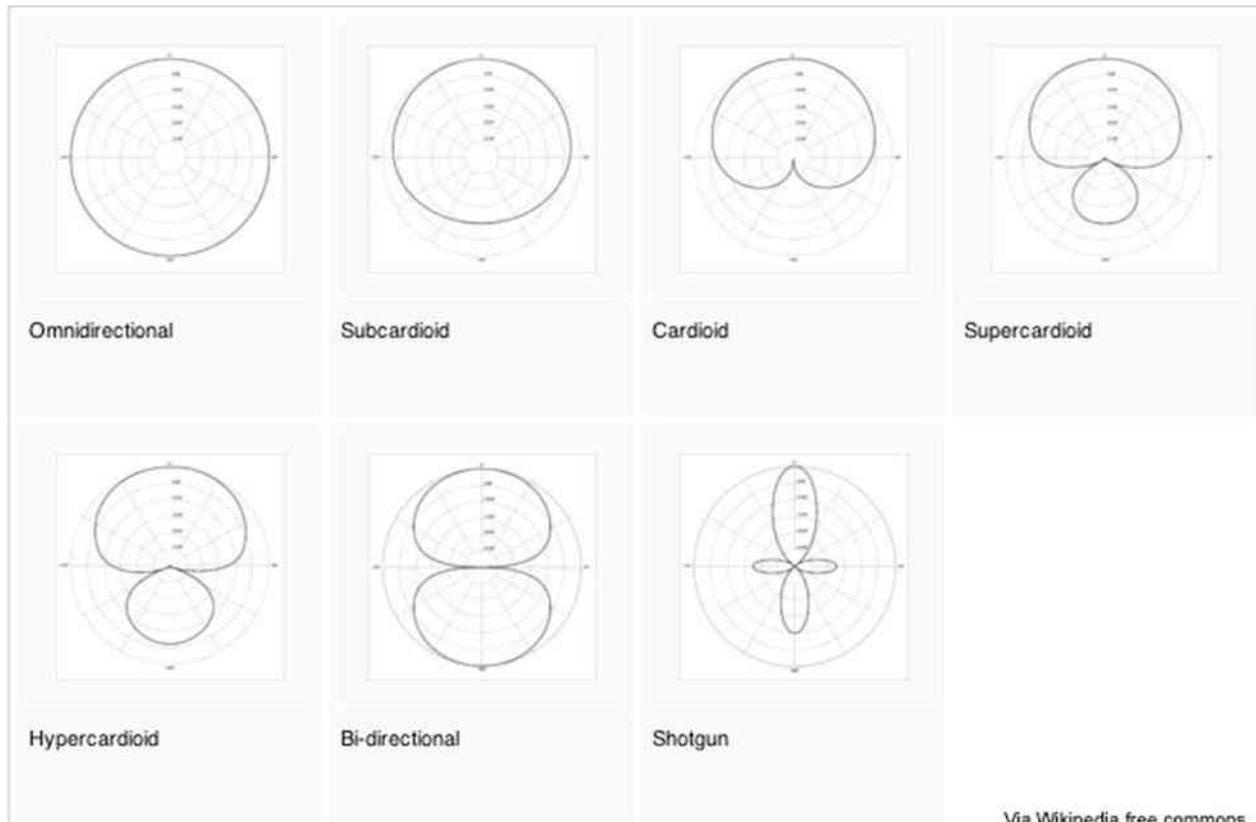


Figure 3-1 : Courbes de réponse de directivité des microphones. [6]

4 Utilité des multi microphones :

- **Définition :**

Les multi-microphones sont l'une des caractéristiques les plus efficaces de certaines aides auditives car ils peuvent fournir un certain niveau de réduction du bruit. L'effet est une réduction du bruit très utile qui peut vous permettre d'entendre et de mieux comprendre la parole dans des situations bruyantes. Certains utilisateurs d'aides auditives préfèrent contrôler le niveau de réduction du bruit appliqué, tandis que d'autres préfèrent la réduction entièrement automatique du bruit. Même la meilleure technologie de réduction du bruit, aujourd'hui, ne peut pas égaler les capacités de localisation ou de directivité des oreilles normales, mais les multi-microphones sont l'une des fonctionnalités de réduction de bruit les plus efficaces disponibles, aujourd'hui.

Si vous avez des problèmes d'audition dans le bruit, alors au moins, demandez à votre professionnel de la perte auditive des prothèses auditives multi-microphones et des ALD.

4.1 Les applications de multi microphone :

4.1.1 Conférence:

➤ Microphone de table multi capsules (MXA310)

Ce microphone de table multi capsules utilise la technologie SteerableCoverage : il assure une prise de son d'excellente qualité des personnes assises autour d'une table de conférence, quelle que soit ses dimensions et sa forme.

La technologie révolutionnaire de la suite DSP Shure comporte une couverture directionnelle™ avec des modèles de directivité sélectionnables sur 4 canaux indépendants pour capter la voix de l'orateur. Contrôler le microphone à l'aide du logiciel Designer de Shure ou d'une application Web sur navigateur. [7]

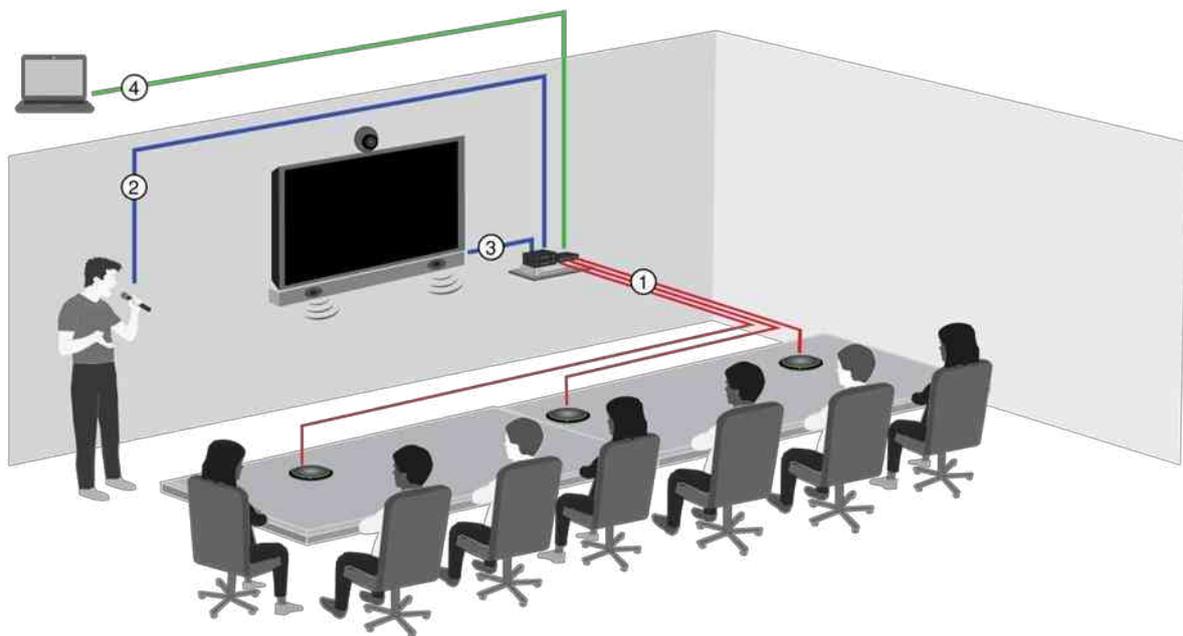


Figure 4-1 : Microphone de table multi capsules. [7]

➤ CMM3 USB Plug Mic Table

Microphone de conférence, Mouriv CMM3 USB Plug Mic Table Top Desktop Omnidirectionnel Condenseur Boundary Conférence Ordinateur Windows/Mac Microphone d'ordinateur de bureau pour Skype, Appels VoIP.

Ankuka Microphone Conférence USB Omnidirectionnel, Micro Condensateur Stéréo Portable pour Ordinateur PC, Visioconférence, Télétravail, Cours en Ligne, Jeux, Appels VoIP, Branchez & Jouez. [8]



Figure 4-2 : CMM3 USB Plug Mic Table. [8]

4.1.2 Reconnaissance:

➤ *Micro-casque filaire ou Bluetooth*

Dans le cas où l'utilisateur n'a pas de contraintes physiques, l'outil le mieux adapté est le micro casque. Le micro est en effet dans ce cas très proche de la bouche de l'utilisateur. Le micro-casque monaural Sennheiser PC7 USB est un bon exemple de casque à connexion filaire efficace. Le micro-casque professionnel Sennheiser DW Office. [9]



Figure 4-3 : Micro-casque filaire ou Bluetooth. [9]

➤ **Micro sur pied**

Particulièrement adapté aux utilisateurs ayant des contraintes physiques, les micros sur pied sont une autre solution pour les postes sédentaires. Les socles de ces micros ne sont pas assez lourds, le micro capte plus de bruits environnants. Nous vous recommandons le micro sur pied TableMike, spécifiquement conçu pour la dictée vocale avec Dragon. Il se compose d'une base très lourde et solide, ainsi que d'un micro statique. Selon le modèle choisi, la perche du micro est télescopique.

• **Utilisateurs de poste nomade :**

Pour ses utilisateurs devant fréquemment emmener leur matériel informatique dans leurs déplacements ou à leur domicile, nous conseillons l'utilisation d'un micro casque de type USB, voire Bluetooth. On ne recommande pas le module Bluetooth DW Office pour ces utilisateurs, car il est trop encombrant. Autre possibilité, en cas d'oubli de son micro casque, c'est l'utilisation du microphone intégré à votre ordinateur portable.

Nous recommandons l'utilisation d'un dictaphone pour l'enregistrement audio destiné à de futures transcriptions. Autre solution, utiliser le dictaphone intégré à son Smartphone. Enfin, il est parfois plus compliqué de récupérer les fichiers audio provenant d'un Smartphone que d'un dictaphone. [10]



Figure 4-4 : Micro sur pied. [10]

5 Schémas de multiplexeurs de son :

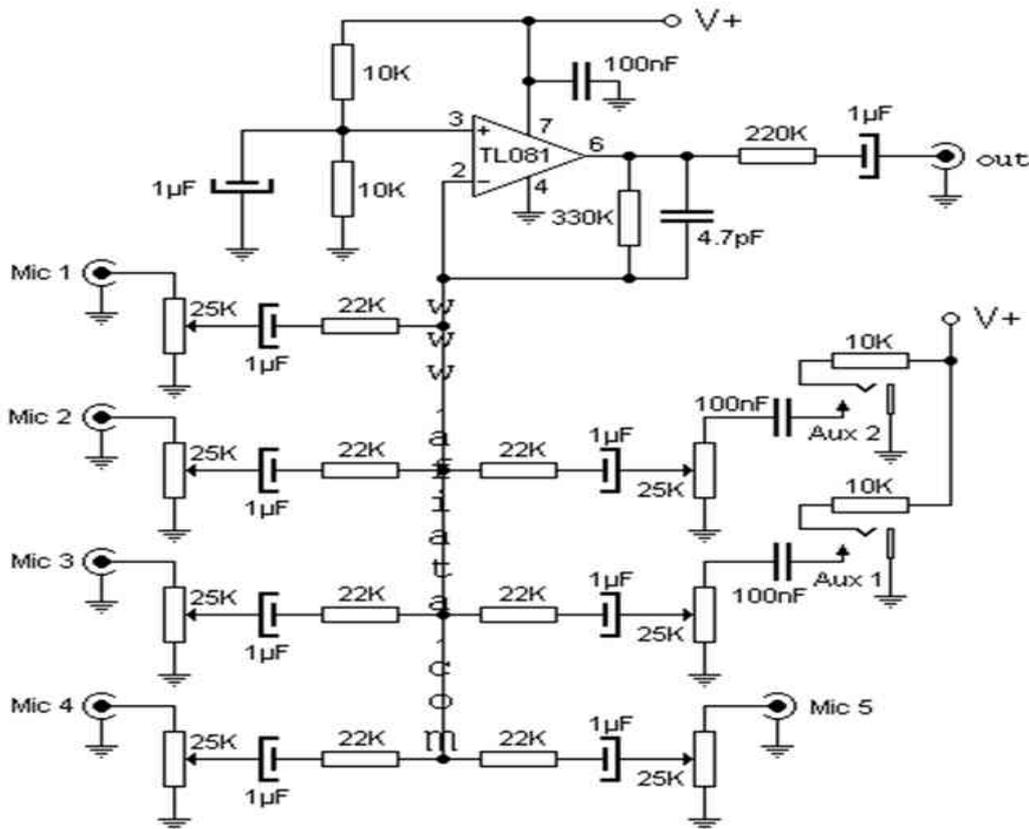


Figure 5-1 : Schéma de 1ér mixeur. [10]

Choisir un bon amplificateur de puissance est très simple mais choisir les préamplis micro parfaits n'est pas chose aisée, à cause du réglage du niveau de pression acoustique (SPL) avec le niveau de volt (dBu).

Faire correspondre les microphones et les préamplificateurs nécessite des recherches et des mesures appropriées, donc cela ne dépend pas de votre budget, mais de vos capacités et de votre expérience.

Vous devez déterminer si le microphone dans les pires conditions surchargerait les entrées du préampli de l'étage du préampli et s'il dégraderait les performances du matériel sonore du microphone.

La plupart des microphones à condensateur nécessitent une alimentation fantôme dans la gamme de 12 à 48 VDC, dont beaucoup s'étendent à 9-52 VDC, ne laissant que très peu d'entre eux qui n'ont vraiment besoin que de 48 VDC. La raison en est que la conception interne de la plupart utilise une forme de source de courant pour piloter la tension Zener (généralement 5 volts, parfois plus élevée), qui détermine la tension de polarisation et l'électronique de puissance.

Implique de vérifier les détails de la gamme de sélection finale est suffisant pour obtenir le préampli que vous utilisez, qu'il y a des indicateurs de surcharge ou de mesure pour vous aider à organiser, que le tuyau est compatible avec vos besoins de câble et que la couleur ne s'oppose pas à votre tour jacket.

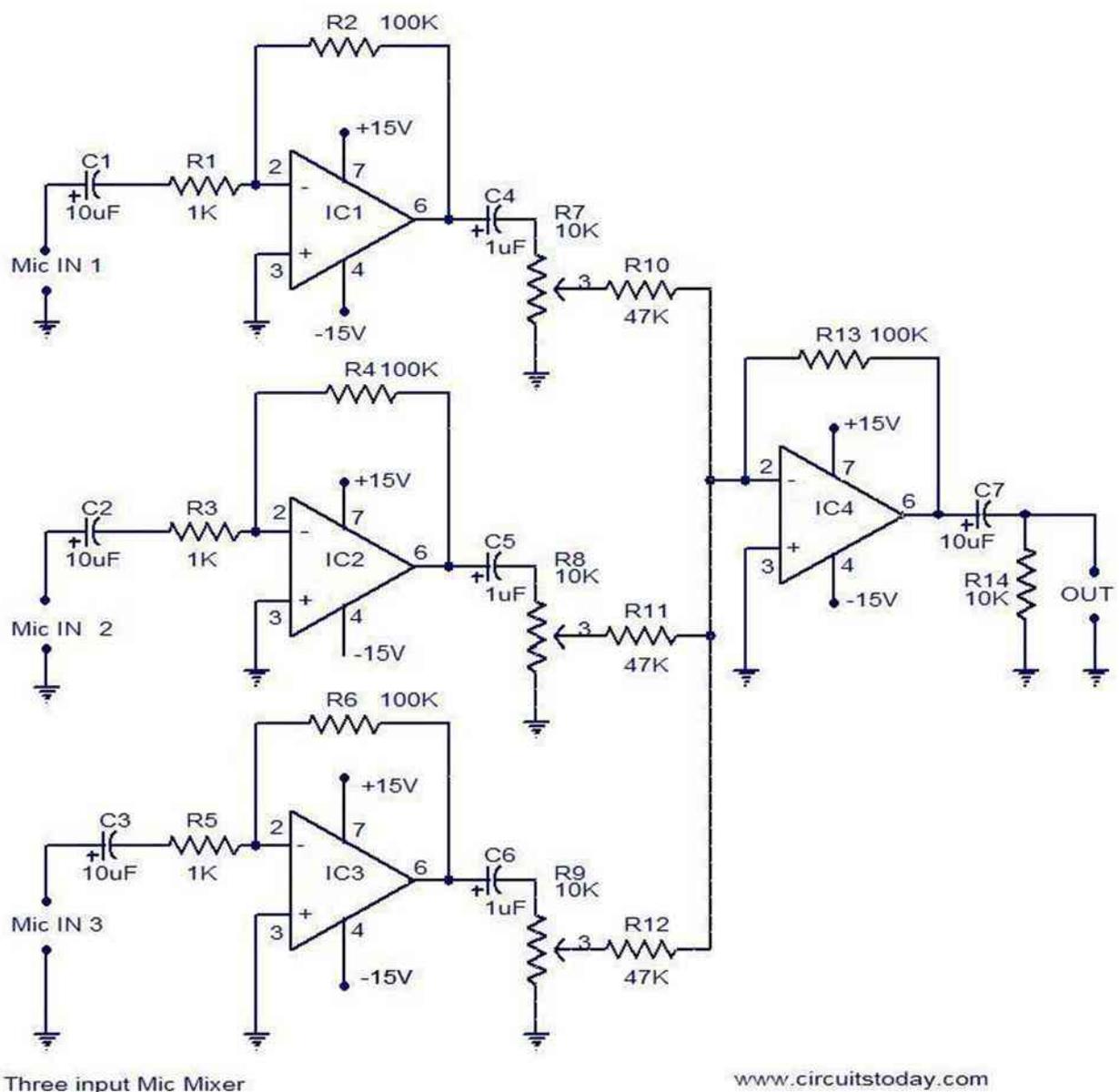


Figure 5-2 : Schéma de 2ème mixeur. [10]

Voici un simple circuit de mixage micro à 3 entrées utilisant les circuits intégrés populaires uA 741. Quatre 741 sont utilisés ici:

- IC1, IC2, IC3 sont utilisés comme préamplificateurs. Ils produisent un gain d'environ 40 décibels pour les signaux d'entrée individuels.
- L'IC4 est câblé comme un amplificateur de sommation pour ajouter les signaux de trois préamplificateurs. IC4 donne également un gain d'environ 5 décibels au signal de sortie final. Le gain total du système est d'environ 45 décibels.

- **Remarques**

- Assemblez le circuit sur un PCB de bonne qualité.
- Une double alimentation +15 / -15 V CC est nécessaire pour alimenter le circuit.
- Toutes les entrées et sorties doivent être connectées par rapport à la terre.
- Les circuits intégrés doivent être montés sur des supports.
- Les condensateurs électrolytiques C1, C2 et C3 doivent être évalués à 10 V et les autres condensateurs doivent être de 30 V.

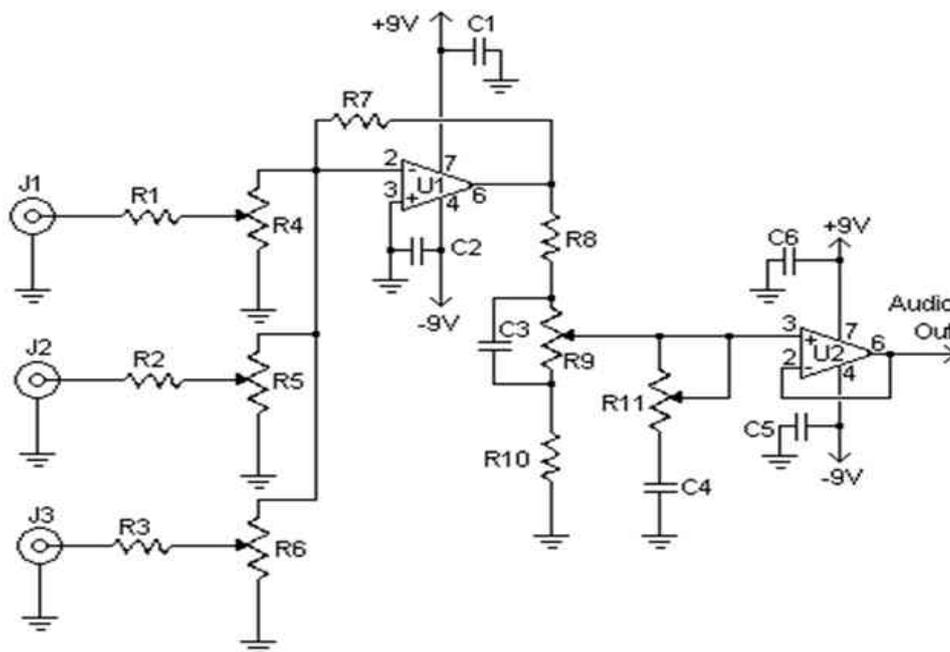


Figure 5-3 : Schéma de 3ème mixeur. [10]

Cette table de mixage relativement simple a été conçue pour trois microphones dynamiques, mais peut être repensée pour plus ou moins. Des commandes de niveau et de tonalité sont disponibles pour adapter le son à vos besoins.

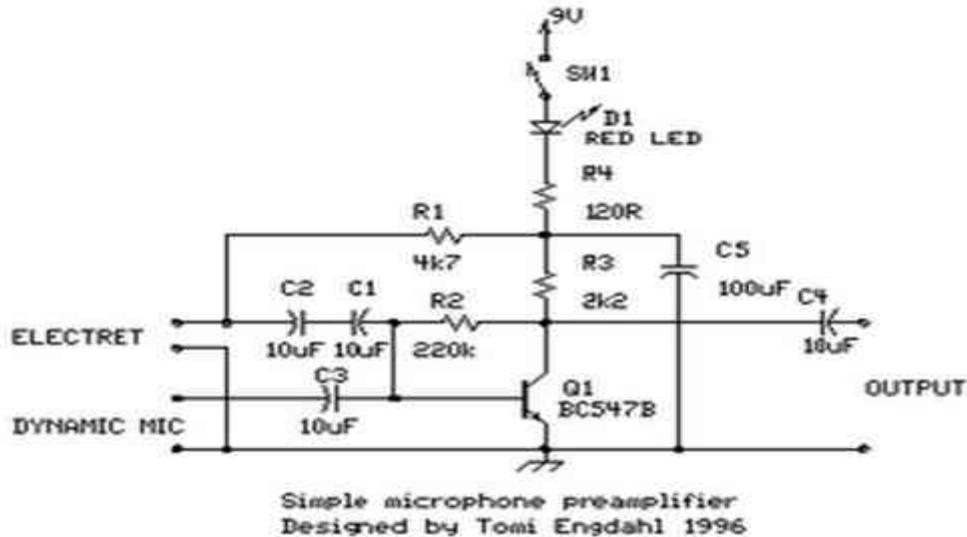


Figure 5-4 : Schéma de 4^{ème} mixeur. [10]

Le circuit est un simple amplificateur à un transistor avec une amplification d'environ 30 à 40 dB (dépend du transistor, de la température et de la tension). L'entrée micro dynamique est juste un simple circuit d'amplification à un transistor sans rien de spécial. La LED D1 a été prise en compte lors de la conception du circuit d'amplification construit autour de Q1. La résistance R4 et le condensateur C5 créent un filtre pour filtrer le bruit éventuel provenant de la batterie ou d'une autre source d'alimentation qui est utilisée pour alimenter ce circuit.

Les condensateurs C1, C2 et C3 sont utilisés pour bloquer la polarisation CC sur la base Q1 pour sortir de l'entrée du microphone vers le microphone (la polarité de tous les condensateurs est lignée droite = + et ligne courbe = -).

L'entrée de microphone à électret a une résistance R1 pour alimenter le courant à travers la capsule de microphone à électret lorsqu'elle est connectée à l'entrée de microphone à électret.

Le microphone à électret a besoin d'un courant (environ 1 mA) qui le traverse pour fonctionner, car il y a un petit circuit d'amplification à l'intérieur de la capsule du microphone. Ce circuit convient à toutes les capsules d'électret bon marché typiques disponibles dans n'importe quel magasin de composants électroniques.

Étant donné que les microphones à électret ont une sortie de niveau de signal plus élevée, il est assez facile de saturer l'amplificateur lorsque vous criez au microphone à électret. Le circuit est parti pour construire une petite boîte en métal comme dans l'image ci-dessus.

Mettez également la pile 9V dans le boîtier. L'alimentation par batterie et le boîtier métallique éloignent les bruits externes et les sources d'interférences.

On a utilisé une prise jack 6,3 mm standard pour microphone dynamique et une prise jack mono 3,5 mm pour microphone électret, toutes deux installées à partir du panneau de la boîte métallique. Le voyant et les interrupteurs d'alimentation sont également installés sur le panneau avant.

- Dans notre expérience, nous voulions amplifier le son des microphones au moyen de matrice de microphone Dans le premier, nous avons choisi un schéma approprié, que nous avons installé et fait une sélection,

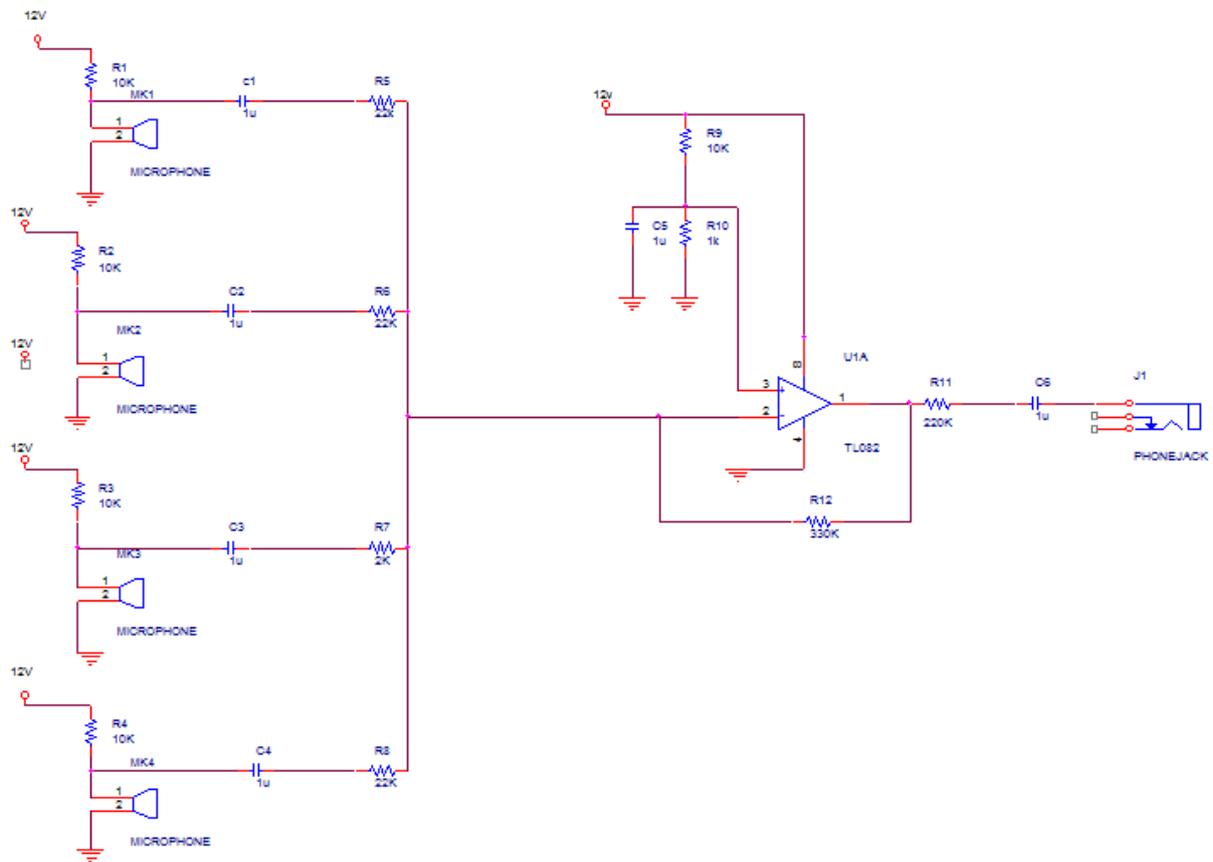


Figure 5-5 : Schéma de 5ème mixeur.

6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné des notions de base sur les microphones, la description et le fonctionnement. Ainsi, nous présentons la directivité de microphone. Nous avons également parlé de l'utilisation de multi microphone et de ses applications.

**CHAPITRE 2 : QUELQUES APPLICATIONS
RECENTES DES MATRICES DE MICROPHONES**

1 1er article: A Microphone Array for Hearing Aids

Un système de réception acoustique directionnel est construit sous la forme d'un collier comprenant un ensemble de deux ou plusieurs micros montés sur un boîtier supporté sur la poitrine d'un utilisateur par une boucle conductrice encerclant le cou des utilisateurs. Des traiteurs de signaux électroniques contenus dans un même boîtier reçoivent et combinent les signaux du microphone de manière à fournir un signal de sortie amplifié qui accentue les sons d'intérêt arrivant dans une direction en avant de l'utilisateur. Le signal de sortie amplifié conduit la boucle conductrice de support pour produire un champ magnétique représentatif. Une électroacoustique transducteur comprenant une bobine de captage de champ magnétique pour recevoir le champ magnétique est monté dans ou sur le l'oreille de l'utilisateur et génère un signal acoustique représentatif des sons d'intérêt. Les signaux de sortie du microphone sont pondérés (mis à l'échelle) et combinés pour obtenir les réponses la directivité spatiale souhaitée. Les coefficients de pondération sont déterminés par un processus d'optimisation. En filtrant la bande passante des signaux de microphone pondérés avec un ensemble de filtres couvrant la gamme de fréquences audio et additionnant les signaux filtrés, un réseau de microphones de réception avec une petite ouverture est amené à avoir une directivité modèle qui est essentiellement uniforme sur la fréquence dans deux ou trois dimensions.

Cette méthode permet de concevoir des appareils auditifs hautement directifs qui sont confortables, discrets et pratiques à utiliser. Le tableau offre à l'utilisateur une amélioration de la perception et de la parole par rapport à la conception d'aides auditives existante, en particulier en présence de bruit de fond, réverbération et larsen. [11]

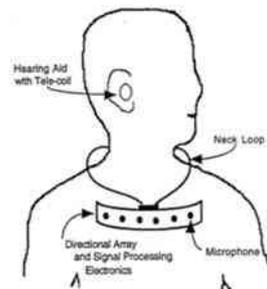


Figure 1-1 : «Collier» monté sur la poitrine, Réseau de microphones directionnels avec tour de cou et prothèse auditive avec Tele-coil. [11]

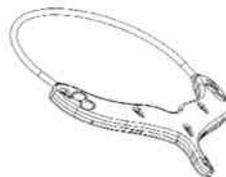


Figure 1-2 : La géométrie de conception actuelle du réseau. [11]

2 2ème article: SoundCompass “A Distributed MEMS Microphone Array-Based Sensor for Sound Source Localization”

La localisation des sources sonores est un sujet bien documenté avec des applications allant de la localisation des tirs de tireurs d'élite sur les champs de bataille urbains au catalogage de la faune dans les zones rurales. Une application critique est la localisation des sources de pollution sonore dans les

environnements urbains, en raison d'un nombre croissant de preuves établissant un lien entre la pollution sonore et les effets néfastes sur la santé humaine. Les techniques actuelles de cartographie du bruit échouent souvent à identifier avec précision les sources de pollution sonore, car elles reposent sur l'interpolation d'un nombre limité de capteurs sonores diffusés. Dans le but de produire des cartes précises de la pollution sonore, nous avons développé le SoundCompass, un capteur sonore à faible coût capable de mesurer les niveaux de bruit locaux et la directionnalité du champ sonore. Notre premier prototype est composé d'un réseau de capteurs de 52 microphones de systèmes microélectromécaniques (MEMS), d'une unité de mesure inertielle et d'un réseau de portes programmables sur le terrain (FPGA) de faible puissance. Cet article présente la conception du matériel et du micrologiciel du SoundCompass ainsi qu'une technique de fusion de données qui exploite les capacités de détection du SoundCompass dans un réseau de capteurs sans fil pour localiser les sources de pollution sonore. Les tests en direct ont produit une précision de localisation de la source sonore de quelques centimètres dans une chambre anéchoïque de 25 m², tandis que les résultats de la simulation ont localisé avec précision jusqu'à cinq sources sonores à large bande dans un champ ouvert de 10 000 m². [12]

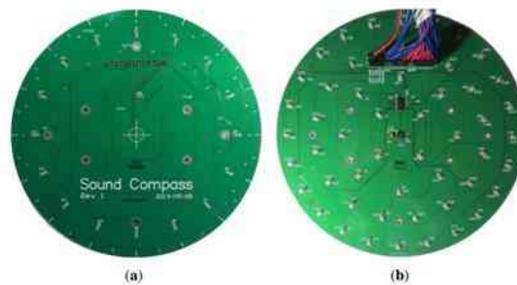


Figure 2-1 : La carte de circuit SoundCompass sans la carte d'extension FPGA (Field Programmable Gate Array). (a) La vue de dessus du réseau de microphones SoundCompass ; (b) la vue de dessous du réseau de microphones SoundCompass avec le câble de débogage attaché. [12]

CHAPITRE3 : REALISATION PRATIQUE

1 Introduction :

Plusieurs microphones sont utilisés pour capturer des sons proches et lointains qu'un seul microphone ne peut pas détecter. Dans ce chapitre, nous avons appliqué un certain nombre d'études pour trouver des solutions et aborder la réponse résultant du réseau de microphones.

2 Appareils utilisés:

2.1 Appareils usagés:

Nous avons étudié en utilisant des microphones ainsi que l'amplificateur TL082 sont liés à certains paramètres

2.1.1 Le TL082:

- Connexion typique :

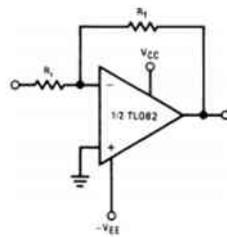


Figure 2-1 : schéma de TL082. [13]

- Diagramme de connexion :

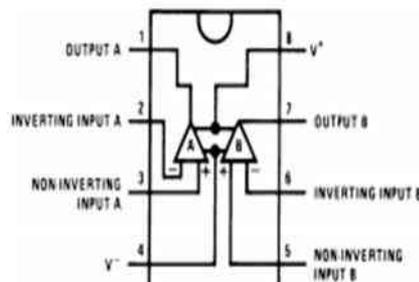


Figure 2-2 : Boitier PDP/SOIC(vue de dessus). [13]

- Propriétés :
 - Tension de décalage ajustée en interne: 15 mV.
 - Faible courant de polarisation d'entrée: 50 pA.
 - Faible tension de bruit d'entrée: $16\text{nV} / \sqrt{\text{Hz}}$.
 - Faible courant de bruit d'entrée: $0,01\text{ pA} / \sqrt{\text{Hz}}$.
 - Bande passante à gain large: 4 MHz.
 - Taux de balayage élevé: $13\text{ V} / \mu\text{s}$.
 - Faible courant d'alimentation: 3,6 mA.
 - Impédance d'entrée élevée: 1012Ω .
 - Faible distorsion harmonique totale: $\leq 0,02\%$.

- Angle de bruit faible 1 / f: 50 Hz.
- Temps de stabilisation rapide à 0,01%: 2 μ s. [13]

3 Audacity :

Audacity est un éditeur audio libre, à la fois complet et simple d'utilisation. Parmi les nouveautés de la version 2.0, il est intéressant de signaler l'amélioration d'effets tels que l'Equalization, la suppression du bruit et la normalisation. En prime, un système de récupération automatique est proposé en cas de plantage ou autre cessation d'activité anormale du programme. [14]

4 Technique de travail:

- **1er méthode :**

Dans cette méthode on utilise le type de microphone électret.

Tableau 4-1 : Explication de la 1ère méthode.

	Nbr de mic	Architecture	Distance	Angle
1 ^{er} cas	1 microphone	1 ^{er} architecture	12.5	0, 45, 135, 180, 225, 270, 315, 360
2 ^{ème} cas	3 microphones	1 ^{er} architecture	12.5	0, 45, 135, 180, 225, 270, 315, 360
			19	
			23	
		2 ^{ème} architecture	12.5	0, 45, 135, 180
			19	
			23	
		3 ^{ème} architecture	12.5	0, 45, 135, 180
			19	
			23	
3 ^{ème} cas	5 microphones	1 ^{er} architecture	23	0, 45, 135, 180
		2 ^{ème} architecture	23	
		3 ^{ème} architecture	23	

Remarque : dans le premier cas on utilise 3 fréquences (1kHz, 5kHz, 10kHz).

- **2ème méthode :**

Dans cette méthode on utilise le type de microphone MEMS.

Tableau 4-2 : *Explication de la 2ème méthode.*

	Nbr de mic	Architecture	Angle
1 ^{er} cas	1 microphone	1 ^{er} architecture	0, 45, 135, 180, 225, 270, 315, 360
2 ^{ème} cas	3 microphones	1 ^{er} architecture	0, 45, 135, 180, 225, 270, 315, 360
		2 ^{ème} architecture	0, 45, 135, 180
		3 ^{ème} architecture	0, 45, 135, 180
3 ^{ème} cas	5 microphone	1 ^{er} architecture	0, 45, 135, 180, 225, 270, 315, 360
		2 ^{ème} architecture	0, 45, 135, 180
		3 ^{ème} architecture	0, 45, 135, 180

Remarque : dans cette méthode on utilise une seule distance 15 cm.

- **3ème méthode :**

Dans cette méthode on utilise le type de microphone électret

Tableau 4-3 : *Explication de la 3ème méthode.*

	Nbr de mic	La distance	Architecture
1 ^{er} cas	1 microphone	7.5	1 ^{er} architecture
		10	
2 ^{ème} cas	7 microphones	7.5	1 ^{er} architecture (état : en x,y)
		10	
		7.5	2 ^{ème} architecture (état : en x,z)
		10	

- **1er méthode :**

- **1er cas :**

- **1er architecture :**

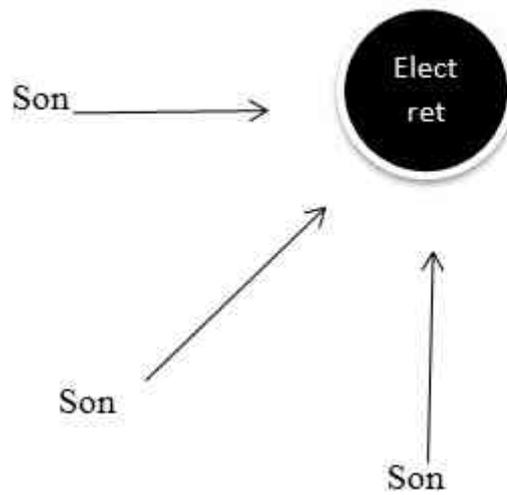


Figure 4-1 : l'architecture de microphone dans la 1er cas.

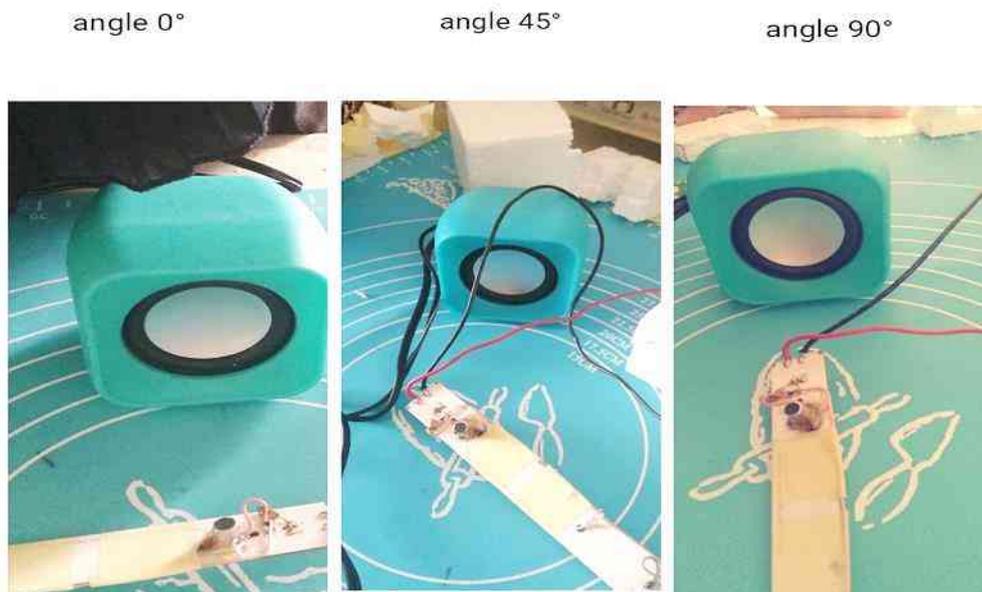


Figure 4-2 : 1er architecture de microphone dans la 1re cas.

Tableau 4-4 : Les mesures de l'amplitude de microphone dans le 1^{er} cas

Angle(°)	Amp1 1khz	Amp2 5khz	Amp3 10khz
0	0.5	0.55	0.6
45	0.5	0.55	0.6
90	0.5	0.55	0.6
135	0.5	0.55	0.6
180	0.5	0.55	0.6

225	0.5	0.55	0.6
270	0.5	0.55	0.6
315	0.5	0.55	0.6
360	0.5	0.55	0.6



Figure 4-3 : Résulta de 1re architecture dans le 1er cas.

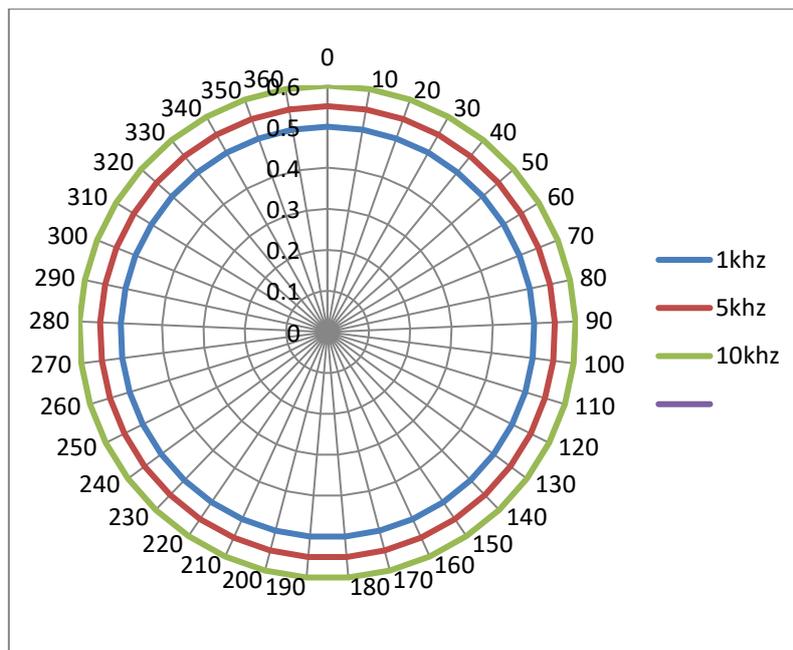


Figure 4-4 : Diagramme de la réponse de microphone dans le 1^{er} cas .

• 2^{ème} cas :

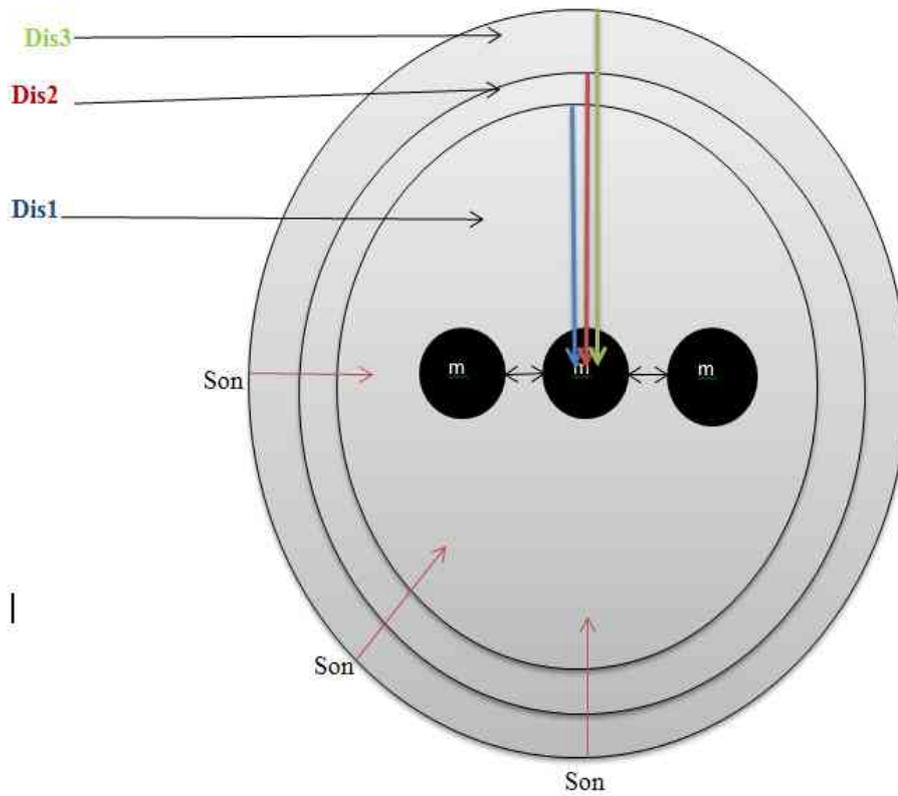


Figure 4-5 : l'architecture de microphone dans 2^{ème} cas.

• 1^{er} architecture :

angle 0°

angle 45°

angle 90°

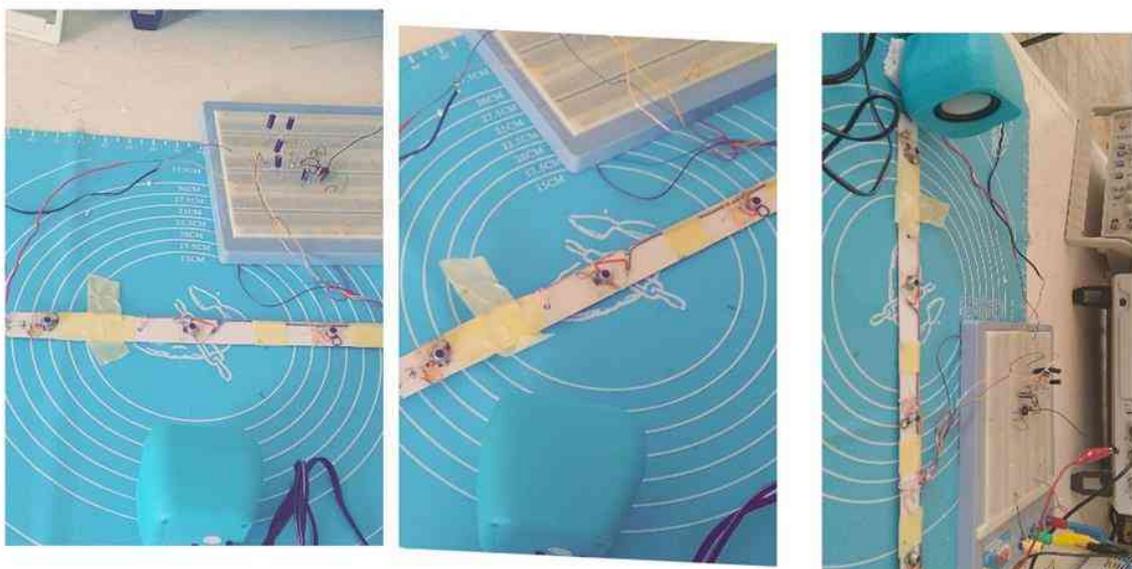


Figure 4-6 : 1^{er} architecture de microphone dans la 2^{ème} cas (dis 1)

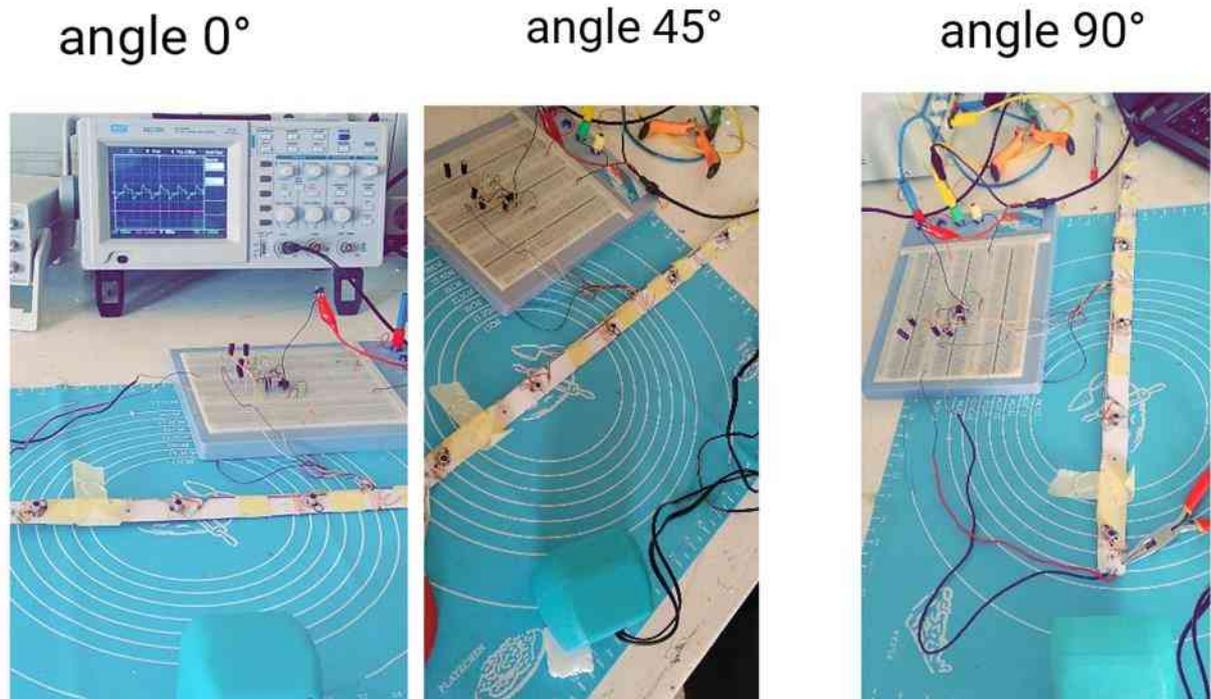


Figure 4-7 : 1^{er} architecture de microphone dans la 2^{ème} cas (dis 2)

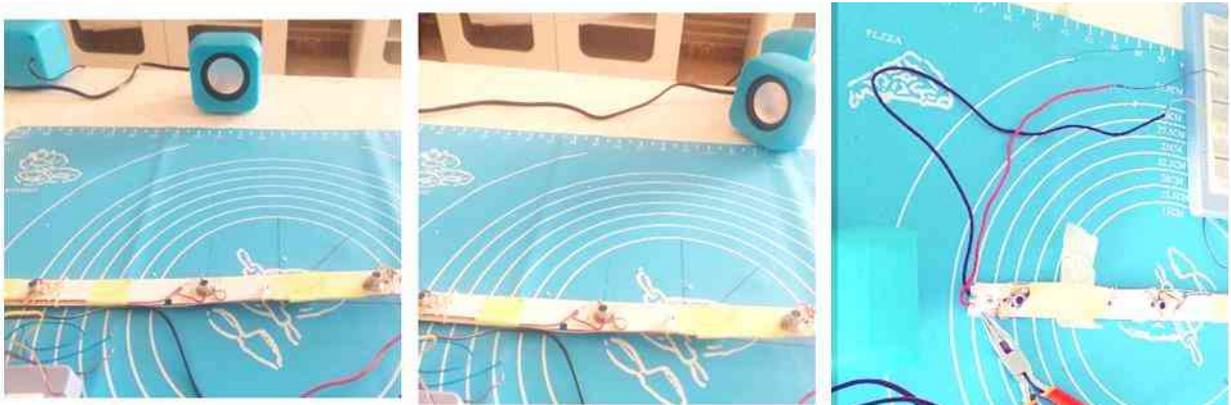


Figure 4-8 : 1^{er} architecture de microphone dans la 2^{ème} cas (dis 3).

Tableau 4-5 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 1^{ère} architecture dans la 2^{ème} cas.

Angle (°)	Amp 1 Dis1	Amp 2 Dis2	Amp 3 Dis3
0	0.7	0.5	0.16
45	0.6	0.4	0.12
90	0.5	0.25	0.1
135	0.6	0.4	0.12

180	0.7	0.5	0.16
225	0.6	0.4	0.12
270	0.5	0.25	0.1
315	0.6	0.4	0.12
360	0.7	0.5	0.16

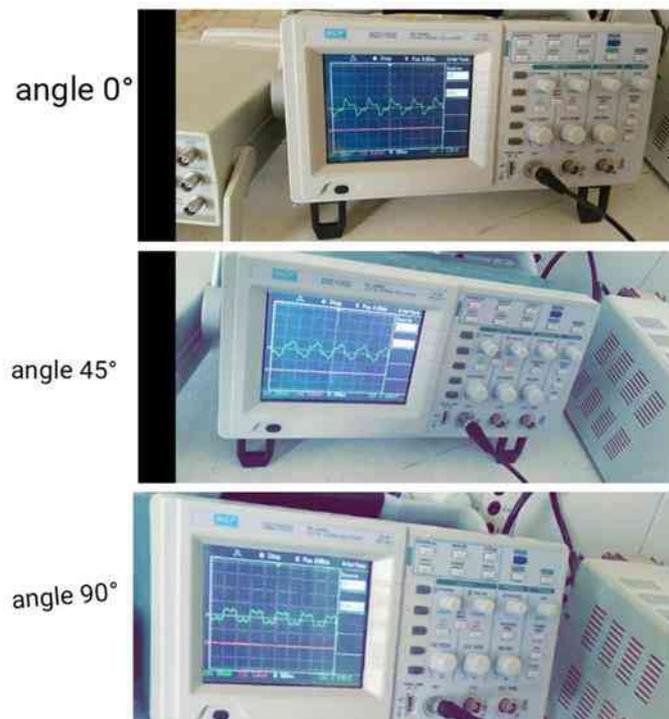


Figure 4-9 : Résulta de 1^{re} architecture dans la 2^{eme} cas (dis 1).

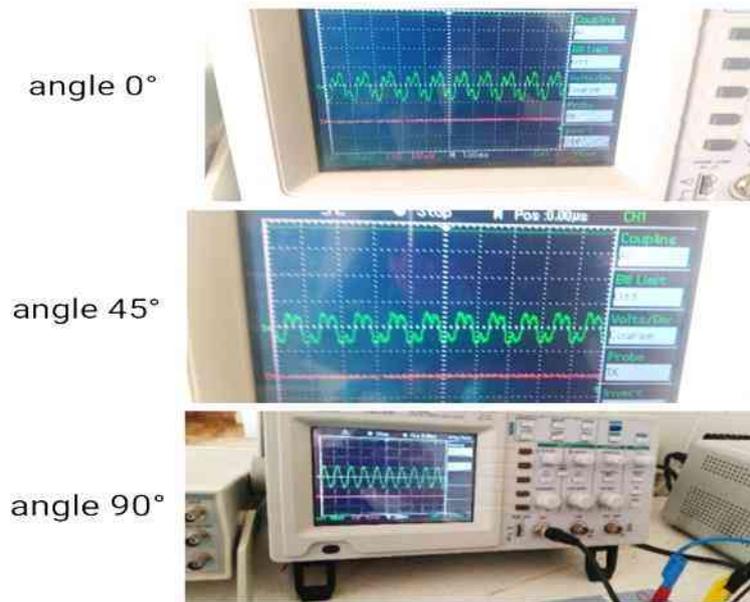


Figure 4-10 : Résultats de 1^{re} architecture dans la 2^{ème} cas (dis 2).

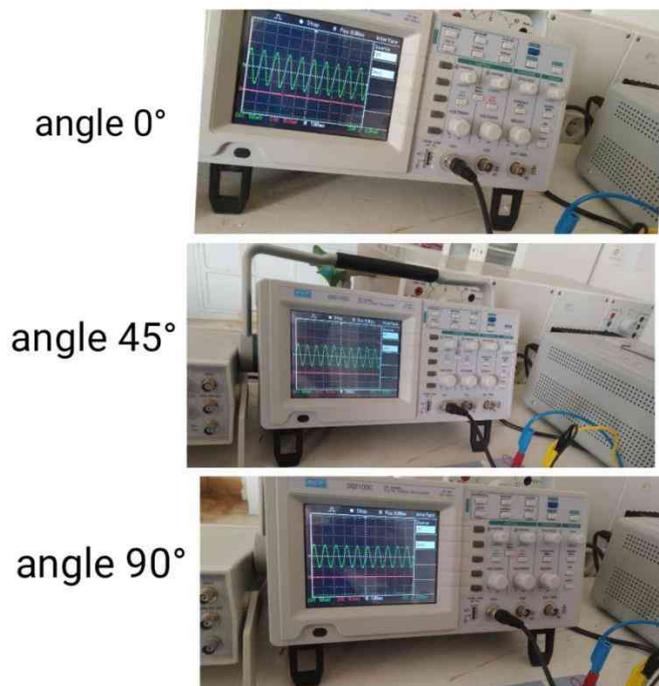


Figure 4-11 : Résultats de 1^{re} architecture dans le 2^{ème} cas (dis 3).

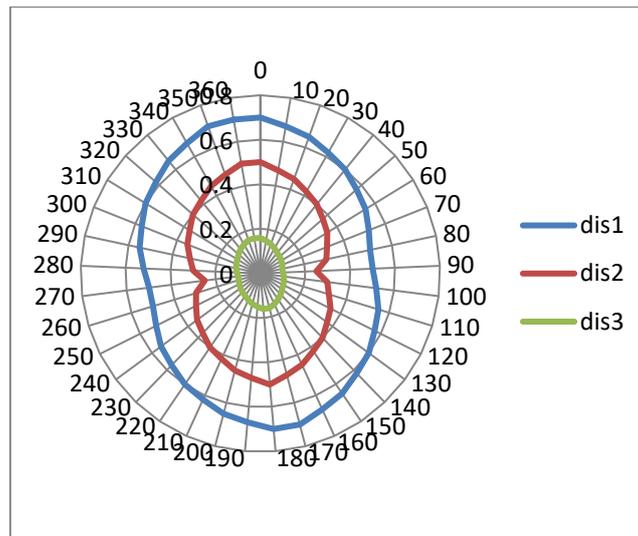


Figure 4-12 : Diagramme de la réponse de microphone de 1^{er} architecture dans la 2^{ème} cas

- 2^{ème} architecture :

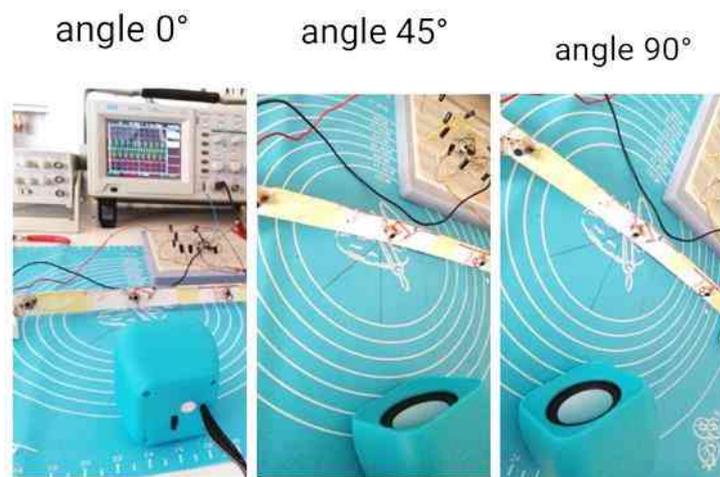


Figure 4-13 : 2^{ème} architecture de microphone dans la 2^{ème} cas (dis 1).

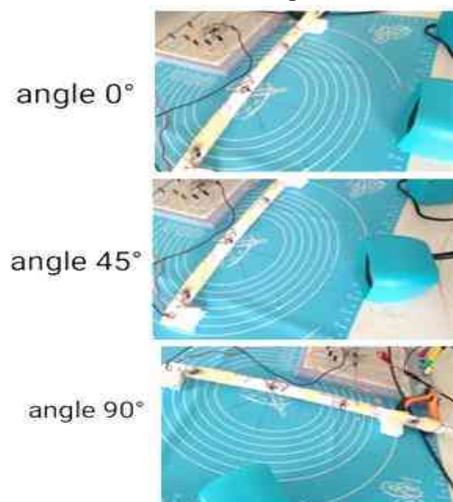
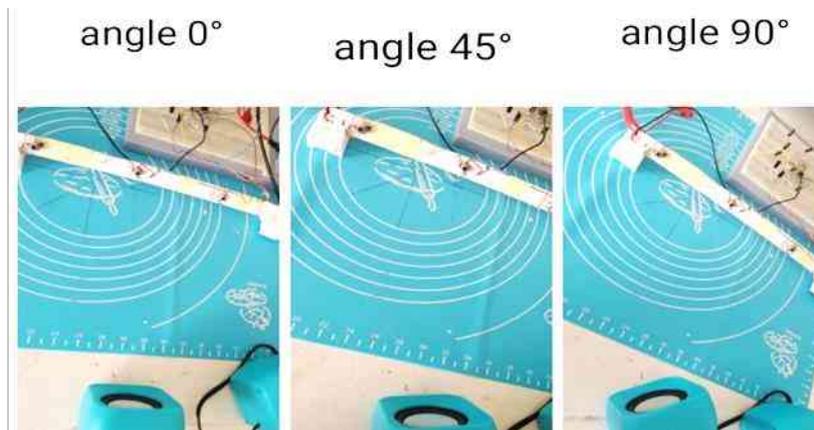


Figure 4-14 : 2^{ème} architecture de microphone dans la 2^{ème} cas (dis 2).Figure 4-15 : 2^{ème} architecture de microphone dans la 2^{ème} cas (dis 3).Tableau 4-6 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 2^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.

Angle(°)	Amp1 (v) Dis1	Amp2 (v) Dis2	Amp3 (v) Dis3
0	0.15	0.09	0.06
45	0.13	0.08	0.05
90	0.11	0.06	0.04
135	0.13	0.08	0.05
180	0.15	0.09	0.06

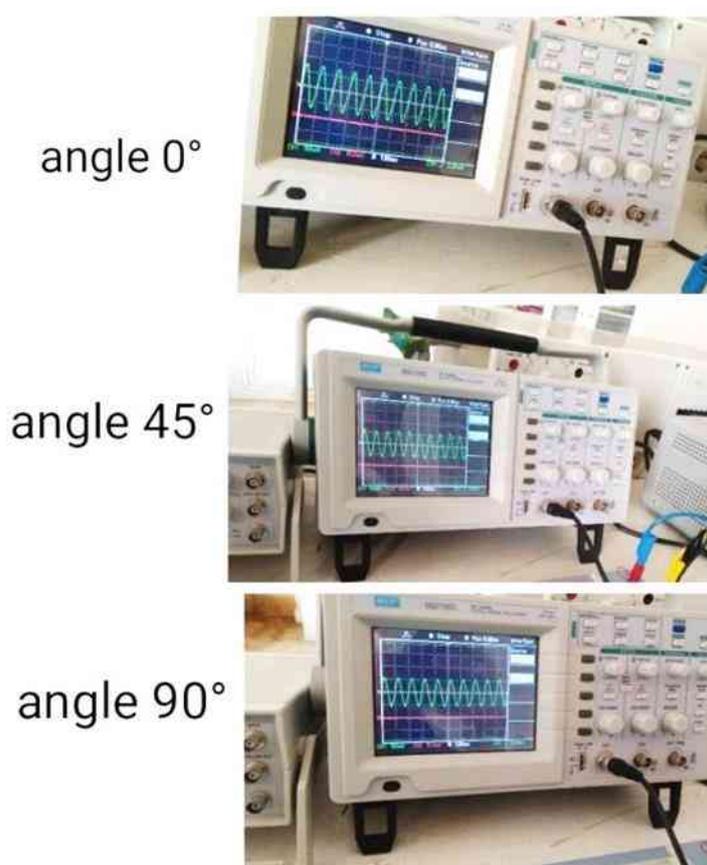


Figure 4-16 : Résultats de 2^{ème} architecture dans la 2^{ème} cas (dis 1).

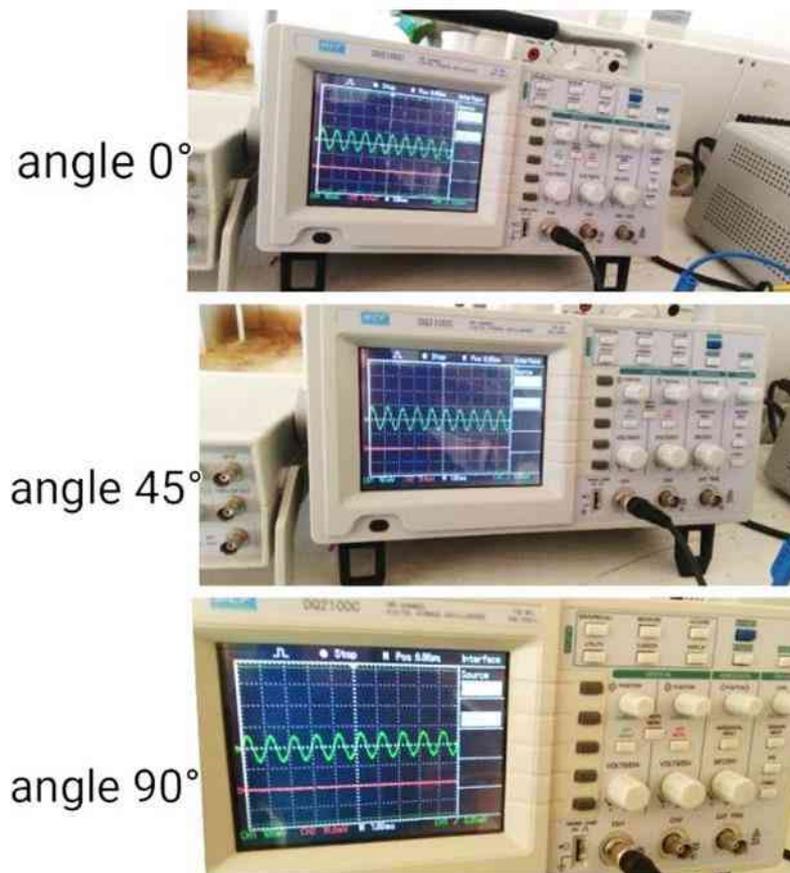


Figure 4-17 : Résultats de 2^{ème} architecture dans la 2^{ème} cas (dis 2).

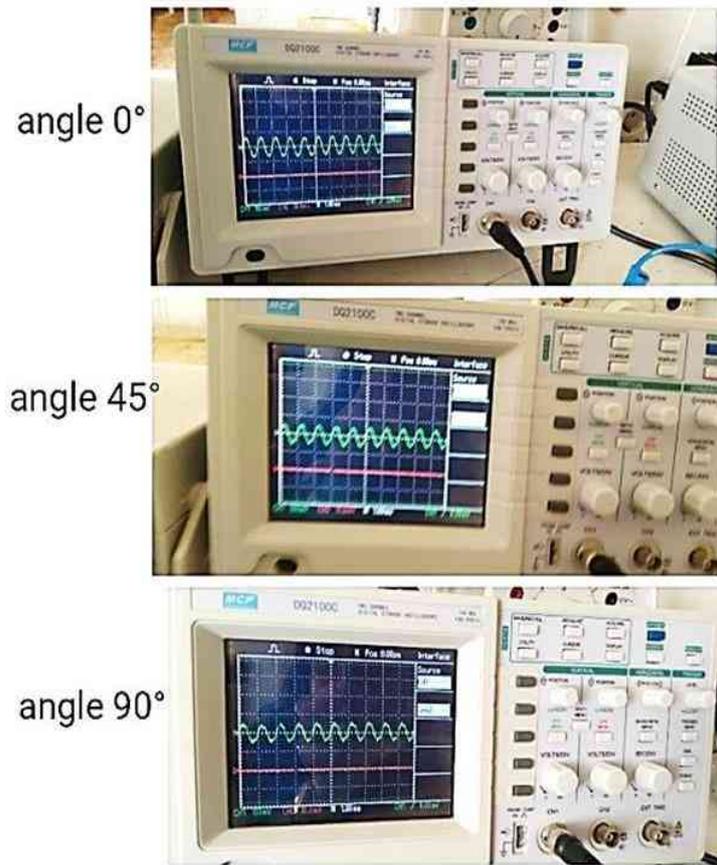


Figure 4-18 : Résultats de 2^{ème} architecture dans la 2^{ème} cas (dis 3).

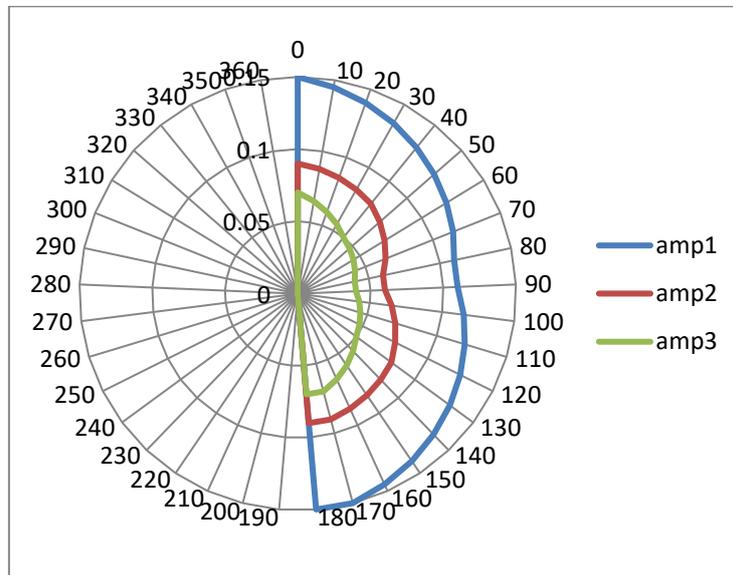


Figure 4-19 : Diagramme de la réponse de microphone de 2^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.

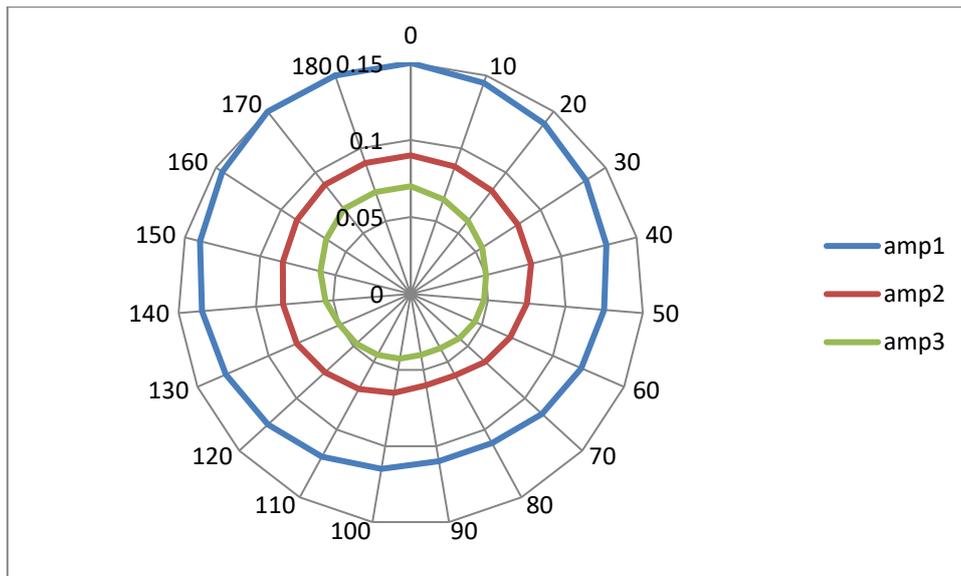


Figure 4-20 : Diagramme de la réponse de microphone de 2^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.

- 3^{ème} architecture :

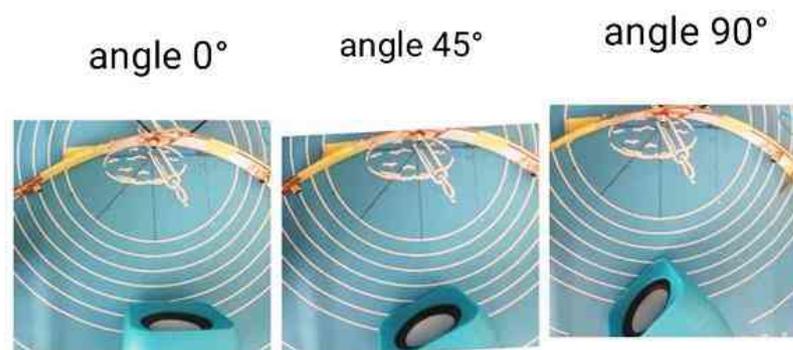


Figure 4-21 : 3^{ème} architecture de microphone dans le 2^{ème} cas (dis 1).

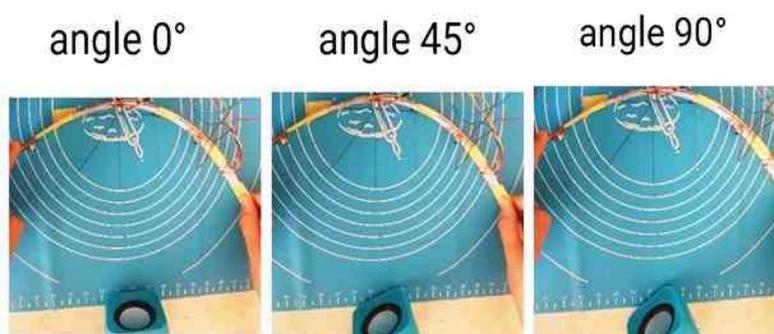


Figure 4-22 : 3^{ème} architecture de microphone dans la 2^{ème} cas (dis 2).

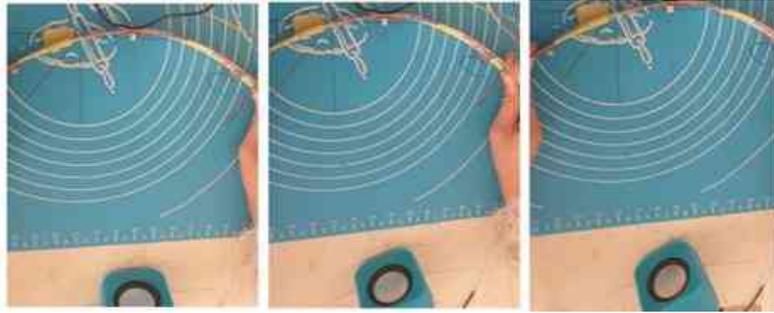


Figure 4-23 : 3^{ème} architecture de microphone dans la 2^{ème} cas (dis 3).

Tableau 4-7 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 3^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.

Angle(°)	Amp1 (v) Dis1	Amp2 (v) Dis2	Amp3 (v) Dis3
0	0.6	0.4	0.34
45	0.6	0.4	0.34
90	0.6	0.4	0.34
135	0.6	0.4	0.34
180	0.6	0.4	0.34

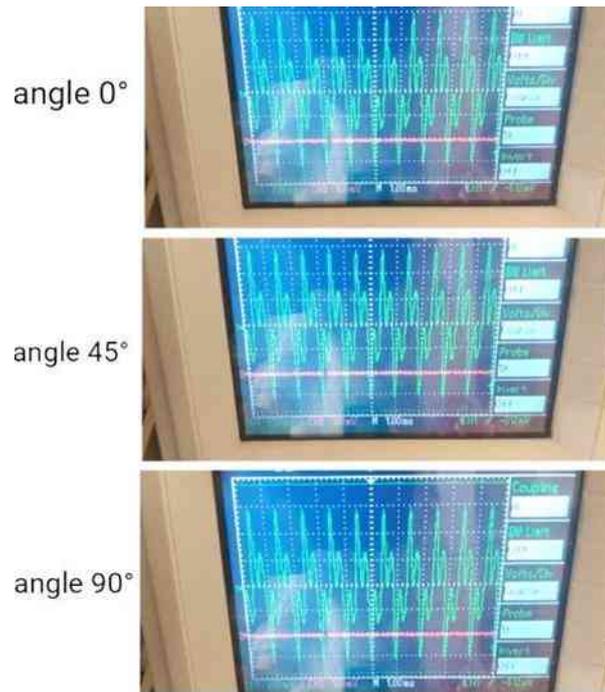


Figure 4-24 : Résultats de 3^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas (dis 1).

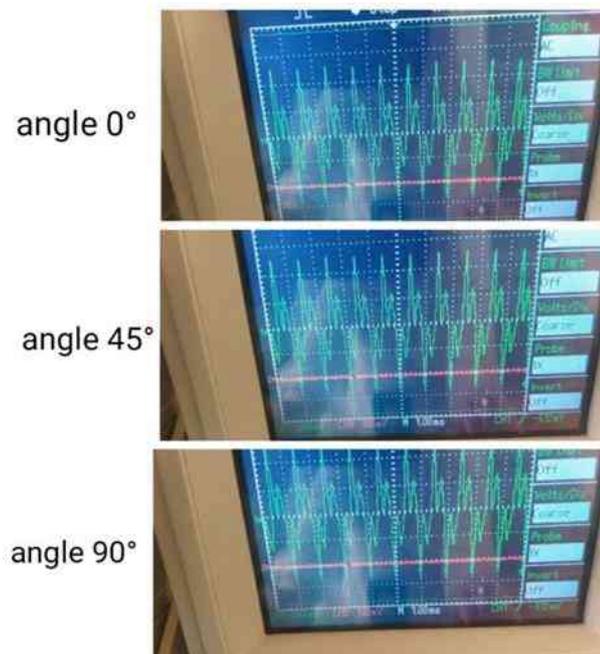


Figure 4-25 : Résultats de 3^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas (dis 2).

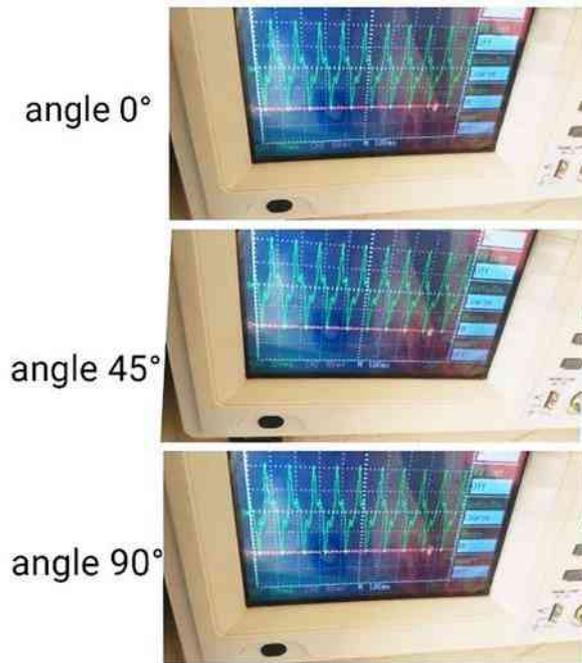


Figure 4-26 : Résultats de 3^{ème} architecture dans la 2^{ème} cas (dis 3).

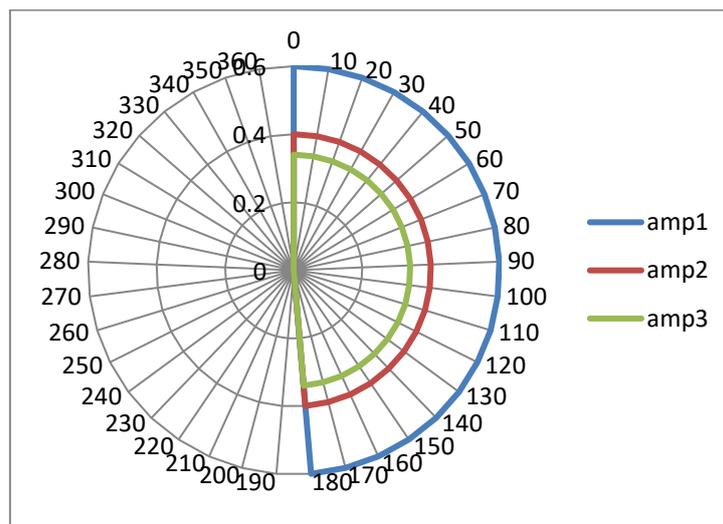


Figure 4-27 : Diagramme de la réponse de microphone de 3^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.

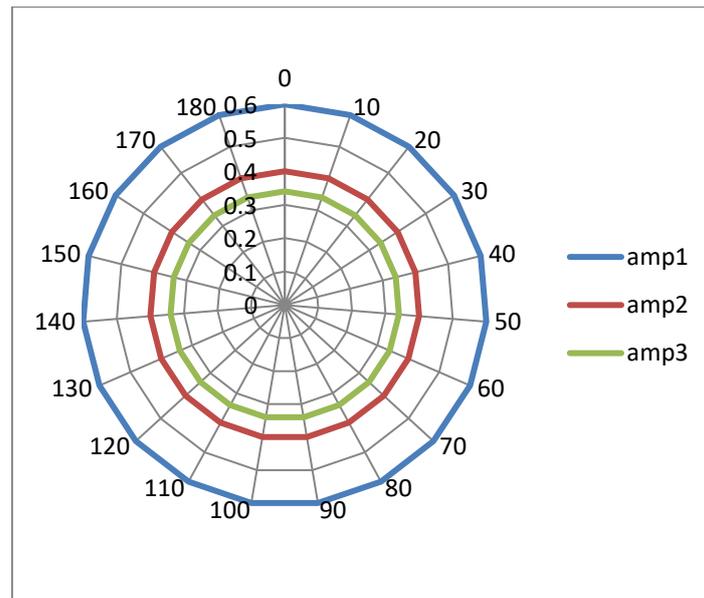


Figure 4-28 : Diagramme de la réponse de microphone de 3^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.

- 3^{ème} cas :

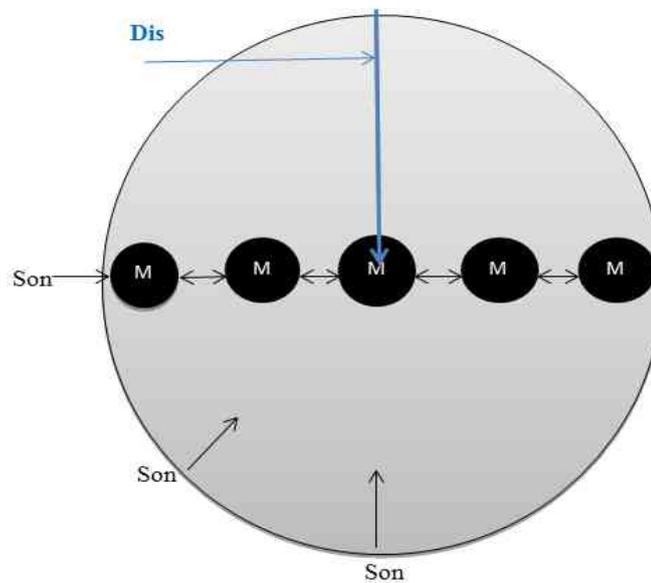


Figure 4-29 : L'architecture des microphones dans le 3^{ème} cas.

- 1^{er} architecture :

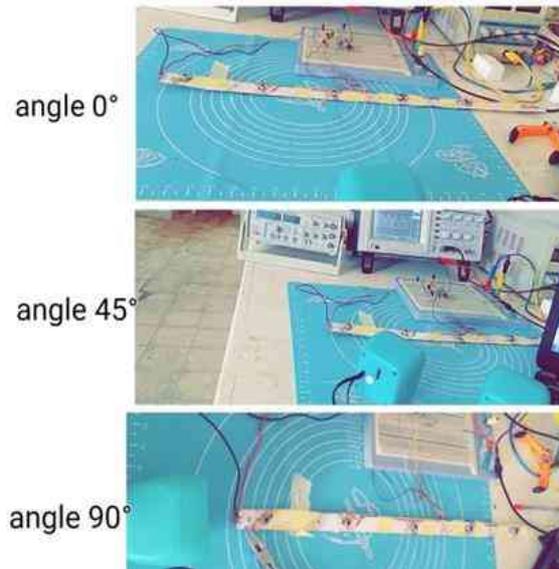


Figure 4-30 : 1^{er} architecture de microphone dans le 3^{ème} cas.

Tableau 4-8 : Les mesures de l'amplitude de microphone dans 1^{er} architecture.

Angle (°)	Amp (v)
0	0.16
45	0.14
90	0.32
135	0.14
180	0.16
225	0.14
270	0.34
315	0.14
360	0.16

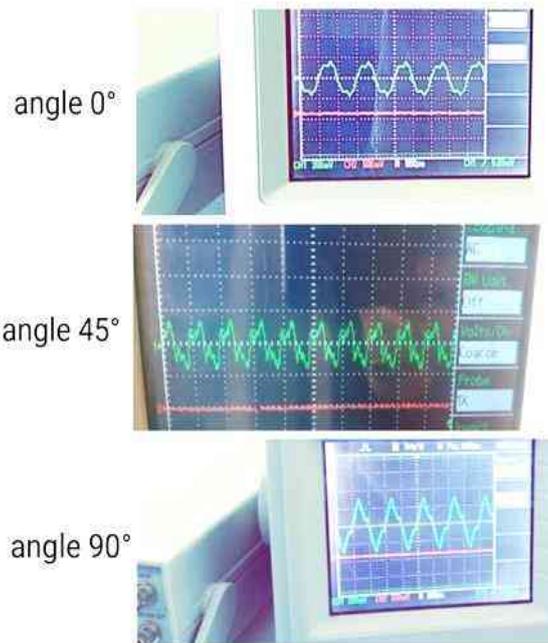


Figure 4-31 : Résultats de 1^{re} architecture dans le 3^{ème} cas.

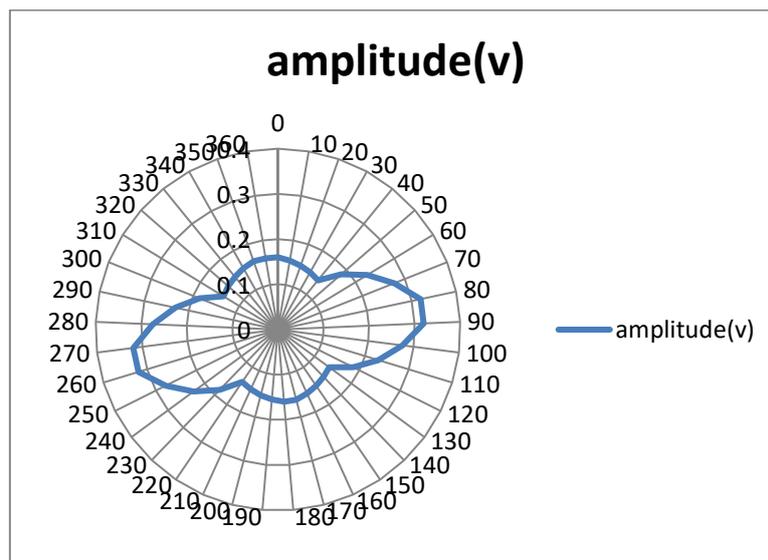


Figure 4-32 : Diagramme de la réponse de microphone de 1^{ère} architecture dans le 3^{ème} cas.

- 2^{ème} architecture :

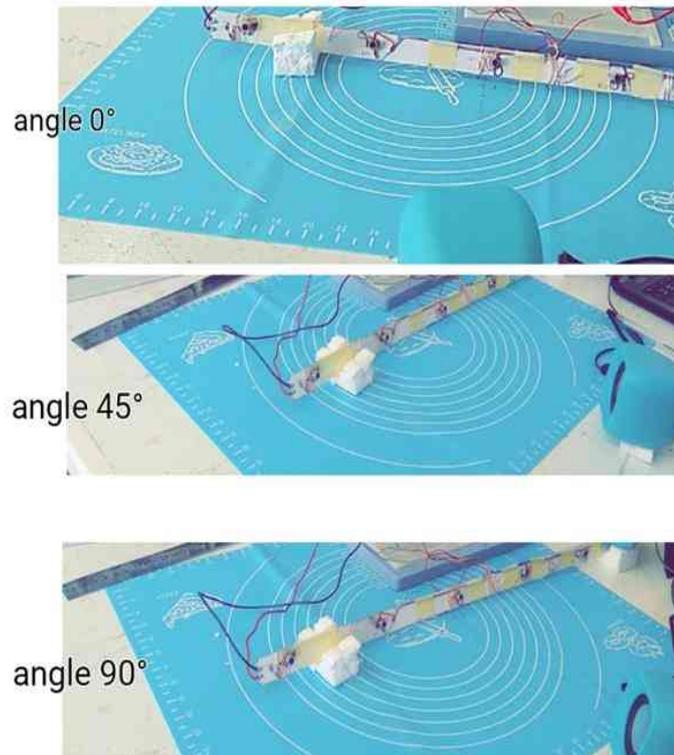


Figure 4-33 : 2^{ème} architecture de microphone dans le 3^{ème} cas.

Tableau 4-9 : Les mesures de l'amplitude de microphone dans la 2^{ème} architecture.

Angle(°)	Amp (v)
0	0.2
45	0.16
90	0.14
135	0.16
180	0.2
225	0.16
270	0.14
315	0.16
360	0.2

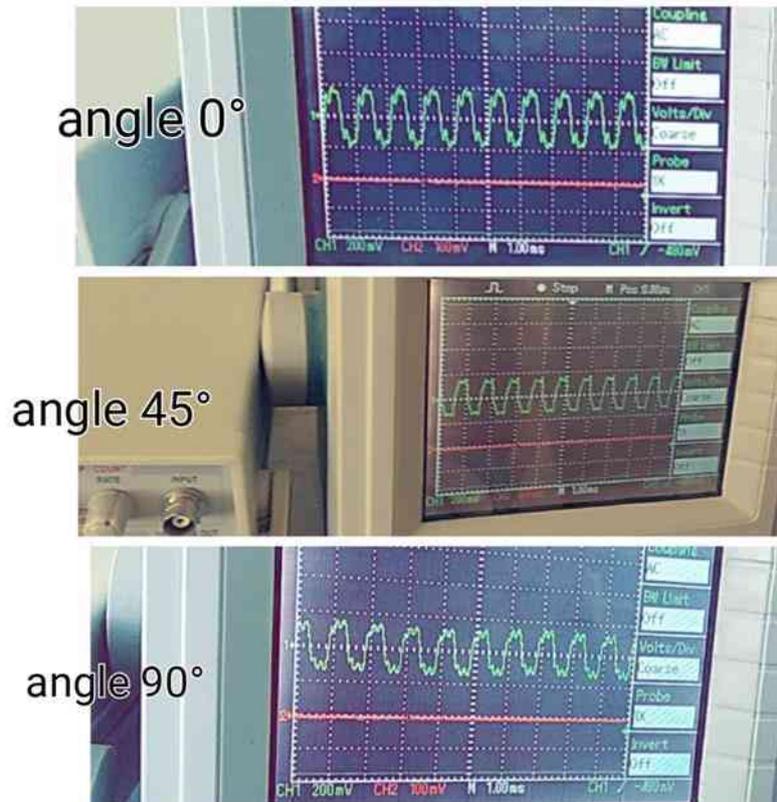


Figure 4-34 : Résultats de 2^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

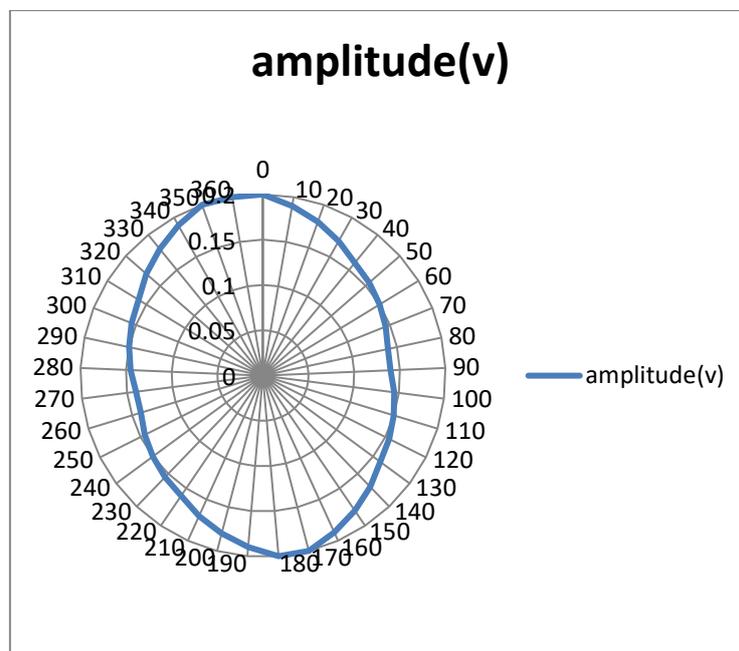


Figure 4-35 : Diagramme de la réponse de microphone de 2^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

- 3^{ème} architecture :

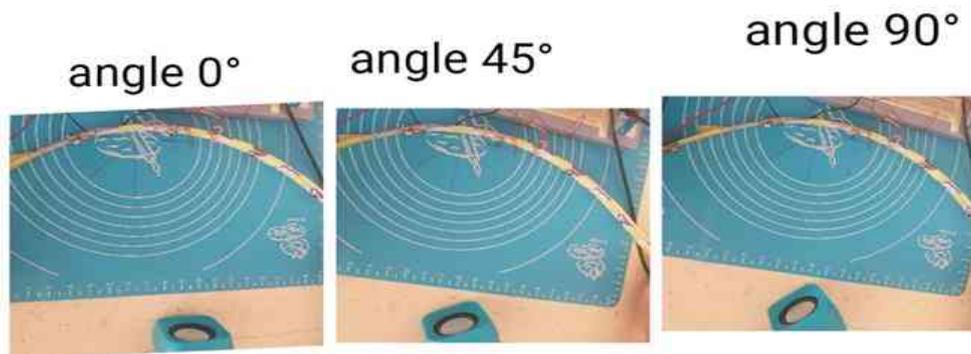


Figure 4-36 : 3^{ème} architecture de microphone dans le 3^{ème} cas.

Tableau 4-10 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 3^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

Angle (°)	Amp (v)
0	0.46
45	0.46
90	0.46
135	0.46
180	0.46

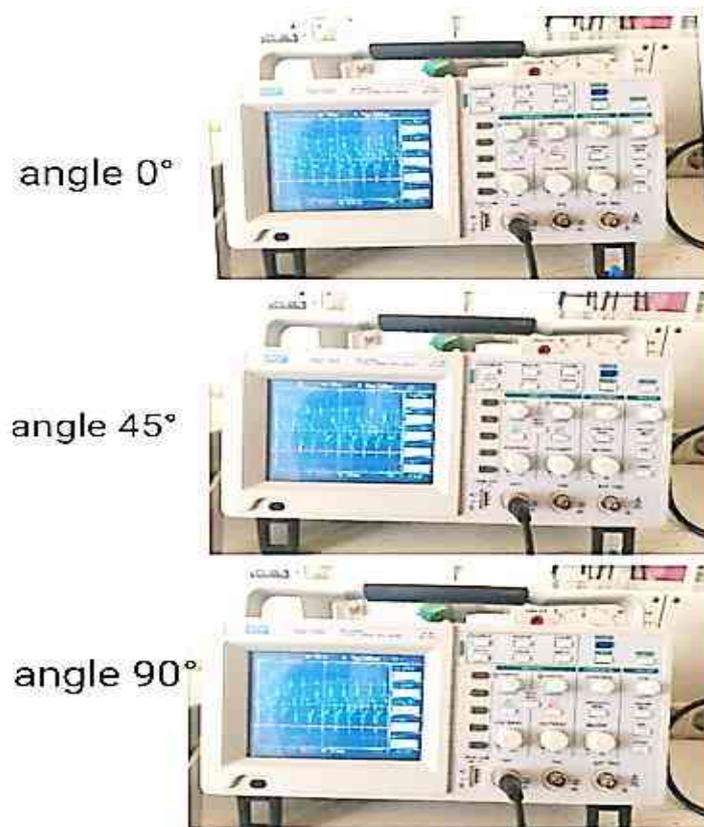


Figure 4-37 : Résultats de 3^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

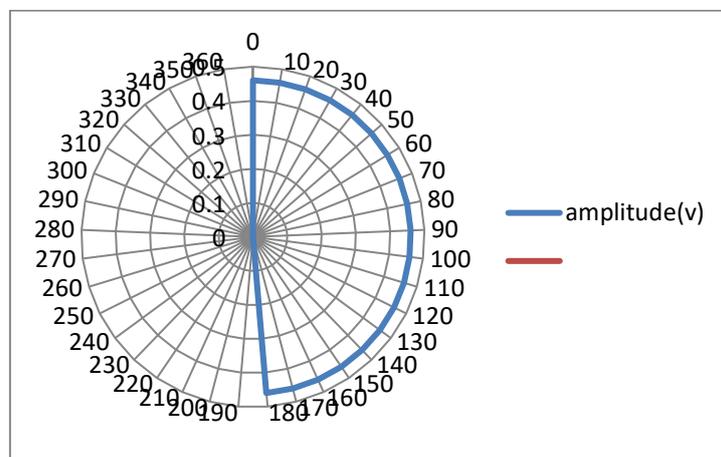


Figure 4-38 : Diagramme de la réponse de microphone de 3^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

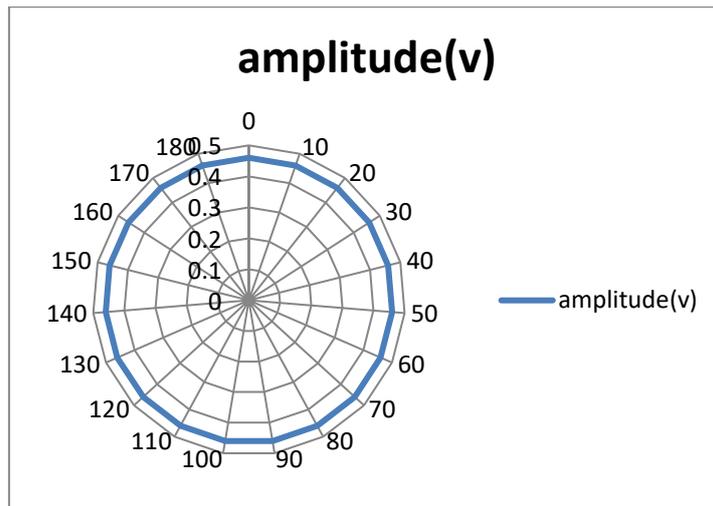


Figure 4-39 : Diagramme de la réponse de microphone de 3^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

• 2^{ème} méthode :

1^{er} cas :

1^{er} architecture :

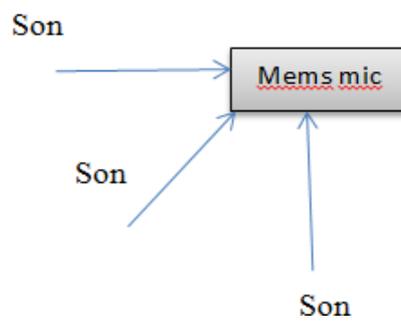


Figure 4-40 : l'architecture de microphone dans le 1^{er} cas.

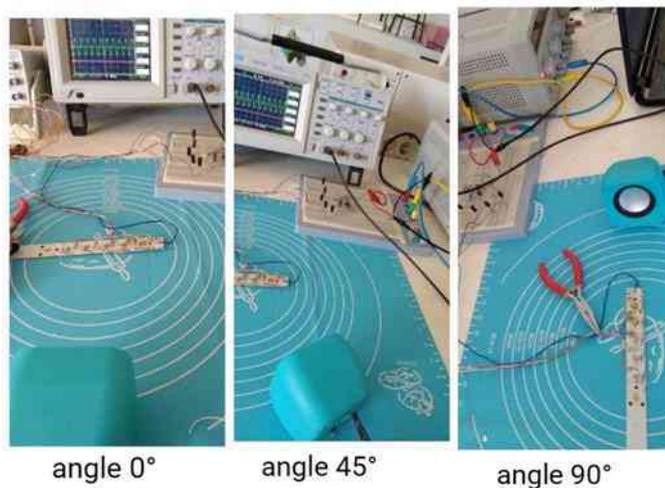


Figure 4-41 : 1^{er} architecture de microphone dans le 1^{er} cas.

Tableau 4-11 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 1^{ère} architecture dans le 1^{er} cas.

Angle (°)	Amp (v)
0	0.12
45	0.12
90	0.12
135	0.12
180	0.12
225	0.12
270	0.12
315	0.12
360	0.12

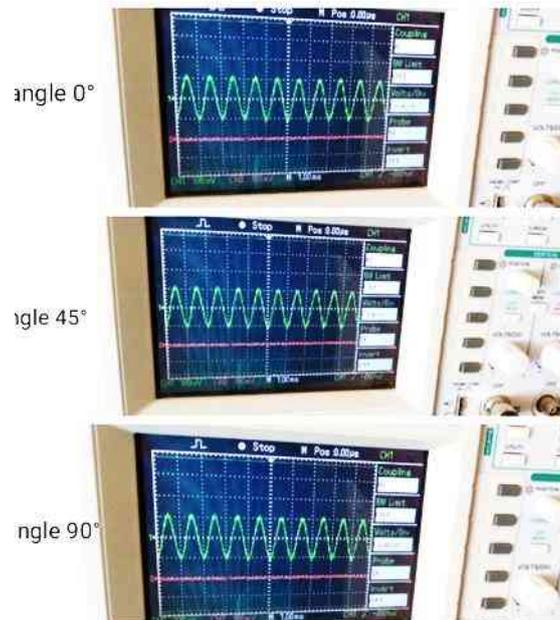


Figure 4-42 : Résultats de 1^{re} architecture dans le 1^{er} cas.

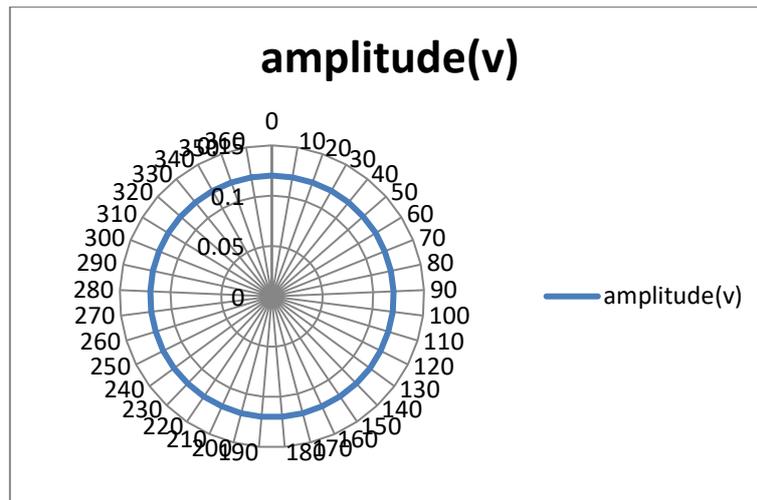


Figure 4-43 : Diagramme de la réponse de microphone dans le 1^{er} cas.

- 2^{ème} cas :

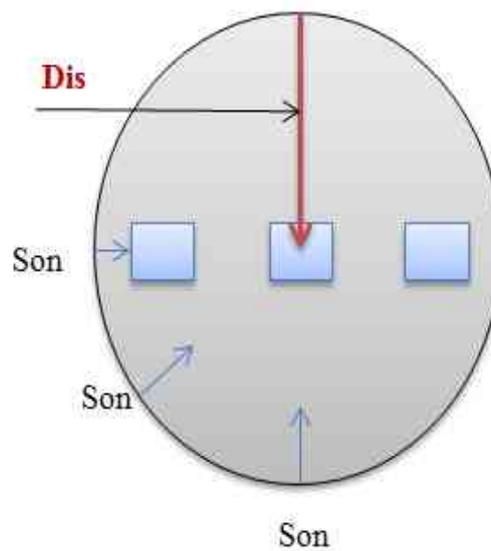


Figure 4-44 : L'architecture des microphones dans le 2^{ème} cas.

- 1^{er} architecture :

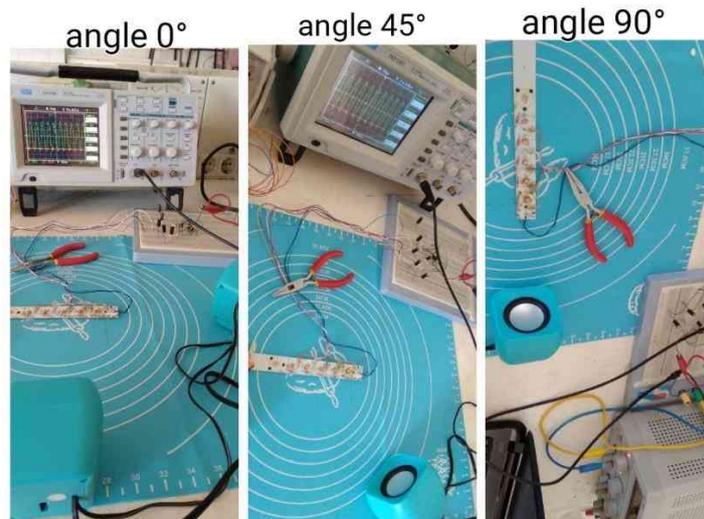


Figure 4-45 : 1^{er} architecture de microphone dans le 1^{er} cas.

Tableau 4-12 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 1^{ère} architecture dans le 2^{ème} cas.

Angle (°)	Amp (v)
0	0.26
45	0.26
90	0.22
135	0.26
180	0.26
225	0.26
270	0.22
315	0.26
360	0.26

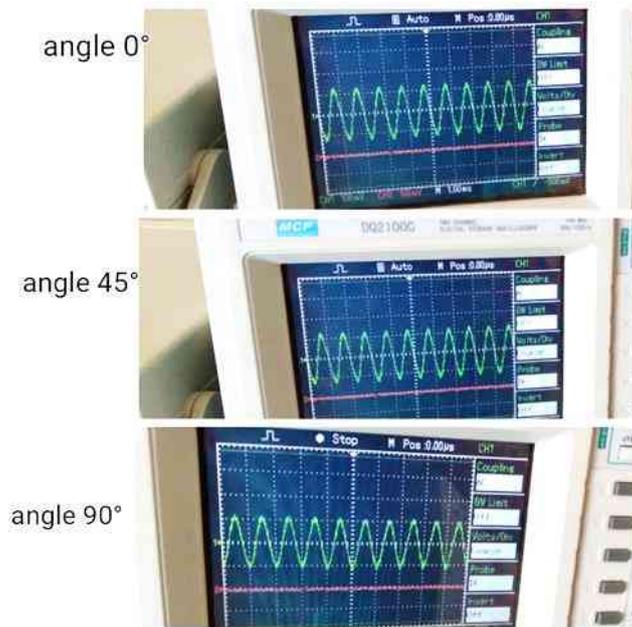


Figure 4-46 : Résultats de 1^{re} architecture dans le 2^{ème} cas.

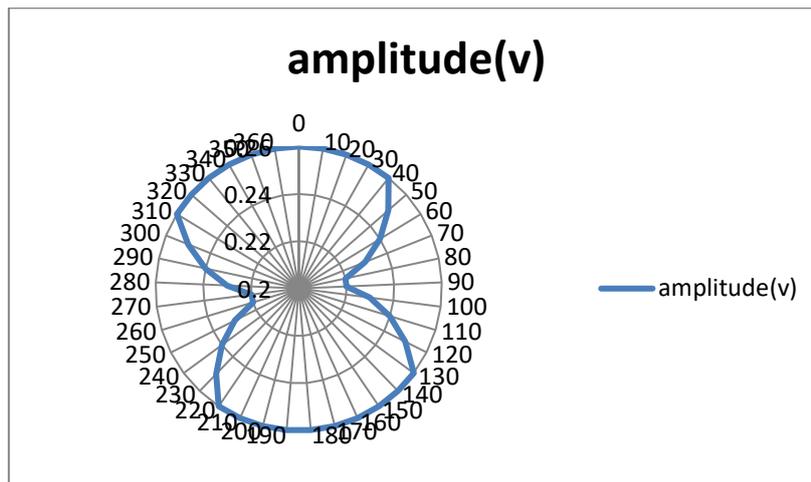
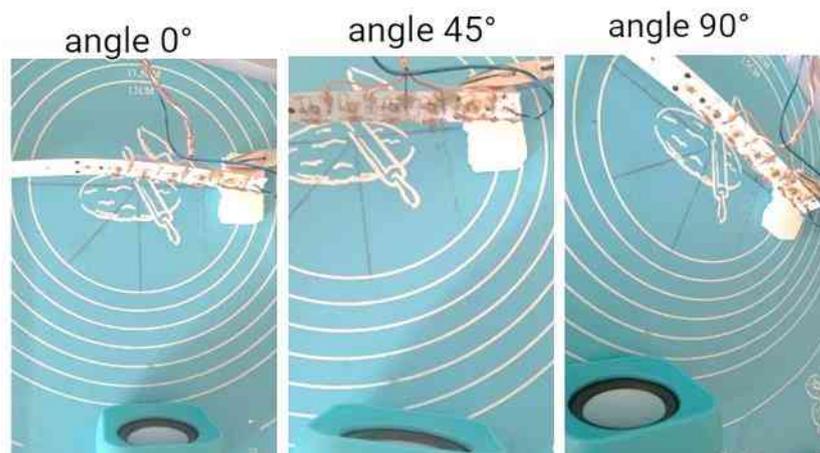


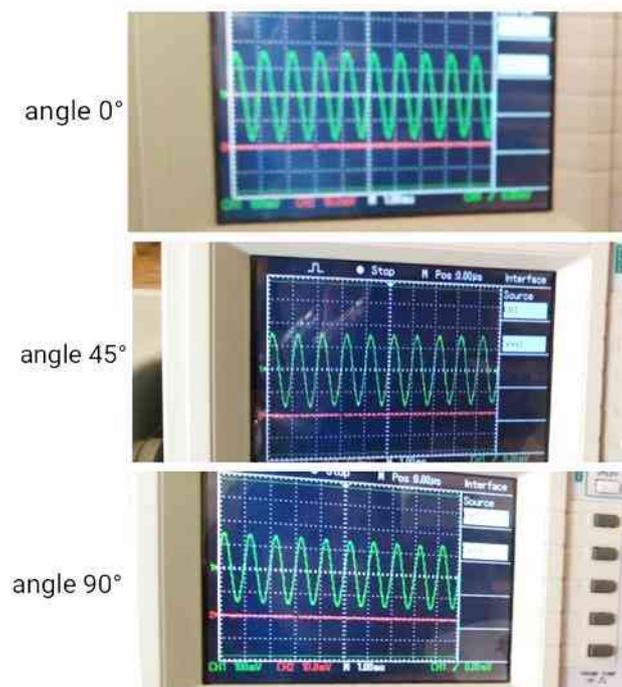
Figure 4-47 : Diagramme de la réponse de microphone de 1^{ère} architecture dans le 2^{ème}cas.

- 2^{ème} architecture :



*Figure 4-48 : 2^{ème} architecture de microphone dans le 2^{ème} cas.***Tableau 4-13** : Les mesures de l'amplitude de microphone de 2^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.

Angle (°)	Amp (v)
0	0.2
45	0.16
90	0.14
135	0.16
180	0.2

*Figure 4-49 : Résultats de microphone de 2^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.*

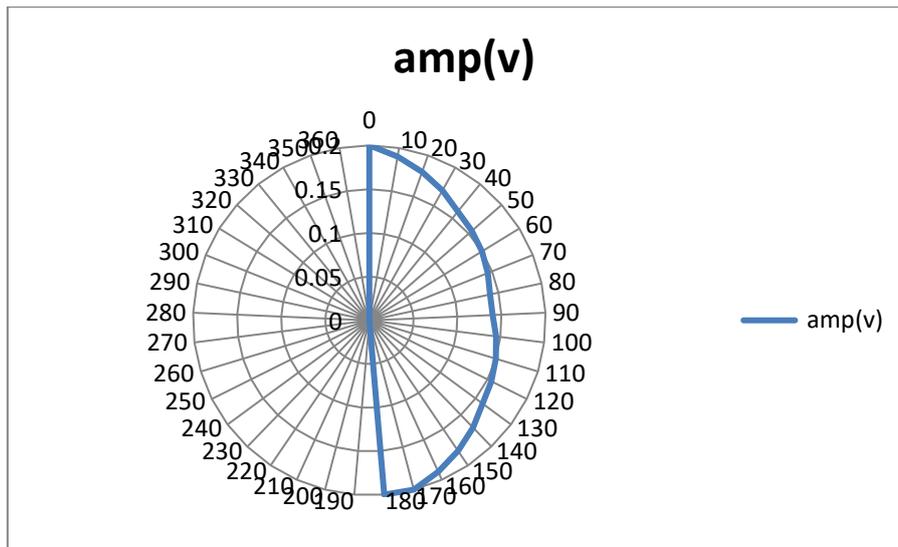


Figure 4-50 : Diagramme de la réponse de microphone de 2^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.

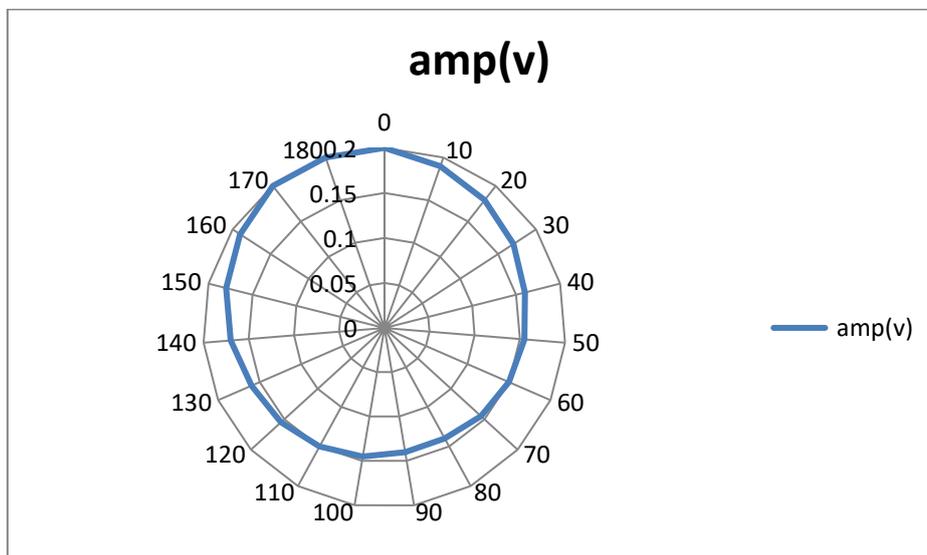


Figure 4-51 : Diagramme de la réponse de microphone de 2^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.

- 3^{ème} architecture :

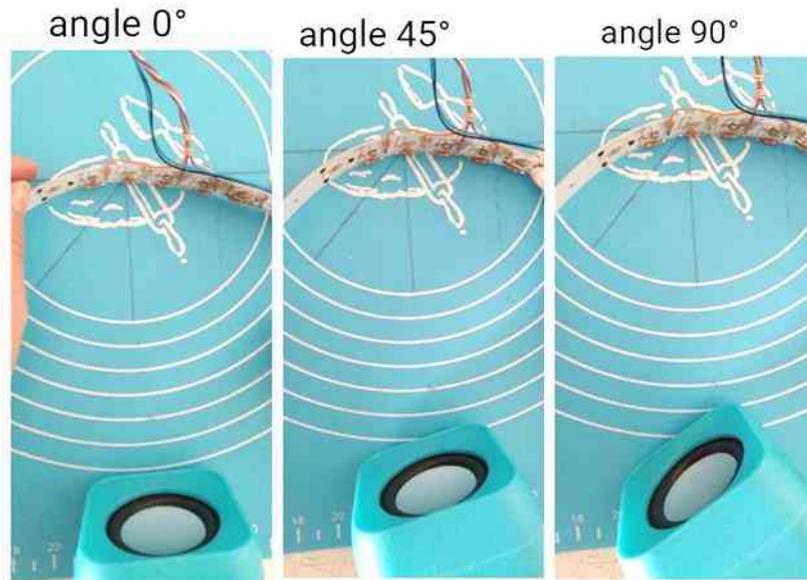


Figure 4-52 : 3^{ème} architecture de microphone dans le 2^{ème} cas.

Tableau 4-14 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 3^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas

Angle (°)	Amp (v)
0	0.27
45	0.27
90	0.27
135	0.27
180	0.27

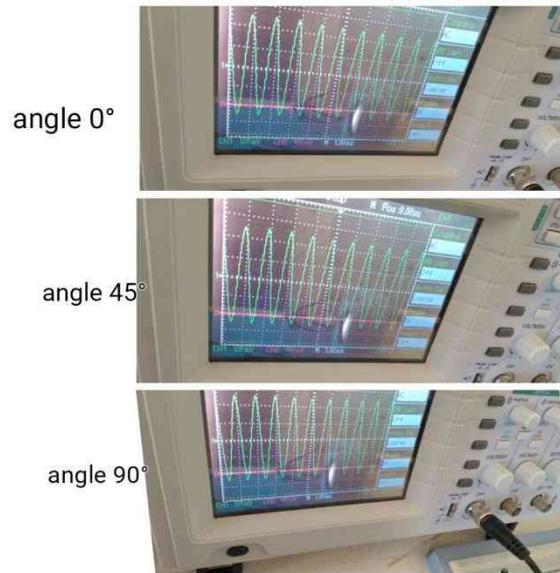


Figure 4-53 : Résultats de 3^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.

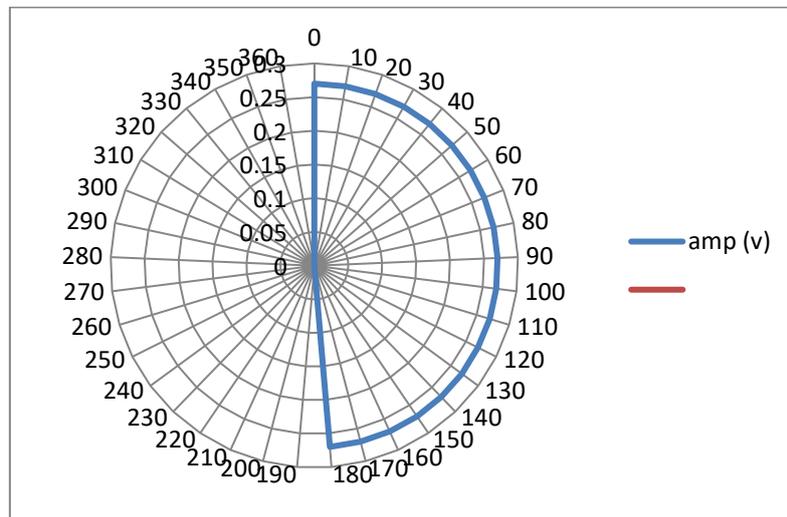


Figure 4-54 : Diagramme de la réponse de microphone de 3^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.

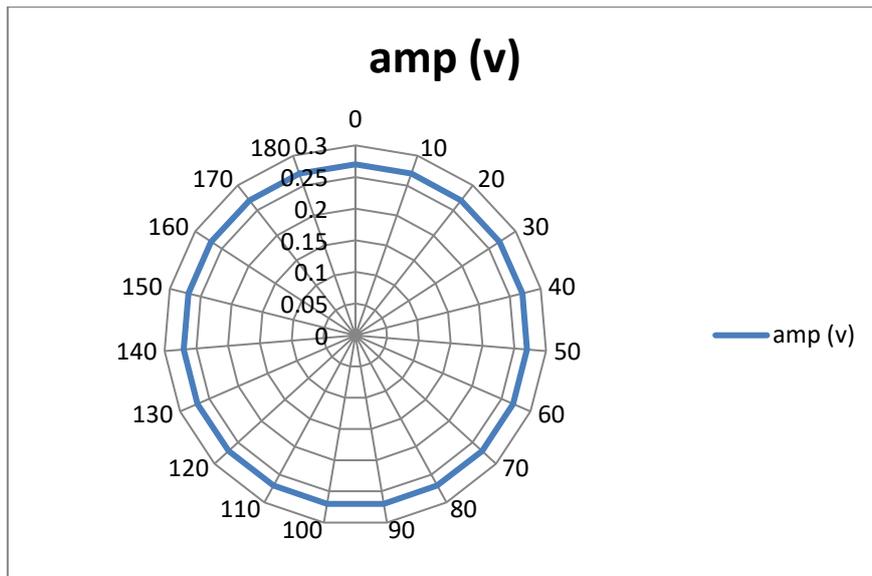


Figure 4-55 : Diagramme de la réponse de microphone de 3^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas.

- 3^{ème} cas :

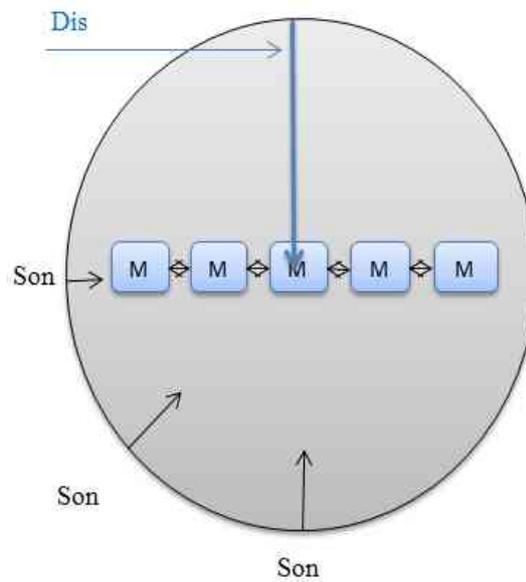


Figure 4-56 : L'architecture de microphone dans le 3^{ème} cas.

- 1^{er} architecture :

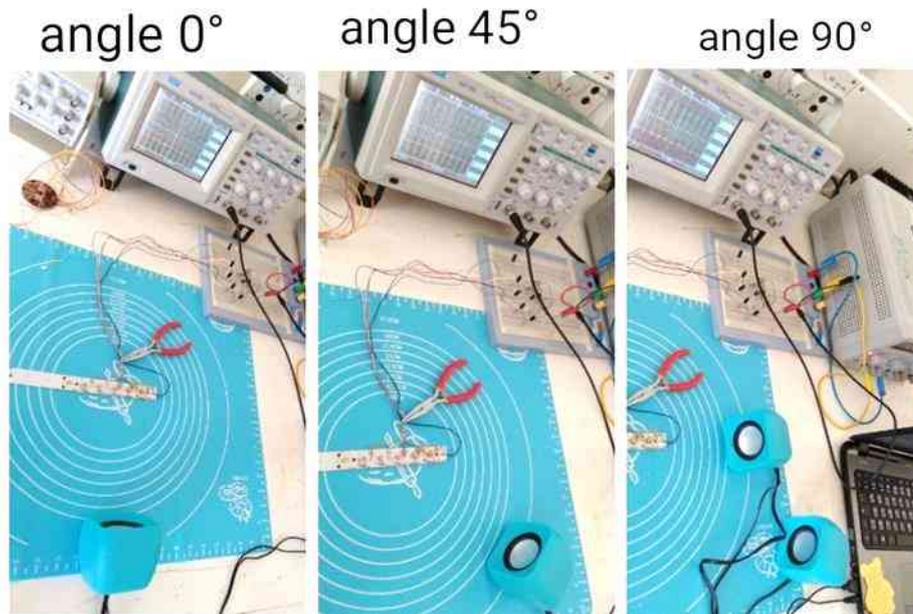


Figure 4-57 : 1^{er} architecture de microphone dans le 3^{ème} cas.

Tableau 4-15 : Les mesure de l'amplitude de microphone de 1^{er} architecture dans le 3^{ème} cas.

Angle (°)	Amp (v)
0	0.4
45	0.35
90	0.25
135	0.35
180	0.4
225	0.35
270	0.25
315	0.35
360	0.4

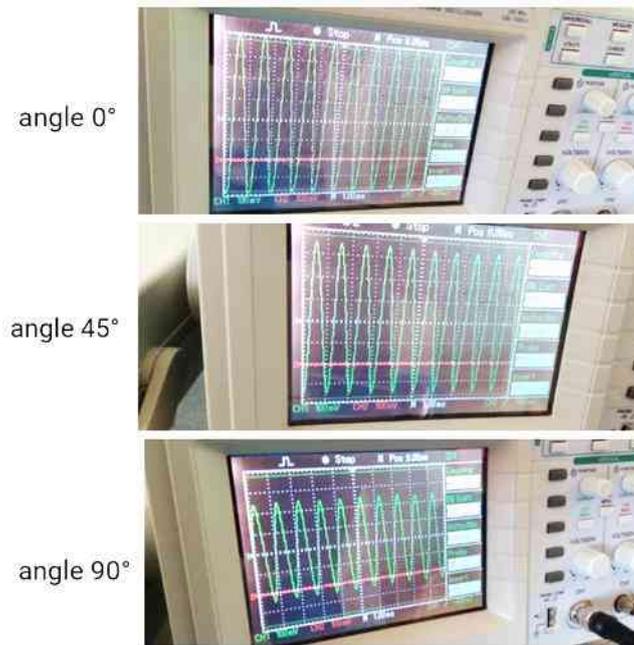


Figure 4-58 : Résultats de 1^{ère} architecture dans le 3^{ème} cas.

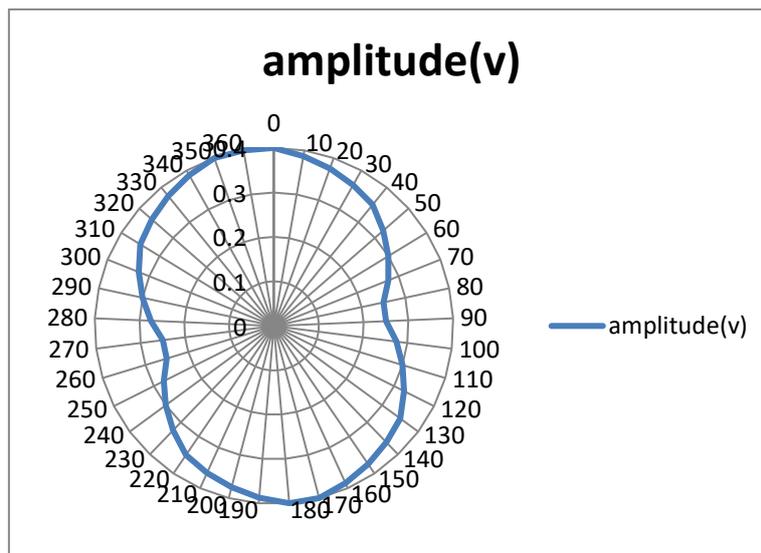


Figure 4-59 : Diagramme de la réponse de microphone de 1^{er} architecture dans le 3^{ème} cas.

2^{ème} architecture :

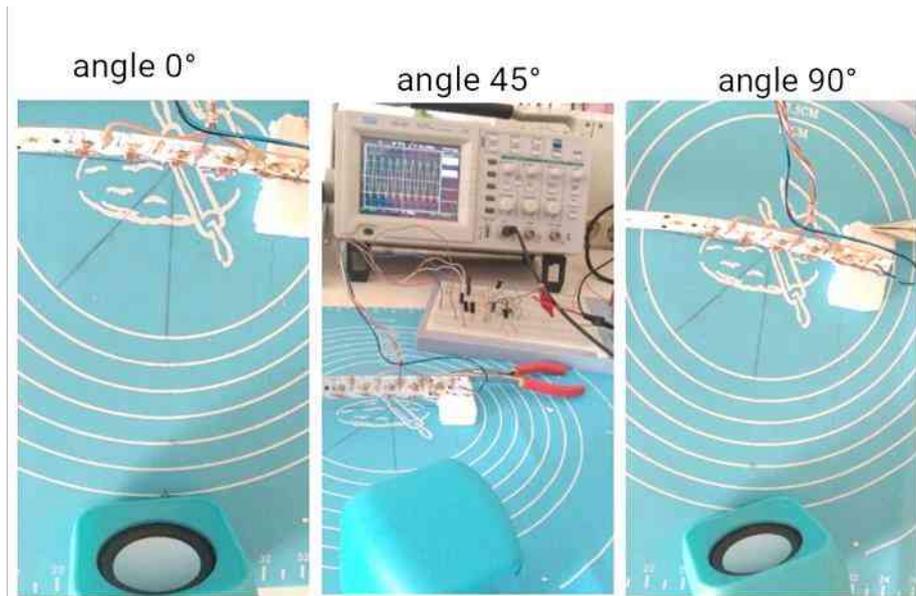


Figure 4-60 : 2^{ème} architecture de microphone dans le 3^{ème} cas

Tableau 4-16 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 2^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

Angle (°)	Amp (v)
0	0.3
45	0.26
90	0.24
135	0.26
180	0.3
225	0.26
270	0.24
315	0.26
360	0.3

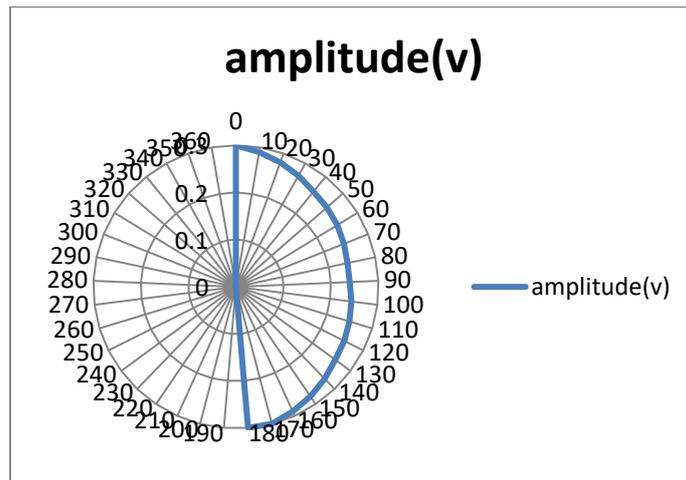


Figure 4-61 : Diagramme de la réponse de microphone de 2^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

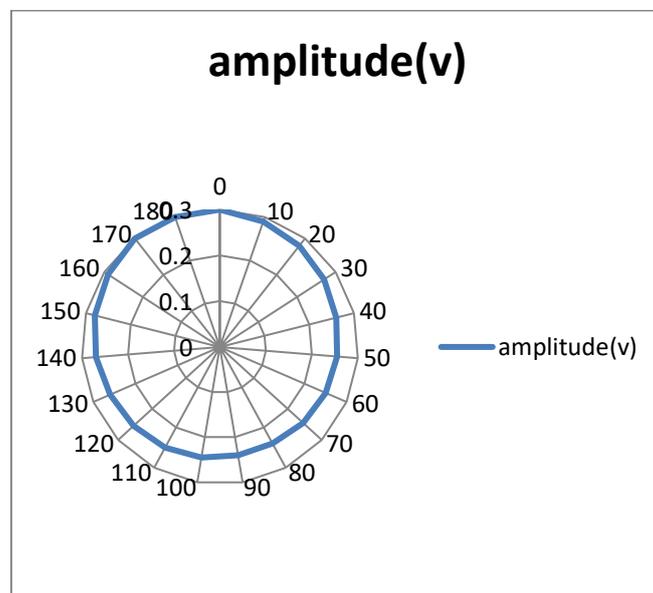


Figure 4-62 : Diagramme de la réponse de microphone de 2^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

- 3^{ème} architecture :

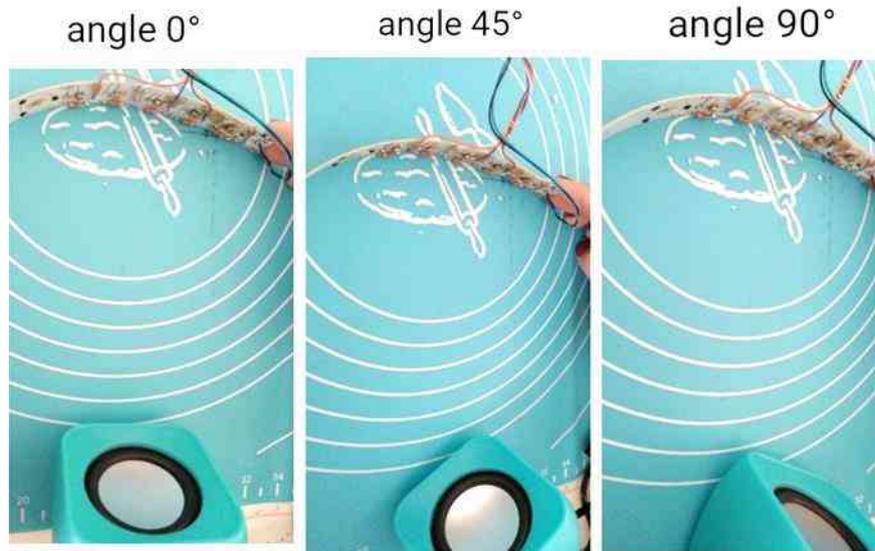


Figure 4-63 : 3^{ème} architecture de microphone dans le 3^{ème} cas.

Tableau 4-17 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 3^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

Angle (°)	Amp (v)
0	0.6
45	0.6
90	0.6
135	0.6
180	0.6

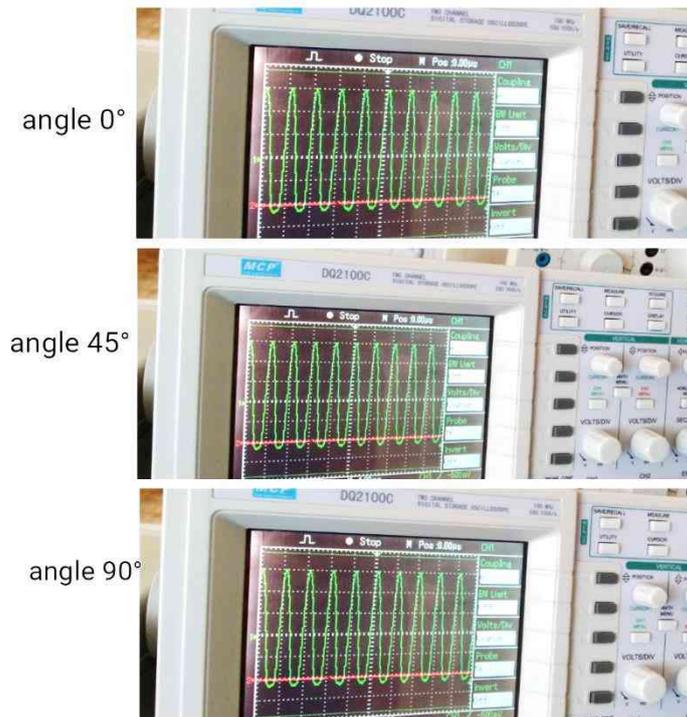


Figure 4-64 : Résultats de 3^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

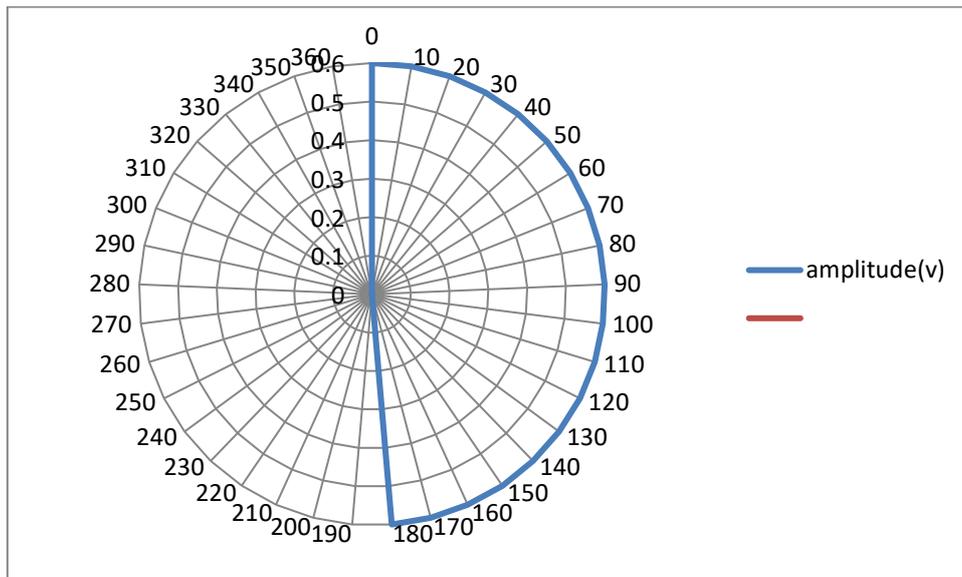


Figure 4-65 : Diagramme de la réponse de microphone de 3^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

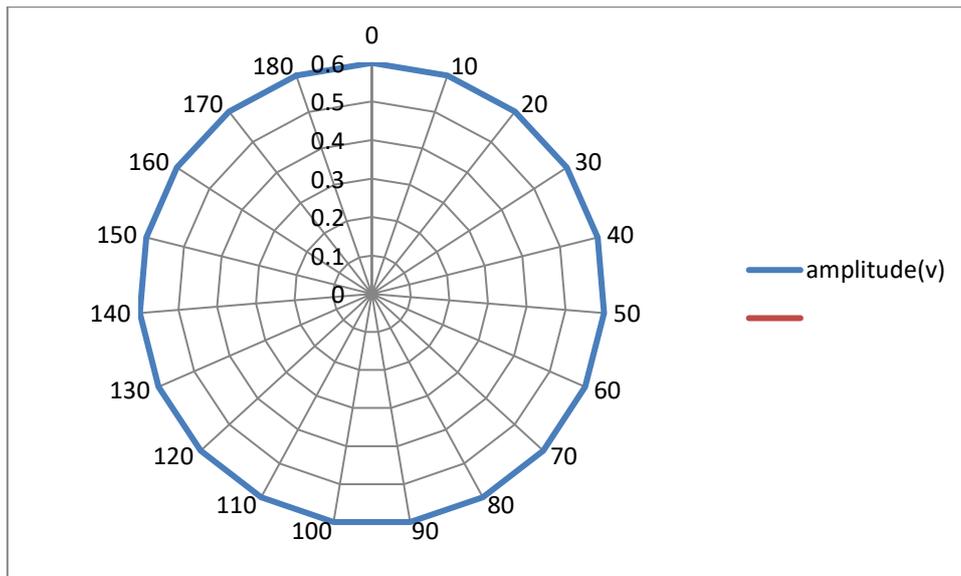


Figure 4-66 : Diagramme de la réponse de microphone de 3^{ème} architecture dans le 3^{ème} cas.

- 3^{ème} méthode :
1^{er} cas :

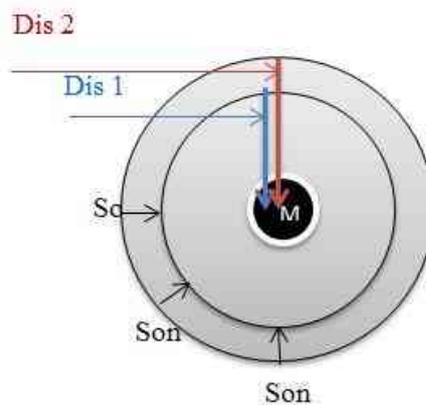


Figure 4-67 : L'architecture de microphone de 1^{er} cas

- 1^{er} architecture :

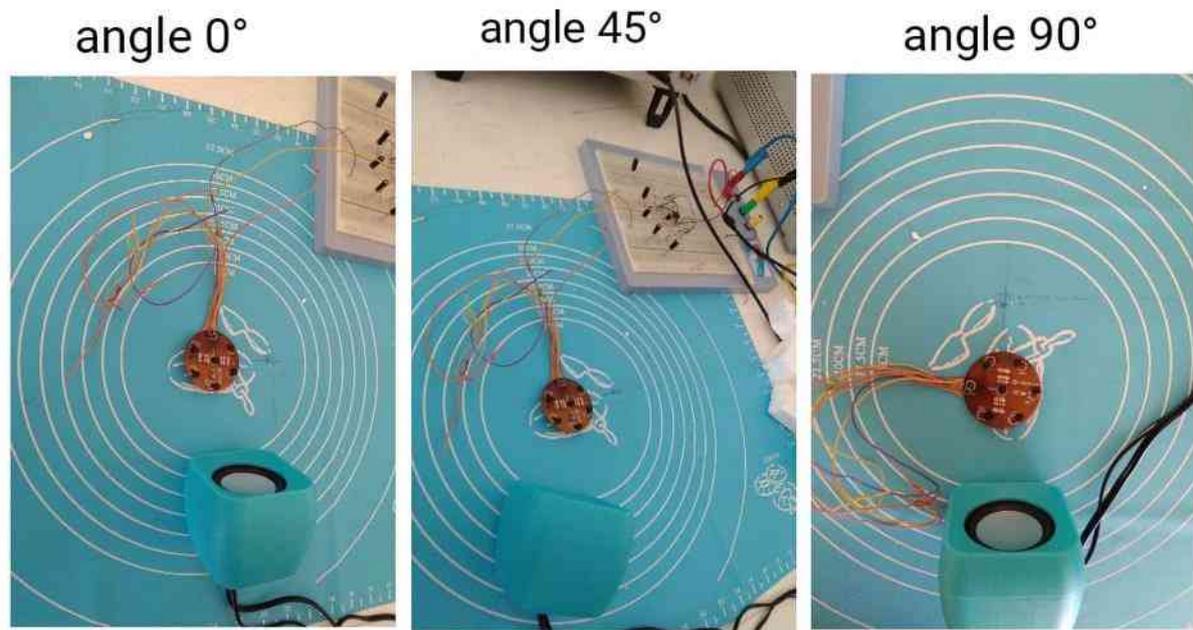


Figure 4-68 : 1^{er} architecture de microphone dans le 1^{er} cas (Dis 1).

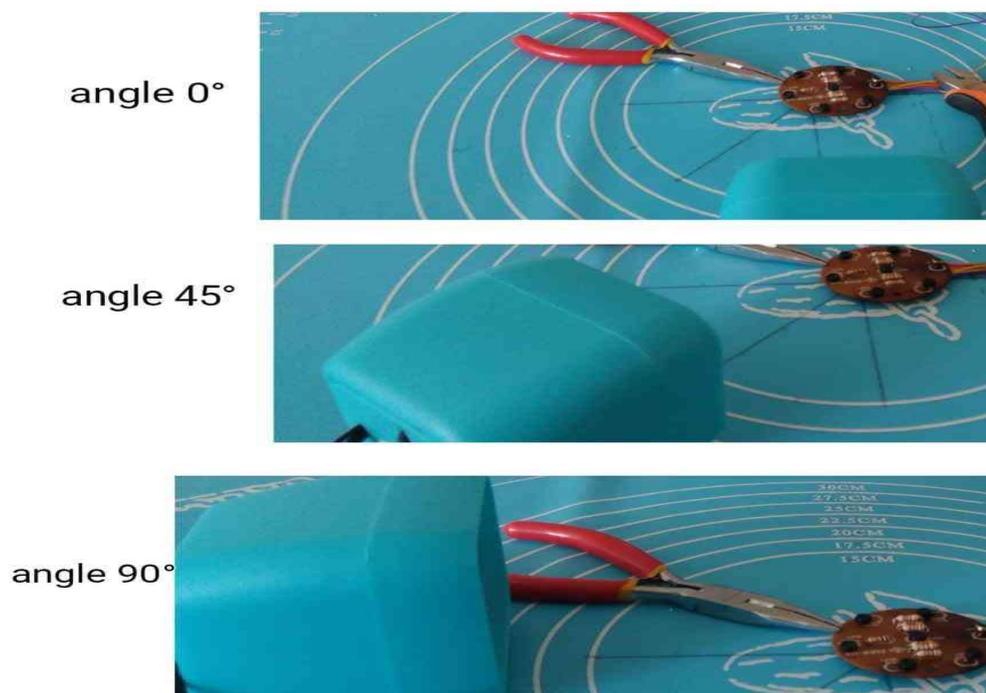
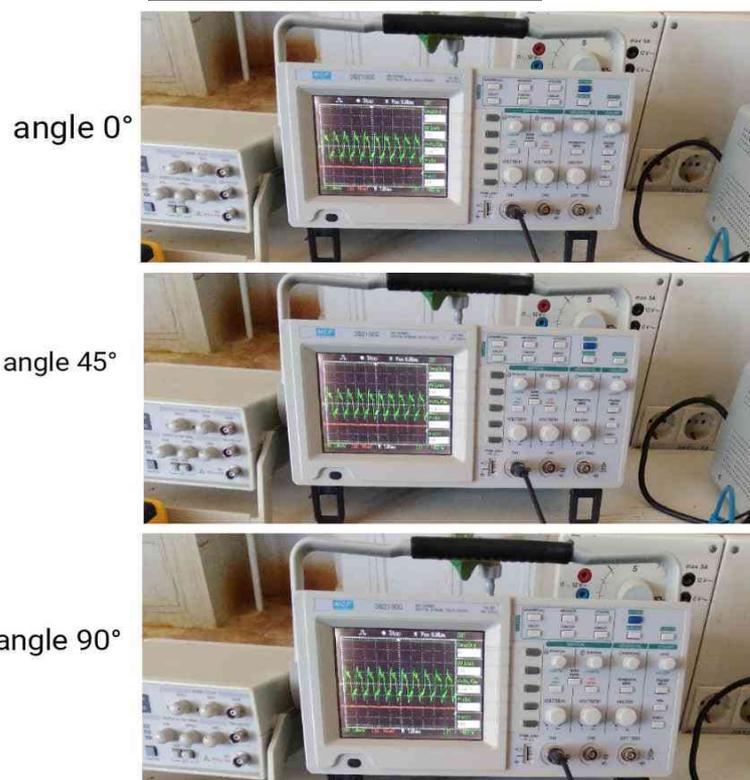


Figure 4-69 : 1^{er} architecture de microphone dans le 1^{er} cas (Dis 2).

Tableau 4-18 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 1^{er} architecture dans le 1^{er} cas

Angle(°)	Amp Dis 1	Amp2 Dis 2
0	0.2	0.12
45	0.2	0.12
90	0.2	0.12
135	0.2	0.12
180	0.2	0.12
225	0.2	0.12
270	0.2	0.12
315	0.2	0.12
360	0.2	0.12

*Figure 4-70: Résultats de 1^{er} architecture dans le 1^{er} cas (Dis 1).*

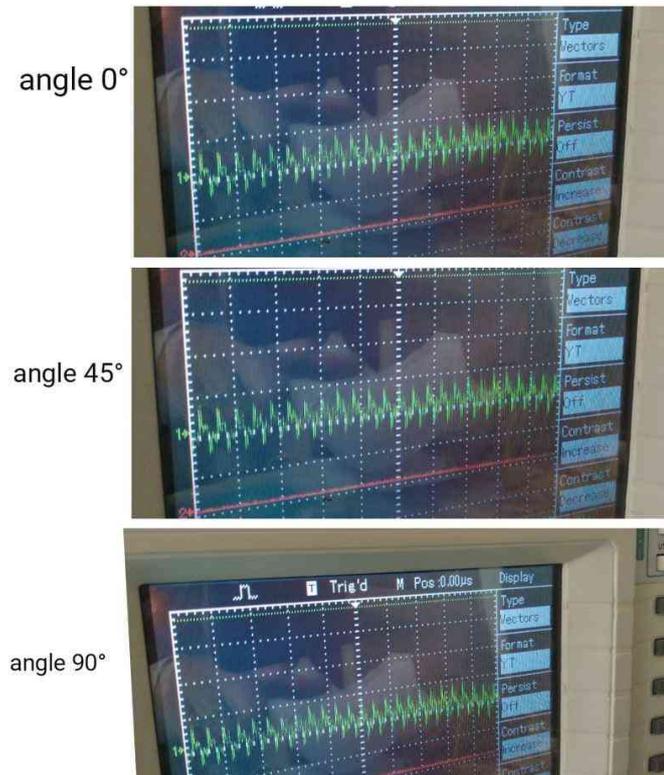


Figure 4-71: Résultats de 1^{er} architecture dans le 1^{er} cas (Dis 2).

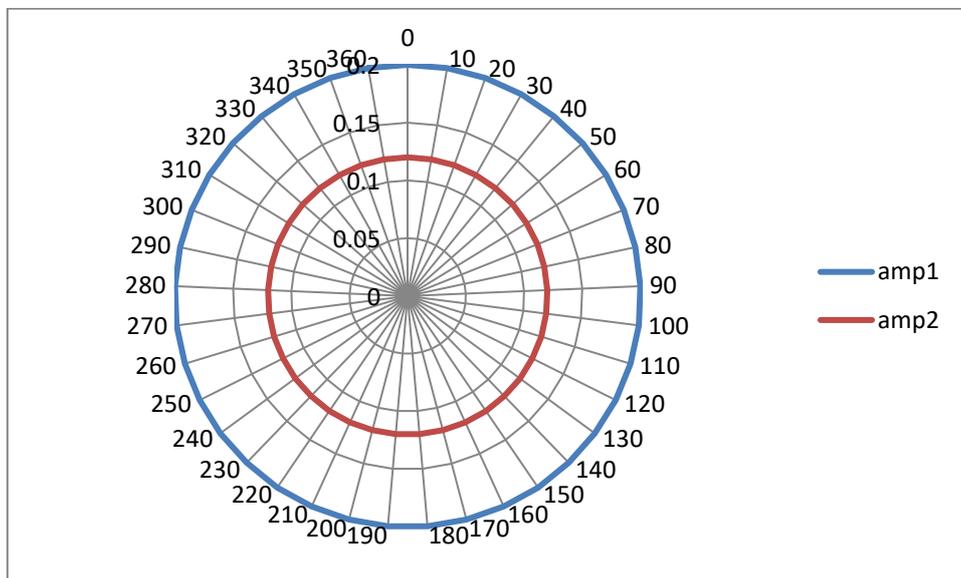


Figure 4-72: Diagramme de la réponse de microphone de 1^{er} architecture dans le 1^{er} cas.

- 2^{ème} cas :

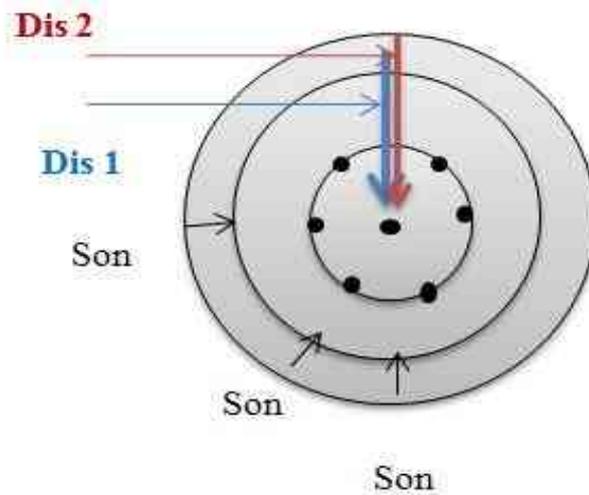


Figure 4-73: L'architecture de microphone dans le 2^{ème} cas.

- 1^{er} architecture : (état en x,y)

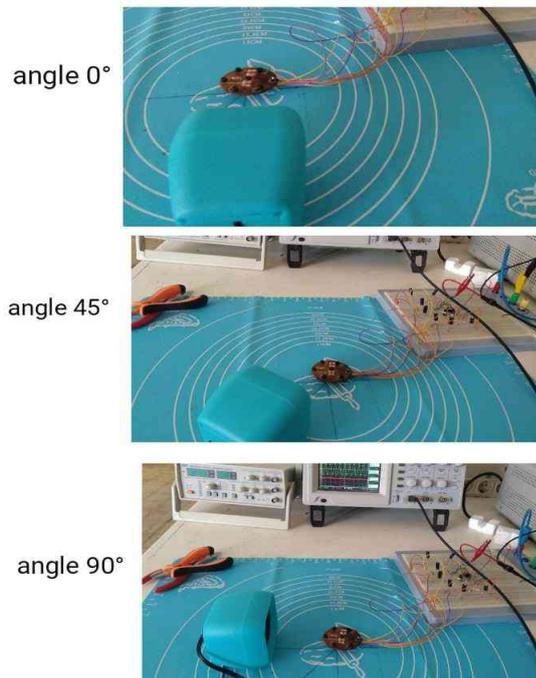


Figure 4-74: 1^{er} architecture de microphone dans le 2^{ème} cas (Dis 1).

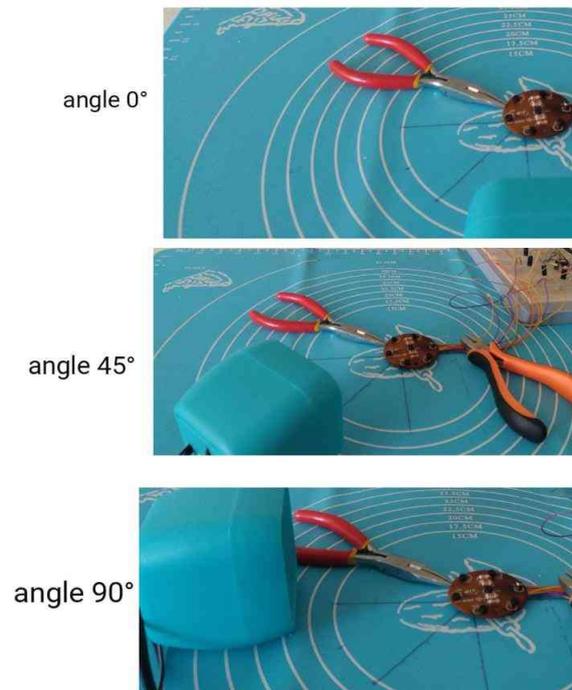


Figure 4-75: 1^{er} architecture de microphone dans le 2^{ème} cas (Dis 2).

Tableau 4-19 : Les mesures de l'amplitude de microphone de 1^{er} architecture dans le 2^{ème} cas..

Angle(°)	Amp Dis 1	Amp2 Dis 2
0	0.3	0.22
45	0.24	0.2
90	0.24	0.2
135	0.24	0.2
180	0.3	0.22
225	0.24	0.2
270	0.24	0.2
315	0.24	0.2
360	0.3	0.22

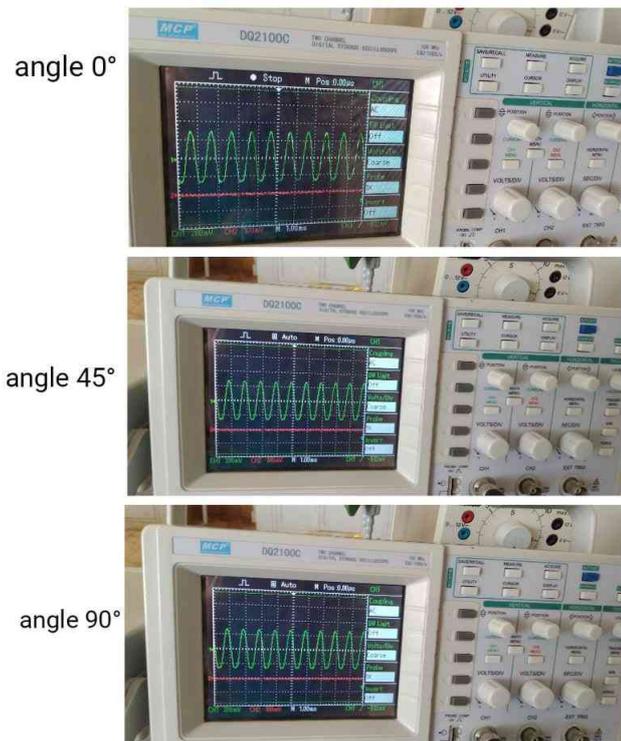


Figure 4-76: Résultats de 1^{er} architecture dans le 2^{ème} cas (Dis 1).

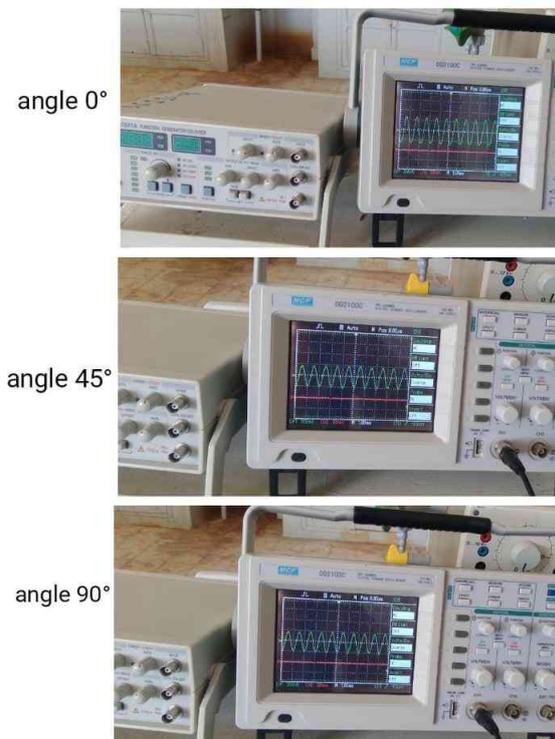


Figure 4-77: Résultats de 1^{er} architecture dans le 2^{ème} cas (Dis 2).

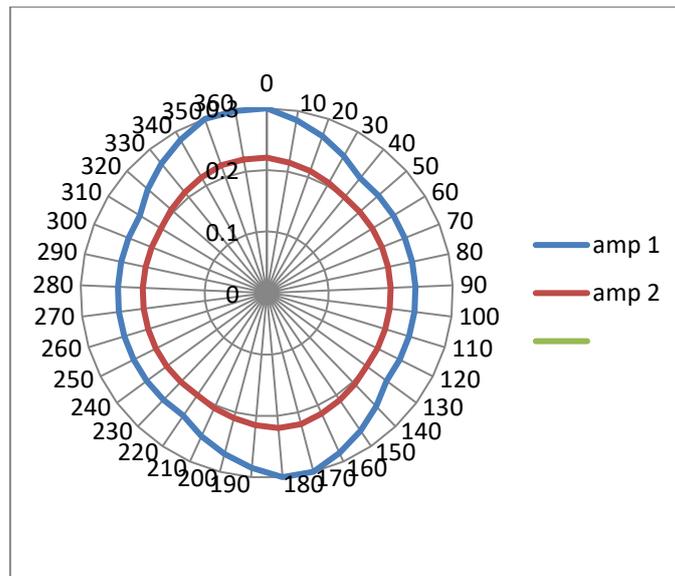


Figure 4-78: Diagramme de la réponse de microphone dans la 1^{er} architecture dans le 2^{ème} cas.

2^{ème} architecture : (état en x,z)

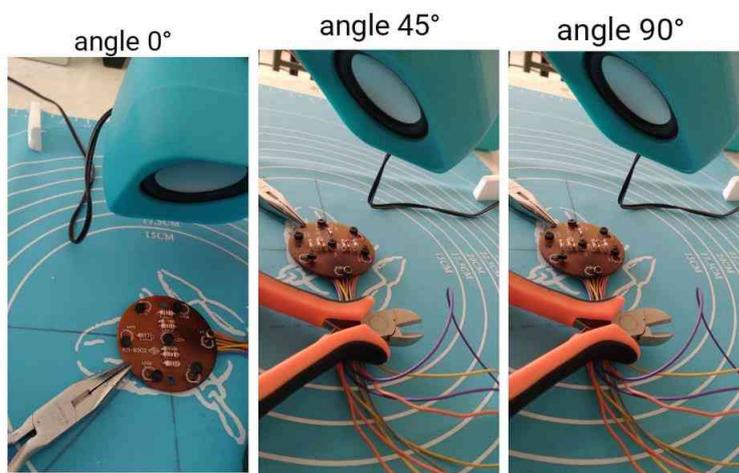


Figure 4-79: 2^{ème} architecture de microphone dans le 2^{ème} cas (Dis 1).

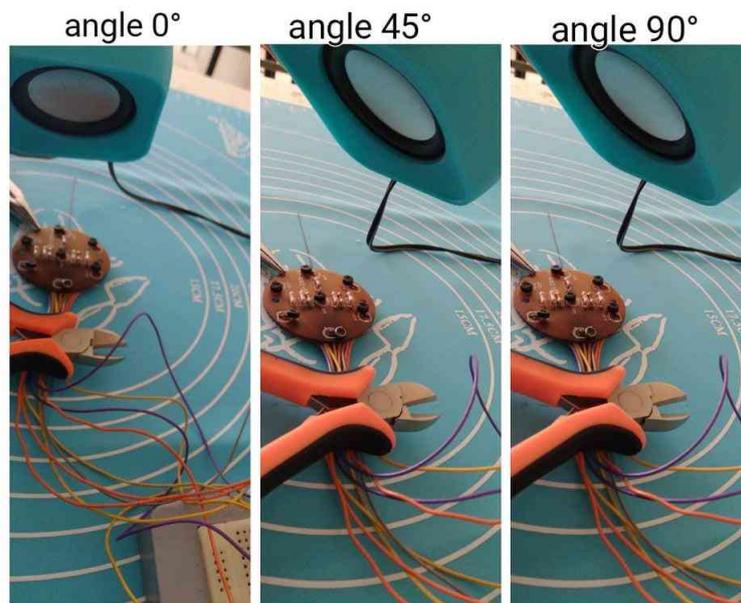


Figure 4-80: 2^{ème} architecture de microphone dans le 2^{ème} cas (Dis 2).

Tableau 4-20 : Les mesures de l'amplitude de microphone dans la 2^{ème} architecture.

Angle(°)	Amp Dis 1	Amp2 Dis 2
0	0.36	0.28
45	0.3	0.26
90	0.3	0.26
135	0.3	0.26
180	0.36	0.28
225	0.3	0.26
270	0.3	0.26
315	0.3	0.26
360	0.36	0.28

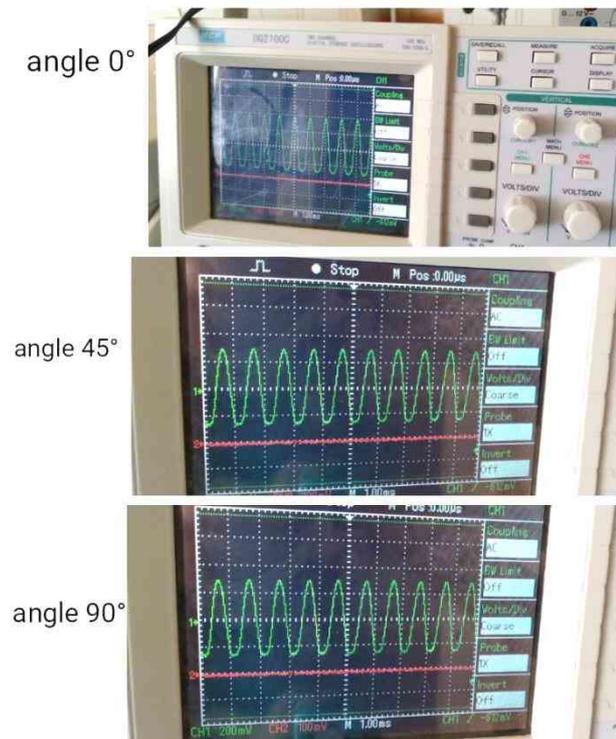


Figure 4-81: Résultats de 2^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas (Dis 1).

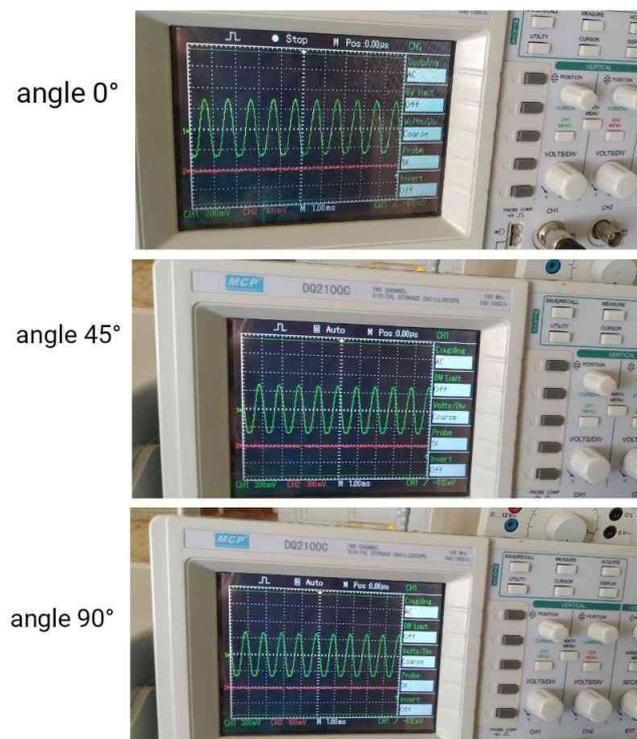


Figure 4-82: Résultats de 2^{ème} architecture dans le 2^{ème} cas (Dis 2).

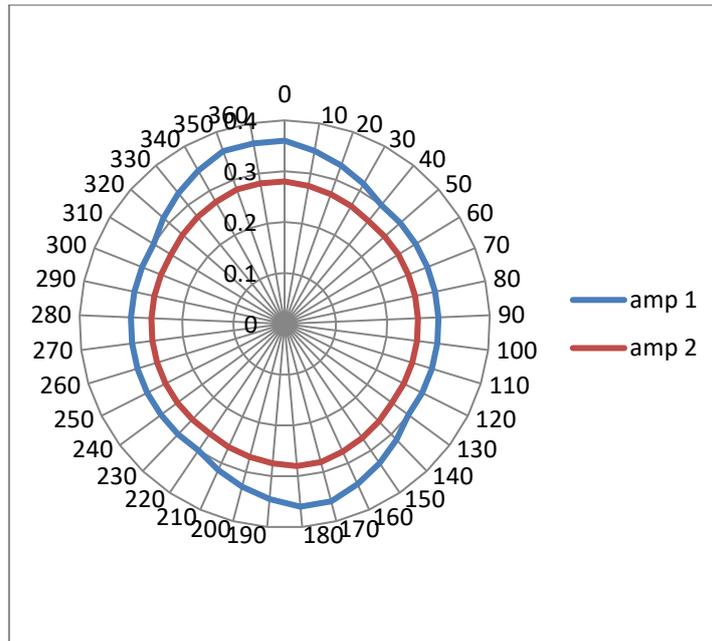


Figure 4-83: Diagramme de la réponse de microphone dans la 2^{ème} architecture.

5 Conclusion :

Dans les 3 arrangements des microphones la vérification de l'omni directivité d'un microphone a été vérifié.

Dans le 1er arrangement (3 microphone Electret en ligne) la directivité eu maximale au centre des microphones tardispé elle diminue lorsqu'on s'approche des extrémités. Parce que la même réponse est obtenue one 5 microphone.

Le 2ème arrangement utilisant des microphones MEMS a abouti à des résultats meilleurs pour les raisons de sensibilité.

L'arrangement final de 7 microphones Electret en cercle a donné des directivités dépendant de la position et de l'orientation.

- La source sonore est dans le même plan que les microphones (directivité horizontale) la réponse est presque omnidirectionnelle.
- La source sonore est pédiculaire au plan des microphones la réponse est maximale dans cette position est diminué lorsque la source s'éloigne de l'axe verticale

On peut préciser que selon la géométrie et la disposition des microphones on peut moduler la directivité d'un ensemble de microphones pour obtenir une directivité bien précise.

Lorsque les 3 microphones et 5 microphones sont disposé en forme de cercle la réponse obtenue est omnidirectionnelle.

Conclusion générale

Le microphone jouent aujourd'hui un rôle important dans beaucoup d'applications audio.

Dans ce modeste travail, ma pu proposer la disposition en demi-cercle de 5 microphones.

Dans cette configuration la réponse du système est constante selon toutes les orientations radiales c'est-à-dire que on peut proposer cette disposition pour améliorer la qualité de son lorsqu'un personne parle et tourne la tête de gauche à droit.

La disposition des 7 microphones en cercle a permis de montrer que malgré que les microphones sont tout omnidirectionnelle la réponse est presque omnidirectionnelle si les microphones est la source sonore sont dans le même plan et que la réponse est optimal si la source est pédiculaire au plan des microphones

Cette dernière disposition présente une certaine directivité qu'on peut exploiter lorsque la puissance de la source est faible.

Travail future : bien que le sujet est très récent nous avons pu l'aborder et contribuer par la disposition en demi-cercle de 3 ou 5 microphones.

L'utilisation des microphones MEMS a permis d'obtenir de meilleurs résultats est nous espérons qu'une analyse basée sur le traitement du signal, une carte DSP est une matrice de microphone de type MEMS peut aboutir à des résultats exploitables dans beaucoup d'applications.

Références Bibliographiques

- [1] <http://www.audio-technica.com>
- [2] <https://www.jean-christian-michel.com>
- [3] <http://www.playhooky.fr>
- [4] <http://www.digikey.fr>
- [5] <http://www.cuidevices.com>
- [6] <http://www.google.com>
- [7] <http://www.videliopro.com>
- [8] <http://amazon.fr>
- [9] <http://www.cdiscount.com>
- [10] <http://www.sonorisation-spectrale.org>
- [11] [http://images .app.goo.gl](http://images.app.goo.gl)
- [12] thèse conception et caractérisation d'un microphone MEMS
- [13] Bernard Windrow. A microphone Array for Hearing aids
- [14] TL082-N.pdf
- [15] <http://www.01net.com>