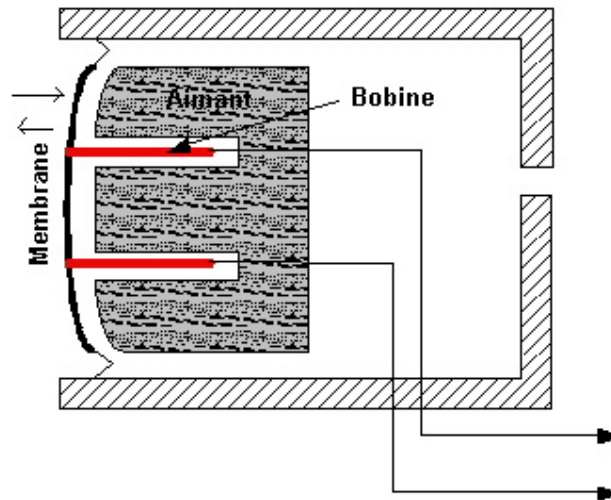


Choix d'un microphone

Les types de microphones existants :

Le microphone électrodynamique : (souvent appelé « dynamique »)

Basé sur le principe de l'induction électromagnétique : la membrane du microphone est solidaire d'une bobine de fil de cuivre mobile à l'intérieur d'un aimant fixe. Lorsque la membrane est excitée par une variation de la pression acoustique elle déplace la bobine par rapport à l'aimant, ce qui crée un courant à l'intérieur de cette dernière, proportionnel au déplacement de la membrane, dans les limites des contraintes mécaniques. Ce courant est donc l'image électrique de la variation de pression acoustique, récupéré aux bornes de la bobine pour être exploité.



Principe de fonctionnement d'une capsule électrodynamique

Avantages :

- Peu coûteux
- Très solide
- Idéal pour la prise à la main (pas ou peu de bruits de manipulations)
- Supporte de très grandes dynamiques sans risque de dégradation

Inconvénients :

- Peu sensible (env. $50\mu\text{V}/\text{Pa}$ à $1\text{mV}/\text{Pa}$) \Rightarrow utilisation en proximité uniquement
- Peu fidèle (courbe de réponse en général très accidentée et pas toujours maîtrisée)
- Sujet au bruit équivalent

Utilisations standard :

- Voix en proximité (micro main pour le chant, la parole ou sur perchette)
- Instruments en proximité

Exemples de micros électrodynamiques :

Le SHURE SM-58 : très utilisé pour la voix sur scène

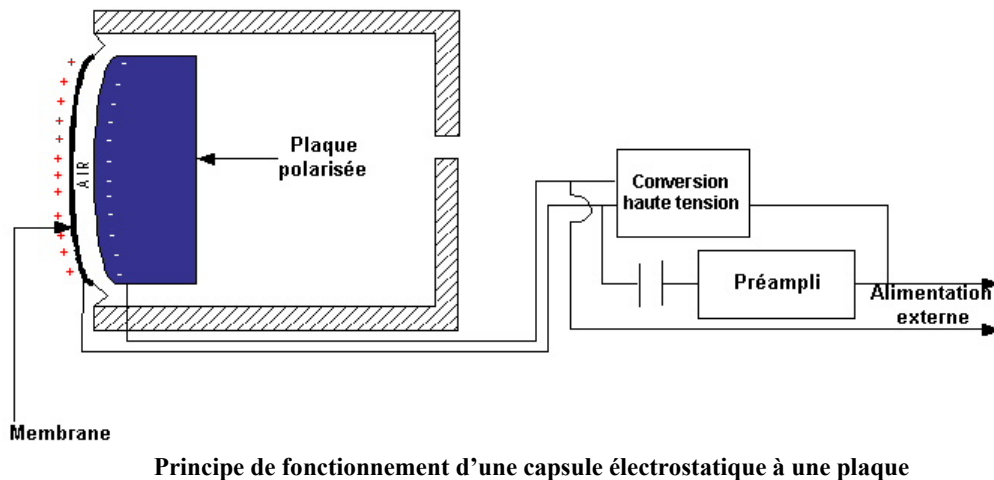
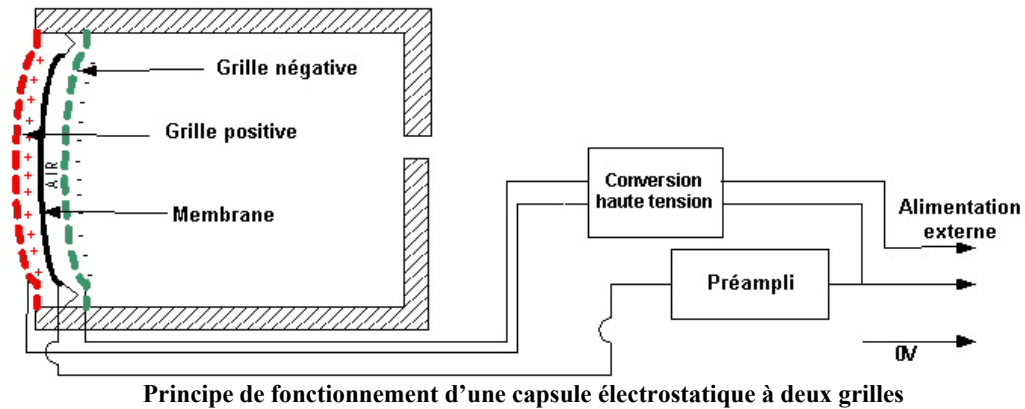


Les Beta-52 et Beta-56 : micros étudiés pour la prise de son de proximité de grosse caisse



Le microphone électrostatique (dit également « statique »):

Il utilise comme son nom l'indique l'électricité statique (on dit aussi l'effet capacitif) pour convertir les vibrations mécaniques aériennes en variations de tension électrique. Son principe consiste à déplacer une membrane soit métallique soit recouverte d'une couche métallique entre deux grilles elles aussi métalliques, et polarisées en haute tension. (De 150 à 2500V) On trouve également de tels micros, où la membrane remplace l'une des grilles, et où la deuxième grille est remplacée par une plaque polarisée.



La membrane (en noir), lorsqu'elle est déplacée par une variation de la pression acoustique, va se rapprocher de l'une des deux grilles en même temps qu'elle va s'éloigner de l'autre. Si elle se rapproche de la grille polarisée à +500V, l'excès de charges positives de cette dernière, va attirer les électrons libres du système membrane/conducteur de récupération de la tension (en noir pointillé) de telle sorte qu'à l'extrémité du conducteur, on aura un déficit d'électrons, ce qui se caractérisera par l'apparition d'une tension positive. A l'inverse, lorsque la membrane se rapproche de la grille polarisée à -500V, l'excès de charges négatives va chasser les électrons libres du système membrane/conducteur vers l'extrémité du conducteur, ce qui va se caractériser par l'apparition d'une tension positive à l'extrémité de celui-ci.

En résumé, par effet capacitif, la tension ainsi produite sera l'image de la variation de la pression acoustique, dans les limites physiques du système évidemment.

Avantages :

- Micro très sensible (de 5mv/Pa à 50 mV/Pa)
- Très fidèle si les abords de la membranes ne sont pas surprotégés par des grilles de protection surdimensionnées (souvent le cas)
- Bruit équivalent très faible
- Très indiqué pour la prise de son à distance (de quelques millimètres jusqu'à des kilomètres)

Inconvénients :

- Très fragile
- Très sensible aux variations de température et d'hygrométrie
- Très sensible aux bruits de manipulation (il n'est donc pas indiqué pour être tenu à la main)
- L'électronique interne vieillit en général assez mal, ce qui suppose une maintenance au bout d'une dizaine d'années dans des conditions normales d'utilisation.
- Supporte très mal les déplacements d'air (vent, courants d'air, turbulences aux abords de la bouche, etc) ⇒ si nécessaire, ne pas hésiter à utiliser une bonnette au même une Rycote ou équivalent.
- Il faut veiller à rester dans les limites de la dynamique tolérée par le micro (elle peut aller de 70 dBSPL pour les moins bons, et jusqu'à 160dBSPL pour les meilleurs) sans quoi, la membrane risque d'aller toucher l'une des grilles, ce qui se soldera par un arc électrique entre elle et cette dernière, et la dégradation irrémédiable de la membrane (cratères ou même perforations).

Utilisations standard :

Il n'y a pas de restrictions pour peu qu'on prenne garde à ne pas exposer ce micro à des conditions qui risqueraient de le dégrader.

Exemples de micros électrostatiques :

La série des Schoeps cardioïdes d'utilisation universelle. La vue ne présente que les capsules, la cathode venant se visser au besoin, ce qui permet de changer de capsule en gardant un même préampli.



Le Neumann U89, réédition d'un micro d'anthologie, le U87, dit « à large membrane » considéré comme dédié à la voix. On peut apercevoir la membrane par transparence au travers de la grille de protection. Diamètre réel : 35mm :

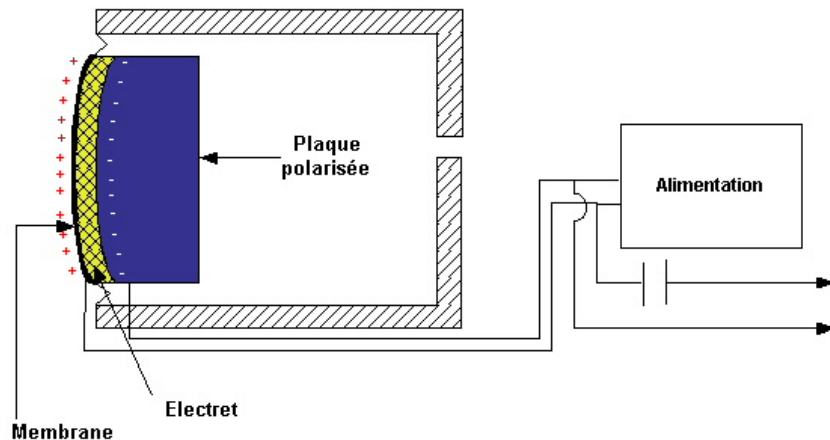


Le Sennheiser MKH416, très utilisé en reportage vidéo, pour sa directivité très sélective et sa robustesse. A noter : toutes les aérations à l'avant du micro créant un « tube d'interférences » permettant la directivité qu'on lui connaît sans aucune intervention de traitement électronique :



Le microphone à électret :

Le microphone à électret a un principe de fonctionnement strictement identique à celui du microphone électrostatique. Les trois différences majeures viennent du fait que la membrane n'est pas entre deux grilles polarisées, mais au voisinage systématiquement d'une seule. D'autre part, la tension de polarisation mise en jeu est bien plus faible que pour une capsule électrostatique, puisqu'elle varie de 5V à 12V selon les cas. Enfin l'air entre les grilles est remplacé dans son cas par un polymère ayant subi un traitement de polarisation spécial. En général, ce type de micro fournit sa propre alimentation par le biais d'une pile « embarquée ». Il est également possible dans la grande majorité des cas de l'alimenter via une alimentation fantôme extérieure.



Principe de fonctionnement d'une capsule à électret

Avantages :

- Micro très peu coûteux
- Très robuste (pas de risque d'arcs électriques entre la membrane et la grille vu la faible tension mise en jeu)
- Possibilité de miniaturisation extrême
- Sensibilité honorable selon la qualité des modèles

Inconvénients :

- Bande passante assez limitée même dans les produits haut de gamme, sauf rares exceptions (pertes de graves en champ libre)
- Courbe de réponse souvent incontrôlée
- Performances très variables en fonction des modèles
- Relativement faible durée de vie en raison des capacités qui gèrent l'alimentation interne : il subsiste au bout d'un certain temps des charges qui amoindrissent la sensibilité, voire colorent le signal. En plus de cela, le polymère remplaçant l'air entre les grilles perd de ses propriétés physiques relativement rapidement. (quelques années)
- Selon la qualité, le bruit équivalent peut être correct ou rédhibitoire.

Utilisations :

- Selon la sensibilité il peut être utilisé en proximité ou à distance.
- Souvent utilisé pour les micros-cravates en raison de la miniaturisation possible
- Utile pour des conditions de prise de son difficiles (humidité, froid...) qui empêchent l'utilisation d'un électrostatique.
- Peut être utilisé en micro-main (faible sensibilité aux bruits de manipulation)

Exemples de micros à électret :

Le Sennheiser Mke2, micro cravate très discret, omnidirectionnel, très utilisé en reportage, relié à un émetteur HF pour suivre un sujet :



Le Sony ECM-670, microphone hypercardioïde très utilisé comme micro porté par la caméra :



Les autres types de microphones :

Les autres types de microphones ne méritent pas la même attention que les précédents, car il s'agit soit de micros « historiques » dont les technologies sont maintenant de loin dépassées, ou bien de micros « ésotériques » dont les technologies ne peuvent pas être mises en œuvre hors d'un cadre expérimental au regard du coût et des contraintes qu'ils occasionnent. Citons tout de même :

Le microphone à grenaille (dit également « à charbon »):

Microphone réellement historique s'il en est, puisque c'est celui que l'on a vu sur les téléphones, les scènes et dans les studios des années 1890 aux années 40. Un look à cheval entre le dinosauresque boisé et le tout métal, on le reconnaissait à sa taille (en général pas moins de 20 centimètres de diamètre) et à ses nombreuses percées de part et d'autre permettant la décompression des faces de la membrane.

Son principe repose sur le principe de variation de la permittivité diélectrique des matériaux en fonction de la compression qu'on leur applique. En l'occurrence, la coque du micro renferme une grenaille de charbon minéral, et donc semi-conducteur, mise en contact direct avec la membrane. On applique de part et d'autre de cette grenaille une tension continue qui passera donc dans la résistance constituée par le charbon. Lorsque la membrane subit une excitation par une onde acoustique, elle comprime la grenaille dont la résistance baisse alors, ce qui se traduit par une augmentation de l'intensité du courant qui la parcourt. Dans le cas où l'onde décompresse l'ensemble, c'est exactement l'inverse qui se produit. On récupère donc un courant proportionnel à la pression acoustique instantanée.

Ce type de micro est bien sûr très peu fidèle, car les variations ainsi récupérées sont infimes et donc sujettes à toutes les perturbations électriques et électromagnétiques possibles et imaginables. C'est en plus sans compter sur le fait que la membrane ainsi en contact avec la grenaille n'a quasiment aucun débattement possible, si ce n'est celui que lui autorise l'élasticité du charbon, autrement dit, quasiment rien.

Le microphone à ruban :

Le microphone à ruban à eu son heure de gloire dans les années 50, sur les scènes d'Elvis Presley et autres monstres de prestige, ainsi que dans les grands studios. Son principe repose sur la modification réciproque d'un courant électrique et d'un champ électromagnétique.

Un ruban d'alliage métallique plié en accordéon est inséré dans l'axe d'un électro-aimant cylindrique. Lorsque l'électro-aimant est alimenté, il produit un champ électromagnétique qui va générer un courant continu dans le ruban, dont les deux extrémités sont respectivement reliées aux deux bornes du primaire d'un transformateur. Lorsque le ruban, très léger, est déplacé par une variation de pression acoustique, il n'est plus dans l'axe du cylindre formé par l'électro-aimant, et donc plus soumis à un champ de même intensité. Ceci résulte par une variation de l'intensité électrique dans le ruban, proportionnelle en théorie au déplacement du ruban, et donc à la pression acoustique. C'est la variation de ce courant, image de la variation de pression acoustique que l'on récupère au secondaire du transformateur.

Ce micro n'a pas vécu très longtemps en raison de l'arrivée des micros dynamiques et piézoélectriques dans les années 60, mais surtout à cause de sa fragilité et de son coût prohibitif vis-à-vis de ses performances déclinantes. En effet, utilisant les propriétés des champs électromagnétiques, il s'est vu parasité avec l'explosion des émissions herziennes qui faisaient qu'il se comportait comme un véritable récepteur radio...

Le célèbre Melodium 42Bd, micro à ruban d'anthologie, puisqu'utilisé par le King lui-même.



Le microphone piézoélectrique :

Le microphone piézoélectrique utilise les propriétés à la fois mécaniques et électriques de certains cristaux minéraux et en particulier du quartz. Le fait d'appliquer une tension aux deux faces d'un cristal de quartz le fait se déformer : c'est typiquement ce qui est utilisé dans les écouteurs de téléphone. Réciproquement, le fait d'appliquer une contrainte mécanique, et plus particulièrement de compression, à un tel cristal, va faire apparaître sur ses faces une tension proportionnelle à la contrainte qui lui sera exercée. Il suffit donc de transmettre le déplacement d'une membrane à l'une des faces d'un cristal, par un moyen mécanique, pour en faire un transducteur.

Ce type de microphone est très peu utilisé, car il souffre de grosses lacunes, à commencer par une bande passante étroite, une sensibilité très basse (de l'ordre de quelques $\mu\text{V}/\text{Pa}$), et par conséquent, un bruit équivalent très élevé. En outre, il ne permet une dynamique que très réduite en raison des limitations mécaniques du cristal en termes d'élasticité. En revanche, c'est un type de micro d'une solidité à toute épreuve, qui supporte aussi bien les chocs, que la poussière et même l'immersion complète.

Le microphone à plasma :

Un plasma est un gaz ou un liquide fortement ionisé, ce qui lui confère une permittivité diélectrique bien supérieure à ce qu'elle serait dans ce même gaz à son état normal. Un exemple fréquent de plasma est celui de l'air juste avant qu'un éclair de foudre se produise : l'air est fortement ionisé, la différence de potentiel électrostatique entre lui et le sol est énorme, et il se comporte donc dans ce cas précis comme un conducteur, d'où l'arc électrique.

Le microphone à plasma fonctionne sur le même principe que le microphone à grenaille, à savoir, la compression d'un corps dont la permittivité diélectrique est variable en fonction de la pression qu'on lui applique. (En ce sens, on pourrait presque qualifier le micro à grenaille de micro à plasma) Les deux principales différences viennent tout d'abord du fait que la tension appliquée entre la membrane et le côté opposé du plasma est bien plus élevée dans le cas du microphone à plasma. (De l'ordre de quelques milliers de Volts) Ensuite, le plasma est bien plus sujet à variation de permittivité diélectrique (i.e. résistivité) en fonction de la pression à laquelle il est soumis. En d'autres termes, il est beaucoup plus sensible que son ancêtre à charbon.

Ce type de micro, pour des raisons évidentes de sécurité, et de mise en œuvre industrielle, reste à l'état d'études en laboratoire. Cela n'en fait pas un instrument inintéressant car ses performances en termes de sensibilité, de bruit équivalent, ainsi qu'en dynamique, en font le type de micro le plus abouti qui existe aujourd'hui. L'évolution des technologie le rendra peut-être accessible dans quelques années, auquel cas, il pourrait bien détrôner les électrostatiques qui tiennent aujourd'hui le haut du pavé.