

bisse une nouvelle raréfaction, suivie d'une seconde condensation, et ainsi de suite. En modifiant la force avec laquelle on souffle dans cet instrument, on peut faire varier les sons dans l'étendue d'une octave et demie à deux octaves, depuis *ut*, jusqu'à *ut*, et quand on sait se bien rendre maître de la vitesse du courant d'air, on parvient à pousser beaucoup plus loin encore l'élévation et l'abaissement des sons. On peut doubler, quadrupler ou diminuer le volume de l'instrument, sans que les résultats changent d'une manière notable. Lorsque les dimensions sont plus grandes et les parois plus minces, il est plus facile d'obtenir des sons graves; cependant chaque instrument en a un qu'il donne avec plus de facilité que tous les autres. La direction des bords de l'ouverture change les sons. Lorsque les bords sont dirigés obliquement vers l'intérieur de la cavité, les sons ont, en général, plus de gravité. Le diamètre des orifices influe aussi sur eux; leur gravité augmente quand ces orifices sont plus larges. Nous ne possédons pas encore une théorie des vibrations qui ont lieu dans cet instrument; on ne sait point non plus si l'air est réellement le corps qui vibre le premier, et si l'instrument n'appartient pas plutôt à la catégorie des anches, dont nous aurons à parler plus loin. Dans les anches ordinaires, il y a deux dimensions à considérer, l'épaisseur et la longueur de la languette; si l'une des plaques percées agit comme anche, elle représenterait une anche dans laquelle les trois dimensions, longueur, épaisseur et largeur, entreraient en jeu, comme dans les plaques résonnantes. Au reste, l'appeau peut, de même que l'anche, être adapté à un tuyau, et les sons qui résultent de là se comportent comme ceux qu'on obtient en unissant des anches ordinaires avec des tuyaux, c'est-à-dire que le son n'est plus celui de l'anche, mais l'un des sons possibles du tuyau qui se rapproche le plus de celui de cette anche. La suite des sons, quand on varie le souffle, est, dans toute combinaison de l'appeau avec un tuyau, 1, 2, 3, 4, 5, etc., comme dans un soufflet ouvert.

III. Instrumens dans lesquels entrent à la fois en jeu les propriétés de corps élastiques solides et celles de corps élastiques fluides.
Instrumens à anche.

Il y a des agens producteurs de sons qui consistent en une simple languette vibrante, mise en mouvement par un courant d'air comprimé, comme la lame métallique de la guimbarde et les lamelles de l'harmonica à bouche. L'expérience enseigne que les corps élastiques par cohésion, comme les métaux et le bois, ne sont pas les seuls qui puissent former des anches. On peut y substituer des plaques ou des membranes rendues élastiques par tension, ainsi que je le ferai voir par la suite. Quand ces anches membraneuses sont mises en mouvement par un courant d'air comprimé, elles donnent des sons très-purs, sans le secours d'un corps de tuyau. En ajoutant un tuyau au devant des anches de la première et de la seconde espèce, on obtient un instrument plus compliqué, dans lequel l'air du tuyau contribue à modifier les vibrations de l'anche. Les instrumens de cette sorte qui ont des anches fixes en métal ou en bois, sont connus depuis long-temps sous le nom d'instrumens à anche. L'orgue a un registre entier de ces appareils. D'autres instrumens à vent, construits d'après le même principe, sont le hautbois, le basson, le serpent, la clarinette, la trompette des enfans, qui tous ont une anche, indépendamment du tuyau, et qui par-là diffèrent des flûtes, dans lesquelles le son est produit uniquement par la colonne d'air, dont la longueur le modifie. Mais on peut aussi unir ce que nous appelons les anches membraneuses avec un tuyau, de manière à former un instrument analogue, comme nous le verrons bientôt. La théorie de ces instrumens est de la plus haute importance pour l'étude de la voix humaine (1).

(1) Voyez *Dict. de l'industrie*, art. INSTRUMENS À CORDES ET À VENT, Paris, 1837, t. 7, pag. 516 et suiv.

A. *Instrumens à anches faits d'un corps élastique rigide,*
[métal ou bois.

1. *Anches simples sans tuyau.*

a. *Anches ayant de l'analogie avec les verges.*

L'instrument le plus simple de cette espèce est la guimbarde, languette d'acier fixée par l'une de ses extrémités à la partie concave d'un demi-cercle également en acier, dont les branches prolongées vont en se rapprochant un peu. Cette lame est mise en mouvement par l'air poussé entre elle et les branches. L'harmonica à bouche représente un assemblage de plusieurs languettes dans un même châssis. Elle se compose d'une petite plaque métallique percée de trous rectangulaires oblongs, dans chacun desquels s'ajuste une languette métallique, soudée à l'une de ses extrémités et libre à l'autre. Les languettes doivent pouvoir vibrer dans leur châssis sans y toucher. Pour les mettre en mouvement, on applique la plaque sur les lèvres, et on pousse l'air contre les languettes; de là résulte un son clair, qui varie suivant la longueur et la force de celles-ci.

Les anches ordinaires reposent sur le même mécanisme; un demi-cylindre creux, en laiton ou en acier, est ouvert à l'une de ses extrémités et fermé à l'autre; le côté plat est constitué, vers le bout fermé, par une plaque élastique qui ne bouche pas entièrement le demi-cylindre, dans la cavité duquel elle peut même vibrer; de cette manière, l'air a la facilité d'entrer dans le demi-cylindre et d'en sortir entre les bords de la plaque et la rigole. Il y a ici, comme dans la guimbarde et l'harmonica à bouche, un châssis et une languette élastique mobile, qui s'y ajuste. L'anche ne diffère de ces instrumens que parce que le châssis forme en même temps un tuyau servant à l'écoulement de l'air qui pénètre entre le cadre et la languette, et par lequel aussi cet air peut

être poussé contre la languette, car on peut souffler d'un côté et de l'autre dans l'anche. Si l'on prend dans sa bouche l'extrémité où se trouve la languette, et qu'on souffle dedans, de manière à faire vibrer celle-ci, l'air passant entre elle et le cadre pénètre par saccades dans le demi-cylindre. Si l'on souffle du côté du bout ouvert, l'air sort entre la languette et son châssis. On voit donc qu'ici, comme dans la guimbarde, la languette est la chose vraiment essentielle, et que tout le reste est accessoire. Une anche telle que celle dont je viens de parler peut, à l'aide d'un bouchon qu'elle traverse, être placée dans un cylindre creux, par une ouverture latérale duquel arrive l'air soufflé, comme dans le tuyau à anche de l'orgue.

La manière dont la languette est mise en vibration ne me paraît pas avoir été jusqu'à présent expliquée d'une manière satisfaisante. Voici, selon moi, ce qui arrive. Lorsqu'on souffle, la languette est chassée hors de l'ouverture du châssis; en vertu de la loi de l'inertie, elle fuit devant le corps qui la pousse, jusqu'à ce que son élasticité, qui croît proportionnellement à sa flexion, fasse équilibre à sa vitesse. Comme la pression de l'air continue toujours, la languette demeurerait dans cette situation si l'on continuait de souffler; mais, une fois qu'elle a été écartée, la pression est bien moindre que quand elle se trouvait encore engagée dans le châssis, de sorte que son élasticité la force de revenir sur elle-même comme un pendule, et que même, par l'effet soutenu de cette élasticité, elle rétrograderait avec une vitesse accélérée, si la pression continue de l'air ne la retardait un peu. Dès qu'elle est parvenue dans le châssis, la pression de l'air, devenue plus forte, la repousse de nouveau. Si cette pression ne varierait pas, elle maintiendrait toujours la languette dans la même situation, celle que comporterait sa résistance. Un courant libre d'air peut, tout aussi bien qu'un courant renfermé, mettre une languette en vibration, pourvu que celle-ci soit assez

mince, comme par exemple dans l'harmonica à bouche, et que le courant ait de la force. Si l'on souffle avec force sur une languette d'harmonica à bouche, au moyen d'un tube délié à ouverture très-petite, elle entre en vibration; je suis même quelquefois parvenu à faire résonner de petites languettes fixées sans châssis, à l'aide du courant d'air sortant d'un tube très-fin. On n'y réussit qu'avec les plus longues languettes de l'harmonica à bouche. J'isolai les plus longues de leur châssis, de manière qu'elles fussent tout-à-fait libres jusqu'à leur extrémité postérieure fixée, et je soufflai avec un tuyau très-fin au devant de l'extrémité d'un de leurs bords; en poussant l'air avec beaucoup de force dans une direction perpendiculaire, non à la surface, mais au bord, je parvins quelquefois à déterminer les vibrations sonores de la languette, mais beaucoup plus faibles que quand l'air est obligé de passer entre les bords de celle-ci et un châssis. Au contraire, les languettes membraneuses dont je donnerai plus loin la description, entrent parfaitement en vibration et résonnent pleinement lorsqu'on se sert d'un petit tube pour souffler. La manière dont un courant délié d'air peut faire entrer en vibration une languette facilement mobile, me paraît être celle-ci : le courant d'air comprimé, en frappant contre le bord de la languette libre, la chasse devant lui; elle s'éloigne en vertu de la loi de l'inertie, sort de la direction du courant, et continue de marcher dans le même sens, jusqu'à ce que son élasticité, qui croît avec sa tension, fasse équilibre à sa vitesse; alors l'élasticité la ramène sur ses pas avec une vitesse accélérée, jusqu'à ce qu'elle rentre dans le courant, qui la rechasse encore. La possibilité de produire un son avec une languette tout-à-fait libre, au moyen d'un courant d'air, prouve que, dans l'explication qu'on donne de la résonance des anches, il ne faut pas attacher trop de poids à leur mode ordinaire de construction et au passage de l'air entre la languette et le châssis.

G. Weber (1) a fait voir que le son de la languette d'une anche mise en vibration par le souffle, change en raison directe de sa longueur, comme si on la faisait vibrer en la choquant ou la pinçant, et que les languettes vibrent d'après la même loi que les verges. Cette loi est que les nombres de vibrations de deux verges d'épaisseur égale et de même matière sont en raison inverse des carrés de leur longueur. Weber a montré, en outre, que le son qu'on produit en soufflant dans l'anche sans tuyau, ressemble parfaitement, pour l'élévation, à celui qu'on obtient d'une lame élastique libre par un bout et fixée par l'autre, en la percutant. L'élévation du son d'une anche est à peu près indépendante de la force du courant d'air; mais on peut le renfler en soufflant avec plus de force. Biot avait déjà reconnu que la nature chimique du gaz dont on se sert pour souffler n'exerce aucune influence sur la hauteur du son. Cette manière de se comporter des lames élastiques métalliques ou solides fixées par un bout et libres par l'autre, est d'autant plus remarquable que, comme je l'ai constaté, les lames membraneuses disposées de la même manière se comportent tout autrement, puisqu'ici l'on peut élever le son de quelques semi-tons en soufflant avec plus de force.

Les dimensions de l'intervalle compris entre la languette et le châssis ont peu d'importance selon G. Weber. Quand l'ouverture est un peu plus grande, le son sort avec plus de peine, et on éprouve plus de difficulté soit pour le renfler soit pour l'affaiblir; mais son élévation demeure la même.

Voici quelle est la théorie admise par la plupart des physiciens à l'égard des sons produits par les languettes. Les vibrations de ces corps obéissent bien, à ce qu'il paraît, aux

(1) *Leges oscillationis oriunde si duo corpora diversa celeritate oscillantia ita conjunguntur, ut oscillare non possint, nisi simul et synchronice*, Halle, 1826, in-4.

mêmes lois que celles des verges ; mais il y a cette différence entre les verges et les languettes résonnantes , que , dans les premières , c'est la verge elle-même qui produit le son , tandis que , dans les secondes , c'est l'air. La même différence a lieu quand on fait vibrer une languette par la percussion ou par le souffle : dans le premier cas , c'est la languette seule qui résonne ; dans le second , elle doit bien aussi donner du son , mais beaucoup de personnes regardent l'air lui-même comme étant la cause principale du son particulier qu'elle rend alors , et cela par les motifs suivans :

Le son d'une languette mise en vibration par percussion est faible ; celui d'une languette qui vibre par l'effet du souffle est fort ; mais il y a aussi une différence dans la qualité des sons , dont le timbre ne ressemble pas , dans le premier cas , à ce qu'il est dans le second. On conclut de là que l'air , bien qu'il ne modifie pas l'élévation du son en raison de la largeur diverse de l'ouverture , doit cependant exercer sur lui de l'influence , en ce sens que , dans les conditions au milieu desquelles la languette vibre par l'effet du souffle , il éprouve des chocs réguliers , sans former de nœuds. On sait qu'il ne faut , pour la production d'un son , qu'un certain nombre de chocs qui soient propagés à l'organe auditif , et que les vibrations ne donnent lieu à des sons que parce qu'elles déterminent des chocs de ce genre. D'après la manière dont une languette vibre dans son châssis , il doit , assure-t-on , se produire des chocs semblables à ceux qui ont lieu dans la sirène , le passage de l'air à travers l'ouverture se trouvant arrêté un moment à chaque vibration. [De même , dans la sirène , les interruptions du courant de l'air , en se succédant avec rapidité , font naître un son. L'élévation de ce son de l'air dépend du nombre des interruptions , et comme celles-ci sont dues aux vibrations de la languette , ce nombre doit être égal à celui des vibrations.

Mais cette théorie des sons produits par les languettes n'est

rien moins que démontrée. Les sons que l'on tire d'une lame mince de longueur suffisante , fixée à l'un de ses bouts et privée de châssis , en dirigeant sur elle le courant d'air d'un tube très-mince , prouve déjà que ces sortes de sons ne dépendent pas uniquement des chocs alternatifs de l'air , quoique le fort courant qui sort du tube , et qu'on dirige vers le bord de la languette , doive être un peu diminué chaque fois que celle-ci revient sur elle-même , tandis qu'il est libre au moment où elle se trouve hors de sa portée. Je me borne ici à soulever ce doute ; j'y reviendrai plus amplement lorsque je traiterai des languettes membraneuses.

b. Languettes accompagnées d'un tuyau qui modifie le son.

Le son d'une anche ou d'une languette change beaucoup , eu égard à l'élévation , lorsque l'anche est ajustée sur un tuyau , comme dans le hautbois , la clarinette , le basson. Ici l'air , au lieu de s'écouler dans l'atmosphère , est obligé de parcourir le tuyau , et l'instrument se trouve composé de deux parties dont les vibrations obéissent à des lois différentes. Le son de l'anche et celui du sifflet , pris chacun à part , peuvent différer totalement l'un de l'autre ; mais , quand ces deux parties sont réunies , elles s'influencent réciproquement , de manière que les vibrations de la languette sont déterminées par celles de la colonne d'air , et les vibrations de la colonne d'air par celles de la languette. On n'entend jamais qu'un seul son , qui n'est jamais non plus ni celui que donnerait l'anche seule , ni celui qu'on obtiendrait de la colonne aérienne seule. Il ne suffit donc pas que les vibrations aient lieu avec une simultanéité parfaite , il faut encore qu'elles s'accorment les unes aux autres (1).

(1) G. Weber s'est occupé de rechercher les conditions nécessaires pour ce son simple se produise. Voyez POGGENDORF , *Annalen* , t. XVI , XVII.

Weber seul a donné une théorie sûre des instrumens à anche. Ce n'est point ici le lieu de faire connaître d'une manière détaillée les résultats de ses travaux, qui tiennent place parmi les plus importans de la physique moderne. Cependant je suis obligé de rapporter quelques uns des faits découverts par lui, attendu qu'ils servent de base aux recherches sur les sifflets à languette membraneuse, qui sont ceux avec lesquels l'organe de la voix a le plus d'analogie.

1° L'union d'un tuyau avec une anche peut rendre le son de cette dernière plus grave, mais ne saurait le rendre plus aigu.

2° Le maximum de cet abaissement ne dépasse point une octave.

3° En allongeant le tuyau, le son revient au son fondamental primitif de l'anche, qu'on peut ensuite abaisser de nouveau, mais seulement jusqu'à un certain degré.

4° La longueur du tuyau nécessaire pour obtenir un abaissement donné, dépend toujours du rapport entre les nombres des vibrations de la languette et de la colonne d'air, prises chacune à part.

5° Ainsi le son du tuyau d'anche s'abaisse peu à peu à mesure qu'on allonge le tube, jusqu'à ce que la colonne d'air de celui-ci soit devenue assez longue pour donner seule le même son que l'anche donne, également seule. En allongeant davantage le tube, le son revient au son fondamental de l'anche. On peut encore, en allongeant le tube, le faire descendre d'une quarte environ, jusqu'à ce que la longueur du tuyau soit double de celle de la colonne d'air qui aurait le même son que l'anche. Là le son repasse de nouveau au son fondamental de l'anche. L'allongement du tube peut abaisser de nouveau le son d'une tierce, jusqu'à ce qu'un moment vienne où il repasse au son fondamental de la languette. Pendant la transition, on peut produire deux sons différens suivant la force avec laquelle on souffle.

Ces découvertes sont susceptibles de s'appliquer aux sifflets à languettes membraneuses, comme j'essaierai de le faire plus loin.

6° Si le son de l'anche qui parle seule est dans la série des sons harmoniques du tuyau résonnant seul, l'union de l'anche avec le tuyau ne fait pas nécessairement changer le son de la première quand on souffle doucement; mais lorsqu'on souffle avec force, le son peut être abaissé au dessous de celui de l'anche, ou d'une octave, ou d'une quarte, ou d'une tierce mineure, ou d'autres intervalles correspondans aux nombres $\frac{7}{8}$, $\frac{7}{10}$, $\frac{11}{12}$.

Ces découvertes fournissent des indices certains pour comparer les organes de la voix ou d'autres instrumens sonores aux tuyaux à anche et aux tuyaux à bouche. Par exemple, que, sur un instrument à vent, on puisse, l'embouchure restant la même, abaisser à volonté le son par des tuyaux surajoutés, et obtenir un abaissement proportionné à la longueur des tuyaux, l'instrument est positivement un tuyau à bouche, et c'est l'air seul qui résonne dedans; qu'au contraire, l'embouchure restant la même, les tuyaux ne puissent produire qu'un abaissement d'une octave ou moins, il s'agit d'un tuyau à anche.

Parmi les instrumens à anche se rangent les jeux d'anche de l'orgue, ou le registre de la voix humaine. La clarinette, le hautbois, le basson sont aussi des instrumens à anche, avec lesquels on produit les différens sons en ouvrant ou fermant une série de trous dont l'expérience a fait connaître la disposition, tandis que, dans les jeux d'anche de l'orgue, chaque son a son tuyau particulier.

2. Langues métalliques en forme de disques.

Comme de minces plaques en bois ou en métal, vibrant d'après les lois des verges, agissent à la manière des languettes, on doit s'attendre aussi à ce que des disques métalliques

minces, vibrant d'après les lois des plaques, puissent servir de languettes lorsqu'elles sont fixées dans le milieu et que l'air s'écoule entre leur bord et le bord évidé d'un châssis périphérique. Certaines expériences faites par Clément et Hachette, et que Savart a répétées avec le même résultat, semblent devoir trouver place ici. Clément a découvert que quand un courant d'air passe à travers une ouverture pratiquée dans une paroi plane, et qu'on approche une plaque mince de cette ouverture, la plaque entre en vibration, et produit des sons sourds, très-graves. Les sons proviennent immédiatement des vibrations propres de la plaque, et il est vraisemblable qu'ils sont renflés par l'air, comme dans les tuyaux à anche; car lorsqu'on tient devant l'ouverture des disques circulaires d'égale épaisseur, mais de diamètres différens, les nombres de vibrations sont en raison inverse des carrés des diamètres, comme dans les disques circulaires résonnans. L'élévation des sons est la même aussi que quand on fait vibrer les mêmes disques circulaires par le moyen d'un archet de violon. Probablement on pourrait tout aussi bien employer des disques circulaires courbés en forme de cloches que des disques plats, de même qu'il arrive pour les sons qu'on produit immédiatement avec des corps solides affectant la forme de disques.

J'ai fait construire des languettes circulaires d'après le principe des instrumens à anche ordinaires. Un disque circulaire en laiton, d'un cinquième de millimètre d'épaisseur, sur trente-cinq millimètres de diamètre, est maintenu, dans son milieu, par une verge, contre le bord tranchant d'un châssis correspondant, de telle manière que l'air, poussé à travers le tuyau adapté au châssis, passe entre celui-ci et le bord du disque. Les sons sortent facilement, comme dans les tuyaux à anche ordinaires; mais souvent on en entend plusieurs à la fois, graves et aigus, par exemple le son fondamental et la quinte, ou même de plus aigus encore. L'aspiration de l'air fait également naître des sons, comme dans les languettes

ordinaires. Un instrument de pareille construction avec une languette en forme de cloche ne parle pas, probablement parce que la courbure du disque rend la languette trop roide, et fait qu'elle n'est plus assez grande.

Un disque circulaire en métal extrêmement mince, présentant une ouverture dans le milieu, et soudé à une embouchure très-courte par sa périphérie, pourrait aussi être considéré sous le point de vue d'une languette. Ce serait l'inverse du cas précédent, l'embouchure se trouvant à l'ouverture centrale, au lieu d'être sur le bord; l'air, passant à travers l'ouverture, agirait ici comme la verge qui passe par le milieu d'une peau tendue à sa périphérie, et qui produit des sons. Au premier aperçu, ces conditions semblent s'appliquer à l'appeau des oiseleurs, que Savart ne compte point parmi les tuyaux à anche; on pourrait alléguer en faveur du rapprochement que ces sifflets sont susceptibles d'être unis avec un tuyau, suivant lequel changent les sons. Mais ce qui empêche de l'admettre, c'est que, dans cet instrument, l'ouverture est beaucoup plus large que la fente des langues métalliques ne doit l'être pour qu'il se produise des sons. A la vérité, comme je l'ai dit plus haut, de très-minces et longues languettes d'harmonica à bouche rendent faiblement leur son, à l'air libre et sans châssis, lorsqu'un fort courant d'air, sortant d'un tuyau délié, vient à passer au devant de leur bord; cependant l'appeau des oiseleurs décrit par Savart a plus de ressemblance avec un tuyau à bouche. J'obtiens déjà des sons en embrassant avec mes lèvres un épais disque d'ivoire percé d'un trou central, et aspirant l'air; ce disque peut avoir assez d'épaisseur pour que ses bords soient incapables de vibrer, de sorte qu'il ne saurait agir comme une languette.

B. Instrumens à anche membraneuse ou élastique par tension.

L'étude de ces sortes d'anches a été négligée jusqu'ici, et l'on doit d'autant plus le regretter qu'elle renferme la clef de

la théorie de la voix de l'homme et des Oiseaux. Biot et Cagniard-Latour ont cherché à imiter les lamelles membraneuses de la glotte, appelées cordes vocales, avec des membranes élastiques en caoutchouc, et à fabriquer ainsi un larynx artificiel. Henle s'est servi avec succès de membranes animales dans la même vue; mais jusqu'à présent cet objet n'avait pas été assez suivi pour qu'il fût permis d'établir un parallèle complet entre les instrumens en question et l'organe vocal. J'ai fait une étude spéciale de la manière dont les ligamens et les membranes se comportent quand ils agissent comme anches, et je vais rapporter les observations que j'ai faites à cet égard. Je dois recommander instamment la lecture du chapitre entier à ceux qui voudront bien comprendre l'application que j'en ferai plus tard à la voix de l'homme, et les expériences tentées sur le larynx humain; je dois inviter aussi le lecteur à bien se pénétrer des points principaux de la théorie des instrumens de musique, car sans cela il serait impossible de comprendre les détails dans lesquels je vais entrer.

On doit déjà prévoir d'avance qu'il y aura des anches à languette membraneuse. L'anche repose sur ce qu'un corps qui de lui-même ne donnerait aucun son par des chocs, ou du moins n'en donnerait que de faibles et sans éclat, produit, par l'impulsion soutenue de l'air, un son correspondant à son élasticité et à sa longueur. Les languettes dont il a été question jusqu'ici étaient de petites lamelles rigides, en métal ou en bois, qui, en raison de leur brièveté, vibrent par elles-mêmes sans produire de son, tandis que leurs lois de vibration sont celles des verges vibrantes. Des corps élastiques par tension qui deviennent incapables de résonner par percussion lorsqu'ils ont été raccourcis, mais qui conservent cependant leurs lois de vibration, peuvent également donner lieu à des sons appréciables, par des impulsions soutenues de l'air. De pareilles anches différeraient des anches rigides, élastiques par elles-mêmes, en ce qu'elles auraient besoin d'être fixées

sur deux points, comme les cordes, ou de tous côtés, comme les peaux, tandis que les anches rigides ne sont, comme les verges, fixées qu'à une seule extrémité. L'expérience confirme sur-le-champ cette idée. Lorsqu'on tend une membrane élastique (en caoutchouc) sur l'orifice d'un tuyau en bois, de manière qu'elle couvre la moitié de l'orifice, et qu'on ferme l'autre moitié de celui-ci avec une plaque rigide de bois ou de carton, en ménageant une fente étroite entre la membrane élastique et le bord du corps rigide, on a une anche membraneuse, et on obtient un son plein, pur et fort, en soufflant par l'autre bout du tuyau.

Je partage les instrumens à anche élastique par tension, en deux classes, comme l'ont été les précédens, savoir ceux qui sont simples, sans tuyau, et ceux qui ont un tuyau modifiant le son.

1. *Anches membraneuses simples sans tuyau.*

a. *Anches tendues à la manière des cordes.*

Les anches simples de cette espèce correspondent à la guimbarde et à l'harmonica à bouche de la section précédente. Après avoir étendu une plaque de caoutchouc en membrane mince, j'en détache une étroite lanière, ayant une ou deux lignes de large, et je tends cette lanière en travers sur un anneau en bois ou sur un cadre carré. Etant alors pincée à la manière d'une corde, elle donne un son faible et sourd, mais aussi mauvais que celui qu'une languette métallique produit par percussion. Si, de chaque côté du fil élastique plat on fixe sur l'anneau une plaque rigide en carton ou en bois, de manière que les deux plaques soient affleurées avec le fil, entre lequel et elles il ne reste qu'une fente étroite, on obtient une harmonica à bouche, dont la languette est en caoutchouc. Cet instrument donne alors, comme l'harmonica à bouche, un son pur, fort et plein. Mais on peut aussi, sans entourer cette languette d'un cadre, et sans que l'air passe sur ses côtés par des fentes, obtenir d'elle des sons pleins, d'une autre manière

et en vertu du même principe. J'ai déjà dit, en parlant des languettes métalliques, que celle d'une harmonica à bouche débarrassée de son châssis, et fixée par l'un de ses bouts, peut, pourvu qu'elle soit très-longue, être mise en état de vibration sonore par un courant d'air rapide et délié qu'à l'aide d'un tube très-mince on dirige sur l'un des bords latéraux, immédiatement au dessus de l'extrémité. Cependant on a de la peine à y parvenir avec les languettes métalliques, parce qu'elles sont trop roides. On réussit très-bien avec les lanières de caoutchouc dont je viens de parler. Qu'on tende un ruban étroit de gomme élastique sur un cadre de huit lignes à un pouce de diamètre, qu'ensuite, à l'aide d'un tube délié, on souffle sur l'un de ses bords dans une direction perpendiculaire à sa surface, il vibre d'un côté à l'autre, en faisant entendre un son. Ou, ce qui vaut mieux encore, qu'on souffle obliquement de côté sur la surface du ruban, il se produit aussitôt des vibrations de haut en bas, avec un son fort et pur, ayant la même résonance que celui qu'on obtient lorsque, le ruban étant tendu entre deux jambages solides, on souffle à travers la fente. Ce son naît évidemment de la même manière que dans les languettes métalliques. Quand un courant d'air délié vient frapper le ruban, celui-ci s'éloigne du corps qui le choque; mais comme son élasticité croît à mesure qu'il s'étend, un moment arrive où cette élasticité fait équilibre à sa vitesse, et alors le ruban exécute la vibration rétrograde, qui le ramène assez près du courant pour qu'il doive être repoussé de nouveau. Que le courant d'air tombe obliquement sur le milieu du ruban, ou qu'il passe entre le milieu et les points terminaux, le son fondamental de ce ruban doit se produire dans les deux cas: quelquefois, lorsque le courant s'écarte davantage du milieu, il apparaît un autre son que le son fondamental. Mais le son dépend aussi, en quelque sorte, de la force avec laquelle on souffle. Si l'on applique le tranchant d'une spatule sur le milieu du ruban, dans une

direction perpendiculaire à sa surface, de manière qu'il repose à la fois sur deux points, et qu'ensuite on souffle sur la moitié du ruban, on obtient l'octave du son fondamental. Une tension plus considérable élève le son, qui n'en demeure pas moins pur et plein. Quant à la force du souffle, elle peut hausser le son fondamental du ruban d'un semi-ton et plus. En général cependant ces languettes élastiques par tension changent leurs vibrations absolument de la même manière que les cordes, c'est-à-dire que les nombres des vibrations croissent en raison inverse des longueurs, et probablement, par cela même, en raison directe des racines carrées des forces tensives. C'est déjà là une différence importante entre elles et les languettes métalliques, qui se comportent comme les verges, puisque, à égalité d'épaisseur, les nombres des vibrations sont en raison inverse des carrés de leurs longueurs. Les languettes membraneuses ne diffèrent des cordes que parce que le mode d'embouchure modifie un peu le son, quoique la languette continue de vibrer en plein, ou de toute sa longueur, comme une corde. Lorsqu'après avoir tendu sur un tuyau une languette membraneuse embrassée par un cadre, on souffle par le tuyau, un son se produit, soit qu'on pousse l'air, soit qu'on l'attire; mais, à égalité aussi parfaite que possible d'embouchure, ce son varie dans les deux cas: dans le second, il est la plupart du temps plus grave d'un semi-ton à un ton entier. La largeur de la fente entre les branches et la languette élastique n'a pas d'influence bien notable sur l'élévation du son; mais le souffle parle plus facilement lorsque cette fente est plus étroite. La force du souffle peut élever un peu le son, par exemple d'un semi-ton; celle de l'aspiration de l'air peut également l'élever un peu. Si la languette heurte, en un point quelconque, une inégalité du rebord des branches latérales qui l'embrassent, il se produit là un nœud de vibration, et l'on entend un son beaucoup plus élevé que le son fondamental.

Mais les anches membraneuses élastiques par tension peu-