

bénéfice d'un autre genre à éviter cette fumée abondante qui accompagne la combustion de la plupart des foyers. C'est ainsi que la fumée qui s'échappe du foyer de la machine à vapeur, a l'inconvénient de signaler de très-loin l'approche d'un navire, inconvénient grave dans certains cas, s'il s'agit d'un bâtiment de la marine militaire. En outre ces flots de fumée, rabattus par le vent, gênent parfois le service du bord.

Ajoutons que si on parvient à triompher des obstacles qu'il a rencontrés dans la pratique, ce nouveau mode de combustion sans fumée pourrait peut-être épargner l'emploi, si coûteux, du coke sur les locomotives, et s'appliquer aussi à la cuisson des porcelaines, qui exigent une combustion exempte de fumée.

Ce nouveau système présente une autre particularité remarquable : l'inventeur s'appelle M. *Beaufumé*. Il y a des noms qui semblent marqués d'une étoile.

## X

## NOUVELLES DÉCOUVERTES EN PHYSIQUE.

## 1

## Nouvelle pile voltaïque.

Une acquisition des plus intéressantes pour la physique, c'est la nouvelle pile voltaïque qui a été imaginée en 1856 par M. Victor Doat, d'Alby. L'inventeur de cet appareil n'est pas un savant de profession; il appartient à cette classe de simples amateurs des sciences à qui nous devons tant de créations originales.

Le grand problème de la construction de la pile voltaïque, c'est-à-dire de l'instrument qui constitue la source de l'électricité dynamique employée dans les laboratoires et dans les arts, c'est de produire de l'électricité à bon marché. La pile de Bunsen et toutes celles qui l'ont précédée sont des instruments d'un usage coûteux. Pour produire de l'électricité, dans la pile de Bunsen, on emploie du zinc, des acides azotique et sulfurique : l'acide azotique disparaît à l'état de gaz hypo-azotique; le zinc se dissout dans l'acide sulfurique et forme du sulfate de zinc. Or, le produit de cette action chimique, le sulfate de zinc, est aujourd'hui sans emploi et par conséquent sans valeur. C'est là ce qui explique la grande dépense qui résulte de l'usage des piles actuelles. Si l'on pouvait tirer un parti quelconque du sulfate de zinc qui se forme dans la pile de Bunsen, ou si l'on pouvait, à peu de frais, en retirer le zinc métallique, la dépense, pour la production de l'électricité, serait très-

faible. Mais, dans l'état actuel, ces deux problèmes n'ont pas trouvé de solution.

M. Victor Doat a donc touché le point sensible de cette grande question de la production économique de l'électricité, en composant une pile formée de substances chimiques qui peuvent, après avoir servi à produire de l'électricité, être révivifiées à peu de frais, et, ramenées à leur état précédent, être de nouveau employées comme agents producteurs d'électricité.

Pour donner la description de la nouvelle pile de M. Doat, nous supposerons connue la pile de Bunsen, instrument si répandu dans les laboratoires et dans les arts. Voici donc en quoi cette nouvelle pile diffère de l'appareil de Bunsen.

Le mercure métallique remplace le zinc de la pile de Bunsen; l'*iodure de potassium*, en solution saturée, remplace l'eau acidulée par l'acide sulfurique; l'*iode*, dissous dans l'iodure de potassium, remplace l'acide azotique ou le sulfate de cuivre que l'on emploie dans les piles à deux liquides. Il sert à maintenir la constance du courant pendant plusieurs jours, quelle que soit son intensité. Le charbon est employé comme pôle positif.

Une auge carrée, en verre ou en gutta-percha, renferme le mercure et l'iodure de potassium. Le charbon et l'iodure, dissous dans l'iodure alcalin, sont renfermés dans un vase poreux, également de forme carrée, lequel est immergé, dans le liquide de l'auge, à deux centimètres de la surface du mercure.

Quand le courant voltaïque est établi, l'iodure de potassium attaque le mercure avec une grande énergie; il se forme du proto-iodure de mercure, lequel, en présence de l'iodure alcalin, abandonne la moitié du mercure à l'état métallique, et se change ainsi en periodure. Ce dernier composé étant une des substances qui attaquent le plus vivement le mercure métallique, vient ajouter son action à celle de l'iodure de potassium.

Cette pile est placée dans une sorte de bibliothèque, sur des planches mobiles, qu'une tringle en fer réunit, et qu'une vis de rappel incline à volonté. On peut ainsi régler immédiatement la quantité d'électricité en changeant le niveau du mercure et en le ramassant sur un petit espace.

Une fois montée, cette nouvelle pile n'a plus besoin d'aucun soin. Quand le liquide est saturé, on le soutire avec un siphon.

Comment procède-t-on pour révivifier les substances qui ont servi à faire marcher cette pile, et pour les rendre aptes à être employées de nouveau comme agents producteurs de l'électricité? Voici les moyens qui sont indiqués pour cela par M. Doat.

Le composé chimique contenu dans les liquides qui proviennent de la pile, n'est autre chose, comme on vient de le voir, que du periodure de mercure dissous dans de l'iodure de potassium. L'iodure de potassium se révivifie en chauffant légèrement le liquide provenant des auges, dans une capsule surmontée d'une cloche. Par le calorique, le periodure de mercure, qui est très-volatil, se sépare, va se condenser au sommet de la cloche, et l'iodure de potassium reste dans la capsule.

Le mercure se révivifie successivement de la manière suivante: une portion de métal se réduit déjà spontanément au sein même de la pile, par suite des réactions suivantes, qui s'établissent d'elles-mêmes: L'iodure de potassium, en agissant sur le mercure, le change en proto-iodure; mais celui-ci, en présence de l'iodure alcalin, abandonne la moitié de son mercure à l'état métallique, et passe à l'état de periodure. Ce dernier attaque à son tour le métal, le change également en proto-iodure, en repassant lui-même au même état; mais ces deux proto-iodures abandonnent à leur tour la moitié du mercure, pour passer à l'état de periodure, et ainsi de suite.

La révivification du mercure, qu'il faut opérer à la main,

se pratique de la manière suivante : on traite le periodure par la baryte caustique ; il se forme de l'oxyde de mercure et de l'iodure de baryum. Soumis à l'action d'une faible chaleur, l'oxyde de mercure abandonne l'oxygène et laisse du mercure métallique pur, qu'on recueille dans un appareil convenable. L'iodure se révivifie en chauffant l'iodure de baryum dans un appareil surmonté d'une cloche : l'iodure se volatilise et va cristalliser au sommet de la cloche.

C'est à l'expérience à établir si les moyens proposés par M. Doat, pour la révivification des résidus de la nouvelle pile voltaïque, sont réellement aussi simples, aussi économiques que le pense l'auteur. Quoi qu'il en soit, on ne peut qu'applaudir au résultat neuf et pratique mis en lumière par les patientes recherches de ce physicien. La pile de Bunsen n'a pas seulement, en effet, l'inconvénient d'être dispendieuse dans son emploi. La nécessité de manier des acides concentrés, l'obligation de laver avec soin, par une longue immersion dans l'eau, les métaux retirés des godets, sous peine de les voir s'oxyder promptement ; l'odeur si désagréable du gaz nitreux qui se dégage continuellement pendant la marche de la pile, et l'action dangereuse de ce gaz sur nos organes, sont des inconvénients graves inhérents à la pile de Bunsen. En outre, la constance dans l'intensité de l'action galvanique manque à cet instrument, quand on prolonge quelque temps sa marche. Au contraire, la pile de M. Doat ne donne naissance à aucun produit exerçant sur nos organes une action fâcheuse : l'iodure de mercure est le seul composé qui y prenne naissance, sans qu'il se dégage au dehors aucun gaz désagréable ou nuisible. En outre, cette pile possède l'avantage, qui sera des plus précieux pour les arts, d'une constance et d'une égalité d'action qu'aucune autre pile ne possède au même degré. Elle offre aussi la possibilité de faire varier à volonté, pendant la marche, l'in-

tensité du courant, grâce à la simple inclinaison des auges, et sans enlever le liquide, ni diminuer le nombre des éléments. Quant à l'énergie de la nouvelle pile, il résulte d'expériences dues à M. Edmond Becquerel, qu'elle serait environ les deux tiers de celle d'une pile de Bunsen de mêmes dimensions.

En résumé, ce nouvel instrument constitue une acquisition pleine d'intérêt pour la science. Le nom du jeune amateur albigeois figurera donc avec honneur à côté des noms célèbres de Wollaston, de Wheatstone, de Smée, de Bunsen, de Munch et de Faraday, à qui l'on doit l'invention des diverses formes de la pile galvanique.

Nous venons de dire, d'après M. Edmond Becquerel, que la nouvelle pile de M. Doat paraît représenter les deux tiers de l'intensité électro-motrice d'une pile de Bunsen de mêmes dimensions. Il importait d'examiner, par une analyse physique très-rigoureuse, les effets de ce nouvel instrument voltaïque. C'est ce travail comparatif qu'a exécuté M. Jules Regnaud, professeur de physique à l'École de pharmacie de Paris. Nous allons reproduire la Note qui a été publiée sur ce sujet par M. Regnaud, au mois de juillet 1856.

« Dans une communication récente faite à l'Académie, dit M. Jules Regnaud, M. Doat a décrit un nouveau système de pile qu'il a imaginé ; la disposition ingénieuse de chaque couple, la nature des corps qui le constituent ont attiré à juste titre l'attention des physiciens : il n'est donc pas besoin de les rappeler. Mais cet appareil, indépendamment de l'importance que peut lui acquérir dans la pratique la constance de ses effets, m'a paru réaliser, grâce à l'intervention directe d'un corps simple comme radical électro-négatif, une des combinaisons voltaïques les plus convenables pour constater quelques relations entre l'affinité et les forces électro-motrices. C'est ainsi que j'ai été conduit à déterminer, par la méthode d'opposition, le rapport exact de la force électro-motrice de ce couple à celle des couples usuels, et à étendre ces mesures à plusieurs autres fondés sur le même principe.

L'unité choisie a été, comme dans mes recherches antérieures, l'élément thermo-électrique bismuth-cuivre, de 0 degré à +100 degrés.

J'ai trouvé la force électro-motrice du couple de M. Doat égale à 102 unités; je rappelle, pour mieux faire apprécier la valeur comparative, que le couple de Daniell équivaut à 175 unités et celui de Grove à 310.

La force électro-motrice croissant avec l'énergie des affinités chimiques mises en jeu, on peut augmenter notablement sa valeur dans des couples où l'on substitue au mercure des métaux plus haut placés dans l'échelle positive. M. Doat a réalisé cette idée en remplaçant le mercure par quelques amalgames; on peut même se dispenser pour certains métaux, pour le zinc en particulier, de l'amalgamation. Voici plusieurs nombres qui manifestent les effets obtenus par ces substitutions :

	I Hg.....	Force électro-motrice =	102 unités.
Charbon	I Cd.....	»	= 182 »
	I Zn.....	»	= 216 »
IK.	I Na (amalg.)..	»	= 381 »
	I K (amalg.)..	»	= 386 »

Si l'on analyse les phénomènes chimiques qui s'accomplissent dans ce système où les métaux sont en rapport avec l'iode par l'intermédiaire de l'iodure de potassium, il semble que, les réactions équivalentes et de signe contraire étant éliminées, la seule affinité efficace dans la production du courant est celle de l'iode pour le métal libre. D'après cette remarque, la substitution dans le couple de M. Doat du brome et du bromure de potassium, du chlore et du chlorure de potassium à l'iode et à l'iodure de potassium, doit montrer une fois de plus le rôle de l'affinité dans les phénomènes voltaïques. Le tableau suivant permet de comparer les puissances relatives de divers couples où les mêmes métaux se combinent avec l'iode, le brome et le chlore. Il faut toutefois noter que les actions locales, inévitables lorsque l'on fait usage des amalgames de potassium et de sodium, laissent planer sur les déterminations une certaine incertitude.

Unités.	Unités.	Unité.
I Hg..... 102	Br Hg..... 161	Cl Hg..... 180.
I Zn..... 216	Br Zn..... 280	Cl Zn. .... 346.
I Na (amalg.) 381	Br Na (amalg.) 465	Cl Na (amalg.) 506.
I L (amalg.).. 386	Br K (amalg.).. 471	Cl K (amalg.) 512.

Tous ces nombres croissent dans le sens prévu d'après la théorie des phénomènes chimiques; il importe néanmoins de remarquer que les relations des divers groupes comparés entre eux ne sont pas assez simples pour qu'on puisse prendre les rapports des forces observées pour expression de l'affinité des corps simples mis en présence. Il faut conclure de là que, même dans ces couples, les réactions génératrices des phénomènes voltaïques ne sont pas aussi simples que le raisonnement analytique le fait supposer, et que les actions secondaires ne permettent pas à la force électro-motrice naissant du phénomène principal d'acquies sa valeur absolue, bien que son influence prépondérante soit mise en évidence par la comparaison des séries. »

## 2

Suppression du fil de cuivre couvert de soie pour les spirales des multiplicateurs électro-magnétiques : électro-aimant et galvanomètre à bandes de papier.

M. Bonelli, qui a rendu son nom célèbre par la découverte du tissage électrique et celle du *télégraphe des locomotives*, vient d'apporter une modification, aussi originale qu'avantageuse, à la construction des divers appareils dans lesquels on fait circuler un courant électrique autour d'une lame de fer ou d'une aiguille aimantée, c'est-à-dire à la construction des électro-aimants qui entrent dans les machines électro-magnétiques et les télégraphes électriques, à celle des multiplicateurs électriques des galvanomètres, etc.

Tous les appareils de ce genre se construisent aujourd'hui, en entourant de spires de soie, destinées à l'isoler, le fil de cuivre qui doit être enroulé autour du barreau de fer. La nécessité de couvrir très-exactement de soie les spirales métalliques, rend ces sortes d'instruments coûteux. De plus, on ne peut pas toujours parvenir à les construire dans cette condition, tels qu'on voudrait les obtenir pour certaines expériences de physique. Le diamètre des fils

métalliques qui composent les spirales doit varier selon les phénomènes que l'on veut produire. Il importe souvent de leur donner une longueur excessive et le plus petit diamètre possible. Or, ces fils très-fins coûtent extrêmement cher ; encore y a-t-il des limites de finesse que l'on n'a pu parvenir à dépasser, et auxquelles l'expérimentateur doit se tenir, quelle que soit, pour lui, l'importance d'employer des fils d'une finesse supérieure. Aussi, plusieurs expériences, qu'il serait très-important de faire, qui ouvriraient peut-être un nouveau champ à l'étude de l'électricité, ne peuvent-elles s'exécuter aujourd'hui faute de fils suffisamment minces et convenablement isolés.

M. Bonelli est parvenu à résoudre avec beaucoup d'originalité et d'élégance le problème de la construction des électro-aimants à bon marché. Tout en diminuant des quatre cinquièmes le prix actuel de ces instruments, il peut donner aux spirales métalliques une finesse supérieure à celle des fils les plus minces que l'on connaisse.

Le moyen employé par M. Bonelli pour arriver à ces importants résultats est fort simple. Il consiste à tracer sur une bande de papier *sans fin* des lignes métalliques formées de feuilles d'or. Le papier qui sépare ces lignes sert de corps isolant, et le courant qui circule le long de ce conducteur métallique est toujours parfaitement isolé.

Sans entrer dans des détails qui nous entraîneraient trop loin, quant au procédé qui permet de tracer sur une feuille de papier ces lignes métalliques, et à la manière de disposer autour des bobines ces papiers rayés d'or, nous dirons que, comme il est facile de réduire ces lignes et les intervalles qui les séparent, à l'épaisseur de 1 millimètre et même moins encore, on peut en faire tenir de quarante à cinquante sur une bobine ordinaire. Le papier qui sépare ces lignes entre elles et au-dessous d'elles les maintient

parfaitement isolées ; et comme ce papier peut être très-fin et très-serré sur la bobine, on peut, dans une médiocre épaisseur, mettre une longueur très-considérable de spirales métalliques, qui ont sur le fer une action électromagnétique très-intense.

M. Bonelli a construit dans ce système un galvanomètre et un électro-aimant qui fonctionnent à merveille.

Nous avons eu entre les mains un galvanomètre construit de cette manière, et nous avons pu nous assurer de la sensibilité remarquable dont jouit cet appareil. Nous avons placé dans de l'eau de fontaine une lame de zinc de 2 à 3 pouces carrés de surface, et un fil de platine ; ce petit système a été mis en communication avec les fils du *galvanomètre à bandes de papier* de M. Bonelli. L'action électro-chimique, si faible pourtant, qui peut se développer par la seule action de l'eau sur le zinc, a suffi pour imprimer une déviation de 1 1/2 à 2 degrés à l'aiguille aimantée de cet instrument. En ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique à l'eau, la déviation de l'aiguille a été considérable.

On ne peut donc conserver aucun doute sur l'extrême sensibilité de ce nouveau galvanomètre, et par conséquent sur l'importance et les avantages de la substitution que vient de faire M. Bonelli, en remplaçant par une simple bande de papier rayé d'or les fils entourés de soie de nos appareils ordinaires. Avec ce nouveau système, les électro-aimants pourront, à l'avenir, être obtenus à peu de frais, être construits par le physicien lui-même, par l'artisan ou l'ouvrier, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours au fabricant d'instruments. Les applications de l'électricité pourront ainsi devenir plus nombreuses et plus faciles, puisque les instruments propres aux expériences seront d'un prix peu élevé, ou pourront être construits par l'expérimentateur lui-même. C'est là un nouveau service rendu à la science par l'ingénieur et habile physicien piémontais, à qui nous devons l'admirable création du tissu électrique.

## 3

Chaudière à vapeur de M. Boutigny.

M. Boutigny (d'Évreux), physicien observateur, bien connu par sa remarquable découverte de l'état sphéroïdal des corps, est l'inventeur d'une disposition ingénieuse et entièrement nouvelle, pour les chaudières à vapeur. Comme cet appareil est destiné à rendre des services réels à l'industrie dans certains cas spéciaux, nous en donnerons la description d'après un rapport fait à ce sujet par M. Callon à la Société d'encouragement.

Le but que s'est proposé M. Boutigny dans la construction de ce nouveau générateur, c'est d'obtenir, sous un petit volume, une puissance d'évaporation considérable, et représentant l'équivalent d'une grande surface de chauffe dans une chaudière ordinaire.

La chaudière de M. Boutigny est composée d'un cylindre vertical, fermé par un couvercle boulonné, sur lequel sont adaptés tous les organes ordinaires d'une chaudière (prise de vapeur, tuyau d'alimentation, soupapes, etc.). A l'intérieur, se trouve disposé un certain nombre de diaphragmes métalliques, superposés et percés de trous, à travers lesquels l'eau d'alimentation tombe en pluie, d'un diaphragme sur l'autre. Ces diaphragmes, chauffés en partie par le contact et surtout par le rayonnement du corps de la chaudière, produisent une vaporisation rapide, qui se complète immédiatement au contact de chaque goutte d'eau avec le fond de la chaudière. Le générateur est donc toujours à peu près vide d'eau; par suite, ses parois atteignent une température élevée, qui se transmet aux diaphragmes.

La commission nommée par la Société d'encouragement pour l'examen de l'appareil de M. Boutigny, l'a soumis,

avec le concours de l'auteur, à des expériences rigoureuses. Le même appareil avait été expérimenté également par M. Tresca, pendant les travaux du jury international sur les appareils admis à l'Exposition universelle. Le résultat de ces expériences s'est montré favorable au nouveau générateur. « Il paraît établi, dit M. Callon, dans son rapport à la Société d'encouragement, que, si la chaudière de M. Boutigny ne doit pas être regardée, en principe, comme susceptible de donner des résultats supérieurs au point de vue de l'économie du combustible, elle peut, du moins, réaliser sous un petit volume, et sans désavantage, un pouvoir de vaporisation égal à celui d'une chaudière ordinaire ayant une surface de chauffe au moins trois fois plus grande. »

Ce résultat est évidemment important pour beaucoup d'industries parisiennes, qui s'exercent le plus souvent dans des ateliers de dimensions très-exiguës. Sous ce rapport, la chaudière de M. Boutigny forme en quelque sorte le complément de ces machines à petit volume et à grande vitesse, qui s'emploient beaucoup depuis quelques années, parce qu'elles répondent à un véritable besoin, celui de ménager l'espace. Avec une chaudière à *diaphragmes* et une machine à grande vitesse telle qu'en établissent M. Flaud et d'autres constructeurs, on pourra obtenir, sous un volume très-restreint et à un prix réduit, la fraction de cheval ou les quelques chevaux de force, qui suffisent à la plupart des ateliers parisiens. Tel est donc le rôle spécial auquel paraît appelé le générateur de M. Boutigny.

Une réflexion vient se placer ici naturellement. N'existe-t-il pas déjà d'autres dispositions de chaudières analogues à celle qu'a adoptée M. Boutigny, et qui, sous un volume restreint, présentent, comme cet appareil, une grande surface de chauffe? Chacun répondra à cette question en citant les chaudières tubulaires à foyer intérieur, qui sont

employées dans les locomotives. Mais les chaudières de cette espèce, surtout celles qui ne présentent que de faibles dimensions, ont des inconvénients notables au point de vue de l'entretien et du nettoyage. Les dépôts terreux, laissés par l'évaporation de l'eau, encroûtent l'intérieur des tubes de sédiments qu'il est difficile d'enlever. La chaudière de M. Boutigny est, au contraire, d'un nettoyage très-facile. En enlevant le couvercle et les diaphragmes, on peut atteindre facilement tout l'intérieur du cylindre. D'ailleurs, résultat remarquable, et qui montre bien le rôle utile que jouent les diaphragmes comme agents de vaporisation, c'est sur ces diaphragmes, et surtout sur celui du haut, que se font les dépôts terreux, tandis que le cylindre en reste parfaitement exempt. Rien n'est donc plus facile que d'opérer le nettoyage de cette chaudière, puisqu'il suffit d'ôter le couvercle, d'enlever le diaphragme, pour le nettoyer à loisir, d'en mettre un autre de rechange et de refermer l'appareil. Cette opération peut se faire au besoin, même pendant que la chaudière fonctionne. Comme elle ne renferme, en effet, qu'une très-petite quantité d'eau, on peut, une fois le couvercle rajusté, la remettre en marche en quelques instants.

L'auteur du rapport présenté à la Société d'encouragement, sur la chaudière de M. Boutigny, termine en ces termes : « Comme conclusion des considérations qui précèdent, votre comité estime que si le générateur qui vous est soumis ne paraît pas devoir présenter, au point de vue de la consommation du combustible, des avantages particuliers; que s'il demande à être manœuvré avec intelligence; que si, enfin, l'on peut craindre que le corps de la chaudière n'ait une durée limitée, il a sous le rapport du prix de premier établissement, du peu de place qu'il occupe, et des facultés qu'il présente pour le nettoyage et pour une mise en service très-rapide, des avantages sur

lesquels il est très-intéressant d'appeler l'attention des industriels. »

## 4

## Le diapason normal.

Depuis vingt ans, les directeurs de nos grands théâtres ne cessent de chercher des ténors. Ils parcourent, en vain, et nos provinces et l'étranger; ils font retentir tous les échos de leurs plaintes inutiles. Mais les échos demeurent sourds, et nos scènes lyriques sont condamnées à payer à prix d'or les restes *d'une voix qui tombe* et d'une ardeur au gain qui ne s'éteint pas. On a attribué à diverses causes cette disette de belles voix dont gémissent les amateurs; mais celle qui apparaît comme la plus sérieuse et la plus difficile à combattre, réside dans l'élévation exagérée du diapason actuel. Un jeune professeur de physique, M. Lissajous, s'est occupé de quelques recherches sur cette question, et il est parvenu à des résultats curieux.

La physique nous donne les moyens de fixer directement, par l'expérience, la valeur absolue et l'élévation normale du ton des orchestres: il suffit, pour y parvenir, de déterminer le nombre exact de vibrations qu'exécute, dans une seconde, le *la* qui sert à donner le ton aux musiciens.

Pour exécuter avec rigueur cette expérience comparative, il faut opérer avec l'instrument normal, avec le *diapason* qui sert à régler l'orchestre.

Il y a déjà longtemps qu'un habile constructeur d'instruments d'acoustique, M. Marloye, se présenta à l'Opéra, et demanda que l'on voulût bien lui confier le diapason normal que l'administration est tenue de conserver. Mais l'Opéra avait en ce moment de plus pressantes affaires. Il était tout entier à la mise en scène d'une œuvre nouvelle de l'un de nos compositeurs en renom. L'Opéra ne prêta

done à cette demande qu'une oreille distraite. Il fouilla dans ses tiroirs, et n'ayant rien trouvé qui ressemblât à l'instrument cherché :

« Voyez chez le portier, » dit-il.

Cet honorable fonctionnaire mit un louable empressement à satisfaire au désir des visiteurs. Il bouleversa ses armoires, mais ce fut en vain, et tout ce qu'il put fournir, ce fut l'assurance formelle que l'instrument avait existé, mais qu'il ne figurait plus qu'en souvenir parmi les traditions de l'Opéra.

A défaut du diapason officiel, M. Lissajous dut se résigner à exécuter son expérience avec le secours de l'un des premiers violons de l'orchestre, M. Ferrand. Il reconnut ainsi que le *la*, adopté à l'Opéra, exécute environ 898 vibrations par seconde.

Or, au commencement du XVIII<sup>e</sup> siècle, vers les dernières années du règne de Louis XIV, le physicien Sauveur avait fixé avec beaucoup de soin la valeur du *la* dans les orchestres de Paris, et il l'avait trouvée de 810 vibrations par seconde. D'où il résulte que depuis 1715 jusqu'en 1856, c'est-à-dire en moins d'un siècle et demi, le diapason des orchestres en France s'est élevé de près d'un ton.

Cette élévation s'est surtout produite dans le siècle actuel, et elle a été plus rapide dans les vingt-cinq dernières années que dans les périodes précédentes. C'est ce que montrent les relevés suivants, empruntés aux divers expérimentateurs qui, depuis l'époque dont il est question, se sont occupés de fixer, par les moyens que fournit l'acoustique, la valeur réelle du diapason dans les orchestres de Paris.

Sous Louis XVI, le *la* de la chapelle royale correspondait, suivant Pfeiffer, à 818 vibrations; en 1808, le *la* d'une flûte de Hölzzapfel, estimé par M. Delesenne, était de 853 vibrations; d'autres diapasons de la même époque donnaient 857 ou 860 vibrations. En 1823, suivant Fischer,

le *la* était aux Italiens de 848 vibrations; à Feydeau, de 855; à l'Opéra, de 863. En 1834, suivant M. Scheibler, le *la* était à l'Opéra de 867,5; au Conservatoire, de 870; en 1834, suivant M. Delesenne, ce même *la* devint de 882; en 1856 enfin, le *la* de l'Opéra est, comme on l'a dit plus haut, de 898 vibrations. A l'Opéra-Comique le diapason est notablement au-dessous de celui de l'Opéra: il est néanmoins encore fort élevé.

Ce n'est pas d'ailleurs sur les théâtres de Paris seulement qu'existe cette surélévation du diapason. D'après M. Delesenne, celui de Lille est encore plus élevé que celui des théâtres de Paris: il fait 901 vibrations par seconde; aussi les artistes de Paris qui allaient en représentation à Lille, se sont-ils trouvés, plus d'une fois, gênés par la hauteur du ton de l'orchestre.

Quelles causes peut-on assigner à cette marche continuellement ascendante du diapason? Ces causes sont nombreuses, et d'ailleurs d'une nature telle, que l'on n'entrevoit guère de moyen efficace de les combattre.

On doit, en premier lieu, attribuer la hauteur exagérée du ton actuel des orchestres à l'importance extrême que les instruments à vent ont prise dans la musique de nos jours. Les instruments de cuivre, dont le rôle s'est si considérablement agrandi depuis un demi-siècle, ont dû, en raison de leur sonorité même, imposer leur tonalité aux instruments à cordes. Or, le diapason des instruments à vent tend toujours à s'élever, car ils sont créés principalement en vue de la musique militaire, et dans ces conditions spéciales, l'élévation du diapason ne présente que des avantages. En effet, cette élévation du ton fournit, d'une part, un accroissement dans la sonorité, qui, devenant plus aiguë, est, par cela même, plus perçante; d'autre part, elle permet de diminuer le poids des instruments. Ainsi, les facteurs des instruments de cuivre doivent bien plutôt tendre à élever le diapason qu'à l'abaisser.