# Le physicien Félix Savart (1791-1841)

# Médecin/Chirurgien, pionnier des études acoustiques \*

par Alain SÉGAL \*\*

Voilà un personnage surprenant à ajouter à la liste des évadés de la médecine, liste chère au docteur Cabanes et pourtant bien issu du milieu médico-chirurgical (Fig. 1). Le monde scientifique lui doit d'abord une unité de mesure qui porte son nom : le savart, un fort bel hommage! Mais cela n'est pas tout, car il est l'inventeur d'un violon particulier

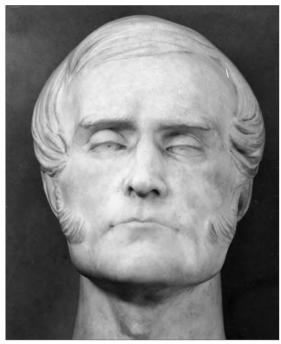


Fig. 1 : Buste de Félix Savart, pionnier des études acoustiques. (Collection de l'Institut de France que nous remercions)

et d'une étude poussée sur les instruments à cordes, inventeur aussi du sonomètre, d'une roue dentée qui porte son nom ainsi que d'un polariscope. De plus, à partir d'un travail commun avec le célèbre physicien Jean-Baptiste Biot (1774-1862), il mesura le champ magnétique créé par le passage d'un courant, formulant ce qui deviendra la "loi de Biot-Savart" alors que la formulation est due aux recherches de Pierre Simon de Laplace (1749-1827). Néanmoins. il v a aussi une multitude d'autres travaux à considérer sur l'ouïe et l'oreille, sur la voix humaine, et ses études sur le murmure engendré par des liquides en mouvement et leurs variations en cas d'obstacles. et c'est là le fruit d'une belle présentation de cette recherche de Félix Savart sur les murmures cardio-vasculaires par Victor A. McKusick et H. Kenneth Wiskind

<sup>\*</sup> Séance de janvier 2015.

<sup>\*\* 25,</sup> rue Brûlée, 51100 Reims.

# ALAIN SÉGAL

(3). Mais, revenons sur l'essentiel en vous livrant au passage d'autres faits de ses recherches en physique, surtout expérimentale, qui l'ont conduit par la suite à devenir titulaire de la Chaire de physique générale et expérimentale du Collège de France, succédant à André-Marie Ampère. Nous allons jeter un regard attentif sur ce savant médecin devenu un remarquable physicien expérimental.

Il est né à Mézières dans les Ardennes le 30 juin 1791, issu d'une famille d'ingénieurs militaires fort érudits en physique et mathématiques comme, par exemple, son grand père Nicolas Savart, l'un des assistants de l'Abbé Nollet ou bien comme son père Gérard Savart (1758-1842), directeur des ateliers de l'école d'artillerie de Metz, qui inventa une boussole nivelante pour le pointage. En 1794, l'école du génie incluant une école d'artillerie est transférée en 1802 à Metz selon la volonté de Lazare Carnot et du Comité de salut public. La famille Savart se rend donc à Metz, ville forte dont l'organisation militaire comporte bien des avantages pour cette famille d'ingénieurs, dont un arsenal de construction. Alors, Félix Savart y termine ses études en 1808 et, déjà porté vers les sciences naturelles, il choisit d'entrer comme élève chirurgien à l'hôpital militaire de Metz, devenant pour deux ans sous-aide chirurgien, En 1810, il devance son incorporation au titre de la conscription obligatoire et devient rapidement chirurgien dans bien des campagnes napoléoniennes, se rendant compte de l'insuffisance de ses connaissances, ce qui ne l'empêche pas d'étudier parallèlement la viscosité et les tensions de surface des liquides. Lors de l'effondrement de l'Empire en avril 1814, licencié de l'armée, il va à Strasbourg étudier la médecine, mais ce choix s'avère encore perturbé par les événements des Cent-jours et ce n'est finalement que le 1er Octobre 1816 qu'il obtient son doctorat en médecine avec une thèse sur le Cirsocèle, autrement dit le varicocèle du scrotum. Bon lui semble de rester à Strasbourg pour compléter son savoir en particulier sur les auteurs anciens comme Celse dont il met en œuvre une traduction du De medicina. Le voilà de retour dans sa famille à Metz où il se rend compte qu'il n'est pas fait du tout pour soigner, car la pratique médico-chirurgicale et surtout ses résultats restent à ses yeux très aléatoires confirmant que la médecine n'est pas pour lui une science. Alors, il se tourne vers



Fig. 2 : Violon trapézoïdal de Félix Savart appartenant à l'École polytechnique.

l'étude des phénomènes vibratoires sonores et sollicite son père pour poursuivre une formation complémentaire à Paris, où il arrive en 1819, espérant aussi y faire publier sa traduction de Celse sur laquelle il avait beaucoup travaillé. Alors, il suit les cours de physique de Jean-Baptiste Biot, profitant en particulier de sa préoccupation du moment, qui est justement l'étude des phénomènes vibratoires sonores, déjà bien étudiés par les travaux acoustiques du brillant Germanique Ernst Chladni (1756-1827) qui avait fait apparaître les nœuds et les ventres des vibrations acoustiques en étalant du sable sur des plateaux, mais Savart aura l'idée géniale d'encrer le sable afin de garder le dessin des formes engendrées. Le génie inventif de Félix Savart va alors s'exprimer avec la construction de son violon qui est un instrument trapézoïdal à évents rectangulaires (Fig. 2) et ce violon va démontrer une réelle valeur lors d'épreuve de comparaison en 1819 contre un Stradivarius, d'autant que c'est le même virtuose qui jouera sur les deux. dissimulé au jury par un rideau! Les mêmes épreuves, encore plus rigoureuses, ont été recommencées en 1957 avec le même résultat, mais la forme rectiligne de l'instrument le rendait moins commode à l'usage qu'un instrument classique et son violon sera ainsi délaissé. Cependant, il rédigea un Mémoire sur la construction des instruments à cordes et à archet pour lequel il sollicite le jugement de Biot, lequel est tellement enchanté de ce travail qu'il l'introduit aussitôt dans son cours et le présente à l'Académie des sciences le 31 mai 1819. Ainsi, un rapport élogieux en est fait par la commission qui comprend Valentin Haüy, Prony, Charles, Cherubini, Berton, Catel, Lesueur et Biot, Dès septembre son Mémoire sur la construction des instruments à cordes et à archets est imprimé alors que rien n'avait été publié dans ce domaine depuis les travaux de 1762 de Daniel Bernouilli (1700-1782) (Fig. 3). Savart a cherché à déterminer le rôle de la forme des matériaux



Fig. 3 : Mémoire sur la construction des instruments à cordes et à archet, rédigé après la construction de son violon trapézoïdal.

sur le son produit et c'est pour cela qu'il avait construit son violon trapézoïdal à tables planes et aux contours rectilignes, violon qui avait donc une bonne qualité musicale et que les musiciens n'adoptèrent pas pour autant. Il en reste un exemplaire au Musée de la Villette qui est un don des luthiers, les frères Gand, et un autre à l'École polytechnique. Pour le créer, il échangea beaucoup avec le célèbre luthier Jean-Baptiste Vuillaume qui le sollicitait souvent pour améliorer la performance de ses instruments. Vuillaume et Savart avaient constaté un fait étonnant : que, lorsque du sable est disposé sur des languettes de bois de 18x25x2,5 mm provenant de violons Stradivarius ou Guarnerius del Gesù, si on frottait l'angle de ces languettes avec un archet, celles-ci donnaient toutes la note Mi puis, si on essayait avec les tables du violon, la note du fond était un ton en dessous et avec des violons ordinaires la différence passait à une quarte voir plus...

De tous ses travaux méritoires sur l'acoustique, il ressort que l'on a donné son nom à une unité de mesure qui représente les intervalles musicaux : ainsi est née cette unité qu'est le savart. Si, déjà, Euler avait proposé les logarithmes comme une méthode de

## ALAIN SÉGAL

mesure des intervalles musicaux et si, selon la loi de Fechner, voulant que la sensation varie avec le logarithme de l'excitation, Savart pensa à l'appliquer à la hauteur du son ; et c'est ainsi qu'il propose un intervalle pouvant représenter le plus petit son perceptible par l'oreille humaine à la limite d'audibilité dans les conditions habituelles d'écoute. Cet intervalle se réfère à l'octave, c'est à dire au rapport 2, et Savart a employé des logarithmes à base 10 et cela a donné un intervalle de référence d'ailleurs beaucoup trop grand : log<sub>10</sub> 2 = 0,30103 ! Savart a alors proposé le millième de cet intervalle soit 1000 log<sub>10</sub> 2 = 301,03 donc il y a 301 savarts dans une octave, d'ailleurs ramené à 300 s. Un ton représente 50 savart, le demi-ton 25 savart et le coma 1/9 de ton est égal à 5 savart grâce à la formule utilisant les logarithmes [(I (savarts) = 1000 log<sub>10</sub> (f2/f1)]. La mesure actuelle qu'est le cent est désormais très utilisé et égale un quart de savart. Retenez que le très grand luthier Jean-Baptiste Vuillaume (1798-1875) a donc collaboré beaucoup avec notre savant pour améliorer la performance de ses instruments, l'aidant de plus,



Fig. 4 : Roue dentée de Savart qui a permis de rechercher la limite de l'audition des basses fréquences.

comme il le pouvait, dans toutes les recherches concernées par les vibrations et les phénomènes de résonnance, la construction d'instruments, l'ouïe, la transmission du son, l'appareil vocal humain et l'étude du cri des oiseaux ainsi que la structure des corps solides. Savart collabora aussi avec cet autre luthier parisien, Albert Marloye (1795-1874), qui vendait volontiers des appareils créés par Félix Savart jusqu'au moment d'un différend entre les deux hommes concernant la détermination de la plus basse fréquence audible. Sur ce point, Savart inventa une roue dentée (Fig. 4) qui est un dispositif acoustique employé pour la recherche de la limite de l'audition des basses fréquences. Il s'agit d'un disque métallique muni sur sa circonférence de dents régulièrement réparties. Lorsque l'on place une lame souple contre les dents de cette roue, le frottement produit un son dont la fréquence est proportionnelle au nombre de dents et à la vitesse de rotation du disque se mesurant à l'aide d'un chronomètre.

Autre recherche: En 1820, Hans Christian Oersted (1777-1851) montre qu'une aiguille aimantée est déviée près d'un fil parcouru par un courant électrique et c'est à partir de cette expérience que Félix Savart et Jean-Baptiste Biot lisent le 30 octobre un célèbre *Mémoire sur la mesure de l'action exercée* à distance sur une particule de magnétisme par un fil conjonctif. Ainsi, ils mesurent la force magnétique de l'expérience d'Oersted et montrent qu'elle varie comme l'inverse de la distance du fil. Le 18 décembre, ils en calculent la force et de ces travaux Pierre Simon de Laplace (1749-1827) déduit une formule qui, pourtant, porte curieusement les seuls noms de loi de Biot et Savart.

Savart a inventé aussi un polariscope qui a servi, à son insu, à Jacques Babinet (1794-1872) pour ses travaux sur la polarisation des cristaux ce qui montre - une fois de plus au passage - quelques oublis de Louis Pasteur sur certaines sources de ses travaux (4-5).

# LE PHYSICIEN FÉLIX SAVART (1791-1841)

Savart n'a vécu que pour la recherche mais Biot l'aida à subvenir à ses besoins matériels en lui trouvant une place de professeur de physique dans une institution. Il fut élu tôt à la Société philomathique de Paris, antichambre de l'Académie des sciences, jusqu'au moment où, grâce à ses travaux, il est élu à l'Académie dans la section de physique générale le 5 novembre 1827, puis, peu de temps après, en 1828, il devient conservateur du cabinet de physique du Collège de France où, avec le docteur Simon, originaire de Metz, il crée une rare et exceptionnelle collection d'instruments dont certains sont de son invention. Il est libéré de tout souci matériel et se consacre alors complètement à ses recherches et à leur rédaction. Par la suite, il fera partie à l'Académie des sciences dans la section d'astronomie et fera partie aussi du Bureau des longitudes. Son polariscope permet de voir si une lumière est naturelle ou polarisée et celui-ci est une amélioration de l'appareil d'Etienne Louis Malus par l'apport d'une glace dépolie qui donnait en direct l'étude des phénomènes aux spectateurs, et il étudia toutes les particularités des corps à cristallisation régulière. Cet appareil est bien différent du polarimètre qui doit mesurer la rotation que subit le plan de polarisation de la lumière lors de la traversée des substances douées de pouvoir rotatoire.

En guise de conclusion, on peut dire qu'à son époque, Savart fut un savant expérimentateur reconnu d'ailleurs rapidement par un maître aussi prestigieux que François Magendie qui s'était empressé de lui offrir la tribune renommée qu'était son *Journal de physiologie expérimentale* pour ses *Recherches sur les usages de la membrane du tympan et de l'oreille externe* (Fig. 5), travail que l'on retrouve dans les *Annales de chimie et de physique* dans le tome 26 et qui avait été lu à l'Académie des sciences le 29 avril 1822. En 1830, il déposera un *Mémoire sur la sensibilité de l'organe de l'ouïe* et avec cet autre mémoire cité auparavant, ceux-ci en font le pionnier de la psycho-acous-

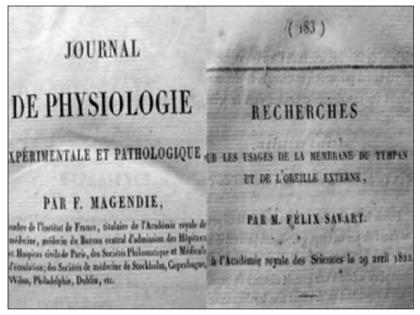


Fig. 5 : Recherche sur les usages de la membrane du tympan et de l'oreille publiée dans le fameux Journal de physiologie expérimentale et pathologique de François Magendie.

# ALAIN SÉGAL

tique. Mais, les sciences évoluent rendant encore plus fine les perceptions et l'unité savart se voit divisée pour le cent. En 1829, il propose à l'Académie des recherches sur la structure des métaux et découvre qu'ils sont faits de grains monocristallins tous orientés dans des directions quelconques, d'ou une élasticité non homogène. Il démontre également que la structure des métaux dépend beaucoup du refroidissement. Lord John Raleigh (dont le traité *The theory of sound* fut longtemps une référence) faisait grand cas des "beautiful experiments" de Savart qui devint membre correspondant étranger de la *Royal Society* de Londres dès le 30 mai 1839.

Il décède subitement à l'âge de 50 ans le 16 mars 1841. Nombre de ses travaux non publiés en physique expérimentale seront découverts en particulier par son frère après le décès de ce bourreau de travail.

#### NOTES

- (A) Nous avons comptabilisé 17 mémoires à l'académie des sciences.
- (B) Il serait intéressant de retrouver ce travail de traduction du *De medicina* de Celse qui n'est ni dans les manuscrits de l'Institut ni dans la bibliothèque de l'École polytechnique mais il se peut que cela soit resté dans les archives familiales, soit dans les Ardennes soit à Metz.
- (C) la formule est B = Mu I / 2 Mu r (B est le champ magnétique produit par un courant I à travers une spire circulaire de rayon r d'un solénoïde et Mu la perméabilité magnétique du milieu).
- Pouvez-vous, M. Ségal, remettre les appels de notes avec les lettres A, B et C, car les\* ont un autre usage dans notre revue

## **BIBLIOGRAPHIE**

- (1) SAVART Félix Du cirsocèle, thèse de doctorat en médecine soutenue à Strasbourg 1er octobre 1816 (No 19 vol. XXII à Paris des thèses de Strasbourg).
- (2) SAVART Félix Mémoire sur la construction des instruments à cordes et à archets lu à l'Académie des sciences le 31 mai 1819. Paris, 1819 (M2008 F à la bibliothèque de l'Institut de France) suivi du rapport sur ce mémoire Paris.
- (3) Mc Kusick Victor. À-Wiskind H. Kenneth "Félix Savart (1791-1841), Physician- Physicist", Journal of the History of Medicine and allied sciences, 14, 10, 411-423, 1959.
- (4) DAGOGNET François Pasteur sans la légende, Synthélabo, 1984.
- (5) DECOURT Philippe Les vérités indéstrables, Archives internationales Claude Bernard, La vieille taupe, 1989.
- (6) SÉGAL Alain, WILLEMOT Jacques et collaborateurs *Histoire de L'O R L*, Acta O R L Belgica: 1981, 35, Supp V, 1-1624.
- (7) SAVART Félix "Recherches sur les usages de la membrane du tympan et de l'oreille externe", *Journal de physiologie expérimentale*, 1824, 4, 183-219.
- (8) Les hommes des unités Félix Savart , www.utc.fr/~tthomass/Themes/Unites/Hommes/sav/Felix%20Savart.pdf

# RÉSUMÉ.

Félix Savart (1791-1841) fut d'abord médecin après une thèse passée à Strasbourg avant de se tourner définitivement vers les sciences physiques et en particulier l'acoustique ce qui le rapprocha de son protecteur Jean-Baptiste Biot. Ce fut un expérimentateur de très haute tenue et Lord John Rayleigh qualifiait ses travaux de "beautiful experiments"; il sera nommé en 1834 membre correspondant étranger de la fameuse Royal Society. Une multitude de ses recherches se retrouve dans les Annales de chimie et de physique créées par Lavoisier. En novembre 1827, il est nommé membre de l'Académie des Sciences dans la section de physique. L'année suivante grâce à Biot, il devient conservateur du Cabinet de physique du Collège de France où il rassemblera une remarquable collection d'instruments scientifiques. Avec Biot, il a mesuré la force magnétique créée par un courant et montre que cette force varie comme l'inverse de la distance du fil et le 18 décembre

# LE PHYSICIEN FÉLIX SAVART (1791-1841)

1820, ils en calculent la force ; Laplace en donnera une formule qui, pourtant, porte le nom de loi de Biot et Savart. On lui doit la construction d'un violon trapézoïdal, en étroite collaboration avec le maître luthier Jean-Baptiste Vuillaume. On lui doit aussi une roue dentée qui porte son nom, un sonomètre et un polariscope participatif. De toutes ses recherches brillantes en acoustique, son nom a été donné à une mesure de la hauteur du son qui utilise les logarithmes, le savart, intervalle représentant le plus petit son perceptible par l'oreille humaine ; une octave représente 300 savarts. Ce génial expérimentateur est le père de la psycho-acoustique.

# SUMMARY

Félix Savart (1791-1841) was both a physician and a physicist, and also a pioneer of acoustics and psycho-acoustics. In 1819 Savart scientifically devised and contructed a trapezoidal violin with the advice of Paris string-instrument maker J-B Vuillaume. This violin drew the attention of J-B Biot who suggested young Savart to work with him on such acoustic researches. From this collaboration proceeded the so-called "law of Biot-Savart" about magnetic power which was in fact formulated by Pierre Simon de Laplace (1749-1827). Savart worked on numerous and diversified acoustic researches. Lord John Rayleigh described them as "beautiful experiments", and he became a foreign correspondant member of the Royal Society in 1839.