



Place de l'acoustique dans la revue La voix parlée et Chantée

Claire Pillot-Loiseau

► To cite this version:

Claire Pillot-Loiseau. Place de l'acoustique dans la revue La voix parlée et Chantée. Observatoire musical français, série " Conférences & Séminaires ", 2011, 47, pp.33-44. halshs-00609066

HAL Id: halshs-00609066

<https://shs.hal.science/halshs-00609066>

Submitted on 18 Jul 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE PARIS-SORBONNE
Observatoire Musical Français



La voix parlée et chantée
(1890-1903)

Etude et indexation d'un périodique français

Série « Conférences et Séminaires », n° 47

2011

La voix parlée et chantée
(1890-1903)

Textes réunis par Danièle Pistone

Collection *Observatoire Musical français*

Dir. Danièle Pistone

Série « Conférences et Séminaires »

Resp. Comité directeur de l'OMF

n° 47

© 2011, Observatoire Musical Français
Université de Paris-Sorbonne
1, rue Victor Cousin
75005 Paris

ISBN 978-2-84591-188-2 ISSN 1258-3561

Né en 1989, l'Observatoire Musical Français
de l'Université de Paris-Sorbonne
se propose de mettre en relation musique, arts,
sciences humaines et environnement technologique.
Il regroupe quelque trente permanents,
de nombreux associés et une centaine de doctorants.
Chaque année une douzaine de journées scientifiques
y sont organisées. Sa collection de publications
compte actuellement quelque 200 titres

*<http://www.omf.paris-sorbonne.fr>
omf@paris-sorbonne.fr ou omf@noos.fr*

Service de Reprographie
Université Paris-Sorbonne
18 bis, rue de la Sorbonne
75005 Paris

Dépôt légal : mai 2011

Place de l'acoustique dans la revue ***La voix parlée et chantée***

La revue *La voix parlée et chantée*, désirant établir le lien entre Science et Art, contient de quoi contenter des médecins, critiques, artistes et chercheurs de tous horizons intéressés par cette thématique pluridisciplinaire : anatomo-physiologie, pathologie, pédagogie et hygiènes vocales, phonétique, linguistique et acoustique, pathologies de la parole et du langage, et d'autres thèmes plus originaux parmi lesquels *La phono-graphologie* (1903/23), *L'audition colorée* (1903/30), ou *Les sacs laryngiens chez l'orang-outang* (1894/322).

L'*acoustique* n'est pas en reste dans les thématiques explorées dans cette riche revue : la norme nationale américaine de la terminologie acoustique (1994) définit l'acoustique comme la science du son, incluant sa production, sa transmission et ses effets (Martin, 1996¹) : la voix, parlée ou chantée, est bien entendue un objet d'étude privilégié pour cette discipline.

1. LES DIFFERENTES BRANCHES DE L'ACOUSTIQUE

La pluridisciplinarité de l'acoustique a été définie par plusieurs auteurs (Martin, 1996¹ ; Rossing, 2007²). Cette interdisciplinarité transparaît remarquablement dans la revue *La voix parlée et chantée*. L'acoustique se situe au carrefour des sciences de la terre, de la vie, des arts et de l'ingénierie (Figure 1, d'après Martin, 1996) ; les acoustiques générale, musicale, vocale, auditive, didactique, des salles, ainsi que la description de l'instrumentation utilisée dans cette discipline, sont évoquées dans cette revue.

2. DESCRIPTIF DES ARTICLES TRAITANT D'ACOUSTIQUE **DANS LA REVUE *LA VOIX PARLEE ET CHANTEE***

Selon Griffith Lumm (1901/33), « La parole [...] étant un son, doit être également soumise aux lois des sons » que définit justement l'acoustique. Sur les 5388 pages qui

¹ Daniel W. MARTIN, « Interdisciplinary nature of acoustics—Musical acoustics example », *Journal of the Acoustical Society of America* (Melville), 99, 1996, n° 3, p. 1284-1288.

² Thomas D. ROSSING, *Springer handbook of acoustics*, New York, Springer, 2007, 1182 p.

composent au total cette revue, 1456 évoquent l'acoustique en 98 articles et notes, soit un peu plus du quart (27 %).

2.1. Acoustiques physique et musicale

L'*acoustique* comporte l'étude générale de la production, de la transmission et de la perception du son : celui-ci peut être perçu ou non (ultrasons et infrasons), et nous préférons parfois ne pas le percevoir (contrôle de l'environnement bruité). L'*acoustique physique* mesure la propagation des sons dans des milieux solides, liquides ou gazeux. Elle étudie la façon dont ces sons interagissent avec ces milieux de propagation. L'*acoustique musicale* s'intéresse au mode de vibration des instruments de musique (dont la voix), ainsi qu'aux échelles musicales existantes.

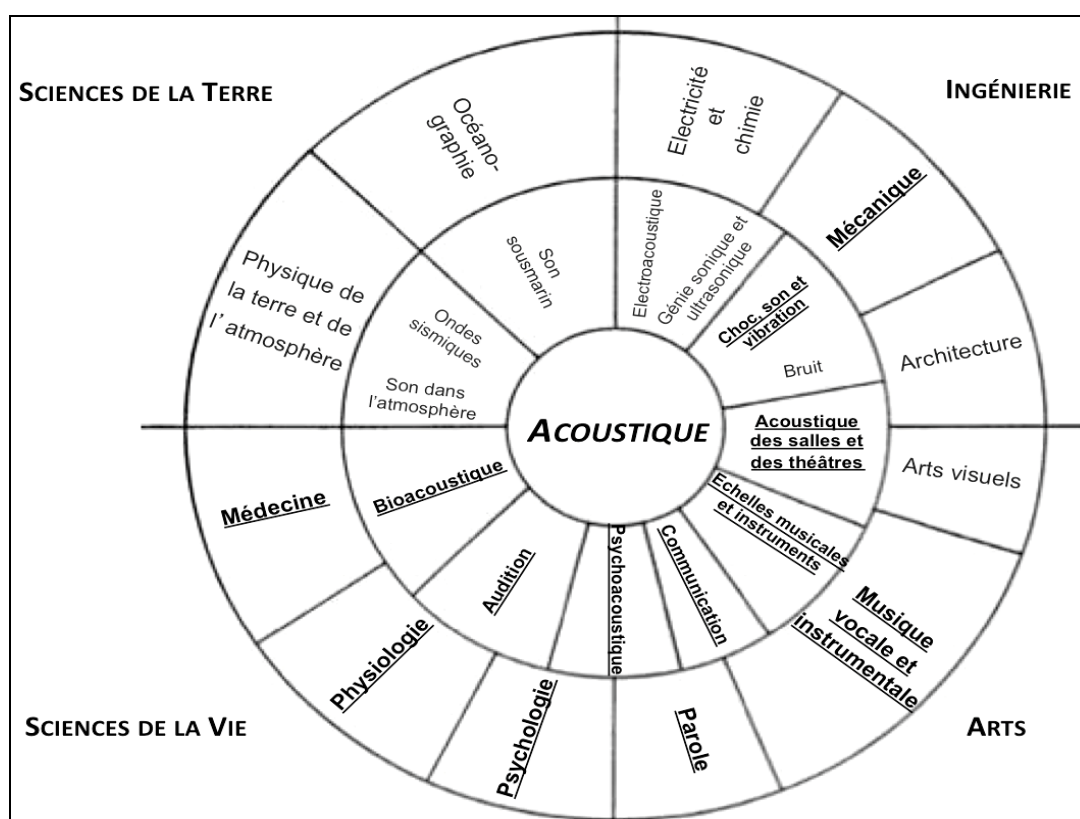


Figure 1 - Les différentes branches de l'acoustique (d'après Martin, 1996).
Seules les branches noires soulignées sont évoquées dans la revue *La voix parlée et chantée*

L'acoustique mécanique (physique ou générale) et l'acoustique musicale occupent près des deux tiers des pages écrites sur l'acoustique (avec 41 articles) dans la revue *La voix parlée et chantée* : 92 % d'entre elles sont rédigées par Auguste Guillemin, ancien élève de l'école Normale Supérieure, agrégé de sciences physiques, et professeur

de physique à l'école de médecine d'Alger : celui-ci laisse dans notre revue trois traités respectivement intitulés *Notions d'acoustique*, *Premiers éléments d'acoustique musicale* et *Sur la génération de la voix et du timbre*. Certains de ces traités seront d'ailleurs publiés ultérieurement à ce journal³. Ces pages font également écho à l'ouvrage *Le son : notions d'acoustique physique et musicale* (1882) d'Amédée Guillemin (1826-1893)⁴.

La moitié de ces 41 articles concerne l'acoustique physique et générale, l'autre l'acoustique musicale.

Les quatre premiers chapitres et le sixième des *Notions d'acoustique* de Guillemin décrivent les traditionnelles composantes de l'acoustique générale, décrites dans les revues parues en 1894 :

- propagation du son, mesure de la vitesse du son, réflexion du son ; réflexion du son-écho-réfraction, auparavant introduites par Arthur Chervin (1893/124-139) ;
- chapitre I : sons musicaux, hauteurs (vibrations, route dentée de Savart, sirène⁵, méthode graphique), valeur numérique des sons (1894/5-20) ;
- chapitre II : étude des principaux corps sonores, lois des dimensions homologues, tuyaux sonores, vibrations des colonnes liquides ; vibrations longitudinales des solides (verges... : 1894/48-69) ;
- chapitre III : vibrations transversales, (cordes et fils métalliques, verges, diapasons ; vibration des plaques, membranes, vibrations tournantes, timbres ; longueur d'onde, vitesse de propagation des sons, phénomènes d'interférence, résonance et renforcement (1894/77-107 et 163-180) ;
- chapitre IV : résonateurs, analyse et synthèse des sons, résultats, timbres divers (cordes, tuyaux sonores, diapasons, sons et bruits) ; voix humaine (1894/190-208) ;
- chapitre VI : divers modes de génération des sons, production des sons par le choc, production des sons par l'écoulement des fluides, communication des vibrations aux masses d'air (anches, du pavillon, souffle trachéal et voix sonore : 1894/303-322).

Après un avant-propos désirant réconcilier les musiciens détenteurs de l'« Art de la Musique » et les physiciens porteurs de la « Science de l'Acoustique » (1902/35-40), les quatre parties et 41 chapitres des *Premiers éléments d'acoustique musicale* (1902-1903) de ce même Guillemin reprennent certaines des thématiques concernant l'acoustique musicale :

³ Auguste GUILLEMIN, *Les premiers éléments d'acoustique musicale*, Paris, Alcan, 1904, 378 p. ; Id., *Sur la génération de la voix et du timbre*, Paris, Société d'études scientifiques, 1897, 392 p.

⁴ Amédée GUILLEMIN, *Petite encyclopédie populaire des sciences et de leurs applications. Le son : notions d'acoustique physique et musicale*, Paris, Hachette et C^{ie}, 1882, 268 p.

⁵ Tous les dispositifs produisant des notes à partir d'un courant d'air portent le nom de sirène. Les sirènes « à ondes » sont donc évoquées ici : il s'agit de disques ou de cylindres dont le bord est découpé en vagues. Lors de leur utilisation, ils sont mis en rotation face à un porte-vent. Ces disques apportent deux avantages aux physiciens : ils produisent des notes plus pures, qui peuvent varier avec le dessin reproduit sur la bordure. De tels instruments ont, en particulier, été utilisés dans des expériences pour reproduire les timbres des voyelles. La sirène la plus connue est la sirène à ondes de Rudolph Koenig.

- Première partie : les unités acoustiques (comma, unité de Prony⁶, unité Jamin⁷, déciton, savart et millisavart : 1902/137-176) ;
- Deuxième partie : étude des accords binaires (loi des nombres simples, battements, consonance et dissonance : 1902/217-239 et 1902/265-284). Sur le thème de la consonance et de la dissonance, Carl Stumpf (psychologue et philosophe allemand, 1848-1936) ajoute quelques éléments (1898/328-329) critiquant les théories de Hermann Ludwig von Helmholtz (scientifique, physiologiste et acousticien, 1821-1894).
- Troisième partie : étude des accords binaires par les courbes acoustiques (1902/289/313 ; 1902/357-380 ; 1903/33-65 ; 1903/69-91) ;
- Quatrième partie : les gammes : gammes théoriques, de Pythagore, des physiciens, le clavier tempéré officiel et effectif, accords d'instruments, claviers (1903/157-183 ; 1903/206-223 ; 1903/237-254 ; 1903/293-332 ; 1903/333-372). Il est à noter que Guillemin avait déjà développé cette thématique en 1894 au chapitre V de ses *Notions d'acoustique* (1894/ 222-250 et 1894/258-287) ainsi que dans une partie de son chapitre I (1894/18-20 et 1894/48-55). Auparavant, Chicandard, pharmacien, licencié de sciences physiques, apporte sa contribution sur les gammes théoriques (1892/193).

La thématique des instruments à vent est, quant à elle, développée dans la quatrième partie de l'*Essai sur la phonation* (1897/42-116) de Guillemin, puisque celui-ci considère la voix comme un instrument à vent et non un instrument à cordes, contredisant les idées de Johannes Peter Müller (physiologiste, 1801-1858) ou Helmholtz, et adhérant aux théories de Lootens (1901/376). En effet, en 1825, Savart et Lootens s'intéressent au ventricule qui joue pour eux un rôle prédominant. La voix serait engendrée par des phénomènes tourbillonnaires au niveau du ventricule. Ils comparent le larynx à l'appareil des oiseleurs. En 1831, Müller attribue à la « corde vocale inférieure » la signification d'une anche vibrante. Un an après la parution de la quatrième partie de l'*Essai sur la phonation*, Ewald décrit la théorie myo-élastique pour laquelle : 1) la vibration des plis vocaux est considérée comme passive ; 2) les caractéristiques du son émis dépendent exclusivement de la pression sous-glottique et de la tension des plis vocaux (Le Huche et Allali, p. 84⁸). D'autres théories de la mécanique vocale verront ensuite le jour (Raoul Husson, 1950, théorie neuro-chronaxique), Juan Perello (1962, théorie muco-ondulatoire), Bernard Vallancien (1963, théorie myo-élastique complétée), Guy Cornut et Jean-Claude Lafon (1960, théorie impulsio-nnelle), Allan McLeod et Peter Sylvestre (1968, théorie neuro-oscillatoire),

⁶ En musique, le prony est une unité permettant de mesurer les intervalles entre deux sons. Elle tient son nom de son inventeur, le savant français Gaspard de Prony (1755-1839). Cette définition logarithmique en fait une grandeur additive. Par ailleurs, elle définit le prony comme égal au 1/2 ton tempéré.

⁷ L'unité Jamin est le cinquantième de l'unité de Prony, ou 1/100^e du ton tempéré, ainsi que l'explique Guillemin (1902/150).

⁸ François LE HUCHE et André ALLALI, *Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole*, Paris, Elsevier Masson, collection « Phoniatrie », tome 1, 2001, 199 p.

Minoru Hirano (1974, théorie de la couverture cordale et du corps cordal), Philippe Dejonckere (1981, théorie oscillo-impédancielle), modèle vibratoire à deux masses (K. Ishizaka & J.L. Flanagan, 1972⁹ et Ingo Titze, 1988¹⁰, 1994).

Notons l'existence d'autres thèmes développés autour de l'acoustique, tels que le son et la lumière (Daubresse, 1891/32), l'influence des sons sur la coordination des mouvements (Gräupner, 1897/170), l'ombre du son (Bousrez, 1898/64), et l'hommage par Guillemin au célèbre acousticien Rudolph Koenig, né en 1832 et mort le 2 octobre 1901 (1901/353-355).

2.2. Acoustique vocale

Signalons, en marge de cette thématique, un ouvrage sur la bioacoustique, du Dr Bergogné (Bordeaux), commenté par Arthur Chervin : *La physique en médecine, son enseignement, son influence* (1891/255-256).

Cette branche de l'acoustique concerne l'étude du *son vocal* dans sa production, sa transmission, sa visualisation et sa perception. Quand ce son se compose de parole, nous entrons dans le domaine de la phonétique acoustique.

L'acoustique vocale occupe un quart des pages écrites sur l'acoustique (avec 20 articles) dans la revue *La voix parlée et chantée* : les trois quarts d'entre elles sont rédigées par Auguste Guillemin, dans ses deux collectifs d'articles intitulés *Essai sur la phonation* (49,8 %) et *Sur la génération de la voix et du timbre* (22,3 %).

Comme un préambule à ses propos sur la phonation, celui-ci, dans un article intitulé *De la phonation* (1890/193-227), jette les premières bases de sa théorie de la production des sons laryngé et buccal (« cause du son : courant d'air expiré ; rôle du larynx : hauteur du son ; intensité du son : rôle de l'air trachéo-pulmonaire ; timbre du son vocal, rôle des cavités supra-laryngiennes ; voyelles, de la voix de tête ou de fausset, ou de faucet »).

De manière parfois redondante, les trois premières parties de l'*Essai sur la phonation* de Guillemin reprennent les traditionnelles composantes de l'acoustique vocale, décrites dans les revues parues en 1895 et 1896, pour les thématiques qui nous intéressent :

- Première partie : Chapitre I - Etat de la question (théories anciennes et actuelles sur la « formation de la voix », registres : 1895/177-206) ; Chapitre II - « Les sons vocaux sont dus aux vibrations primaires de l'air », comparaison avec certains instruments à vent (1895/241-272) ; Chapitre III - Tourbillons et cyclones dans le larynx et les instruments à vent sans anche (1895/305-351).

- Deuxième partie : Un peu d'aérodynamique (rôle des ventricules de Morgagni) ; Chapitre IV - écoulements gazeux, théorie des anches et des cyclones (1896/33-58 ;

⁹ Kenzo ISHIZAKA and James L. FLANAGAN, « Synthesis of voiced sounds from a two-mass model of the vocal cords », *Bell System Technical Journal* (San Francisco, Wiley), 1972, 51, n° 6, p. 1233–1268.

¹⁰ Ingo R. TITZE, « The physics of small-amplitude oscillation of the vocal folds », *Journal of the Acoustical Society of America* (Melville), 1988, n° 4, p. 1536-1552.

1896/65-93) ; Chapitre V- Suite de l'aérodynamique (1896/117-127). Ces thématiques sont reprises dans l'essai de Guillemin intitulé *Sur la génération de la voix et du timbre* (1899/321-355).

- Troisième partie : Rôle des cavités supraventriculaires ; Chapitre VI - théoriciens et professionnels ; état de la question, leurs théories (cavité buccale, larynx, cornet analyseur, voyelles nasales, registres, 1896/129-153) ; Chapitre VII - suite de l'aérodynamique, anticyclones (1896/164-177) ; Rôle vocal des cavités supralaryngiennes (1896/225-246).

En outre, les chapitres XIII et XIV du traité de Guillemin *Sur la génération de la voix et du timbre* évoquent le « rôle des cavités supra-ventriculaires » concernant les voyelles, afin d'expliquer « comment le son laryngien devient voyelle en passant par la bouche » et de répondre à la question « Qu'est-ce qu'une voyelle ? » d'un point de vue acoustique (1900/71). Cette thématique concerne également la phonétique acoustique et l'instrumentation. La théorie des vocables d'Helmholtz est rejetée avec le concours d'Hector Marichelle (1862-1929 : professeur à l'institution des sourds-muets de Paris, directeur du laboratoire de la parole de l'Ecole des Hautes Etudes) au profit d'une théorie utilisant l'aérodynamique (« cyclones », 1900/42-46). D'autres théories sont examinées et leur incertaine fiabilité est corrélée aux limitations des instruments de mesure utilisés (1900/65/92).

D'autres auteurs complètent cette description en termes d'acoustique vocale en évoquant le concept de résonance :

- Dr Maljutin : *De la conformation de la voûte palatine considérée comme une partie importante du conduit de résonance dans le chant* (1899/238-240) ;

- Dr Gellé : *De la résonance dans les sons vocaux ; rôle du voile dans la voix de fausset* : 1° des mouvements de l'air des fosses nasales pendant la phonation (voyelles pures, voyelles nasales, consonnes au moyen du manomètre adapté à la narine) ; 2° de la résonance des sons vocaux, rôle du voile dans la voix de fausset (expérience : voix chuchotée, voix haute) ; rôle du voile dans la voix de fausset ; effet de la contraction musculaire sur la conduction (1902/185-204) ;

- Dr Aikin : *Le résonateur vocal* (1901/97-104) concernant les voyelles de différentes langues ;

- Jean Belen, professeur de chant à Paris, évoque le rôle de la bouche dans la formation des sons (1899/219-222) ;

- Dr Gouguenheim, médecin des hôpitaux et du Conservatoire National de Musique et de Déclamation de Paris : *Cours de physiologie et d'hygiène de la voix* (1892/197-213) dans sa quatrième leçon consacrée à la voix mixte, puis au timbre vocal pour lequel les voyelles sont évoquées (p. 208), puis les consonnes (p. 211).

Enfin, une dernière thématique en lien avec l'acoustique vocale est évoquée à travers l'*Effet du masque antique sur la voix : historique, expériences* (1897/5-12) par le Dr Castex, chargé du cours de laryngologie, de rhinologie et d'otologie à la faculté de Médecine de Paris. L'acoustique de ce masque pour l'auditeur et l'artiste est évoquée.

Il est beaucoup question d'analyse harmonique dans la plupart de ces pages. Cette analyse va se révéler avec les travaux de Hermann von Helmholtz, dans la controverse sur l'origine du timbre des voyelles qui va perdurer pendant plus d'un siècle. En 1830, Robert Willis énonce que le timbre est défini par une hauteur et un signal laryngien particuliers à chaque voyelle. Il s'agit de la théorie du « fixed pitch ». Charles Wheatstone l'approuve en 1837 en la complétant par une influence partielle de la cavité buccale sur le timbre des voyelles. C'est la théorie du « relative pitch ». Franciscus Donders propose en 1858 une théorie totalement opposée aux précédentes. Pour lui, le timbre des voyelles est uniquement défini par la configuration anatomique du conduit vocal supra-glottique, hypothèse qu'il formule à la suite d'expériences minutieuses sur la voix chuchotée. A la même époque, Helmholtz, qui poursuit des recherches sur les mécanismes de l'audition, développe une théorie de la résonance acoustique des cavités. Il propose un modèle de résonateur sphérique dont on peut calculer les caractéristiques acoustiques, fréquence de résonance et sélectivité (coefficient de surtension), en fonction des dimensions (diamètre et orifice) : les résonateurs de Helmholtz. Ce dernier, adepte de la théorie d'Ohm et de l'analyse harmonique de Fourier, va confirmer en 1852 les hypothèses de Donders au moyen de sa théorie des résonateurs qu'il applique au conduit vocal. Il réalise l'analyse de Fourier en hurlant des voyelles près du sommier d'un piano et en appréciant tactilement les vibrations des cordes qui résonnent à la fondamentale et à certains de ses harmoniques avec des amplitudes variables. Il réalise également la synthèse des voyelles au moyen d'un banc de ses résonateurs, en les excitant avec un signal périodique piloté par un diapason. Il constate que les voyelles peuvent être différenciées à hauteur constante par une distribution particulière de trois harmoniques dans le spectre de fréquence. C'est la première mention du concept de formant. Il précise ainsi l'hypothèse de Donders sous la forme de la « théorie du timbre ». Ses résonateurs ainsi que son synthétiseur de voyelles sont construits et diffusés par Rudolf Koenig, un de ses anciens élèves, facteur d'instruments d'acoustique à Paris. Dès lors, de nombreux travaux vont se succéder pour tenter de réaliser l'analyse harmonique des sons, sans connaître la forme de leur signal (Teston, 2010¹¹).

2.3. Instrumentation

Il s'agit de la description de l'ensemble des instruments disponibles à l'époque afin de visualiser le son ou ses conditions de production. L'instrumentation occupe 10 % des pages écrites sur l'acoustique (avec 28 courts articles) dans la revue *La voix parlée et chantée*. Les instruments évoqués sont les suivants :

¹¹ Bernard TESTON, « Une petite histoire de l'analyse harmonique de la parole », *Actes des XXVIII^{es} Journées d'Etude sur la Parole*, Mons, 25-28 mai 2010 (Université de Mons), p. 285-288.

- Instruments destinés à diffuser le son

Dans la revue d'août 1900, il est fait mention d'une nouvelle invention de Sherard Cowper-Coles, à propos de deux réflecteurs sonores pouvant permettre la transmission à longue distance de sons non amplifiés (1900/253). La concurrence avec la télégraphie sans fil de Guglielmo Marconi (1874-1937), prix Nobel de physique en 1909¹², dont une première liaison transmanche fut réalisée en 1899, est évoquée.

- Instruments destinés à enregistrer le son

Enregistrement mécanique de la musique

Inventé par Rivoire (1897/31) : il s'agit d'un enregistreur musical qui permet au compositeur d'inscrire automatiquement les notes du morceau qu'il improvise sur un piano.

Paul Bousrez (1901/352) présente un appareil dont il n'évoque pas le nom de l'inventeur : les notes (2000/minute) s'écrivent sur cette machine au fur et à mesure que le musicien joue ; la musique peut être entendue à mesure qu'on l'écrit.

Microphones (otomicrophone) : lors de la session d'otologie du congrès médical de Paris du 4 août 1900, Louis Mader (Munich) a exposé des études microphoniques sur la partie de l'oreille humaine transmettant les sons au moyen d'un appareil nommé « otomicrophone » destiné à mesurer les vibrations des osselets de l'oreille. (1900/345-346).

Phonographe

Le Dr Jean-Baptiste Vincent Laborde (1831-1903) a présenté le *Phonographe haut-parleur* (1899/125-127), conçu par Claude Grivolos et Pathé frères (Charles, 1863-1957, et Emile, 1860-1937) : ici est montré un double perfectionnement du phonographe d'Edison (amplification, netteté de l'émission). Le fonctionnement de cet appareil a suggéré à François Dussaud une nouvelle théorie sur l'amplification du son au moyen des diamètres des cylindres ; les applications de ce dispositif pour l'éducation des « sourds-muets » sont discutées.

En 1877, Edison présente son fameux phonographe. Dans les années qui suivent, celui-ci jouit d'un grand succès populaire et ouvrira la voie aux disques vinyles et à leur descendance comme supports de l'enregistrement musical. Le son capté par le pavillon fait vibrer une membrane. Une pointe fixée sur cette membrane va creuser plus ou moins profondément un cylindre en métal. Dans la version initiale, le son ne peut être écouté qu'une seule fois. De nombreux aménagements techniques vont améliorer la qualité de l'enregistrement et surtout permettre des lectures multiples¹⁴.

¹² Freddy GARDIOL, Yves FOURNIER, « Salvan, berceau de la Télégraphie Sans Fil », *Revue de l'électricité et de l'électronique REE* (Paris), n° 4, avril 2008, p. 1-9.

Microphonographe Dussaud

Il s'agit de l'amplification des sons rendus par le phonographe, dont l'application dès son invention fut dédiée aux « sourds-muets ». Conçu par le physicien suisse François Dussaud (1870-1953), il se compose : 1) d'un enregistreur du son sur cylindre, sensible aux bruits très faibles et donc utile pour le diagnostic médical des « bruits anormaux du corps humain »¹³ ; 2) d'un « répéteur » composé d'un cylindre muni du rouleau de cire gravé par l'enregistreur en contact avec un petit microphone. Lors de la restitution, le son est envoyé dans un cornet analogue à celui d'un téléphone. L'intensité du son résultant est réglable, et peut donc être suffisamment puissante pour que le son soit audible par des personnes sourdes (George F. Jaubert, 1896/161-163).

Par la suite, Jean-Baptiste Vincent Laborde (1831-1903), directeur du laboratoire de physiologie à Paris, communiqua à l'Académie de médecine de Paris le 25 mai 1897 quelques éléments relatifs au « microphonographe Dussaud perfectionné » : portabilité, possibilité d'amplifier la parole en plus de la musique, affinement du réglage de l'intensité (fonctionnement possible de cet appareil comme un audiomètre), perceptible par de nombreuses personnes et à de grandes distances grâce aux microphones de Berthon (1897/211-215).

En 1898, Daniel Metzger, professeur de sourds-muets à Genève, dans son article « A propos du microphonographe Dussaud » (système Berthon-Dussaud-Jaubert), développe l'application de cet appareil pour l'éducation des sourds-muets et des entendants, ce dont nous reparlerons à propos d'acoustique et de phonétique didactiques (1898/129/140).

En 1899, Hector Marichelle rédige un rapport détaillé sur l'utilisation du microphonographe dans l'éducation des sourds-muets (1899/161-171 et 1899/193-218) : organisation des expériences (choix des élèves, choix des exercices, examen de la méthode préconisée par les inventeurs du microphonographe, de la mesure de l'audition par cet appareil, avantages et défauts du microphonographe pour l'enseignement auriculaire dans les grandes écoles de sourds-muets).

En 1901, Charles Joly fait mention de l'invention du *Gouraudphone* par l'ingénieur anglais Horace-Leonard Short (1872-1917) qui travaillait lui-même pour le représentant européen de Thomas Edison, le colonel Gouraud. L'appareil, phonographe amplificateur, permet de « projeter la voix humaine sans le secours d'aucun fil et sans aucun autre appareil récepteur que l'oreille humaine » (1901/157-160).

Photophone

Ce nom désigne d'abord la technique de téléphonie développée par Alexandre Graham Bell dans les années 1880. Cependant, la séquence intitulée « La photographie de la voix » écrite par le gérant de notre revue, Paul Bousrez (1897/318-320), évoque un

¹³ George F. JAUBERT, « Le microphonographe Dussaud », *La Nature* (Paris), n° 1236, 6 février 1897, p. 145-147.

perfectionnement de ce dispositif par A.C. Ferguson : le son est enregistré par gravure sur une « plaque » (disque enregistreur), permettant ensuite sa reproduction mécanique sur le disque reproducteur, sur lequel est fixée une plaque photographique. Son négatif ensuite développé est gravé sur une plaque de cuivre reproduite alors, par empreinte sur une plaque de caoutchouc dont on tire la quantité voulue.

- Instruments destinés à visualiser le son ou ses modes de production

Tubes, cordes, tiges et instruments de musique de diverses matières

Félix Leconte, professeur à Gand, a présenté des « curiosités acoustiques » lors d'une conférence faite au cercle artistique d'Anvers (1891/161-175) : il y décrit un ensemble d'instruments de musique en cuivre, fer, ivoire, cristal, et bois (trompettes, flûtes traversières, cloches, cloches tubulaires), ainsi que d'autres dispositifs (tubes de verre excités par un archet, tiges de cuivre, fer, bois, verre encastrées par un bout dans un étau, violon de fer¹⁴) destinés à démontrer par l'expérience les lois de l'acoustique (son fondamental, longueur du corps vibrant, nœuds et ventres de vibration, consonance...).

Photographie des flammes de Koenig

Le fabricant d'instruments d'acoustique Rudolph Koenig met au point, en 1862, la méthode dite des flammes manométriques¹⁵. Le son va se matérialiser en faisant varier la hauteur d'une flamme de bec de gaz via un dispositif appelé capsule manométrique. Les oscillations de la flamme, visualisées dans le miroir tournant, sont une manifestation de l'onde sonore.

Par l'étude des cornets acoustiques, le Dr René Marage (1897/188-191), élève d'Etienne-Jules Marey, réussit à fixer l'image des flammes sur un film grâce à plus de lumière et à la caméra de son maître. Il peut étudier ainsi les phénomènes de distorsions acoustiques dans les tubes et les cornets utilisés comme aides auditives avec des résultats cohérents avec les connaissances actuelles.

Ce même René Marage (1898/33-51) étudie les voyelles chuchotées, parlées et chantées : son article traite donc aussi de phonétique expérimentale.

Chronophotographie

Elle est d'abord étudiée par Demeny, collaborateur d'Etienne-Jules Marey (physiologiste, 1830-1904) : il s'agit d'épreuves successives de l'image d'une personne prononçant une phrase (lèvres), placées ensuite dans un zootrope¹⁶. Cet article démontre

¹⁴ Violon de fer [ou violon à aiguilles, violon à clous, harmonica à clous de fer], instrument construit en 1744 par le Bavarois Johann Wilde. Il consiste en une caisse harmonique de forme circulaire, avec une ouïe centrale, autour duquel sont fixés des petits clous en fer de différentes longueurs et épaisseurs. On en joue en effleurant les clous avec un archet de violon.

¹⁵ Exposition « Curiosités Acoustiques », Lille, Musée d'histoire naturelle, 16 mai-31 décembre 2010.

¹⁶ Le zootrope est un jouet optique inventé en 1834 par William George Horner. Se fondant sur la persistance rétinienne, le zootrope permet de donner l'illusion de mouvement. Tambour percé de

que les sourds-muets ont pu deviner le mot prononcé et constitue également un apport didactique de l'instrumentation ici utilisée (1892/59).

La chronophotographie est aussi abordée par Hector Marichelle (1902/5-34) : cette étude des sons de la phonation, en particulier celle du mouvement des lèvres, possède selon l'auteur des applications pour l'enseignement de la prononciation, chantée ou parlée, ainsi que pour l'enseignement de la lecture labiale.

Phonéidoscopie

Le Dr A. Guebhard, dans son étude intitulée *Analyse physique des voyelles* (1890/83-90), mentionne les visualisations possibles des voyelles orales et nasales à l'aide d'une simple soucoupe de mercure. Les figures obtenues sont appelées diagrammes phonéidoscopiques.

Représentation graphique des mouvements de l'appareil vocal

Ces études concernent aussi bien la phonétique expérimentale, l'acoustique vocale que l'instrumentation acoustique.

« Laryngographe » : en 1893, le Dr Drzywicki, de Koenigsberg, dans son étude intitulée *De la représentation graphique du mouvement du larynx dans le langage et le chant*, présente un appareil donnant une représentation graphique du mouvement du larynx (muscles et position verticale en fonction de la hauteur des sons, 1893/70-72). Différent du laryngographe actuel qui mesure la variation de la surface d'accrolement des plis vocaux au moyen de deux électrodes posées sur le cou du sujet, cet appareil est, selon l'auteur lui-même, dérivé du Sphygmographe de Etienne-Jules Marey initialement destiné à mesurer le pouls cardiaque¹⁷ « s'adaptant aux mouvements du larynx ».

Le Dr H. Gallée, professeur à l'université d'Utrecht, présente, dans son article intitulé *Les sons de la voix représentés par la graphique des mouvements de l'articulation* (1900/97-111), un appareil destiné à enregistrer les mouvements de la mâchoire, des lèvres, du plancher buccal. Il fait allusion à Etienne-Jules Marey, Charles-Leopold Rosapelly (1850-1913) et à l'abbé Pierre-Jean Rousselot (phonéticien et dialectologue français, créateur de la phonétique expérimentale, 1846-1924).

2.4. Audition, didactique, acoustique des salles

Les acoustiques perceptive (psychoacoustique et audition), didactique et l'acoustique des salles occupent chacune entre 0,5 et 1 % du nombre de pages écrites dans le domaine (12 articles).

fentes sur sa moitié supérieure, il abrite à l'intérieur une bande de dessins décomposant un mouvement. Le tambour est fixé sur un axe dans sa base inférieure, ce qui permet de tenir le zootrope d'une main et de faire tourner le tambour de l'autre. En regardant fixement l'intérieur à travers les fentes, les dessins s'animent.

¹⁷ Charles VERDIN, *Catalogue des instruments de précision construits par Charles Verdin*, Paris, J. Mersch, 1895, p. 69.

Signalons deux articles traitant d'audition : *La cécité acoustique et l'éducation de l'oreille considérée comme un agent pratique dans l'étude de l'acoustique, avec des remarques relatives à l'exercice vocal et à l'étude de la musique*, par le Dr Julius Mount Bleyer, de New York (1897/137-146) : l'histoire de l'acoustique, la primauté de l'oreille sur l'œil, la perception des musiciens et des physiciens et l'éducation de l'oreille y sont traités. Ce médecin propose le phonographe comme moyen de précision et d'éducation, donnant ici quelques éléments d'acoustique « didactique ». Cet aspect pédagogique est développé dans son second article exercice de l'oreille, remarques sur l'exercice de la voix et l'étude de la musique (1897/153/159).

Déjà évoqués dans notre section « instrumentation » acoustique et phonétique, les articles traitant d'acoustique didactique utilisent des instruments particuliers en vue d'améliorer l'éducation de la parole chez les sourds-muets : Etienne-Jules Marey (1892/59) : *Chronophotographie et zootropie des lèvres qu'un sourd a pu traduire sans leur son* ; Daniel Metzger (1898/129-140) : *A propos du microphonographe Dussaud* ; Hector Marichelle (1899/161-171 et 1899/193-218) : *Rapport sur l'utilisation du microphonographe à l'éducation des sourds-muets* ; George-F. Jaubert (1896/161-163), *Une application du microphone aux sourds-muets*, et l'article de Julius Mount Bleyer évoqué au paragraphe précédent (1897/137-146 et 1897/153/159).

Les trois articles d'acoustique des salles sont écrits par : 1) Auguste Guillemain : *Acoustique des salles* (1901/111-112) ; sont évoqués les temps de réverbération, d'absorption, les ondes directes et réfléchies, et le physicien américain Wallace Clement Sabine (1868-1919), le fondateur de l'acoustique des salles ; 2) Paul Bousrez (gérant de la revue) : *L'acoustique du palais Mazarin* (1902/288) ; 3) Gustave Lyon : *L'acoustique du Trocadéro* (1903/144-148).

CONCLUSION

Avant 1800, l'acoustique disposait, pour seuls outils, des instruments de musique pour produire les sons et de l'oreille pour les capter. Au XIX^e siècle, la fièvre de l'expérimentation s'empare du monde scientifique et atteint les physiciens de l'acoustique : des appareils spécifiquement dédiés à l'étude du son voient le jour. Parallèlement, le développement des universités, des sociétés savantes et l'émergence de débats exigent la mise au point d'outils de démonstration. La revue *La voix parlée et chantée*, d'avant-garde car d'essence pluridisciplinaire, est témoin de ces changements scientifiques majeurs.