

M. SCOTT'S PROCEDURES FOR THE GRAPHIC FIXATION OF THE VOICE (1857)

ÉDOUARD-LÉON SCOTT DE MARTINVILLE

PRESERVED AT THE SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

S.E.I.N. ARCHIVES 8/54

JULES LISSAJOUS' REPORT TO THE SOCIETY (1858)

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

1858. 57^E ANNÉE. 2^E SÉRIE, TOME 5

PHONAUTOGRAPHE ET FIXATION GRAPHIQUE DE LA VOIX (1859)

ÉDOUARD-LÉON SCOTT DE MARTINVILLE, ED. FRANÇOIS MOIGNO

COSMOS 14 (1859)

Facsimile Edition by
David Giovannoni
FirstSounds.ORG

making the earliest audio recordings
accessible to all people for all time

(((First Sounds))))

Acknowledgements

Prof. Gérard Emptoz
Membre de la Commission d'Histoire
Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale

Prof. Serge Benoit
Membre de la Commission d'Histoire
Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale

Digital images made from original documents

by David Giovannoni & Michael Devecka,
Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, Paris
December 5, 2008

by Patrick Feaster & Melissa Van Drie,
Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, Paris
April 9-10, 2009

Facsimile Edition for First Sounds

David Giovannoni
April 9, 2010

 [FirstSounds.ORG](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

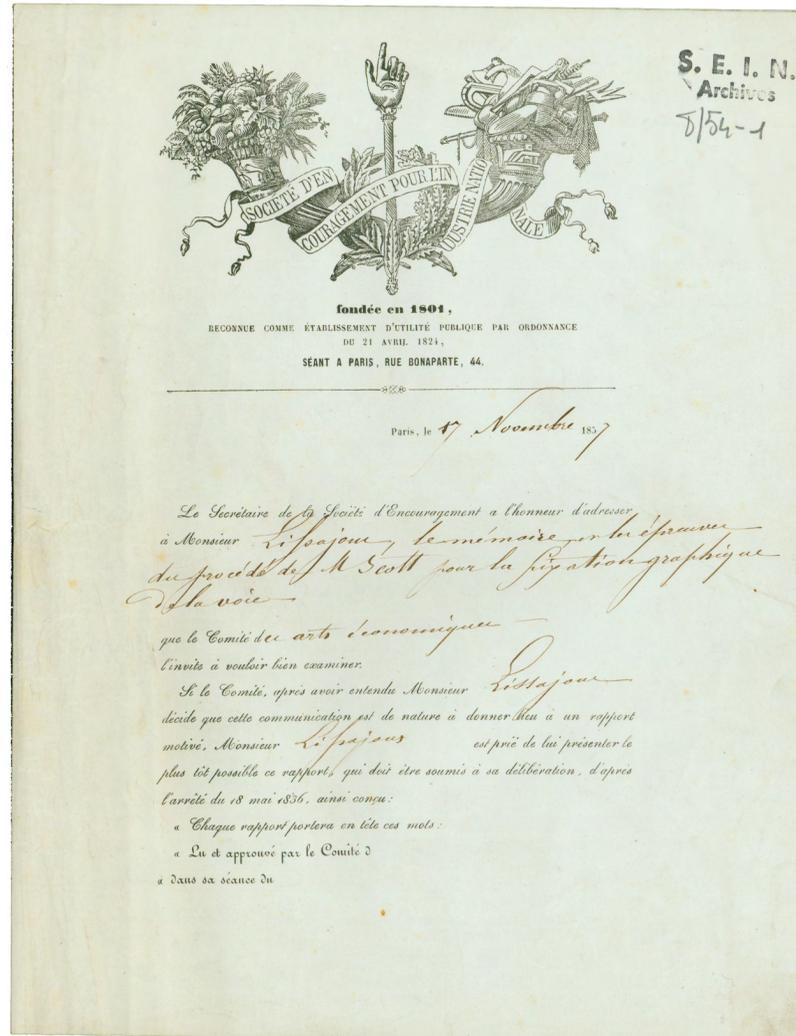
This work is licensed under the [Creative Commons Attribution-No Derivative Works 3.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). To view a copy of this license, visit [Creative Commons Attribution-No Derivative Works 3.0 United States](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

You are free:

- **to Share** — to copy, distribute, display, and perform the work

Under the following conditions:

- **Attribution.** You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor (but not in any way that suggests that they endorse you or your use of the work).
- **No Derivative Works.** You may not alter, transform, or build upon this work.



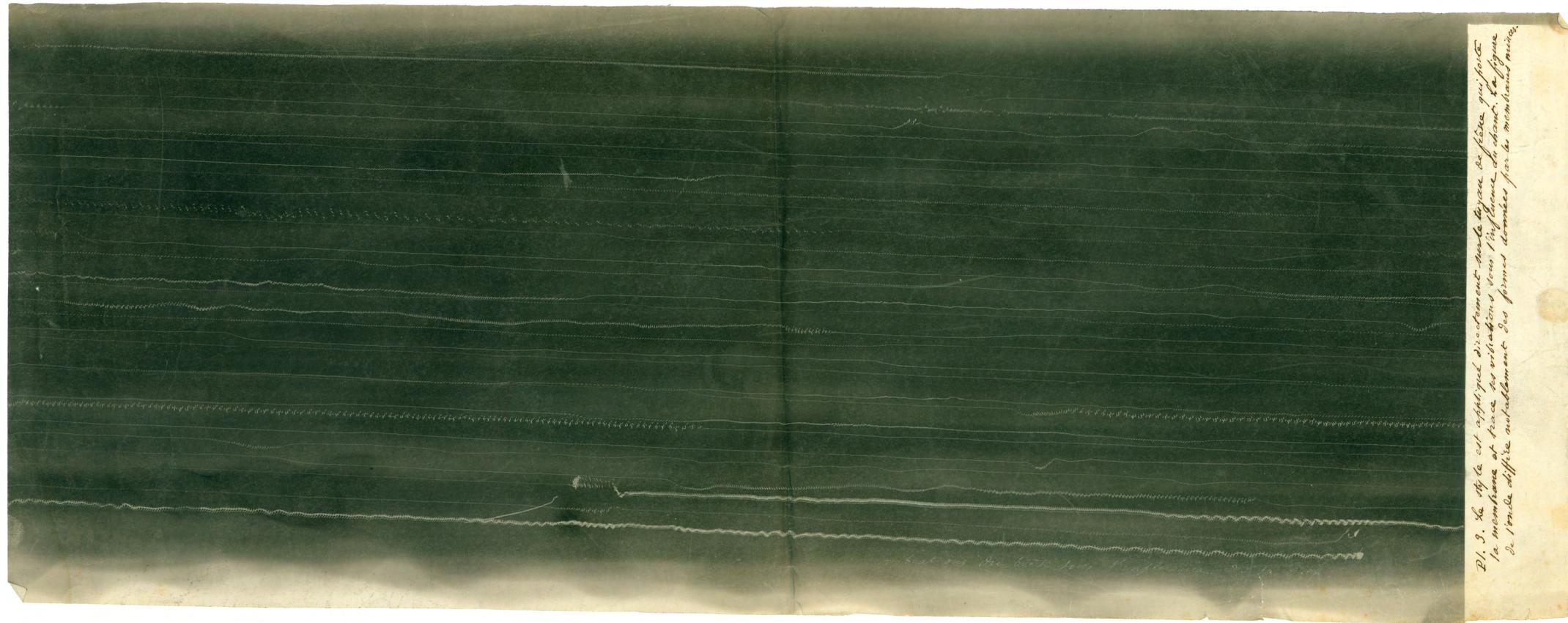
cornet.

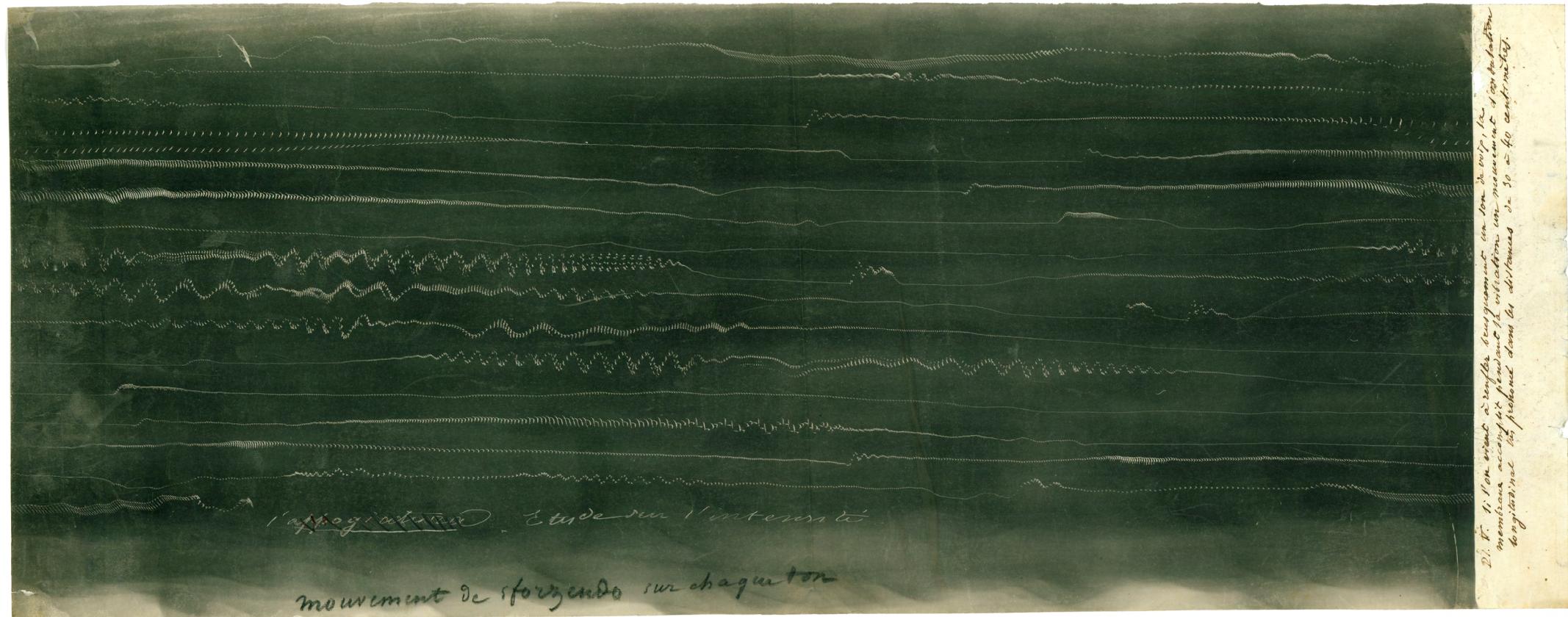
ut
ut#
ré
ré#
mi
fa
fa#
sol
sol#
la
la#
si
do
do#2
ré² ton fondament.
du tuyau

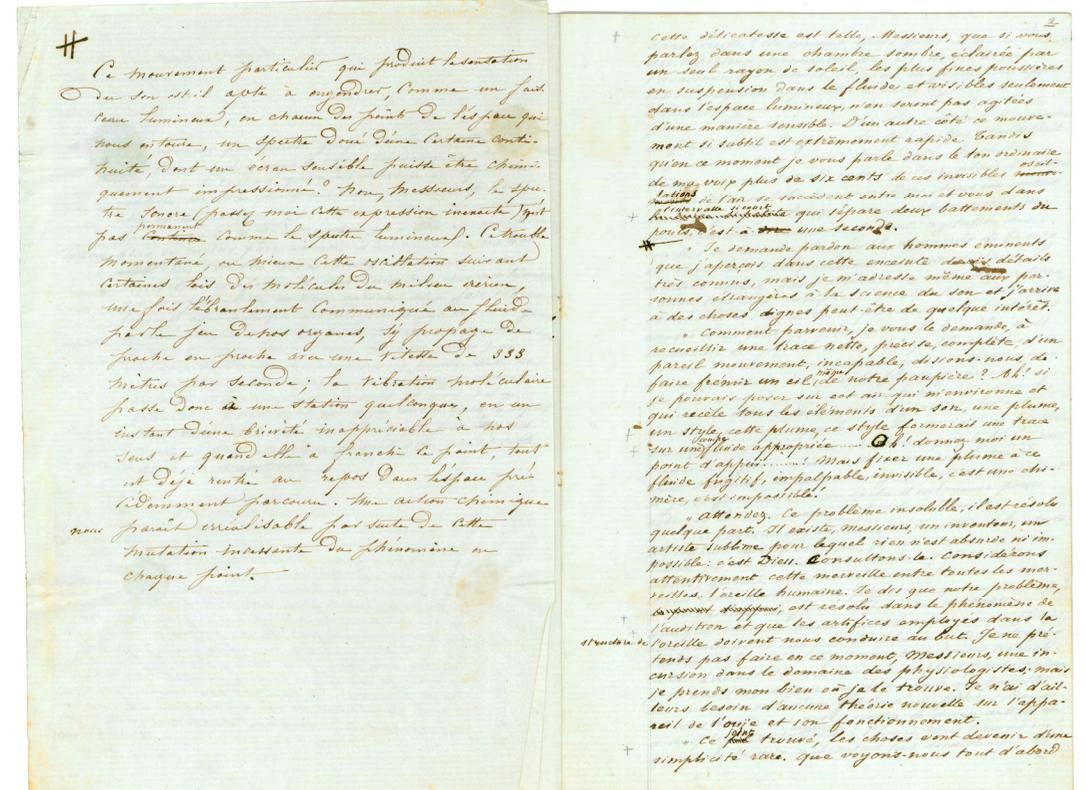
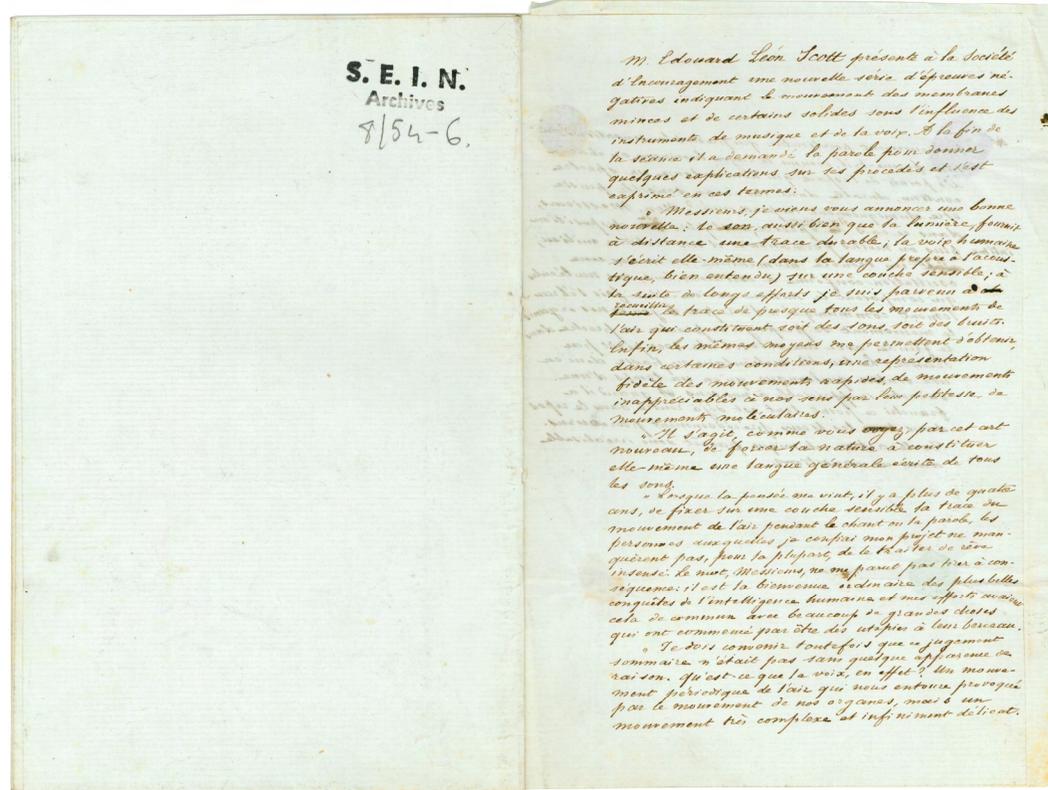
D. Scott, inventeur d.g. & g.
mars 1857

Le nombre de vibrations est parfaitement conforme aux principes théoriques - mais l'appareil n'est pas réglé à la seconde.









possibles suspendus au voisinage sans l'effet
 pour qu'à une distance de plus de dix mètres
 pendant la nuit, dans une salle bien isolée,
 la voix fait sauter énergiquement le sable déposé
 à la surface d'une membrane tendue sur un verre.

« Nous tenons, maintenant, Messieurs,
 dans tout son éclat le fil lumineux qui doit
 nous conduire: ce point d'appui de notre plume
 sur le fluide en mouvement que je vous demandais
 tout à l'heure, il est trouvé, le voici: c'est
 la membrane mince que nous plaçons à l'ex-
 trémité de notre conduit auditif artificiel.

« Je vous ai dit, il y a un instant, qu'il
 était nécessaire pour la solution intégrale
 du problème, que le style appliqué sur le fluide
 en vibration, ou, ce qui revient au même, sur la
 semi-solide, la membrane, marquât la trace sur
 un fluide. L'effet, tout modeste d'inscription sur
 un fluide, qui réclamerait une force de gravité
 appréciable, serait impossible à notre équilibre
 quasi-aérien; la couche sensible devant donc être
 fluide afin de ne pas offrir de résistance à nos
 délicates empreintes. Or, bien, de même que
 nous avons pris un semi-solide pour notre guide,
 nous prendrons un semi-fluide pour notre matrice,
 ce sera le noir de fumée obtenu par oxydation
 d'une mince couche de ~~une~~ ^{de} fer pur
 à l'état semi-fluide sur un corps quelconque
 (métal, bois, papier, tissu, etc.) d'un mouve-
 ment de progression uniforme, afin que les traces
 obtenues de couleur fine les unes dans les autres
 telle sera notre plaque d'écriture. ~~Je vous~~
 je vous par les moyens connus des artistes
 d'épreuves.

« Vous le voyez, Messieurs, l'invention de la
 graphie du son et de sa fixation est, pour ainsi
 dire, consommée; il ne reste plus qu'à perfectionner
 et étendre, jusqu'à l'application aux séjours et aux arts,
 les instruments que nous venons de vous décrire
 qui proviennent des expériences directes
 acquises sur le mouvement est-audible et celui du
 fluide sonore; je ne dirai rien de plus de la
 forme et des dimensions de mon conduit auditif
 artificiel, de la préparation de la membrane mince
 de la substance du style et de son mode d'applica-

tion, du rôle de cet assemblé de l'ouïe appelé le
 matricien; ce sont là des questions sans aucun
 doute d'importance, dans la pratique de cet
 art difficile. Toutes réserves pour le mémoire com-
 plet dont je prépare en ce moment la rédaction.
 L'étude de ces différents organes de l'appareil
 phonautographique m'a coûté des tâtonnements
 infinis. Je ne saurais, à vrai dire, les résumer:
 en comparant pas à pas les données d'un tel
 instrument aux moyens mis en œuvre dans
 l'oreille humaine, on est amené à des découvertes
 aussi curieuses qu'inattendues. C'est qu'à mon
 sens, Messieurs, l'appareil de l'audition est le
 meilleur et le plus complet des traités d'acoustique.

« Je vous citer à la hâte quelques faits à
 l'appui de ce que j'avance.

« Toute note, doit composer dans un espace
 limité, comme on sait, un ton propre dans le-
 quel elle résonne plus fortement, plus faiblement
 que dans tout autre. Dans un tuyau, c'est ce ton
 qu'on appelle le ton fondamental. Admettez
 que ce ton s'écrive d'une manière distincte de
 tous les autres tons, ce qui a lieu en effet, soit
 un unisson fixe trace, un point de départ sans
 intervention de l'oreille pour l'accord des instruments
 et des voix. C'est déjà une conquête. Il est
 bien établi, comme on me l'a dit, qu'une note
 délicate ne saurait déterminer avec certitude à
 quelle octave appartient un son extrêmement gran-
 ou extrêmement aigu. Dans notre oreille, Messieurs,
 ce ton fondamental, peu sensible d'ailleurs grâce
 aux courbes du conduit qui rompent l'unité
 de la masse d'air, est au contraire du registre or-
 dinaire des instruments et des voix; dans notre
 appareil phonautographique, à grandes dimen-
 sions, il sera être au-dessus de ce registre.

« La membrane du tympan a, comme je
 vous le disais, par rapport à l'axe du conduit
 auditif la plus forte inclinaison compatible
 avec sa bonne tension. Cette position, Messieurs,
 joue un rôle capital dans le phénomène de
 l'audition. Ainsi que Müller l'avait supposé

les membranes perpendiculaires au rayon ne
 s'impressionnent que rarement et faiblement
 de l'onde dite d'inflexion cette et de, Messieurs,
 occupe la place de beaucoup la plus importante
 dans la transmission de la voix par une membrane.
 Ici l'homme d'un mètre une bonne figure sous
 ses yeux dans cette épreuve qui montre le tracé
 de l'oreille dominée la réaction d'une voix accentuée
 à cinquante centimètres de la membrane. Cette
 autre épreuve représente l'onde d'inflexion pen-
 dant une certaine cadence de la voix. Je vous
 prie, Messieurs, de remarquer ces expériences
 d'une admirable sagacité, professe depuis long-
 temps l'existence de cette sorte d'onde dans son
 Manuel de physiologie. Vous remarquerez dans
 ces épreuves que l'existence de ce second mouve-
 ment, de cette onde longitudinale qui parcourt
 la membrane d'une de ses extrémités à l'autre,
 d'altère en rien l'onde de condensation, la vibra-
 tion proprement dite; elles coexistent et cette
 dernière ne cesse pas de marquer la tonalité,
 le timbre et, dans les cas extrêmes, l'intensité,
 ce que je rappellerai donc pour ma part sans
 cette question, c'est dans l'analyse l'interven-
 tion de cette onde d'inflexion dans les mouve-
 ments de l'organe vocal, autres que la vibration
 dans le mouvement de totalité, par exemple.

« J'ai dit que lorsqu'il s'agit de recueillir
 le son à une certaine distance, le conduit de-
 vra être imprégné de fibres. S'il était sonore,
 les vibrations de la membrane deviendraient
 faibles, car à chaque transmission de fluide
 à solide elles perdent considérablement de
 leur amplitude, comme l'a démontré Savart.
 Cette circonstance de la mise en vibration du
 conduit par la voix défavorable à la graphie
 de la parole et du chant, nous fournit un moyen
 d'écrire le mouvement moléculaire des bords, des
 métrons, des allonges. Nous pourrions acquies-
 cence la connaissance du mode de sonnerie des
 corps dans ses rapports avec leur texture intime.

sur une planche qui servira sans notion de vitesse
 sur le mouvement ~~moléculaire~~ d'un rayon de
 fibre sous l'influence de sons de la voix. Le
 style qui écrit à cet égard doit être placé sur la base
 d'un rayon de fibre sur la membrane. Chacun des
 matériaux divers, des agents employés dans les
 arts, offrira de cette manière une graphie propre-
 ment le caractère sera-t-il plus ou moins homogé-
 nien de ses fibres, à son plus ou moins d'homogé-
 nité, à sa densité. Il y aura toujours les
 belles découvertes et faire et des applications
 utiles à plusieurs industries. Mais, Messieurs, je
 prie et je n'insiste pas davantage sur un côté
 intéressant de nos recherches.

« Je ne saurais, Messieurs, passer inat-
 tendument et à la hâte la question du timbre, c'est
 un champ trop neuf et trop fécond, pour qu'on
 ne soit pas tenté d'en faire l'objet d'un travail
 complet et approfondi. J'ai recueilli un certain
 nombre d'épreuves présentant les sons de la voix
 comparés à ceux du corin et piston, du hautbois
 d'une grande membrane de condensation pendant ses
 sons très graves. Les instruments, comme on pour-
 rait le constater, se distinguent d'avec les voix
 par les caractères de la vibration. Je vous sou-
 mettra quelques épreuves de ce genre dans une
 prochaine séance. Voici le tracé de trois expériences
 de hautbois comparés avec le chant. Je crois
 avoir constaté ce fait curieux qu'un son, soit
 d'un instrument, soit d'une voix, donne une série
 de vibrations d'autant plus régulières, plus égales,
 et par conséquent plus isochrones qu'il est plus
 pur pour l'oreille, mieux fini. Dans le cas contraire
 dans les sons aigus des instruments, les ondes
 de condensation sont irrégulières, inégales, non
 isochrones. On pourrait presque dire qu'il y a,
 à ce point de vue, des sons faux et vrais d'une
 façon absolue. Voici un autre aspect de la
 question du timbre: c'est sous planche qui montre
 les mauvais sons de la voix, les sons viciés. Avec
 un peu d'attention, vous apercevrez une et quel-

quelques dans et même trois vibrations secon-
daires combinées avec l'onde de vibration
principale.

La facilité d'écartement presque indéfinie
des molécules de la corde sensible nous fluside
nous permettra d'étendre nos investigations et
d'obtenir avec facilité le tracé des mouvements
les plus subtils, les plus délicats, autres que le
mouvement sonore. Tels sont ceux du pendule
à fil, de l'aiguille aimantée, les mouvements
dus à l'élasticité, à la torsion. Ici, comme pré-
cisément de ce genre d'études, dont le champ me
paraît devoir être assez vaste, le tracé d'un
mouvement ~~quel~~ curieux en physique, c'est celui
d'un ballon d'acier qui oscille lentement un
plan incliné en se balançant sur son axe. Le
mouvement de ses tours et le mouvement de vibration
sont tellement marqués. Dans une
autre séance je mettrai sous vos yeux la
graphie de différentes explosions et de bruits
rapides et vous verrez qu'il est facile d'appré-
cier, de mesurer par nos moyens leur succésion,
leur caractère, leurs intensités relatives.

Vous le voyez donc, Messieurs, voici un
art graphique tout nouveau qui surgit de
entraînés de la physique, de la physiologie, de
la chimie, de la mécanique. Je dois, en présence
d'hommes aussi expérimentés que vous l'êtes,
si bien au courant de l'histoire des découvertes
contemporaines, être disposé à répondre plus
catégoriquement à une objection, toujours pré-
sente de mon temps en présence d'une invention
qui n'est-à qui bon? Il est pourtant une
question que je prévois et à laquelle je désire
répondre tout d'abord avant de finir. Etas vous
en mesure, me trait-on, de donner sans appareils
cette, sans nouveaux essais, une sténographie
matérielle, immédiatement transmissible, de si courts
de l'impression? Non, Messieurs, et voici pour-
quoi: le tracé de la parole, encore incomplet d'ail-
leurs, que je vous soumets en ce moment est l'analyse
des éléments de la voix parlée, il est fondé sur
me servir d'une expression des mathématiques,

de la tonalité, de l'intensité, du timbre, il n'est
donc pas le symbole de la parole, ni, à plus forte
raison, un signe de pure convention, comme
l'écriture qui n'a qu'un ne l'oubli pas, aucune
réalité phénoménale, aucune base objective.
Cette synthèse, néanmoins, je la crois possible
et je me propose de la tenter. Mais, Messieurs,
de grandes obscurités se sont encore sur
l'écriture de la voix articulée, quand nous
savons nettement ce qu'elle est, après une classe
complète de chacun de ses éléments par nos
procédés, nous transformerons le tracé des mots
en une suite de signes par des moyens méca-
niques. Je préférerais marcher en ce moment
du simple au composé et réaliser la sténogra-
phie du chant et des instruments qui sera faite
avec un moteur à mouvement uniforme. Je solli-
cite, Messieurs, le conseil des hommes compétents
pour m'aider à préparer des membranes plus
sensibles, moins hygroscopiques, plus rapprochées
des membranes physiologiques que celles que je
trouve dans le commerce, car, dans le cas, l'inertie
n'offre pas tout respect de modifications indis-
pensables à des applications imprimées. Je préfé-
rerai bien volontiers aussi des modifications des
pratiques spéciales pour les questions de confu-
sion en son qui se présentent comme un néces-
sité dans la représentation de la parole.

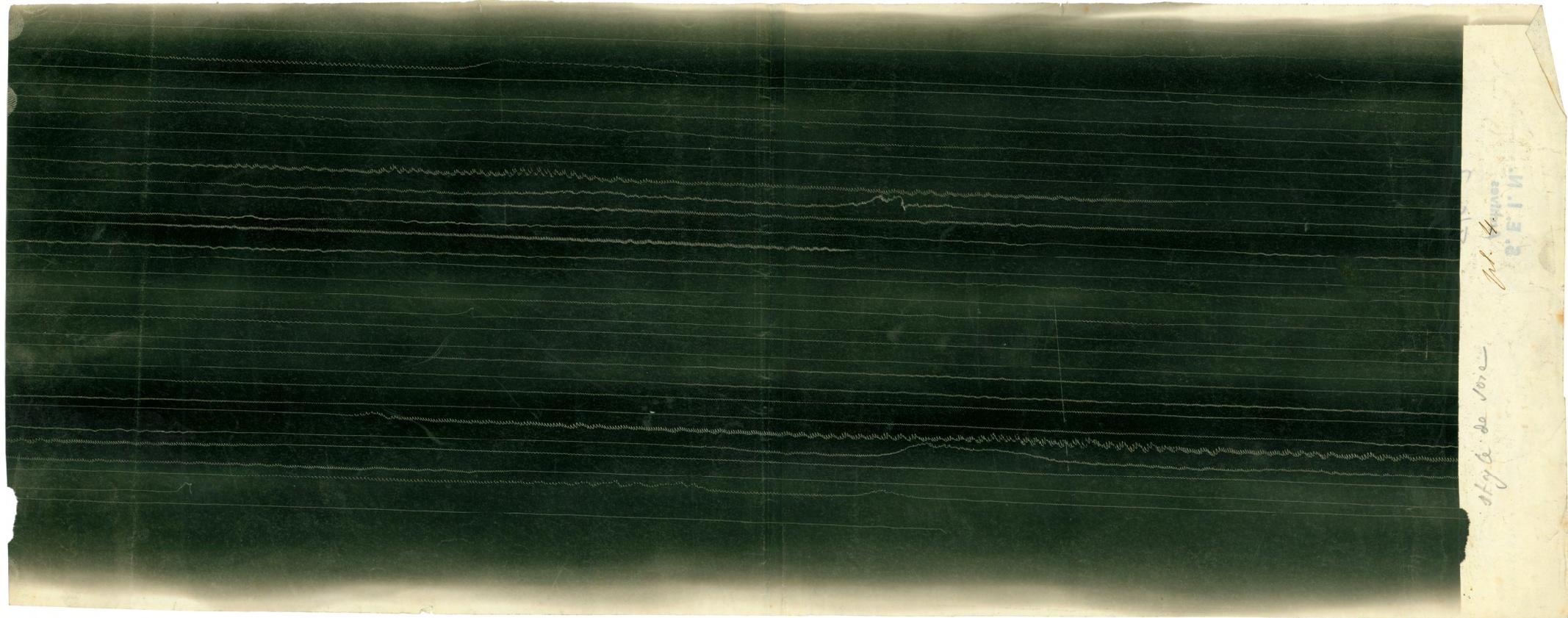
Il y a, Messieurs, je n'ai pas l'intention de
le dissimuler, de nombreux précédents dans ma
carrière où je suis entré. Je me souviens, sans
trop de développement, en tracer un historique
convenable. Je me contenterai de citer les noms
de Félix Savart, de Jean Müller, de M. Dubouard,
de M. Arthur Moire, de M. Wertheim, de M.
Pouillet, de M. Kitzinger. Les acteurs imparfaits
encore, que je vous présente me feront le pardon-
ner d'avoir osé s'exprimer sur le sujet fatigué
par de tels maîtres?

Je saisis aussi l'occasion de témoigner
ma profonde reconnaissance envers M. Pouillet
de l'Institut, et trois de vos membres, MM. Bravais,
Antoine Moire et Barrai qui m'ont donné
des marques précieuses de leur bienveillante
sympathie.

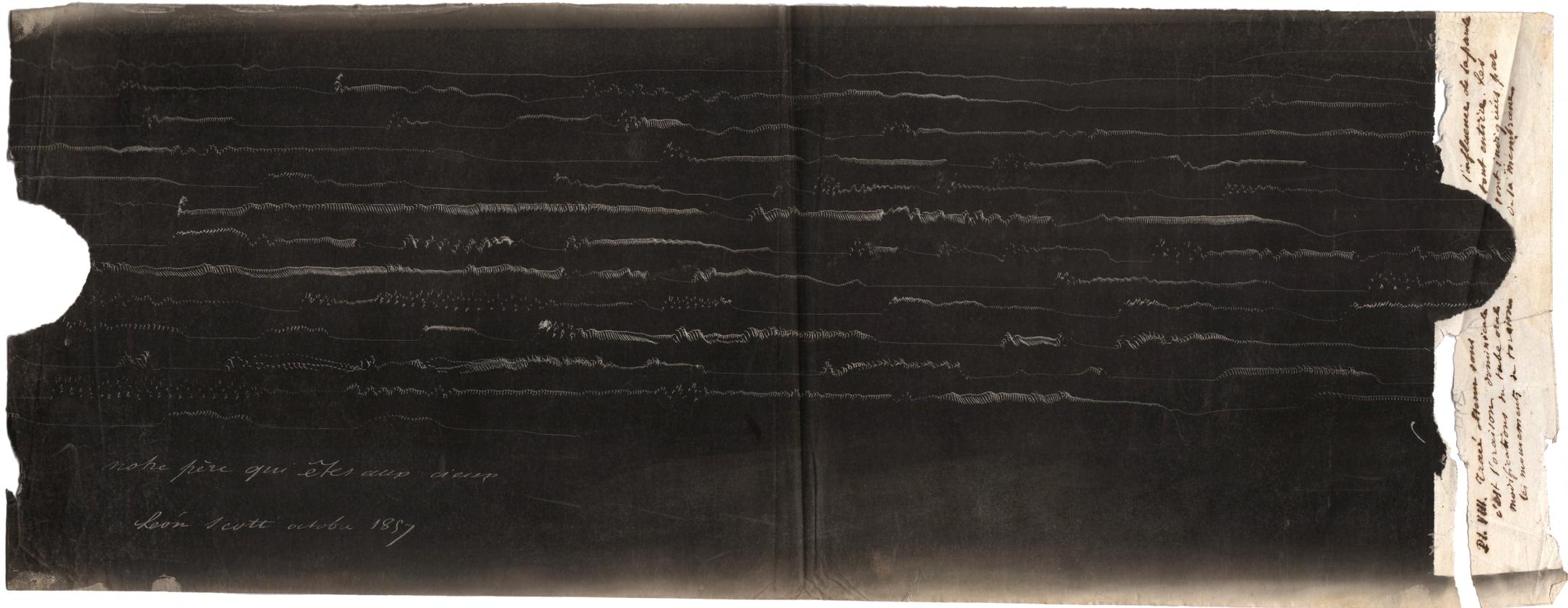
J'ai terminé, Messieurs, et quoiqu'il me craigne
d'avoir épuisé votre indulgente attention, je
n'ai pu qu'acquiescer à l'un de vos vœux l'ensemble
des travaux que je poursuivis depuis plusieurs
années. Je n'ai en ce qui concerne votre faveur
qu'une conviction inébranlable, une participation absolue
J'ai vu le livre de la nature ouvert devant le regard
de tous les hommes et, si peu que je sois, j'ai bien
qu'il me serait permis de vouloir y lire. Mais je
sens que la tâche est longue, la tâche que je
me suis donnée est longue pour ma faible et je
ne saurais accomplir tout ce qui m'est proposé.
Cependant, Messieurs, ce que j'ai fait, ce
que je propose d'entreprendre, et si vous parlez
jez un peu de mes espérances, de ce que vous
souvenir que je suis venu vous dire, avez-moi:
M. le Président. Messieurs, avez-vous fait
acte de possession de vos procédés par quelque
publication? Avez-vous des appareils?

M. Leon Scott. Il y a quatre ans j'ai fait
une première expérience d'un ~~un instrument~~
pour le ~~la parole~~, avec l'assistance de ~~de M. Bravais~~
M. Bravais (je n'ai répondu en français cacheté
descriptif à l'Institut au mois de janvier dernier,
ce qui contient des spécimens faits et ya quatre
ans. M. Bravais en retour a bien voulu faire
connaître dans les journaux mes premiers résultats
au printemps dernier. Le 29 mars j'ai pris mes
dix et d'invention avec les fonds et les les aux-
près de la Société d'Encouragement. Depuis j'ai
posé à cette même Société de nouveaux paragraphes
cachetés. Je suis même très parfaitement en règle
quant à la propriété de l'invention. J'ai des
appareils, et ceux, en carton, en plâtre, que j'ai
construits de mes mains et avec lesquels j'ai fait
les expériences que j'ai l'honneur de vous
soumettre.











S. E. I. N.
Archives
8/54-12

Monsieur le Président,

Je viens vous prier de vouloir bien soumettre à la Société un spécimen des expériences que je poursuis sur la graphie des mouvements rapides, des mouvements moléculaires, du son des instruments et des voix. Je compte mettre sous peu sous vos yeux le mouvement du pendule à fil et le tracé de la parole.

Je vous dirai que le bois et d'autres corps s'écrivent comme les membranes leurs vibrations sous l'influence de la voix. La planche 1 a été écrite par un tuyau de fûte d'un centimètre d'épaisseur. Les planches 2, 3, 4 montrent le mouvement d'une membrane sous l'influence de la voix et particulièrement l'onde d'inflexion ou ~~sur laquelle la science ne possède~~ encore aucune lumière. Enfin la figure ci-jointe est dessinée par un style attaché à l'axe du piston et compte les tours en montrant le rapport de leur nombre avec les balancements de l'axe.

J'ai l'honneur d'être, Monsieur le Président,
votre très humble et dévoué serviteur
Léon Scott
rue d'Amboise, 6.

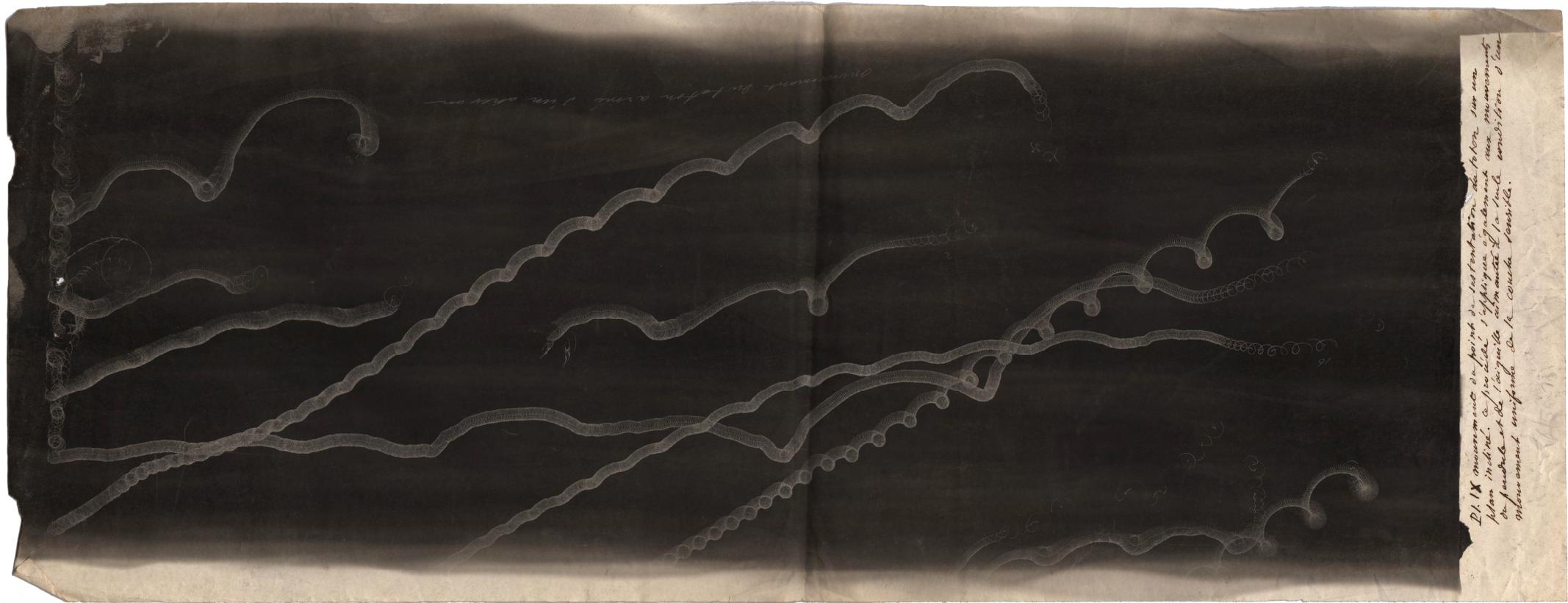
S. E. I. N.
Archives
8/54-12

Monsieur le Président,

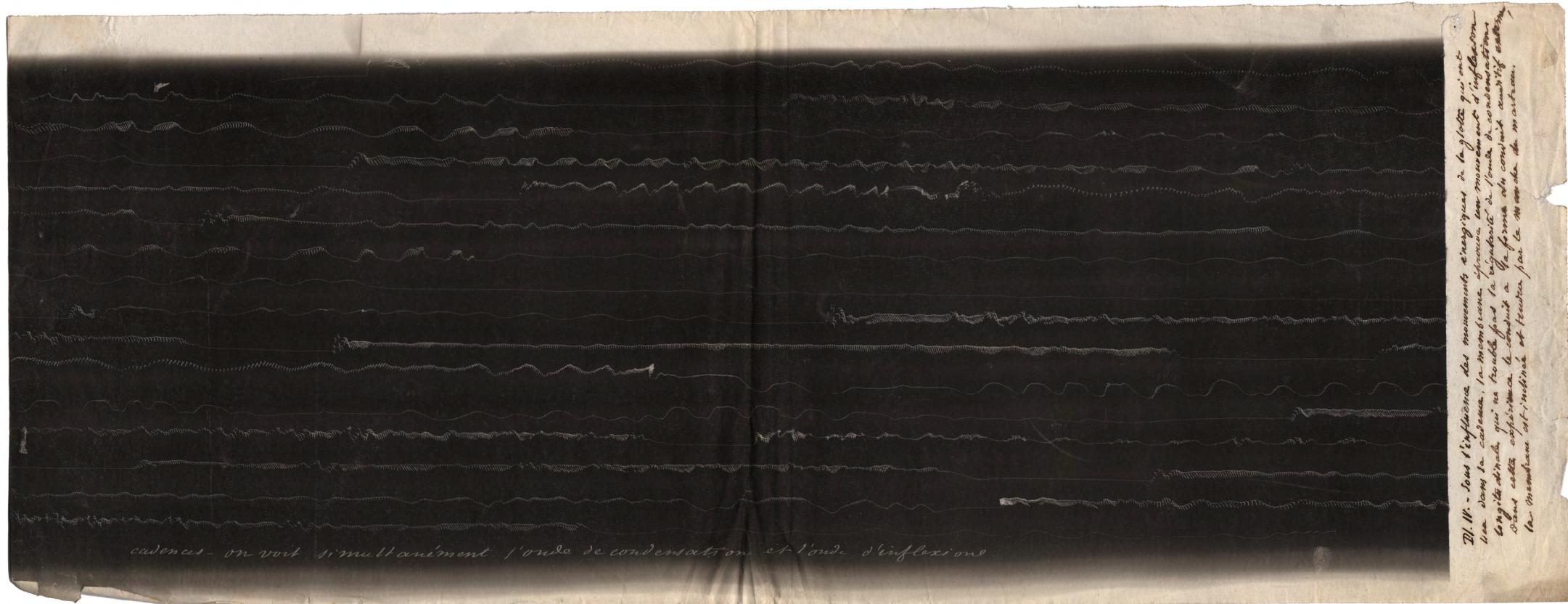
Je viens vous prier de vouloir bien soumettre à la Société un spécimen des expériences que je poursuis sur la graphie des mouvements rapides, des mouvements moléculaires, du son des instruments et des voix. Je compte mettre sous peu sous vos yeux le mouvement du pendule à fil et le tracé de la parole.

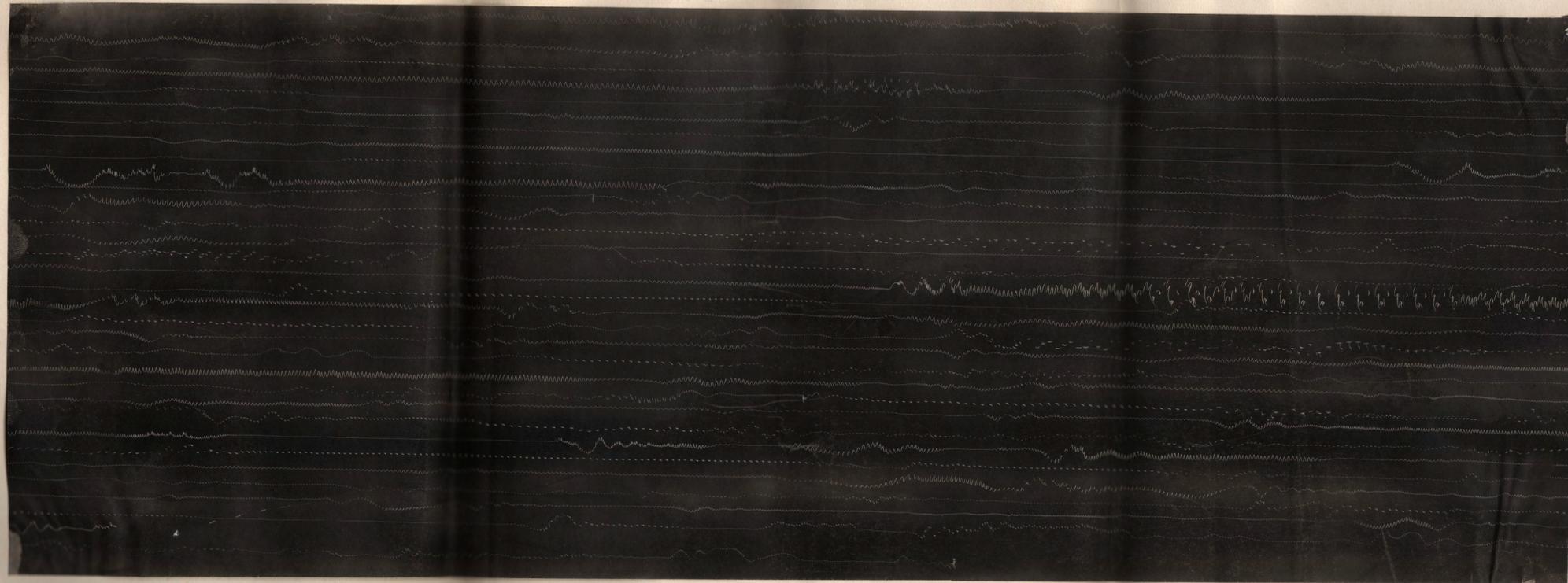
Je vous dirai que le bois et d'autres corps s'écrivent comme les membranes leurs vibrations sous l'influence de la voix. La planche 1 a été écrite par un tuyau de fûte d'un centimètre d'épaisseur. Les planches 2, 3, 4 montrent le mouvement d'une membrane sous l'influence de la voix et particulièrement l'onde d'inflexion ou ~~sur laquelle la science ne possède~~ encore aucune lumière. Enfin la figure ci-jointe est dessinée par un style attaché à l'axe du piston et compte les tours en montrant le rapport de leur nombre avec les balancements de l'axe.

J'ai l'honneur d'être, Monsieur le Président,
votre très humble et dévoué serviteur
Léon Scott
rue d'Amboise, 6.

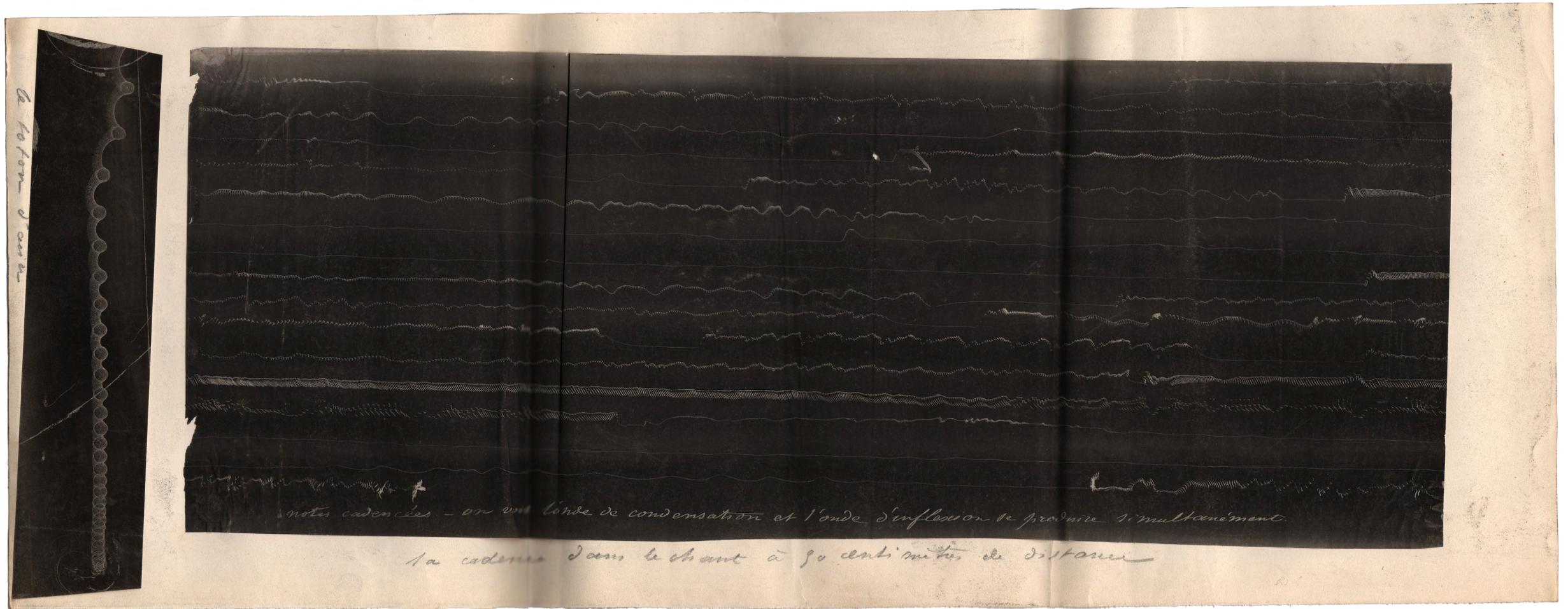


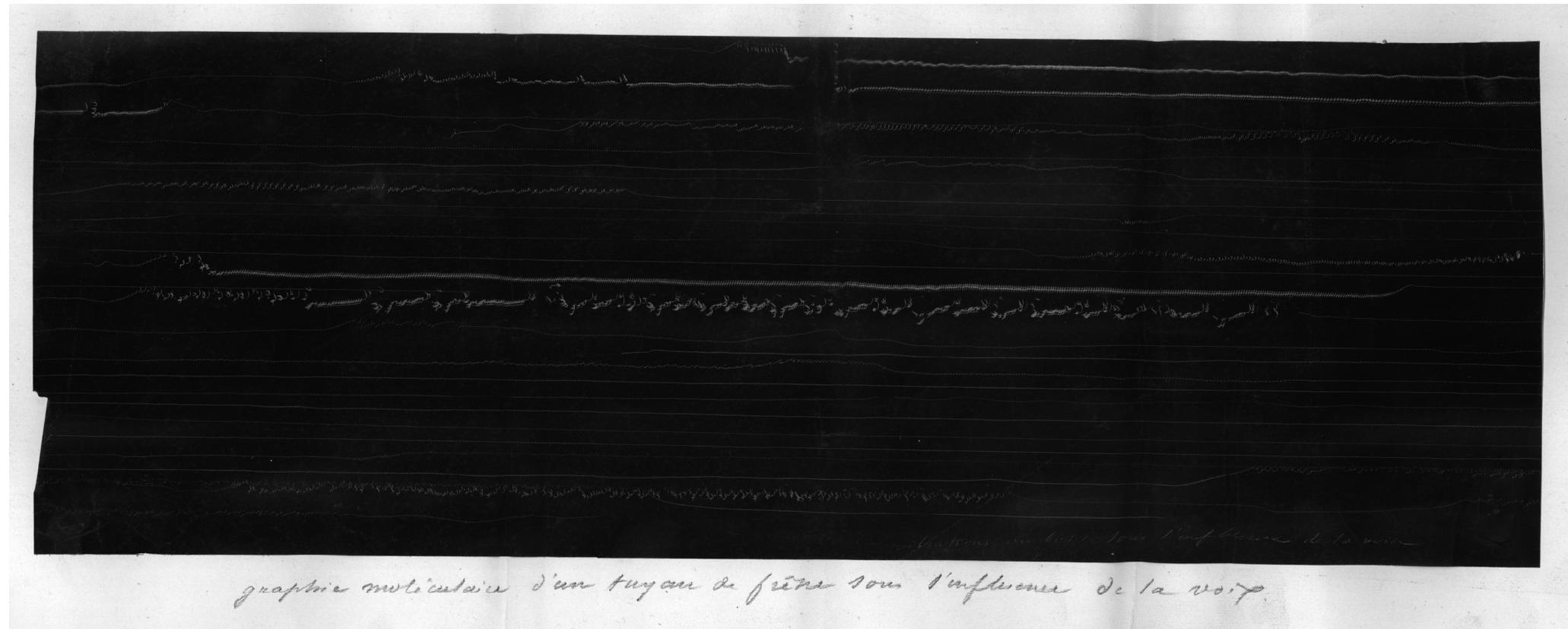
Pl. IX mouvement de l'air de l'instument de l'oreille sur son plan vertical. ce mouvement est toujours agitément non continu. On peut le voir à l'œil nu et à l'aide d'un microscope. On peut le voir à l'œil nu et à l'aide d'un microscope.





la voix chantée écoutée par elle-même à 50 centimètres de distance





S. E. I. N.
Archives
8/54-18

Monsieur le Président,

La Société d'encouragement à bien voulu, il y a un an, prendre sous sa protection mes travaux sur la fixation graphique du son. Je vous prie de mettre sous les yeux du conseil quatre nouvelles pièces expérimentales auxquelles s'attachera, je l'espère, un certain intérêt, puisqu'elles jettent du jour sur une question bien obscure jusqu'à présent, celle du timbre. Le problème du timbre m'a paru complexe. Il se présente à mes yeux sous les trois aspects suivants: 1° la forme vibratoire plus ou moins arrondie ou plus ou moins aiguë selon la densité du milieu ébranlé; 2° l'isochronisme ou le non-isochronisme des vibrations selon que le son se rapproche davantage d'un son musical parfait ou d'un bruit; 3° le détail de la vibration, c'est-à-dire les condensations et raréfactions partielles qui peuvent se produire dans une même vibration du fluide.

Je serais très honoré, Monsieur le Président, si vous daigniez permettre qu'à la fin de cette séance je donne verbalement quelques explications sur cette question si neuve et qui intéresse sous plus d'un rapport l'industrie des métaux et celle de la facture des instruments. Je vous prie en également de vouloir bien faire annexer la note ci-jointe au procès-verbal de la séance.

J'ai l'honneur d'être,
Monsieur le Président,
votre très humble et très dévoué
serviteur
Léon Scott
rue Caraman, 6.

ce 9 décembre 1857.

S. E. I. N.
Archives
8/54-18 bis

Monsieur,

Je viens vous prier de vouloir bien recevoir, au nom de la Société d'Encouragement, les trois pièces suivantes et d'y apposer le cachet et la date. Ce paquet est destiné, si vous le jugez convenable, à être mis avec le dossier sous les yeux du comité et des personnes qui vous demanderaient des renseignements sur la question, car je n'ai fait encore aucune communication au public.

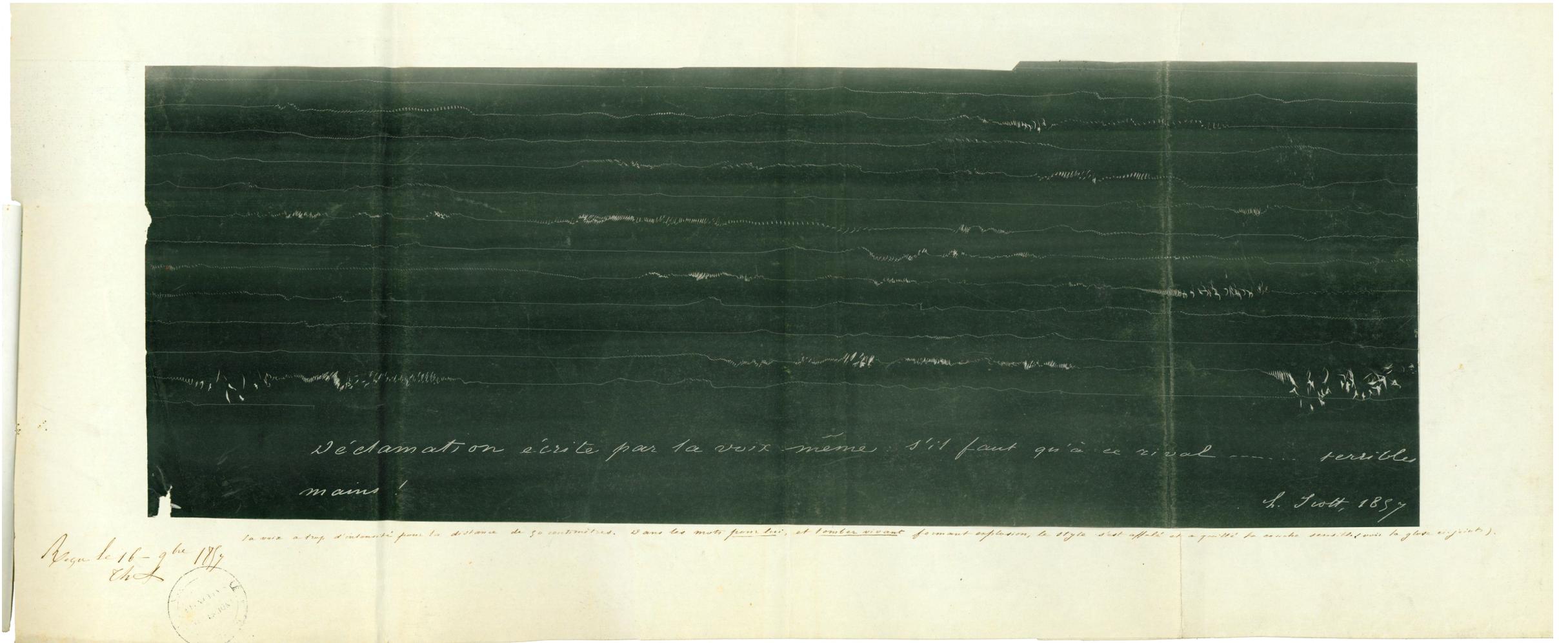
J'ai fait imprimer pour n'avoir pas à le copier à la main mon discours du 28 octobre; il a été envoyé aux membres du conseil de la Société et à vingt membres seulement de l'académie des sciences. Cette petite publication à 400 exemplaires n'a donc pas d'autre caractère qu'une simple communication orale à la Société d'Encouragement.

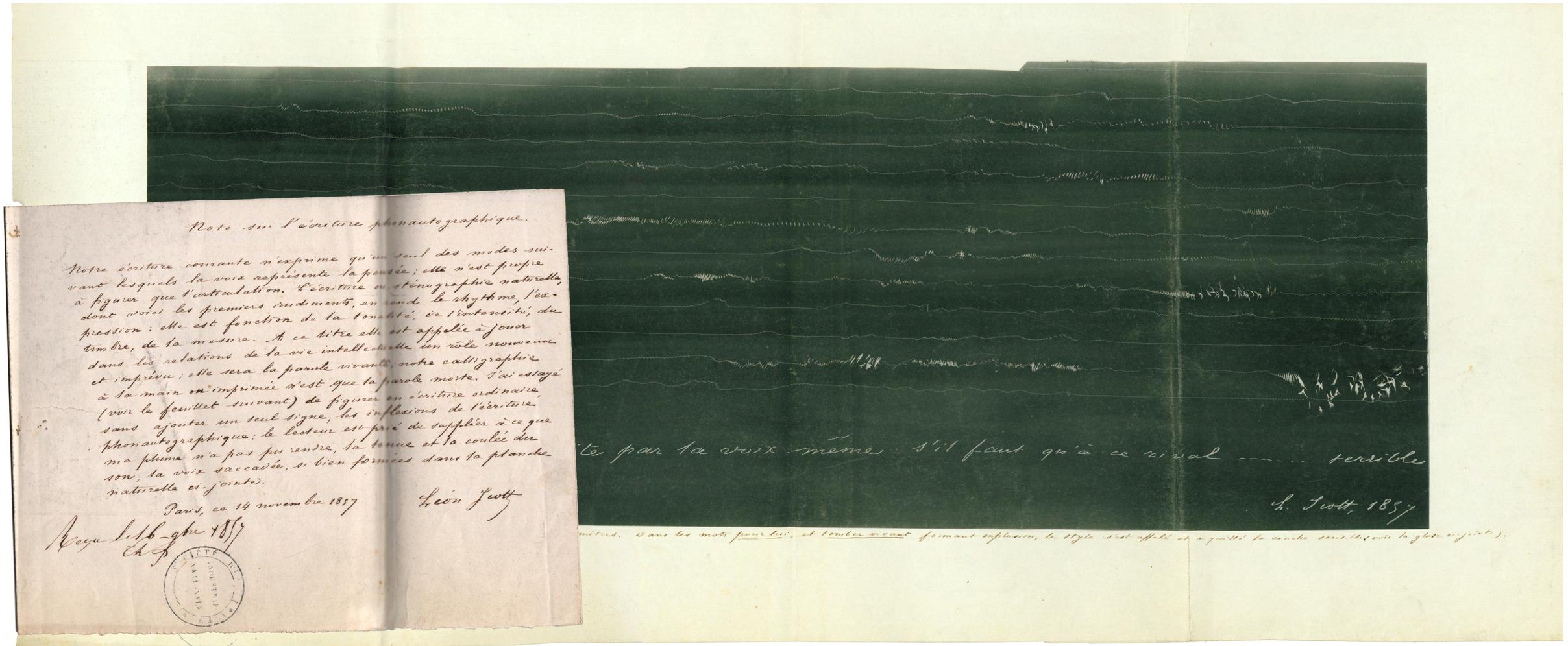
J'ai l'honneur d'être, Monsieur, votre très humble et très dévoué serviteur

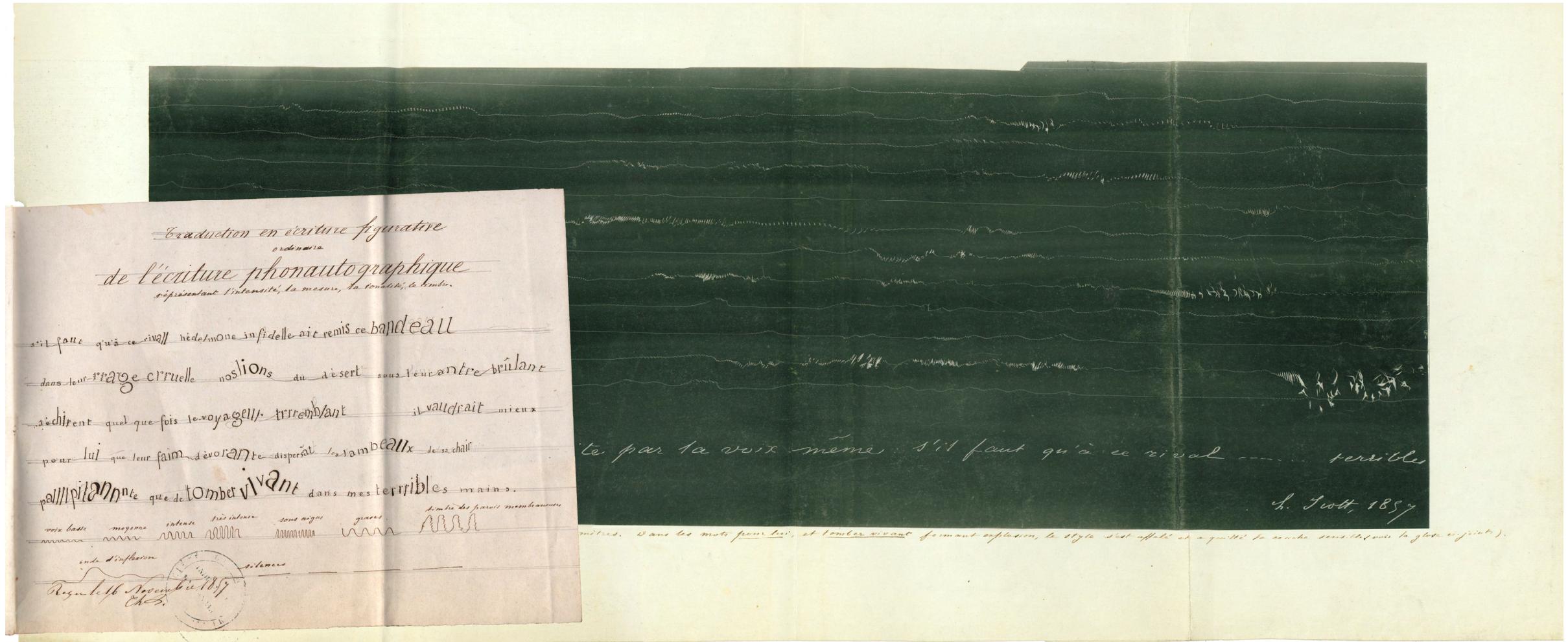
Heon Scott

ce 16 novembre 1857

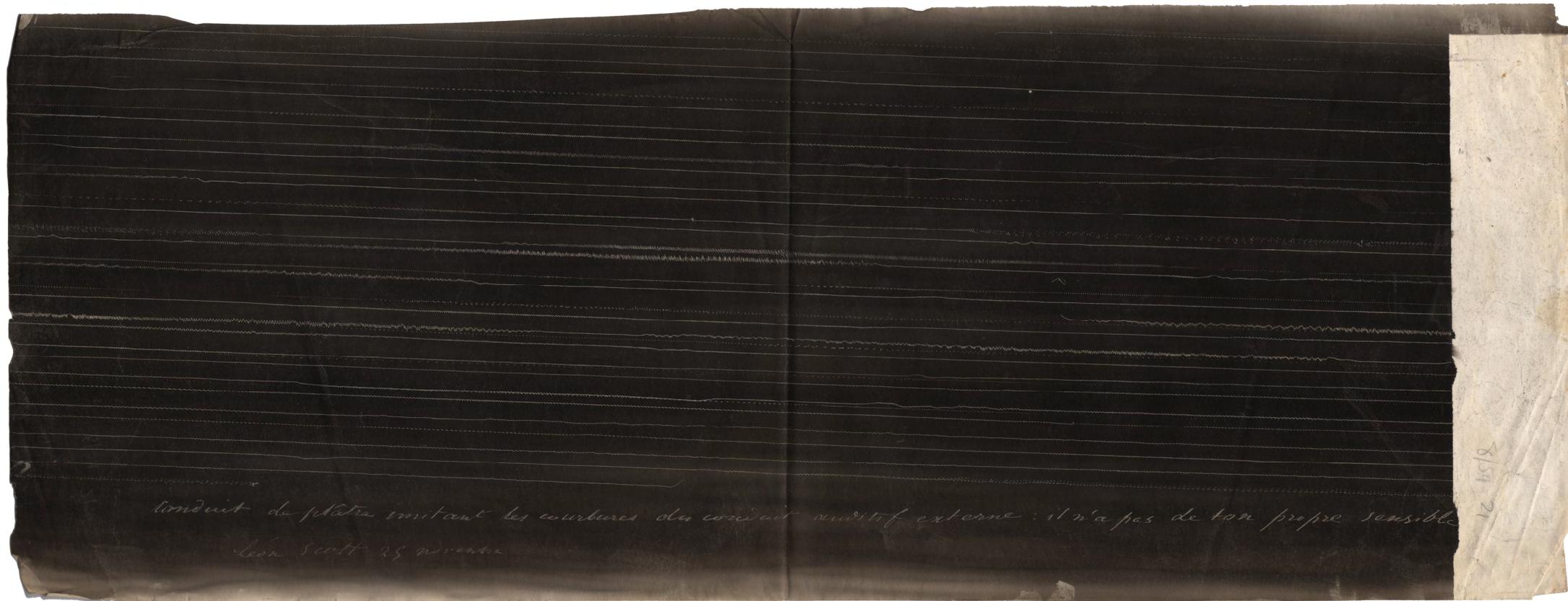
Monsieur De la Croix, agent général de la Société d'Encouragement.



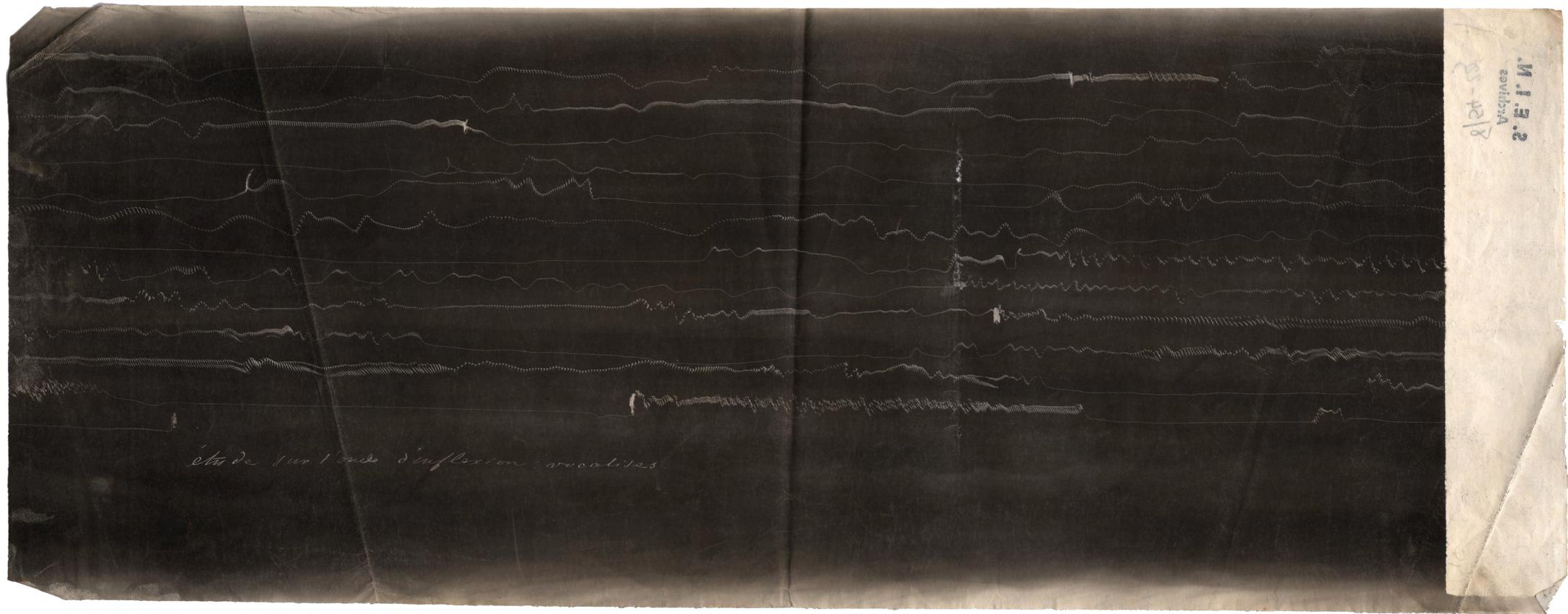


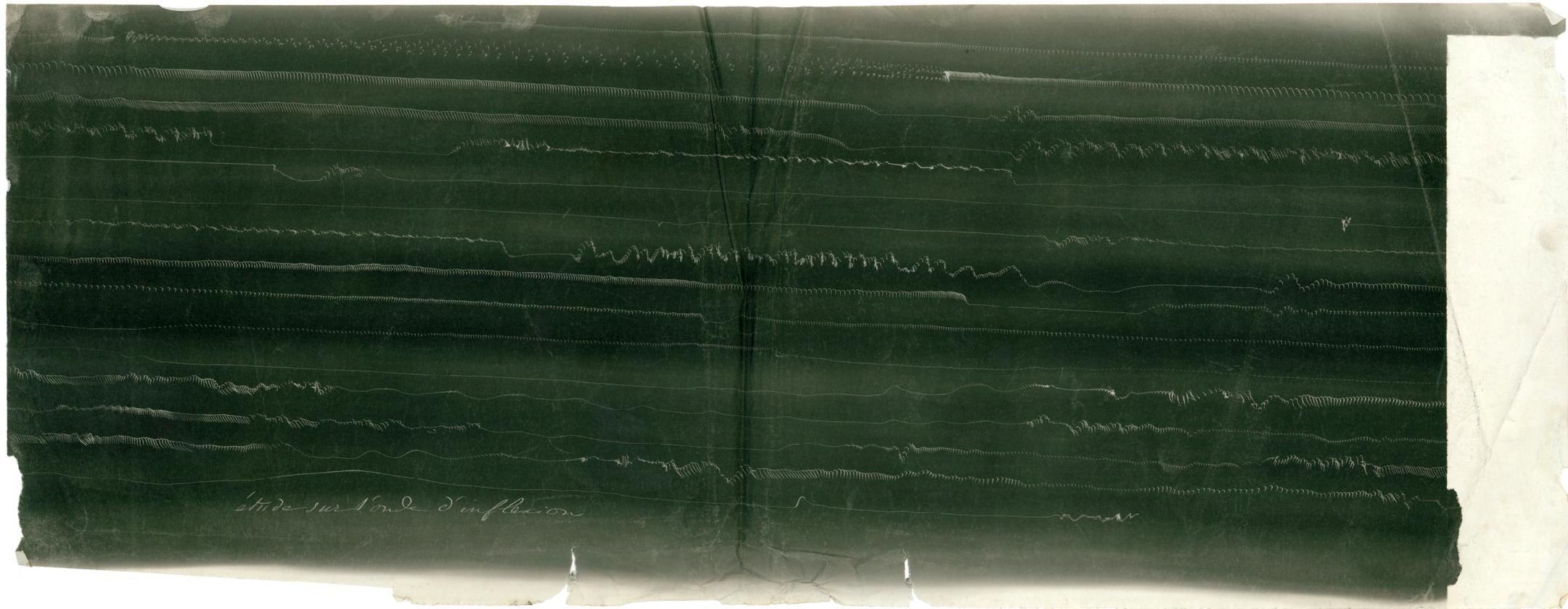




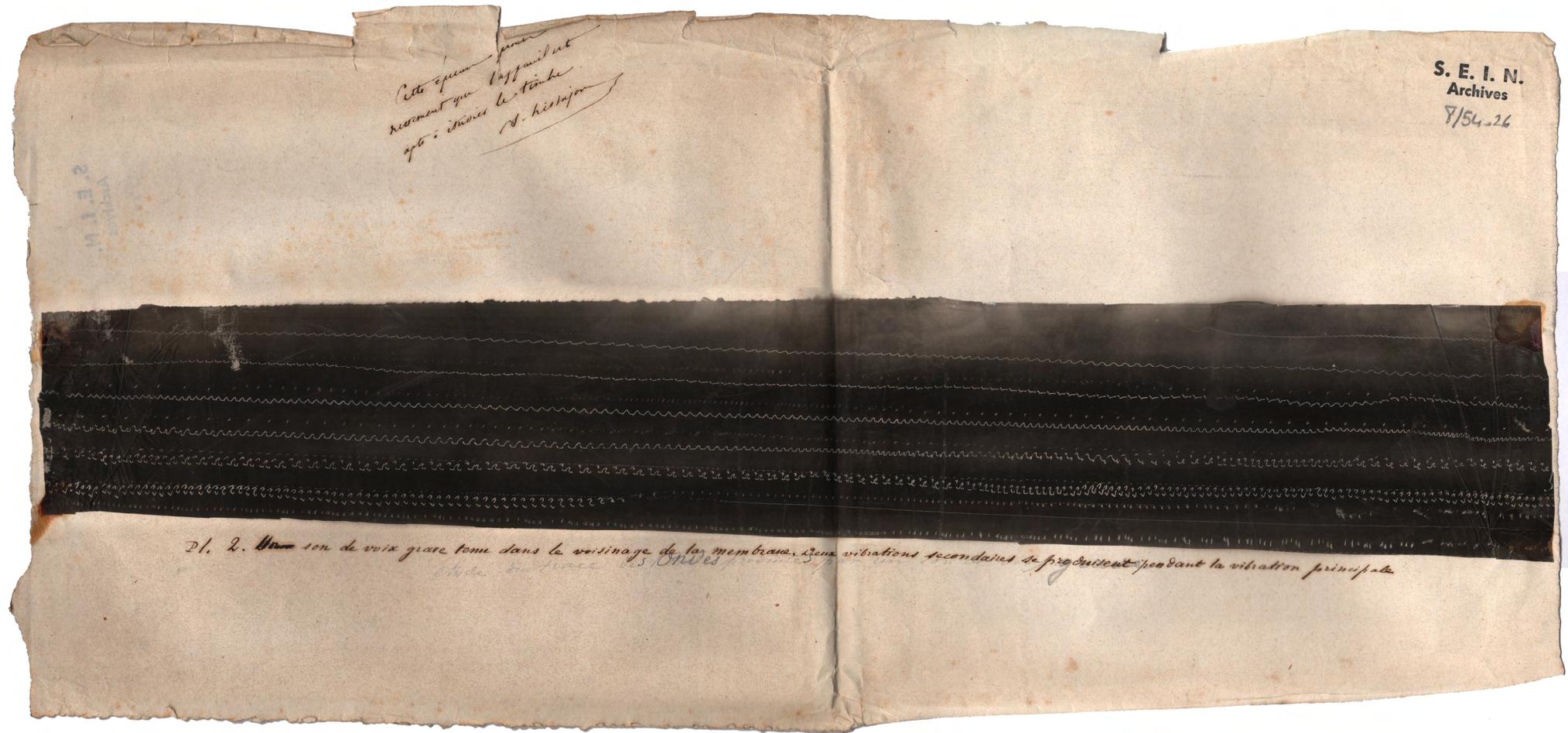


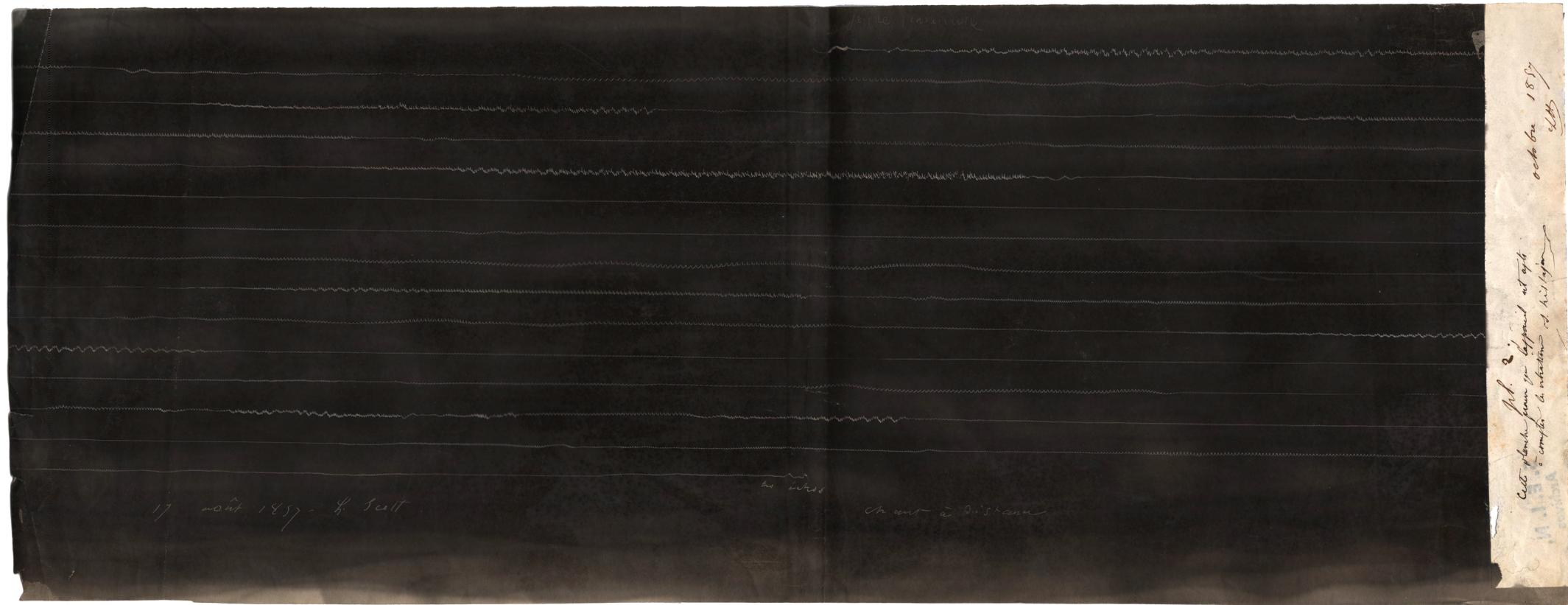




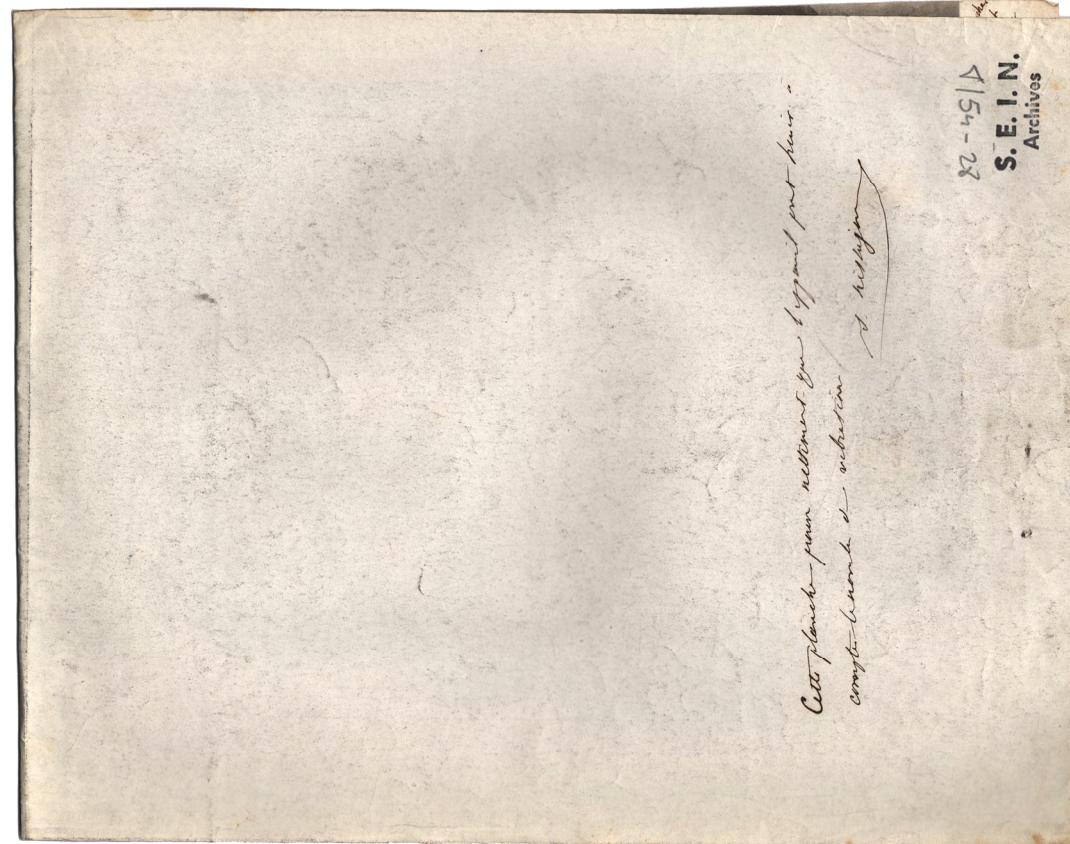












FIXATION GRAPHIQUE DE LA VOIX.

M. Édouard-Léon Scott présente à la Société d'Encouragement une nouvelle série d'épreuves négatives indiquant le mouvement des membranes minces et de certains solides sous l'influence des instruments de musique et de la voix. A la fin de la séance, il demande la parole pour donner quelques explications sur ses procédés, et s'exprime en ces termes :

« Messieurs, je viens vous annoncer une bonne nouvelle : Le son, aussi bien que la lumière, fournit à distance une image durable; la voix humaine s'écrit elle-même (dans la langue propre à l'acoustique, bien entendu) sur une couche sensible; à la suite de longs efforts je suis parvenu à recueillir le tracé de presque tous les mouvements de l'air qui constituent soit des sons, soit des bruits. Enfin, les mêmes moyens me permettent d'obtenir, dans certaines conditions, une représentation fidèle des mouvements rapides, de mouvements imprévisibles à nos sens par leur petitesse, de mouvements moléculaires.

« Il s'agit, comme vous voyez, dans cet art nouveau, de forcer la nature à produire elle-même une image durable de ce que nous voyons.

« Lorsque la pensée me vient, il y a plus de quatre ans, de fixer sur une couche sensible la trace du mouvement de l'air pendant le chant ou la parole, les personnes auxquelles je confiai mon projet ne manquèrent pas, pour la plupart, de le traiter d'aveugle. Le mot, Messieurs, ne me paraît pas tirer à conséquence : il est la bienvenue ordinaire des plus belles conceptions de l'intelligence humaine, et mes faibles efforts avaient eue de commun avec beaucoup de grandes choses au commencement par être des objets à leur secours. Je dois convenir, toutefois, que ce jugement sommaire n'était pas sans quelque apparence de raison. Qu'est-ce que la voix, en effet? Un mouvement périodique de l'air qui nous entoure, par lequel par le jeu de nos organes, mais un mouvement très-compliqué et infiniment délicat. Cette délicatesse est telle, Messieurs, que si vous parlez dans une chambre sombre, éclairée par un seul rayon de soleil, les plus fines poussières en suspension dans l'air, et visibles seulement à l'aide d'un rayon de lumière, se déplacent d'un autre côté, ce mouvement si subtil est extrêmement rapide. Tandis qu'en ce moment je vous parle dans le ton ordinaire de ma voix, plus de six cent mille, mais il s'agit de mouvements de l'air se succédant entre moi et vous dans l'intervalle si court qui sépare deux battements du pouls, c'est-à-dire une seconde.

« Ce mouvement particulier qui produit la sensation du son est-il apte à engendrer, comme un faisceau lumineux, une image durable sur une couche sensible, un spectre doué d'une certaine persistance et dont un ordre sensible puisse être chimiquement impressionné? Non, Messieurs, le spectre sonore (passé sous cette expression inexacte) n'est pas permanent comme le spectre lumineux. Ce trouble momentané, ou mieux, cette oscillation, suivant certaines lois, des molécules du milieu aérien, une fois librement communiqué au fluide par le jeu de nos organes, s'y propage de proche en proche avec une vitesse de 333 mètres par seconde; la vibration moléculaire passe donc à une station quelconque en un instant d'une brièveté inappréhensible à nos sens; elle ne peut être fixée sur une couche sensible que dans l'espace précédemment parcouru. Une action chimique nous paraît irréalisable, par suite de cette mutation incessante du phénomène en chaque point.

« Je demande pardon aux hommes éminents que j'apprécie dans cette enceinte de ces détails très-connus; mais je m'adresse même aux personnes étrangères à la science du son, et j'arrive à des choses dignes peut-être de quelque intérêt.

« Comment parvenir, je vous le demande, à recueillir une trace nette, précise, complète, d'un pareil mouvement, incapable, dissimulé, de faire frémir un cil même de notre paupière? Ah! si je pouvais poser sur cet air qui m'environne et qui recèle tous les éléments d'un son, un plume, un style, cette plume, ce style, formerait une trace sur une couche fluide appropriée... Mais où trouver un point d'appui?... Fixer une plume à ce fluide fugitif, impalpable, instable, c'est une chimère, c'est impossible!

« Attendez. Ce problème insoluble, il est résolu quelque part. L'existe, Messieurs, un inventeur, un artiste sublime pour lequel rien n'est absurde ni impossible : c'est Dieu. Consultons-le. Considérez attentivement cette merveille entre toutes les merveilles, l'oreille humaine. Ici, que notre problème est résolu dans le phénomène de l'audition, et que les artistes employés dans la structure de l'oreille doivent nous conduire au but. Je ne prétends pas faire ce que nous faisons, Messieurs, une invention dans le domaine des physiologistes; mais je vais chercher non bien où il se trouve. Je n'ai d'ailleurs besoin d'aucune théorie nouvelle sur l'appareil de l'ouïe et son fonctionnement.

« Ce point trouvé, les choses que vous devez d'un simple regard. Que voyons-nous tout d'abord dans l'oreille? Un conduit. Mais qu'est-ce qu'un conduit? Une expérience mémorable, due à l'illustre doyen de l'Académie des sciences, va nous en fournir une explication complète, applicable à notre objet. Au commencement de ce siècle, pendant une nuit, M. Biot, placé à l'une des extrémités d'un conduit d'aqueduc en fonte d'une longueur de 951 mètres, établissait une communication à l'autre bout avec un second conduit, avec un second interlocuteur placé à l'autre extrémité de ce tube immense. Donc, dans un conduit d'une longueur quelconque, convenablement isolé de tout mouvement extérieur, de toute agitation des couches de l'air, le plus faible murmure de la voix est transmis indistinctement à toute distance. Le conduit amène sans altération, sans déperdition, l'onde sonore, si complexe qu'elle soit, d'une des extrémités à l'autre, en la préservant de toutes les causes accidentelles qui pourraient la troubler; et si le conduit est parfaitement incapable de vibrer, si aucune transmission du mouvement vibratoire ne s'accomplit dans la route, le fluide poursuivra indéfiniment son mouvement primitif avec la pureté, la netteté, l'intensité originelles. Tel est, Messieurs, en acoustique, le rôle des conduits en présence d'un fluide en mouvement. Remarque-je cela : j'en prends acte pour écrire ultérieurement le son à toute distance. En attendant, je m'empare du conduit et je le ferme en une sorte d'entonnoir pour colliger les sons vers sa petite extrémité.

« Pursuivons l'examen de l'oreille. A la suite du conduit auditif externe, je rencontre une membrane mince, tendue et inclinée. Qu'est-ce qu'une mem-

brane mince et demi-tendue, Messieurs, dans cette architecture physique qui nous occupe? C'est, suivant la juste définition de Müller, quelque chose de maxie, moitié solide, moitié fluide; elle participe de l'un par la cohésion, de l'autre par l'extrême facilité de déplacement de toutes ses molécules. Elle est l'intermédiaire employé par la nature pour une transmission aussi parfaite que possible du mouvement d'un fluide à un solide. Dans la construction de notre oreille, le divin artiste a employé trois membranes. Tout à l'heure, nous l'avons vu, le son de la voix s'ébranlait pas assésiblement les poissaires suspendues dans l'espace; voici qu'à une distance plus de dix mètres, pendant la nuit, dans une salle bien silencieuse, la voix fait sauter énergiquement le sable déposé à la surface d'une membrane tendue sur un verre.

« Nous tenons maintenant, Messieurs, dans tout son éclat, le fil lumineux qui doit nous conduire : ce point d'appui de notre plume sur le fluide en mouvement que je vous demandais tout à l'heure, il est trouvé, le conduit. C'est la membrane mince que nous plaçons à l'extrémité du notre conduit auditif artificiel.

« Je vous ai dit, il y a un instant, qu'il était nécessaire, pour la solution intégrale du problème, que le style appliqué sur le fluide en vibration ou, ce qui revient au même, sur la membrane, marquât sa trace sur un fluide. En effet, tout mode d'inscription du mouvement qui réclamerait une force de gravure appréciable serait impossible à notre horizon quasi aérien. La couche sensible devrait donc être fluide, afin de ne pas offrir de résistance à nos délicates empreintes. Eh bien, de même que nous avons pris un semi-solide pour agent graphique, nous prendrons un semi-fluide pour matrice : ce sera le noir de fumée obtenu par volatilisation. Une mince couche déposée à l'état semi-fluide sur un corps quelconque (métal, bois, papier, tissu) au lieu d'un mouvement de progression uniforme, afin que les traces formées ne restent pas les unes dans les autres, telle sera notre plaque daguerrienne, ou plutôt notre négatif, propre à fournir par les moyens connus des milliers d'épreuves.

« Vous le voyez, Messieurs, l'invention de la graphie du son et de sa fixation est pour ainsi dire consommée : il ne reste plus qu'à perfectionner et étendre le procédé, qu'à l'appliquer aux sciences et aux arts. Je n'insisterai point sur des expériences directes que je prévois que tous les éléments de la voix passent par la membrane; qu'avec les dispositions requises son mouvement est adéquat à celui du fluide sonore. Je ne dirai rien non plus de la forme et des dimensions de mon conduit auditif artificiel, de la préparation de la membrane mince, de la substance du style et de son mode d'application; je rôtirai de cet objet de l'ouïe appelé le marbre. Ce sont là des questions sans aucun doute très-importantes dans l'exécution, dans la pratique de cet art si difficile; mais il s'agit de le développer et, et je les réserve pour le mémoire complet dont je prépare en ce moment la rédaction. L'état de ces différents organes de l'appareil phonographique n'a coûté des tâtonnements indéfinis. Je ne saurais, à vrai dire, les regretter : en comparant pas à pas les données d'un tel instrument aux données du son et de l'oreille humaine, on est amené à des découvertes aussi curieuses qu'inattendues. C'est qu'à mon sens, Messieurs, l'appareil de l'audition est le meilleur et le plus complet des traits d'acoustique.

« Je veux citer à la tête quelques faits à l'appui de ce que j'avance.

« Toute masse d'air comprise dans un espace limité, si comme on sait, un ton propre, dans lequel elle résonne, est susceptible de vibrer avec une fréquence qui dépend de sa longueur, et c'est ce ton qu'on appelle le ton fondamental. Admettez que ce ton s'écrive d'une manière distincte de tous les autres tons, et qu'il dans un espace limité, on en déduit une note qui, si elle est produite, sans être entendue de l'oreille pour l'accord entre les instruments et les voix, l'est d'elle-même, s'il est bien établi, comme on le sait, qu'une oreille délicate ne saurait déterminer avec certitude à quelle octave appartient un son donné extrêmement grave ou extrêmement aigu. Dans notre oreille, ce ton fondamental, pur sensible d'ailleurs, grâce aux courbes du conduit, qui rompent en partie l'unité de la masse d'air, est au-dessus du registre ordinaire des instruments et des voix; dans notre appareil phonographique, à grandes dimensions, il devra être au-dessous de ce registre.

« La membrane du tympan », comme je vous le disais, par rapport à l'axe du conduit auditif, la plus forte inclinaison compatible avec la nature de l'os. Cette position joue, selon moi, un rôle capital dans le phénomène de l'audition. Ainsi que Müller l'avait soupçonné, les membranes perpendiculaires au tympan se s'impressionnent que rarement et faiblement de l'onde dite d'inflexion. Cette onde, Messieurs, occupe la place la plus importante de beaucoup dans la transmission de la voix par une membrane. J'ai l'honneur d'en mettre une figure sous vos yeux, dans cette épreuve qui montre le tracé de l'organe dominical récité d'une voix accentuée, à cinquante centimètres de la membrane. Cette autre épreuve représente l'onde d'inflexion pendant une gamme cadencée de la voix. Müller, Messieurs, expérimentateur d'un admirable génie, professe depuis longtemps l'existence de cette sorte d'onde dans son *Manuel de Physiologie*. Vous remarquerez dans mes épreuves que ce second mouvement, cette crête longitudinale qui parcourt la membrane d'un des bords à l'autre, n'altère en rien l'onde de condensation, la vibration proprement dite; elles coexistent, et cette dernière ne cesse pas de marquer la tonalité, le timbre et, dans les cas ordinaires, l'intensité. Ce que je revendiquerai donc pour ma part dans cette question, c'est d'avoir manifesté l'existence de cette onde d'inflexion dans les mouvements de l'organe vocal autres que la vibration, dans les mouvements de latéralité par exemple.

« J'ai dit que lorsque l'épave de recueillir le son à une certaine distance, le conduit devra être impure à vibrer. S'il était sonore, les vibrations de la membrane deviendraient faibles, car à chaque transmission de fluide à solide elles perdent considérablement de leur amplitude. Cette circonstance de la mise en vibration du conduit par la voix, dérivable à la graphie de la parole et du chant, nous offre un moyen d'écrire le mouvement moléculaire des bois, des métaux, des alliages, sous l'influence de sons fixes et déterminés. Nous pourrions acquies ainsi la connaissance du mode de sonorité des corps dans ses rapports avec leur nature intime. Voici une planche qui fournit une notion de *son* sur le mouvement d'un tuyau de fêtu de son influence de son sur la voix. Le style qui écrit a été placé directement sur le bois au lieu de l'être sur la membrane. Chacun des matériaux divers, des agents employés dans les arts, offrira de cette manière une graphie propre de la caractéristique subordonnée à la disposition de ses fibres, à son plus ou moins d'homogénéité, à sa densité. Il y aura là, je l'espère, de belles découvertes à faire et des applications utiles à plusieurs industries. Mais l'heure me presse, et j'ai insisté plus davantage sur ce côté intéressant de mes recherches.

« Je ne saurais, Messieurs, traiter ici incidemment et à la hâte la question

du timbre : c'est un champ trop neuf, trop fécond, pour qu'on ne soit pas tenté d'en faire l'objet d'un travail complet et approfondi. J'ai vu un certain nombre d'épreuves présentant les sons de la voix comparés à ceux du cornet à piston, du hautbois et d'un grand nombre de cuivres rendant des sons très-graves. Les instruments, comme on pouvait le pressentir, se distinguent d'avec les voix par les caractères de la vibration. Je vous soumettrai quelques épreuves de ce genre dans une prochaine séance. Voici le tracé de cris explosifs, de hurlements comparés avec le chant. Le crois avoir constaté ce fait curieux que le son d'un instrument, d'une voix, dans une suite de vibrations d'autant plus régulières, plus égales, et par conséquent plus isochrones, qu'il est plus pur pour l'oreille, mieux filé; dans le cri déchirant, dans les sons aigus des instruments, les ondes de condensation sont irrégulières, inégales, non isochrones. On pourrait presque dire qu'il y a, à ce point de vue, des sons faux et discordants d'une façon absolue. Voici un autre aspect de la question du timbre : c'est une planche qui montre les mauvais sons de la voix, les sons voisés. Avec un peu d'attention vous apercevrez une, quelquefois deux et même trois vibrations secondaires combinées avec l'onde de condensation principale.

« La facilité d'écarterment presque indéfinie des molécules de la couche semi-fluide nous permettra d'étendre nos investigations et d'obtenir avec facilité le tracé des mouvements les plus subtils, les plus délicats, autres que le mouvement sonore. Tels sont ceux du pendule à fil, de l'équilibre simultané, les mouvements dus à l'élasticité, à la torsion. Voici comme spécimen de ce genre d'étude, dont le champ me paraît devoir être assez vaste, le tracé d'un mouvement curieux en physique : c'est celui d'un filon d'acier qui descend lentement un plan incliné en se balançant sur son axe. Le nombre des ses tours et le mouvement de libration sont nettement marqués. Dans une autre séance je mettrai sous vos yeux la graphie de différences explosives et de traits réguliers; vous verrez qu'il est facile d'apprécier, de mesurer par nos moyens leur succession, leur caractère, leurs intensités relatives.

« Vous le voyez donc, Messieurs, voici un art graphique tout nouveau qui surgit des entrailles de la physique, de la physiologie, de la mécanique. Des hommes aussi expérimentés que vous, et si bien au courant de l'histoire des découvertes contemporaines, me dispenserez, je l'espère, de répondre à la banale objection : « *quel bon ?* » toujours prête à sauter une invention nouvelle. Il est pourtant une question que je prévois à laquelle je devrais répondre avec netteté avant de finir. Êtes-vous en mesure, me diront-ils, de donner, sans appareils coûteux, sans nouveaux essais, une géographie naturelle, immédiatement utilisable, de discours, de improvisation? Non, Messieurs, et voici pourquoi : Le tracé de la parole, encore incomplet d'ailleurs, que je vous soumetts en ce moment est l'analyse des éléments de la voix parlée : il est, pour ainsi dire, une expression des mathématiques, fonction de la tonalité, de l'intensité, du timbre; il est donc pas la synthèse de la parole, ni à plus forte raison, un signe de pure convention, comme l'écriture, qui n'a, qu'on ne l'oublie pas, aucune réalité phonématique, aucune base objective. Cette synthèse, néanmoins, je la crois possible et je me propose de la tenter; permettez-moi d'ajouter que j'en possède les moyens. Mais, Messieurs, de grandes obscurités pèsent encore sur l'histoire de ce que j'avance; quand nous aurons nettement ce qu'elle est, après une étude complète de chacun de ses éléments par nos procédés, nous transformerons par des moyens mécaniques le tracé des mots en une suite de signes. Je préférerais marcher en ce moment du simple au composé et réaliser la sténographie du discours et des instruments, qu'après avoir dans une matière à mesurer, mesurer, je sollicite, Messieurs, les conseils des hommes compétents pour m'aider à préparer des membranes plus sensibles, moins hygroscopiques, plus rapprochées des membranes physiologiques, que celles utilisées dans le commerce; que, sans l'inclinaison n'offre pas tout disposés les matériaux indispensables à des applications imprévues. Je profiterai bien volontiers aussi des indications des praticiens spéciaux pour les questions de renforcement du son, qui se présentent comme une nécessité dans la graphie de la parole.

« Il y a, Messieurs, je n'ai pas l'intention de le dissimuler, de nombreux précédents dans la carrière où je me suis engagé sans trop de développements en tracer un historique convenable. Je me contenterai de citer les noms de Félix Savari, de Jean Müller, de M. Duhamel, de M. Arthur Morin, de M. Pouillet, de M. Wertheim, de M. Lissajous. Ces essais, imparfaits encore, que je vous présente, me font-il gardien d'avoir osé m'engager dans le sillon frayé par de tels maîtres?

« Je saisis ici l'occasion de témoigner ma profonde reconnaissance envers M. Pouillet de l'Institut et trois de vos membres, MM. Bureswill, Ant. Masson et Barral, qui m'ont donné des marques précieuses de leur bienveillance sympathique.

« Je termine. Puis-je, Messieurs, n'avoir point épuisé votre indulgente attention, tout en esquissant qu'à grande traite des travaux poursuivis depuis plusieurs années. Mon seul titre à votre faveur, c'est une conviction ferme, une persévérance constante. En voyant le livre de la nature ouvert de nos regards de tous les hommes, j'ai cru pouvoir essayer d'y lire. La tâche que je me suis donnée, je le sais, est lourde pour moi faible; tout ce qu'il reste à faire, je ne saurais l'accomplir seul. Le peu que j'ai réalisé, ce que j'entrevois encore, vous dignerez l'examiner, Messieurs; et si vous partagez une partie de mes espérances, veuillez vous rappeler que j'ai consacré ces premières je suis venu vous dire : « Adieu! »

« M. le président, Monsieur Scott, avez-vous fait acte de possession de vos procédés par quelque publication? Avec-vous des appareils?

M. Léon Scott. Il y a quatre ans, j'ai fait une première expérience chez un musicien distingué, avec l'assistance de quelques amis; j'ai déposé un brevet caractéristique à l'Institut au mois de janvier dernier; ce paquet contient des épreuves authentiques faites il y a quatre ans. M. le vicomte du Moncel a bien voulu faire connaître dans les journaux mes premiers résultats au printemps dernier; le 25 mars j'ai pris un brevet d'invention avec les fonds et sous les auspices de la Société d'Encouragement; depuis, j'ai déposé à cette même Société de nouveaux brevets caractéristiques. Je crois être parfaitement en règle quant à la priorité de l'invention. Les expériences que j'ai en l'honneur de vous soumettre ont été faites avec des appareils en bois, en carton, en plâtre, que j'ai construits de mes mains. Tout imparfaits qu'ils soient, je pourrais, si vous le jugez utile, Messieurs, les faire fonctionner devant vous.

Paris, le 25 octobre 1857.

Paris — Imprimerie J. CLAYE, rue Richelieu, 7.

S. E. I. N. Archives

8154-29

FIXATION GRAPHIQUE DE LA VOIX.

M. Édouard-Léon Scott présente à la Société d'Encouragement une nouvelle série d'épreuves négatives indiquant le mouvement des membranes minces et de certains solides sous l'influence des instruments de musique et de la voix. A la fin de la séance, il demande la parole pour donner quelques explications sur ses procédés, et s'exprime en ces termes :

« Messieurs, je viens vous annoncer une bonne nouvelle : Le son, aussi bien que la lumière, fournit à distance une image durable; la voix humaine s'écrit elle-même (dans la langue propre à l'acoustique, bien entendu) sur une couche sensible; à la suite de longs efforts je suis parvenu à recueillir le tracé de presque tous les mouvements de l'air qui constituent soit des sons, soit des bruits. Enfin, les mêmes moyens me permettent d'obtenir, dans certaines conditions, une représentation fidèle des mouvements rapides, de mouvements inappréciables à nos sens par leur petitesse, de mouvements moléculaires.

« Il s'agit, comme vous voyez, dans cet art nouveau, de forcer la nature à constituer elle-même une langue générale écrite de tous les sons.

« Lorsque la pensée me vint, il y a plus de quatre ans, de fixer sur une couche sensible la trace du mouvement de l'air pendant le chant ou la parole, les personnes auxquelles je confiai mon projet ne manquèrent pas, pour la plupart, de le traiter de rêve insensé. Le mot, Messieurs, ne me parut pas fâcheux à conséquence : il est la bienvenue ordinaire des plus belles conquêtes de l'intelligence humaine, et mes faibles efforts avaient cela de commun avec beaucoup de grandes choses qui ont commencé par être des utopies à leur berceau. Je dois convenir, toutefois, que ce jugement sommaire n'était pas sans quelque apparence de raison. Qu'est-ce que la voix, en effet? Un mouvement périodique de l'air qui nous entoure, provoqué par le jeu de nos organes; mais un mouvement très-complexe et infiniment délicat. Cette délicatesse est telle, Messieurs, que si vous parlez dans une chambre sombre, éclairée par un seul rayon de soleil, les plus fines poussières en suspension dans le fluide, et visibles seulement dans l'espace lumineux, n'en seront pas agitées d'une manière sensible. D'un autre côté, ce mouvement si subtil est extrêmement rapide. Tandis qu'en ce moment je vous parle dans le ton ordinaire de ma voix, plus de six cents de ces invisibles mouvements de l'air se succèdent entre moi et vous dans l'intervalle si court qui sépare deux battements du pouls, c'est-à-dire une seconde.

« Ce mouvement particulier qui produit la sensation du son est-il apte à engendrer, comme un faisceau lumineux, en chacun des points de l'espace qui nous entoure, un spectre doué d'une certaine persistance et dont un écran sensible puisse être chimiquement impressionné? Non, Messieurs, le spectre sonore (passez-moi cette expression inexacte) n'est pas permanent comme le spectre lumineux. Ce trouble momentané, ou mieux, cette oscillation, suivant certaines lois, des molécules du milieu aérien, une fois l'ébranlement communiqué au fluide par le jeu de nos organes, s'y propage de proche en proche avec une vitesse de 333 mètres par seconde; la vibration moléculaire passe donc à une station quelconque en un instant d'une brièveté inappréciable à nos sens, et quand elle a franchi ce point, tout est déjà rentré au repos dans l'espace précédemment parcouru. Une action chimique nous paraît irréalisable, par suite de cette mutation incessante du phénomène en chaque point.

« Je demande pardon aux hommes éminents que j'aperçois dans cette enceinte de ces détails très-connus; mais je m'adresse même aux personnes étrangères à la science du son, et j'arrive à des choses dignes peut-être de quelque intérêt.

« Comment parvenoir, je vous le demande, à recueillir une trace nette, précise, complète, d'un pareil mouvement, incalculable, disons-nous, de faire franchir un cil même de notre paupière? Ah! si je pouvais poser sur cet air qui m'environne et qui renèle tous les éléments d'un son, une plume, un style, cette plume, ce style, formerait une trace sur une couche fluide appropriée... Mais où trouver un point d'appui?... Fixer une plume à ce fluide fugitif, impalpable, invisible, c'est une chimère, c'est impossible!

« Attendez. Ce problème insoluble, il est résolu quelque part. Il existe, Messieurs, un inventeur, un artiste sublime pour lequel rien n'est absurde ni impossible : c'est Dieu. Consultons-le. Considérons attentivement cette merveille entre toutes les merveilles, l'oreille humaine. Je dis que notre problème est résolu dans le phénomène de l'audition, et que les artifices employés dans la structure de l'oreille doivent nous conduire au but. Je ne prétends pas faire en ce moment, Messieurs, une incursion dans le domaine des physiologistes; mais je vais chercher mon bien où il se trouve. Je n'ai d'ailleurs besoin d'aucune théorie nouvelle sur l'appareil de l'ouïe et son fonctionnement.

« Ce point trouvé, les choses vont devenir d'une simplicité rare. Quo voyons-nous tout d'abord dans l'oreille? Un conduit. Mais qu'est-ce qu'un conduit? Une expérience mémorable, due à l'illustre doyen de l'Académie des sciences, va nous en fournir une explication complète, applicable à notre objet. Au commencement de ce siècle, pendant une nuit, M. Biot, placé à l'une des extrémités d'un conduit d'aqueduc en fonte d'une longueur de 951 mètres, établissoit une conversation à voix très-basse, chuchotée même, avec un second interlocuteur placé à l'autre extrémité de ce tube immense. Donc, dans un conduit d'une longueur quelconque, convenablement isolé de tout mouvement extérieur, de toute agitation des couches de l'air, le plus faible murmure de la voix est transmis intégralement à toute distance. Le conduit amène sans altération, sans déperdition, l'onde sonore, si complexe qu'elle soit, d'une des extrémités à l'autre, en la préservant de toutes les causes accidentelles qui pourraient la troubler; et si le conduit est par lui-même incapable de vibrer, si aucune transmission du mouvement vibratoire ne s'accomplit dans la route, le fluide poursuivra indéfiniment son mouvement primitif avec la pureté, la netteté, l'intensité originelles. Tel est, Messieurs, en acoustique, le rôle des conduits en présence d'un fluide en mouvement. Remarquez-le bien : j'en prends acte pour écrire ultérieurement le son à toute distance. En attendant, je m'empare du conduit et je le façonne en une sorte d'entonnoir pour colliger les sons vers sa petite extrémité.

« Poursuivons l'examen de l'oreille. A la suite du conduit auditif externe, je rencontre une membrane mince, tendue et inclinée. Qu'est-ce qu'une mem-

brane mince et demi-tendue, Messieurs, dans cette architecture physique qui nous occupe? C'est, suivant la juste définition de Müller, quelque chose de mixte, moitié solide, moitié fluide; elle participe de l'un par la cohérence, de l'autre par l'extrême facilité de déplacement de toutes ses molécules. Elle est l'intermédiaire employé par la nature pour une transmission aussi parfaite que possible du mouvement d'un fluide à un solide. Dans la construction de notre oreille, le divin artiste a employé trois membranes. Tout à l'heure, nous l'avons vu, le son de la voix n'ébranlait pas sensiblement les poissières suspendues dans l'espace; voici qu'à une distance de plus de dix mètres, pendant la nuit, dans une salle bien silencieuse, la voix fait sauter énergiquement le sable déposé à la surface d'une membrane tendue sur un verre.

« Nous tenons maintenant, Messieurs, dans tout son éclat, le fil lumineux qui doit nous conduire : ce point d'appui de notre plume sur le fluide en mouvement que je vous demandais tout à l'heure, il est trouvé, le voici. C'est la membrane mince que nous plaçons à l'extrémité de notre conduit auditif artificiel.

« Je vous ai dit, il y a un instant, qu'il était nécessaire, pour la solution intégrale du problème, que le style appliqué sur le fluide en vibration ou, ce qui revient au même, sur la membrane; marquât sa trace sur un fluide. En effet, tout mode d'inscription du mouvement qui réclamerait une force de gravure appréciable serait impossible à notre burin quasi aérien. La couche sensible devrait donc être fluide, afin de ne pas offrir de résistance à nos délicates empreintes. Eh bien, de même que nous avons pris un semi-solide pour agent graphique, nous prendrons un semi-fluide pour matrice : ce sera le noir de fumée obtenu par volatilisation. Une mince couche déposée à l'état semi-fluide sur un corps quelconque (métal, bois, papier, tissu) animé d'un mouvement de progression uniforme, afin que les traces formées ne rentrent pas les unes dans les autres, telle sera notre plaque daguerrienne, ou plutôt notre négatif, propre à fournir par les moyens connus des milliers d'épreuves.

« Vous le voyez, Messieurs, l'invention de la graphie du son et de sa fixation est pour ainsi dire consommée : il ne reste plus qu'à perfectionner et étendre le procédé, qu'à l'appliquer aux sciences et aux arts. Je n'insisterai point sur des expériences directes qui prouvent que tous les éléments de la voix passent par la membrane; qu'avec les dispositions requises son mouvement est adéquat à celui du fluide sonore. Je ne dirai rien non plus de la forme et des dimensions de mon conduit auditif artificiel, de la préparation de la membrane mince, de la substance du style et de son mode d'application; aucun doute très-importantes dans l'exécution, dans la pratique de cet art difficile; mais il serait trop long de vous les développer ici, et je les réserve pour le mémoire complet dont je prépare en ce moment la rédaction. L'étude de ces différents organes de l'appareil phonographique m'a coûté des tâtonnements infinis. Je ne saurais, à vrai dire, les regretter : en comparant pas à pas les données d'un tel instrument aux moyens mis en œuvre dans l'oreille humaine, on est amené à des découvertes aussi curieuses qu'inattendues. C'est qu'à mon sens, Messieurs, l'appareil de l'audition est le meilleur et le plus complet des traités d'acoustique.

« Je veux citer à la hâte quelques faits à l'appui de ce que j'avance.

« Toute masse d'air comprise dans un espace limité a, comme on sait, un ton propre, dans lequel elle résonne plus facilement, plus fortement que dans tout autre. Dans un tuyau, c'est ce ton qu'on appelle le ton fondamental. Admettez que ce ton s'écrive d'une manière distincte de tous les autres tons, ce qui a lieu en effet; voilà un unisson fixe trouvé, un point de départ, sans intervention de l'oreille pour l'accord entre les instruments et les voix. C'est déjà une conquête, s'il est bien établi, comme on me l'assure, qu'une oreille délicate ne saurait déterminer avec certitude à quelle octave appartient un son donné extrêmement grave ou extrêmement aigu. Dans notre oreille, ce ton fondamental, peu sensible d'ailleurs, grâce aux courbures du conduit, qui rompent en partie l'unité de la masse d'air, est au-dessus du registre ordinaire des instruments et des voix; dans notre appareil phonographique, à grandes dimensions, il devra être au-dessous de ce registre.

« La membrane du tympan a, comme je vous le disais, par rapport à l'axe du conduit auditif, la plus forte inclinaison compatible avec sa bonne tension. Cette position joue, selon moi, un rôle capital dans le phénomène de l'audition. Ainsi que Müller l'avait soupçonné, les membranes perpendiculaires au tuyau ne s'impressionnent que rarement et faiblement de l'onde dite d'inflexion. Cette onde, Messieurs, occupe la place la plus importante de beaucoup dans la transmission de la voix par une membrane. J'ai l'honneur d'en mettre une figure sous vos yeux, dans cette épreuve qui montre le tracé de l'oraison dominicale récitée d'une voix accentuée, à cinquante centimètres de la membrane. Cette autre épreuve représente l'onde d'inflexion pendant une gamme cadencée de la voix. Müller, Messieurs, expérimentateur d'une admirable sagacité, professe depuis longtemps l'existence de cette sorte d'onde dans son *Manuel de Physiologie*. Vous remarquerez dans mes épreuves que ce second mouvement, cette crête longitudinale qui parcourt la membrane d'un de ses bords à l'autre, n'a lieu en rien l'onde de condensation, la vibration proprement dite; elles coexistent, et cette dernière ne cesse pas de marquer la tonalité, le timbre et, dans les cas ordinaires, l'intensité. Ce que je revendiquerai donc pour ma part dans cette question, c'est d'avoir manifesté l'intervention de cette onde d'inflexion dans les mouvements de l'organe vocal autres que la vibration, dans les mouvements de totalité par exemple.

« J'ai dit que lorsqu'il s'agit de recueillir le son à une certaine distance, le conduit devra être impropre à vibrer. S'il était sonore, les vibrations de la membrane deviendraient faibles; car à chaque transmission de fluide à solide elles perdent considérablement de leur amplitude. Cette circonstance de la mise en vibration du conduit par la voix, défavorable à la graphie de la parole et du chant, nous fournit un moyen d'écrire le mouvement moléculaire des bois, des métaux, des allages, sous l'influence de sons fixes et déterminés. Nous pourrions acquérir ainsi la connaissance du mode de sonorité des corps dans ses rapports avec leur texture intime. Voici une planche qui fournit une notion *de visu* sur le mouvement d'un tuyau de flûte sous l'influence de sons de la voix. Le style qui écrit a été placé directement sur le bois au lieu de l'être sur la membrane. Chacun des matériaux divers, des agents employés dans les arts, offrira de cette manière une graphie propre dont le caractère sera subordonné à la disposition de ses fibres, à son plus ou moins d'homogénéité, à sa densité. Il y aura là, je l'espère, de belles découvertes à faire et des applications utiles à plusieurs industries. Mais l'heure me presse, et je n'insiste pas davantage sur ce côté intéressant de mes recherches.

« Je ne saurais, Messieurs, traiter ici incidemment et à la hâte la question

du timbre : c'est un champ trop neuf, trop fécond, pour qu'on ne soit tenté d'en faire l'objet d'un travail complet et approfondi. J'ai réuni un certain nombre d'épreuves présentant les sons de la voix comparés à ceux du cornet à piston, du hautbois et d'une grande membrane de caoutchouc rendant des sons très-graves. Les instruments, comme on pouvait le pressentir, se distinguent d'avec les voix par les caractères de la vibration. Je vous soumettrai quelques épreuves de ce genre dans une prochaine séance. Voici le tracé de cris explosifs, de hurlements comparés avec le chant. Je crois avoir constaté ce fait curieux que le son d'un instrument, d'une voix, donne une suite de vibrations d'autant plus régulières, plus égales, et par conséquent plus isochrones, qu'il est plus pur pour l'oreille, mieux filé ; dans le cri déchirant, dans les sons aigres des instruments, les ondes de condensation sont irrégulières, inégales, non isochrones. On pourrait presque dire qu'il y a, à ce point de vue, des sons faux et discordants d'une façon absolue. Voici un autre aspect de la question du timbre : c'est une planche qui montre les mauvais sons de la voix, les sons voilés. Avec un peu d'attention vous apercevrez une, quelquefois deux et même trois vibrations secondaires combinées avec l'onde de condensation principale.

« La facilité d'écartement presque indéfinie des molécules de la couche semi-fluide nous permettra d'étendre nos investigations et d'obtenir avec facilité le tracé des mouvements les plus subtils, les plus délicats, autres que le mouvement sonore. Tels sont ceux du pendule à fil, de l'aiguille aimantée, les mouvements dus à l'élasticité, à la torsion. Voici comme spécimen de ce genre d'études, dont le champ me paraît devoir être assez vaste, le tracé d'un mouvement curieux en physique : c'est celui d'un toton d'acier qui descend lentement un plan incliné et se balançant sur son axe. Le nombre de ses tours et le mouvement de libration sont nettement marqués. Dans une autre séance je mettrai sous vos yeux la graphie de différentes explosions et de bruits rapides ; vous verrez qu'il est facile d'apprécier, de mesurer par nos moyens leur succession, leur caractère, leurs intensités relatives.

« Vous le voyez donc, Messieurs, voici un art graphique tout nouveau qui surgit des entrailles de la physique, de la physiologie, de la mécanique. Des hommes aussi expérimentés que vous, et si bien au courant de l'histoire des découvertes contemporaines, me dispenserez, je l'espère, de répondre à la banale objection : « *A quoi bon ?* » toujours prête à sauver une invention naissante. Il est pourtant une question que je prévois et à laquelle je désire répondre avec netteté avant de finir. Etes-vous en mesure, me dire-t-on, de donner, sans appareils coûteux, sans nouveaux essais, une sténographie naturelle, immédiatement traduisible, du discours, de l'improvisation ? Non. Messieurs, et voici pourquoi : Le tracé de la parole, encore incomplet d'ailleurs, que je vous soumetts en ce moment est l'analyse des éléments de la voix parlée : il est, pour me servir d'une expression des mathématiciens, fonction de la localité, de l'intensité, du timbre ; il n'est donc pas la synthèse de la parole, ni, à plus forte raison, un signe de pure convention, comme l'écriture, qui n'a, qu'on ne l'oublie pas, aucune réalité phénoménale, aucune base objective. Cette synthèse, néanmoins, je la crois possible et je me propose de la tenter ; permettez-moi d'ajouter que j'en possède les moyens. Mais, Messieurs, de grandes obscurités restent encore sur l'histoire de la voix articulée ; quand nous saurons nettement ce qu'elle est, après une étude complète de chacun de ses éléments par nos procédés, nous transformerons par des moyens mécaniques le tracé des mots en une suite de signes. Je préférerais marcher en ce moment du simple au composé et réaliser la sténographie du chant et des instruments, qui sera facile avec un moteur à mouvement uniforme. Je sollicite, Messieurs, les conseils des hommes compétents pour m'aider à préparer des membranes plus sensibles, moins hygroscopiques, plus rapprochées des membranes physiologiques, que celles usitées dans le commerce ; car, vous le savez, l'industrie n'offre pas tout disposés les matériaux indispensables à des applications imprévues. Je profiterai bien volontiers aussi des indications des praticiens spéciaux pour les questions de renforcement du son, qui se présentent comme une nécessité dans la graphie de la parole.

« Il y a, Messieurs, je n'ai pas l'intention de le dissimuler, de nombreux précédents dans la carrière où je suis entré. Je ne saurais sans trop de développements en tracer un historique convenable. Je me contenterai de citer les noms de Félix Savart, de Jean Müller, de M. Duhamel, de M. Arbur Morin, de M. Pouillet, de M. Wertheim, de M. Lissajous. Ces essais, imparfaits encore, que je vous présente, me feront-ils pardonner d'avoir osé m'engager dans le sillon fécondé par de tels maîtres ?

« Je saisis ici l'occasion de témoigner ma profonde reconnaissance envers M. Pouillet de l'Institut et trois de vos membres, MM. Barreswil, Ant. Masson et Barra, qui m'ont donné des marques précieuses de leur bienveillante sympathie.

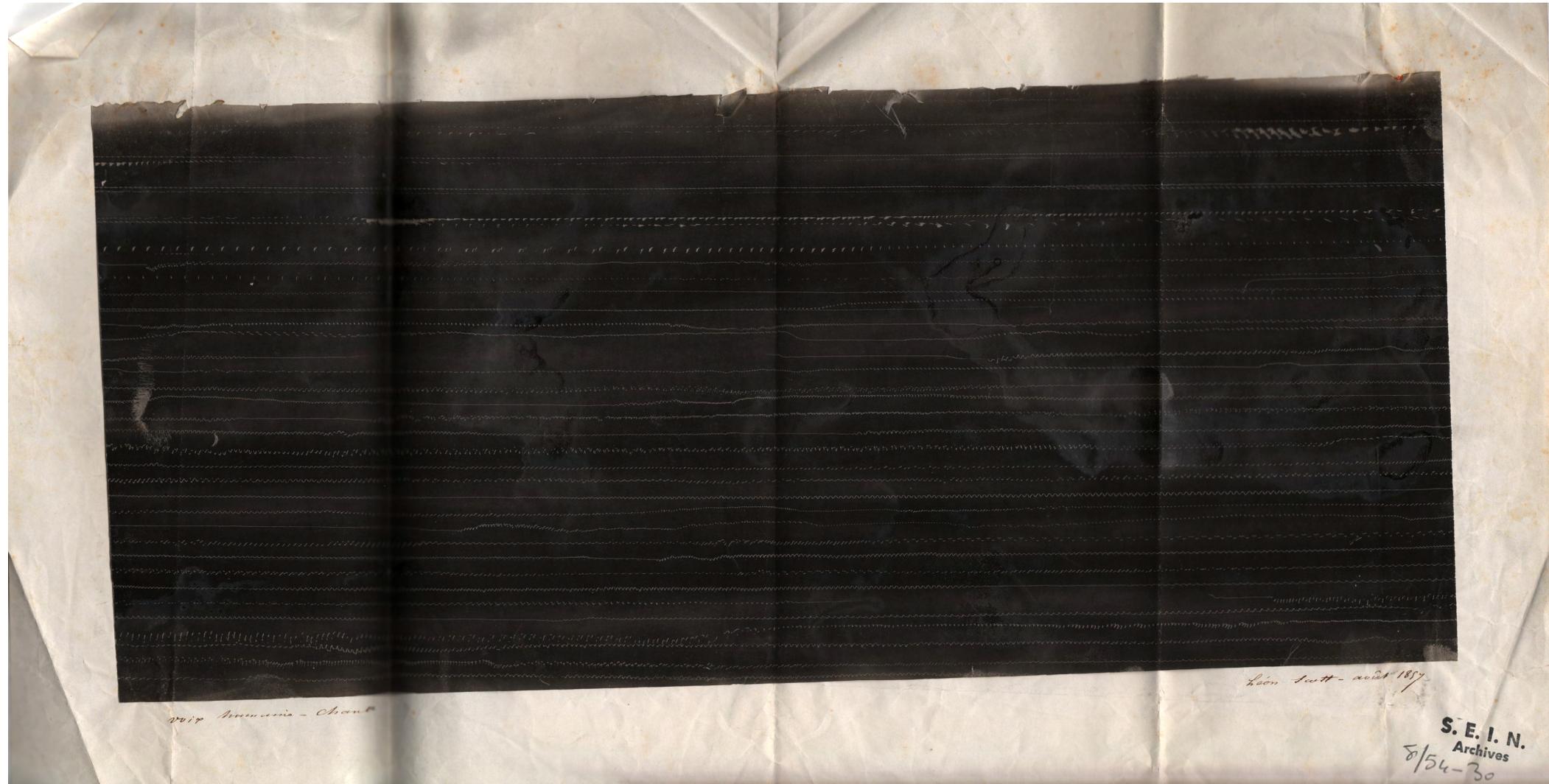
« Je termine. Puissé-je, Messieurs, n'avoir point épuisé votre indulgente attention, tout en n'esquissant qu'à grands traits des travaux poursuivis depuis plusieurs années. Mon seul titre à votre faveur, c'est une conviction ferme, une persévérance constante. En voyant le livre de la nature ouvert aux regards de tous les hommes, j'ai cru pouvoir essayer d'y lire. La tâche que je me suis donnée, je le sens, est lourde pour ma faiblesse : tout ce qu'il reste à faire, je ne saurais l'accomplir seul. Le peu que j'ai réalisé, ce que j'entrevois encore, vous daignerez l'examiner, Messieurs ; et si vous partagez une partie de mes espérances, veuillez vous rappeler qu'en vous consacrant ces prémices je suis venu vous dire : « Aidez-moi ! »

M. le président. Monsieur Scott, avez-vous fait acte de possession de vos procédés par quelque publication ? Avez-vous des appareils ?

M. Léon Scott. Il y a quatre ans, j'ai fait une première expérience chez un musicien distingué, avec l'assistance de quelques amis ; j'ai déposé un paquet cacheté descriptif à l'Institut au mois de janvier dernier ; ce paquet contient des épreuves authentiques faites il y a quatre ans. M. le vicomte du Moncel a bien voulu faire connaître dans les journaux mes premiers résultats au printemps dernier ; le 25 mars j'ai pris un brevet d'invention avec les fonds et sous les auspices de la Société d'encouragement ; depuis, j'ai déposé à cette même Société de nouveaux paquets cachetés. Je crois être parfaitement en règle quant à la priorité de l'invention. Les expériences que j'ai eu l'honneur de vous soumettre ont été faites avec des appareils en bois, en carton, en plâtre, que j'ai construits de mes mains. Tout imparfaits qu'ils soient, je pourrais, si vous le jugiez utile, Messieurs, les faire fonctionner devant vous.

Paris, le 28 octobre 1857.

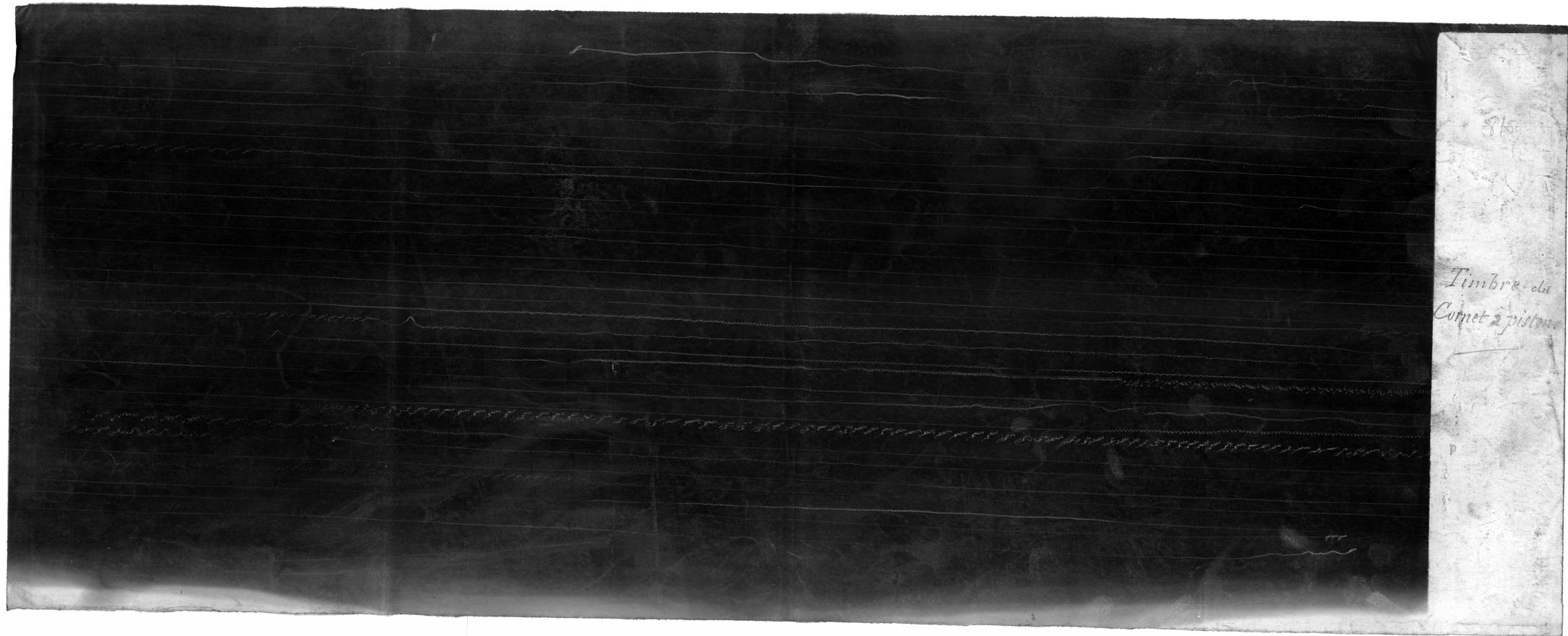
Paris. — Imprimerie J. CLAYE, rue Saint-Benoît, 7.



2017 American - Chant

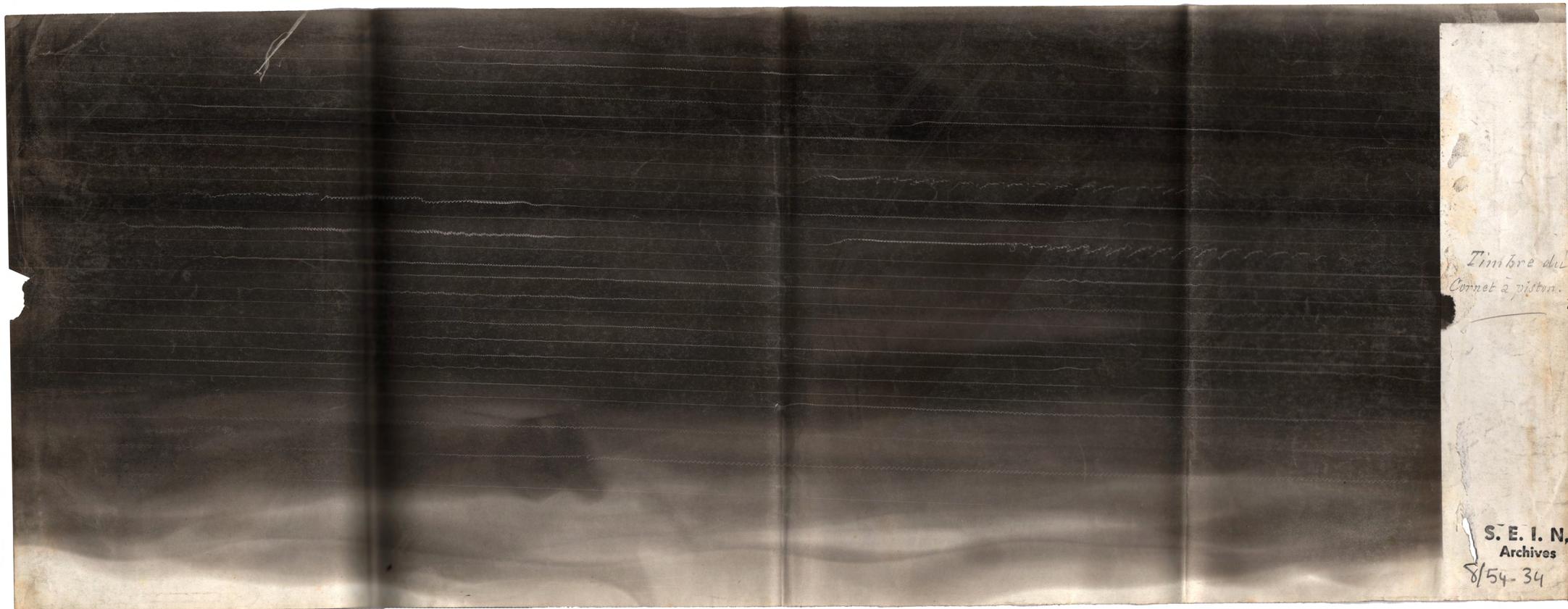
Leon Scott - août 1857

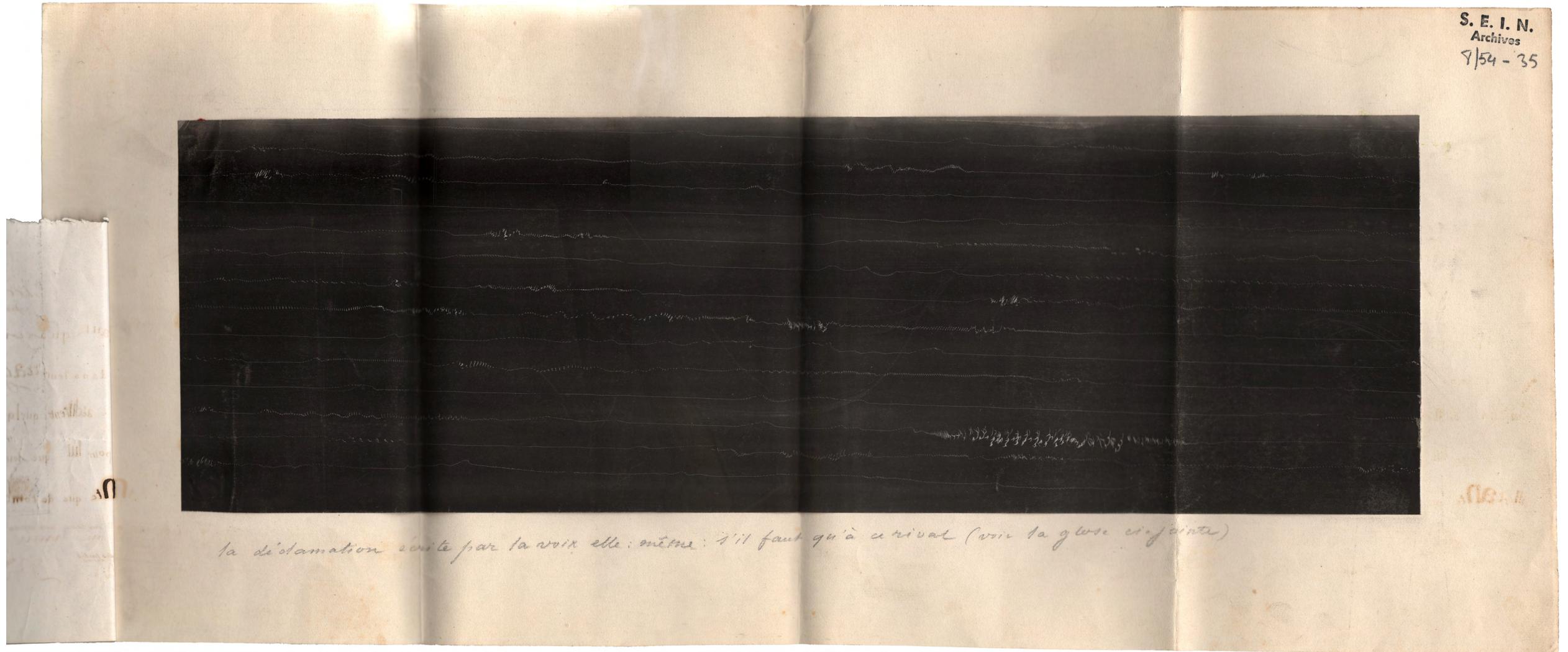
S. E. I. N.
Archives
8/54-30



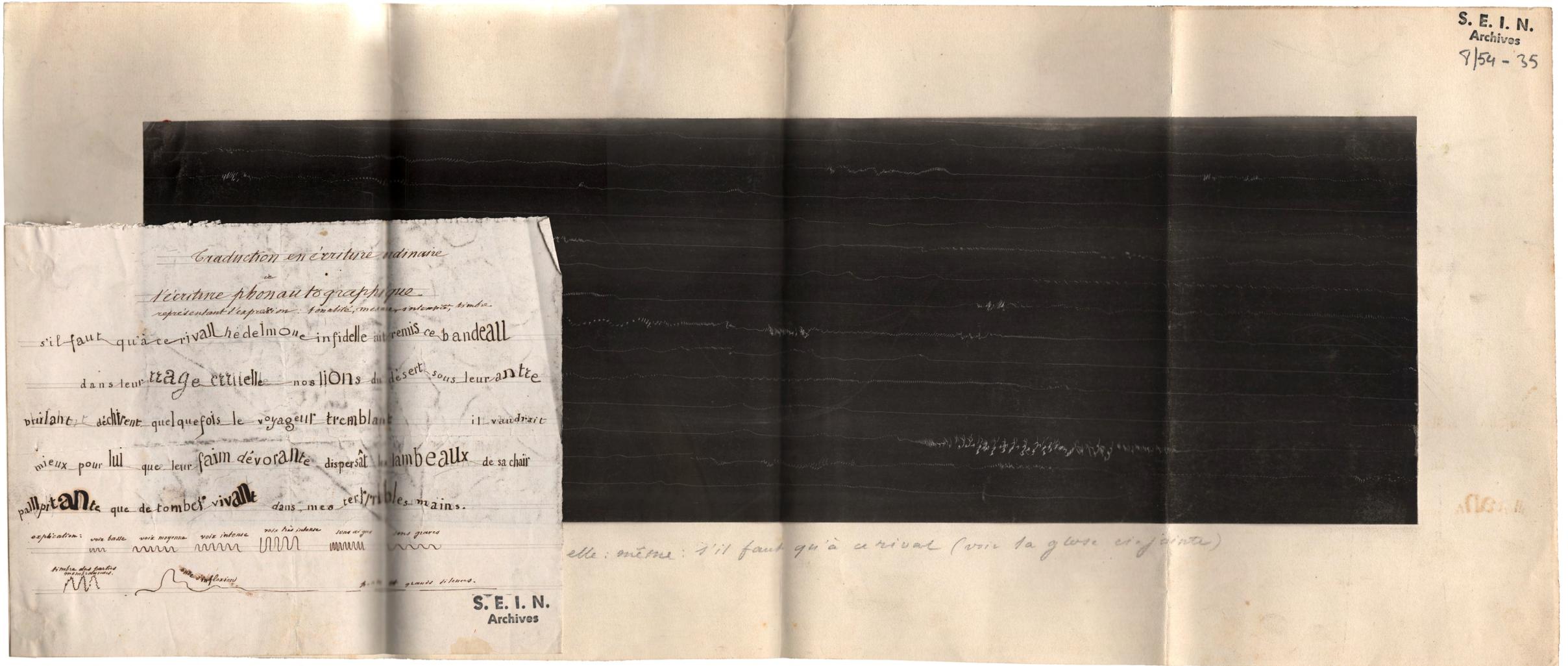








S. E. I. N.
Archives
8/54 - 35



Nota déposée le 9 décembre 1857
par M. Leon Scott pour être
annexée au procès verbal de la
séance.

le timbre, considéré en général,
se compose de trois éléments:
1° la forme ^{des} vibrations; 2°
leur régularité ou leur irrégularité
et leur isochronisme ou leur non-
isochronisme; 3° le détail de la
vibration.

1° les fluides qui vibrent et les
corps de nature membraneuse
donnent une forme vibratoire
plus arrondie; les corps denses
et les métaux forment une
vibration à angle ^{caractéristique}.

2° les sons d'instrument et
de voix donnent une vibration
d'autant plus régulière qu'ils
sont plus nets et plus purs;
dans le cri imitant la rigide-
ment il y a, comme dans les
bruits, absence d'isochronisme.

3° quand un son formé dans
un fluide ou transmis à un fluide
est communiqué par influence
à un solide, comme le pavillon
d'un instrument de cuivre, par exem-
ple, celui-ci accepte de la liberté
dont ce que lui permet la liberté
d'oscillation de ses molécules; il
est co-vibrant, qu'on ne permette cette
expression, mais à sa manière et il
communique à son tour son fluide
ambiant ^{le son} son mouvement composé
qui constitue son timbre propre de
solide. C'est ainsi que s'explique
le détail de la vibration du cornet
à piston dans la figure ci-contre.
cette propriété des solides de
co-vibrer en raison de leur
composition moléculaire, ou mieux du mode de
leur aggrégation, me fournira le moyen
d'obtenir par ma méthode quelques lumières
sur la texture intime des corps aptes à vibrer.

Leon Scott
ce 9 décembre 1857

S. E. I. N.
Archives
8154-37

Figures du timbre du cornet
à piston dans l'air à 25
centimètres de la membrane
du tympan graphique.

ensemble ne figurent pas les machines élévatoires et les bateaux dont les détails ont été donnés planche 132.

Fig. 2. Plan pris au niveau du plancher supérieur de l'estacade et représentant l'agencement des voies de service.

Fig. 3. Section transversale faite entre deux travées qui supportent le tablier du pont.

Ce pont est établi sur des batteries composées de quatre pieux A qui forment des travées parallèles et successives; chaque travée est consolidée par des moises, fiches et contre-fiches. Les pieux supportent quatre longrines sur lesquelles reposent les traverses des voies de fer.

C'est dans la partie du pont qui s'avance jusque dans le bassin de la gare et qu'on nomme l'estacade, que se trouvent situées les machines élévatoires qu'on a vues pl. 132. Cette partie, ainsi que le montre la figure 2, est très-élargie, pour correspondre aux quatre voies 1, 2, 3, 4 qui coïncident avec les trappes J par lesquelles passent les caisses chargées ou vides, suivant qu'elles élèvent les produits du dragage ou qu'on les fait descendre pour les placer sur les sapines.

La disposition adoptée permet d'avoir quatre points de chargement et de déchargement ayant, chacun, leur voie spéciale.

Les quatre trappes J se raccordent avec les quatre voies 1, 2, 3, 4, lesquelles se confondent en deux par un croisement; en outre, il existe en X un croisement commun qui permet, au retour, de passer à l'une quelconque des quatre voies spéciales.

Indépendamment de ces grandes voies qui conduisent des trappes au point de versement des sables et graviers, il existe quatre voies fermées 5, 6, 7, 8 qui se raccordent aux grandes voies à l'endroit de la jonction avec les trappes. Ces voies supplémentaires, dites *voies d'évitement*, sont destinées à garer les trucks vides en attendant qu'ils puissent être amenés aux trappes pour y recevoir une caisse pleine.

(M.)

ACOUSTIQUE.

RAPPORT fait par M. LISSAJOUS, au nom du comité des arts économiques, sur les ESSAIS PHONAUTOGRAFHIQUES de M. SCOTT, rue Taranne, 6.

Messieurs, dans vos dernières séances, M. Scott est venu exposer lui-même, devant la Société d'encouragement, les moyens à l'aide desquels il espère inscrire les vibrations aériennes, avec toutes les qualités de timbre, de tonalité, d'intensité et même d'articulation qui les caractérisent, lorsqu'elles sont excitées dans l'air par un moyen quelconque.

Ce problème, quelque étendu, quelque compliqué qu'il paraisse au pre-

mier abord, n'est pas de ceux dont on puisse, à priori, déclarer la solution impossible. En effet, toutes ces qualités, l'oreille humaine a la faculté de les percevoir, et comme, d'ailleurs, elles préexistent dans l'air, elles ne peuvent avoir d'autre origine que des combinaisons plus ou moins compliquées de vitesses dont il est possible de concevoir la représentation graphique.

Il y a déjà longtemps que l'on a employé des tracés graphiques pour figurer, à l'aide d'une courbe, plus ou moins compliquée, la succession des mouvements lents ou rapides d'un corps. Le moyen le plus sûr était d'obliger le mobile lui-même à tracer cette ligne sur une surface animée d'un mouvement convenable.

Nous citerons, comme exemples très-connus de l'application de ces principes aux mouvements dont la rapidité n'est pas excessive, l'indicateur de Watt, les appareils employés par M. le général Morin dans ses recherches sur le frottement, et enfin l'appareil à cylindre tournant construit, d'après les indications de ce savant pour la démonstration des lois de la pesanteur.

Dans l'étude des mouvements vibratoires, Young d'abord, et Savart ensuite, ont obtenu des tracés de vibrations à l'aide d'un pinceau fixé à une lame vibrante devant laquelle on faisait passer un papier suivant une direction perpendiculaire à la ligne d'oscillation du pinceau.

Plus tard, M. Duhamel a rendu le procédé plus sensible. Il a armé le corps vibrant d'un petit crochet métallique contre lequel il faisait glisser une lame de verre enduite de noir de fumée; il donnait au crochet une certaine flexibilité, le faisait appuyer à peine sur la lame; le frottement, presque insensible, qui se produisait dans le mouvement de la pointe au contact du verre, permettait à la vibration de s'effectuer en toute liberté, et le tracé sinueux obtenu par ce moyen en était la reproduction fidèle. Ce procédé a été utilisé depuis par M. Wertheim dans ses importantes recherches sur l'élasticité; il a été également appliqué, avec succès, dans l'enseignement de l'acoustique en France et à l'étranger. En effet, comme on le fait depuis trois ans au cours de physique de la Sorbonne, on peut tracer sur une lame de verre les vibrations d'un ou plusieurs corps; la lame est ensuite placée dans le microscope photo-électrique, et fournit sur un écran l'image amplifiée du tracé des vibrations, ce qui permet de démontrer de la façon la plus frappante tous les principes relatifs à la comparaison numérique des sons et à la combinaison des mouvements vibratoires dans un même corps. Ces épreuves ont même été tracées sur collodion et photographiées.

Ces détails étaient nécessaires afin de faire nettement ressortir la part d'invention qui appartient à M. Scott. Avant lui on avait tracé des vibrations dans des circonstances extrêmement variées; mais ce qu'on n'avait pas es-

sayé, à notre connaissance, c'était de fixer un style à une membrane, et de lui faire tracer les vibrations dont elle est animée sous l'influence de sons produits dans l'air. Savart d'abord, et Seebeck ensuite, dans des études sur la propagation et la réflexion des ondes sonores, avaient bien employé une espèce d'oreille artificielle, munie d'une membrane destinée à jouer le rôle de la membrane du tympan; les mouvements de cette membrane étaient rendus sensibles à l'aide du sable, comme le faisait Savart, ou comme le faisait Seebeck, à l'aide d'un pendule très-délié, que le moindre mouvement de la membrane projetait à distance. Mais cet appareil, suffisamment sensible pour indiquer les variations d'intensité de la vibration sonore, ne fournissait aucune indication relativement à sa périodicité, c'est-à-dire à tout ce qui caractérise la hauteur et le timbre; à plus forte raison était-il absolument impropre à faire connaître quoi que ce soit relativement à l'articulation.

M. Scott, pour résoudre le problème qu'il s'était posé, a donc pris une espèce de pavillon figurant la conque de l'oreille; à ce pavillon il a adapté un tube plus ou moins long figurant le conduit auditif, puis il a fermé ce tube par une membrane destinée à représenter la membrane du tympan. Sur cette membrane il a collé un petit cylindre de moelle de sureau, dans lequel il a implanté un style très-léger et très-fin, fait d'une soie de porc, d'un crin ou d'une hampe de plume. Ce style appuie sur une feuille de papier recouverte de noir de fumée. Cette feuille est elle-même tendue sur un cylindre tournant, auquel on peut, comme dans divers appareils employés antérieurement au même usage, donner un mouvement hélicoïdal en filetant un des bouts de l'axe et remplaçant le coussinet correspondant par un écrou.

Quand on veut étudier un son, on le produit à l'orifice de l'appareil ou à une certaine distance; immédiatement le style entre en vibration, et sa pointe trace, sur le cylindre en mouvement, une ligne plus ou moins compliquée. On fixe ensuite ce dessin à l'aide d'une solution alcoolique d'une substance résineuse, et on peut, au besoin, s'en servir, comme d'un négatif, pour obtenir, à l'aide de la photographie, un nombre indéfini de reproductions.

Il reste maintenant à établir la relation qui existe entre les caractères graphiques de cette ligne et les diverses qualités du son qui l'a produite. Ce problème aurait une solution immédiate et précise, si le mouvement de la membrane était la traduction fidèle du mouvement de l'air qui l'ébranle; et, en second lieu, si le mouvement du style représentait avec la même facilité le mouvement de la membrane. Malheureusement, tous ces intermédiaires tendent à défigurer la vibration primitive, absolument comme un miroir à surface irrégulière modifie l'aspect d'une figure qu'on y regarde. La conque

employée par M. Scott pour faciliter la transmission des vibrations aériennes jusqu'à la membrane modifie le son dans deux de ses qualités essentielles : l'intensité et le timbre. Tout le monde sait, en effet, que, si on chante à l'orifice d'un vase, le timbre de la voix est changé, et que certains sons se trouvent renforcés beaucoup plus que d'autres. Cet effet n'a pas lieu pour l'oreille, à cause de ses dimensions très-petites, relativement à la longueur des ondes sonores que nous sommes habitués à percevoir.

Cet inconvénient ne sera pas évité, comme le pense M. Scott, par l'emploi de conques dont le ton fondamental est au-dessous de tous les sons soumis à l'expérience, car, dans ce cas, la conque pourra renforcer, comme sons harmoniques, un plus ou moins grand nombre des sons employés.

La membrane elle-même, malgré l'extrême facilité avec laquelle elle vibre sous l'influence de tous les sons, obéit mieux à certains sons qu'à d'autres; enfin le style, intermédiaire obligé entre la membrane et le noir de fumée, reçoit le mouvement de la membrane à une de ses extrémités, mais il ne le reproduit pas toujours avec une fidélité parfaite à son autre extrémité.

Ceci posé, examinons les résultats obtenus par M. Scott jusqu'à ce jour, et tâchons de reconnaître la part légitime d'utilité présente et d'espérances qu'on peut attribuer à ses procédés.

Ce qui frappe, tout d'abord, dans beaucoup des planches de M. Scott, c'est l'extrême netteté du tracé sinueux par lequel s'accuse à l'œil la période du mouvement vibratoire. L'appareil de M. Scott paraît éminemment propre à compter le nombre de vibrations correspondant à un son donné. Pour nous en assurer nous avons fait tracer sur le cylindre les vibrations d'un diapason donnant 512 vibrations par seconde, et nous avons en même temps fait tracer par l'appareil lui-même le son rendu par un autre diapason, exactement d'accord avec le précédent. Les deux lignes sinueuses présentaient, sur une même longueur, rigoureusement le même nombre de vibrations, 222 de part et d'autre. Nous sommes convaincus, d'après cette expérience, que l'appareil de M. Scott peut servir à compter, avec une très-grande précision, le nombre des vibrations des sons produits dans l'air.

Les indications relatives au timbre pourront aussi être rendues par cet appareil, quelques-uns des dessins, soumis à notre examen, font déjà pressentir que l'appareil pourra fournir cette intéressante application. Seulement, il sera indispensable que la position du style soit choisie de façon à ne pas altérer la forme de la vibration telle qu'elle est prescrite par la membrane; il suffit d'avoir tracé des vibrations de corps solides pour se rendre compte

de l'influence énorme que l'orientation du style peut avoir sur la forme de la ligne sinueuse ainsi obtenue.

Quand l'appareil de M. Scott ne fournirait, quant à présent, que la solution de ces deux problèmes, ce serait déjà un grand service rendu à la science. L'auteur, entraîné par une imagination trop vive, a voulu voir, dans des tracés incorrects, des indications d'un ordre plus élevé! Il a cru que ses appareils pouvaient, quant à présent, signaler l'articulation; nous pensons que, sur ce point, il est complètement dans l'erreur. Nous n'entendons pas, par là, déclarer le problème insoluble, mais nous ne voyons dans les dessins fournis par l'auteur aucune indication sérieuse relativement à sa solution.

Il ne suffit pas, en effet, que le style, affolé par des secousses que la membrane reçoit à chaque articulation, échappe dans un sens ou dans l'autre, et vienne tracer, sur le cylindre, des lignes plus ou moins compliquées, pour que l'on voie dans ce tracé incohérent les premiers rudiments d'une écriture phonautographique. La marche à suivre, pour arriver à la solution de cette question, est tout à fait différente; il faut procéder, comme dans la plupart des recherches, du simple au composé, du particulier au général, reconnaître d'abord le caractère graphique d'une articulation déterminée, voir si ce caractère est invariable, indépendant de la forme et de la disposition de l'appareil, ou si, en modifiant l'appareil lui-même, il y a une indication qui persiste, et que les changements apportés à l'appareil ne fassent pas disparaître. C'est ainsi qu'on peut arriver, successivement, à rendre toutes les variétés infinies que présentent les combinaisons des voyelles et des consonnes.

En un mot, en supposant que l'on arrive à une écriture phonautographique, il faut, de toute nécessité, que cette écriture soit comparable à elle-même, que les mots y soient toujours représentés de la même manière, ou du moins avec des modifications insignifiantes, comme celles qui distinguent les écritures de deux personnes différentes.

Quoique M. Scott n'ait pas encore obtenu, sur cette partie du problème qu'il s'était posé, des résultats véritablement significatifs, on doit lui savoir gré d'avoir fait quelques tentatives dans cette direction. Les essais qu'il a faits, depuis plusieurs années, avec une persévérance digne d'éloges méritent, à coup sûr, d'être encouragés; il serait fâcheux que les premiers pas faits par ce jeune et intéressant expérimentateur dans cette voie nouvelle fussent arrêtés, faute de ressources. Il serait à désirer qu'il trouvât l'aide nécessaire pour faire exécuter, dans de meilleures conditions, un appareil propre à compter, avec sûreté, les nombres de vibrations des sons produits dans l'air,

et à étudier, s'il est possible, d'une façon progressive et méthodique la question du timbre.

En résumé, votre comité, laissant à l'avenir le soin de décider si le programme posé par M. Scott peut être résolu dans toutes ses parties, n'hésite pas à reconnaître que, dès à présent, son appareil paraît éminemment apte à indiquer deux des qualités essentielles des sons transmis par l'air, à savoir la hauteur et le timbre.

Il vous propose donc de remercier M. Scott de son intéressante communication en l'engageant à continuer ses recherches, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé J. LISSAJOUS, rapporteur.

Approuvé en séance, le 6 janvier 1858.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT fait par M. TH. DU MONCEL, au nom du comité des arts économiques, sur un système de FERMETURE HERMÉTIQUE, applicable à toute espèce de vases renfermant des liquides, imaginé par M. MAUBAN, rue Boileau, 5.

Messieurs, le comité des arts économiques m'a chargé de vous faire un rapport sur un système de fermeture hermétique, applicable à toute espèce de vases renfermant des liquides, imaginé par M. Mauban.

Il n'est personne entre nous qui n'ait eu à déplorer les conséquences d'un vase renversé par mégarde, soit au point de vue de la perte du liquide qu'il contenait, soit surtout au point de vue des dommages que son écoulement a pu causer. Or, s'il en est déjà ainsi dans la petite sphère de notre économie domestique, que devra-t-on dire des dommages de toute sorte produits par la même cause dans les grands établissements, et surtout dans les ateliers et usines où l'on consomme une grande quantité d'huile pour l'entretien de la marche de machines? Alors non-seulement la perte devient appréciable, mais toutes ces quantités d'huile, répandues en pure perte, contribuent à entretenir un état de malpropreté regrettable. On pouvait donc désirer l'invention d'un système de vases fermés à l'état normal, et ne s'ouvrant que sous l'influence d'une action mécanique qu'un accident ne saurait produire fortuitement. C'est précisément cette invention qu'a réalisée M. Mauban.

Pour obtenir ce résultat, cet industriel ferme hermétiquement ces vases,
Tome V. — 57^e année. 2^e série. — Mars 1858. 49

privilège d'influencer la marche des générations humaines. Nous regrettons de n'avoir pu donner qu'une très-courte analyse du rapport très-intéressant fait par M. Bienaymé.

5^e Prix Trémont.

L'Académie avait décerné ce prix l'année dernière à M. Ruhmkorff pour la construction de son appareil diamagnétique et son appareil d'induction; elle le lui avait même décerné pour trois ans. La commission propose d'étendre cette faveur insigne à deux nouvelles années, de sorte que l'habile artiste recevra successivement cinq annuités de 1000 francs, savoir : les deux annuités échues en 1856 et 1857, et les trois annuités à échoir en 1858, 1859 et 1860. Le prix ne reviendra donc disponible, pour être décerné de nouveau, qu'en 1861, ou dans la séance de 1862.

6^e Prix fondé par madame la marquise de Laplace.

Le président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde*, et le *Traité des Probabilités*, à M. Vicaire (Joseph-Marie-Hector-Eugène), né à Paris, le 28 avril 1839, sorti le premier de l'École polytechnique, le 1^{er} septembre 1858, et entré à l'École des Mines.

(La suite à une prochaine livraison.)

VARIÉTÉS.

Phonautographe et fixation graphique de la voix

Par M. Édouard-Léon Scott.

Nous avons déjà dit quelques mots dans le *Cosmos* des curieux essais de M. Léon Scott, et nous croyons être agréable à nos lecteurs en laissant l'inventeur, naturellement enthousiaste, développer lui-même plus longuement son heureuse pensée :

« Le son, aussi bien que la lumière, fournit à distance une image durable; la voix humaine s'écrit elle-même, dans la langue propre à l'acoustique, sur une couche sensible; à la suite de longs efforts je suis parvenu à recueillir le tracé de presque tous les mouvements de l'air qui constituent soit des sons, soit des bruits. Enfin, les mêmes moyens me permettent d'obtenir, dans certaines conditions, une représentation fidèle de mouvements rapides, de mouvements inappréciables à nos sens par leur petitesse, de mouvements moléculaires.

Il s'agit, comme vous voyez, dans cet art nouveau, de forcer la nature à constituer elle-même une langue générale écrite de tous les sons.

Lorsque la pensée me vint, il y a plus de quatre ans, de fixer sur une couche sensible la trace du mouvement de l'air pendant le chant ou la parole, les personnes auxquelles je confiai mon projet ne manquèrent pas, pour la plupart, de le traiter de rêve insensé. Le mot ne me parut pas tirer à conséquence : il est la bienvenue ordinaire des plus belles conquêtes de l'intelligence humaine, et mes faibles efforts avaient cela de commun avec beaucoup de grandes choses qui ont commencé par être des utopies à leur berceau. Je dois convenir, toutefois, que ce jugement sommaire n'était pas sans quelque apparence de raison. Qu'est-ce que la voix, en effet? Un mouvement périodique de l'air qui nous entoure, provoqué par le jeu de nos organes; mais un mouvement très-complexe et infiniment délicat. Cette délicatesse est telle, que si vous parlez dans une chambre sombre, éclairée par un seul rayon de soleil, les plus fines poussières en suspension dans le fluide, et visibles seulement dans l'espace lumineux, ne seront pas agitées d'une manière sensible. D'un autre côté, ce mouvement si subtil est extrêmement rapide. Tandis qu'on parle dans le ton ordinaire de la voix, plus de six cents de ces invisibles mouvements de l'air se succèdent dans l'intervalle si court qui sépare deux battements du pouls, c'est-à-dire une seconde.

« Comment parvenir à recueillir une trace nette, précise, complète d'un pareil mouvement, incapable de faire frémir un cil même de notre paupière? Ah! si je pouvais poser sur cet air qui m'environne et qui recèle tous les éléments d'un son, une plume, un style, cette plume, ce style, formerait une trace sur une couche fluide appropriée... Mais où trouver un point d'appui?... Fixer une plume à ce fluide fugitif, impalpable, invisible, c'est une chimère, c'est impossible!

« Attendez. Ce problème insoluble est résolu quelque part. Il existe un inventeur, un artiste sublime pour lequel rien n'est impossible : c'est Dieu. Consultons-le. Considérons attentivement cette merveille entre toutes les merveilles, l'oreille humaine. Je dis que notre problème est résolu dans le phénomène de l'audition, et que les artifices employés dans la structure de l'oreille doivent nous conduire au but. Je ne prétends pas faire en ce moment une incursion dans le domaine des physiologistes; mais je

vais chercher mon bien où il se trouve. Je n'ai d'ailleurs besoin d'aucune théorie nouvelle sur l'appareil de l'ouïe et son fonctionnement.

« Ce point trouvé, les choses vont devenir d'une simplicité rare. Que voyons-nous tout d'abord dans l'oreille? Un conduit. Mais qu'est-ce qu'un conduit? Au commencement de ce siècle, pendant une nuit calme, M. Biot, placé à l'une des extrémités d'une série de tuyaux en fonte d'une longueur de 951 mètres, établissait une conversation à voix très-basse, chuchotée même, avec un second interlocuteur placé à l'autre extrémité de ce tube immense. Donc, dans un conduit d'une longueur quelconque, convenablement isolé de tout mouvement extérieur, de toute agitation des couches de l'air, le plus faible murmure de la voix est transmis intégralement à toute distance. Le conduit amène sans altération, sans déperdition, l'onde sonore, si complexe qu'elle soit, d'une des extrémités à l'autre, en la préservant de toutes les causes accidentelles qui pourraient la troubler; et si le conduit est par lui-même incapable de vibrer, si aucune transmission du mouvement vibratoire ne s'accomplit dans la route, le fluide poursuivra indéfiniment son mouvement primitif avec la pureté, la netteté, l'intensité, originelles. Tel est, en acoustique, le rôle des conduits en présence d'un fluide en mouvement; j'en prends acte pour écrire ultérieurement le son à toute distance. Le conduit une fois trouvé, je m'en empare et je le façonne en une sorte d'entonnoir pour concentrer les sons vers sa petite extrémité.

Poursuivons l'examen de l'oreille. A la suite du conduit auditif externe, je rencontre une membrane mince, tendue et inclinée. Qu'est-ce qu'une membrane mince et demi-tendue? C'est, suivant la juste définition de Müller, quelque chose de mixte, moitié solide, moitié fluide; elle participe de l'un par la cohérence, de l'autre par l'extrême facilité de déplacement de toutes ses molécules. Elle est l'intermédiaire employé par la nature pour la transmission aussi parfaite que possible du mouvement d'un fluide à un solide. Dans la construction de notre oreille, l'Artiste divin a employé trois membranes. Tout à l'heure, nous l'avons vu, le son de la voix n'ébranlait pas sensiblement les poussières suspendues dans l'espace; voici qu'à une distance de plus de 10 mètres, pendant la nuit, dans une salle bien silencieuse, la voix fait sauter énergiquement le sable déposé à la surface d'une membrane tendue sur un verre.

Nous tenons maintenant, dans tout son éclat, le fil lumineux

qui doit nous conduire : ce point d'appui de notre plume sur le fluide en mouvement que je vous demandais tout à l'heure, il est trouvé, le voici : c'est la membrane mince que nous plaçons à l'extrémité de notre conduit auditif artificiel.

J'ai dit qu'il était nécessaire, pour la solution intégrale du problème, que le style appliqué sur le fluide en vibration ou, ce qui revient au même, sur la membrane, marquât sa trace sur un second fluide. En effet, tout mode d'inscription qui réclamerait une force de gravure appréciable serait impossible à notre burin quasi aérien. La couche sensible devrait donc être fluide, afin de ne pas offrir de résistance à nos délicates empreintes. Eh bien, de même que nous avons pris un semi-solide pour burin, nous prendrons un semi-fluide pour matrice : ce sera le noir de fumée obtenu par volatilisation. Une mince couche déposée à l'état semi-fluide sur un corps quelconque (métal, bois, papier, tissu) animé d'un mouvement de progression uniforme, afin que les traces formées ne rentrent pas les unes dans les autres, telle sera notre plaque daguerrienne, ou plutôt notre négatif, propre à fournir par les moyens connus des milliers d'épreuves.

Vous le voyez, l'invention de la graphie du son et de sa fixation est pour ainsi dire consommée : il ne reste plus qu'à perfectionner et étendre le procédé, qu'à l'appliquer aux sciences et aux arts. Je n'insisterai point sur des expériences directes qui prouvent que tous les éléments de la voix passent par la membrane; qu'avec les dispositions requises son mouvement est adéquat à celui du fluide sonore. Je ne dirai rien non plus de la forme et des dimensions de mon conduit auditif artificiel, de la préparation de la membrane mince, de la substance du style et de son mode d'application; du rôle de cet osselet de l'ouïe appelé le marteau. Ce sont là des questions sans aucun doute très-importantes dans la pratique de cet art difficile; mais il serait trop long de les développer ici.

Je veux citer à la hâte quelques faits à l'appui de ce que j'avance.

Toute masse d'air comprise dans un espace limité a, comme on sait, un ton propre, dans lequel elle résonne plus facilement, plus fortement que dans tout autre. Dans un tuyau, c'est ce ton qu'on appelle le ton fondamental. Admettez que ce ton s'écrive d'une manière distincte de tous les autres tons, ce qui a lieu en effet; voilà un unisson fixe trouvé, un point de départ, sans intervention de l'oreille, pour l'accord entre les instruments et les voix.

J'ai dit que lorsqu'il s'agira de recueillir le son à une certaine distance, le conduit devra être impropre à vibrer. S'il était sonore, les vibrations de la membrane deviendraient faibles; car à chaque transmission de fluide à solide elles perdent considérablement de leur amplitude. Cette circonstance de la mise en vibration du conduit par la voix, défavorable à la graphie de la parole et du chant, nous fournit un moyen d'écrire le mouvement moléculaire des bois, des métaux, des alliages, sous l'influence de sons fixes et déterminés. Nous pourrions acquérir ainsi la connaissance du mode de sonorité des corps dans ses rapports avec leur texture intime. Une de mes planches fournit une notion *de visu* sur le mouvement d'un tuyau de frêne sous l'influence de sous de la voix. Le style qui écrit a été placé directement sur le bois au lieu de l'être sur la membrane. Chacun des matériaux divers, des agents employés dans les arts, offrira de cette manière une graphie propre dont le caractère sera subordonné à la disposition de ses fibres, à son homogénéité plus ou moins parfaite, à sa densité. Il y aura là, je l'espère, de belles découvertes à faire et des applications utiles à plusieurs industries.

Le phonautographe ne reproduit pas seulement la tonalité d'un son, elle en représente aussi à sa manière le timbre.

J'ai réuni un certain nombre d'épreuves présentant les sons de la voix comparés à ceux du cornet à piston, du hautbois et d'une grande membrane de caoutchouc rendant des sons très-graves. Les instruments, comme on pouvait le pressentir, se distinguent d'avec les voix par les caractères de la vibration. Le tracé des cris explosifs, des hurlements, se distingue nettement de celui du chant. J'ai pu même constater ce fait curieux que le son d'un instrument, d'une voix, donne une suite de vibrations d'autant plus régulières, plus égales, et par conséquent plus isochrones, qu'il est plus pur pour l'oreille, mieux filé; dans le cri déchirant, dans les sous aigres des instruments, les ondes de condensation sont irrégulières, inégales, non isochrones. On pourrait presque dire qu'il y a, à ce point de vue, des sons discordants d'une façon absolue. Voici un autre aspect de la question du timbre : c'est une planche qui montre les mauvais sons de la voix, les sons voilés. Avec un peu d'attention on aperçoit une, quelquefois deux et même trois vibrations secondaires combinées avec l'onde principale.

La facilité d'écartement presque indéfinie des molécules de la couche semi-fluide permettra d'étendre les investigations et d'obtenir avec facilité le tracé des mouvements les plus subtils, les

plus délicats, autres que le mouvement sonore, les mouvements, par exemple, du pendule, de l'aiguille aimantée, des vibrations dues à l'élasticité, à la torsion. Comme spécimen de ce genre d'études, dont le champ me paraît devoir être assez vaste, je montre le tracé d'un mouvement curieux en physique; celui d'un tonton d'acier qui descend lentement un plan incliné en se balançant sur son axe. Le nombre de ses tours et le mouvement de libration sont nettement marqués. Les essais de graphie de différentes explosions et des bruits rapides prouvent qu'il est facile d'apprécier, de mesurer par ce moyen leur succession, leur caractère, leurs intensités relatives.

Voici donc un art graphique tout nouveau qui surgit des entraînements de la physique, de la physiologie, de la mécanique. On ne dispensera, je l'espère, de répondre à la banale objection : « *A quoi bon ?* » toujours prête à saluer une invention naissante. Il est pourtant une question que je prévois et à laquelle je désire répondre avec netteté avant de finir. Êtes-vous en mesure, me dira-t-on, de donner, sans appareil coûteux, sans nouveaux essais, une sténographie naturelle, immédiatement traduisible, du discours, de l'improvisation? Non. Et voici pourquoi : le tracé de la parole, encore incomplet d'ailleurs, que je possède en ce moment est l'analyse des éléments de la voix parlée : il est, pour me servir d'une expression des mathématiciens, fonction de la tonalité, de l'intensité, du timbre; il n'est donc pas la synthèse de la parole, ni, à plus forte raison, un signe de pure convention, comme l'écriture, qui n'a, qu'on ne l'oublie pas, aucune réalité phénoménale. Cette synthèse, néanmoins, je la crois possible et je me propose de la tenter. Mais de grandes obscurités pèsent encore sur l'histoire de la voix articulée; quand nous saurons nettement ce qu'elle est, après une étude complète de chacun de ses éléments par nos procédés, nous transformerons par des moyens mécaniques le tracé des mots en une suite de signes. Je préférerais marcher en ce moment du simple au composé et réaliser la sténographie du chant et des instruments, qui sera facile avec un moteur à mouvement uniforme. Je sollicite les conseils des hommes compétents pour m'aider à préparer des membranes plus sensibles, moins hygroscopiques, plus rapprochées des membranes physiologiques, que celles usitées dans le commerce; car, vous le savez, l'industrie n'offre pas tout disposés les matériaux indispensables à des applications imprévues. Je profiterai bien volontiers aussi des indications des praticiens spé-

ciaux pour les questions de renforcement du son, qui se présentent comme une nécessité dans la graphie de la parole.

Il y a, je n'ai pas l'intention de le dissimuler, de nombreux précédents dans la carrière où je suis entré. Je ne saurais, sans trop de développements, en tracer un historique convenable. Je me contenterai de citer les noms de Félix Savart, de Jean Müller, de M. Duhamel, de M. Arthur Morin, de M. Pouillet, de M. Wertheim, de M. Lissajous. Ces essais, imparfaits encore, que je présente, me feront-ils pardonner d'avoir osé m'engager dans le sillon fécondé par de tels maîtres ? Je l'espère, car déjà j'ai été beaucoup plus loin qu'ils n'auraient, peut-être, osé le prévoir. »

Nous sommes heureux de pouvoir annoncer qu'en ce moment, M. Léon Scott, aidé de l'habileté théorique et pratique de M. Rudolphe Kœnig, vient de construire un nouvel appareil qui enregistre avec la plus grande netteté les vibrations d'un diapason fussent-elles au nombre de mille par secondes. L'enregistrement sur des lignes largement espacées se continue pendant vingt-quatre secondes; et l'appareil est en rapport avec un chronomètre de M. Redier, qui partage cet intervalle de vingt-quatre secondes en quatre intervalles de six secondes chacun. On peut donc, par une seule expérience, compter le nombre des vibrations d'un diapason donné, et faire par des tâtonnements simples que ce nombre soit rigoureusement égal à un nombre donné, 870 par exemple. Le problème des diapasons et des instruments étalons, posé par l'arrêté ministériel du 1^{er} février 1859, trouve ainsi sa solution facile et complète, et il nous semble impossible que cette solution ne soit pas immédiatement adoptée.

Nous avons vu aussi toutes les planches dont M. Léon Scott parle dans sa note : le tracé des sons simples, des sons composés, des accords, d'une prière récitée, d'une phrase déclamée, des mouvements vibratoires et gyroïdes de corps animés à la fois d'un mouvement de transmission et de rotation, etc., et nous les avons trouvées véritablement surprenantes. Nous avons voulu qu'elles fussent vues par M. Wheatstone, qui a fait de si charmantes choses en acoustique, et, comme nous, M. Wheatstone a trouvé ces essais très-dignes d'avenir; il a même promis de prendre date pour l'inventeur auprès de la Société royale de Londres; c'est donc avec une grande confiance que nous initions nos lecteurs à ce brillant progrès.

F. MOIGNO.

© 2010 **FirstSounds.ORG**

making the earliest audio recordings
accessible to all people for all time

(((First Sounds))))