

LE TELEGRAPHONE , «Telegrafon»

L'ancêtre du répondeur téléphonique et du magnétophone.

Le télégraphone est inventé par Valdemar Poulsen en 1898. Cet appareil est le premier à utiliser le principe de l'**enregistrement magnétique**, c'est-à-dire la magnétisation du support se déplaçant devant une tête d'enregistrement.

L'histoire des supports d'enregistrement sonore débute en 1857 avec un appareil qui, s'il est capable d'enregistrer une onde sonore complète sous la forme d'un tracé et non plus de simples vibrations, n'en permet pas la restitution : le **Phonautographe** du Français **Édouard-Léon Scott** de Martinville, il faudra attendre 2008 pour que des chercheurs parviennent à obtenir des fichiers audibles à partir de numérisations de tracés datant de 1860.

Avant l'invention des premiers appareils à la fin du XIXe siècle, plusieurs auteurs évoquèrent le concept d'enregistrement sonore de manière fictionnelle. C'est le cas de François Rabelais dans un épisode célèbre du Quart Livre (1552), qui met en scène Pantagruel et ses camarades témoins de sons « gelés », puis ranimés. La comparaison avec l'enregistrement sonore a été très régulièrement opérée, ainsi que la référence possible à certains auteurs antérieurs : Homère, Plutarque, Castiglione entre autres, évoquant également de telles « paroles gelées ».

Savinien de Cyrano de Bergerac suggéra plus tard, dans les États et Empires de la Lune (1655), un système proche des baladeurs, employé à la lecture de livres enregistrés : « C'est un livre à la vérité, mais c'est un livre miraculeux qui n'a ni feuillets ni caractères ; enfin c'est un livre où, pour apprendre, les yeux sont inutiles ; on n'a besoin que d'oreilles. Quand quelqu'un donc souhaite lire, il bande, avec une grande quantité de toutes sortes de clefs, cette machine, puis il tourne l'aiguille sur le chapitre qu'il désire écouter, et au même temps il sort de cette noix comme de la bouche d'un homme, ou d'un instrument de musique, tous les sons distincts et différents qui servent, entre les grands lunaires, à l'expression du langage. »

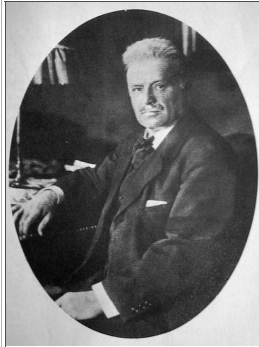
Dix ans avant les phonautogrammes de Scott de Martinville, Théophile Gautier tire du récent procédé photographique l'idée d'un possible enregistrement des voix, dans un passage faisant référence à la comédienne Mademoiselle Mars peu après sa mort.

La restitution arrive vingt ans plus tard, en 1877, avec deux inventions quasi simultanées : le **paléophone** de Charles Cros, et le **phonographe** de Thomas Edison. Le matériel d'enregistrement et de restitution a depuis lors constamment évolué jusqu'à un traitement de plus en plus souvent entièrement numérique, de l'enregistrement à la restitution.

L'enregistrement sonore magnétique commence en 1898 avec le **télégraphone**, premier système d'enregistrement sonore sur fil magnétique.

En 1898, Poulsen arrive à aimanter ponctuellement une lame en acier, ouvrant la voie à la possibilité du marquage d'un signal à enregistrer.

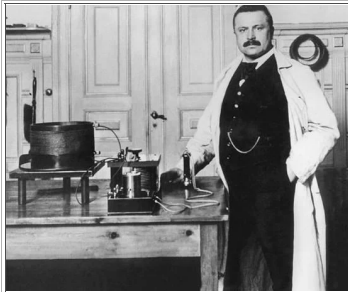
Il applique cette technique à un fil d'acier tendu sur lequel il déplace un électroaimant relié à un **microphone téléphonique**, et réalise que la restitution du son enregistré peut être réalisée en **remplaçant le microphone par un écouteur**.



Valdemar Poulsen est le fils du magistrat Jonas Nicolai Johannes Poulsen (1836–1914), juge à la Cour suprême et futur directeur de cabinet du Ministère de la Justice, et de sa femme Rebekka Magdalena (1848–1873), née Brandt. Valdemar Poulsen manifesta très jeune un intérêt pour le dessin et les sciences naturelles. Il effectua jusqu'en 1889 sa scolarité à Christianshavn puis étudia la philosophie et la médecine à l'université de Copenhague, mais il s'y intéressait surtout aux leçons de chimie de Julius Thomsen et ne passa pas les examens. Ayant échoué au concours d'entrée de l'école d'ingénieurs, le Polyteknisk à cause de résultats insuffisants aux épreuves de mathématiques, il prit un emploi de technicien aux ateliers Frich et fils d'Aarhus, puis fut recruté comme ingénieur des méthodes en 1893 par la **Compagnie Téléphonique de Copenhague** (Kopenhagener Telefon-Gesellschaft, KTAS).

Préoccupé par l'impossibilité, pour un usager, de laisser un message lorsque son interlocuteur était absent, il y développa particulièrement les techniques d'enregistrement des ondes sonores.

En 1898, Valdemar Poulsen a déposé le brevet américain de son invention, qu'il désignait sous le nom de **télégraphone** ou «Telegrafon».



La chimie l'attire particulièrement, mais il n'en abandonne pas moins cette voie, pour entrer en 1893, à la section technique de la Compagnie des Téléphones de Copenhague. Il existait alors deux mille abonnés au téléphone dans la capitale danoise. Poulsen s'occupe des dérangements, ce qui lui donne accès aux ateliers de réparation, où il peut faire des expériences personnelles. En 1896, il publie, dans La Nouvelle Revue de Physique et Chimie, trois articles qui indiquent l'orientation de ses études. Voici leur titre : «Relation entre la dilatation des éléments solides et leur point de fusion», «Résistance électrique des cordes vibrantes», «Chaleur spécifique et vitesse du son». Les deux derniers articles montrent que les questions d'acoustique le préoccupent.

Il essaie alors de passer à des applications pratiques et tente de mettre au point un phonographe électrolytique, mais ne réussit pas. Cette idée n'était pas nouvelle, puisqu'elle avait été entrevue par Cros en 1878. En juin 1900, un physicien allemand, Walther Nerst, la reprendra, sans plus de succès.

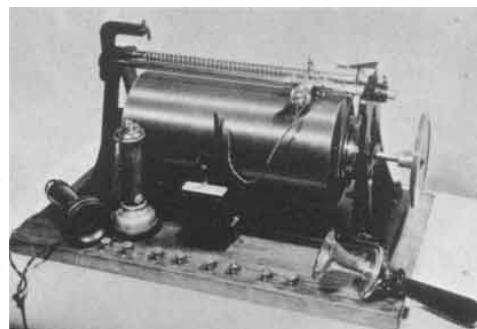
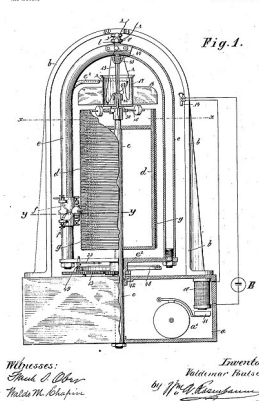
Après l'échec de cette tentative, Poulsen se tourne vers la formule d'un phonographe électromagnétique.

Le premier télégraphone utilise un fil d'acier comme support magnétique. Ce fil d'une épaisseur de 0,5 à 1 mm est enroulé autour d'une bobine. Lorsque la bobine tourne, le fil défile devant une tête d'enregistrement (bobine) qui magnétise le fil localement.

Pour lire le son, une tête de lecture (qui peut être la même que la tête d'enregistrement) transforme les variations du champ magnétique de la bande en signal électrique.

Poulsen dépose, en décembre 1898, le brevet d'un système complet d'enregistrement et de restitution qu'il baptise télégraphone.

No. 661,619. V. POULSEN. Patented Nov. 13, 1900.
METHOD OF RECORDING AND REPRODUCING SOUNDS OR SIGNALS.
(Signed and Sealed by the Commissioner of Patents.)



[Le brevet US Patent 661,619](#)

L'année suivante il brevète une machine avec laquelle la durée d'enregistrement est étendue grâce au remplacement du fil magnétique par une bande en acier enroulée sur une bobine, disposant de commandes de marche et d'arrêt automatiques, théorisant ainsi un répondeur téléphonique fonctionnel à bande magnétique, capable d'enregistrer le message d'un correspondant.

Aucun de ces appareils n'a d'amplification électronique, mais le signal enregistré est suffisamment fort pour être entendu dans un écouteur ou même transmis sur un fil

téléphonique.

" **Le phonographe électromagnétique** " de nombreux pionniers y avaient déjà pensé.

Edison dans son brevet anglais n° 1644 déposé le 24 avril 1878 avait proposé la solution suivante : la gravure en profondeur s'effectuait sur une feuille d'acier.

L'index lecteur était constitué par un ressort muni d'une extrémité d'une pointe et à l'autre extrémité d'un aimant permanent. La pointe était mécaniquement solidaire du diaphragme reproducteur. Au moment de la lecture, cette pointe rendue magnétique par l'action de l'aimant était attirée par la feuille d'acier, plus fortement aux endroits gravure, moins aux endroits en creux. Ainsi le diaphragme était-il mis en état de vibration (voir la figure du brevet). Edison ajoutait : «Ce dispositif doit donner une bonne reproduction, exempte du bruit produit par le grattement de la pointe sur la feuille, mais travaille sous l'action de l'attraction magnétique. »

Nous avons déjà vu que C. S. **Tainter** avait imaginé deux solutions utilisant l'électromagnétisme en 1881 et 1885, mais sans résultats pratiques.

En 1887, un chercheur hollandais nommé **Wilhelm Hedic** s'était lui aussi attaqué au problème.

Dans son brevet allemand déposé le 22 mai (N° 42.471), il essaie de le résoudre ainsi : sur un ruban subissant un déplacement régulier, étaient projetées et fixées de fines particules métalliques. La quantité ou la disposition de ces particules étaient rendues proportionnelles, soit à un courant modulé par un microphone, soit à une vibration mécanique obtenue grâce à une capsule à gaz rappelant celle de Koenig. On connaît le principe d'une telle capsule constituée par un tambour séparé en deux parties à l'aide d'une membrane de caoutchouc peu tendue. A la première partie est raccordé un tube acoustique conduisant les vibrations sonores sur la membrane qui est ainsi mise en mouvement. La seconde partie est parcourue par un courant constant de gaz d'éclairage qui aboutit à un brûleur. Les vibrations de la membrane créent une variation dans le débit du gaz qui se traduit par des hauteurs différentes de la flamme de gaz. Si l'on fait défiler devant cette flamme variable une surface sensible photographique, on obtient une représentation graphique du son.

Cette dernière expérience fut réalisée par Stein en 1877. Wilhelm Hedic remplaçait la flamme par un système dispersant des particules. La bande qui défilait devant ce jet recevait ainsi une trace variable qui, après aimantation, pouvait être lue par un électroaimant. D'une manière générale, dans toutes les descriptions que nous venons de lire, les chercheurs étaient partis d'un moyen d'inscription mécanique : une feuille de métal emboutie, un disque gravé, une bande sur laquelle des particules étaient fixées, et n'avaient fait intervenir le magnétisme qu'au stade de la reproduction.

Une méthode complète avait été cependant décrite en 1888, par un Américain nommé **Oberlin Smith**, dans la revue Electrical World, du 8 septembre. On ne sait rien sur Oberlin Smith. Les termes de l'article laissent à penser qu'il était un chercheur gagnant sa vie à rédiger des articles de vulgarisation scientifique. Il serait intéressant de connaître les rapports que Smith pouvait entretenir avec Edison.

Est-ce qu'il travaillait isolément ou bien agissait-il avec l'approbation tacite ou active de l'inventeur du phonographe ? Jusqu'à plus ample information, il semble que Smith cherchait, comme Tainter, à améliorer le phonographe, mais à la différence de ce dernier, il ne paraît pas avoir disposé d'un laboratoire.

Le système proposé par O. Smith était pratique ment celui que réalisera Poulsen quelque quinze ans plus tard. Il décrit, en effet, un appareil composé de deux bobines supportant un fil ou un ruban en textile, imprégné de poudre ou de copeaux d'acier. Ce support, entraîné par une manivelle ou par un moteur d'horlogerie, pouvait défiler d'une bobine à une autre en passant à travers un solénoïde. Ce solénoïde était connecté, pour l'enregistrement, à un microphone à charbon ou à un émetteur de Bell. Pour la reproduction, on utilisait encore l'appareil de Bell, mais comme récepteur. Le résultat attendu aurait consisté en «un enregistrement parfait du son, bien plus délicat que la gravure dans la feuille d'étain du phonographe mécanique».

A noter que Smith proposait un fil ou un ruban imprégné de fines particules d'acier. Pourquoi pas un fil d'acier homogène ? Voici sa réponse : « U ne autre forme imaginable de (support) serait simplement un fil d'acier, mais il est alors peu probable qu'il se divise lui-même convenablement en de nombreux petits aimants.

L'induction magnétique se répartira probablement le long du fil selon une direction tout à fait aberrante, avec des points de concentration là où justement on ne le désire pas. »

Smith aurait pu éviter cette fausse hypothèse, s'il avait connu un exposé qu'avait présenté le **physicien français Paul Janet**, le 14 novembre **1887**, à l'Académie des sciences. Ce chercheur alors âgé de vingt cinq ans, avait écrit que dans un cylindre métallique «... traversé par un courant dans le sens de la longueur, il naît, en chaque point du cylindre une force magnétique qui est perpendiculaire à la fois au rayon passant par ce point et à l'axe du cylindre... » Il précisait de plus qu'un filet circulaire, concentrique au cylindre et pris dans une section droite, jouira alors de toutes les propriétés d'un solénoïde fermé ou d'un anneau de fer aimanté».

Smith dans son article se plaint de l'ignorance des techniciens et des physiciens consultés par lui sur les applications du magnétisme. Il avait frappé à la mauvaise porte.

Comparé à ceux réalisés avec un phonographe, les enregistrements effectués sur le télégraphe comportaient moins de bruits parasites et pouvaient être plus longs.

Plus tard, au moment même où l'enregistrement sur disque supplante l'enregistrement sur cylindre, Poulsen met au point une version du télégraphe où le fil est remplacé par des disques métalliques. Les enregistrements ainsi obtenus étaient plus durables et ne pouvaient être effacés que sous l'effet d'une importante force magnétique, contrairement à la version à fil qui pouvait être utilisée pour réaliser de nouveaux enregistrements par-dessus les anciens.

Le télégraphe a d'abord été utilisé pour accroître la capacité des lignes télégraphiques en enregistrant à grande vitesse des messages en morse, lesquels pouvaient ensuite être repassés plus lentement pour être décodés par des opérateurs. Le télégraphe servait aussi à enregistrer les conversations téléphoniques. Il permettait également de transmettre un message enregistré à des destinataires multiples via les lignes téléphoniques, et il donnait aussi la possibilité d'enregistrer un message. En d'autres termes, Poulsen avait dans le même temps inventé le répondeur téléphonique.

Tous les éléments étaient donc réunis dès 1888 pour qu'apparaisse l'enregistrement magnétique.

Il va cependant s'écouler encore dix ans avant que Poulsen reprenne l'affaire et obtienne un résultat pratique.

C'est en effet en août 1898, qu'il procède à l'expérience suivante : avec un aimant permanent, il touche un point d'une lame d'acier. Puis, il trempe cette lame dans la limaille de fer. Cette dernière reste fixée à la lame d'acier, au seul endroit où l'aimant l'avait touchée. Donc, une aimantation ponctuelle était possible et permettait un marquage distinct des signaux que l'on désirait enregistrer.

Poursuivant ses expériences, Poulsen a l'idée de déplacer le long d'un fil d'acier, tendu sur une planche, un petit électro-aimant dont l'enroulement est relié à un microphone téléphonique.

Est-ce que le flux magnétique produit par l'électro-aimant excité par le courant téléphonique, est susceptible de laisser une trace lisible sur le fil ?

Un biographe de Poulsen, Helge Holst, raconte malicieusement que pour faire ses essais, Poulsen répète inlassablement devant le microphone le mot «Jacob» qu'il devait particulièrement affectionner.

Longtemps après, son entourage garda un souvenir exaspéré de ce refrain incessant. Lorsque **Poulsen remplaça le microphone par un écouteur téléphonique**, aux bornes de l'électro-aimant, il put entendre son cher «Jacob» : **l'enregistrement magnétique était né !**

Fort de ces résultats, Poulsen dépose, le 1^{er} décembre 1898, une demande de brevet danois (N° 2653).

Ce texte donne la description très schématisée d'un appareil sur lequel un fil d'acier servant de phonogramme est enroulé sur un tambour.

L'appareil ainsi imaginé ressemble assez à un phonographe à cylindre, au moins en ce qui concerne son aspect extérieur et sa constitution mécanique. Cela n'a rien pour surprendre, car beaucoup d'inventions révolutionnaires dans leur principe, sont souvent restées prisonnières des normes de réalisations antérieures.

Dans le même brevet, Poulsen propose une deuxième solution : il s'agit cette fois d'utiliser, comme support, une bande d'acier très mince et étroite qui passe d'une bobine sur une autre. Le dessin de cet appareil préfigure nettement la disposition des organes d'un enregistreur magnétique moderne. Il faut remarquer cependant que de nombreux appareils télégraphiques de cette époque utilisaient une bande de papier qui était stockée sur une bobine et allait se dérouler sur une seconde.

Le brevet prévoit, enfin, la possibilité d'utiliser comme support un cylindre d'acier homogène, ce qui aurait constitué une transposition pure et simple du système employé pour le phonographe acoustique.

Pourtant le but de Poulsen n'est pas de concurrencer l'appareil d'Edison : il veut créer un enregistreur pour les signaux télégraphiques et surtout pour les communications téléphoniques. C'était d'ailleurs assez normal de la part d'un technicien qui travaillait depuis six ans pour une Compagnie de téléphones. L'appareil est baptisé du nom de «**Telegrafon**», un néologisme qui signifie «parole inscrite au loin». Cette dénomination devait se maintenir, même lorsque l'appareil fut utilisé à d'autres fins.

Après ces esquisses, Poulsen étudie deux machines plus perfectionnées. Pour les décrire, nous suivrons le texte du brevet français (N° 288.243) du 26 avril 1899 qui semble être le premier en date. La destination de ces enregistreurs est tout d'abord nettement précisée :

«L'invention a une très grande importance pour les communications téléphoniques. En effet, en annexant à un appareil téléphonique un dispositif convenable, des messages peuvent être reçus directement par ce dispositif en l'absence du destinataire qui pourra les faire se reproduire quand il voudra. » La réalisation mécanique du premier modèle d'enregistreur est d'une grande ingéniosité. L'appareil est placé à côté d'un poste téléphonique. Un système de commutation permet d'utiliser le microphone ou les écouteurs de ce poste pour l'enregistrement ou la reproduction. Le support d'enregistrement est constitué par un fil enroulé sur un tambour. Ce tambour qui est fixe, comporte un axe vertical. Sur cet axe pivote un cadre mobile. Ce cadre peut être entraîné dans un mouvement de rotation autour du tambour par un moteur d'horlogerie. A l'arrêt, le moteur est maintenu par un frein commandé par un électro-aimant, et le chariot porte-tête est placé en bas du système. La tête est constituée d'un électro-aimant comportant deux noyaux entourés chacun d'un bobinage. Les extrémités de ces noyaux sont taillées de telle façon qu'elles puissent embrasser étroitement le fil. La marque magnétique laissée par cette tête est donc transversale, c'est-à-dire constituée par une série d'aimants élémentaires disposés côte à côte, perpendiculairement à l'axe du fil.

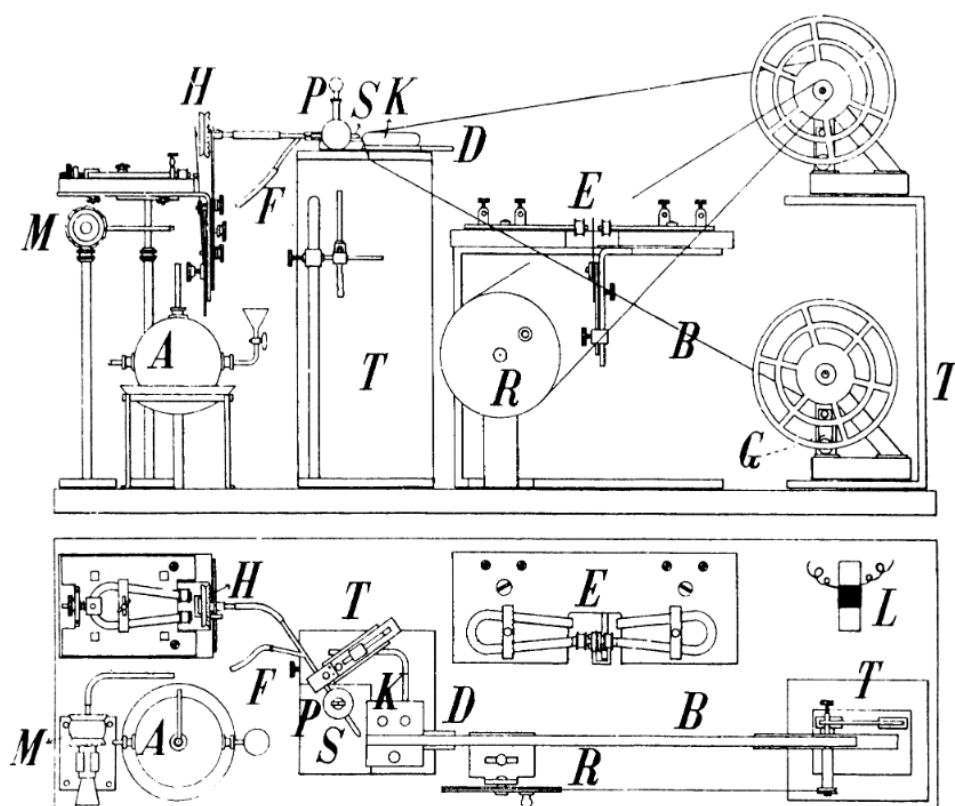
Pour enregistrer, il faut commuter la tête sur la position enregistrement et relâcher le frein qui maintient le moteur d'horlogerie. Ce dernier se met en marche et le cadre tourne autour du cylindre. La tête est projetée sur le fil par un système de contrepoids actionné par la force centrifuge et monte le long du cylindre en suivant les spires. Pendant cette ascension, le message est enregistré par l'intermédiaire du microphone du poste. Arrivé en haut, le chariot porte-tête coupe l'alimentation de l'électro-aimant, le moteur s'arrête et, sous l'action de son propre poids, le chariot redescend en position de repos. La position verticale du tambour avait donc été choisie afin d'utiliser la pesanteur, pour ramener le chariot à sa position de départ. Cette disposition simplifiait grandement le système d'entraînement.

Différents moyens de régulation (masselottes formant frein à effet centrifuge, ailettes) maintenaient constante la vitesse de rotation du cadre pendant l'enregistrement.

Prenons maintenant un exemple pratique de cet appareil et supposons qu'un abonné disposant d'un tel dispositif soit obligé de s'absenter pendant deux jours. Il enregistre avant son départ le texte suivant : « Monsieur X est absent jusqu'au 18 mars inclus. Veuillez rappeler après cette date. En cas d'urgence, déposez un message écrit à telle adresse. » Il commute ensuite son enregistreur sur la position lecture et pendant toute son absence, le robot diffuse le message enregistré. A son retour, l'abonné peut supprimer le message devenu inutile. Pour cela, il relie la tête aux fils d'une pile et un dernier parcours de la tête sur le cylindre efface le message et rend le fil vierge. L'appareil que nous venons de décrire est donc un émetteur de message. On aurait pu aussi, en théorie, l'utiliser pour enregistrer une communication émanant d'un abonné. En fait, cela n'était pas possible pour deux raisons : d'abord il aurait fallu que l'abonné demandeur sache qu'il était connecté à cette sorte d'enregistreur, d'autre part, la durée d'enregistrement (45 secondes) était trop courte pour permettre l'inscription d'un message extérieur.

Le brevet anglais n° 8961 demandé le 28 avril 1899 propose donc une seconde machine destinée à enregistrer les communications à l'arrivée.

L'enregistreur que nous venons de décrire est conservé comme appareil auxiliaire. Il sert alors à annoncer : « Je m'absente pendant quelque temps, mais vous pouvez me transmettre ce que vous avez à me communiquer, mon appareil enregistreur étant en circuit. » C'est alors qu'intervient le second appareil, constitué par un enregistreur de grande capacité. Le fil avait été remplacé par un ruban d'acier monté sur des bobines verticales. L'entraînement de la bande est obtenu grâce à un galet mû par un moteur électrique. Un levier met en contact ce galet avec l'une ou l'autre bobine, selon que l'on veut obtenir la marche avant ou le rebobinage. Un système de palpeur situé sur la bobine réceptrice arrête le moteur avant la fin de la bande, pour éviter que cette dernière ne se décroche de la bobine débitrice. Au moment de l'arrêt du moteur, un frein bloque cette même bobine débitrice, afin que la bande ne forme pas un « mou ». Sans ce dispositif, la bande au moment du redémarrage aurait risqué de casser. La durée d'enregistrement est limitée à trois minutes. Combiné avec l'appareil émetteur de message, cet enregistreur forme un robot téléphonique complet.



Appareil lecteur par bande chargée de particules aimantées. Cette combinaison est due au chercheur hollandais Wilhem Hedio (1898).

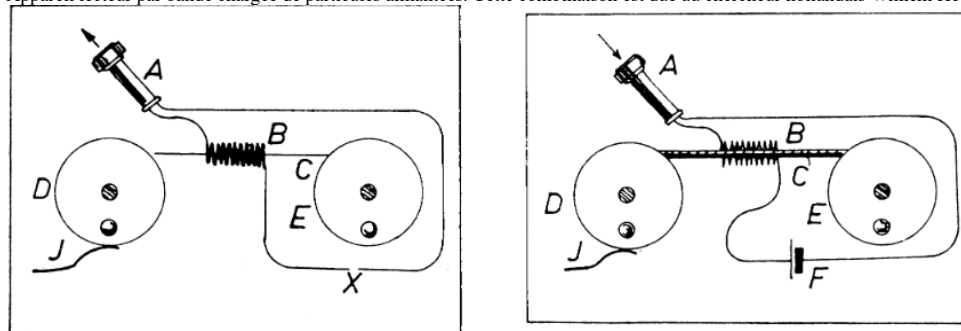


Schéma d'un appareil enregistreur par aimantation d'un fil imprégné de poudre d'acier, décrit par Oberlin Smith en 1888.

Une autre méthode d'exploitation est également indiquée dans le brevet. **Dans ce cas, une batterie d'enregistreurs à bande aurait été installée au central téléphonique**, sur le meuble des abonnés absents. Les messages reçus auraient été enregistrés sur intervention manuelle des opératrices, puis diffusés aux abonnés intéressés, en temps utile.

Ces brevets en main, Poulsen quitte la Société des Téléphones de Copenhague. Il commence alors une carrière de chercheur et d'homme d'affaires assez semblable à celle d'Edison. Comme ce dernier, il est doué d'un esprit inventif et s'entoure de collaborateurs qui poursuivent la réalisation matérielle de ses idées. D'autre part, il cherche et sait trouver des appuis financiers qui lui permettent d'industrialiser ses inventions.

Vers le milieu de l'année 1899, il entre en rapport avec un homme d'affaires danois Søren Lemvig Fog. Ce dernier accepte de financer une société d'exploitation.

Un laboratoire de recherche est organisé, Vester Volgade à Copenhague. A sa tête prennent place Poulsen qui en est l'administrateur, et P.O. Pedersen qui en assure la direction technique. Poulsen avait fait connaissance de cet ingénieur quelques mois auparavant. Pedersen était alors assistant dans une école supérieure d'enseignement technique. Il avait

quitté cette place pour rejoindre Poulsen dans sa nouvelle entreprise. De cette époque date une collaboration très étroite entre les deux hommes, qui devait se poursuivre de nombreuses années.

Voici comment, sur la fin de sa vie, Poulsen décrit cette rencontre et définit les termes de leur collaboration: «Au cours de l'été 1899, j'avais eu l'occasion de lui raconter la méthode que j'avais projetée pour enregistrer et reproduire la parole ou la musique par un moyen électromagnétique. Cela me fit plaisir de voir qu'il appréciait mon idée et lorsque, peu de temps après, je lui racontai la réussite de mes expériences, il se réjouit avec moi. Bien que collaborateurs, nous étions très différents. N'est pas facile de dire en quoi consistait notre collaboration, je devrais dire notre coopération, pour essayer de faire du télégraphe un appareil commercial. P.O. Pedersen s'attacha à la tâche difficile d'améliorer la partie mécanique des télégraphes, pendant que, de mon côté, je continuais mes expériences en vue d'obtenir une reproduction acoustique la meilleure possible.»

Durant le mois d'octobre 1899, Poulsen engage E.S. Hagemann, un ingénieur également, mais qui venait des Travaux publics. Deux techniciens sont recrutés : J.P. Christensen, qui avait reçu une formation d'électro-mécanicien, et Einar Lübcke, un mécanicien de précision. Jusqu'au printemps 1900, l'équipe explore toutes les possibilités théoriques de la découverte. Puis Poulsen cherche un industriel susceptible d'entreprendre une fabrication. Il entre ainsi en relation avec l'Allemand Hans Zopke. Ce dernier dirigeait une usine de matériel téléphonique, la Société Mix et Genest,

dont les ateliers se trouvaient 67 Bülow Strasse, à Berlin. Un accord est alors passé avec cette Société. L'équipe de Poulsen quitte le laboratoire de Copenhague et vient s'installer dans l'atelier berlinois. Des techniciens allemands, comme Ernst Ruhmer et le docteur Rellstab lui sont adjoints.

Il s'agit maintenant de présenter au public un appareil de démonstration. Assez curieusement, les deux appareils qui sont mis en chantier à Berlin ne sont pas ceux décrits dans les brevets déjà déposés. Pourtant la Société Mix et Genest fabriquait du matériel téléphonique, et ces modèles d'enregistreurs téléphoniques auraient dû l'intéresser. En réalité, seule la construction de deux appareils simplifiés est entreprise. La raison de ce

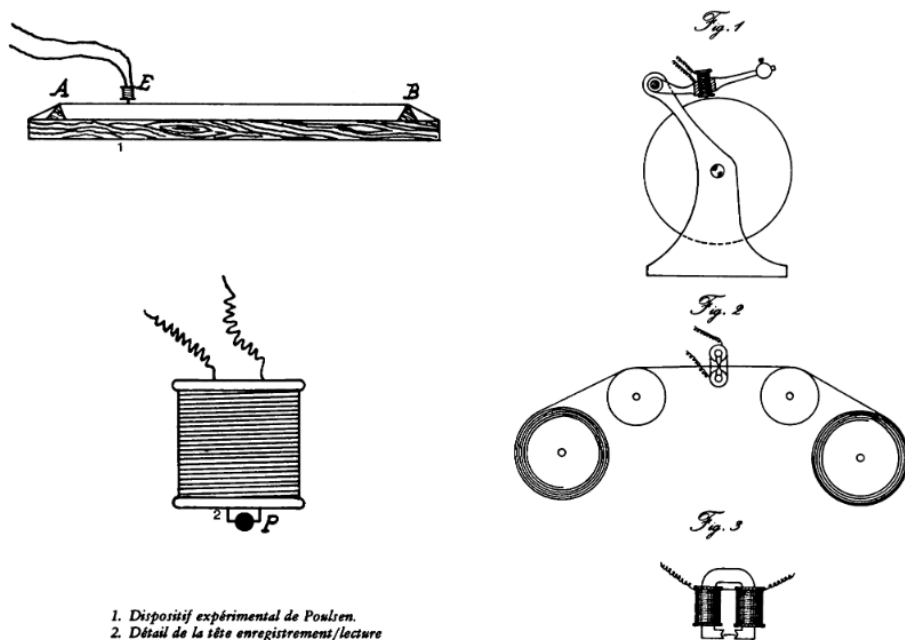
choix semble double. D'une part, la mise en chantier d'enregistreurs téléphoniques très élaborés demandait la mise au point d'une chaîne de montage importante, sans perspective commerciale assurée. D'autre part, il fallait, avant de lancer des appareils spécialisés, placer sous les yeux du public des enregistreurs simples mettant en évidence les principes généraux utilisés par Poulsen.

Le premier type d'appareil est constitué par un enregistreur à tambour mobile. Ce tambour en laiton est monté sur un axe horizontal. Sur ce cylindre avait été ménagée une gorge à tracé hélicoïdal. Le long de cette rainure est enroulé un fil constitué par une corde à piano en acier au carbone. Des essais sont également effectués avec des fils de nickel. Dans un article paru dans La Nature, Georges Guérout donne les précisions suivantes : «Le... cylindre a 38 centimètres de longueur sur 12 de diamètre. Le fil a 5 millimètres de diamètre et est enroulé suivant 380 spires... La durée normale... est de 50 secondes. » Ce qui donne une vitesse de défilement de 3 mètres à la seconde environ, la longueur du fil étant approximativement de 150 mètres. La vitesse angulaire de rotation est d'environ 460 tours par minute. A titre de comparaison, un cylindre phonographique à la même époque mesure 12 centimètres de longueur et 5 centimètres de diamètre. L'audition d'un tel cylindre dure deux minutes pour une vitesse angulaire de 160 tours par minute. Le rouleau du phonographe est donc nettement moins encombrant que le tambour imaginé par

Poulsen. Mais revenons à la description de l'appareil lui-même. La tête d'enregistrement est composée d'un électro-aimant constitué de deux petites bobines montées en série. Les axes des deux bobines forment entre eux un angle aigu de manière à pincer le fil perpendiculairement à sa longueur. Cette tête est fixée sur un chariot qui peut coulisser le long d'un axe fixe, parallèle à celui du cylindre. Le cylindre est entraîné par une manivelle ou par un petit moteur électrique (1/6 de cheval).

Un ingénieux système de taquet arrête la tête en fin de course et enclenche sa monture sur une vis à large pas, qui ramène très rapidement l'ensemble au point de départ. Pour enregistrer, il suffit de connecter les extrémités des fils des deux bobines à un transmetteur téléphonique. Pour l'écoute, le transmetteur est remplacé par un récepteur.

L'effacement est obtenu par l'envoi dans la tête d'un courant continu délivré par la batterie de piles.



1. Dispositif expérimental de Poulsen.
2. Détail de la tête enregistrement/lecture

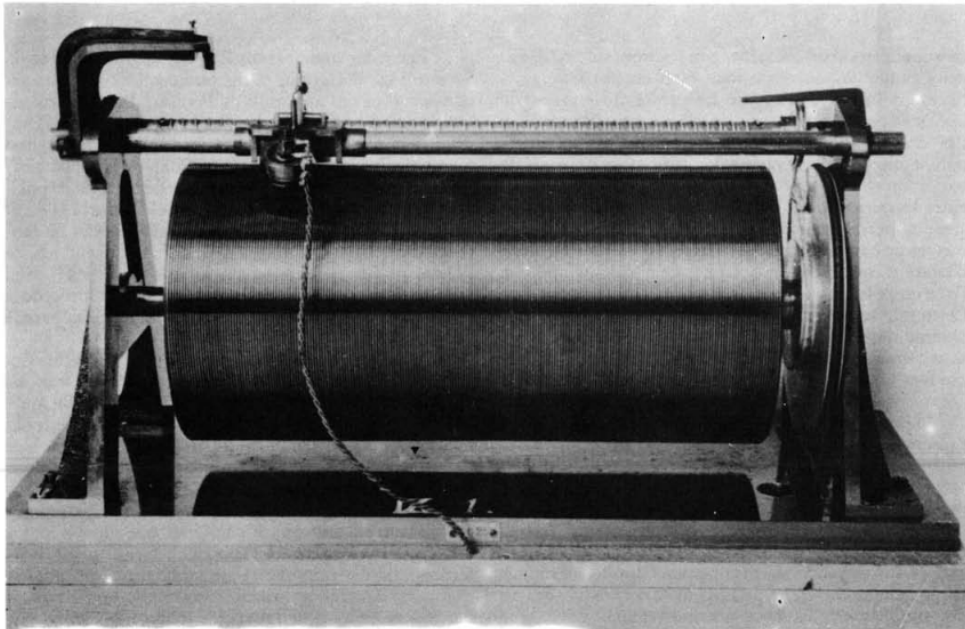
L'appareil que nous venons de décrire est envoyé à l'Exposition universelle de Paris.

Le stand de démonstration se trouve dans la galerie des machines (section danoise) au milieu du brouhaha que l'on imagine. Si bien que Georges Guérout peut noter que «des conditions extérieures de l'audition sont déplorable. Cependant, le démonstrateur M. Schmidt, ou, quand il est absent, une aimable demoiselle danoise très au courant de la question, donne aux visiteurs avec une complaisance inépuisable, des explications très claires et très complètes... »

« En dépit des conditions très désavantageuses où l'appareil se trouve placé à l'Exposition... le télégraphe fonctionne très bien comme phonographe quand le moteur électrique marche régulièrement.

Nous conseillons aux visiteurs qui voudront s'en assurer de prononcer à voix haute, très haute même... les phrases qu'ils veulent faire répéter à l'instrument... Un air sifflé ou chanté, viendra... très bien. On pourra même constater que les phrases ou les airs ne présentent pas, dans le télégraphe, le caractère nasillard et désagréable des sons du phonographe ordinaire. Et cela s'explique très bien car les vibrations accessoires correspondant au frottement sur la cire et au son propre du style sont supprimées. » Ce qu'il faut retenir de tout cela, c'est le manque de sensibilité de l'appareil, racheté par une certaine fidélité. Quoi qu'il en soit, le télégraphe obtient un grand prix.

Certains bons esprits se posaient la question de savoir combien de temps se conserveraient les traces magnétiques enregistrées. Notre chroniqueur précise à ce sujet que cette durée peut «atteindre jusqu'à une année, après 500, 600, 1200 répétitions, et il s'en est présenté une démonstration assez curieuse. En essayant, à l'Exposition, les appareils venus du Danemark, M. Schmidt... retrouva sur l'un d'eux une phrase qu'il avait entendue à Copenhague. Elle avait résisté à l'emballage, au voyage, au déballage». Mais l'optimisme du journaliste se situait très en dessous de la réalité, puisque nous possédons encore un enregistrement de cette époque. Il fait partie des collections du Conservatoire des arts et métiers de Vienne.



Télégraphone à cylindre de Poulsen avec lequel est enregistré la voix de François-Joseph, empereur d'Autriche (1900). Musée autrichien des Arts et Métiers.

Mai 1900 lors de l'Exposition Universelle, la revue "L'éclairage électrique" édite un magnifique [exposé du télégraphone](#), en pdf *Exposé par la société anonyme "Telegraphonen Patent Poulsen" de Copenhague au Palais de l'Electricité*.

Le télégraphe avait en effet été présenté à l'empereur d'Autriche, François-Joseph 1er, au cours de sa visite à l'Exposition de Paris.

A cette occasion, il avait enregistré la phrase suivante, au demeurant fort banale : *« Cette invention m'a beaucoup intéressé et je vous remercie pour cette démonstration. »*

L'empereur était accompagné, entre autres personnages, de Wilhelm Exner, le fondateur de l'enseignement technique appliqué en Autriche. Ce dernier, pour authentifier, si l'on peut dire, cet enregistrement, le compléta par la phrase suivante: «Sa Majesté, l'empereur, a eu la bonté de faire cette déclaration dans cette machine, à l'occasion de sa visite au pavillon des créations autrichiennes à l'Exposition universelle de Paris. »

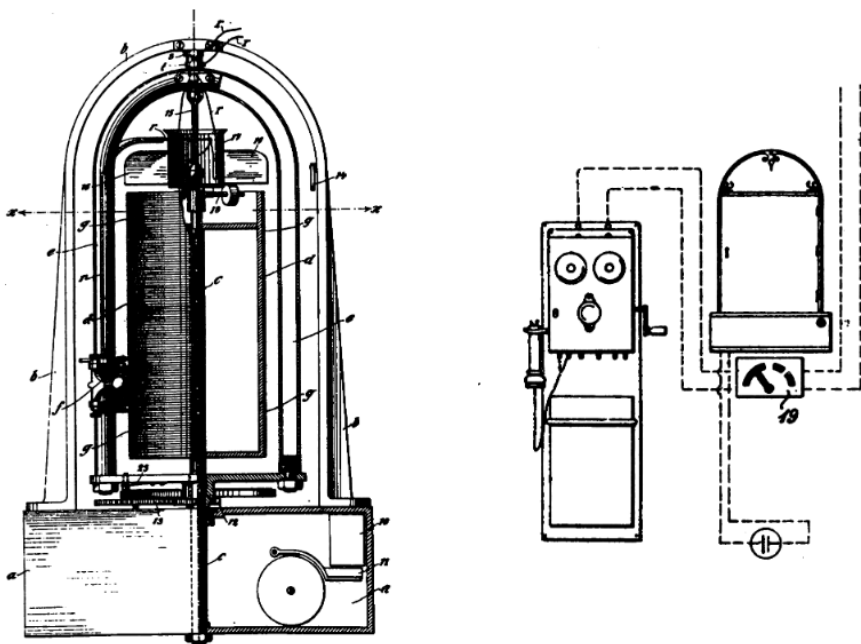
Puis l'appareil fut acheté par Exner qui l'emporta à Vienne. La phrase de François-Joseph lui a valu d'être soigneusement conservé jusqu'à nos jours. On peut juger, en entendant ces deux phrases, de la mauvaise acoustique du hall où se trouvait le stand danois. En effet, les paroles de l'empereur sont fortement réverbérées et cet écho plante le décor de l'immense voûte de la galerie des machines. Ce document constitue le plus ancien enregistrement magnétique qui nous soit parvenu.

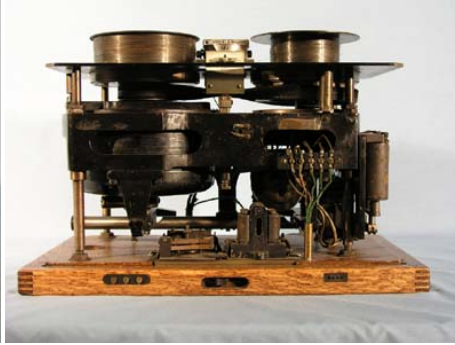
Cependant, l'appareil à tambour présente un défaut : sa durée trop limitée d'utilisation. Les ateliers Mix et Genest avaient donc mis au point une deuxième machine de démonstration utilisant une bande d'acier.

Cet appareil comporte un châssis en laiton supportant deux bobines verticales. Une bande d'acier de 3 millimètres de large et de 0,05 millimètre d'épaisseur passe d'une roue à l'autre grâce à l'action d'un moteur électrique. Le système de défilement est assez rudimentaire puisque le moteur entraîne, par friction, une roue sur deux et que la deuxième roue est freinée par le frottement d'une sorte de brosse. La vitesse moyenne est de 2 mètres par seconde, mais en réalité cette vitesse n'est pas constante puisqu'elle dépend du diamètre de la bobine réceptrice qui varie selon le nombre de spires de bande qu'elle contient. Pour éviter que la différence entre les deux vitesses extrêmes ne soit trop importante,

seule la périphérie de la bobine est utilisée. Deux kilomètres de bande environ sont nécessaires pour un quart d'heure d'enregistrement. La bande passe sur une tête fixée entre les deux roues et dans le même plan qu'elles.

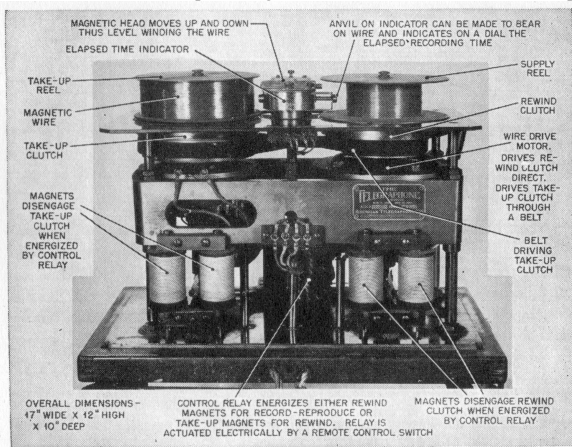
Cette tête se compose de deux électro-aimants en série comme dans l'appareil à tambour, mais dont les axes sont perpendiculaires à la bande. Des becs métalliques guident la bande à l'entrée et à la sortie de la tête.





modèle C,

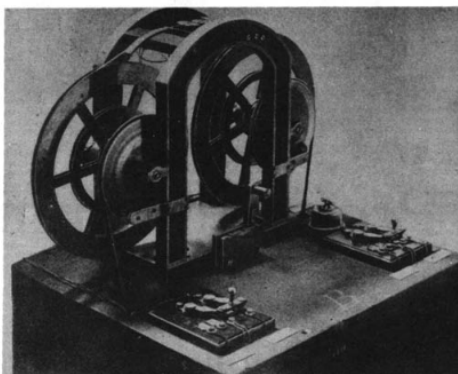
Valdemar Poulsen voulait que ses premiers enregistreurs filaires soient utilisés soit comme machines à dicter de bureau, soit comme répondeurs téléphoniques. La plus réussie était le modèle C, avec des bobines montées horizontalement pour un meilleur contrôle du fil. L'appareil fonctionnant sous 100 volts était contrôlé par relais via un interrupteur à pied pratique, il utilisait des circuits téléphoniques standard. La durée d'enregistrement maximale était de 30 minutes. L'enregistrement de polarisation peut être effectué dans les deux sens. Le modèle C dispose d'un avertisseur sonore de fin de fil de moteur électrique de 100 volts CC et d'un arrêt automatique. Un boîtier de commutation à distance avec un indicateur de temps d'enregistrement et un combiné de dictée téléphonique est utilisé pour contrôler la machine. "



Détails

En Angleterre un autre type d'appareil à bande est également présenté . Il diffère du premier par la taille, son encombrement étant nettement plus important. D'autre part, il possède deux têtes au lieu d'une. La bande passe d'abord sur une tête d'ns laquelle, au moment de l'enregistrement, circule du courant continu.

Cette tête «efface» donc les signaux qui pouvaient exister sur la bande. L'entraînement des deux bobines est également différent, mais réalisé avec des moyens un peu simplistes. Si bien que la bande tanguait pendant le défilement. L'intelligibilité de la reproduction en souffrait assez considérablement.

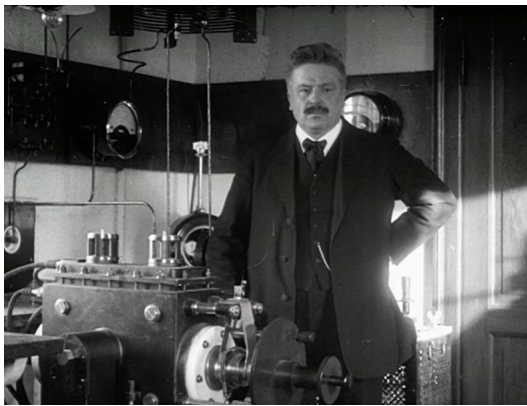


*Télégraphone à bande d'acier présenté à Londres en 1900.
Cet enregistreur est équipé pour la première fois d'une tête d'effacement.*



En Allemagne, Hans Zopke, le directeur de la Société Mix et Genest, participe lui-même à la propagande autour des appareils de Poulsen.

Il y consacre un article dans une revue technique et signale parmi les applications possibles, les utilisations militaires « aussi bien pour les installations téléphoniques fixes, particulièrement d'artillerie, pour la guerre de forts ou de positions, que comme complément et amélioration de l'équipement des installations mobiles de guerre pour l'infanterie et la cavalerie. » Au cours d'une assemblée de l'Union des électro-techniciens qui eut lieu le 23 octobre 1900 à Berlin, Jules H . West procède à une démonstration pratique des deux types, d'appareils présentés à Paris.



Malgré l'effort de vulgarisation entrepris, le télégraphophone n'a pas de succès.

Pourtant :



Norma Shearer passe un test de voix en 1927

Le journal télégraphique N°5 Mai 1929

Le Télégraphophone.

Il arrive tous les jours que des centaines et des milliers d'appels téléphoniques sont lancés en vain parce que l'appelé est absent ou n'a pu répondre de suite. Résultat : l'appelant devra effectuer un autre et, souvent, plusieurs autres appels, l'appelé ignorera dans beaucoup de cas qu'il a été appelé et le téléphone aura été actionné sans profit pour l'Administration.

Le *Télégraphophone* pourrait remédier dans la plupart des cas aux inconvénients que nous venons de signaler.

Qu'est-ce que le *Télégraphophone* ?

C'est un groupe de deux dispositifs permettant de transformer, par simple commutation, un poste téléphonique automatique ordinaire de départ en appareil télégraphique-téléphonique et de recevoir au poste appelé — même si le titulaire de ce poste est absent — les chiffres manipulés par l'abonné appelant, ces chiffres s'imprimant sur une bande mise en marche automatiquement.

Une démonstration a eu lieu le 11 mai dernier, à Zurich, en présence notamment de techniciens des Télégraphes, de représentants de la Presse, et elle a prouvé que l'installation est au point. Des essais couronnés de succès avaient du reste eu lieu quelque temps auparavant à Berne et à Milan, qui ne laissaient pas de doute sur le bon fonctionnement des appareils.

Sans doute, on a déjà réalisé des installations permettant à un abonné d'utiliser sa ligne téléphonique pour télégraphier à un autre abonné un texte quelconque. Les appareils teletypewriters se prêtent tous très bien à cette fin. Mais de telles installations sont coûteuses et



Fig. 1.

ne conviennent qu'à des industriels ou des commerçants importants. Le moyen et le petit abonné ne songent pas à acquérir de semblables appareils ; mais le *Télégraphophone* pourra leur rendre de grands services sans leur imposer une lourde dépense.

En deux mots voici ce que peuvent obtenir du *Télégraphophone* les abonnés d'un réseau téléphonique équipé en automatique :

Vous avez appelé M^r X... qui ne vous a pas répondu. Vous pressez sur un bouton et, immédiatement après, votre numéro d'appel, en vous servant du disque d'appel, votre numéro d'abonné ; ce numéro s'imprime à l'arrivée sur une bande. En rentrant chez lui M^r X... saura que vous l'avez appelé. Et, puisque vous pouvez transmettre des chiffres, il vous est permis de faire imprimer à distance sur la bande de M^r X... des groupes de chiffres tirés d'un code convenu à l'avance. Nous supposons, bien entendu, que le poste de M^r X... est, lui aussi, muni d'un *Télégraphophone*.

résultat en inversant le commutateur de l'appareil auxiliaire de l'appelant.

Dans le second cas, après le choix d'un chiffre, le commutateur est actionné automatiquement et le numéro de l'appelant s'inscrit sur la bande de papier du récepteur spécial.

Le *Télégraphophone* est susceptible d'augmenter les recettes des Administrations, car tous les appels deviennent productifs, soit que l'appelé réponde, soit que son *Télégraphophone* enregistre le numéro ou une communication chiffrée de l'appelant.

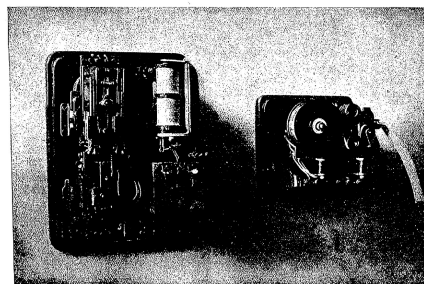


Fig. 2.

Les figures 1 et 2 montrent la disposition des organes constituant le *Télégraphophone*.

En bref, on insère une résistance dans la ligne de communication ; cette résistance peut être introduite 1° à volonté ou 2° automatiquement.

Dans le premier cas, on annexe à l'appareil téléphonique transmetteur un petit dispositif auxiliaire qui ne contient qu'une résistance et un simple commutateur. Au poste d'arrivée est placé un dispositif de réception qui enregistre les chiffres transmis sur une bande.

Si, par exemple, l'abonné N° 58 561 appelle l'abonné N° 58 538 absent ou qui ne répond pas, la communication s'insère automatiquement après le troisième appel sur le dérouleur de papier du récepteur. On obtient ce

Cliquez sur les pages pour les agrandir

Le physicien français Bouasse semble résumer l'opinion générale lorsqu'il écrit dans son Cours de physique : «Devant de telles inventions, on ne sait ce qu'il faut admirer le plus : leur extrême ingéniosité ou leur parfaite inutilité. » Il serait facile de jeter la pierre à Bouasse, maintenant que nous connaissons toutes les applications de l'enregistrement magnétique. Il faut plutôt souligner que sous la forme envisagée par Poulsen et à l'époque où ses essais étaient effectués, l'utilisation du télégraphophone n'avait pas de chance de devenir une réalité : le téléphone comportait par lui-même tant de faiblesses (mauvaise qualité due aux appareils, aux commutateurs et aux lignes), que vouloir enregistrer une conversation téléphonique relevait de la gageure. Ajoutons à cela que Poulsen ne disposait d'aucun moyen d'amplification ni de correction, et qu'il lui fallait travailler avec le courant que lui délivrait la ligne.

Le télégraphophone posait quelques problèmes d'ordre pratique : le son restitué était assez faible et le fil très mince s'emmêlait facilement lorsqu'on le rembobinait pour effectuer un nouvel enregistrement. L'appareil ne fut pas un succès commercial. Quoi qu'il en soit, au début du XXe siècle, Poulsen se tourne vers la radio.

L'émetteur à arc de Poulsen est breveté en 1903. Au contraire de l'émetteur à éclateur utilisé auparavant, ce dispositif pouvait produire des ondes radioélectriques entretenues qui permettaient de mieux utiliser les émetteurs radioélectriques et avoir moins de brouillages. Grâce à cette invention, la parole put être transmise par radio sur une distance d'environ 240 kilomètres. Vingt ans plus tard, l'arc de Poulsen avait été amélioré et avait une portée de plus de 4000 kilomètres.

A la fin de l'année 1900, Poulsen découvre la polarisation par courant continu.

Dans la revue allemande Annalender Physik, il explique qu'il était nécessaire d'appliquer à la tête, au moment de l'enregistrement, un courant continu d'une valeur convenable et d'une polarisation inverse à celle du courant d'effacement «... car ce courant créait un vif mouvement des aimants moléculaires qui améliorait d'une manière importante les possibilités d'enregistrement, au moment de la naissance des inscriptions magnétiques ce qui avait pour conséquence de rendre chaque détail de l'enregistrement très nettement perceptible. »

Malgré cette découverte, Mix et Genest doutant du succès commercial se retirent. Poulsen entre en contact avec une autre société allemande, Siemens et Halske.

Mais les pourparlers tournent court. Il restait alors à envisager une solution aux Etats-Unis.

C'est ce que Poulsen fera avec succès. L'Europe avait ainsi perdu l'occasion de produire le premier enregistreur magnétique commercial.

Du fil à la bande

Pendant ce temps, la technique de l'enregistrement sonore progressait dans le sens prédit par Poulsen lui-même. Il avait expérimenté la bande d'acier (au lieu du fil) dans le télégraphone, et cette technique fut ensuite développée en Allemagne par Semi Joseph Begun. L'enregistrement sur une bande de papier recouverte de poudre magnétique est une invention attribuée à l'inventeur américain J. A. O'Neill et à l'ingénieur allemand Fritz Pfeumer à la fin des années 1920.

La bande de matière plastique magnétisée vit le jour pour la première fois en Allemagne en 1935 et devint la base de la future production de masse des magnétophones.

Cependant, **c'est en Allemagne que pendant la Seconde Guerre mondiale, le magnétophone à bande sera amélioré** d'une manière décisive par Von Braunmühl et partir de 1950, la technique de prise de son sera complètement bouleversée par l'apparition de cette nouvelle technique et quelque vingt ans plus tard, la suprématie du tourne-disque se verra remise en question par l'apparition des lecteurs de cassettes.

Répondeur téléphonique et combiné Ipsophone, c. 1952

Introduit en 1951, le "**Ipsophone**" de fabrication suisse a été le premier répondeur automatique à enregistrement et réponse introduit au Royaume-Uni et a été décrit comme "l'appareil téléphonique robot avec un cerveau".

À cette époque, la plupart des équipements téléphoniques domestiques au Royaume-Uni étaient fournis par le General Post Office (GPO), mais l'Ipsophone était un «accessoire approuvé» fourni par la société Ansafone.

Le GPO a introduit son répondeur en 1958, initialement nommé « Answering Machine No. 1. »

L'Ipsophone a été fabriqué par Oerlikon Bührle & Co et a été introduit au Royaume-Uni par Southern Instruments Ltd, Londres.

Un répondeur composé d'une unité de commande avec un combiné et un enregistreur vocal. Trois bobines de fil, dont une annonce et deux bobines d'enregistrement (5 et 25 minutes). Interrogation à distance codée (trois chiffres, contrôle acoustique).

Vendu par **Ipsophon-Vertriebs** GmbH Zurich. Les dimensions de l'appareil sont de 710 x 820 x 420 mm.

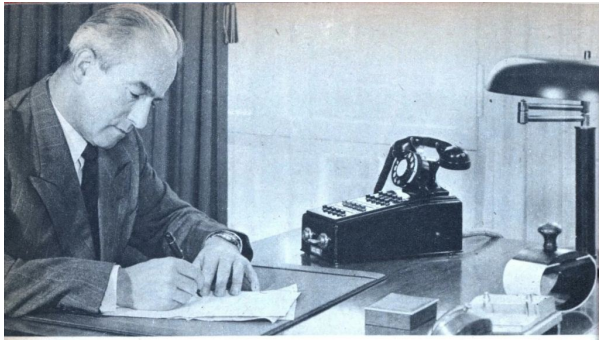


Bien sûr, aujourd'hui, vous ne surprendrez personne avec de telles choses.

Mais pour 1950, un téléphone «auto-répondeur» semblait être un miracle de merveilles. Dans *Mechanix Illustrated* Mar, 1950, un article plutôt amusant a été publié aujourd'hui. Il est également intéressant de noter qu'il était possible d'écouter des messages à partir de n'importe quel téléphone n'importe où dans le monde, ainsi que de savoir comment la fonction de «chiffrement» de l'enregistrement à partir de l'écoute par des personnes aléatoires a été implémentée dans cet appareil.

Si vous souhaitez garder votre message privé et vous assurer que personne d'autre ne le reçoit, vous pouvez activer la touche de code acoustique. Il s'agit d'une combinaison secrète de chiffres que vous pouvez définir sur votre Ipsophone, ce qui rend votre message aussi sécurisé que si vous le mettiez dans un coffre-fort inviolable. Vous ne pouvez l'obtenir vous-même que si vous vous souvenez du code secret.

Voici comment procéder. Si vous appelez votre Ipsophone après avoir saisi la clé d'accès, la voix commencera à répéter une série de chiffres commençant par zéro. Après chaque numéro, la voix s'arrête pendant quatre secondes. Pour utiliser votre clé de code pour percer les secrets de votre cerveau, vous répétez le mot «bonjour» deux fois après chaque numéro que vous choisissez.



Self-Answering Telephone Thinks and Talks

By Harry Kursh

"HELLO, hello. This is the residence of Mr. John Smith. Your message is being recorded automatically. Ready! Please speak now."

Don't be surprised if that's what you hear one of these days when you dial the familiar number of one of your friends. For Ipsophone—the robot telephone device with a brain—has been placed on the market and is rapidly coming into use all over the world. Three of these ingenious Swiss inventions have already been installed for the King of Egypt but their cost (\$38 per month) will make them practical for even the smallest businessman.

How does it work? Well, suppose you have to go out and leave the phone untended. When it rings, there's no one there to answer so after three buzzes, the Ipsophone voice swings into action with the words quoted above.

Your caller, if he's not too astounded, leaves his message and hangs up. The message is recorded for you to listen to at your own convenience. You can get it when you return home or by calling from your office or any other part of the world where you

can reach a telephone and ring the Ipsophone number.

How do you get the message?

As soon as the phone rings, the voice will again say: "Hello, hello. This is the residence of Mr. John Smith. Your message is being recorded automatically. Ready!" But before the Ipsophone says "Please speak now," you break in with the words "Hello, hello." Then, instead of recording a message, the Ipsophone will repeat the message it had recorded for you.

If you want to keep the message a secret and make sure nobody else gets it, you can put an Acoustic Code Key into operation. This is a secret combination of numbers which you can set on your Ipsophone which makes your message as safe as if you had placed it in a burglar-proof vault. You yourself can get it only if you remember the secret code.

Here's how it's done. If you call your Ipsophone after putting the Code Key into operation, the voice begins to repeat a series of numbers beginning with zero. After each number, the voice stops for four seconds. To use your Code Key to un-