

SCIENCE ET VIE

SEPTEMBRE 1946

N° 348

20 FRANCS



OBSTACLES AUDIBLES ET PAROLES VISIBLES

par P. HÉMARDINQUER

De nouveaux dispositifs ont été mis au point au cours de ces dernières années, qui, tels les radiophares ou le radar, permettent aux navires ou aux avions de fixer leur position ou de détecter les obstacles qui les entourent, même lorsque la nuit ou le mauvais temps rend la visibilité nulle. Il était naturel que l'on songeât à faire appel aux ressources de la technique électronique pour attaquer le problème analogue que pose la cécité et qui n'a encore jamais pu être résolu. Les ingénieurs du Signal Corps américain (analogue à notre Service des transmissions) viennent d'étudier un appareil qui permet aux aveugles de se diriger, ou tout au moins de reconnaître et d'éviter les obstacles. Parallèlement, les progrès les plus récents de l'électro-acoustique et de la télévision ont été utilisés par les ingénieurs des Téléphones Bell pour réaliser un appareil très ingénieux permettant à tous les déficients de l'ouïe, particulièrement aux sourds-muets, d'étudier et de distinguer visuellement les sons et les paroles émis dans leur voisinage. Ce sont là deux réalisations précieuses et sans doute encore perfectibles, qui contribueront à libérer aveugles et sourds, après le temps d'apprentissage indispensable, de très pénibles servitudes.

Le problème de la direction des aveugles

La privation de la vue chez les aveugles s'accompagne normalement d'un grand développement de l'ouïe et du toucher, et, depuis fort longtemps, on a songé à utiliser cette constatation pour permettre à l'aveugle d'éviter les obstacles. En fait, aucun appareil de guidage vraiment pratique n'a pu être établi, et seuls les « chiens d'aveugles » spécialement dressés ont pu rendre quelques services dans des cas assez restreints. Cette méthode de guidage primitive semble d'ailleurs abandonnée pour des causes assez diverses.

L'accroissement du nombre des aveugles de guerre, aux États-Unis surtout, a de nouveau attiré l'attention sur ce problème. Les données en ont été étudiées rationnellement par les ingénieurs des laboratoires militaires américains.

Il s'agit de réaliser un appareil automatique constituant un « chien d'aveugle » perfectionné, indiquant à son maître les montées et les descentes du terrain, lui faisant connaître s'il suit une ligne droite ou une courbe.

Les obstacles immédiats doivent être détectés à une distance minimum variant entre 0,90 et 1,80 m pour éviter les risques de collision. L'aveugle doit avoir une représentation approximative de l'espace environnant et se rendre compte des obstacles se trouvant à une distance maximum de l'ordre de 9 à 10 m, dans un cône de quelques degrés. Il doit, en général, pouvoir obtenir, avec une rapidité convenable, des indications sur la direction dans le sens horizontal et vertical, en employant un équipement de dimensions et de poids assez réduits, dont l'usage ne doit pas gêner non plus une audition normale.

Les « chiens d'aveugles » électriques

Le guidage des aveugles peut être réalisé ainsi grâce aux procédés qui ont permis la direc-

tion des avions ou des navires et le repérage des obstacles au moyen des modernes radars.

Il était possible, en principe, d'avoir recours aux ondes radioélectriques, aux ultra-sons et aux phénomènes photoélectriques. Des essais comparatifs ont amené à choisir la méthode photoélectrique.

Le principe sur lequel est fondé le fonctionnement de cet appareil réduit de guidage photoélectrique consiste dans la triangulation optique.

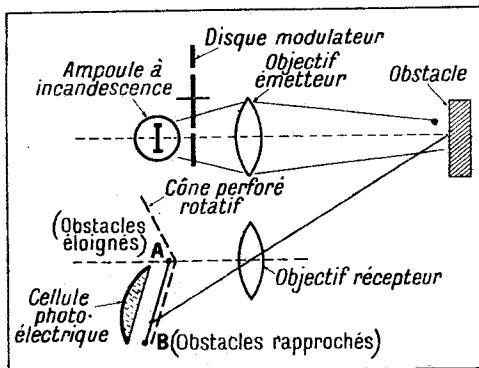


FIG. 1. — PRINCIPE DE LA DÉTECTION PHOTOÉLECTRIQUE DES OBSTACLES

Une ampoule à incandescence envoie un flux lumineux concentré par un objectif émetteur et qui se réfléchit sur l'obstacle. Le faisceau réfléchi frappe un objectif récepteur et agit sur une cellule photoélectrique après avoir traversé un cône métallique rotatif, perforé suivant un code déterminé. Le faisceau lumineux vient frapper le cône suivant la ligne AB, à une distance du point A variant suivant la distance de l'obstacle. Il en résulte une variation du signal optique agissant sur la cellule.

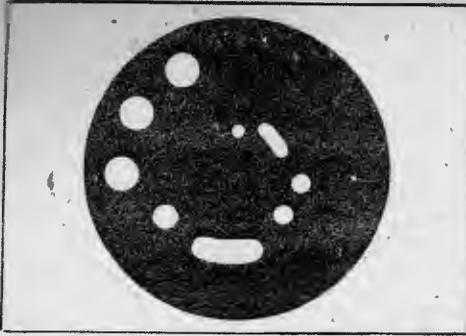


FIG. 2. — EXEMPLE DE GONF PERFORÉ SUIVANT UN CODE DÉTERMINÉ ET PERMETTANT D'OBTENIR DES SIGNAUX AUDIBLES BIEN DISTINCTS SUIVANT LA DISTANCE

Une petite lampe à incandescence à filament de tungstène est placée au foyer d'un objectif et permet d'obtenir un pinceau de lumière très mince, émis suivant l'axe du système (fig. 1). Ce pinceau lumineux frappe les obstacles qui

se trouvent devant l'appareil et, après réflexion, tombe sur un deuxième objectif inférieur. L'image du filament incandescent est finalement projetée sur la cathode d'une cellule photoélectrique.

Si les axes des deux objectifs sont parallèles, le lieu des points-images ainsi formés correspondant à des points-objets placés à des distances différentes est une ligne A B pratiquement perpendiculaire à l'axe de l'objectif de réception. Suivant la distance de l'obstacle, la position de l'image du filament varie ainsi le long de cette ligne, et le problème de la détermination de la distance de l'obstacle revient à déterminer les variations de position de l'image le long de cette ligne.

Dans ce but, les rayons lumineux réfléchis par l'obstacle sont interrompus mécaniquement avant qu'ils n'atteignent la cellule photoélectrique. L'interruption est réalisée par un cône assez plat rotatif, en métal, portant des perforations, ou un film de densité variable, qui se déplace à vitesse constante.

La génératrice du cône coïncide avec la ligne AB précédente, et l'axe est parallèle à celui de la lentille réceptrice.

Il se projette ainsi sur la cellule un pinceau

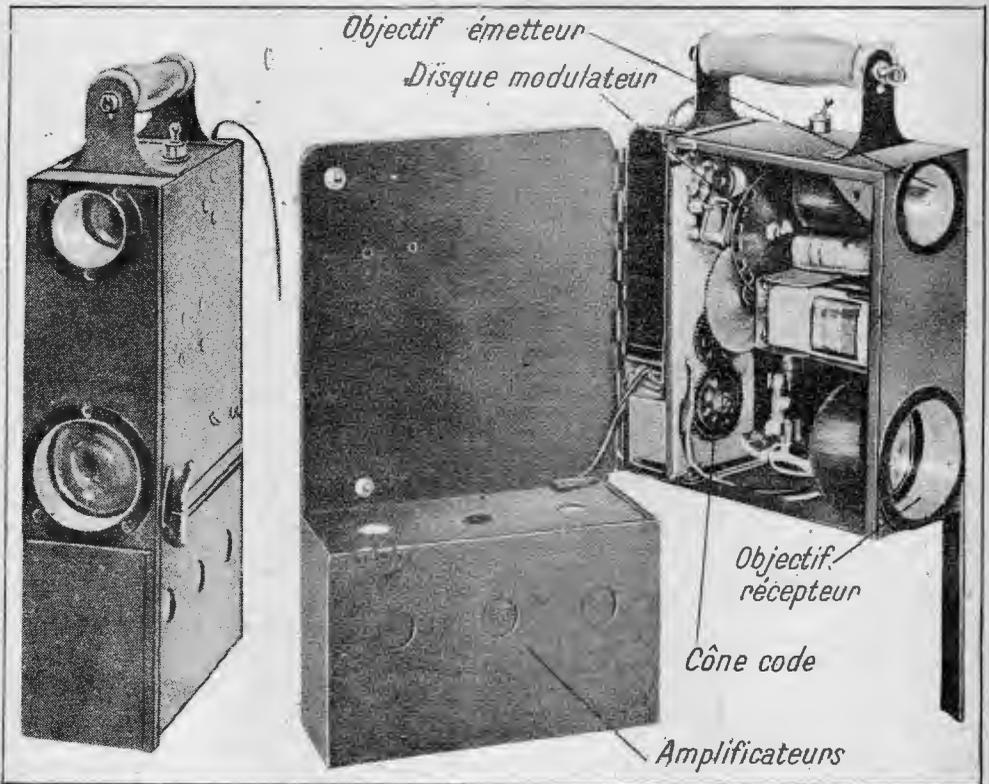


FIG. 3 ET 4. — LE DÉTECTEUR PHOTOÉLECTRIQUE POUR AVEUGLES

Cet appareil, qui pèse moins de 4 kg, peut être facilement tenu à la main. Un faisceau lumineux modulé à la fréquence de 500 périodes par seconde est émis par la lentille supérieure; il se réfléchit sur les obstacles environnants et est reçu par la lentille inférieure. Les signaux audibles sont perçus à l'aide d'un écouteur très réduit (type prothèse auditive), donnant à l'aveugle des indications nettes sur la direction et la distance des obstacles.

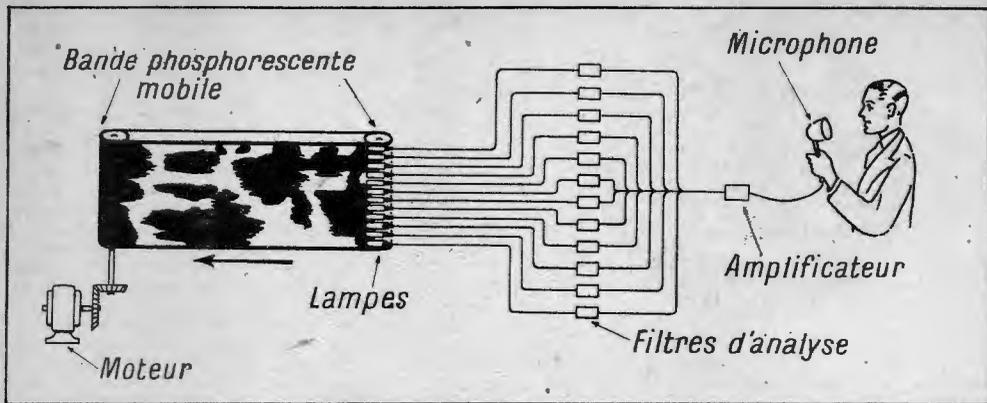


FIG. 5. — L'APPAREIL A PAROLES VISIBLES DES LABORATOIRES BELL

Le professeur parle devant un microphone. Les courants microphoniques amplifiés sont sélectionnés par une série de filtres passe-bande et actionnent des ampoules lumineuses à gaz rare qui impressionnent un large ruban sans fin mobile enroulé d'un composé phosphorescent. Des images sonores caractéristiques et lisibles apparaissent alors sur ce ruban.

lumineux, interrompu d'une façon variable suivant la position de l'image lumineuse du filament sur le cône et, par conséquent, suivant la distance de l'obstacle. Ces variations lumineuses sont ensuite traduites en variations électriques pouvant agir sur un écouteur téléphonique.

Le cône, ou le disque rotatif, doit porter des perforations destinées à produire des signaux optiques transformés ensuite en signaux acoustiques suivant un code étudié à l'avance. On voit sur la figure 2 un exemple de solution adoptée.

Les rayons réfléchis provenant d'un obstacle rapproché produisent trois signaux brefs et rapprochés, suivis d'un silence à chaque tour de disque. Lorsque l'obstacle est plus proche, le signal consiste en un point et un trait ; puis en deux points, un trait et un point. L'amplitude relative des signaux donne également des indications sur la distance.

Emploi pratique du détecteur pour aveugles

L'ensemble de cet appareil de guidage photo-électrique a pu être établi dans un coffret ne pesant guère que 4 kg et de la dimension d'un gros livre facilement transportable à la main. Les indications audibles sont données par un écouteur téléphonique de petites dimensions du type employé dans les appareils de prothèse auditive (fig. 3).

Pour obtenir ces signaux audibles, le faisceau lumineux qui vient se réfléchir sur l'obstacle est modulé initialement à la fréquence constante de 500 périodes par seconde, de façon à obtenir, à la sortie de la cellule, un courant à fréquence musicale. Cette modulation est obtenue avec un disque perforé rotatif entraîné par le même moteur que le cône (fig. 4).

La cellule est reliée à un préamplificateur à lampe pentode, suivi d'un amplificateur à trois étages en cascade, et toutes les pièces de l'appareil ont été spécialement étudiées afin d'assurer un fonctionnement mécanique durable et sûr.

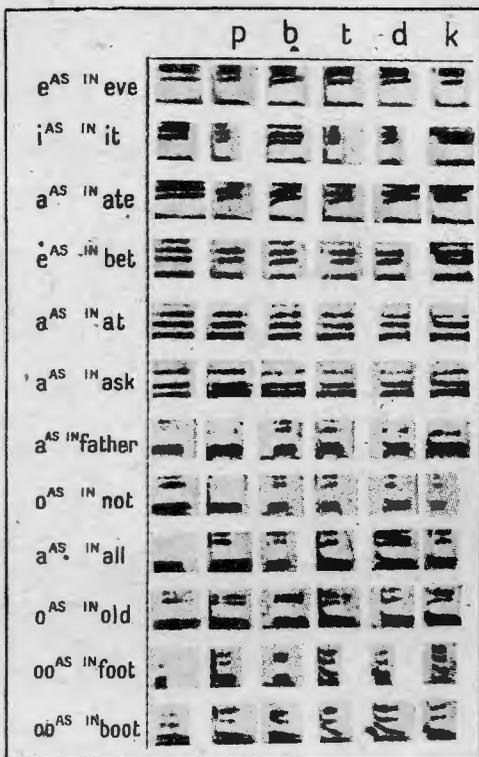


FIG. 6. — LES IMAGES SONORES DE L'APPAREIL BELL

Ces quelques exemples montrent que chaque image est bien caractéristique du son qu'elle représente. On peut ainsi réaliser un véritable alphabet phonétique que l'élève n'a plus qu'à apprendre.



FIG. 7. — L'OSCILLOGRAPHÉ CATHODIQUE APPLIQUÉ A LA TRADUCTION VISUELLE DE LA PAROLE

On voit ici un sourd complet suivant une conversation par téléphone à l'aide d'un « traducteur cathodique ».

Les obstacles sont décelés à une distance minimum de 0,90 m. Les indications successives sur les distances s'échelonnent à 1 m, 1,50 m, 2,10 m, 3 m, et 6 m. La distance séparant les axes des lentilles est de l'ordre de 13 cm.

Il était nécessaire d'éviter complètement les troubles dus à des effets lumineux extérieurs et, en particulier, l'action des sources de lumière artificielle modulées, aux États-Unis, à 120 périodes, le courant du secteur ayant une fréquence de 60 périodes. Il a donc fallu prévoir des filtres correspondants et étudier également les caractéristiques des ouvertures et des diaphragmes du disque de modulation, pour réduire le bruit de fond.

La parole visible

L'invention du téléphone par Alexander Graham Bell date de quelque soixante-dix ans. Elle a été réalisée, nous dit-on, à la suite des travaux entrepris par ce chercheur pour établir un appareil permettant d'atténuer les effets douloureux de la surdité de sa femme.

Les ingénieurs de la Cie des Téléphones Bell, qui porte le nom du célèbre inventeur, se sont peut-être rappelés ces faits lointains, en étudiant un appareil très original permettant aux sourds de distinguer les sons et les paroles, non par l'audition, mais par la vision, et de lire, en quelque sorte, les sons et la voix humaine.

L'enregistrement des sons musicaux et des paroles est actuellement une opération courante, qui peut être réalisée suivant des méthodes assez différentes.

On inscrit les sons, sous forme d'oscillogrammes, de profondeur ou de largeur variable, à la surface des disques phonographiques en matière plastique. On les photographie sur des films sensibles sous forme d'images, de surface ou de densité photographique variable ; c'est

grâce à ce dernier procédé qu'on sonorise les films cinématographiques.

Depuis très longtemps également, on enregistre les sons et les paroles dans les laboratoires de phonétique, non en vue de leur reproduction ultérieure, mais uniquement pour en étudier les caractéristiques.

Toutes ces images ou ces dessins photographiés ou gravés, et qui représentent des sons musicaux ou des paroles, n'ont pas une signification visuelle précise et immédiate pour un profane. Ils ne sont pas lisibles, en quelque sorte, et ne peuvent servir à l'instruction visuelle d'une personne non exercée.

Pour permettre à des déficients de l'ouïe de lire des images sonores de ce genre, il fallait constituer, en fait, un alphabet phonétique dont les signes permettent de discerner immédiatement les différences de tonalité, la longueur ou la brièveté des syllabes et même l'accentuation plus ou moins appuyée de chaque mot. Il s'agissait d'établir un dispositif isolant, en quelque sorte, chaque son et l'imprimant sous forme d'un graphique aisément lisible par un observateur quelconque.

Le ruban phosphorescent parlant

Les ingénieurs des laboratoires Bell ont obtenu le résultat cherché en réalisant plusieurs dispositifs distincts ayant le même but.

Le premier comporte un large ruban phosphorescent, entraîné horizontalement à vitesse constante devant les yeux de l'observateur, assez lentement pour permettre une observation facile, et suivant le rythme même de la parole (fig. 5).

Le professeur, ou l'interlocuteur, parle devant un microphone ; les courants microphoniques amplifiés sont transmis à une série de filtres d'analyse, accordés chacun sur des fréquences distinctes et inférieures à 3 000 cycles. Chacun de ces filtres passe-bande, laissant ainsi passage à une bande de fréquences musicales bien déterminée et relativement étroite, est relié à une petite ampoule à luminescence à gaz rare. Toutes les ampoules sont montées les unes au-dessus des autres, dans une colonne verticale.

Le ruban mobile est enduit d'un composé phosphorescent, retenu par une bague plastique ; il se déplace autour de la colonne verticale contenant les ampoules, et il est ainsi soumis à l'action de la luminescence modulée produite par elles. Des « images sonores » apparaissent sur sa surface et demeurent sur elle par phosphorescence pendant le déplacement latéral, ce qui permet à l'observateur de les étudier.

Un deuxième tambour vertical d'entraînement placé à gauche contient une ampoule à rayons infrarouges, dont l'action supprime la phosphorescence du ruban et le rend prêt à un nouvel enregistrement.

La principale différence de ces images sonores avec celles qui sont inscrites, par exemple, sur les films parlants consiste dans la superposition

de signes *distincts* constituant des ensembles tous différents et d'aspect très reconnaissable (fig. 6).

L'emploi du tube cathodique

Les ingénieurs des laboratoires Bell ont également réalisé un autre dispositif du même genre, servant plus spécialement à l'instruction d'un groupe d'élèves, et dans lequel on emploie un tube spécial à rayons cathodiques. L'ampoule de ce tube est enduite d'un composé phosphorescent, sur une bande assez large, et elle tourne lentement, de façon à exposer constamment cette bande aux regards de l'observateur. Le pinceau électronique balaye verticalement cette bande et imprime sur sa surface des images sonores correspondant aux courants provenant des filtres des circuits microphoniques précédents.

Un autre appareil, en fin, permet d'obtenir des enregistrements permanents; les sons sont d'abord enregistrés sur une boucle de ruban magnétique et ensuite répétés et inscrits, à l'aide d'un stylet explorateur, sur un tambour recouvert d'un papier spécialement imprégné.

Les divers usages de la machine à lire les paroles

Une question essentielle pour le sourd-muet, qui n'est pas muet de naissance, mais uniquement parce qu'il n'a jamais entendu de paroles, consiste à discerner sa propre voix et celle des autres, pour apprendre à parler. Les méthodes

employées jusqu'ici permettent bien à l'infirmes de s'exprimer, mais sa voix reste généralement monotone, souvent désagréable et difficile à comprendre. C'est pour lui dans la vie un sérieux handicap.

Il existe, aux États-Unis seulement, 20 000 enfants sourds-muets. On comprend donc l'importance de ce problème. Le petit sourd-muet, privé du moyen naturel qui permet à un enfant normal d'apprendre à parler en écoutant les grandes personnes, ne peut retenir que 6 mots environ pendant la première année de son éducation dans un institut spécial. Il retient 50 mots environ pendant les trois premières années, ce qui est infime par rapport aux 3 000 mots qu'apprend d'habitude un enfant normal pendant le même temps.

Les images sonores de la machine à lire les paroles permettront à l'élève sourd-muet de comparer immédiatement les paroles de son maître avec celles qu'il prononce lui-même, de reconnaître les défauts de sa prononciation, de chercher à améliorer constamment les résultats qu'il obtient.

La machine rendra également des services aux sujets normaux. Les paroles enregistrées peuvent être imprimées dans des livres, en correspondance avec le texte; elles décèleront avec plus de précision les particularités des dialectes, permettront l'amélioration et la correction de la prononciation des langues étrangères et serviront ainsi à l'enseignement des langues.

P. HÉMARQUER.

A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

LE MONOPOLE DE LA QUININE

La production de la quinine était virtuellement, avant la dernière guerre, un monopole des Indes néerlandaises, qui, en 1938, avaient fourni 11 000 t. d'écorce de *Quinquina Ledgeriana* sur un total mondial de 13 000. Il semble qu'aujourd'hui ce monopole ait pris définitivement fin. D'une part, la culture du quinquina a connu, du fait de l'occupation

japonaise des Indes néerlandaises, une extension importante en Bolivie, sous l'impulsion américaine, aux Indes britanniques, sous celle des Anglais, et également au Guatemala, à Costa-Rica, à Cuba, au Congo belge et au Tanganyika. Des usines de traitement de l'écorce de quinquina sont en fonctionnement en Bolivie et au Congo belge (Costermansville). D'autre part, les substituts synthétiques de la quinine sont maintenant fabriqués sur une grande échelle, et c'est là, pour la production indonésienne, que se trouve la menace

la plus grave. On fabrique annuellement, aux États-Unis, 100 t environ de succédanés, tels que *Patébrine*, qui équivaldrait à quelque 400 t de sulfate de quinine (les Indes néerlandaises et la Hollande réunies en exportaient annuellement 60 t avant guerre). En outre, la Grande-Bretagne fabrique un nouvel antimalarique, la *paludrine*. Quant à l'U. R. S. S., des informations dignes de foi précisent que la production d'antimalariques synthétiques doit être développée au cours des années prochaines.



*En qualité...
toujours plus haut!*

ROYAL
Stephens'

COMPAGNIE DES ENCRE
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2425.000 FRANCS
57 RUE DEGUINGAND
LEVALLOIS-PERRET (SEINE)