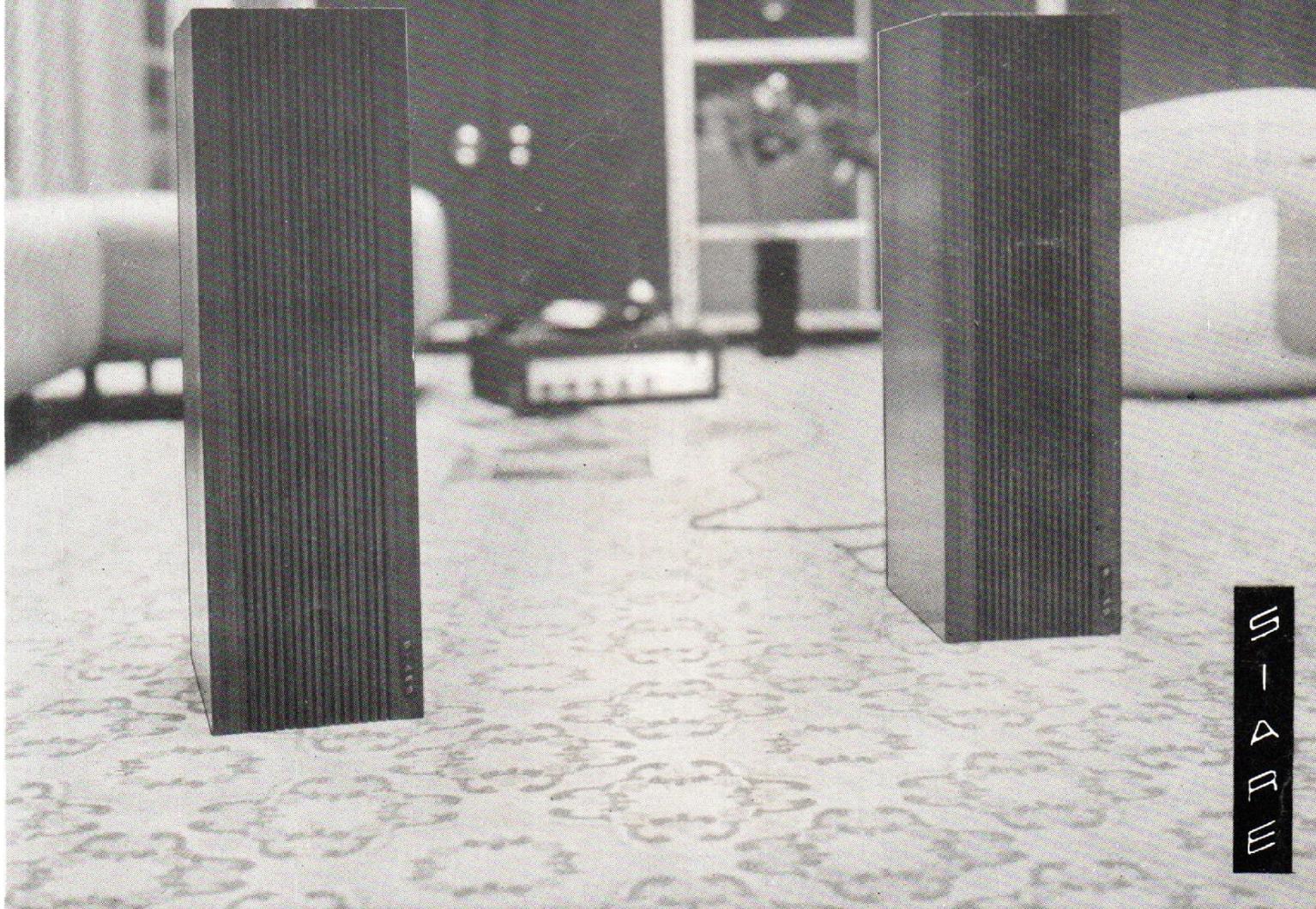


LE HAUT-PARLEUR édition

électronique MAGAZINE

le seul magazine
d'ELECTRONIQUE
compréhensible par tous



M - A - R - C - H

LE SALON DE LA RADIO ET DE LA TÉLÉVISION

L'ÉLECTRONIQUE A LA CONQUÊTE DE LA LUNE

L'HISTORIQUE DES HAUT-PARLEURS

NUMÉRO 1 226
18 SEPTEMBRE 1969

2,50 F

BELGIQUE : 35 FB - SUISSE : 3,5 FS
ITALIE : 625 Lires - CANADA : 75 \$
SELECT
MAROC : 2,88 D.H. - ALGÉRIE : 2,85 Dinars

Musique et Décoration



Giraudax 1

SATELLITE 1: Le haut-parleur additionnel universel, s'adapte sur le récepteur, le téléviseur, l'électrophone, la cassette, le magnétophone, le poste voiture pour l'écoute à distance dans la plus parfaite qualité musicale.

SATELLITE 2 : présentation cylindrique luxueuse associant l'art musical à l'art décoratif.

SATELLITE 3 : même modèle que le Satellite 2 mais avec dispositif permettant de le suspendre.

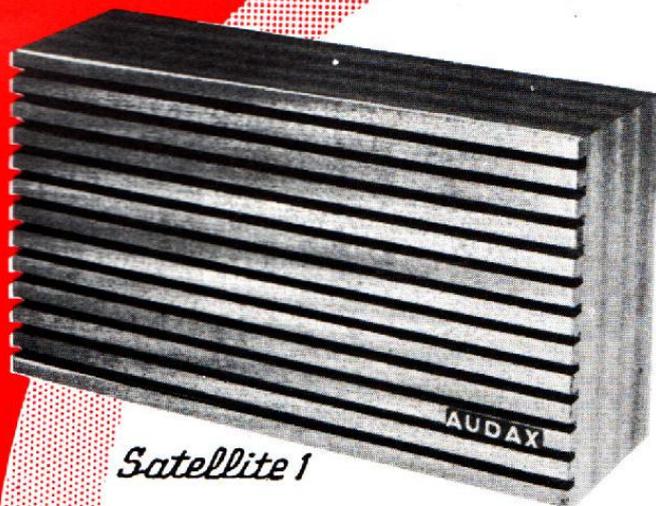
GIRAUDAX 1 : enceinte acoustique luxe à forme cylindrique donnant à la fidélité et à l'ambiance musicales une répartition intégrale.



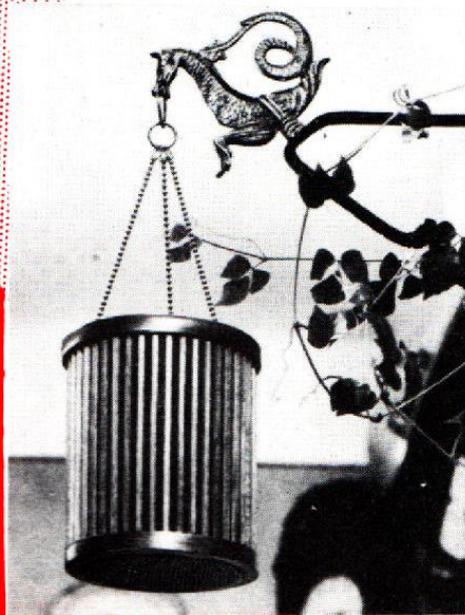
*Demandez notre
documentation*

PRODUCTION
AUDAX
FRANCE

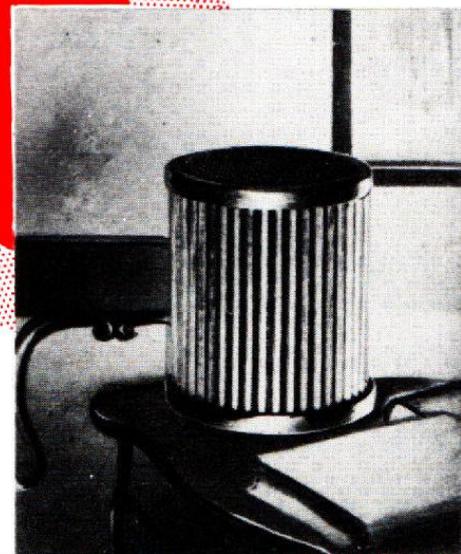
45, avenue Pasteur, 93-Montreuil
Tél. : 287-50-90
Adr. télégr. : Oparlaudax-Paris
Télex : AUDAX 22-387 F



Satellite 1



Satellite 3



Satellite 2

La plus importante production Européenne de Haut-Parleurs



LE HAUT-PARLEUR édition

électronique MAGAZINE

électro-journal

Georges VENTILLARD et Cie

Groupement d'intérêt économique
régé par l'ordonnance du 23 septembre 1967

ADMINISTRATION-RÉDACTION

SOCIÉTÉ DES PUBLICATIONS RADIO-ÉLECTRIQUES ET SCIENTIFIQUES

Société anonyme au capital de 3 000 francs
2 à 12, rue Bellevue - Paris-19°
Tél. : 202-58-30

PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL
DIRECTEUR DE LA PUBLICATION :
JEAN-GABRIEL POINCIGNON

DIRECTEUR TECHNIQUE : **H. FIGHIERA**
RÉDACTEUR EN CHEF : **J. PELLANDINI**
SECRÉTAIRE DE RÉDACTION :
Monique MAZEYRAT

PUBLICITÉ

SOCIÉTÉ AUXILIAIRE DE PUBLICITÉ

43, rue de Dunkerque - PARIS-X°
Tél. : 744-77-13 et 744-78-22 - C.C.P. 695-76 PARIS
BELGIQUE : S.B.E.P., 131, av. Dailly, BRUXELLES-3

ABONNEMENTS

2 à 12, rue Bellevue - PARIS-19°
C.C.P. 424-19 - PARIS

ABONNEMENT D'UN AN COMPRENANT :

- 11 numéros Haut-Parleur « Electronique Professionnelle Procédés Electroniques »
- 15 numéros Haut-Parleur dont 3 numéros spécialisés :
 - Haut-Parleur Radio et Télévision
 - Haut-Parleur Electrophones et magnétophones
 - Haut-Parleur Radiocommande
- 12 numéros Haut-Parleur « Radio-Télévision Pratique »
- 11 numéros Haut-Parleur « Electronique Magazine »

FRANCE 65 F
ÉTRANGER 80 F

LE NUMÉRO : 2,50 F

Dépositaire central : PARIS-SEINE
2 à 12, rue Bellevue - PARIS-19°



numéro de
commission
paritaire
23.643

Ce numéro a été tiré à

34 500 exemplaires

SOMMAIRE

4 APOLLO XI : DEUX HOMMES SUR LA LUNE ET DES MILLIERS SUR LA TERRE

une technique révolutionnaire de dépôt de revêtements anti-usure :

10 LES CANONS DE MEYRIN

13 DEUX APPLICATIONS DE L'ÉLECTRONIQUE DANS L'AUTOMOBILE

l'électronique a déjà son histoire :

17 ÉVOLUTION DU HAUT-PARLEUR : DU MOTOGRAPHE D'EDISON AU DYNAMIQUE MODERNE

24 SUIVEZ LE GUIDE : VISITE DU SALON DE LA RADIO ET DE LA TÉLÉVISION

31 LE RENDU DES COULEURS EN TÉLÉVISION

38 LE RÉGLAGE DE L'ANTENNE TÉLESCOPIQUE D'UN TÉLÉVISEUR PORTATIF

introduction à la haute-fidélité :

42 LES TABLES DE LECTURE : III - LES CELLULES PHONOCAPTRICES

50 L'AMPLIFICATEUR STÉRÉOPHONIQUE HEATHKIT AA 15

57 connaissance de l'électro-ménager

58 à la vitrine du revendeur

61 informations électroniques du monde

65 humour et électronique

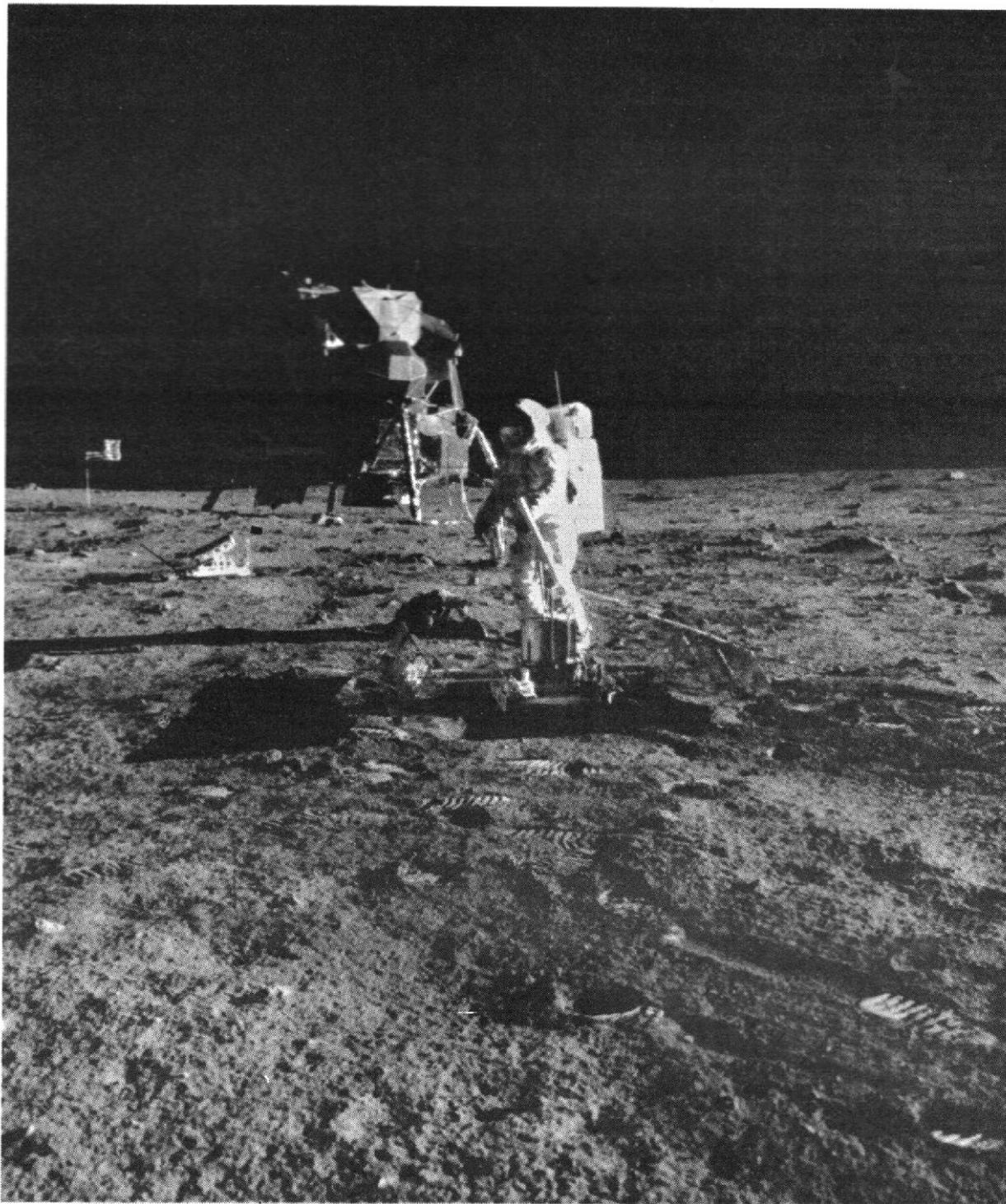
66 petites annonces

67 bons-réponse

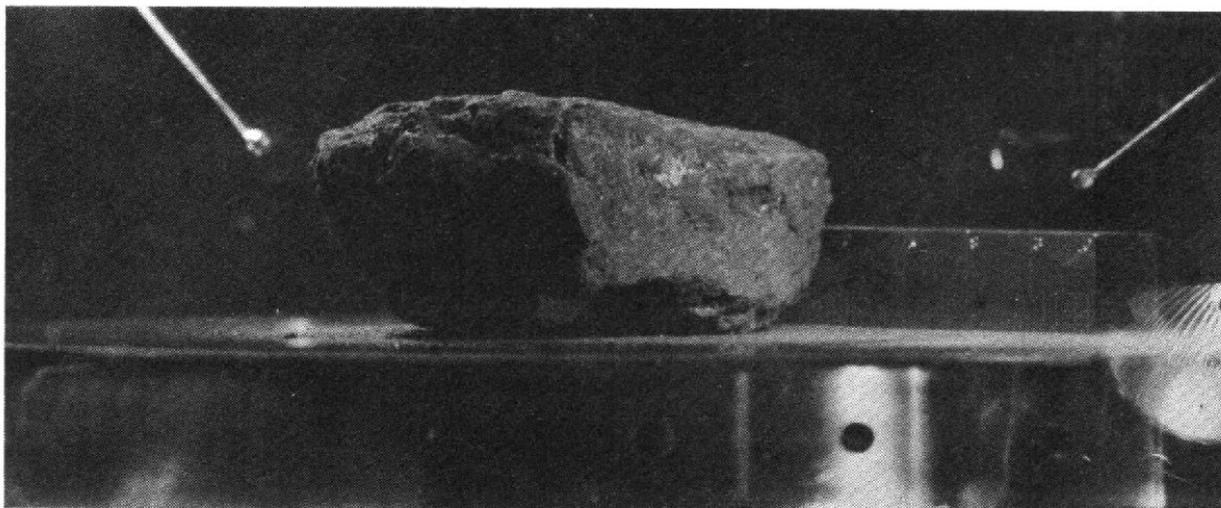
couverture

Les enceintes acoustiques SIARE ont acquis une très grande réputation tant par leurs performances musicales que pour l'élégance de leur ligne. Les plus petites (miniaturisées), comme les plus grandes, s'adaptent à la perfection à toutes les chaînes Hi-Fi de 12 W à 40 W.

(Photo Electronique Magazine, M. Poirier, réalisée dans une décoration des GALERIES BARBÈS aimablement mise à notre disposition).



Sur cette photo, prise base de la Tranquillité quelques instants avant que les deux astronautes ne regagnent le LM pour le retour, on voit les instruments scientifiques laissés sur le sol sélène. Au premier plan le séismomètre à gauche, à mi-chemin du drapeau, le réflecteur laser.



Plus chers que le diamant, les échantillons lunaires rapportés par les astronautes de la mission « Apollo 11 » n'ont pour l'instant révélé rien de sensationnel. Ils sont de structure granulée riche en fer et magnésium.

Apollo 11

DEUX HOMMES SUR LA LUNE et des milliers sur la terre

Si vous n'avez pas eu la chance d'assister au lancement d'« Apollo 11 » et si vos finances ne vous permettent pas d'envisager la visite de Cap Kennedy ou de Houston, profitez de vos prochaines vacances en Espagne pour faire un crochet par Robledo à quelques kilomètres de Madrid. Vous y verrez l'une des trois stations de communication spatiale sans lesquelles les missions « Apollo » n'auraient pas pu avoir lieu.

Une fusée de 3 000 tonnes et trois hommes ont accaparé l'attention du monde entier, moins la Chine paraît-il, pendant dix jours. Mais pour que Armstrong et Aldrin aidés de Collins réussissent leur prodigieux voyage Terre-Lune-Terre, au sol plus de 3 000 personnes les ont suivis et guidés seconde après seconde grâce à un ensemble de moyens électroniques gigantesques.

Nous avons il y a quelque temps, à l'occasion du vol « Apollo 8 », évoqué le rôle des ordinateurs et donné un aperçu du problème complexe des liaisons radio avec le véhicule spatial. Aujourd'hui, nous nous proposons de vous donner une idée plus synthétique des différents réseaux mis en œuvre et de leurs fonctions.

Le contrôle des vols « Apollo » a nécessité la mise en place de deux réseaux distincts. L'un, chargé de la liaison Terre-Espace, l'autre, assurant la circulation des informations entre les stations du premier et le centre de contrôle de la mission à Houston.

Le réseau de poursuite, que les Américains toujours friands de sigles appellent MSFN - Manned Space Flight Tracking Network - comporte treize stations terrestres, et utilise trois



Cap Kennedy : un centre de calcul, 450 consoles de visualisation pour contrôler quelques secondes de la mission « Apollo », le lancement. Cette photo prise à 9 h 32 TU le 16 juillet, les techniciens regardent par une fenêtre le départ de la fusée « Saturn V ».

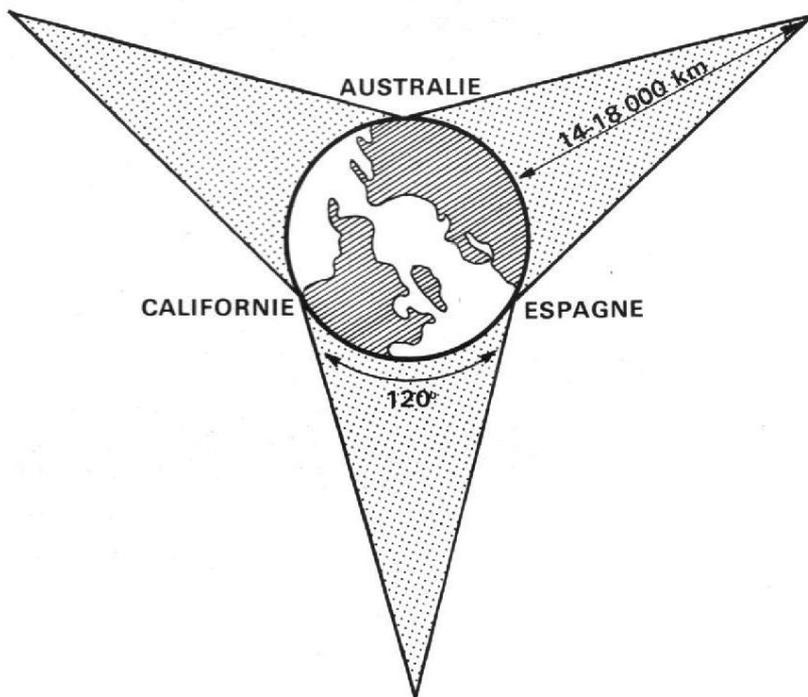
navires spécialement équipés, ainsi que quelques avions également dotés d'un équipement particulier. Depuis 1958, la NASA a investi plus de 600 millions de dollars dans le réseau MSFN, c'est dire son importance.

Le réseau de poursuite et de communication Terre-Espace utilise deux types principaux de stations selon les phases du vol. Tant que le véhicule spatial est dans l'espace proche, c'est-à-dire du lancement à l'insertion sur trajectoire de transfert vers la lune, onze stations dotées d'antennes à réflecteur parabolique de 10 m de diamètre sont employées. Les stations sont réparties tout autour de la terre, de façon à ce qu'à tout instant au moins deux d'entre elles soient en vue du vaisseau spatial. Cette nécessité provient de la longueur d'onde employée pour communiquer. En effet, on utilise des ondes à très hautes fréquences du type de celles employées par les radars. Leur propagation en droite ligne possède l'avantage de permettre une localisation précise du véhicule, mais en contrepartie exige de garder constamment le vaisseau « en vue ».

Une heure approximativement après que le véhicule « Apollo » ait quitté son orbite circumterrestre pour se mettre en route vers la lune, trois stations plus puissamment équipées entrent en action. Ces stations possèdent, des antennes d'un diamètre de 26 m et sont disposées autour de la terre de façon à être séparées les unes des autres de 120° de longitude. Cette disposition permet de couvrir un maximum d'espace avec un minimum de stations. A partir de 14 à 18 000 km de la terre, la couverture de ces trois stations devient continue.

Outre la station de Robledo, dont nous avons signalé l'existence au début de cet article, les deux autres stations de communication avec l'espace lointain sont installées à Goldstone en Californie et à Tindbinbilla près de Camberra en Australie. Après la séparation du module de commande et du module lunaire, elles peuvent communiquer simultanément avec l'un et l'autre et recevoir des signaux TV. La plus grande partie des liaisons entre « Apollo » et la terre s'effectue donc grâce à ces trois seules stations.

Leur fonctionnement est similaire à celui des stations destinées aux communications avec l'espace proche. Le réflecteur de leurs antennes concentre sur une surface grosse comme une

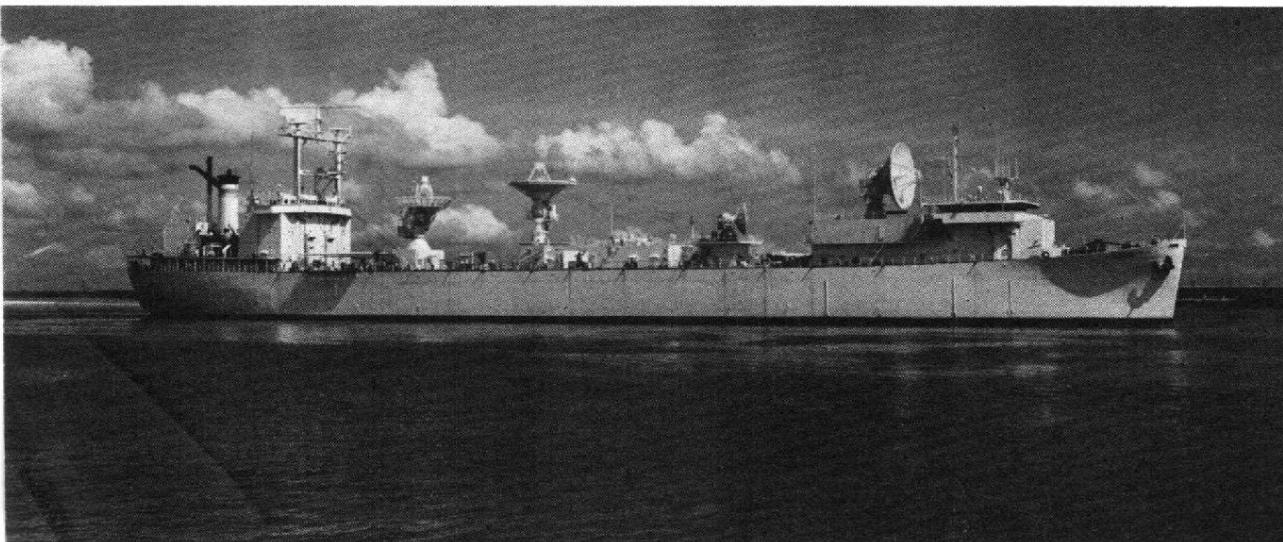


tête d'épingle l'ensemble de l'énergie recueillie en provenance du vaisseau spatial. En dépit de l'importance de la surface interceptée par le réflecteur — 530,9 m² pour les antennes de 26 m de diamètre et 78,5 m² pour celle de 10 m — l'énergie collectée est très faible : de l'ordre du milliwatt. L'amplification est effectuée dans un amplificateur paramétrique à très faible bruit refroidi de façon à limiter encore le bruit dû à l'agitation thermique. L'amplificateur paramétrique (1) amène les signaux à un niveau suffisant pour les traiter de façon plus classique.

Au retour, le processus est inversé : à mesure que la capsule se rapproche, les stations de communications avec l'espace lointain cèdent la place aux stations moins importantes. Enfin, la phase de rentrée dans l'atmosphère est surveillée par l'un des trois bâtiments équipés d'antennes de 3,6 m.

(1) On appelle amplificateur paramétrique, un amplificateur qui utilise la variation de l'une de ses caractéristiques pour réaliser l'amplification. L'exemple le plus simple d'amplificateur de ce type est l'escarpolette ; le balancement est accentué par la personne qui se balance grâce à une petite variation périodique de la longueur du pendule.

Les trois stations destinées aux communications avec l'espace lointain sont réparties à intervalles réguliers autour de la terre pour obtenir une couverture continue assez près de la terre avec un minimum de stations.



Le « Vanguard » fait partie du Manned Space Flight Network. Il est équipé comme une station de réception en bande S terrestre. Au centre on note les deux antennes de 10 m de diamètre tournées vers le ciel.

Outre les stations terrestres, à certains moments précis de la mission, essentiellement dans la phase d'injection sur trajectoire de transfert, les trois navires équipés d'antennes de 10 m comme les stations terrestres, sont utilisés pour contrôler le déroulement des opérations. De plus, huit avions surchargés en équipements sont employés comme relais.

LA BANDE S

La gamme de fréquences utilisée par le réseau MSFN s'étend de 1 550 à 5 200 MHz, c'est ce que l'on appelle la bande S. Cette appellation, comme toutes les autres désignations utilisant des lettres, date de la dernière guerre mondiale. La bande S est à cheval entre ce qu'on a coutume d'appeler les spectres de fréquences VHF (300 à 3 000 MHz) et SHF (Super High Frequency de 3 000 à 30 000 MHz).

Les techniciens américains ont choisi un système fonctionnant en bande S pour des raisons multiples. Tout d'abord, il simplifie la tâche au sol en combinant toutes les fonctions de poursuite et de communications dans un seul équipement. Ensuite, pour une puissance donnée, la portée et la couverture dans la zone proche de la terre sont excellentes. Les signaux de la bande S perdent relativement peu de force à travers l'atmosphère terrestre et permettent d'obtenir un gain élevé avec des antennes compa-

rativement petites à bord du vaisseau spatial. Il s'ensuit que la bande S permet des communications sûres à distance lunaire avec des émetteurs embarqués de faible puissance, en l'occurrence 2,5 et 11 W. La largeur de la bande S permet par ailleurs la transmission simultanée par exemple du signal de distance, de la voix et des données. Enfin, la mesure de l'effet Doppler, c'est-à-dire du glissement de fréquence dû au mouvement de vaisseau spatial, sur les signaux reçus à terre permet aux contrôleurs de suivre l'éloignement du véhicule et de déterminer sa vitesse.

Toutes les transmissions ne s'effectuent pas sur la bande S pendant les missions « Apollo ». Les transmissions VHF sont aussi mises à contribution, notamment pour assurer les communications entre les deux modules après leur séparation. Les scaphandres extravéhiculaires sont dotés également d'un ensemble de communication émettant en VHF. Toutes les données médicales et la phonie doivent être, lorsque les astronautes évoluent sur le sol lunaire, relayées par le module lunaire et le module de commande avant d'être retransmises au MSFN par la liaison en bande S.

Le détail des liaisons en bande S serait trop long à exposer ici ; cependant, on peut rapidement signaler que le module de commande communique avec le sol grâce à une liaison unique dans le sens terre-véhicule et deux liaisons inverses. La première de ces liaisons dite liaison montante — bien que le haut et le bas n'aient pas grande signification dans l'espace — fonctionne en modulation de phase comme l'une des deux liaisons inverses, l'autre liaison descendante opérant en modulation de fréquence afin de pouvoir retransmettre les signaux de télévision. Le module lunaire, lui, ne dispose que d'une liaison dans chaque sens avec la terre. Toutes deux opèrent normalement en modulation de phase, ceci afin de permettre la transmission des signaux de mesure de distance, cependant lorsque le LM est posé, la liaison descendante fonctionne en modulation de fréquence pour retransmettre les images de télévision. La liaison sol-LM a une capacité réduite, et ne sert qu'à transmettre la phonie et les signaux d'évaluation de la distance, alors que la liaison inverse permet en plus la transmission de données. Pour le cas où les antennes propres du module lunaire eussent été insuffisantes pour assurer une bonne retransmission des images de télévision, une antenne supplémentaire de 3 m de diamètre, légère, portable, était fixée extérieurement et devait être déployée à la surface de la lune.

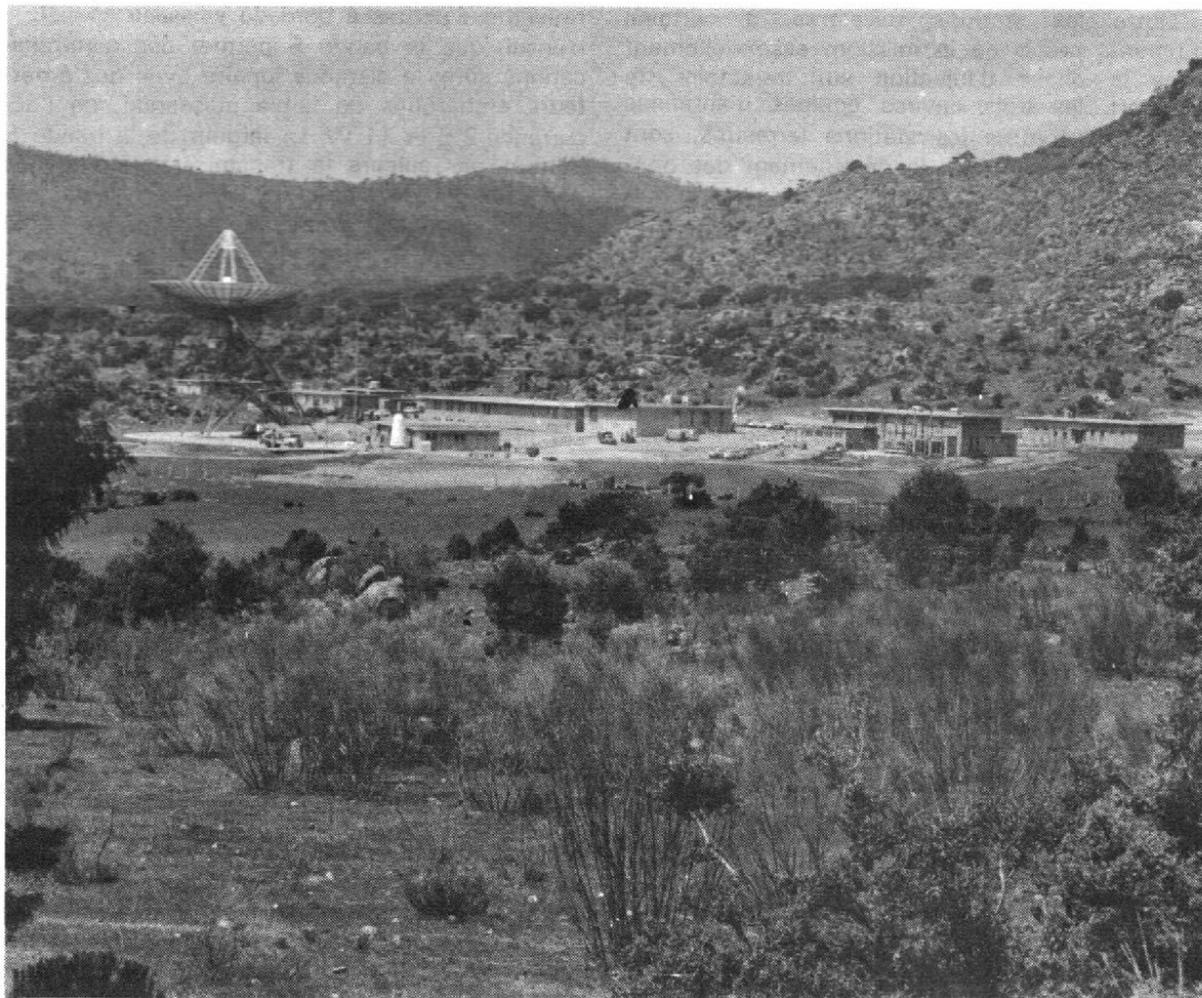
HOUSTON AU CENTRE DE LA TOILE

Communiquer avec l'espace c'est bien, mais c'est absolument insuffisant. Malgré tous les progrès effectués dans le domaine de la miniaturisation des systèmes, des vols du type de celui

Un trou de mémoire !

Au lendemain du vol historique d'« Apollo » 11, la N.A.S.A. fit une révélation surprenante. Quelques secondes avant l'atterrissage du module lunaire dans la mer de la Tranquillité un nombre inquiétant de voyants du système d'alarme se sont allumés, indiquant une surcharge anormale du calculateur de bord. Récemment, Armstrong et Aldrin se sont expliqués au sujet de cet incident qui donna lieu à des titres sensationnels dans la presse quotidienne. La surcharge du calculateur, dont la mémoire propre s'est révélée insuffisante au cours de la phase finale, n'a eu pour conséquence réelle que de priver les deux astronautes de la visualisation de certaines données, mais le calculateur a continué en permanence à assurer le guidage automatique de la descente. L'incident fut éliminé en reportant une partie de la tâche de la machine sur l'équipage. Ce qui prouve, s'il en était encore besoin, que l'homme est somme toute une unité de détection et de traitement de l'information assez fiable, remarquablement compacte et économe en énergie.

Un autre problème s'est révélé dans la phase terminale de l'atterrissage du LM. L'absence d'atmosphère sélène contraignit naturellement à avoir recours à un radar qui détermine l'altitude, la vitesse verticale et la vitesse horizontale du module lunaire. Cependant la poussière soulevée par les gaz éjectés par le moteur du LM perturba le fonctionnement du radar et priva les astronautes d'informations convenables sur la vitesse verticale et la vitesse de translation.



Perdue dans les collines de Robledo l'une des oreilles géantes de 26 m de diamètre tournée vers l'espace lointain, chargée du contrôle des missions « Apollo ».

d'« Apollo 11 » ne peuvent être conduits de façon autonome sans l'appui de calculateurs très puissants basés pour raison de force majeure sur terre. Le centre de calcul qui traite en permanence en temps réel toutes les données relatives à la mission est situé à Houston au Mission Control Center. Il s'agit donc d'acheminer vers ce point toutes les informations recueillies par les stations du réseau de poursuite et de communication et ensuite d'assurer le parcours inverse aux données calculées à Houston. Le réseau de communication de surface chargé de ce travail est désigné du sigle NASCOM, plus transparent que le précédent.

En fait, le centre du NASCOM n'est pas situé à Houston mais au Goddard Space Flight Center installé à Greenbelt dans le Maryland. Une liaison ultra-rapide à grande capacité relie ce centre à Houston.

Le NASCOM utilise des liaisons de tous types, à basse, à grande et à très grande vitesse. La majorité des circuits appartiennent à des organismes nationaux ou privés tels que ITT, Western Union ou les compagnies de téléphone locales. Naturellement, ces circuits ont été mis en place et sont entretenus spécialement pour la NASA.

Des calculateurs Univac 494 travaillant en temps réel sont utilisés comme des agents de la circulation électronique. Ils sont programmés pour reconnaître chaque type d'information qui



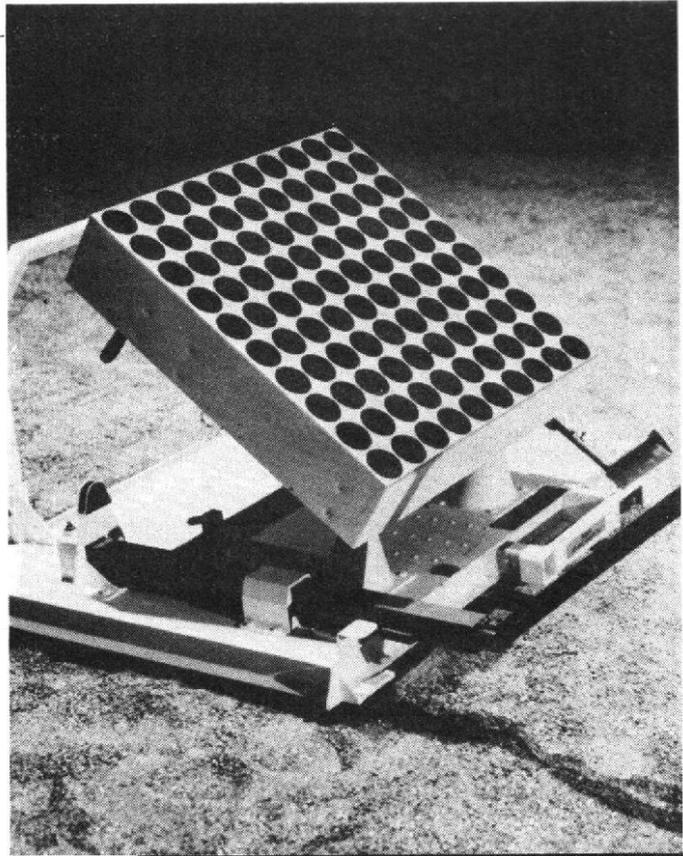
Les astronautes se suivent, le docteur Wernher von Braun reste la vedette incontestée de la N.A.S.A. Il dirige actuellement le Marshall Space Flight Center de Huntsville qui est responsable du développement des lanceurs « Saturn ».

arrive, et les diriger automatiquement ou les commuter vers leur destination propre. Des centres secondaires de commutation, situés à Londres, Honolulu et Camberra utilisent des systèmes de calcul en temps réel univac 418. Les

Le matériel scientifique

Les astronautes ne se sont pas contentés de marcher sur la lune, ils ont rapporté quelques kilogrammes d'échantillon du sol et déposé deux instruments qui permettront, en attendant les prochains vols de mieux connaître notre satellite naturel. Il s'agit d'un séismomètre passif qui pendant un an enregistrera et transmettra vers la terre toutes les informations relatives aux tremblements de lune, et d'un réflecteur laser. Ce dernier matériel est constitué d'une centaine de coins réflecteurs taillés dans une silice synthétique très homogène. La propriété essentielle de ces coins est de renvoyer les rayons lumineux parallèlement aux rayons incidents. Le réflecteur laser, illuminé à l'aide de laser terrestre, se comportera comme un point de référence précis et permettra de réaliser certaines mesures de façon précise, telles que la recherche des variations de la gravité terrestre, l'étude des variations accidentelles de la rotation de la terre, l'étude des mouvements de Chandler, la mesure de la dérive éventuelle des continents. Comme on le voit, la lune est un bon instrument d'étude de la terre.

On a pu croire un instant que le réflecteur laser laissé à la « base de la Tranquillité » ne fonctionnait pas correctement. En effet, contrairement à ce qu'on pensait, il n'a pas été facile de le localiser sur la lune et de diriger un faisceau laser sur lui. Alors qu'on désespérait un peu, les techniciens de l'observatoire Lick de l'Université de Californie ont annoncé le 1^{er} août qu'ils avaient obtenu des réflexions. De ce premier bombardement au laser de la base lunaire, on a pu déduire que le 1^{er} août la distance entre l'observatoire et le réflecteur était de 367 264,269 km à 100 m près.

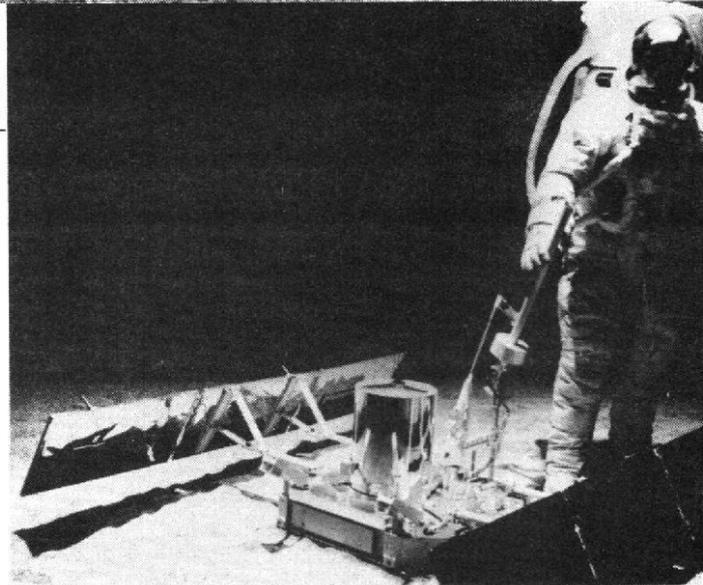


stations et les navires du réseau de poursuite sont équipés de systèmes de calcul à grande vitesse Univac 642-B pour relayer les données télémétriques.

Pendant les opérations du projet « Mercury », le volume du trafic acheminé vers le Goddard Space Flight Center équivalait à une page format 21 x 27 dactylographiée par seconde. Lors des vols « Gemini », ce volume est passé à dix pages par seconde. Avec les vols « Apollo » et plus particulièrement le dernier, ce volume a atteint quelque 500 pages par seconde.

Lors du lancement, Cap Kennedy est connecté directement au centre de contrôle de la mission à Houston, par un système spécial faisant partie intégrante du NASCOM, étudié et mis en place spécialement pour le contrôle des opérations de lancement. Une ligne de transmission de données à grande vitesse relie Cap Kennedy et Greenbelt. Les deux centres traitent et visualisent simultanément les données, puis confrontent les résultats pour éliminer toute erreur.

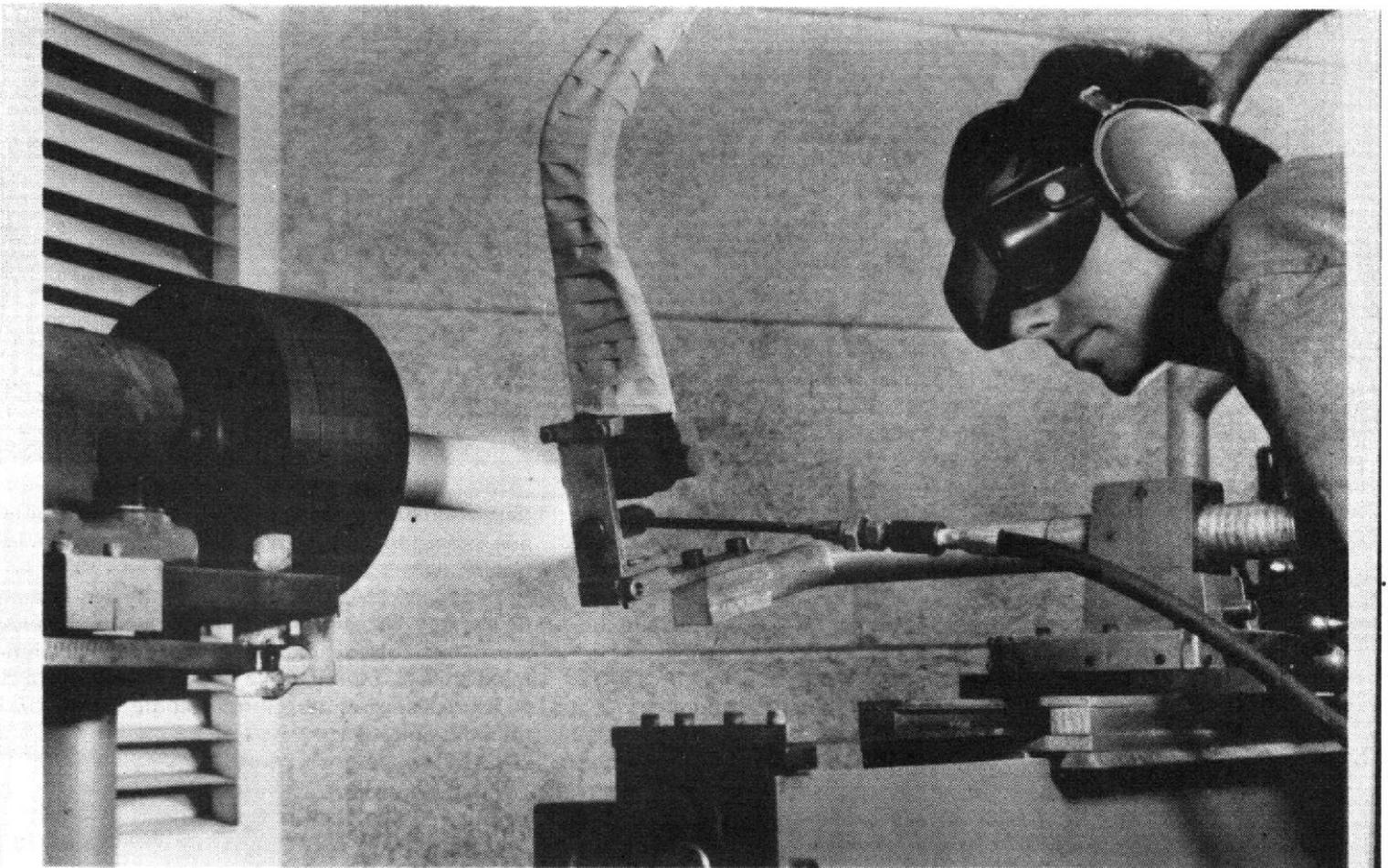
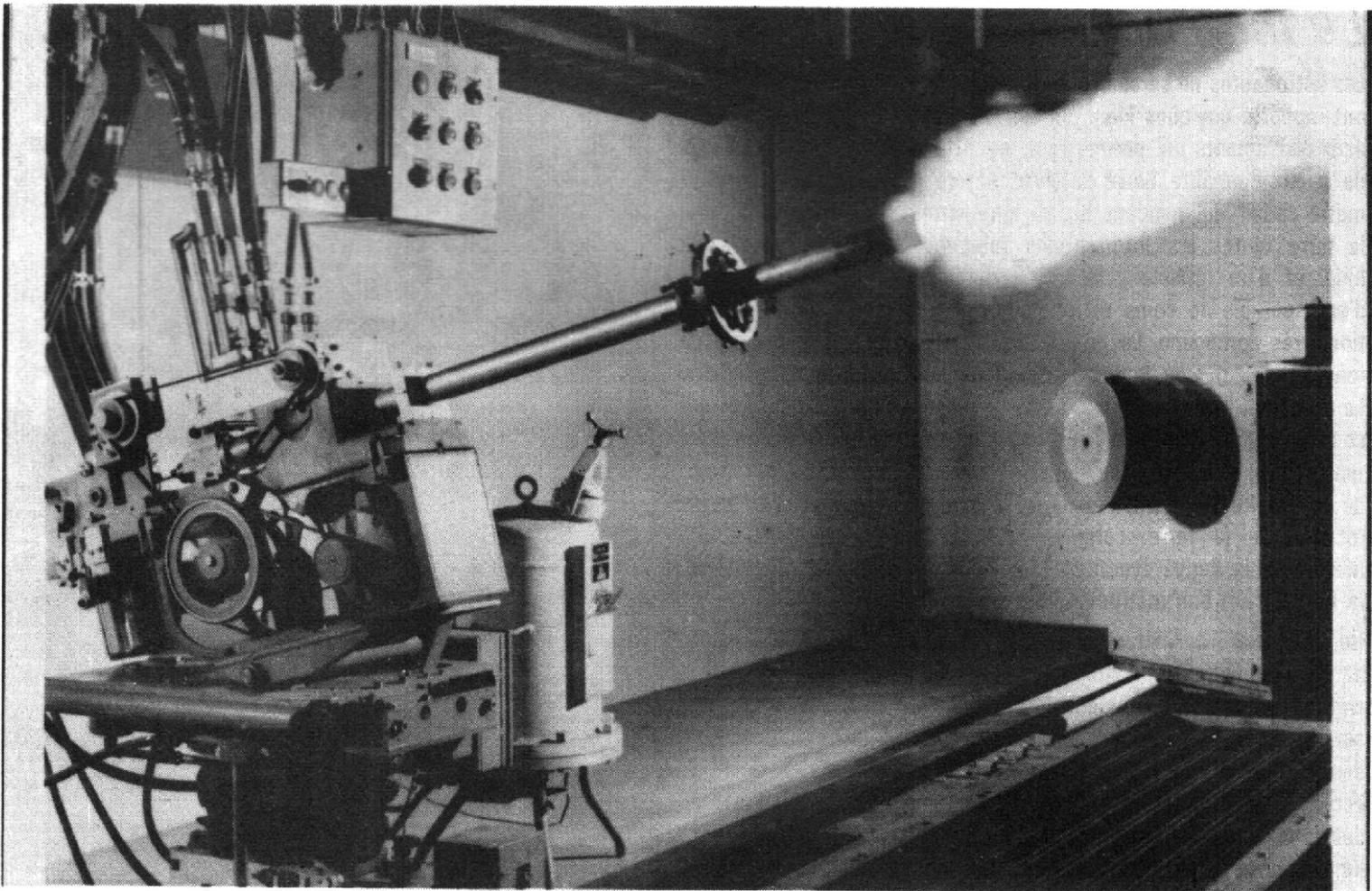
Après le lancement, toutes les données sont dirigées vers Houston où elles sont traitées par



des ordinateurs IBM 360-75 J et comparées aux prévisions effectuées par les ingénieurs de la NASA.

Le réseau NASCOM utilise, outre les circuits de surface classiques que nous avons signalés, deux satellites synchrones Intelsat particulièrement utilisés du fait de la couverture importante qu'ils réalisent et du grand volume de données transmissibles.

Ph. DEMELUN



électronique 2 000

Une technique révolutionnaire de dépôt de revêtement
anti-usure :

LES CANONS DE MEYRIN

L'évolution des techniques rend nécessaire, aujourd'hui plus que jamais, la protection de la surface de nombreux organes contre l'usure et l'érosion. Aussi a-t-on recherché des matériaux plus résistants aux agressions de toute nature et des modes de revêtement superficiel grâce auxquels ceux-ci soient plus intimement liés aux métaux ou alliages constituant ces organes.

Les matériaux de protection modernes sont nombreux. Citons, parmi les plus usuels : le carbure de tungstène additionné de cobalt ou de nickel et de carbures mixtes de tungstène et de chrome, ou encore de nickel-chrome ; l'oxyde de chrome, seul ou associé à l'alumine ; l'alliage cuivre-nickel-indium ; l'alumine additionnée d'oxyde de titane ; l'aluminium ; le molybdène ; le nickel ; le tantale ; le tungstène et le zirconium. La dureté la plus élevée est obtenue avec les matériaux à base de tungstène ou d'alumine. Elle est très supérieure à celle des aciers durcis et des revêtements de chrome et même, dans certains cas, à celle du carbure de tungstène massif.

Le canon oxy-acétylénique à détonations, que l'on voit ici relevé, va être abaissé en direction de la pièce à revêtir. Le revêtement, qui a lieu dans une chambre bétonnée et insonorisée, est télécommandé par un équipement situé dans un local voisin d'où un technicien surveille, à travers une glace blindée, le processus. Les particules de métal, dont l'énergie cinétique est énorme, sont projetées à une vitesse supersonique et se soudent sur la surface de la pièce à revêtir.

Protégé contre l'intense luminosité et la stridence du jet de plasma, un technicien surveille le déroulement automatique de l'opération de revêtement d'une pièce. Le jet, qui se déplace à une vitesse supersonique et dont la température atteint la valeur fantastique de plus de 15 000 °C, entraîne des particules de métal pur qui viennent s'incruster sur la surface de la pièce à revêtir et y forment une couche dense.
(Photographies UCAR S.A.)

PRODUCTION DES REVÊTEMENTS

Pour protéger la surface d'une pièce, le matériau de revêtement est porté à une haute température et ses particules sont projetées à une vitesse supersonique sur celle-ci. En raison de l'énorme énergie cinétique qui les anime, ces particules, lors de leur impact sur la pièce, y produisent superficiellement une énergie calorifique dont l'effet, à l'échelle microscopique, est un phénomène de soudure. Elles font corps avec la pièce et ne peuvent en être détachées dans les conditions d'emploi prévues. A titre indicatif, alors que dans les revêtements courants, la force maximale d'adhérence du matériau est de 450 kg/cm², dans le cas présent, celle-ci est supérieure à 700 kg/cm², soit 1,6 fois plus.

Deux procédés sont mis en œuvre pour projeter sur une pièce le matériau de revêtement : la torche à plasma et le canon à détonations.

Torche à plasma

Le plasma est l'un des quatre états dans lesquels peut se présenter la matière, les autres étant les états gazeux, liquide et solide. On peut le considérer comme un mélange d'électrons et de noyaux positifs d'atomes dissociés, qui ne peut être obtenu qu'en faisant agir une température très élevée — d'au moins quelques milliers de degrés — sur la matière. Il présente plusieurs propriétés des gaz, notamment la fluidité, et se comporte pour le courant électrique comme un conducteur métallique.

Pour le produire, on fait circuler un gaz inerte (1), sous une pression élevée, dans un tube rectiligne entouré par une bobine de fil conducteur parcourue par un puissant courant de haute fréquence. Sous l'influence du champ

(1) Rappelons que les gaz inertes, appelés également « gaz rares », sont l'argon, l'hélium, le néon, le krypton et le xénon.

magnétique intense, les atomes de gaz sont portés à une très haute température et dissociés, comme nous venons de le voir. En outre, ce jet de plasma est concentré à l'intérieur du tube, à la manière dont l'est le faisceau d'électrons dans un tube cathodique d'oscilloscope ou dans un tube image de télévision. Il ne touche donc pas la paroi du tube à l'intérieur duquel il est confiné. Comme sa température atteint la valeur fantastique de plus de 15 000 °C, on comprend qu'il puisse fondre un matériau non organique et en projeter les particules, à une vitesse supersonique, sur une pièce à revêtir. Ces particules se soudent alors entre elles et au matériau de la pièce, et y forment une couche dense, exempte d'impuretés.

Bien entendu, la torche est mue afin de balayer la surface de la pièce à revêtir, au moyen du jet dilaté à sa sortie. Le mouvement est produit automatiquement. Avec ce dispositif, les matériaux de revêtement les plus courants sont : l'aluminium, l'alumine, le nickel, le tantale, le molybdène, le tungstène et le zirconium.

Canon à détonations

Bien que ce dispositif n'emprunte à l'électronique que des étincelles, il n'en est pas moins extrêmement évolué. Il s'agit d'une sorte de canon dans l'âme duquel sont introduites, sous pression, des quantités très précises d'oxygène et d'acétylène, contenant une proportion rigoureusement déterminée de poudre de matériau de revêtement, en suspension dans un gaz inerte. Une bougie analogue à celles d'un moteur d'automobile produit une étincelle, qui allume le mélange et provoque une détonation, laquelle projette les particules de matériau — rendues plastiques par la chaleur — hors du tube du canon, sur la pièce à revêtir superficiellement. La vitesse des particules atteint 750 m/s, soit plus de deux fois celle du son dans l'air ! Les détonations ont lieu à une cadence de quatre par seconde, et leur succession régulière permet, suivant le temps de l'opération, d'obtenir un revêtement de l'épaisseur voulue.

Le bruit produit par chaque détonation étant d'un niveau très élevé — de l'ordre de 150 décibels — l'équipement est installé dans une cabine de béton à doubles parois, pourvues de panneaux d'insonorisation. Le réglage du balayage de la pièce à revêtir ayant été préalablement exécuté, les phases d'une opération se déroulent automatiquement. Elles sont télécommandées à partir d'un ensemble situé à l'extérieur du local de traitement.

MISE EN ŒUVRE

Des équipements de l'un des deux genres que nous venons de décrire sont, on le conçoit, d'un prix très élevé. Ils exigent des locaux spécialement aménagés et ne peuvent être mis en œuvre que par des techniciens ayant subi une longue formation. En outre, il convient de leur adjoindre des laboratoires de contrôle et de recherche parfaitement outillés, afin que soient garantis les résultats exigés des revêtements. Pour ces raisons, leur fabricant : l'**Union Carbide Corporation**, bien connue, a installé une usine de traitement à Meyrin, près de Genève, laquelle se charge de revêtir les pièces qui lui sont confiées par les industriels européens. Prévoit-elle d'en installer une quelque jour en France ? Nous l'ignorons.

AVANTAGES DES REVÊTEMENTS

En les considérant comme combinant des caractéristiques de surface spéciales avec les qualités exigées du matériau de base, les revêtements présentent les avantages ci-après :

— Par la grande variété de leur composition et leurs propriétés spécifiques, ils permettent d'apporter une solution satisfaisante à tout problème particulier ;

— La grande majorité des matériaux métalliques dont la dureté est inférieure à 60 Rockwell C peuvent être revêtus. Tout risque de distorsion ou de gauchissement de la pièce est évité en cours de traitement, la température du matériau de base demeurant inférieure à 200 °C ;

— La force d'adhésion des revêtements est très supérieure à celle des revêtements obtenus par d'autres procédés, à telle enseigne que les méthodes classiques de contrôle d'adhérence ne permettent pas de les arracher ;

— La densité de ces revêtements est plus élevée que celle obtenue par les autres procédés projetant des matériaux pulvérisés. La porosité est de l'ordre de 1 % seulement ;

— La surface de ces revêtements peut être polie par de nombreuses méthodes de finissage. Le poli obtenu révèle une rugosité inférieure à 25 millièmes de micromètre CLA, soit 25 nanomètres ;

— Une exceptionnelle résistance à l'usure dans les conditions les plus dures peut être obtenue, car la dureté superficielle d'un revêtement peut atteindre 78 Rockwell C ;

— La surface traitée peut être exactement délimitée et des tolérances dimensionnelles très étroites respectées ;

— Les procédés de revêtement sont rentablement applicables à tous types de pièces métalliques, quelles qu'en soient les dimensions.

A ces avantages techniques s'ajoutent des avantages économiques :

— Réduction de la quantité de pièces de rechange stockées ;

— Diminution des frais de maintenance, les changements de pièces étant moins fréquents ;

— Récupération possible des pièces usées, qui sont décapées et pourvues d'un nouveau revêtement ;

— Coût des pièces diminué dans certains cas par la possibilité d'emploi d'un matériau de base moins cher.

QUELQUES APPLICATIONS

Les domaines d'application des revêtements dont nous venons de traiter sont trop nombreux pour que nous puissions les citer tous. Aussi nous limiterons-nous à quelques-uns d'entre eux et aux pièces qui, dans ceux-ci, sont le plus sujettes à l'usure ou à la dégradation.

Avions et missiles : aubes, ailettes, joints de turbines, carénages d'entrée d'air pour turbines, tuyères de fusées, chambres de combustion, pistons de pompes hydrauliques, manchons de pompes à piston à billes, plateaux de soupapes, aubes de compresseurs, coussinets d'arbres, doigts de culbuteurs pour réchauffeurs, masselottes de régulateurs centrifuges, paliers de gyroscopes, robinets-vannes d'air chaud, conduits de ventilation.

(Suite et fin page 34)

DEUX APPLICATIONS DE L'ÉLECTRONIQUE *dans l'automobile*

VOLKSWAGEN :

Un ordinateur dans les moteurs

Depuis quelques mois, Volkswagen équipe en option certains de ses modèles d'un moteur à injection à commande électronique, première application mondiale en ce domaine, et ses véhicules destinés aux Etats-Unis d'un système d'épuration des gaz d'échappements.

GRACE AUX SEMI-CONDUCTEURS

La solution au problème de l'épuration des gaz d'échappement a été recherchée en commun par les firmes allemandes Volkswagen et Bosch : elle consiste en un système d'injection à commande électronique basé sur les progrès les plus récents en matière d'électronique et on peut écrire que sa mise au point constitue une phase nouvelle dans l'histoire du moteur à explosion.

Mais seule la technique des semi-conducteurs a rendu possible la solution des problèmes posés par la commande électronique qui, opérant avec une extrême rapidité, permet d'adapter sans retard la formation du mélange carburant aux variations continues des conditions d'utilisation.

UN CYCLE RÉGLÉ

La quantité d'essence est exactement dosée en fonction des temps d'ouverture des injecteurs.

Le système travaille en fonction de la charge, du régime et de la température de fonctionnement du moteur.

Ainsi, lors des départs à froid, des accélérations, en poussée et à faible régime, les cylindres reçoivent la quantité d'essence strictement nécessaire. Un enrichissement du mélange est donc pratiquement évité (quels que soient la

charge et le régime). La combustion s'effectue par conséquent toujours dans des conditions favorables, et sans que de grandes quantités de combustibles non brûlés ne soient rejetées dans les gaz d'échappement.

EN MARCHÉ

L'essence est injectée tour à tour sur les soupapes d'admission par les injecteurs électromagnétiques.

Contrairement à ce qui se passe avec les systèmes d'injection à commande mécanique comportant une pompe, la pression de l'essence au niveau des injecteurs est ici maintenue constamment à deux atmosphères : cette pression est obtenue par une pompe électrique et maintenue constante par un régulateur.

Grâce à cette pression initiale constante, il est possible de doser avec précision la quantité d'essence à injecter pendant le temps d'ouverture des injecteurs, temps qui est exactement calculé par la commande électronique.

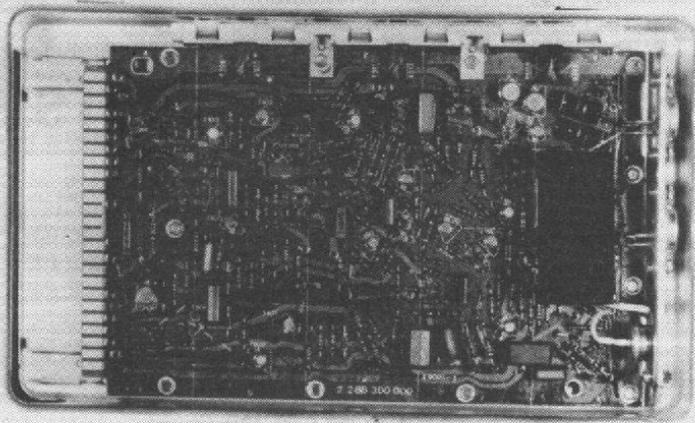
Le début de l'injection est communiqué, grâce à des contacts de déclenchement montés dans l'allumeur, à l'appareil de commande électronique, lequel détermine ensuite l'ouverture des injecteurs de chaque groupe de deux cylindres, dans l'ordre prévu pour l'allumage (la quantité d'essence nécessaire pour un des cylindres de chaque groupe étant préalablement tenue en réserve) et en même temps, l'appareil de commande règle, suivant l'état de fonctionnement du moteur, le dosage de la quantité d'essence à injecter par une détermination adéquate du temps d'ouverture des injecteurs.

Dans ce but, deux détecteurs de température montés sur le moteur transmettent à l'appareil de commande les indications concernant les conditions de fonctionnement.

Ce qui est incroyable, c'est que le cerveau



Fig. 1. — Le système électronique de commande du dispositif d'injection monté sur la voiture de tourisme Volkswagen VW 1600.



(fig. 1) de ce système d'injection n'est pas plus grand qu'une boîte de cigares. On peut juger de son encombrement sur la photo 2 (en haut à gauche).

L'ÉPURATION DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Pour répondre à la situation créée par l'intensité du trafic aux U.S.A. et satisfaire aux normes

éditées après le test de Californie, Volkswagen équipe ses véhicules destinés aux Etats-Unis de moteurs comportant un système d'épuration des gaz d'échappement conforme aux prescriptions légales de ce pays.

En ce qui concerne les « Coccinelles » et les Utilitaires, le procédé retenu comporte un système de réglage du carburateur et de l'allumeur,

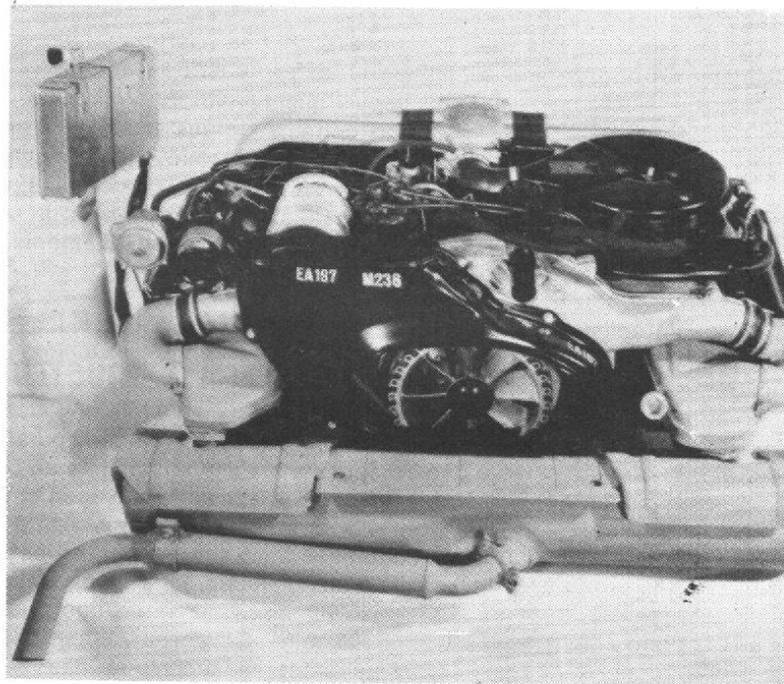


Fig. 2 (ci-dessus). — Le moteur de la VW 1600. Le système électronique de commande d'injection est visible en haut à gauche. Fig. 3 (ci-contre). — Le Break VW 1600 doté du système électronique d'injection.



grâce auquel les teneurs en CO (oxyde de carbone) et CH (hydrocarbures) des gaz d'échappement sont réduites au moyen d'un régulateur du papillon du carburateur.

Mais sur les modèles 1 600 TL et VW Variant 1 600 (fig. 3), le système à injection par commande électronique permet un si parfait dosage des gaz qu'il a donné satisfaction aux exigences américaines concernant les gaz d'échappement.



RENAULT

La boîte automatique de la Renault 16 TA est électronique



Il faut avoir conduit la Renault 16 TA (fig. 4 et 5), comme nous avons pu le faire au dernier Salon de Genève, pour apprécier ce modèle que nous pouvons considérer, sans chauvinisme, de classe internationale.

N'oublions pas que dans le passé, la Régie Renault a été le premier constructeur français à s'engager dans la voie de l'automatisme.

Et c'est le mérite de la Régie d'avoir conçu une nouvelle transmission automatique originale dans ses propres bureaux d'études.

Pour réaliser la commande de la transmission qui allie les techniques hydrauliques à l'électronique, la Régie Renault a mis en place, dans ses ateliers de Cléon, des moyens de fabrication qui permettent de garantir le haut niveau de technicité et de qualité exigé par cet ensemble.

DISPOSITIF ÉLECTRONIQUE ET ÉLECTRIQUE DE DÉCISION

C'est cette partie de la transmission automatique Renault qui présente la plus grande originalité car c'est, sans doute, la première fois que l'électronique a été utilisée pour le contrôle d'une transmission automatique de ce type.

Le rôle de ce dispositif électronique étant de respecter un programme de marche préétabli et de l'appliquer en fonction des conditions instantanées.

Le programme de marche consiste, évidemment, à démarrer en première vitesse, puis à

enclencher le passage de la deuxième quand une certaine vitesse est atteinte, puis celui de la troisième si la vitesse augmente encore, et inversement.

Mais, bien entendu, il existe des quantités de variantes en fonction des conditions de marche.

Si, par exemple, on désire rouler lentement, il faut que les vitesses supérieures s'enclenchent pour des régimes relativement faibles de façon à limiter le bruit et la consommation. Si, en revanche, le pilote décide d'utiliser la puissance maximale, il faut que les vitesses supérieures s'enclenchent beaucoup plus tard, et seulement lorsque le moteur a atteint son régime de puis-

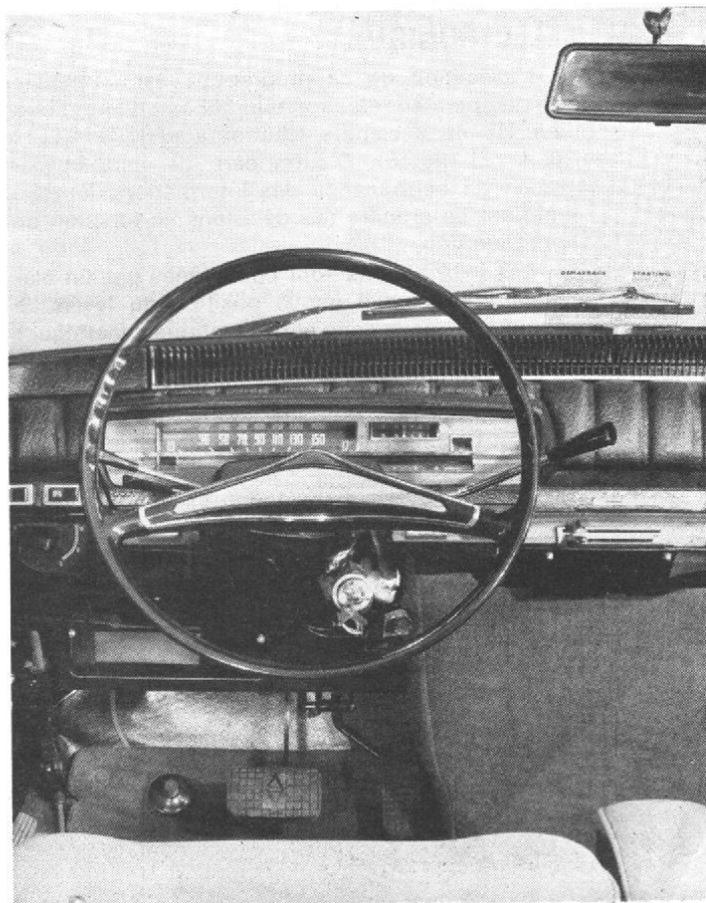


Fig. 4 (en haut), vue générale de la Renault 16 TA.

Fig. 5 (ci-contre), le tableau de bord de la Renault 16 TA.

sance maximal. Entre les deux extrêmes, on doit pouvoir disposer d'une infinité de positions intermédiaires.

Les mêmes problèmes se posent pour la rétrogradation des vitesses, mais encore faut-il, bien entendu, qu'il existe un certain décalage entre le programme de gravisement et celui de

qui est par conséquent proportionnelle à celle de la voiture, et qui fournit une tension proportionnelle à sa vitesse de rotation. Mais cette tension peut être également modifiée par le déplacement d'un des pôles de l'alternateur. Il a donc suffi d'établir une liaison mécanique entre le papillon des gaz et ce pôle du gouverneur

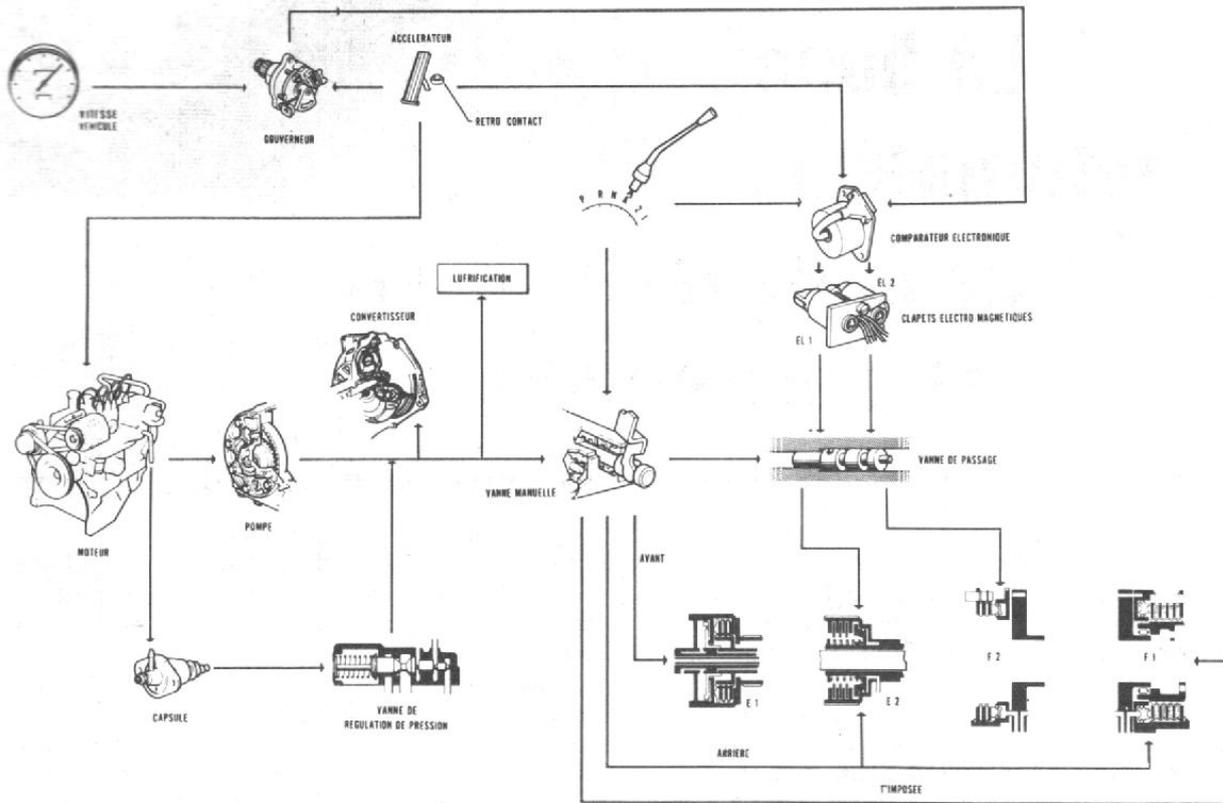


Fig. 6. — Schéma général de fonctionnement de la boîte automatique de la Renault 16 TA utilisant un comparateur électronique.

rétrogradation, ne serait-ce que pour éviter l'hésitation entre deux rapports, qui se produirait au cas où la vitesse de la voiture serait maintenue à une valeur proche de la zone de passage.

TOUT UN PROGRAMME... ÉLECTRONIQUE

L'exécution de ce programme est confiée à un comparateur électronique qui agit directement sur les deux clapets électromagnétiques (EL 1 et EL 2) (fig. 6). D'autre part, ce comparateur reçoit en permanence des informations lui permettant de prendre des décisions en fonction du programme.

Ces informations sont constituées par un élément statique qui est la position du levier de commande de la boîte et des facteurs dynamiques qui sont : la vitesse de la voiture, la charge du moteur traduite par la position de l'accélérateur, et le contact en bout de course d'accélérateur qui est destiné à introduire une urgence spéciale dans le programme permettant au conducteur d'accélérer avec une vigueur exceptionnelle.

En réalité, les deux premières informations citées, c'est-à-dire vitesse de la voiture et charge du moteur, sont transmises au comparateur sous forme d'un signal électrique unique envoyé par le gouverneur.

Ce dernier se compose d'un petit alternateur entraîné par la vis de tachymètre à une vitesse

pour obtenir une relation entre la charge du moteur et la tension fournie par le gouverneur.

La tension résultante est constamment comparée à une tension de référence. Dès que la tension envoyée par le gouverneur dépasse la tension de référence, le processus de gravisement d'une vitesse est déclenché, et inversement pour la rétrogradation.

Ainsi, comme on peut le constater, les ingénieurs de la Régie Renault se sont délibérément écartés des solutions classiques à base hydraulique, en optant pour l'électronique.

Les avantages de cette solution sont multiples :

- simplification de la fabrication de la boîte elle-même et réduction **considérable** du nombre des vannes hydrauliques ;

- extrême fiabilité des composants électroniques ;

- instantanéité parfaite des réactions électroniques éliminant même les quelques fractions de seconde que demande pour réagir un circuit hydraulique.

On pourrait en somme affirmer que tout se passe comme si l'influx nerveux du conducteur, à travers la pédale d'accélérateur, atteignait jusqu'à la transmission elle-même.

François VIÉ

ÉVOLUTION DU HAUT-PARLEUR

DU MOTOGRAPHE D'EDISON AU DYNAMIQUE MODERNE

L'idée de permettre à un grand nombre d'êtres humains de voir et d'entendre les acteurs d'un spectacle, éducatif ou distrayant, est ancienne. Faute de documents qui en aient laissé des traces plus lointaines, il semble que sa réalisation soit due à la civilisation romaine. Ceux de nos lecteurs qui ont pu visiter le théâtre antique d'Arles, d'Orange ou de Vaison ont pu se rendre compte du degré de perfection que ces édifices avaient atteint il y a 2 000 ans. Leur forme semi-circulaire permettait aux spectateurs de voir les acteurs, quelque place qu'ils occupent, et d'entendre avec la même intensité les sons, paroles ou musique, provenant de la scène. Le visage de chaque acteur était recouvert d'un masque, pourvu devant les lèvres d'une embouchure formant porte-voix. Le toit incliné de la scène rabattait les sons, amplifiés par des vases disposés sous les gradins, les colonnades brisaient l'écho. Tout était mis en œuvre pour que chacun puisse entendre avec le maximum d'intelligibilité.

Vingt siècles plus tard, la découverte de la transmission et de la réception des ondes hertziennes — ou ondes radio-électriques — la possibilité de les moduler par des sons à l'émission et de les convertir, à la réception, en ondes sonores, ont permis à chacun d'écouter chez soi des concerts, des pièces de théâtre, des informations de toute nature. Mieux encore, les images d'une scène ont pu moduler ces ondes, qui ont été converties, à la réception, en signaux électriques appliqués à un tube électronique à écran luminescent, qui les a transformés en images. Ainsi, le déroulement de scènes successives ayant lieu n'importe où, dans un studio ou en plein air, peut-il être suivi sur l'écran d'un téléviseur, tandis que les sons, commentaires ou musique, sont simultanément reproduits. Suprême raffinement, les images, qui étaient primitivement en noir et blanc, sont désormais rendues avec leurs couleurs naturelles.

Assister à une manifestation sportive telle que les jeux Olympiques de Mexico ou le Tour de France, et entendre simultanément le commentaire du reporter et les applaudissements de la foule ; entendre le Festival de musique d'Aix-en-Provence et connaître le cadre dans lequel il se déroule ; voir la Terre telle que l'observent les astronautes ou l'un de ceux-ci fouler le sol de la Lune, tous ces spectacles sont des motifs d'émerveillement pour qui a conservé quelque fraîcheur d'esprit. Pour beaucoup, ils semblent presque naturels tant ils ignorent par quels longs cheminements la science a progressé pour mettre à leur portée, chez eux, les événements qui ont lieu non seulement ici-bas, mais encore dans l'immense Cosmos.

Notre propos, aujourd'hui, est de faire connaître à nos lecteurs les étapes qui ont abouti, dans le domaine de l'électronique, à la réalisation de l'organe de tout récepteur et téléviseur grâce auquel ils entendent aussi bien les nouvelles du jour que la voix provenant d'Apollo 11 : le haut-parleur.

L'ANCÊTRE DU HAUT-PARLEUR

En 1872, Edison, l'un des types les plus parfaits d'autodidactes, fit une curieuse découverte. Sur une lame de cuivre plane et longue **M**, reliée à l'un des pôles d'une pile électrique **A**, il déposa une feuille de papier buvard imbibée d'une solution de potasse. Il relia à l'autre pôle

de la pile une lame de platine **C**, pourvue d'un manche isolant. Entre la plaque de cuivre et la pile était placé un interrupteur **B**, un manipulateur Morse en l'occurrence (fig. 1). Il promena la lame de platine sur le buvard, dans le sens de la longueur, et ne sentit qu'une légère résistance. Mais, lorsqu'il appuya sur le manipulateur, ce qui provoquait la fermeture du circuit électrique, il constata que la résistance au mouvement augmentait.

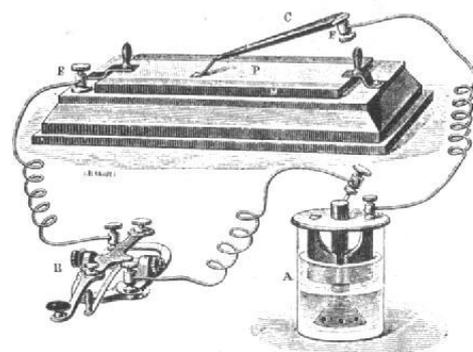
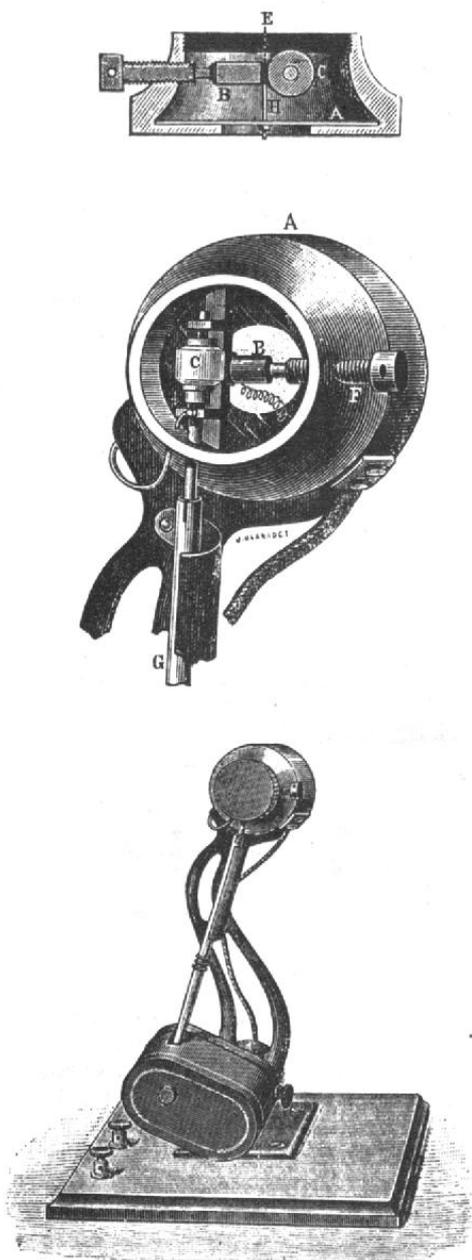


Fig. 1. — Principe du « Motographe » d'Edison : une lame de cuivre **M**, reliée à l'un des pôles d'une pile par l'intermédiaire d'un interrupteur **B**, est recouverte d'une feuille de papier buvard imbibée d'une solution de potasse. Quand on frotte sur celle-ci, dans le sens de la longueur, une lame de platine **P** tenue par un manche **C**, reliée à l'autre pôle de la pile, la main ne sent qu'une faible résistance. Si l'on ferme le circuit par l'interrupteur **B**, la résistance au mouvement est augmentée car il se produit une attraction.

Tout semblait se passer comme s'il se produisait une attraction entre la lame de platine et le cuivre, par l'intermédiaire du papier buvard.

Le microphone à charbon, découvert par du Moncel en 1866 et réalisé pratiquement en 1877 par Hughes, était déjà utilisé pour transformer la voie humaine en variations alternatives de courant électrique. Edison pensa, à juste raison, que ces variations de courant pourraient être converties en sons grâce au phénomène qu'il venait de constater. Il se mit à l'œuvre et, après de nombreux essais qu'il poursuivit avec ténacité, il réalisa un appareil qu'il appela « Motographe ».

Celui-ci (fig. 2) consistait en un cylindre de calcaire **C**, imbibé d'une solution de phosphate de soude, pouvant tourner



documents de l'époque, c'est que le « Motographe » fit entendre la voix humaine à une assemblée de 4 000 à 5 000 personnes. On doit donc le considérer non seulement comme le premier haut-parleur réalisé, mais encore comme un diffuseur pour ce que l'on nomme le « public address » dans les pays anglo-saxons et, en France, « diffusion publique ». Au même titre que ceux produits par le phonographe primitif, les sons produits par le « Motographe » ne devaient pas être d'une grande fidélité. Mais le fait était là : la transformation des courants variables issus d'un microphone en sons audibles à distance par un très grand nombre d'individus rassemblés était une réalité.

Fig. 2. — L'organe principal du « Motographe » se composait d'un diaphragme de mica circulaire H, relié par une tige fixée en son centre à une lame de platine E. Celle-ci appuyait, poussée par une tige filetée réglable E, sur un cylindre de calcaire imbibé d'une solution de phosphate de soude C, en rotation. Si les deux fils d'une ligne amenant le courant variable produit par un microphone étaient connectés à la lame E et au cylindre C, il se produisait des attractions et des répulsions, le diaphragme H vibrait et reproduisait avec une grande intensité les sons. La figure du milieu montre le boîtier vu de l'arrière, celle du bas l'ensemble avec le moteur protégé par un carter (Documents extraits de « Physique Populaire », par E. Desbeaux, Marpon et Flammarion, 1891).

L'ÉCOUTEUR TÉLÉPHONIQUE DE BELL

sur son axe. La lame de platine était appliquée sur le cylindre par un tampon en caoutchouc collé sur une vis réglable B. Elle était pourvue d'une tige H qui était fixée au centre d'une membrane ronde et mince de mica, maintenue par son pourtour sur le boîtier. Le courant provenant d'un microphone et de sa pile était appliqué d'une part au cylindre, d'autre part à la lame de platine. Quand, à l'aide d'un moteur électrique dont la vitesse était réduite par un train d'engrenages, le cylindre de calcaire tournait, un léger bruissement se faisait entendre. Mais dès que quelqu'un parlait devant le microphone, situé à quelque distance et relié par une ligne, les courants alternatifs résultants provoquaient des variations d'attraction entre la lame et le cylindre et faisaient mouvoir le diaphragme de mica, qui reproduisait avec une grande intensité les paroles prononcées.

Selon toute vraisemblance, un pavillon porte-voix était monté devant le diaphragme pour augmenter la puissance des sons. Ce qui est certain, d'après les

messages codés (1). Mais les chercheurs se penchaient sur le problème de la transmission et de la réception, par lignes, de la voix humaine. Deux d'entre eux, qui s'ignoraient, **Elisha Gray** et **Graham Bell**, le résolurent et réalisèrent chacun un récepteur téléphonique pour lequel ils firent une demande de brevet d'invention. Le hasard voulut que **Bell** déposât sa demande 2 heures avant **Gray**, ce qui le fit reconnaître, légalement, comme l'inventeur du dispositif.

Cet écouteur, dont le premier modèle fut breveté en 1876, est représenté sous la forme pratique qu'il prit, par la figure 3. Il se compose d'un barreau cylindrique droit en acier, aimanté, dont l'une des extrémités est placée à une faible distance d'un diaphragme mince et rond, en fer doux, maintenu sur son pourtour dans un boîtier isolant communiquant avec l'extérieur par un orifice formant cornet. Sur cette même extrémité est fixée une bobine comportant un grand nombre de spires de fil de cuivre fin, isolé, qui est reliée à la ligne amenant le courant provenant d'un microphone. Quel est le principe du fonctionnement de cet écouteur ?

Chacun sait que les deux extrémités d'un barreau droit aimanté sont respectivement appelées pôle nord et pôle sud. Le barreau, ou aimant permanent, produit un très grand nombre de lignes invisibles, dont la présence et le sens peuvent être décelés par une aiguille aimantée, telle que celle d'une boussole (fig. 4 a). Ces lignes immatérielles vont à l'extérieur du barreau du pôle nord au pôle sud et inversement à l'intérieur ; elles forment, tout autour de lui, un champ magnétique. On les appelle lignes de force car elles attirent ou repoussent, suivant le pôle, une aiguille aimantée libre de pivoter sur son centre.

Si l'on place devant l'un des pôles une lame de fer, elle est attirée ; et les lignes de force se referment à travers sa masse (fig. 4 b). On dit que le fer est un métal

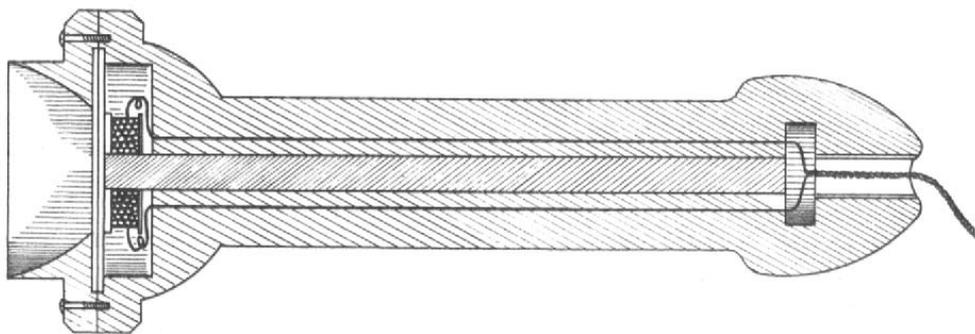


Fig. 3. — Un barreau cylindrique droit en acier, aimanté, pourvu à l'une de ses extrémités d'une bobine de fil de cuivre fin et, à une faible distance, une membrane circulaire mince de fer doux, fixée sur son bord, tel était l'écouteur téléphonique breveté par Graham Bell en 1876. Le courant issu d'un microphone, circulant dans la bobine, faisait varier l'attraction de la membrane, qui reproduisait la voix humaine. (Extrait de « L'Électricité et ses merveilles », par A. Chaplet, Editions Nilson, Paris.)

Si le microphone existait, la découverte d'**Edison** connut un succès éphémère. Seul, le télégraphe poursuivait sa carrière, se perfectionnant sans cesse pour transmettre par lignes, plus rapidement, des

magnétique parce qu'il est plus perméable que l'air au passage des lignes de force. Il partage cette qualité avec certains

(1) Voir « Les origines du télégraphe » n° 1199, 20 février 1969.

plaque en métal magnétique

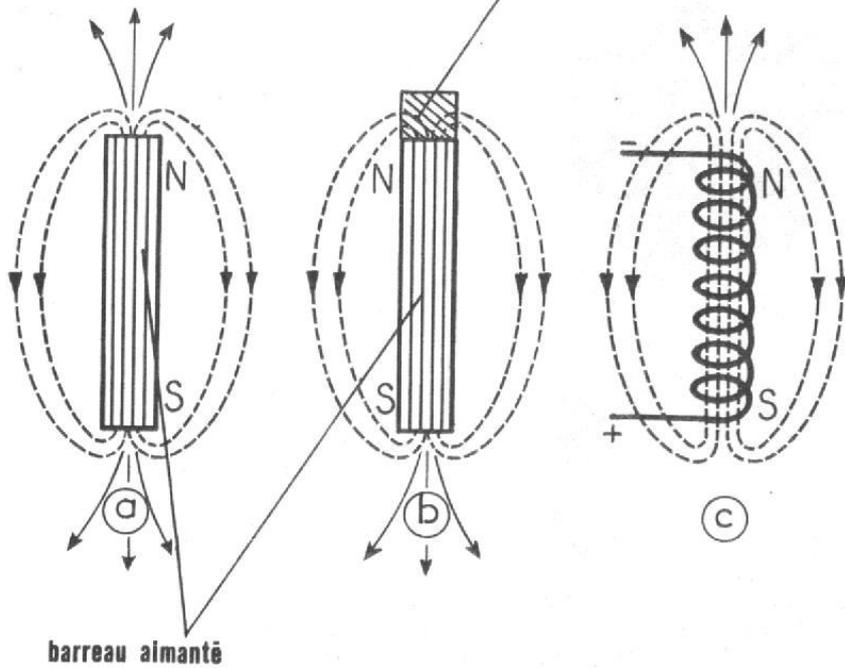


Fig. 4. - Un barreau droit d'acier, aimanté, produit autour de lui un champ magnétique constitué par un très grand nombre de lignes invisibles, appelées lignes de force, qui se dirigent à l'extérieur du pôle nord N au pôle sud S et peuvent être décelées par l'aiguille d'une boussole (a). Si l'on place devant un de ses pôles, nord par exemple, une pièce de fer doux, elle est attirée et une partie des lignes de force se referme à travers sa masse (b). Une bobine de fil de cuivre, parcourue dans le sens indiqué par un courant continu, produit extérieurement un champ identique à celui d'un aimant, dont les lignes de force vont, ici, du pôle nord au pôle sud (c).

autres métaux, tels que le nickel et le cobalt. En conséquence, dans l'écouteur de **Bell**, le champ magnétique d'un pôle se referme par la membrane, donc attire celle-ci et par conséquent l'incurve légèrement.

D'autre part, si l'on fait circuler un courant électrique dans une bobine de fil de cuivre, il se produit un champ magnétique identique à celui d'un barreau aimanté (fig. 4 c). Si le courant circule dans le sens des aiguilles d'une montre, l'une des extrémités est le pôle nord et l'autre le pôle sud. Que se passe-t-il quand on fixe une telle bobine sur l'une des extrémités, le pôle nord par exemple, d'un barreau droit aimanté ? Dans le cas où le courant électrique y circule dans le sens des aiguilles d'une montre, son pôle nord coïncide avec celui du barreau : les champs magnétiques de la bobine et du barreau s'ajoutent et la membrane subit une attraction plus grande qu'en l'absence de courant. Si le sens du courant est inverse, celui du champ de la bobine l'est également et se retranche de celui du barreau ; la membrane subit une diminution d'attraction par rapport à sa position précédente ou, si l'on préfère, une répulsion.

On comprend sans peine, dès lors, que si un interlocuteur lointain parle devant un microphone, la ligne transmet au récepteur un courant alternatif de fréquence variable, qui circule dans la bobine ; et la membrane est attirée et repoussée. En vibrant, celle-ci produit des sons qui, par l'intermédiaire de l'air, parviennent au tympan de celui qui écoute.

L'écouteur de **Bell** était assez encombrant. Aussi fut-il l'objet de perfectionnements successifs afin d'en réduire le volume et d'en accroître la sensibilité. L'aimant droit fut remplacé par un aimant en fer à cheval, à pôles rapprochés entre lesquels le champ, plus concentré, se refermait à travers la partie centrale de la

membrane (fig. 5). Celle-ci fut réalisée en un matériau magnétique plus perméable aux lignes de force (fer au silicium). Chacune des branches de l'aimant fut pourvue d'une bobine à grand nombre de spires de fil très fin, ce qui augmenta la sensibilité car le champ d'une bobine est proportionnel au nombre des spires. A titre indicatif, un courant variable de moins d'un milliardième d'ampère (1 micro-ampère) suffit pour faire vibrer la membrane et produire un son audible. L'écouteur d'aujourd'hui, réuni avec un microphone dans un combiné téléphonique, n'est guère différent de celui que nous venons de décrire.

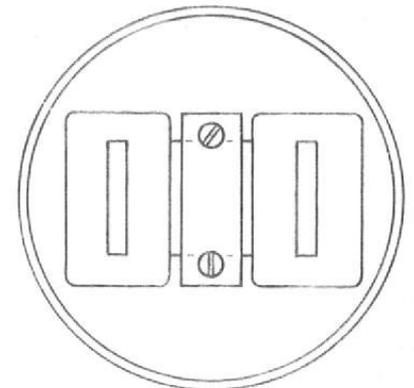
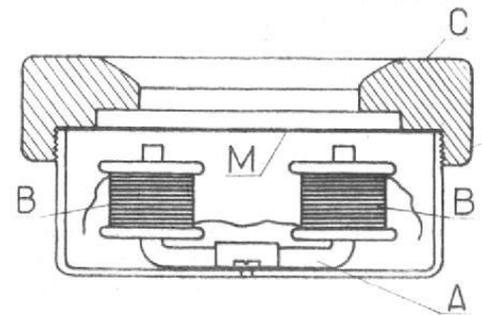
DE L'ÉCOUTEUR TÉLÉPHONIQUE AU HAUT-PARLEUR

Ce fut, comme nous allons le voir, une nécessité qui provoqua, après la guerre de 1914-1918, la réalisation des premiers haut-parleurs. Pendant les hostilités, des communications sans fil, par ondes hertziennes, furent établies entre les unités combattantes, utilisant le code

Fig. 5. - L'écouteur téléphonique de Bell, modernisé, contient dans son boîtier un aimant en fer à cheval A, dont chacune des branches est pourvue d'une bobine de fil de cuivre fin B. Les bobines sont reliées en série. A faible distance des branches de l'aimant est placée une membrane circulaire en fer doux M, serrée sur son bord par la coquille de matière plastique à trou central évasé C. Quand le courant alternatif issu d'un microphone circule dans les bobines, le champ de celles-ci augmente et diminue le champ produit par l'aimant, la membrane, attirée et repoussée, vibre et reproduit les sons de la voix humaine.

télégraphique Morse. Les signaux de l'émetteur, combinaisons de points et de traits, étaient captés par un récepteur et appliqués à deux écouteurs, montés sur un arceau d'acier, qui constituait ce qu'on appelait alors un casque. L'opérateur entendait des sons brefs et longs, qu'il traduisait mentalement et transcrivait à la main pour former les mots et chiffres du message. Ces communications furent grandement facilitées lorsque apparurent, en 1916, les amplificateurs équipés de lampes de T.S.F., inventées par l'Américain **Lee de Forest** et perfectionnées en France. Vers la fin de la guerre, des émetteurs radiotéléphoniques, c'est-à-dire transmettant la voix humaine, furent mis en service dans certaines unités, où ils firent merveille.

Lorsque la paix fut conclue, le puissant poste émetteur de la Tour Eiffel fut transformé, et dès 1922, il commença à émettre des bulletins météorologiques parlés. Puis il poursuivit par des essais de transmission de concerts, qui furent très réussis. Le public s'y intéressa, et des fabricants entreprirent la réalisation de



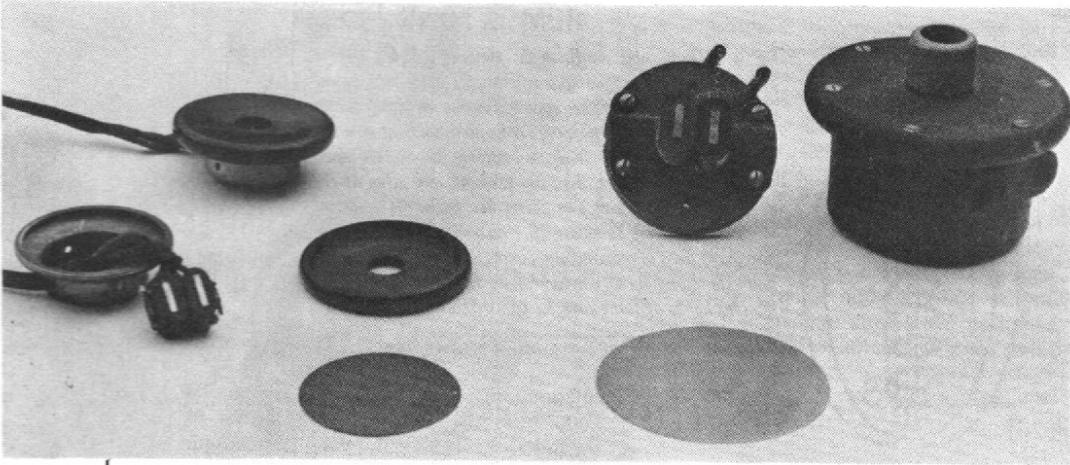


Fig. 6. — Le premier haut-parleur réalisé vers 1922 était composé des mêmes éléments qu'un écouteur téléphonique, mais de plus grandes dimensions. L'ensemble était fixé dans un boîtier en métal fondu, sur l'orifice supérieur duquel était fixé un grand pavillon en col de cygne. Sur cette photographie, on voit les pièces constitutives de ce haut-parleur et, à côté, celle d'un écouteur utilisé avec les premiers récepteurs radiophoniques à lampes grand public (Collection de l'auteur). Photographie E.M. - M. Poirier.

récepteurs à lampes. Mais les auditeurs d'alors, utilisant pour l'écoute le casque à deux écouteurs employé pendant la guerre, devaient se tenir près de leur récepteur, car le cordon qui les reliait à celui-ci n'excédait guère 1,5 m. Cette sujétion fut à l'origine des premiers haut-parleurs.

Le tout premier consistait simplement en un écouteur sur l'orifice duquel était fixé un pavillon droit. Certes, les sons qu'il reproduisait pouvaient être entendus à une distance de 4 à 6 m, mais leur qualité laissait sérieusement à désirer. L'ensemble constitué par l'aimant, les bobines et la membrane ne convenait plus dès que les courants étaient plus intenses. Quelques

constructeurs augmentèrent alors les dimensions : membrane de surface doublée, aimant plus puissant, bobines à fil de plus grand diamètre. Et ils ajoutèrent à l'ensemble, logé dans un boîtier en métal fondu, un système permettant de régler la distance entre l'aimant et la membrane (fig. 6). Le boîtier fut fixé sur un socle et pourvu, sur son orifice su-

périeur, d'un grand pavillon en col de cygne. Les résultats furent jugés très satisfaisants, à l'époque, mais encore insuffisants car si les sons étaient puissants, leur fidélité laissait encore à désirer. Aussi les constructeurs se tournèrent-ils vers une autre solution. L'aimant en fer à cheval et ses bobines furent conservés, mais la membrane circulaire de métal magnétique céda la place à une lame de fer doux, libre de se mouvoir à une extrémité mais cambrée et fixée à l'autre. En raison du bras de levier formé, une telle disposition permettait à la lame de vibrer avec une grande amplitude, donc à l'ensemble d'admettre des courants variables de plus grande intensité (fig. 7). Sur l'extrémité de celle-ci était rivée, perpendiculairement, une tige de faible diamètre, filetée au bout, qui transmettait à une membrane conique de papier fort de 20 à 30 cm de diamètre les vibrations sonores. La membrane était collée par son bord extérieur plan sur un cercle de métal ou de matière plastique, fixé sur un pied lourd. La tige passait dans un petit trou pratiqué au

centre de la membrane, et serrait celle-ci entre deux petits cônes de métal assemblés par écrous. La vibration de la lame provoquait celle de la membrane, qui la diffusait dans l'air environnant. Son amplitude était telle que les paroles et la musique étaient entendues à une dizaine de mètres, ce qui était plus que largement suffisant pour une audition dans une pièce d'appartement.

Ce type de haut-parleur, appelé électromagnétique, fut l'objet de nombreux perfectionnements. Pour en augmenter la sensibilité, on le pourvut d'un aimant puissant ou de plusieurs aimants accolés. Le champ magnétique de l'aimant fut concentré par des pièces polaires sur une lame vibrante légère, donc très mobile (fig. 8). La membrane fut amincie sur son bord extérieur, ou gaufrée, afin que sa partie conique puisse se déplacer plus aisément. Ce diffuseur sonore aurait poursuivi une longue carrière si, lorsque les lampes de T.S.F. — ou tubes électroniques — eurent évolué et purent être directement alimentées à partir du secteur, les fabricants n'avaient commencé, vers 1929, à fabriquer des haut-parleurs électrodynamiques.

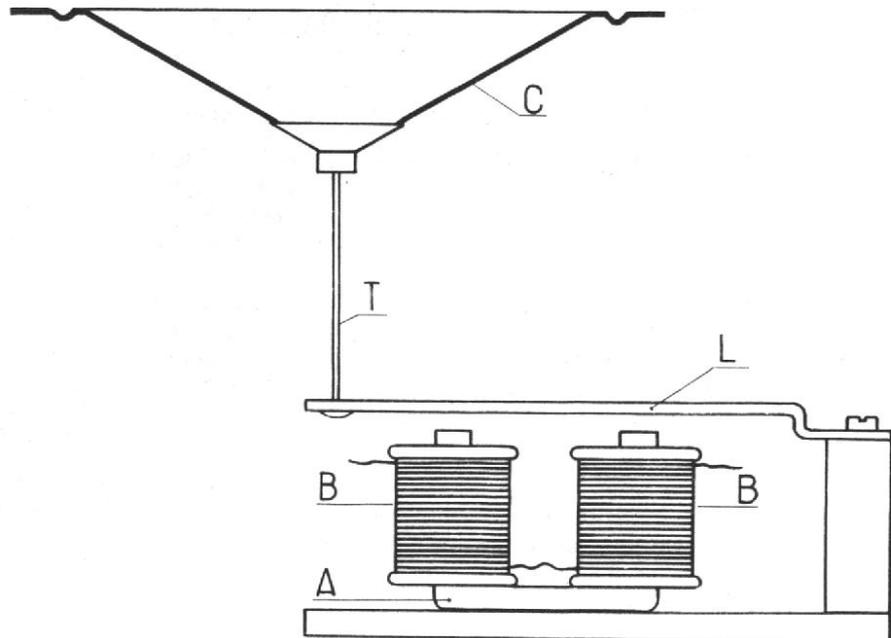
PRINCIPE DU HAUT-PARLEUR ÉLECTRODYNAMIQUE

Une fois de plus, c'est encore aux principes du magnétisme et de l'électromagnétisme, découverts au siècle dernier, qu'il fut fait appel. Nous allons les voir à l'œuvre.

Procurons-nous chez un brocanteur un aimant en fer à cheval extrait d'une « magnéto » hors d'usage, cherchons avec une boussole de poche son pôle nord et plaçons-le horizontalement de sorte que ce pôle soit en haut (fig. 9 a). La direction

Fig. 7. — Le haut-parleur électromagnétique comportait l'aimant A et les bobines B du modèle précédent, mais la membrane était remplacée par une lame de fer doux L, fixée à une extrémité. L'autre extrémité de celle-ci était pourvue d'une tige T, qui faisait mouvoir un cône de papier C, fixé par son bord plan sur un support non représenté. Sous l'influence du courant alternatif circulant dans les bobines, la lame vibrait, provoquant la vibration du cône, qui reproduisait avec une certaine puissance la voix humaine et les sons des instruments de musique.

constructeurs augmentèrent alors les dimensions : membrane de surface doublée, aimant plus puissant, bobines à fil de plus grand diamètre. Et ils ajoutèrent à l'ensemble, logé dans un boîtier en métal fondu, un système permettant de régler la distance entre l'aimant et la membrane (fig. 6). Le boîtier fut fixé sur un socle et pourvu, sur son orifice su-



REMONTONS A LA SOURCE

Il fut un temps, lorsque les haut-parleurs électrodynamiques furent réalisés par plusieurs constructeurs français, où une querelle de brevets fit grand bruit, tant chez ceux-ci que dans la presse technique. Une puissante société française, détentrice de licences des brevets américains de **Rice et Kellog** relatifs à ce type de haut-parleur, prétendit se faire verser une redevance par ces constructeurs. Les brillants avocats des parties s'affrontèrent, dans le prétoire, en un duel sans merci ; et la société licenciée fut finalement déboutée, car en fait, les antériorités ne manquaient pas.

Tout d'abord, nombreux furent ceux qui décrivent la membrane conique, de **Lumière** et de **Gaumont** (1903 à 1910) à **Hopkins** (1913). En 1911, **Huguenard** fabriqua un appareil qui pouvait être indifféremment employé comme microphone ou comme écouteur téléphonique. Il se composait essentiellement d'une bobine à grand nombre de spires de fil de cuivre fin, fixée sur une membrane en mica et pouvant se déplacer dans le champ magnétique d'un aimant puissant. En 1915, en collaboration avec **Dufour**, professeur à l'École Centrale et à la Faculté des sciences, il le perfectionna en employant notamment, pour que la membrane puisse se déplacer plus librement, une couronne de toile caoutchoutée mince. Ce dispositif fut utilisé comme microphone pour le repérage acoustique des canons ennemis, puis en 1917, comme écouteur de mines et en 1918, comme dé-

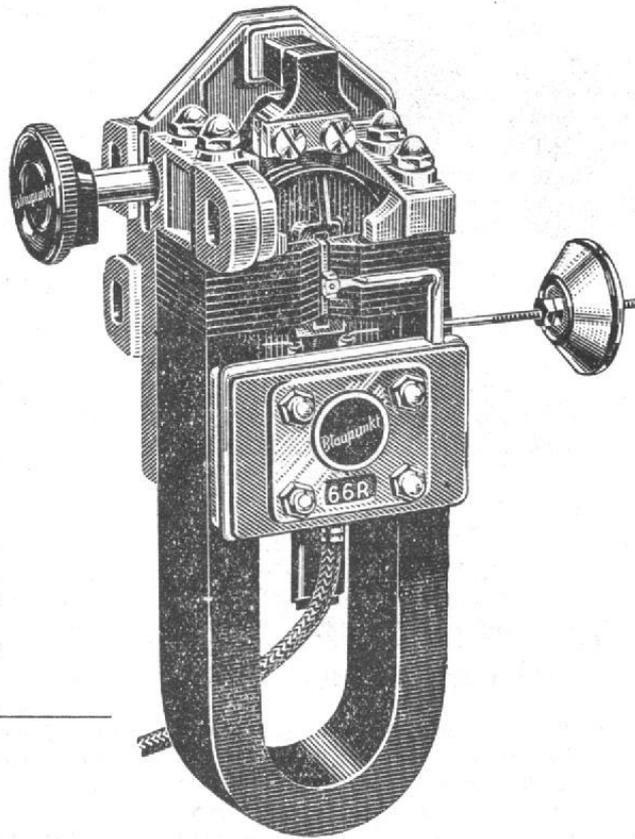


Fig. 8. - Le haut-parleur électromagnétique fut l'objet de nombreux perfectionnements. Celui qui était fabriqué par la firme allemande Blaupunkt reproduisait les sons avec une qualité qui était jugée excellente à l'époque.

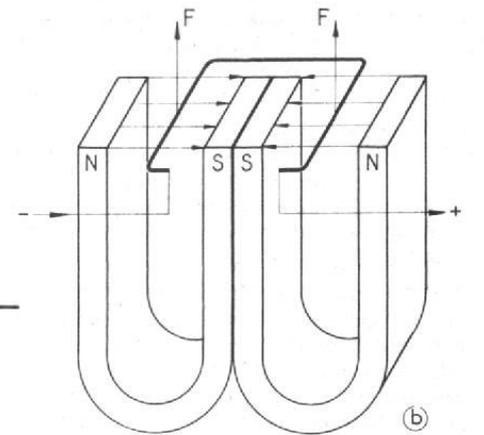
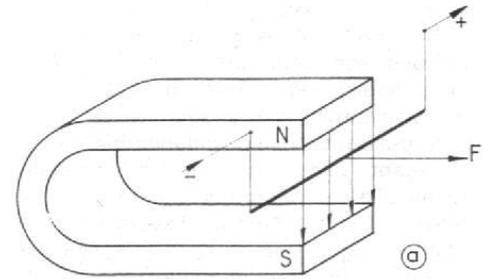
des lignes de force du champ magnétique est de haut en bas. Entre les pôles, plaçons un fil de cuivre droit, d'au moins 1 mm de diamètre, et suspendons-le à deux fils de cuivre fins verticaux sur lesquels il est soudé. Faisons circuler dans ce fil un courant continu d'une dizaine d'ampères, dans le sens indiqué : il se déplace de gauche à droite, comme s'il était repoussé, car il est soumis à une force F . Si l'on inverse le sens du courant, le fil de cuivre se déplace, cette fois, de droite à gauche, comme s'il était attiré. Cette expérience, qui est faite dans tous les cours de physique, prouve qu'un fil conducteur, placé dans un champ magnétique et parcouru par un courant électrique, c'est-à-dire un mouvement d'électrons, est soumis à une force.

Accolons maintenant deux aimants en fer à cheval de sorte que leurs pôles sud soient réunis, et maintenons-les verticaux par un moyen quelconque. Fabriquons une spire en gros fil de cuivre de forme rectangulaire et de dimensions telles qu'elle ne touche pas les pôles, suspendons-la par quatre élastiques afin qu'elle puisse se déplacer verticalement et soudons à ses extrémités deux fils de cuivre fins (fig. 9 b). Cela fait, appliquons-lui un courant continu d'une dizaine d'ampères, circulant dans le sens indiqué : la spire est chassée vers le haut et, si l'on inverse le courant, elle l'est vers le bas. Il se produit donc une répulsion dans le premier cas, une attraction dans le second. On comprend que si au lieu d'un courant continu, on fait circuler dans cette spire un courant alternatif, celui du secteur par exemple, elle sera soumise à cinquante répulsions et cinquante attractions par seconde et elle vibrera. Il suffi-

rait de la rendre solidaire d'un cône en papier pour que celui-ci produise un son grave, dont la fréquence serait de 50 hertz ou 50 périodes par seconde.

Tel est, expliqué avec le maximum de simplicité, le principe de fonctionnement du haut-parleur électrodynamique. Mais la question se pose : qui a, le premier, songé à le mettre en œuvre ?

Fig. 9. - Entre les branches d'un aimant en fer à cheval, on place un fil de cuivre rectiligne, d'un millimètre de diamètre, suspendu par deux fils de cuivre fins. Les lignes de force du champ magnétique entre les pôles de l'aimant, dirigées du pôle nord au pôle sud, sont perpendiculaires au fil. Si l'on fait circuler dans le fil, dans le sens indiqué, un courant continu d'une dizaine d'ampères, le fil est soumis à une force F et se déplace vers la droite. Il se déplacerait vers la gauche si le sens du courant était inversé (a). Accolons maintenant deux aimants semblables, placés verticalement, de sorte que leurs pôles sud soient réunis. Disposons dans les champs magnétiques de sens opposés une spire de gros fil parcourue par le même courant que précédemment. Elle est soumise à une force F qui la déplace de bas en haut. Si le courant est de sens inverse, la spire se déplace vers le bas. S'il est alternatif, elle se déplace successivement dans les deux sens, et vibre à la fréquence du courant (b). C'est là le principe du haut-parleur dynamique.



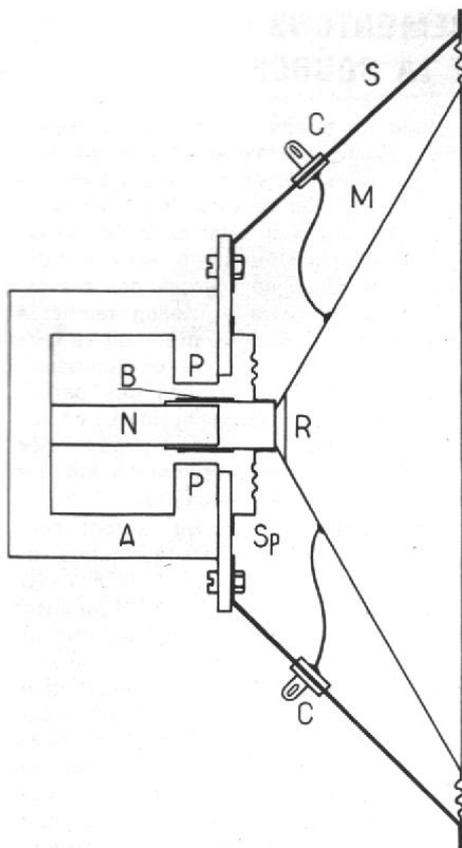


Fig. 10. — On retrouve dans cette coupe d'un haut-parleur dynamique les éléments qui viennent d'être décrits. Entre les masses polaires P d'un aimant en fer à cheval replié est fixé un noyau cylindrique N. Dans le champ magnétique existant dans cet espace annulaire (entrefer) est placée une bobine légère B à spires jointives de fil de cuivre fin, collée sur une membrane conique M en papier spécial, centrée par une couronne circulaire à ondulations Sp, appelée « spider ». La membrane est fixée par son bord extérieur plan, pourvue d'ondulations, sur un support métallique S appelé « saladier ». Elle suit la vibration de la bobine mobile quand un courant à fréquences audibles est appliqué à celle-ci et diffuse les sons dans l'air ambiant.

ÉVOLUTION DU HAUT-PARLEUR DYNAMIQUE

tecteur d'avions. Enfin, en 1922, le constructeur **Ch. Beaudouin** exposa à la Foire de Paris un haut-parleur dont l'électro-aimant était à pôles concentriques et dans l'entrefer desquels se déplaçait une bobine mobile, fixée sur une membrane.

En réalité, le véritable père du haut-parleur électrodynamique fut bel et bien l'illustre savant anglais **Sir Oliver Lodge**. En effet, en 1898, celui-ci prit une patente — l'équivalent de notre brevet d'invention — dans laquelle on pouvait lire que son haut-parleur se composait d'une bobine cylindrique en fil de cuivre fin, susceptible d'être soumise à l'effet d'un puissant champ magnétique et se déplaçant dans un entrefer annulaire quand elle est parcourue par un courant variable. Cette bobine est fixée à un cône rigide et léger, dont le bord extérieur est élastique, qui communique ses vibrations à l'air ambiant. Il est même question, dans ce brevet, du montage de l'ensemble sur un écran plan percé d'un trou du diamètre de la membrane, afin que les ondes sonores émises par l'avant et l'arrière du cône ne se neutralisent pas par opposition de phase. Cet écran acoustique n'est autre que celui auquel on a donné le nom bien français de « baffle ».

A ceux de nos lecteurs qui douteraient des vues prophétiques du savant anglais, nous conseillons de se procurer une copie de la patente n° 9712 délivrée dans le cours de l'année 1898. Ils y trouveront une foule de détails qui les surprendront. A noter que l'année suivante, des revues techniques anglaises exposèrent ce que nous venons d'indiquer, ce qui élimina radicalement toute possibilité de revendication ultérieure.

Dès son apparition à l'époque des tubes électroniques alimentés à partir du secteur, le haut-parleur était appelé électrodynamique parce que son champ magnétique était produit par le courant électrique. Une bobine de fil de cuivre à très grand nombre de spires, fixée sur le noyau central et alimentée par le courant alternatif redressé et filtré qu'exigeaient les plaques — ou anodes — des tubes, produisait ce champ. Ainsi réalisé, le haut-parleur était lourd. Et, lorsque apparurent les tubes à faible consommation qui permirent de fabriquer des récepteurs portatifs autonomes, alimentés par piles, il fallut abandonner l'électro-aimant et lui substituer... un aimant permanent.

Il prit alors le nom de haut-parleur dynamique et fut constitué comme le représente la coupe de la figure 10. On voit d'abord, sur celle-ci, l'aimant A en forme d'U, recourbé afin d'obtenir deux pièces P de même polarité. Sur cet aimant est fixé un noyau cylindrique droit N, dont la

polarité est inverse de celle des pièces P. En raison de la forme de ce noyau, ces pièces sont évidées à leur extrémité et forment des segments semi-cylindriques. Il en résulte la présence d'un champ magnétique radial dans l'espace — appelé entrefer — compris entre ces pièces noyales P et le noyau N. Dans cet espace peut se déplacer axialement la bobine mobile B.

Cette bobine est constituée par un tube cylindrique en carton imprégné très mince et rigide, sur lequel sont enroulées des spires de fil de cuivre isolé à l'émail, jointives. L'une des extrémités de ce tube est collé au centre de la membrane M, trouée à cet endroit. L'entrefer étant réduit afin que le champ magnétique qui y règne soit le plus intense possible, il convient que la bobine mobile B ne touche ni les pièces polaires P ni le noyau N, donc qu'elle soit parfaitement centrée, et qu'en même temps, elle puisse se déplacer librement. Pour obtenir ce double résultat, on colle à l'endroit où elle est solidaire de la membrane un dispositif Sp, auquel on a donné et conservé le nom de « spider » alors qu'on aurait pu l'appeler simplement « flecteur ». Il consiste en un disque de toile spéciale imprégnée, très souple, comportant des ondulations circulaires, collé d'autre part à la plaque métallique située au-dessus de l'aimant. Ainsi, la bobine et, par conséquent, la membrane ne peuvent vibrer lorsque la première est parcourue par un courant alternatif. Ajoutons que la toile du « spider » est perforée de trous très fins, ce qui évite à l'air présent dans l'entrefer, et dans l'espace interne de l'aimant si celui-ci est cylindrique, de subir une compression qui freinerait le déplacement de la bobine mobile. En outre, le système protège l'entrefer contre toute intrusion de poussière, surtout métallique, qui générerait le mouvement de la bobine.

La membrane conique M, réalisée d'une seule pièce en un papier spécial fibreux, comporte près de son bord extérieur plan des ondulations analogues à celles du « spider », qui lui permettent de se dépla-

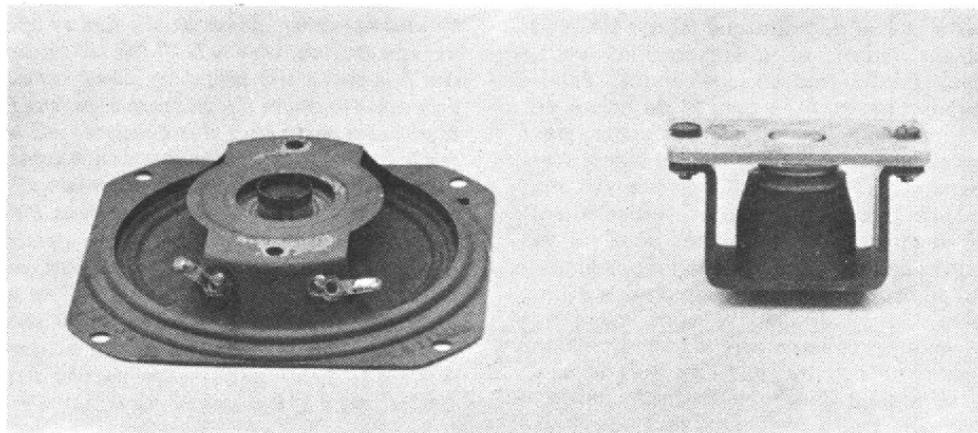


Fig. 11. — Ces deux pièces constituant un haut-parleur dynamique TA 10 A Audax à membrane de 10 centimètres montrent : à gauche, l'aimant en U, à noyau central en Ticonal, et sa plaque supérieure dans l'entrefer de laquelle se déplace la bobine mobile ; à droite, le « saladier » carré, sur lequel est fixée la membrane circulaire à ondulations, solidaire de la bobine mobile sur laquelle le spider, à ondulations également, est collé (Collection de l'auteur - Photographie E.M. - M. Poirier).

cer d'un bloc, en avant et en arrière, lorsque la bobine mobile vibre sous l'effet d'un courant alternatif. Elle est fixée par ce bord sur un support S en tôle de fer emboutie, appelé «saladier», en forme de tronc de cône pourvu de larges ajours afin que les sons émis par sa face arrière ne soient pas freinés. Le «saladier» est fixé sur une plaque métallique en matériau magnétique située au-dessus de l'aimant. Sur une ou deux de ses branches sont rivées, par l'intermédiaire de rondelles isolantes, deux cosses C, qui permettent de relier le haut-parleur au récepteur. Les deux fils de la bobine mobile longent son tube et sont soudés sur deux petits œillets rivés sur la membrane, lesquels sont reliés aux cosses par deux fils tressés très souples. Pour terminer, ajoutons qu'une rondelle de feutre ou de carton fin R obture le trou central de la membrane afin d'éviter l'intrusion de poussières.

A titre documentaire, la figure 11 montre un haut-parleur type TA 10 A fabriqué par la Société **Audax**, fort connue et de réputation bien établie depuis 35 ans. L'une des deux parties montre le «saladier» carré, la membrane avec ses ondulations sur son bord externe et la bobine mobile montée sur son «spider». L'autre représente l'aimant en U et sa plaque supérieure en métal magnétique dont le trou central laisse apparaître, entre lui et le noyau, l'entrefer annulaire. La branche centrale de l'aimant de forme trapue, est en un matériau spécial appelé Ticonal, qui produit un champ intense dans l'entrefer. Un tel haut-parleur, dont le diamètre de la membrane est de 10 cm, admettait une puissance électrique de l'ordre du watt. Il n'existe plus sur le catalogue de la firme, car il a été remplacé par un modèle plus évolué.

Nous venons de parler des matériaux magnétiques constituant l'aimant permanent. Disons qu'on utilise surtout, aujourd'hui, le Ticonal et une ferrite dont le prototype est le ferrocube. Le premier est à base de fer, titane, cobalt, nickel et aluminium ; il permet d'obtenir, sous un volume réduit, un champ magnétique puissant et durable dans le temps. La ferrite est une véritable céramique, très dure, à base d'oxyde de fer et de baryum. Elle est généralement utilisée sous la forme d'un anneau cylindrique, auquel on adjoint de part et d'autre un disque à trou central et un autre sur lequel est fixé le noyau, l'ensemble formant un véritable pot fermé, l'entrefer mis à part. Les disques sont en matériau magnétique. L'anneau de ferrite pouvant être plat, il devient alors possible de le loger à l'intérieur, et non à l'extérieur, du «saladier», ce qui constitue un haut-parleur dit inversé.

Pour prendre un exemple, précisons que le diamètre de la membrane des haut-parleurs actuels de la Société **Audax** va de 5 à 28 cm pour ceux dont celle-ci est circulaire ; car il existe également des modèles elliptiques, destinés aux électrophones, et des types rectangulaires à extrémités arrondies, spéciaux pour ré-

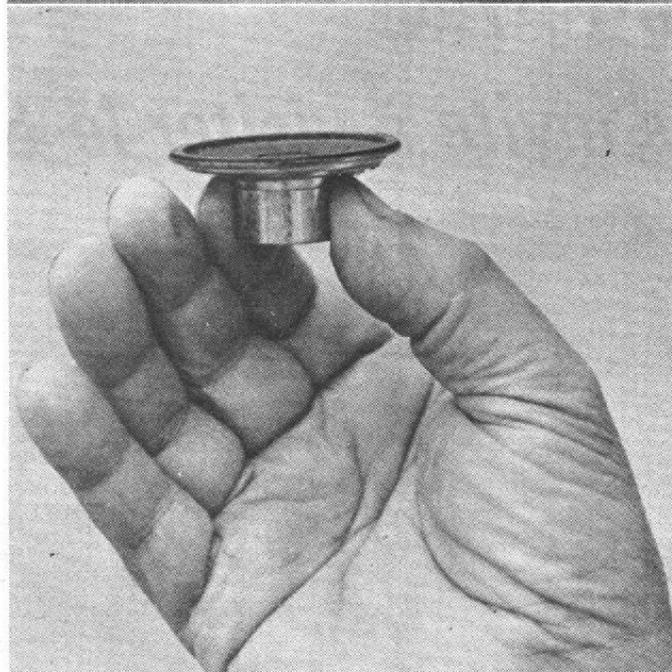


Fig. 12. — Ce minuscule haut-parleur, à membrane de 42 millimètres de diamètre, équipe un récepteur à transistors de poche, de fabrication japonaise. Il ne faut pas exiger de lui une reproduction à haute-fidélité, mais il montre ce que l'on parvient à faire en matière de microminiaturisation (Photographie E.M. - M. Poirier).

cepteurs auto-radio. Par ailleurs, pour mieux reproduire la gamme des fréquences audibles et de leurs harmoniques, des modèles pour reproduction à haute fidélité sont réalisés. Les uns conviennent aux sons graves, d'autres à ceux du médium, et d'autres enfin au registre aigu. On les combine généralement avec un ensemble de filtres et on les loge dans une enceinte, dont il existe des types variés.

Pour fixer les idées, signalons que le catalogue de la firme précitée ne comporte pas moins d'une centaine de modèles convenant aux utilisations les plus variées, du récepteur à transistors portatif à l'électrophone et au magnétophone, de l'interphone aux dispositifs de recherche et d'appel de personnes aux équipements de sonorisation, sans oublier ceux qui constituent le dernier maillon de la chaîne haute fidélité chère aux véritables mélomanes.

Le haut-parleur dynamique a atteint, aujourd'hui, un stade qu'il ne semble guère, à notre humble avis, devoir dépasser. Ses qualités sont l'aboutissement de travaux poursuivis au cours des années, avec ténacité, dans les laboratoires de quelques fabricants spécialisés, par des physiciens et ingénieurs en quête de perfectionnements, pour ne pas dire plus simplement de perfection. Sera-t-il quelque jour relégué au musée, à côté du curieux « Motographe » d'**Edison**, des écouteurs dynamiques de **Huguenard** et de **Dufour**, des premiers haut-parleurs électromagnétiques et électrodynamiques, à la suite de la mise en œuvre de principes nouveaux, ou peut-être très anciens mais oubliés ? L'avenir, qui sera peut-être demain, nous le dira.

E. LANCIEN

SUIVEZ LE GUIDE !

ÉLECTRONIQUE
MAGAZINE

vous invite à visiter le Salon



Bien des difficultés étaient à vaincre pour ouvrir un salon le 28 août, mais au prix d'énormes efforts le pari a été gagné. Ce fut une réussite : la décoration générale était excellente, dans celle des stands il y avait beaucoup de recherche. L'O.R.T.F. participait très largement à cette manifestation, des émissions radiophoniques étaient diffusées à partir d'un studio permettant à tous les visiteurs de voir travailler tous les collaborateurs d'une émission. Sur le plan télévision, de nombreuses attractions étaient présentées sur un immense podium transformé en plateau de studio de télévision. Tout le monde pouvait ainsi apprendre combien la mise au point d'une émission est difficile et complexe, voir quel est le travail du réalisateur et de tous ceux qui participent au travail matériel. Après cette leçon on comprend mieux l'hommage rendu à l'équipe d'une émission lors de la publication de tous les noms de ceux qui y ont collaboré.

Au cours d'une conférence de presse M. Jean-Jacques de Bresson, directeur général de l'O.R.T.F., a évoqué les perspectives de modernisation et de renouvellement des équipements pour les six années à venir : achèvement du réseau 2^e chaîne, poursuite de l'équipement en émetteurs à modulation de fréquence, amélioration des équipements des stations régionales, équipement des stations de raccordement au satellite Symphony (dont le lancement est prévu en 1972). M. J.-J. de Bresson fit ressortir à juste titre la haute qualité et la haute tenue des émissions à modulation de fréquence et en particulier de celles faites par France-Musique en stéréophonie. Personnellement, nous sommes heureux de pouvoir lui dire ici que sur ce point nous sommes pleinement d'accord avec lui. Sur la question de la qualité de la couleur, M. J.-J. de Bresson fit un bilan exact, reconnaissant très honnêtement que certaines émissions étaient de qualité médiocre. C'est d'ailleurs l'excellence de certaines émissions qui fait paraître les médiocres encore plus mauvaises. La raison de cette situation est bien connue, elle est due à la faiblesse de certains documents non prévus pour la télévision en couleur, notamment des films relativement anciens. Le directeur général de l'O.R.T.F. et le conseil d'administration estiment que pour satisfaire à la fois les besoins généraux d'information, de distraction et de culture (notamment pour la promotion sociale) l'O.R.T.F. doit disposer de trois réseaux — ou plus familièrement de trois chaînes de télévision. Donc la création d'un troisième réseau constitue l'un des objectifs prioritaires de l'office. Nous rassurons immédiatement nos lecteurs tous les postes ayant la possibilité de recevoir les deux chaînes pourront recevoir la troisième.

LES RÉCEPTEURS DE TÉLÉVISION

Nous n'avons rien à dire des téléviseurs noir et blanc. La technique a atteint sa maturité depuis bien des années, les

modifications annuelles jouent de ce fait sur des présentations nouvelles, des formes étudiées, etc. Par contre les progrès faits par la télévision en couleur depuis deux ans sont énormes. Sur tous les téléviseurs présentés la géométrie de l'image est parfaite et les couleurs respectées. Si quelquefois les tonalités des écrans de deux téléviseurs mis côte à côte étaient légèrement différentes, il n'y avait pas lieu d'en être surpris car certains réglages fins de couleur sont laissés à la disposition de l'utilisateur.

Ces réglages fins permettent à chaque utilisateur d'ajuster exactement les couleurs en fonction de la qualité de l'émission.

LES RADIO-RÉCEPTEURS

Les radio-récepteurs peuvent être classés en deux catégories bien distinctes : les appareils portatifs et les appareils de salon. Les premiers ont souvent quatre gammes d'ondes et des haut-parleurs plus grands que par le passé. La miniaturisation à l'extrême des circuits, due en particulier à l'utilisation des circuits intégrés permet de « loger » dans des boîtiers de même volume des haut-parleurs de plus grandes dimensions. Ceci apporte évidemment une amélioration notable de la reproduction musicale.

Les postes de salon deviennent de plus en plus des tuners, quatre gammes d'ondes avec deux amplificateurs stéréophoniques incorporés. Dans ces modèles, les haut-parleurs sont très souvent des enceintes acoustiques séparées du poste.

LES MAGNÉTOPHONES

La gamme des magnétophones à cassette s'étend et presque tous les exposants avaient leur modèle. Très souvent on incorpore un poste de radio à 4 gammes dans ce type de magnétophone ; et la question se pose de savoir si on doit parler de poste de radio portatif avec enregistreur incorporé, ou de magnétophones à cassette avec radio incorporée. Des magnétophones haute fidélité, nous n'avons rien à en dire car c'est la troisième fois cette année que nous avons l'occasion de les voir et de les entendre.

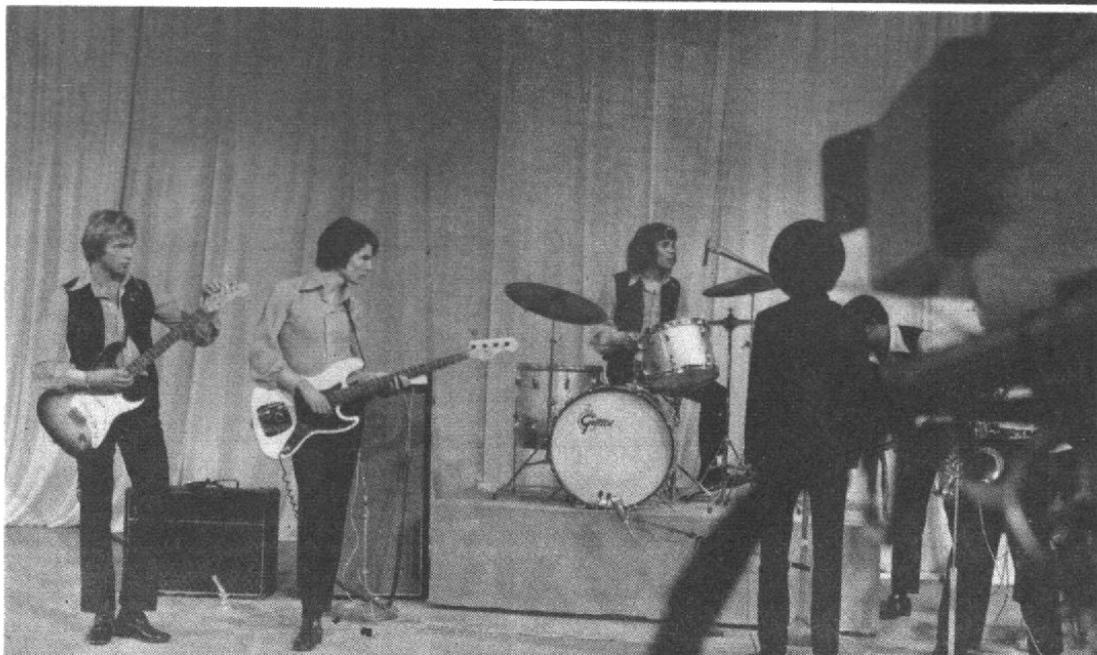
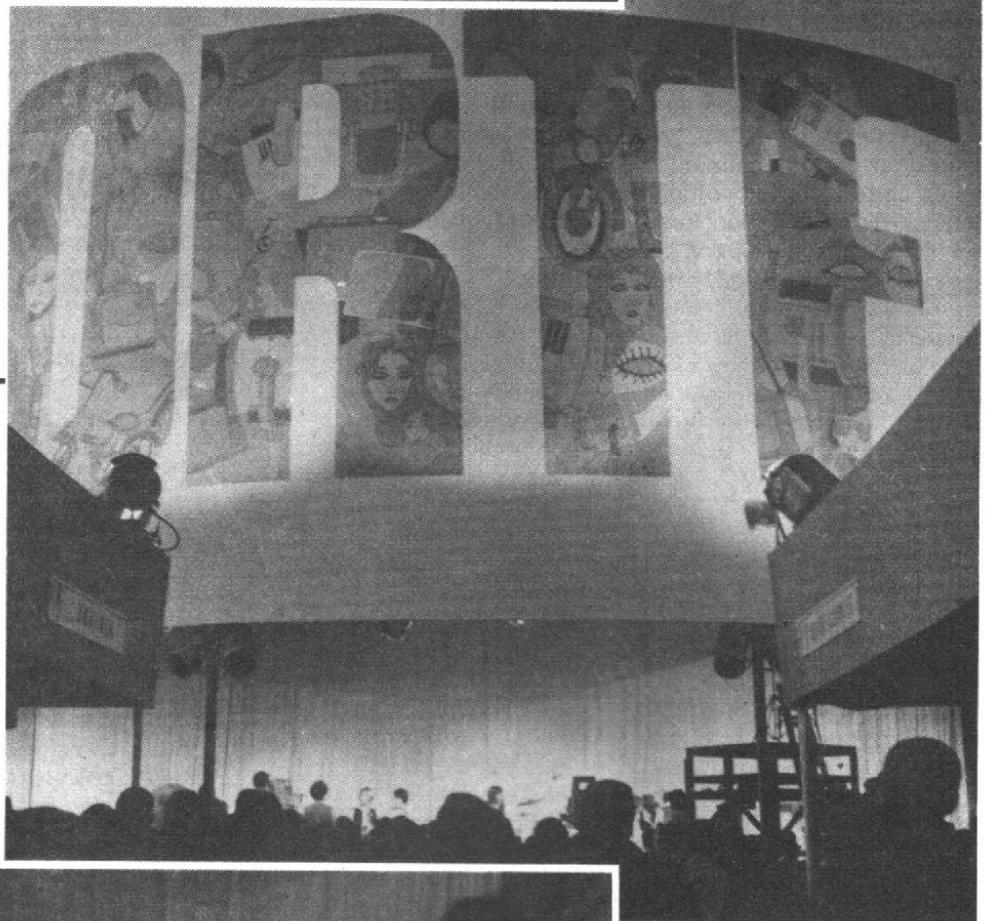
LES MAGNÉTOSCOPES

Tous les lecteurs de notre revue savent ce qu'est un magnétoscope. Mais on peut dire que l'appareil le plus marquant du Salon 1969 est le magnétoscope Grand Public Philips. Pour la première fois apparaît sur le marché français un appareil de ce type à un prix ne dépassant pas celui d'un magnétophone stéréophonique de qualité. Cet appareil donne d'excellents résultats et on peut penser qu'il connaîtra un franc succès.



Dans ce Salon qui se veut international, il y avait un bureau de renseignements pour chaque catégorie de visiteurs. Les étrangers n'étaient pas oubliés, de charmantes hôteses les accueillait.

Le show de l'O.R.T.F. : tous les arts se sont alliés pour charmer les visiteurs : la musique, l'art graphique inspiré de l'électronique et de bien d'autres choses. En bas, le public des curieux et au fond l'orchestre ultra-moderne du show.



Un orchestre moderne. Des musiciens que la caméra (à droite sur la photo) n'intimidait pas.



Non, la maison Grundig n'est pas dans l'eau. C'est seulement un des téléviseurs de cette marque que les techniciens ont plongé dans une cuve remplie d'eau pour démontrer que rien ne peut empêcher un appareil Grundig de fonctionner.



La TV noir et blanc et la TV couleur sont bien représentées au stand Thomson-Ducretet, depuis les petits portatifs jusqu'aux appareils à grands écrans de 63 cm. Peut-être que dans quelques jours, cette jeune visiteuse sera l'heureuse propriétaire du téléviseur qu'elle admirait.



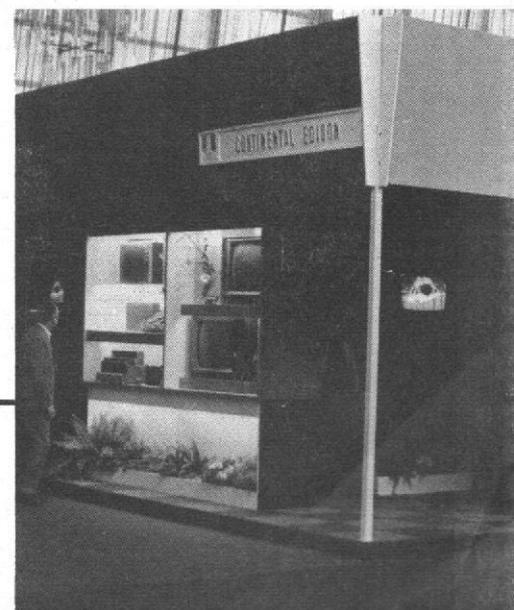
L.M.T. Schaub Lorenz-ITT Océanic, des noms prestigieux de l'électronique. De belles images, un son excellent et de nombreux visiteurs dans les stands.



Brand-Clarville, réunion de deux techniques réputées. Les confortables sièges modernes placés devant les téléviseurs de cette marque étaient toujours occupés.



Chez Radiola, en 1919, on ne pensait pas aux merveilles qui étaient exposées en 1969. A côté des grands téléviseurs de forme classique, celui de forme sphérique ressemblant à un insecte avec ses antennes (les biens nommées) s'intégrera parfaitement dans un cadre ultra-moderne.



Voici une maison à qui le patronage d'Edison ne crée pas de complexes. Au stand Continental Edison, les téléviseurs les plus perfectionnés, de technique ultra-moderne.

INGRA



La firme espagnole Ingra va maintenant diffuser en France toute sa gamme de magnétophones, qui s'étend des enregistreurs à cassettes aux enregistreurs professionnels.



Blaupunkt avait concentré une partie de ses efforts sur une présentation des autoradios.



La gamme Telefunken répond à tous les desiderata des visiteurs. Téléviseurs, tuners, amplis Hi-Fi, magnétophones, tout est soigné, précis et de haute qualité.



Le stand BASF était très originalement décoré, mais les visiteurs préféraient les auditions aux spectacles. Les nouvelles bandes à faible bruit ont rencontré une grande faveur auprès du public.



Tersen présentait des éléments de chaînes haute-fidélité et une chaîne compacte qui, ici, intéresse visiblement un amateur.



Les magnétophones Akai ont acquis très rapidement une renommée mondiale grâce à leur technique révolutionnaire d'enregistrement. Les responsables de ce stand ont dû répondre à de nombreuses questions techniques.



Pour les cadeaux de fin d'année, les industriels japonais ont incorporé des postes deux gammes d'ondes dans des cendriers, des écritaires, etc. Europhon distribue ces gadgets pour la France.

L'esthétique des chaînes haute-fidélité Bang et Olufsen a fait école. Les nouveaux modèles respectent la tradition.



Le stand d'un journal que chaque mois plus de 200 000 acheteurs et plus de 500 000 lecteurs connaissent et apprécient : le Haut-Parleur et ses éditions hebdomadaires : Radio-Pratique, Electronique Magazine, Electronique Professionnelle. Tous les ouvrages d'électronique pouvaient être trouvés à la librairie de la Radio dont le stand voisinait avec celui du Haut-Parleur.



Le magnétophone Philips LDL 1000 met à la portée de l'amateur la possibilité d'enregistrement simultané de l'image et du son. La source peut être un récepteur de télévision ou une caméra de télévision et un microphone. Dans les deux cas, la reproduction est faite sur un récepteur de télévision.

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE
DE MICHEL POIRIER



Tel un peintre jouant de sa palette, cet opérateur joue, grâce aux écrans témoins sous ses yeux, des divers rendus que plusieurs caméras lui apportent d'un même sujet ou événement. Il en prend ce qu'il veut; repousse ou rapproche un plan; renforce ou affaiblit une couleur. En bref, il « compose » ce qui, en définitive, apparaîtra sur les écrans récepteurs.

Apparue il y a à peine deux ans — mais ayant largement profité de l'expérience nord-américaine — la TV couleurs est enfin sortie d'une gestation rendue particulièrement difficile par l'affrontement de quatre techniques qui, finalement, n'ont laissé en présence — dans une Europe, sur ce point aussi, désunie — que deux d'entre elles : les systèmes SECAM et PAL. Les nécessités d'une large diffusion des programmes les contraignent à faire bon ménage, non sans qu'il en coûte davantage aux télémateurs qui veulent — quand ils le peuvent — bénéficier des émissions faites dans les deux systèmes.

LA COULEUR, C'EST LA VIE

La plus forte impression qui se dégageait de la visite, au Casino de Montreux — où s'est tenu, en mai, le 6^e Symposium international de la Télévision — des appareils récepteurs et des studios, en ordre de marche, de TV couleurs, fut certainement que la TV en noir et blanc — achrome, comme disent les techniciens — disparaîtrait très vite, n'était le coût encore élevé — mais en baisse régulière — des télé-récepteurs couleurs. Et c'est bien naturel. Concevrait-on aujourd'hui une télévision muette ? Concevrait-on la vie sans couleurs ?

Sait-on, cependant, ce qu'il en coûte d'études théoriques et expérimentales, de tâtonnements, d'efforts de toutes sortes... et d'argent, pour parvenir à transférer cette couleur des gens et des choses à l'écran récepteur ? Mais, au fait, quelles couleurs transfère-t-on ainsi ?

LE RENDU DES COULEURS EN TÉLÉVISION

DES COULEURS VRAIES ?

Pour autant qu'on ait été incité à y réfléchir, quelle réponse a-t-on pu faire à cette question, alors que chacun sait, ou devrait savoir, que la couleur résulte d'une sensation optique rigoureusement personnelle ? Nul n'a vraiment le moyen de savoir, ou de déterminer, ce que ressent le voisin en fait de couleur.

QUE D'OBSTACLES A LA RÉCEPTION D'UNE COULEUR ACCEPTABLE !

Pour procurer un effet de couleur il faut, naturellement : d'abord une source de lumière ; ensuite un objet ou un événement à éclairer ; enfin un moyen de capter la lumière réfléchie par l'un ou l'autre.

Or, le mélange des rayonnements issus de la source de la lumière varie qualitativement et quantitativement d'une source de lumière à une autre.

Telle lumière sera plus riche, ou plus pauvre, qu'une autre dans le rouge, le bleu ou le jaune. C'est pourquoi aucune lumière artificielle ne correspond exactement à la lumière du jour, une lumière dont, d'ailleurs, la composition spectrale, et l'intensité — ou luminance — varient en tout lieu d'un instant à l'autre.

De même n'est-il pas deux objets qui, sous un éclairage identique, réfléchissent la même lumière et donc procurent la même sensation de couleur.

Enfin, l'instrument capteur lui-même ne présente pas la même sensibilité aux diverses couleurs. Il en va strictement de même de notre œil et, plus encore, de notre œil à l'œil du voisin.

TOUT EST EMPIRISME EN MATIÈRE DE LUMIÈRE BLANCHE ET COLORÉE

Considérons un objet, ou un événement, éclairé en lumière du jour (cas le plus simple). Il reçoit de cette lumière un certain mélange de radiations des sept couleurs du spectre, qu'il réfléchit, mais inégalement du fait que, en raison de sa nature, il absorbe de chacune une proportion variable. De ce que notre œil, s'il est normal — mais qu'est-ce qu'un œil normal ? — est sensible aux trois couleurs fondamentales : bleu, jaune et rouge — dont surtout le jaune tirant sur le vert (5 500 Å) résulte la sensation qui nous fait voir l'objet sous un aspect coloré, mais un aspect déterminé par notre degré de sensibilité aux couleurs. Or, ce degré varie très fortement d'un individu à un autre. Combien sommes-nous à pouvoir, comme les trieurs de laines de la Manufacture de Tapisseries des Gobelins, à distinguer jusqu'à 14 000 nuances ? Pas même, sans doute, le peintre le plus subtil et le plus abstrait.

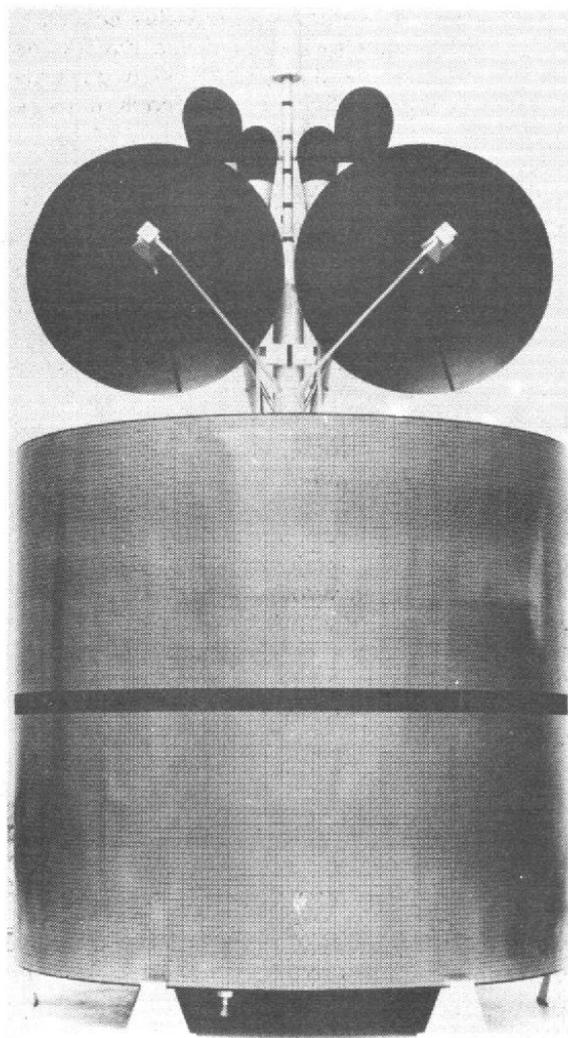
Quant à ce que nous nommons « lumière blanche », c'est une pure vue de l'esprit, attendu que, pour être vraiment blanche, la lumière devrait présenter un spectre continu et d'égale énergie dans toutes les radiations qui la composent. Encore la verrions-nous légèrement pourpre du fait de la sensibilité variable de notre œil aux divers rayonnements.

COMMENT VOIT ET INTERPRÈTE LA CAMÉRA ?

Si, maintenant, nous passons de notre vision directe à celle de la caméra de TV couleurs, il nous faut nous souvenir qu'elle procède par **synthèse trichrome**, c'est-à-dire en interprétant les couleurs par filtrage des trois couleurs fondamentales (les autres n'en étant que des combinaisons) ou, plutôt, des trois couleurs qu'il s'est montré plus avantageux de choisir, soit : rouge, vert, bleu, en raison de la prédominance de la couleur verte dans la nature.

Il est clair, cependant, qu'il y a rouge et rouge, bleu et bleu... comme il y a bonnet blanc et blanc bonnet et que, par conséquent, aucun des filtres correspondants ne sera, la plupart du temps, rigoureusement approprié à l'interprétation fidèle de sa couleur. Il en irait de même pour toutes les autres couleurs si la caméra pouvait être pourvue de sept filtres, soit de la possibilité d'interpréter toutes les couleurs du spectre.

Il reste que les lumières filtrées doivent, en fin de compte, se convertir en signaux électriques, car ce ne sont pas elles qui peuvent emprunter des fils ou des câbles pour gagner l'antenne d'émission, puis les télérecepteurs par la voie des ondes... Cette conversion s'opère dans la caméra, à l'aide de trois tubes électroniques pourvus chacun d'un des trois filtres



Maquette grandeur d'«Intel-sat IV» qui, construit avec le concours technique de dix nations européennes, sera le plus grand satellite de télécommunications et télévision commerciales : diamètre 2,375 m; tambour solaire 2,87 m; hauteur totale 5,33 m; poids à l'arrachement du sol 1 112 kg; poids en orbite 488 kg. Il sera lancé au cours de l'année 1971. Il relayera plus de 5 000 conversations téléphoniques ou transmettra 12 programmes de TV couleur.

précités et ayant pour fonction d'exciter une composition photoconductrice adéquate dont chaque point, électro-isolant dans l'obscurité, devient plus ou moins conducteur selon la quantité de lumière colorée qui la frappe. Est-il besoin de souligner que cette composition peut, elle aussi, varier très sensiblement qualitativement et que le processus de conversion des couleurs résultantes en signaux électriques ne peut être rigoureusement identique, ni d'un tube à l'autre, ni surtout, d'une caméra à une autre ?

Mais ces signaux, il faut maintenant, au poste télérecepteur de l'utilisateur, les retransformer en faisceaux lumineux des couleurs admises dans la caméra de prise de vues, donc les amener à agir sur les touches minuscules de substances fluorescentes de ces mêmes couleurs, appliquées sur le fond du tube-écran du récepteur.

UNE BONNE RÉCEPTION EN COULEUR EST UN VÉRITABLE TOUR DE FORCE !

Si l'on récapitule toutes les opérations opto-électroniques qui interviennent entre l'analyse optique d'un sujet ou d'un événement par une caméra couleur, et son apparition sur l'écran télérecepteur, force n'est-il pas de s'attendre à un rendu d'une fidélité discutable ? De fait, dans les premiers temps de la TV couleurs, l'utilisateur

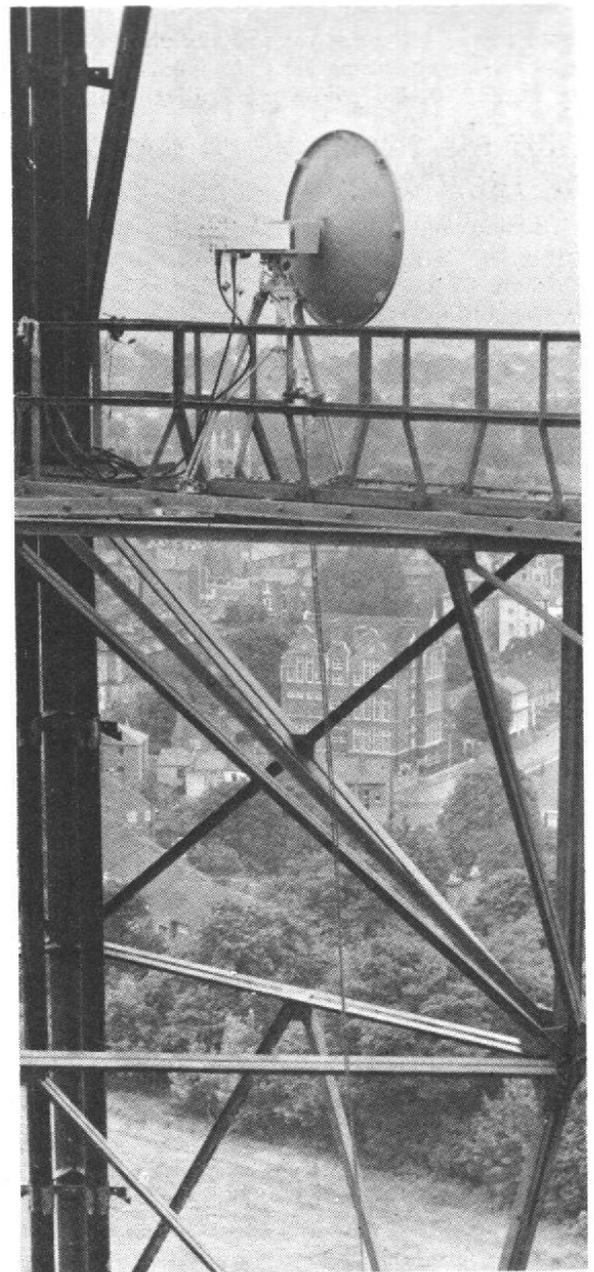
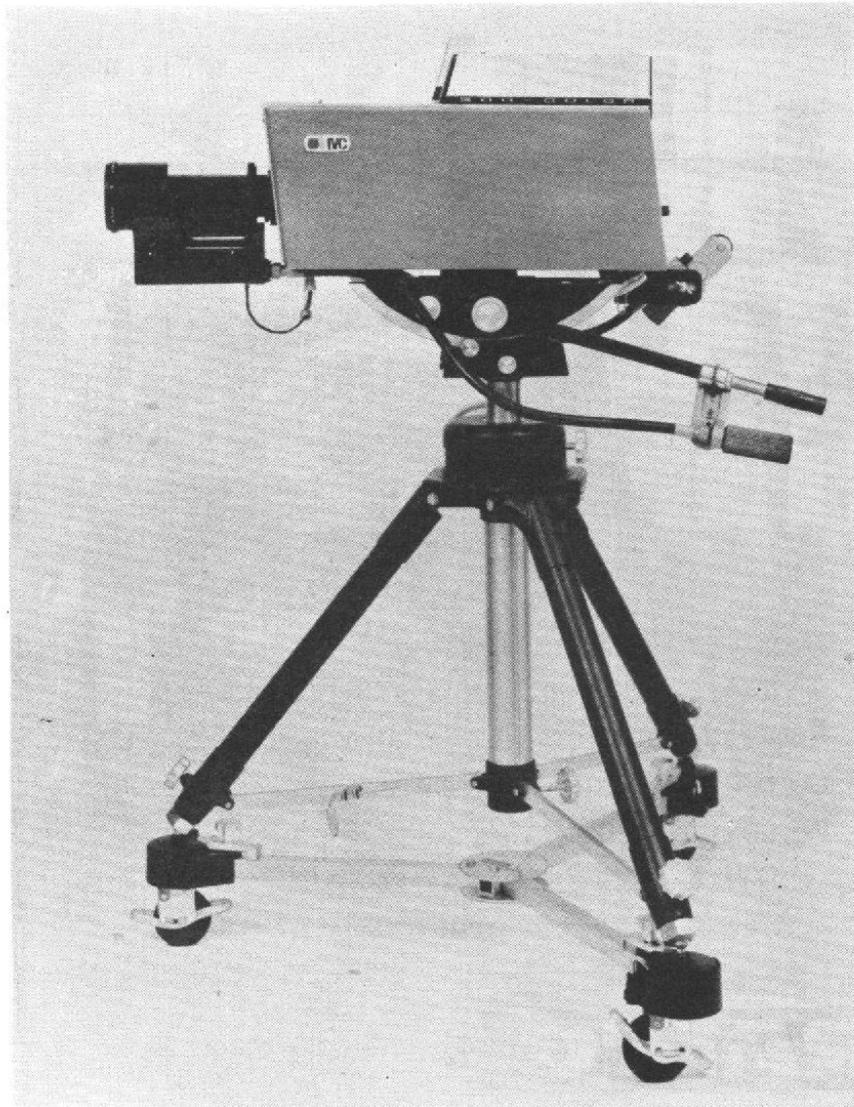
non conscient du véritable aspect des choses — puisqu'il n'en avait pas eu une vue directe, ne pouvait se défendre d'une impression générale de mauvais chromo. Encore avons-nous, dans ce qui précède, schématisé à l'extrême...

OÙ L'ÉQUATION PERSONNELLE REPREND SES DROITS

Et voilà pourquoi il a fallu, il faut encore, il faudra sans doute toujours : d'abord perfectionner techniquement le matériel optique, photo électrique et électronique, ainsi que les substances fluorescentes ; ensuite introduire — avant « injection » dans l'antenne d'émission des signaux appelés à interpréter les couleurs sur les écrans de réception — des corrections jugées indispensables par un opérateur ayant en permanence sous les yeux — grâce à des récepteurs-témoins — ce qui serait transmis aux usagers **s'il n'y était pas substitué son appréciation personnelle**. Cet opérateur dispose, en fait, d'autant de récepteurs-témoins qu'il y a de caméras opérant sur le même sujet ou événement, en sorte que, comme un peintre disposant d'une palette de couleurs, il prend de l'une ou l'autre de ces caméras juste ce qu'il faut pour « composer »

Ensemble caméra-antenne d'émission sur micro-ondes, utilisé par la B.B.C. pour sa première télédiffusion en couleur : le célèbre tournoi mondial de tennis de Wimbledon (à droite).

Type de caméra-couleur de studio (ci-dessous).



le spectacle qu'il entend transmettre, et ceci, tout en jouant tant sur la valeur des couleurs, que sur les angles de vue et la profondeur des plans !

Par conséquent, en définitive, **ce que le spectateur voit, c'est ce qu'à décidé de lui servir le correcteur...** C'est dire qu'il importe au premier chef de choisir celui-ci : non pas en fonction de sa compétence technique, mais bien de son aptitude à voir **à la manière des gens doués** d'une vision jugée exceptionnellement bonne (comment et par qui ?)

Il n'en sera pas moins loisible à l'usager de substituer sa propre vision à celle du correcteur s'il n'est pas satisfait de ce que ce dernier lui sert, tant il est vrai que la couleur est une impression sensorielle purement subjective. A cet effet, tous les télérecepteurs sont pourvus de boutons permettant de corriger les couleurs.

René J. Brocard.

LES CANONS DE MEYRIN

(suite de la page 12)

Electronique : cupules de concentration et anticathodes de tubes générateurs de rayons X, contacts de relais électromagnétiques, têtes de lecture de bandes magnétiques, instruments de montage, pointes de fers à souder.

Industries textiles : guide-fils, peignes, plaques à gorges, guides de machines à couper, griffes de machines à coudre, châssis et guides de tension, rouleaux, barres d'ourdissage, câbles d'abaissement.

Industries du papier et des fibres : emporte-pièces, coupeurs de guillotines, lames de râcles, couteaux fendeurs, billots d'enclumes et de découpeuses, lames circulaires biseautées, scies circulaires, repasseuses, guides, plongeurs, marbres de machines à papier.

Industrie des conserves : mandrins de sertissage et de fermeture, centres et anneaux de matrices, rails de bordage, supports et anneaux d'arrachage, matrices de rabatage, doigts séparateurs, déflecteurs, broyeurs et rouleaux de broyage, extrudeurs, couteaux à aliments.

Industries des plastiques et du caoutchouc : couteaux rotatifs dentelés, étaleurs, couteaux à découper en feuilles ou en cubes, filières d'extrudeuses.

Tréfilerie : mâchoires de serrage, cabestans, poulies d'étirage, mandrins de formage, mors d'enroulement.

Outillage industriel : calibres, brunissoirs, mandrins, tubes et barres à noyaux, matrices de formage à froid, forets hélicoïdaux, lames de scies à dents rapportées en carbure, guides de scies à ruban.

Chimie et industrie du pétrole : bielles de pistons, manchons de pompes, robinets-valves, garnitures mécaniques.

Instruments médicaux : porte-aiguilles, ciseaux chirurgicaux, grattoirs de dentistes.

A ces exemples d'application, ajoutons-en un : la fabrication de formes. Des structures compliquées peuvent être obtenues avec des matériaux généralement difficiles à travailler en recouvrant des noyaux de cuivre ou d'aluminium convenablement usinés. Lorsque le revêtement a été déposé, le noyau est dissout par un simple procédé chimique et il ne subsiste que la forme en creux désirée.

CONCLUSION

Par les procédés décrits et en raison de la grande variété des matériaux de revêtement existants, il est possible de résoudre tous les problèmes qui se posent quant à la résistance à l'usure, que ce soit par érosion, frottement, roulement, à la dégradation due à une température élevée, à une insuffisance ou une absence totale de lubrification ou de refroidissement, à des conditions anormales d'environnement, à des contraintes exceptionnellement élevées, etc. Les techniques les plus avancées seront les premières à en saisir tout l'intérêt.

R. LE BOUZIEC

SP. 25 mark II GARRARD

tourne-disques
de haute qualité
à un prix modéré

Autres modèles :
AT. 60 et AP. 75



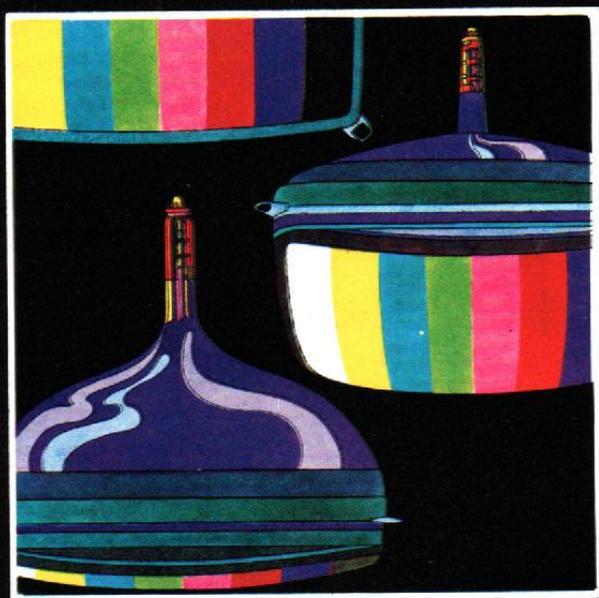
- ✕ 4 vitesses. Moteur 4 pôles. Plateau lourd.
- ✕ Réglage précis de l'appui vertical.
- ✕ Correcteur de poussée latérale.
- ✕ Commande pour la levée et la pause du bras en cours d'audition.

Socle et capot plexiglass sur demande.

Agent exclusif pour la France :

FILM ET RADIO

6 rue Denis-Poisson, PARIS-17^e
Tél. : 380.24.62



SECURISEZ COMPLETEMENT VOS ACHETEURS DE TV COULEUR

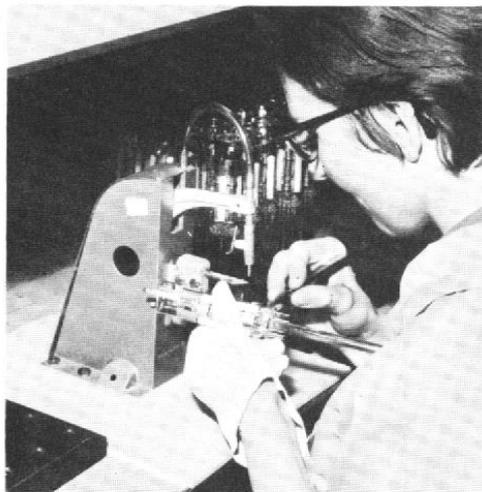
La R.T.C. par son "option longue durée" sur les tubes-images couleur, vous aide à réussir le démarrage de la TV couleur, avenir de votre activité. Pour une somme modique "l'option longue durée" de la R.T.C. permet d'étendre à 4 ans la garantie traditionnelle de ses tubes-images couleur. Faites-en profiter vos clients... leur confiance en vous sera encore accrue, vous vendrez mieux, vous vendrez plus !...



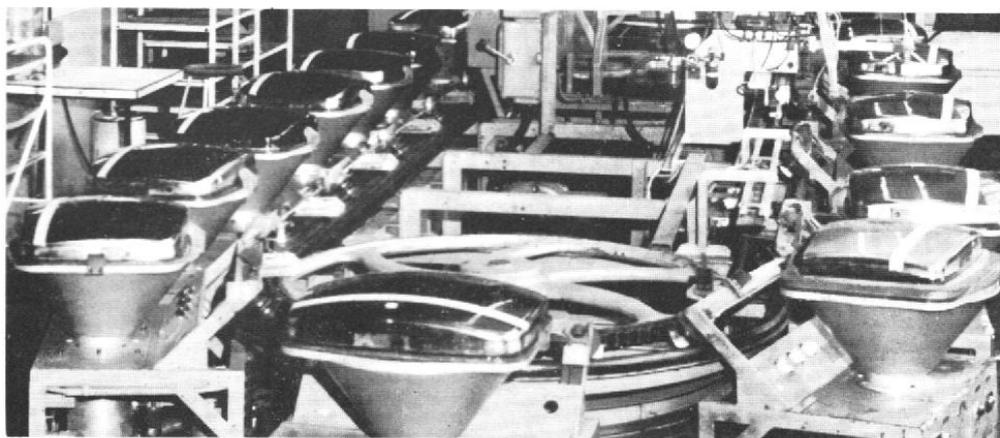
R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC - 130 avenue Ledru-Rollin - Paris 11° - Tél. : 797-99-30

200 000 TUBES- IMAGES COU- LEUR

sortiront en 1970 des usines R.T.C. Dès maintenant ils équipent la majorité des récepteurs TV couleur vendus sur le marché français. Ils sont fabriqués à Dreux dans une usine ultra-moderne où se réali-



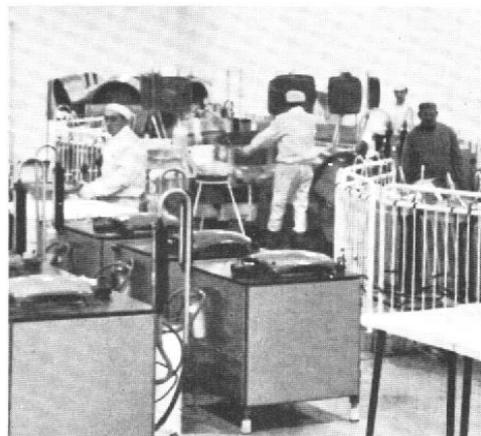
sent les opérations les plus délicates de la technologie électronique. Dans les ateliers de fabrication des écrans et des masques, l'air est climatisé et rigoureusement dépoussiéré; les opérateurs ou les opératrices travaillent en gants blancs, portent des cache-chaussures, ressemblent à des chi-



rurgiens. L'éclairage des salles est obtenu au moyen de lampes à vapeur de sodium, dont la lumière reste sans action sur les couches photosensibles utilisées dans la fabrication des écrans et des masques. Partout, le fantastique rejoint le réel. La précision est exigée au centième de micron



près. Les matériaux ont nom: «cristal», «Europium», «Vanadate d'Yttrium», «Barryum», «Strontium»... Dans cet univers d'anticipation, qui met les techniques de



demain au service de l'industrie d'aujourd'hui, les contrôles les plus rigoureux sont effectués pour garantir la qualité irréprochable des fabrications: contrôle des matières premières et des pièces détachées, qui doivent répondre à des exigences très strictes: contrôles après chaque transformation, contrôles terminaux de chaque tube-image portant à la fois sur la finition, la pureté de l'image, la sécurité et sur les caractéristiques.

Ainsi sont obtenues par tous les moyens possibles, les qualités de robustesse et de fiabilité qui font la réputation des tubes-images R.T.C.

CERTIFICAT DE GARANTIE N°

LE TUBE-IMAGE COULEURS TYPE

N°.....

BENEFICIE DE LA GARANTIE COMPLETE ACCORDEE PAR **R.T.C.** POUR UNE PERIODE DE

ECHANCE DE LA GARANTIE

POUR LA SOCIETE R.T.C.



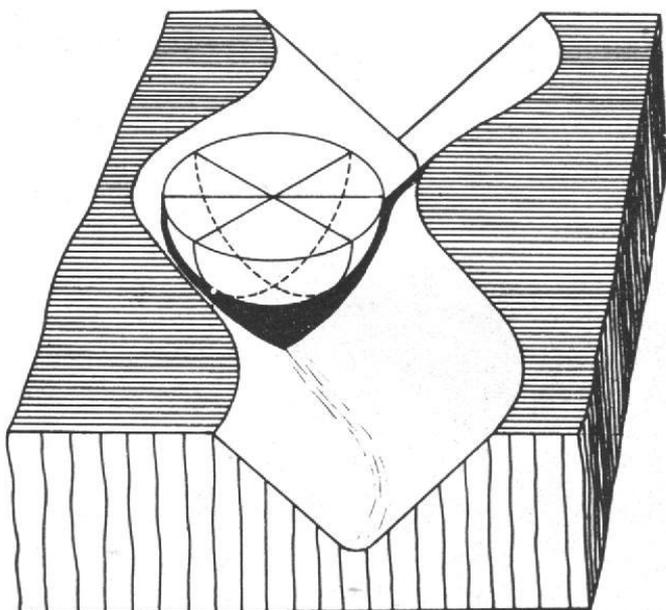
R. C. Paris 67 B 4247

introduction à la haute-fidélité

III. — LES CELLULES PHONOCAPTRICES

Dans l'étude que nous avons entreprise sur les tourne-disques, nous en arrivons aux cellules phonocaptrices et nous allons être obligé d'aborder le sujet sous un aspect légèrement plus technique, car il est indispensable de savoir sous quelle forme les informations musicales sont inscrites sur les disques et quels sont les divers moyens utilisés pour décoder ces informations, c'est-à-dire les moyens utilisés pour les traduire en signaux électriques. Comme les cellules phonocaptrices ont cette fonction, on peut les qualifier de transducteurs, mais on les appelle plus familièrement têtes de pick-up.

Le problème est étudié aujourd'hui sous la forme la plus simple, c'est-à-dire sous la forme monophonique qui permet de comprendre aisément les mécanismes de lecture.



Les informations musicales sont inscrites sur les disques sous forme de sinusoides complexes ayant pour axe la spirale qui serait tracée par le burin du graveur — non alimenté en signaux musicaux — parcourant la surface du disque en rotation.

LE DISQUE ET LES SILLONS

Comme nous l'avons déjà vu, les sillons forment une spirale partant du bord extérieur du disque et se dirigeant vers le centre. Les informations musicales sont inscrites dans les sillons sous la forme de sinusoides complexes ayant pour axe le sillon qui serait tracé par le graveur s'il n'y avait pas de signal musical.

Comme le montre la figure 1, la sinusoides va se déplacer de part et d'autre de l'axe, et si certaines précautions n'étaient pas prises, il pourrait y avoir chevauchement d'un sillon sur l'autre.

Nous nous en tiendrons à cette simple définition aujourd'hui, mais nous devons tout de même signaler que plus la modulation est forte, plus la sinusoides s'écarte de part et d'autre de l'axe d'enregistrement. Cela appelle immédiatement une indication : dans tous les cas, la pointe de lecture doit rester dans le sillon pour que la lecture soit correcte.

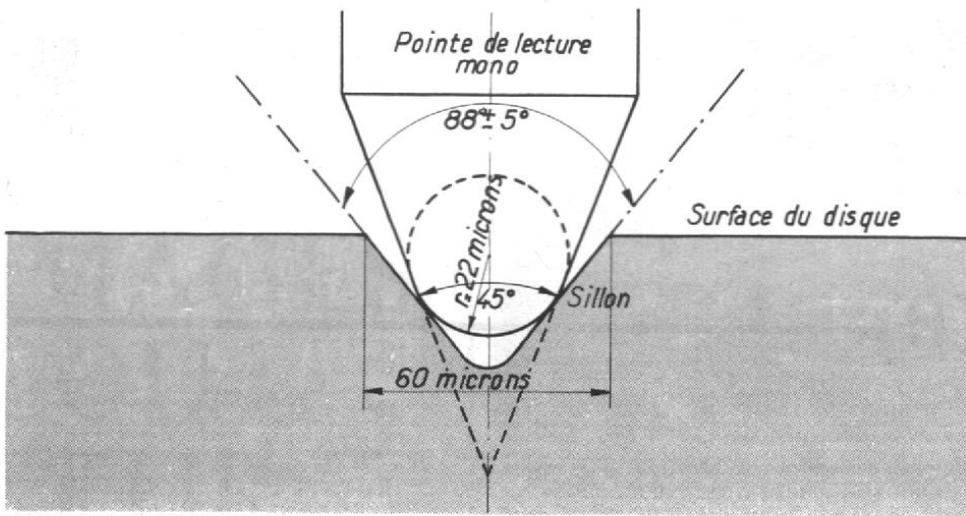
Et cette information nous entraîne à étudier immédiatement la morphologie d'une cellule phonocaptrice.

MORPHOLOGIE D'UNE CELLULE PHONOCAPTRICE

Quel que soit son type, une cellule phonocaptrice se compose de deux parties : le moteur et la pointe. Etant donné les millions de tourne-disques en service en France, tout le monde a eu entre les mains une pointe de lecture. La pointe de lecture est le petit cône qui est collé sur le méplat que l'on enfiche dans le moteur ; on la voit très bien quand on remplace une pointe usée par une pointe neuve.

La pointe de lecture

La pointe de lecture est fabriquée dans un matériau très dur, du saphir ou du diamant. Si l'on pouvait la voir sous un fort grossissement, on verrait qu'il s'agit d'un cône tronqué surmonté d'une demi-sphère (fig. 2). C'est tout au moins la forme la plus usuelle, car on fabrique depuis 1964 des



Coupe verticale du sillon d'un disque microsillon et d'une pointe de lecture. Ce dessin à l'échelle montre que la pointe de lecture est suspendue entre les flancs du sillon.

pointes dites elliptiques. La figure 3 donne la forme de la section d'une pointe elliptique.

Les pointes sphériques sont caractérisées par le rayon de la sphère terminale, les pointes elliptiques par la longueur des deux axes. Les dimensions sont évidemment déterminées par la largeur des sillons et nous allons maintenant examiner de plus près un sillon en coupe pour voir comment une pointe s'y place.

La largeur d'un sillon (fig. 2) est d'environ 60 microns et l'ouverture de l'angle faite par le graveur est de 88° environ. L'angle de la pointe de lecture est de 45° . Le rayon de la sphère terminale varie en fonction de l'utilisation :

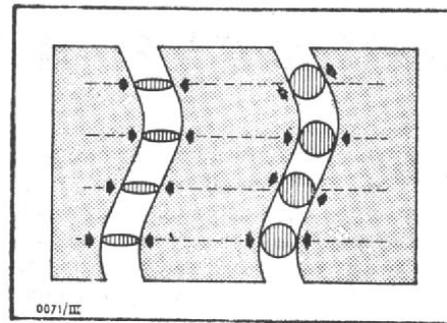
- Pour la lecture des disques monophoniques le rayon doit être compris entre 18 et 26 microns ;
- Pour la lecture des disques stéréophoniques le rayon de la sphère terminale doit être compris entre 13 et 18 microns.

Nous voyons qu'il y a un chevauchement à 18 microns. Il y a deux ans encore, tous les fabricants de cellules phonocaptrices haute fidélité avaient adopté pour les pointes sphériques un rayon de 18 microns qui permettait de les utiliser aussi bien pour la lecture des disques stéréo que pour celle des disques mono. Aujourd'hui, le rayon adopté semble être de 17 microns ; on s'est aperçu à l'usage qu'on pouvait parfaitement lire les disques mono avec des pointes de 17 microns sans les détériorer.

Le dessin à l'échelle (fig. 2) que nous avons établi, avec une pointe sphérique, ayant un rayon de 22 microns, montre que la distance entre l'extrémité de la pointe et le fond du sillon est de l'ordre de 6 microns. Plus le rayon de la pointe est faible, plus cette distance diminue et pourtant, en aucun cas, il ne faut que l'extrémité de la pointe puisse venir toucher le fond du sillon. La pointe doit rester suspendue sur les deux flancs du sillon.

Nous croyons utile de faire ici quelques comparaisons, car on sait très bien qu'un micron est un millième de millimètre ou, plus exactement, un millionième de mètre. Il s'écrit : μ (lire micromètre ou micron), mais sans comparaison, on ne se le représente pas très bien. Le diamètre d'un cheveu fin est égal à 60 microns, c'est-à-dire que c'est approximativement la largeur du sillon d'un disque microsillon. Cela démontre que l'espace entre la pointe et le fond du sillon est vraiment quelque chose de petit.

Cela explique aussi pourquoi les poussières qui sont sur le disque sont génératrices de bruits. La photographie reproduite sur la figure 4 montre l'amas de poussières

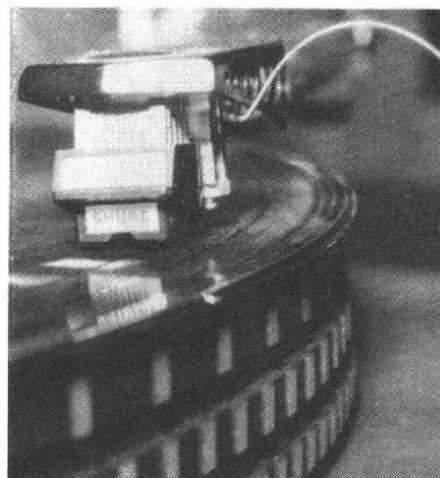


Coupe horizontale de sillons, d'une pointe de lecture sphérique et d'une pointe de lecture elliptique. Le rayon de la pointe sphérique est classiquement de 17 ou 18 microns, les dimensions de la pointe elliptique sont les suivantes : grand axe 22 microns, petit axe 5 microns. On voit déjà sur ce document combien le montage de la pointe elliptique sera difficile à réaliser pour que le grand axe reste perpendiculaire à l'axe de la gravure.

existant sur un disque convenablement essuyé avec un simple chiffon. Cette poussière que l'on voit si bien n'était pas visible à l'œil nu.

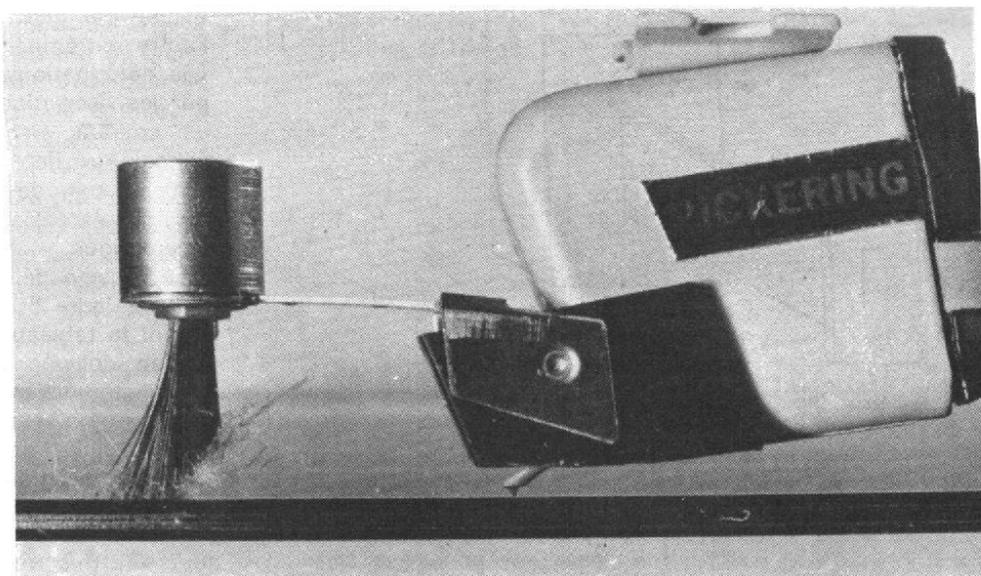
Autre corollaire, bien que le matériau employé pour la fabrication de la pointe soit très dur (saphir ou diamant), les parties de la pointe en contact avec le flanc du sillon s'useront et il se formera deux « plats » comme le montre la figure 6. A un moment donné, les « plats » seront tels que l'extrémité de la pointe touchera le fond du sillon. A ce degré d'usure de la pointe, l'audition sera affectée de bruits parasites et mal guidée, la pointe détruira les très fines sinusoïdes du sillon.

Puisque nous parlons de ces sinusoïdes, donnons quelques précisions sur leur longueur, profitant de ce que nous avons présente à l'esprit la représentation de 60 microns.



Ce document fait apparaître combien peut être sale la face d'un disque nettoyée avec un simple chiffon propre. Les poussières créeront des parasites à la lecture en chassant la pointe du sillon.

Pickering livre avec ses cellules, un dispositif à balai dont les poils très fins nettoient les sillons en y pénétrant. Il existe de nombreux autres dispositifs rendant les mêmes services et il est regrettable que les constructeurs de tourne-disques ne les prévoient pas dans leurs fabrications.



Sur le premier sillon d'un disque de 30 cm tournant à 33,33 tr/mn, la sinusoïde d'un signal de 12 000 Hz a une longueur totale de 36 microns. Sur les derniers sillons, la longueur de la sinusoïde tombe à 12 microns.

Nous ne commenterons ni ces valeurs, ni l'incidence de l'usure.

Tous ces chiffres nous montrent que les gravures et les réalisations mécaniques des cellules phonocaptrices, et des pointes de lecture sont du domaine de la mécanique de très haute précision, et que les contrôles ne peuvent se faire qu'à l'aide de microscopes (1).

Des pointes elliptiques, nous dirons seulement que la dimension adoptée pour le grand axe est de 20 microns et celle adoptée pour le petit axe de 5 microns. Existe-t-il une supériorité des pointes elliptiques sur les pointes sphériques ? Cela fera ultérieurement l'objet d'une étude complète.

Les cellules phonocaptrices

La pointe placée dans le sillon est fixée, nous l'avons vu, sur une petite pièce métallique qu'on engage dans une par-

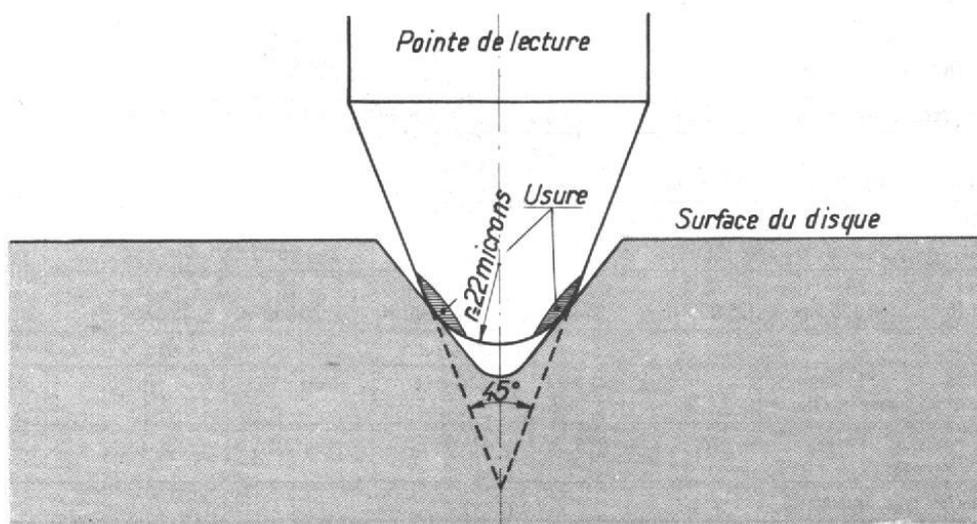
(1) Nous renvoyons nos lecteurs à l'article sur les relations pointe/sillon paru dans *Electronique professionnelle* n° 1.197 du 6 février 1969.

tie de la cellule phonocaptrice que nous avons appelée le moteur. En fait, ce moteur est composé de plusieurs éléments dont certains sont fixes et d'autres mobiles. La pointe est reliée à une partie mobile équipée d'un dispositif ramenant cette partie mobile à un point zéro. Exactement comme l'aiguille de l'ampèremètre du tableau de bord d'une voiture est au centre du cadran quand il n'y a ni charge ni décharge de la batterie.

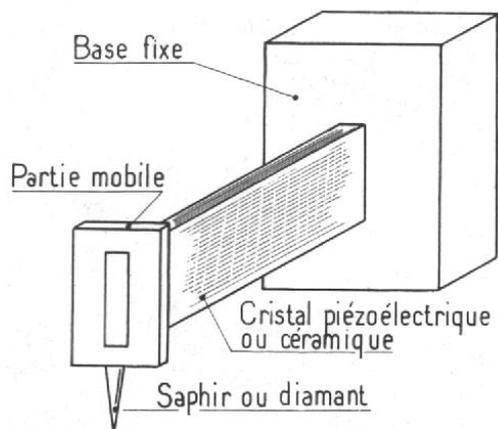
Cela est obtenu de diverses manières, et l'on peut considérer que le système a une certaine élasticité. Le terme adopté pour définir cette élasticité est « compliance », cette dernière se mesurant, en général, en dynes. La compliance latérale des meilleures cellules phonocaptrices est de l'ordre de 20×10^{-6} dynes. Mais on voit dans le tableau que nous parlons également de compliance verticale, c'est parce qu'il existe non seulement un dispositif élastique remettant la pointe en position zéro si on l'a déplacée latéralement, mais comme la pointe doit pouvoir se déplacer verticalement, il faut aussi que, verticalement, elle puisse retrouver sa position zéro.

De cela, il faut surtout retenir que la compliance est d'autant meilleure que le chiffre placé devant le terme 10^{-6} est élevé.

Il existe plusieurs techniques pour fabriquer des cellules phonocaptrices, c'est-à-dire en fait plusieurs méthodes per-



Malgré la dureté des matériaux qui servent à la fabrication des pointes (saphir ou diamant) les parties de la sphère en contact avec le sillon s'useront. Il se créera des plats et peu à peu la pointe descendra dans le sillon. Au cas limite, elle touchera le fond. Au fur et à mesure de l'usure, la lecture perd de sa qualité et la pointe usée détruira les fins sillons de l'enregistrement.



Solidement ancré dans une base fixe, un matériau piézo-électrique (sels de seignette ou céramique) sera déformé par les vibrations de la pointe. Ces déformations, par effet piézo-électrique, engendreront des différences de potentiel entre les faces du barreau. Différences de potentiel qui seront recueillies par des électrodes non représentées sur le dessin.

mettant de convertir les mouvements de la pointe en signaux électriques.

Ceci nous donne quatre grandes catégories de cellules phonocaptrices :

- Les cellules phonocaptrices utilisant l'effet piézo-électrique de certains cristaux ou de certaines céramiques.
- Les cellules phonocaptrices dites magnétiques dont il existe deux ordres.
- Les cellules phonocaptrices électrodynamiques.
- Les cellules phonocaptrices utilisant les propriétés de semi-conducteurs.

Les cellules phonocaptrices piezo-électriques

Leur fonctionnement est basé sur les propriétés de certains cristaux — les sels de Seignette par exemple — et de certaines céramiques qui engendrent un courant électrique sous l'effet d'une pression ou d'une déformation.

La fabrication en est très simple comme le montre la figure 7. Une barre de cristal ou de céramique est

ancrée par une de ses extrémités dans une embase fixe, l'autre extrémité étant solidaire de la pointe de lecture. Les déformations du cristal ou de la céramique, causées par les oscillations de la pointe de lecture, engendreront un courant électrique sinusoïdal pratiquement proportionnel aux déplacements de la pointe. Ce courant est recueilli par des électrodes (non représentées sur le dessin), placées sur deux faces opposées du cristal ou de la céramique.

La tension délivrée par une telle cellule phonocaptrice peut atteindre 500 mV dans certaines conditions. En examinant le tableau et en faisant un rapprochement avec la tension délivrée par les cellules magnétiques, on voit immédiatement que la différence entre les niveaux de sortie est énorme.

Les cellules piézo-électriques, bien que n'ayant pratiquement pas droit de cité dans le matériel haute fidélité, donnent des résultats extrêmement satisfaisants et équipent tous les tourne-disques de grande diffusion. On peut donc dire que tous les tourne-disques du monde, excepté un infime pourcentage, sont équipés de ce type de cellule phonocaptrice.

Personnellement, nous sommes loin de les mépriser, car elles font des centaines de millions d'heureux ; en effet, la tension de sortie élevée qu'elles engendrent facilite la fabrication des amplificateurs bon marché.

Mais nous avons dit plus haut que les tensions de sortie délivrées sont pratiquement proportionnelles aux déplacements de la pointe de lecture ; ceci veut dire que pour les fréquences basses comme pour les fréquences aiguës, la tension délivrée correspond aux caractéristiques de la gravure des disques. De plus, les cellules phonocaptrices de ce genre ne sont pas influencées par les champs magnétiques extérieurs qui provoquent des ronflements.

C'est pourquoi, dans le tableau des cellules phonocaptrices haute fidélité, nous avons introduit deux types de cellules à céramique répondant aux normes haute fidélité.

Les cellules phonocaptrices magnétiques

Il existe deux types de cellules phonocaptrices magnétiques, lesquels types sont représentés schématiquement

Constructeurs	PHILIPS	ORTHOPHON	ORTHOPHON	PICKERING	PICKERING	PICKERING	BANG ET OULFSEN	BANG ET OULFSEN	SHURE
Modèles	GP 411	SL 15	ST 15 T	XV 15 AME/ DCF 400	XV 15 AT/ DCF 150	V 15/ AME 2	SP 8	SP 6	V 15
Types	M	D	D	M	M	M	M	M	M
Compliance latérale	10 mm/Newton	25 x 10 ⁻⁶ Dyn.	20 x 10 ⁻⁶ Dyn.	—	—	—	12 x 10 ⁻⁶ cm/ Dyn.	8 x 10 ⁻⁶ cm/ Dyn.	Track Ability
Compliance verticale	18 mm/Newton	25 x 10 ⁻⁶ Dyn.	20 x 10 ⁻¹ Dyn.	—	—	—	12 x 10 ⁻⁶ cm/ Dyn.	8 x 10 ⁻⁶ cm/ Dyn.	Track Ability
Sensibilité	1 mV/cm/sec.	0,04 mV/cm/sec.	2 mV/cm/sec.	5 mV	8 mV	5,5 mV	1,4 mV/cm/sec.	1,4 mV/cm/sec.	3,5 mV/5 cm/sec
Pointe sphérique	15 μm	—	—	—	18 μm	—	—	18 μm	—
Pointe elliptique	—	17 x 8 μm	18 x 8 μm	23 x 5 μm	—	23 x 5 μm	18 x 6 μm	—	17,8 x 5 μm
Force d'appui	2 à 4 g	1 à 2 g	1 à 2 g	0,75 à 1,5 g	2 à 5 g	0,75 à 1,5 g	1 à 3 g	2 à 4 g	0,75 à 1,5 g
Séparation des canaux	> 20 dB	30 dB	20 à 30 dB	35 dB	35 dB	32 dB	25 dB	25 dB	> 25 dB
Bande passante	30 → 18 000 Hz	10 → 40 000 Hz	20 → 20 000 Hz	10 → 25 000 Hz	10 → 25 000 Hz	20 → 20 000 Hz	30 → 20 000 Hz	30 → 20 000 Hz	20 → 20 000 Hz
Déséquilibre entre les voies	≤ 2 dB	—	—	—	—	—	—	—	< 2 dB
Impédance de charge	68 k. Ohms	2 ohms	47 k. Ohms avec transfo	—	—	—	—	—	47 k. Ohms
Inductance	—	—	—	—	—	—	—	—	720 mH

M = cellule de type magnétique — D = cellule de type dynamique.

sur les figures 8 et 9, et l'on voit que dans une figure l'aimant est fixe et, dans l'autre, l'aimant est mobile (puisqu'il est lié à la pointe de lecture). Pour distinguer le deuxième type du premier, les cellules phonocaptrices à aimant mobile sont appelées magnétodynamiques.

Examinons le schéma d'une cellule du premier type, que certains appellent à réluctance variable (fig. 8). Cette cellule se compose d'un aimant en forme d'anneau de sections rectangulaires, sur lequel on a bobiné un assez grand nombre de spires de fil. Dans l'entrefer de cet aimant, on place une plaquette de fer doux qui est liée à la pointe de lecture. Tout mouvement de cette plaque de fer doux déformera les lignes de force magnétique dans l'entrefer. Ces déformations entraînent des variations du flux magnétique à l'intérieur de l'aimant, et ces variations engendrent un courant électrique dans le bobinage. Nous aurons ainsi traduit en grandeur électrique les mouvements de la pointe de lecture.

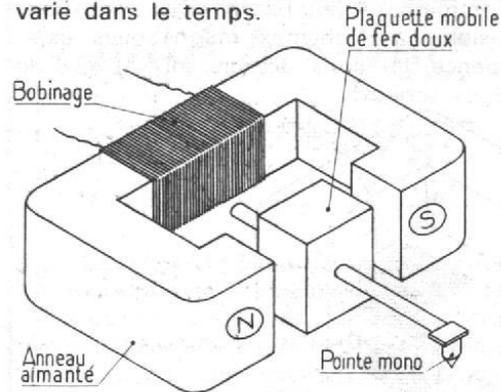
Le résultat sera le même si l'anneau est en fer doux et la plaquette liée à la pointe de lecture un aimant. Le phénomène électromagnétique se produira de la même façon et nous aurons alors réalisé une cellule phonocaptrice magnétodynamique (fig. 9).

La fabrication de ce dernier type de cellule s'est considérablement développée depuis l'apparition des aimants en ferite qui sont très légers.

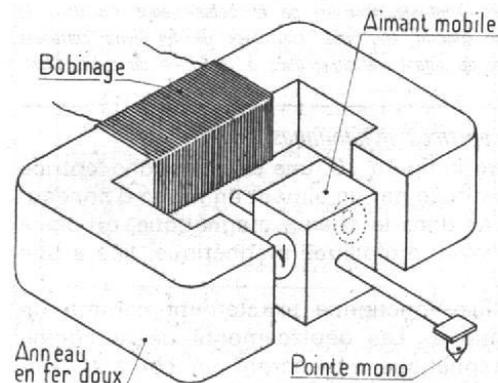
L'impédance de ces cellules est généralement comprise entre 10 000 ohms et 50 000 ohms et malgré cette impédance relativement élevée, la tension délivrée reste faible. Suivant les fabrications, elle varie entre 1,25 et 9 mV. Cela veut dire que le gain des amplificateurs devra être beaucoup plus grand que si on utilise des cellules piézo-électriques. La bande passante est généralement excellente, mais la courbe de l'amplificateur doit être corrigée, car avec ce type de cellule phonocaptrice, il n'y a pas de correction automatique de la courbe de gravure.

A l'actif de ces cellules, comme à celui des cellules dynamiques, les compliances latérales et verticales ne sont pas fonction de la rigidité du cristal, mais elles sont déterminées par le constructeur lui-même. Mais le constructeur

emploie souvent des produits visqueux dont la viscosité varie dans le temps.



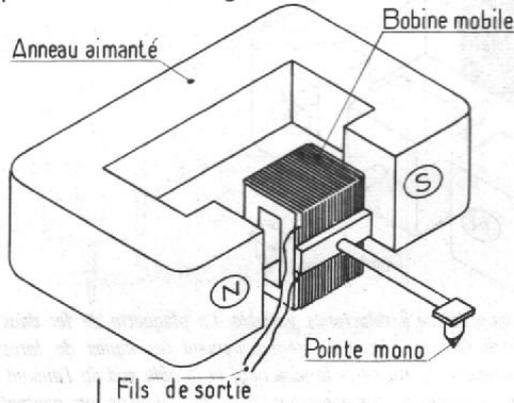
Cellule de type magnétique à réluctance variable. La plaquette de fer doux liée à la pointe de lecture, déformera périodiquement les lignes de force du champ magnétique existant entre le pôle nord et le pôle sud de l'aimant. Ces déformations périodiques engendreront dans le bobinage un courant électrique proportionnel en fait aux mouvements de la pointe de lecture.



Cellule de type magnétique à aimant mobile. Dans ce type de cellule, l'aimant est lié à la pointe de lecture. Les lignes de force entre le pôle nord et le pôle sud de l'aimant se referment par l'anneau de fer doux. Les déformations des lignes de force créées par les déplacements de la pointe engendrent, comme dans la cellule à réluctance variable, un courant électrique dans le bobinage.

SHURE	SHURE	SHURE	SHURE	ELAC	EUPHONICS	SONY	SANSUI	GRADO	CONNOISSEUR
M 75 E	M 75 E J	M 55 E	M 44 E	STS 222	CK 15 LS	VC 8 E	-	B	SCUI
M	M	M	M	M	Jauge de contrainte	D	D	Céramique	Céramique
Track Ability	Track Ability	25 x 10 ⁻⁶ Dyn.	15 x 10 ⁻⁶ Dyn.	7 x 10 ⁻⁶ Dyn.	25 x 10 ⁻⁶ Dyn.	30 x 10 ⁻⁶ Dyn.	18 x 10 ⁻⁶ Dyn.	25 x 10 ⁻⁶ Dyn.	12 x 10 ⁻⁶ Dyn.
Track Ability	Track Ability	25 x 10 ⁻⁶ Dyn.	15 x 10 ⁻⁶ Dyn.	7 x 10 ⁻⁶ Dyn.	25 x 10 ⁻⁶ Dyn.	30 x 10 ⁻⁶ Dyn.	18 x 10 ⁻⁶ Dyn.	25 x 10 ⁻⁶ Dyn.	8 x 10 ⁻⁶ Dyn.
5 mV/5 cm/sec.	5 mV/5 cm/sec.	6 mV/5 cm/sec.	9,3 mV/5 cm/sec.	2,2 mV/cm/sec.	80 mV	0,8 mV	5 mV	0,7 mV/cm/sec.	150 mV
-	-	-	-	17 μm	13 μm	-	13 μm	17 μm	13 μm
17,8 x 5 μm	17,8 x 5 μm	22,5 x 5 μm	18 x 10 μm	-	23 x 5 μm	22 x 5 μm	-	-	-
0,75 à 1,5 g	1,5 à 3 g	0,75 à 1,5 g	1,3 à 4 g	2,5 à 4,5 g	0,5 à 0,75 g	0,5 à 2 g	1 à 2 g	2 g	2 à 4 g
> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB	24 dB	25 dB	30 dB	-	20 dB	-
20 → 20 000 Hz	20 → 20 000 Hz	20 → 20 000 Hz	20 → 20 000 Hz	20 → 20 000 Hz	10 → 50 000 Hz	-	-	10 → 50 000 Hz	30 → 16 000 Hz
< 2 dB	< 2 dB	< 2 dB	< 2 dB	< 2 dB	2 dB	-	-	1 dB	-
47 à 70 k. Ohms	47 à 70 k. Ohms	47 k. Ohms	47 k. Ohms	33 à 51 k. Ohms	2 200 ohms	-	-	-	2 mégohms
720 mH	720 mH	680 mH	680 mH	650 mH	Alimentation en courant continu	Transfo incorporé	-	-	-

Ces cellules équipent en pratique toutes les chaînes haute fidélité du commerce. A leur passif, nous signalerons qu'elles sont sensibles aux champs magnétiques extérieurs, en conséquence, les constructeurs sont obligés de prévoir des blindages sérieux.



Fils de sortie

Cellule électro-dynamique. Un bobinage monté sur une carcasse sans fer, liée à une pointe de lecture, est placée dans un champ magnétique intense. Tout déplacement de la bobine engendre dans le bobinage un courant électrique. L'absence de fer évite certaines déformations du signal électrique dues à la forme du cycle d'hystérésis.

Les cellules phonocaptrices dynamiques

Comme le montre la figure 10, une cellule phonocaptrice dynamique est constituée par un aimant en forme d'anneau. Dans l'entrefer, donc dans le champ magnétique, on place une bobine, sans noyau métallique magnétique, liée à une pointe de lecture.

Ce type de cellule fonctionne exactement comme un microphone dynamique. Les déplacements de la bobine dans le champ magnétique engendrent un courant électrique dans la bobine.

Mais une telle bobine ne peut porter que quelques spires pour rester légère, et les tensions électriques engendrées sont donc très faibles. Ex. : La tension de sortie maximale ne dépasse pas quelques centaines ou même quelques dizaines de **microvolts**.

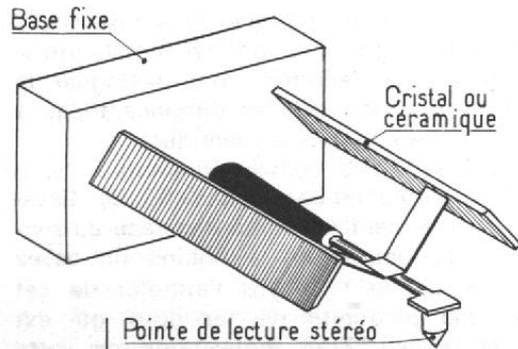
Cependant, de telles cellules sont employées dans les tourne-disques professionnels car leur courbe de réponse est excellente. Pour augmenter le niveau de sortie et faciliter leur emploi, les fabricants incorporent souvent un transformateur dans la tête de lecture elle-même. Ce transformateur amène le niveau de sortie à quelques millivolts.

Mais ce transformateur fait perdre une partie des avantages acquis par l'absence de produits ferreux dans la bobine, aussi peut-on penser que dans peu de temps, on incorporera un préamplificateur directement dans la cellule phonocaptrice.

Les cellules phonocaptrices à semi-conducteur

Tous les modèles de cellules phonocaptrices que nous venons de décrire sont des générateurs de courant alternatif à fréquence musicale, mais les semi-conducteurs ont permis d'envisager la fabrication d'une nouvelle génération de cellules phonocaptrices.

La résistance ohmique de certains semi-conducteurs varie en fonction de la déformation ou de la pression qu'on leur fait subir. Il n'existe bien entendu aucun modèle de ce type de cellule en mono ; cependant, nous pouvons considérer que s'il en existait un, il serait rigoureusement construit comme la cellule piézo-électrique représentée sur la figure 7. Mais le fonctionnement est tout à fait différent puisque la cellule piézo-électrique est génératrice de



Pointe de lecture stéréo

Cellule phonocaptrice piézo-électrique stéréophonique. La construction dérive de celle de la cellule monophonique mais il existe deux cristaux faisant entre eux un angle de 90° (45/45). Chaque cristal recueillera les informations d'un canal.

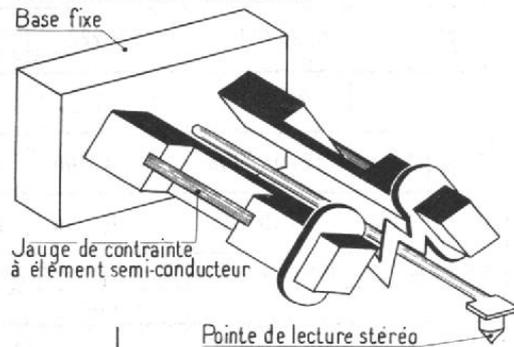
courant alors que la cellule à semi-conducteur (dite à jauge de contrainte) ne peut fonctionner que si on l'alimente en courant continu. La variation de résistance apportée par les déformations fera varier le débit du courant continu et avec tous les moyens usuels, on pourra utiliser ces variations pour alimenter un amplificateur.

Le niveau de sortie peut être théoriquement aussi élevé qu'on veut, et notre tableau indique pour la cellule euphonique une tension de sortie de 100 mV.

Il est aisé de comprendre que la bande passante de ce type de cellule est beaucoup plus large que celle de tous les types magnétiques ou dynamiques, car il n'y a aucun circuit magnétique qui limite la bande passante, ni dans un sens, ni dans l'autre. On pense que la bande passante peut s'étendre de 1 Hz à 200 000 Hz, sans aucun affaiblissement.

Présentée il y a trois ans, cette cellule révolutionnaire n'est fabriquée, à notre connaissance, que par deux firmes dans le monde, et une seule marque est introduite en France.

Pour bien montrer que la constitution de ces cellules se rapproche beaucoup de celle des cellules piézo-électriques, la figure 11 représente une cellule stéréophonique à cristal, et la figure 12 une cellule stéréo à jauge de contrainte. La similitude est frappante et il fallait s'y attendre, étant donné que dans les deux cas le résultat à obtenir est la déformation de barreaux.



Pointe de lecture stéréo

Cellule à jauge de contrainte. La résistance ohmique de certains semi-conducteurs varie en fonction des déformations. Ce phénomène est utilisé pour moduler un courant continu envoyé aux bornes de semi-conducteurs. Contrairement aux autres cellules phonocaptrices, les cellules à jauge de contrainte ne sont pas génératrices de courant et elles doivent être alimentées en courant continu.

CONCLUSION

Cet exposé, malgré sa longueur, est excessivement sommaire et sa seule prétention est de montrer comment on peut arriver à convertir des vibrations en signaux électriques.

Ch. OLIVERES.



sommaires des derniers numéros

N° 1 204 de mars 1969 :

Pleins feux sur le jeu d'orgues du Théâtre de la Ville.
Traduction simultanée contre tour de Babel.
L'électronique peut être un jeu.
La sculpture automatique des projets de carrosseries.
Du magnétoscope professionnel au magnétoscope amateur.
Un magnétoscope à cœur ouvert : l'Ikegami.

N° 1 208 d'avril 1969 :

Les premiers « infirmiers électroniques » prennent leur service.
Vers le tableau de bord sans aiguille, ni cadran.
Electrodiagnostic pour automobile.
La naissance d'une diode.
Diodes d'hier, d'aujourd'hui et de demain.
Electronique Magazine vous fait visiter le Festival du Son.

N° 1 212 de mai 1969 :

Electronique aérospatiale.
Atterrissage automatique.
Les radars, source intarissable de précieuses informations.
La lune et les télécommunications.
L'électronique au service du transport aérien de l'an 2000.
Salle de spectacle en plein ciel.

N° 1 216 de juin 1969 :

Ce que l'électronique apporte aux transactions boursières.
L'ordinateur va-t-il percer le secret de la pyramide de Chephren ?
Les magnétophones autonomes.
L'électronique au secours des cardiaques.

N° 1 220 de juillet 1969

Un apport original de l'ordinateur à la technique cinématographique.
Electronique et sécurité à l'école de voile des Glénans.
L'électronique peut détecter tout début d'incendie.
Du premier multiplicateur d'électrons aux photomultiplicateurs modernes.

Si l'un de ces numéros vous intéresse, ou même plusieurs, et qu'ils vous manquent, vous pouvez les obtenir en écrivant à Electronique Magazine : 2 à 12, rue Bellevue - 75-PARIS-19^e.

Joindre 2,50 F par numéro.

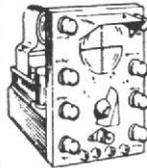
DÉCOUVREZ L'ÉLECTRONIQUE avec les yeux... ... avec les mains



LECTRONI-TEC est un nouveau cours par correspondance — très moderne — accessible à tous — bien clair — SANS MATHS — pas de connaissance scientifique préalable — pas d'expérience antérieure. Ce cours est basé uniquement sur LA PRATIQUE (montages, manipulations, utilisations de très nombreux composants) et L'IMAGE (visualisation des expériences sur l'écran de l'oscilloscope).

1 - CONSTRUISEZ UN OSCILLOSCOPE

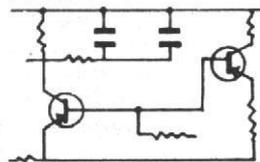
Le cours commence par la construction d'un oscilloscope portatif et précis qui restera votre propriété. Il vous permettra de vous familiariser avec les composants utilisés en Radio-Télévision et en Électronique.



Ce sont toujours les derniers modèles de composants qui vous seront fournis.

2 - COMPRENEZ LES SCHÉMAS DE CIRCUIT

Vous apprendrez à comprendre les schémas de montage et de circuits employés couramment en Électronique.



3 - ET FAITES PLUS DE 40 EXPÉRIENCES

L'oscilloscope vous servira à vérifier et à comprendre visuellement le fonctionnement de plus de 40 circuits :

- Action du courant dans les circuits
- Effets magnétique
- Redressement
- Transistors
- Semi-conducteurs
- Amplificateurs
- Oscillateur
- Calculateur simple
- Circuit photo-électrique
- Récepteur Radio
- Emetteur simple
- Circuit retardateur
- Commutateur transistor

Après ces nombreuses manipulations et expériences, vous saurez entretenir et dépanner tous les appareils électroniques : récepteurs radio et télévision, commandes à distances, machines programmées, ordinateurs, etc...

LECTRONI-TEC vous permettra d'améliorer votre situation ou de préparer une carrière d'avenir.

LECTRONI-TEC

REND VIVANTE L'ÉLECTRONIQUE!

Et maintenant, ne perdez plus de temps, l'avenir se prépare aujourd'hui, découpez dès ce soir le bon ci-dessous

GRATUIT

Sans engagement - Brochure en couleurs de 20 pages. BON N° EM 48 (à découper ou à recopier) et à envoyer à

LECTRONI-TEC, 35-DINARD (France)

Nom* :

Adresse* :

* En majuscules S.V.P.

L'AMPLIFICATEUR STÉRÉOPHONIQUE

HEATHKIT AA 15

Dans toutes les notices des amplificateurs haute-fidélité on trouve une longue liste de spécifications techniques dont se délectent les connaisseurs mais qui ne disent rien aux néophytes. Nous allons tenter d'expliquer — le mot semble plus propre qu'expliquer — les termes employés par les techniciens.

Prenons par exemple l'amplificateur Heathkit AA 15⁽¹⁾.

L'amplificateur Heathkit AA 15 est un des maillons de la chaîne la plus évoluée présentée par Heathkit, chaîne qui comprend le tuner Heathkit AJ 15, un tourne-disque et deux enceintes. C'est un amplificateur stéréophonique très puissant — 2 × 50 W en service continu, 2 × 75 W en pointe — et le taux de distorsion reste très bas à toutes les puissances. Le taux d'intermodulation également. Mais reprenons ces trois facteurs.

— **La puissance**, comme chacun sait, s'exprime en watts. Cette unité s'applique aussi bien à la puissance d'une lampe électrique qu'à celle d'un radiateur, d'une centrale de l'E.D.F. ou à celle du mini-poste à transistors que nos compagnes ont dans leur sac à main.

Elle est déterminée par une formule très simple : $I \times E = W$ dans laquelle I est l'intensité exprimée en Ampères, E est la tension exprimée en Volts, W est la puissance exprimée en Watts.

Mais en faisant des transformations à l'aide de la loi d'ohm ($E = I \times R$ où R est la résistance exprimée en ohms) cette formule peut devenir :

$$W = \frac{E^2}{R} \left(\text{car } I = \frac{E}{R} \right)$$

et

$$W = I^2 R \text{ (car } I \times R = E)$$

C'est à cause de ces formules que dans le tableau des caractéristiques (p. 56) la puissance est donnée en fonction de la charge (charge = R). Dans le cas d'un amplificateur, la charge c'est la résistance de la bobine mobile du ou des haut-parleurs.

Nous donnons ces formules parce que chacun peut ainsi mesurer la puissance réelle de son amplificateur avec un simple voltmètre puisque dans tous les cas on connaît l'impédance du haut-parleur et que celle-ci est exprimée en ohms comme la résistance.

— **Le taux de distorsion** indique le pourcentage d'erreur (ou de déformation) du signal apporté par l'amplification. Prenons un exemple concret : lorsque l'on regarde des objets présentés dans une vitrine, ils sont vus à travers une glace et ils ne sont aucunement déformés, si, par contre, il s'agit d'un paysage vu à travers les vitres d'une fenêtre, on constate dans certaines zones, que les objets sont déformés : les défauts de la vitre ont apporté une distorsion, mais la glace, qui elle est sans défaut, n'apporte pas de distorsion.

Il est intéressant de savoir que les oreilles normales ne perçoivent pas les distorsions dont est affecté le signal original si le taux de distorsion est inférieur à 6 %. Pour faire une comparaison beaucoup plus précise que notre verre à vitre, on peut utiliser un poste à transistor. Chaque fois que la tension des piles tombe au-dessous d'un certain niveau, des distorsions importantes apparaissent dans le son. Leur taux peut dépasser 50 %. Dans l'amplificateur que nous étudions, le taux de distorsion est compris, suivant la puissance, entre 0,2 % et 0,5 %. On ne peut, sur ce plan, rien reprocher à cet amplificateur. Pour être objectif, nous devons dire que beaucoup d'amplificateurs haute-fidélité ont des performances sensiblement équivalentes.

— **L'intermodulation** est une donnée moins évidente et plus subtile que la distorsion. On a constaté que si on appliquait à l'entrée d'un amplificateur

⁽¹⁾ L'étude complète de cet amplificateur a été publiée dans le n° 1 207 du 17 avril du H.P.



deux signaux dont la fréquence de l'un est multiple de l'autre, les fréquences 60 Hz et 6 000 Hz répondent à cette condition. On s'aperçoit en examinant avec attention le signal 6 000 Hz à la sortie de l'amplificateur qu'il a été altéré par la présence du signal à 60 Hz. Il y a eu apparition du phénomène d'intermodulation.

Il est évident que dans un amplificateur, l'intermodulation est un défaut très grave puisque dans les reproductions musicales on peut rencontrer très souvent et dans toute l'étendue du registre musical, certaines fréquences multiples d'autres fréquences. Dans l'amplificateur étudié le taux d'intermodulation reste toujours très faible, même à la puissance maximale.

La bande passante, dans ce cas particulier, s'étend de 8 Hz à 80 000 Hz, avec les affaiblissements donnés dans le tableau des caractéristiques. La bande passante de l'oreille humaine est beaucoup moins étendue; on situe vers 15 Hz les premiers sons et vers 17 000 Hz les derniers sons perçus. Dans cette plage la courbe de réponse de l'amplificateur ne présente aucun accident. On peut donc considérer que le signal appliqué à l'entrée de l'amplificateur sera intégralement retrouvé à la sortie mais considérablement amplifié.

Pour illustrer cela, on peut comparer l'amplificateur à un objectif de projection. L'image sur le film ou sur la diapositive est très petite, on ne peut pratiquement pas l'examiner. Après leur passage dans l'objectif, les rayons lumineux vont créer sur l'écran une image très grande par rapport à l'image originale. Mais la qualité de l'image projetée est à la fois conditionnée par la qualité de l'image originale et par la qualité de l'objectif. Plus l'objectif est de haute qualité, plus l'image projetée est conforme à l'image originale. Cela est surtout vrai dans le cas particulier où l'image est projetée en noir et blanc.

Dans ce cas particulier, la réponse de l'œil est linéaire, les noirs sont noirs et les blancs sont blancs. Mais dans la musique, on rencontre des basses, des médiums et des aigus et l'oreille, suivant la puissance de la source, et suivant les fréquences (basses - médiums - aigus) ne réagit pas de la même façon. On est donc amené à inclure dans les amplificateurs des correcteurs de tonalités basses et aigus indépendants l'un de l'autre, et encore plus dans les amplificateurs de grande classe des correcteurs physiologiques (dit Loudness). Les variations des correcteurs sont précisées à une fréquence déterminée : 20 Hz pour les basses, 20 kHz pour les aigus, et mesurées en décibels.

Ces quelques considérations ont permis de donner une idée plus précise des spécifications d'un amplificateur basse fréquence. Etudions les raisons pour lesquelles l'amplificateur dont nous avons parlé a des caractéristiques excellentes.

Mais avant, nous avons une remarque importante à faire. Cet amplificateur peut être vendu en état de marche ou en kit. Dans le premier cas, pas de problème mais dans le second cas ? Pas de problème non plus et c'est là le défi Heathkit.

LE DÉFI HEATHKIT

Croyez-vous que votre femme ou votre fils de 15 ans soient capables de construire un des meilleurs amplificateurs haute-fidélité du monde ?

Si on vous posait cette question, il y a bien des chances que vous répondiez non, à moins que vous ne connaissiez les solutions Heathkit. Comme tout le monde ne les connaît pas et que beaucoup pense que les kits de Heath concernent uniquement la mesure, nous allons aujourd'hui parler d'un amplificateur haute-fidélité que les spécialistes les plus avertis classent parmi les meilleurs et que l'on peut se procurer soit en pièces détachées, soit entièrement monté.

Heathkit a mis au point une méthode de construction dite « pas à pas » qui permet à n'importe qui de monter l'appareil électronique le plus complexe.

Dans l'exposé ci-dessus, nous avons été amené à parler d'ohms, de watts, de décibels, etc., et vous allez tout de suite dire : « Je sais bien que ma femme ne peut pas fabriquer un amplificateur car elle n'admettra jamais de se mettre tout cela dans la tête ». Vous avez raison et vous avez tort à la fois, car pour construire l'amplificateur elle n'aura besoin que de savoir lire le

manuel Heathkit, et en toute simplicité nous admettons que votre femme sait lire. Ceci étant entendu, regardons maintenant de quoi se compose un amplificateur. On peut le subdiviser de la façon suivante :

- L'alimentation ;
- Le préamplificateur de P.U. ;
- Les étages amplificateurs intermédiaires ;
- Les amplificateurs de puissance.

Les photographies que nous avons réalisées permettent de situer tous les éléments constitutifs de ces sous-ensembles. Pour nos premiers pas dans la connaissance de l'électronique, nous allons essayer de définir la nécessité de chacun des éléments constitutifs, et donner quelques détails sur la réalisation.

L'ALIMENTATION

Chaque étage amplificateur doit être alimenté en courant continu à une tension bien déterminée. Comme le secteur délivre du courant alternatif, c'est un organe appelé l'alimentation qui va se charger de transformer le courant alternatif en courant continu et de l'amener aux tensions désirées. Le circuit d'alimentation de cet amplificateur se subdivise en trois parties nettement séparées les unes des autres. Un premier redresseur délivre les 85 volts nécessaires à l'alimentation des amplificateurs de puissance. Le redressement est fait par un pont de quatre diodes et le filtrage assuré par un condensateur de 8 000 μ F. Ce condensateur imposant frappe immédiatement lorsqu'on examine la photographie de l'appareil.

Dans chaque amplificateur, sur un des radiateurs, on a placé un disjoncteur thermique. Ces disjoncteurs thermiques coupent le courant continu d'alimentation des amplificateurs de puissance chaque fois que la température du radiateur atteint 70°C. Quand la température des radiateurs, c'est-à-dire en fait celle des transistors de puissance redevient normale, le disjoncteur se réenclenche et remet en service l'amplificateur en cause.

Mais un dispositif spécial, alimenté par un circuit redresseur indépendant, allume une lampe témoin chaque fois que l'un ou l'autre des disjoncteurs thermiques entre en action. On est donc averti que la puissance demandée à l'amplificateur est devenue trop grande et que l'arrêt du son ne signifie pas une panne mais une surcharge. Etant donné la puissance des amplificateurs, nous doutons fort que dans une installation haute-fidélité les disjoncteurs thermiques aient l'occasion de fonctionner fréquemment. Mais dans le cas où l'amplificateur serait utilisé par un orchestre moderne, la présence de ces disjoncteurs n'est pas inutile.

Le troisième circuit d'alimentation en courant continu a pour mission d'alimenter les étages préamplificateurs et les étages de correction de tonalité. Ici le filtrage est assuré non par des condensateurs mais par des transistors, et la tension est stabilisée par une diode de zener.

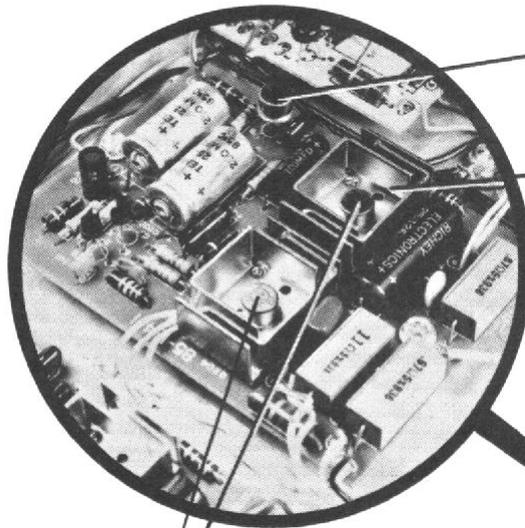
Le montage de tous les éléments de ces circuits d'alimentation est fait sur un circuit imprimé.

LES PRÉAMPLIFICATEURS DE PICK-UP

Les cellules phonocaptrices magnétiques, on l'a vu dans un article traitant de cette question dans ce même numéro, délivrent des tensions faibles et demandent des circuits de correction. Chacun des préamplificateurs comporte deux transistors et le circuit correcteur adéquat. Les deux préamplificateurs sont montés sur un circuit imprimé placé à quelques centimètres des prises d'entrée. Les prises d'entrée et les préamplificateurs sont enfermés dans un blindage. Après avoir été amplifiés, les faibles signaux issus des cellules phonocaptrices sont amenés à un niveau tel qu'on puisse les faire circuler dans des fils à l'intérieur de l'amplificateur sans risque de les altérer par des ronflements.

AMPLIFICATEUR HEAT

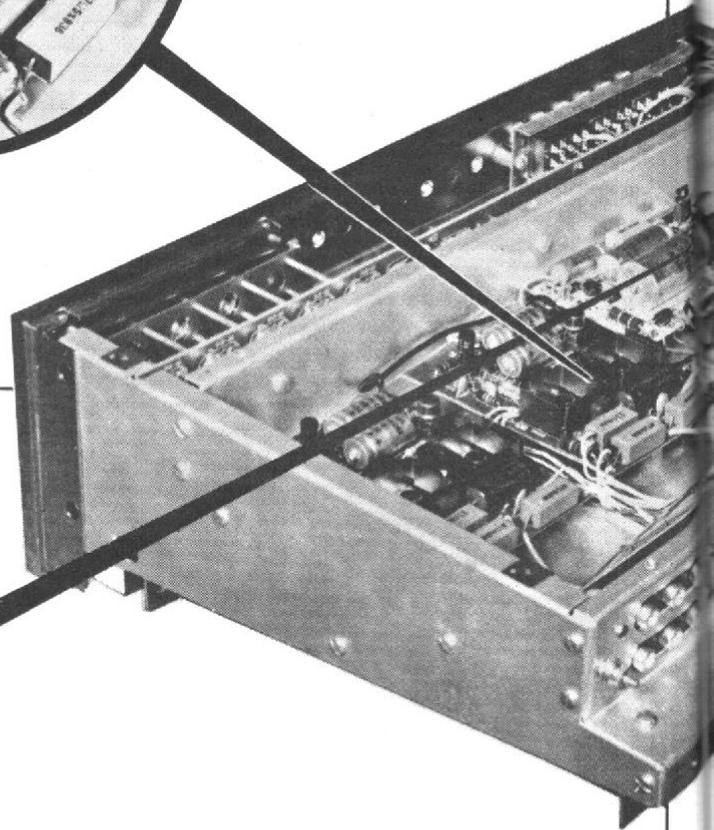
L'amplificateur de puissance doit être divisé en trois parties à cause de l'échauffement possible des transistors de puissance et du volume du condensateur de sortie. Mais beaucoup d'éléments ont été montés sur le circuit imprimé. On remarque néanmoins l'importance donnée aux radiateurs des transistors déphaseurs. Une diode de Zener assure une protection efficace contre les surcharges instantanées qui pourraient détruire les transistors de sortie.



DIODE DE ZENER
DE PROTECTION

RADIATEUR

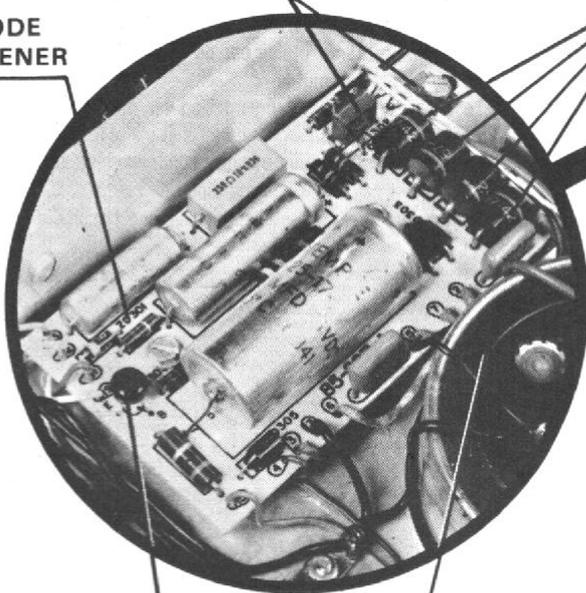
TRANSISTORS
DÉPHASEURS



TRANSISTORS
DE FILTRAGE

PONT DE 4 DIODES
DE REDRESSEMENT

DIODE
DE ZENER



TRANSISTOR
INDICATEUR
DE SURCHARGE

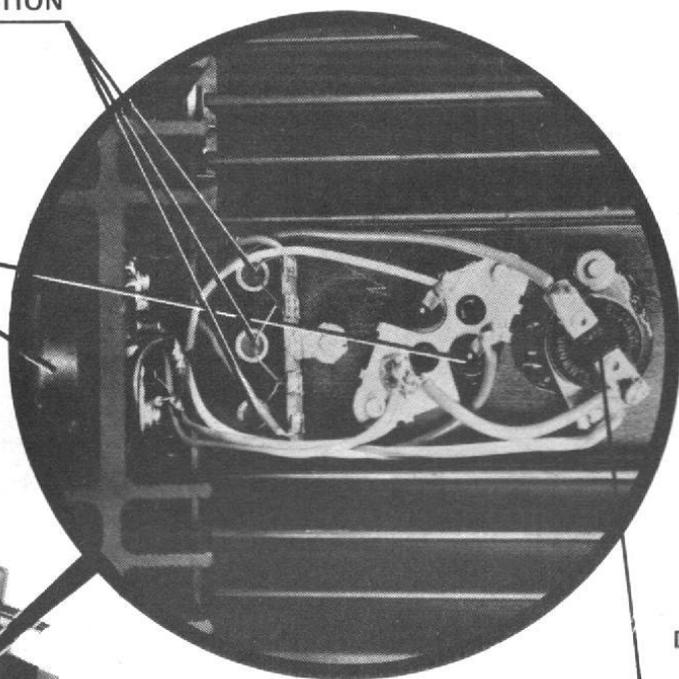
CONDENSATEUR
DE 8 000 μ F

Les circuits d'alimentation sont groupés en une seule plaquette, mais l'énorme condensateur de filtrage de 8 000 microfarads isolé à plus de 100 volts a dû être logé au milieu du châssis. L'alimentation des circuits d'entrée est filtrée au moyen de deux transistors et stabilisée par une diode de Zener. Le transformateur d'alimentation est entièrement blindé et ceinturé de clinquant de cuivre rouge.

HKIT AA15 (vu de dessous)

DIODES DE POLARISATION

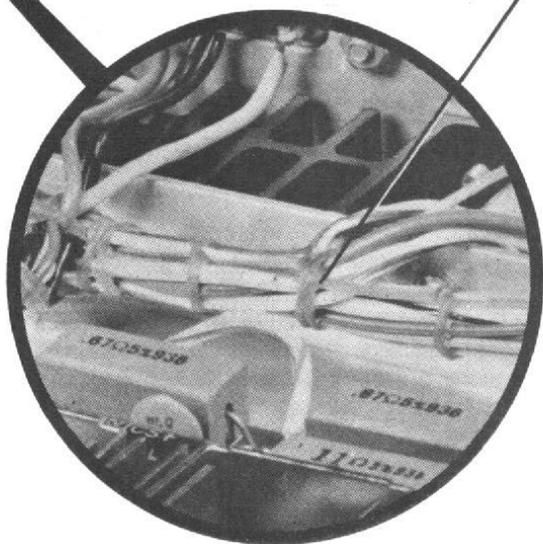
TRANSISTORS DE PUISSANCE



Les transistors de puissance sont montés sur des radiateurs à ailettes en aluminium noirci. Ces radiateurs aident à maintenir les transistors à une température relativement basse. Trois diodes servant à la polarisation des transistors déphaseurs sont montées sur l'un des radiateurs pour augmenter la stabilité thermique de l'ensemble. Un disjoncteur thermique coupe le circuit d'alimentation dès que la charge des transistors dépasse un certain niveau.

DISJONCTEUR THERMIQUE

TORON DES FILS DE LIAISON



Cet amplificateur de grande classe peut être livré en kit, c'est-à-dire sous forme d'éléments à monter. Dans ce cas, lorsque la fabrication des circuits imprimés est terminée, ils sont montés sur le châssis et raccordés entre eux au moyen de câbles montés en torons. Ces torons sont confectionnés en usine, y compris les sorties des câbles aux endroits adéquats. Les câbles sont repérables par leurs couleurs ou leur « chinage ». Ainsi réalisé le câblage final est impeccable même si le réalisateur fait ses premières armes.

ÉTAGES D'AMPLIFICATION

INTERMÉDIAIRES

Le rôle de ces étages est déterminant pour l'exploitation de l'amplificateur, aussi comprend-on aisément que le circuit imprimé sur lequel sont montés les composants nécessaires à son fonctionnement soit le plus important de l'amplificateur AA 15.

D'abord en suivant le sens de l'amplification, on trouve les douze potentiomètres qui permettent l'équilibrage de toutes les entrées entre elles. Les axes de commandes sont groupés dans une enceinte fermée par une trappe portant la marque Heathkit. Le commutateur permettant la sélection des entrées y est aussi fixé. Les correcteurs de tonalité et

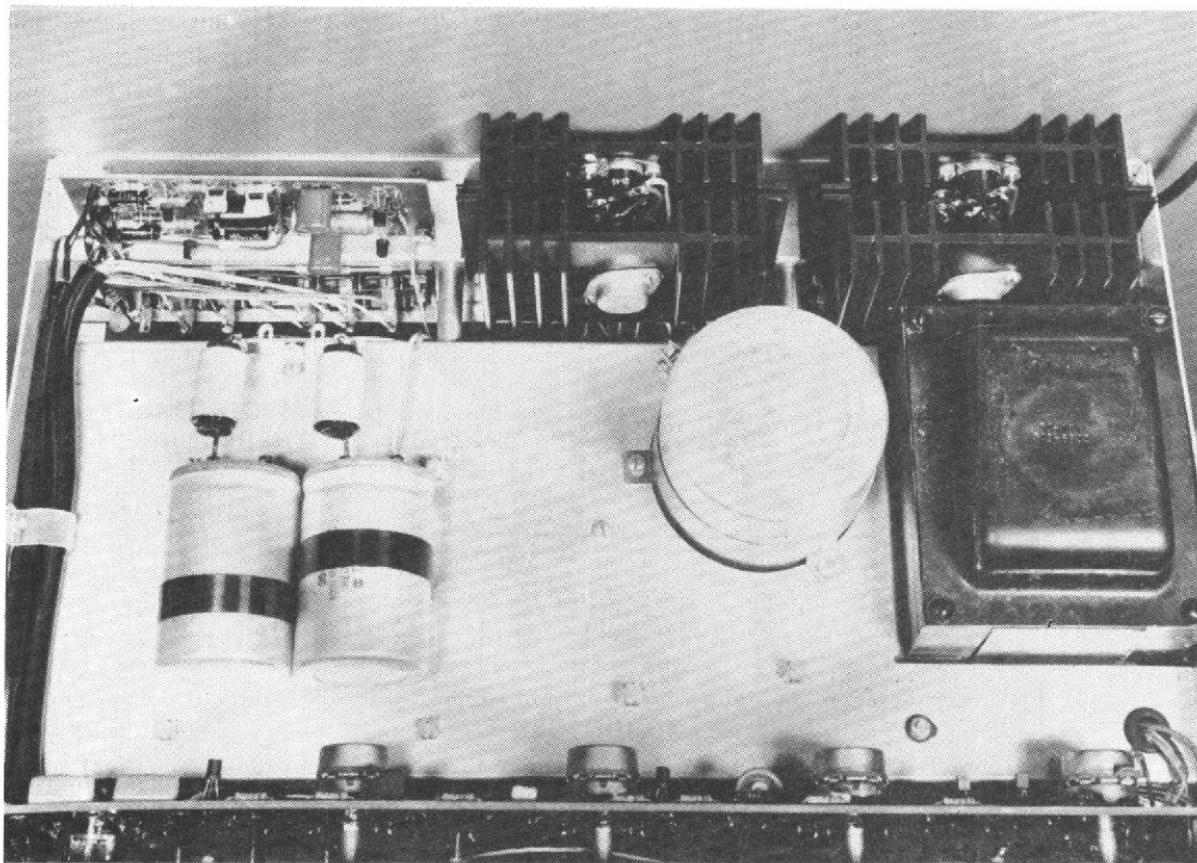
commutateur permettant de conserver une excellente tonalité à très faible puissance.

Après toutes corrections de la courbe, les signaux sont affaiblis. Un préamplificateur à deux étages est chargé d'élever les tensions à un niveau suffisant pour permettre leur exploitation par l'amplificateur de puissance.

AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE

Sauf quelques éléments dont nous allons définir le rôle, tous les composants de chacun des amplificateurs de puissance sont montés sur un circuit imprimé indépendant. On aperçoit bien sur la photographie les radiateurs importants des transistors déphaseurs (p.n.p. - n.p.n.).

Les diodes de polarisation de cet étage déphaseur et les transistors de



Cette photo fait apparaître, s'il en est encore besoin, la rigueur du montage général qui découle des facilités données aux amateurs pour construire eux-mêmes cet appareil.

de volume sont inclus dans ce sous-ensemble dont ils forment le cœur. Mais pour travailler dans des conditions idéales, ces sous-ensembles exigent certaines adaptations d'impédance; elles sont obtenues grâce à des transistors. De plus, deux transistors sont spécialement destinés à adapter les entrées de l'amplificateur à celles d'un magnétophone permettant le monitoring ⁽¹⁾. Tous les commutateurs ayant des fonctions dans le système amplificateur sont raccordés dans ce sous-ensemble. On y trouve en particulier un commutateur permettant l'élimination du contrôleur de tonalité pour travailler en amplificateur droit et un

puissance sont montés sur deux radiateurs à ailettes, ainsi les diodes dont le coefficient de température est inverse de celui des transistors de sortie assurent une stabilisation très efficace de tout l'amplificateur de puissance.

La liaison entre l'enceinte acoustique et l'amplificateur est faite à travers un condensateur de 4 000 μ F et une petite self mise en série. Les deux condensateurs et les deux selfs sont montés directement sur le châssis, étant donné leur volume.

CONCLUSION

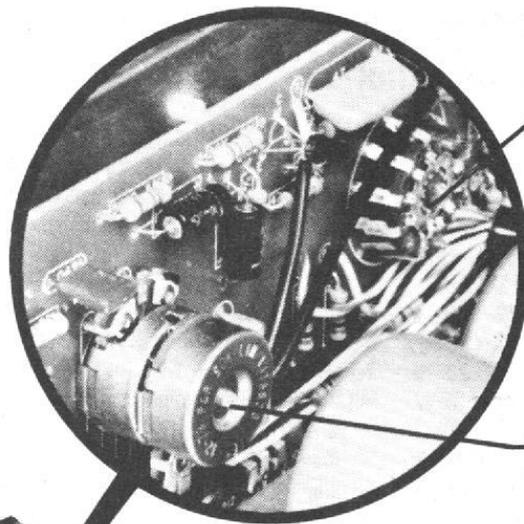
La petite étude que nous venons de faire nous a permis de voir que pratiquement chacun des sous-ensembles que nous avons déterminés en divisant l'amplificateur correspond à un circuit imprimé sur lequel sont montés la

⁽¹⁾ Monitoring : terme adopté pour qualifier la possibilité offerte par certains magnétophones de comparer le son original au son enregistré.

AMPLIFICATEUR HEATHKIT AA15

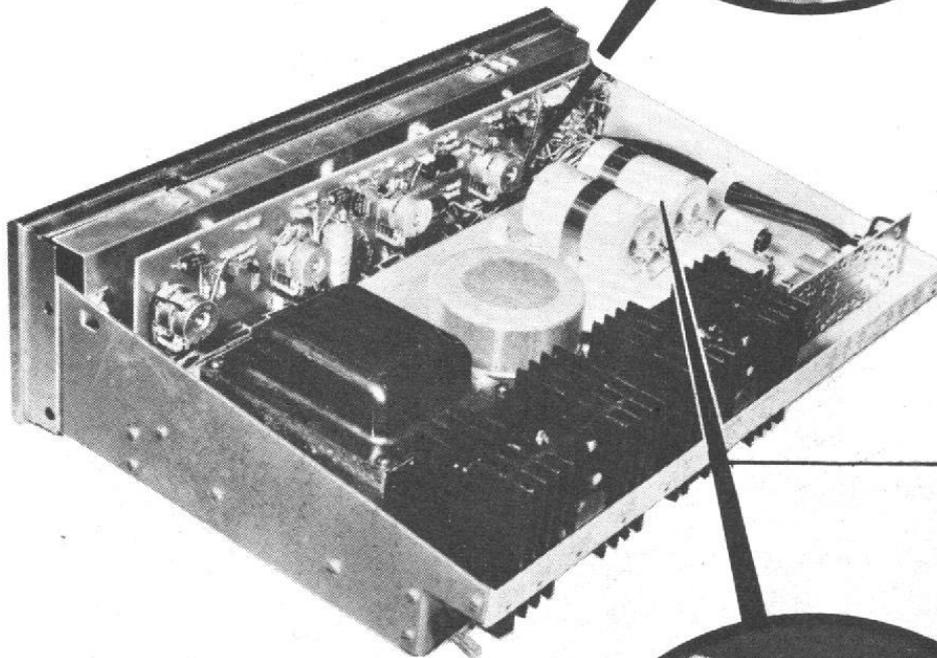
(vu de dessus)

Tous les signaux d'entrée étant pratiquement au même niveau, l'auditeur peut alors sélectionner l'une des entrées pour l'écoute désirée. Ce commutateur branche l'entrée de l'amplificateur soit au P.U. (à travers le préamplificateur), soit au tuner, soit au magnétophone, etc. Dix potentiomètres accessibles par une trappe permettent une égalisation de toutes les voies.



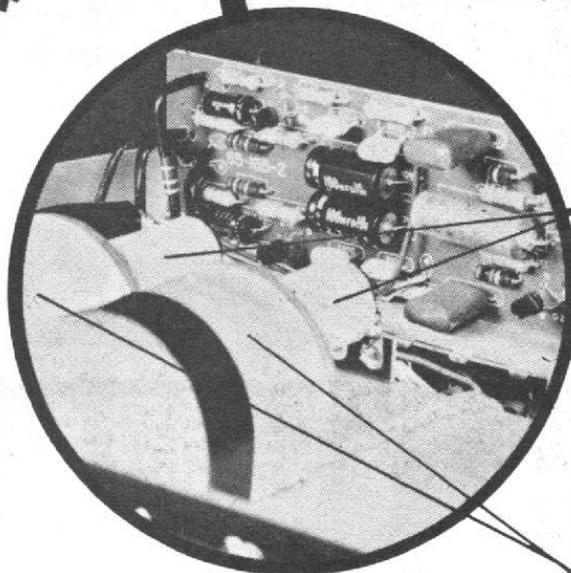
SÉLECTEUR D'ENTRÉE

POTENTIOMÈTRE DOUBLE DE BASSE



Dans cet amplificateur, les étages d'amplification intermédiaires ont fait l'objet de soins particuliers. Des transistors sont chargés d'adapter les impédances d'entrée et de sortie des correcteurs de tonalité. Il en est de même pour les potentiomètres de puissance et de balance. Les signaux ayant été fortement affaiblis par ces manipulations, deux transistors montés en cascade en élèvent le niveau pour permettre leur exploitation par les amplificateurs de puissance.

Les tensions engendrées par les cellules phonocaptrices doivent être mises en forme et amplifiées pour se trouver au niveau des autres sources (tuner, magnétophones, etc.). C'est le rôle dévolu au préamplificateur d'entrée, mais comme le niveau des signaux est très faible, pour éviter toute induction parasite, le préamplificateur est placé très près des entrées. De plus, les deux préamplificateurs sont entièrement recouverts par un blindage qui a été enlevé pour les besoins de la photo.



SELF DE SORTIE

CONDENSATEURS DE SORTIE

plupart des composants, sauf s'ils sont trop volumineux ou si certains impératifs techniques l'exigent. Les premières opérations de montage consistent donc à réaliser ces sous-ensembles.

Quand ils sont construits, on les monte dans le châssis. Il ne reste plus qu'à les relier entre eux. Cette opération pourrait être très délicate si Heathkit

n'avait pas choisi une formule simple. Tous les câbles de raccordements sont montés en torons soigneusement bottelés en usine. Tous les fils sont de couleurs différentes, donc facilement repérables, de plus ils sont sortis du toron à l'endroit judicieux et coupés à longueur. C'est donc un jeu d'enfant que de faire les raccordements.

Spécifications par canal

Puissance musicale : 75 W; 50 W sur 4 ohms; 45 W sur 16 ohms.

Puissance continue : 50 W; 45 W sur 40 ohms; 35 W sur 16 ohms.

Bande passante avec 0,5% de distorsion harmonique : 6 Hz à 30 kHz; $\pm 1,5$ dB.

Bande passante à 1 W : ± 1 dB 8 Hz à 40 kHz; ± 3 dB 4 Hz à 80 kHz.

Distorsion harmonique : $< 0,5\%$ de 20 Hz à 20 kHz à 50 W. $< 0,2\%$ à 1 000 Hz à 10 W. $< 0,2\%$ à 1 000 Hz à 1 W.

Intermodulation : 60 Hz et 6 000 Hz mélangés dans le rapport 4/1 $< 0,5\%$ à 50 W. $< 0,2\%$ à 1 W.

Facteur d'amortissement : ≥ 45 .

Sensibilité des entrées (tension efficace pour obtenir 50 W sur charge 8 ohms). Phono : 22 mV (surcharge à 155 mV). Magnétophone : 200 mV (surcharge à 4,5 V). Aux. 200 mV (surcharge à 4,5 V). Magnéto monitoring : 200 mV (surcharge 4,5 V).

Ronflement et bruit : Phono (10 mV référence) : - 60 dB. Magnéto et aux. (200 mV réf.) : - 65 dB. Volume contrôle au minimum : - 80 dB.

Impédance de sortie : 4 ohms à 160 ohms. Impédance de sortie prise magnétophone : 120 ohms.

Impédances d'entrée : Phono 51 k. Ohms (RIAA). Aux. magnéto-monitoring 100 k. Ohms.

Efficacité correcteurs de tonalité

Basses : + 15 dB à 20 Hz; - 20 dB à 20 Hz.

Aiguës : + 15 dB à 20 kHz; - 15 dB à 20 kHz.

Semi-conducteurs : Transistors 31 (silicium); diodes 13; diodes Zener 5.

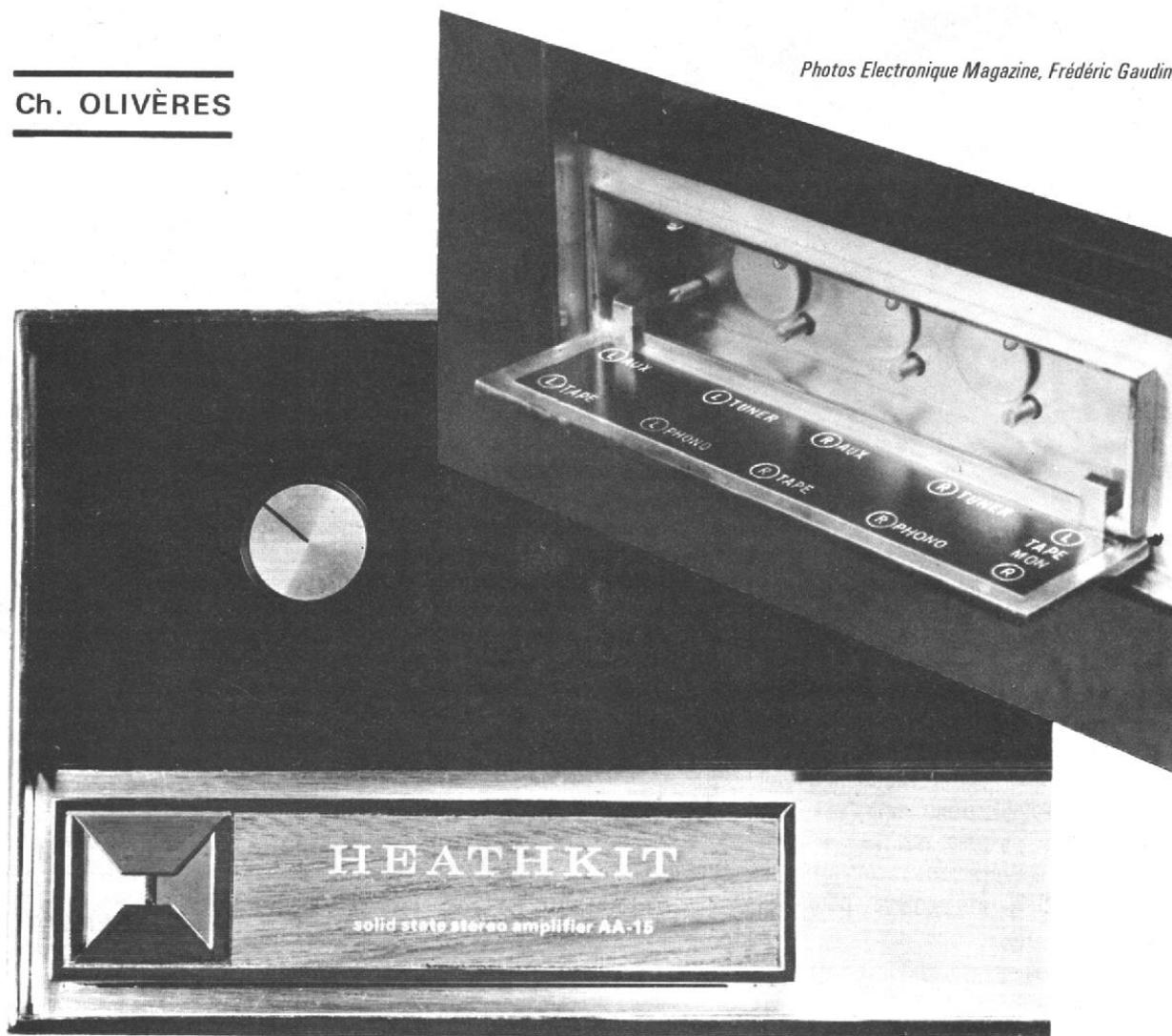
Consommation : sans signal 55 W; à pleine puissance 240 W.

Dimensions : 440 mm de longueur; 120 mm de hauteur; 317 mm de profondeur.

Poids : 10 kg.

Ch. OLIVÈRES

Photos Electronique Magazine, Frédéric Gaudin



connaissance de l'électro-ménager

DES CUBES DE GLACE A GOGO ET SANS PEINE

Pour déguster un apéritif « on the rocks », frapper une bouteille de champagne, glacer un melon, etc., il faut, naturellement, disposer de petits cubes de glace. On en obtient en introduisant dans le compartiment congélateur du réfrigérateur une petite cuvette d'eau, dont une grille compartimente le volume. C'est simple, mais pas tellement pratique, car il est difficile de ne pas répandre un peu d'eau en plaçant la cuvette ; et puis, alors qu'on n'a souvent besoin que de quelques cubes, il faut tout dégeler sous le robinet de l'évier, ramasser les cubes qui se sont détachés, refaire le plein d'eau de la cuvette et réintroduire celle-ci dans le compartiment **ad hoc**.

Or, l'un des constructeurs de réfrigérateurs les plus connus vient de lancer sur le marché mondial un « fabricant » (le terme est français) de petits cubes de glace, accessoire de ses modèles 1969 de 400 et 500 litres (on voit grand aux Etats-Unis). Il peut être acquis séparément pour

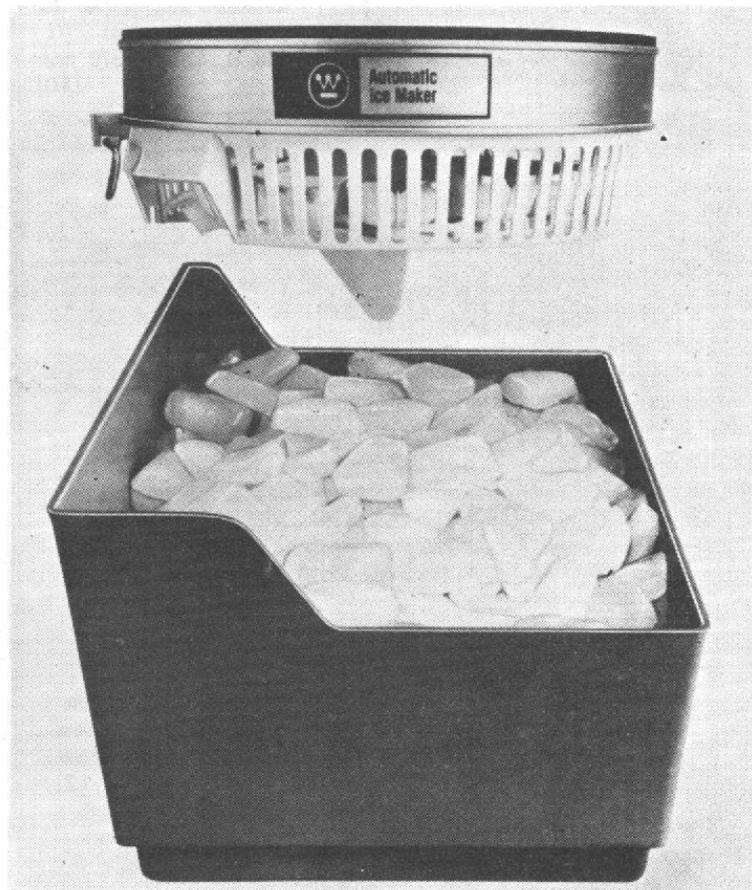
être installé ultérieurement, les nouveaux modèles de réfrigérateurs de cette marque étant pourvus, en attente de l'appareil, des connexions eau et courant électrique nécessaires.

Comme l'indique la photographie, le « fabricant » se monte sur le dessus du réfrigérateur ; il s'y branche comme à une prise de courant et peut donc en être séparé à tout moment.

L'appareil n'exige pas de source propre de chaleur. Il n'est pas besoin de plateaux-cuvettes à remplir. De surcroît, grâce à un moule rotatif en matière plastique, les cubes de glace produits sont éjectés un à un directement dans la cuvette de l'appareil où il n'est que de se servir selon le besoin du moment. Enfin, une sonde automatique veille à ce que la cuvette soit toujours pleine de cubes, mais qu'elle ne déborde pas non plus. En somme, l'appareil travaille à la demande.

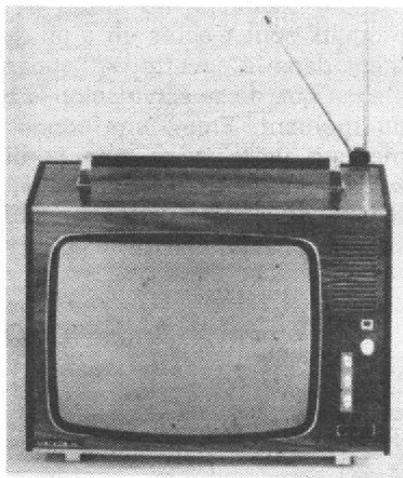
André CROBER

A gauche : «Fabricateur» de cubes de glace en place sur le réfrigérateur auquel il s'adapte par simple embrochage. L'appareil débite les cubes un à un et, automatiquement, en maintient sa cuvette pleine. A droite, en haut : moule rotatif en matière plastique éjectant les cubes; en bas la cuvette en laquelle il n'est que de se servir...



à la vitrine du revendeur

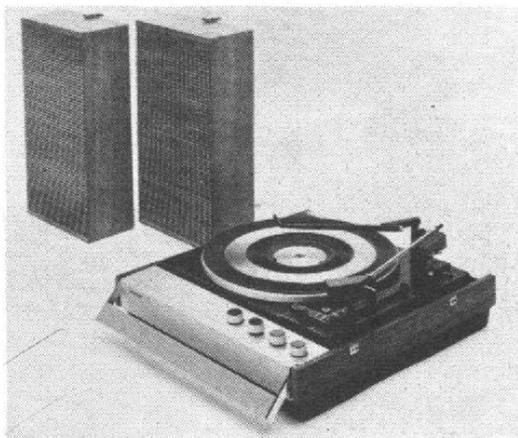
Cette rubrique ne comporte aucune publicité. Elle est strictement réalisée par l'équipe de rédaction dans le but de présenter aux lecteurs d'ELECTRONIQUE MAGAZINE des matériels sélectionnés pour leur nouveauté, leurs caractéristiques particulières ou leur utilité. Tous renseignements complémentaires peuvent être obtenus, **sans engagement d'aucune sorte**, en cerclant, sur le bon-réponse placé en fin de revue, le numéro figurant à la fin de l'information.



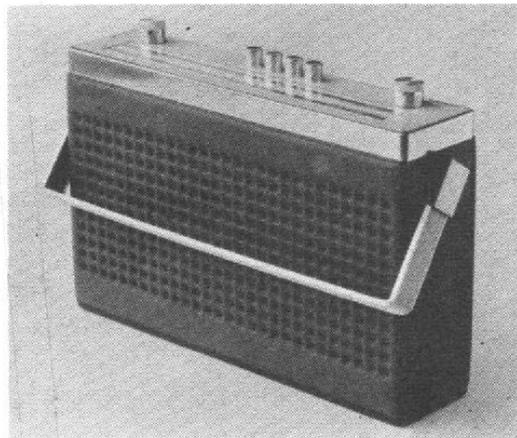
Téléviseur transportable 0144 Brandt Clarville. Ecran carré 44 cm, angle 110°. Coffret ébénisterie avec poignée de transport. Dimensions : L. 506, H. 420, P. 310 mm. [10]



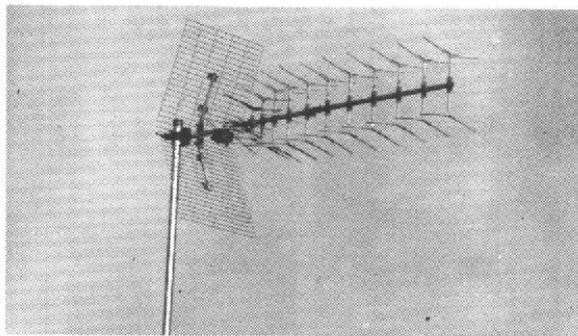
Toshiba, luxueux transistor de voyage importé par Grammont pouvant se convertir en récepteur de salon grâce à l'étonnante enceinte Euphonica. Il est équipé de onze transistors. [11]



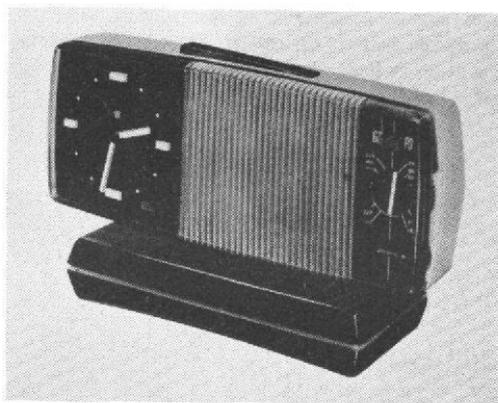
Cerel est un électrophone secteur stéréophonique de chez Schneider Radio-Télévision. Il est équipé d'une tête céramique double saphir, de deux haut-parleurs de 16 x 24 cm et d'une prise tuner et magnétophone. Sa puissance est de 2,5 W. [12]



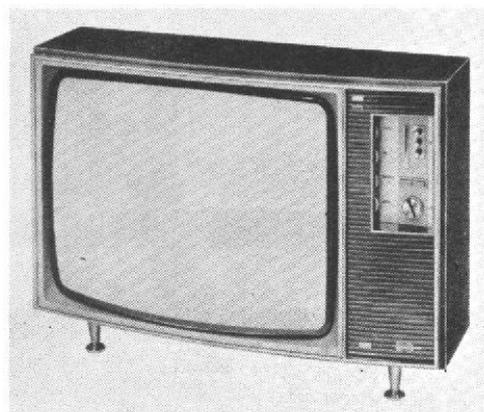
Cyril, récepteur trois gammes (OC - PO - GO) fabriqué par Schneider Radio-Télévision. Sept transistors, trois diodes, 700 mW, six piles R 14, 1,5 V. Dimensions : L. 300, P. 73 x H. 190. [13]



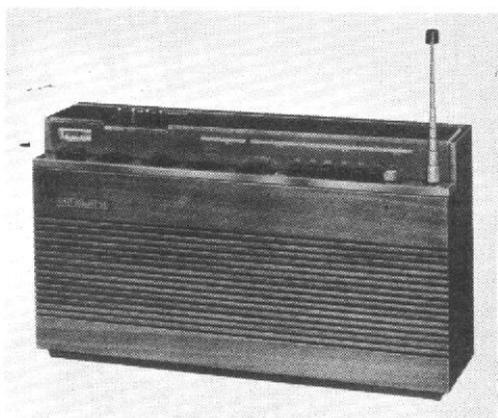
Antenne super-spectral Cegerec-Hirschmann. Super longue distance, gain 17 à 18 dB sur les canaux 46 à 60. [14]



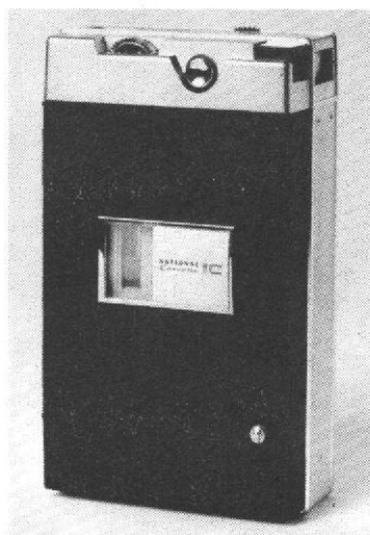
Poste réveil Sonora. Radio PO-GO, alimentation par piles. Réveil : mouvement électrique actionné par un circuit transistorisé à impulsion ; alimentation par une pile de 1,5 V (durée de dix-huit mois). [15]



TV 1930 est l'un des téléviseurs galbés de la nouvelle gamme Continental Edison équipé du châssis « S ». La présélection des programmes UHF par un clavier à touches permettra la réception de la 3^e chaîne. [16]

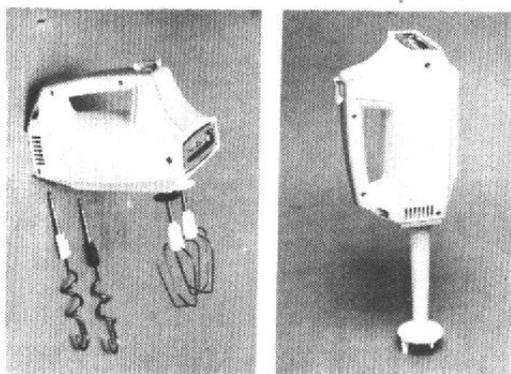


Malte, récepteur PO-GO-OC-FM Ribet-Desjardins. Alimentation piles ou secteur (110/220 V). Douze transistors, onze diodes. Trois stations présélectionnables en modulation de fréquence. Contrôle automatique de fréquence. [17]



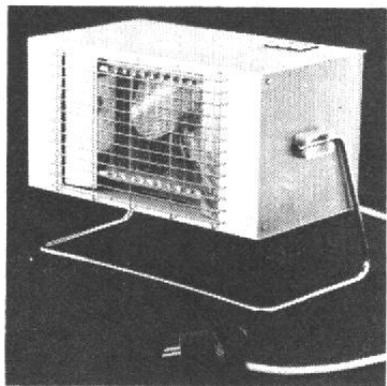
L'enregistreur de poche à cassette RQ-210 S National est équipé d'un circuit intégré haute qualité. Appareil extrêmement compact dont la stabilité des performances assure à son utilisateur un emploi prolongé. Deux pistes, gammes de fréquence : 50-10 000 Hz. Vitesse de la bande : 4,75 cm/s. [18]

nouveautés en électro-ménager

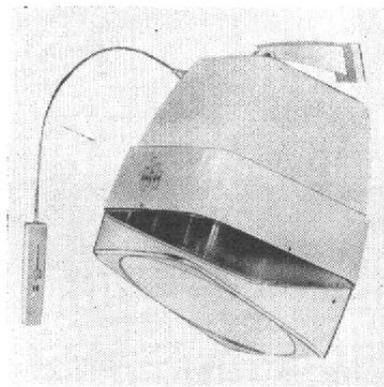


Batteur-mixer Moulinex. Horizontalement, c'est le batteur-Major 69 équipé de deux fouets à fil pour la réalisation des mayonnaises, des blancs en neige et de deux fouets à spirale travaillant les pâtes à la manière d'un pétrin. Verticalement, c'est également un pied-mixer, adaptable à l'arrière du batteur, qui permet la confection de potages, de compotes et de jus de fruits. Présenté avec un gobelet, 75 F en 220 V uniquement. [19]

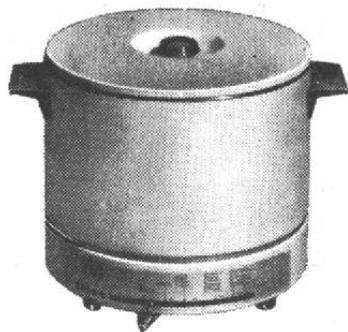
Le radiateur soufflant Moulinex est un chauffage d'appoint, idéal pour la salle de bains. Très léger (3,650 kg), d'encombrement réduit (320 x 240 x 180 mm), il est orientable et peut se transformer en ventilateur. Deux allures de chauffe : 1 000 et 2 000 W. Un thermostat de sécurité. Prix de vente : 74 F en 220 V seulement. [20]



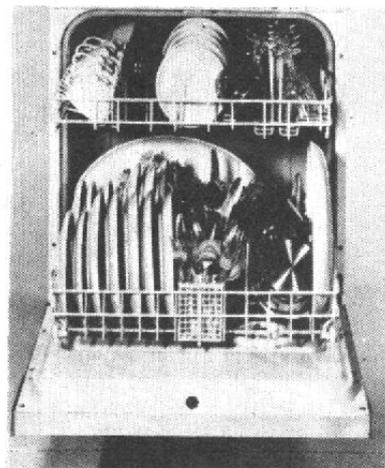
Casque pliant Multi-Matic Calor. Il offre de multiples réglages de température et se compose d'une visière transparente et d'une coiffe pliante (réduction à 22 cm pour le rangement). Son fonctionnement est antiparasité et son boîtier de commande a douze positions de chauffage. Thermostat de sécurité. Puissance élevée : 625 W [21]



Frit'star 23-01 de chez Calor est une friteuse électrique aux nombreux avantages : résistance de grande puissance noyée dans la cuve; Panier étamé avec grille finement tressée; Thermostat précis; Tableau de réglage indiquant la position du thermostat pour chaque type de plat. Contenance totale : 6 litres. Puissance : 2 000 W en 220/240 V. Quantité d'huile nécessaire : 2 litres à 2,5 litres. [22]



Le lave-vaisselle automatique LV 92 Brandt comprend trois programmes de lavage : trempage préliminaire seul; cycle court, température de l'eau 50°; cycle normal, température 70° et, de plus, une opération « spécial casseroles ». Il peut laver cent pièces de vaisselle en une seule fois. La machine s'arrête automatiquement dès que l'on ouvre la porte, d'où une sécurité totale. Il est également possible d'introduire des pièces de vaisselle sans interrompre le cycle. Puissance 2 200 W. Haut. 82 cm. Larg. 58 cm. Prof. 61 cm. [23]



informations électroniques du monde

L'ÉLECTRONIQUE RÉVOLUTIONNE L'IMPRIMERIE

**10 000 caractères par
seconde,
en attendant mieux !**

Un typographe habile parvient à composer, un à un, les caractères — appelés « types » d'imprimerie, à la vitesse de un par seconde. Dans le même temps, monotypistes et linotypistes en fondent cinq et les machines à composer photographiquement en alignent 500. Quant à la composition photo-électronique, maintenant au point, ce n'est pas 500, mais 10 000 types, ou éléments graphiques, qu'en liaison avec un ordinateur, elle est capable d'imprimer !

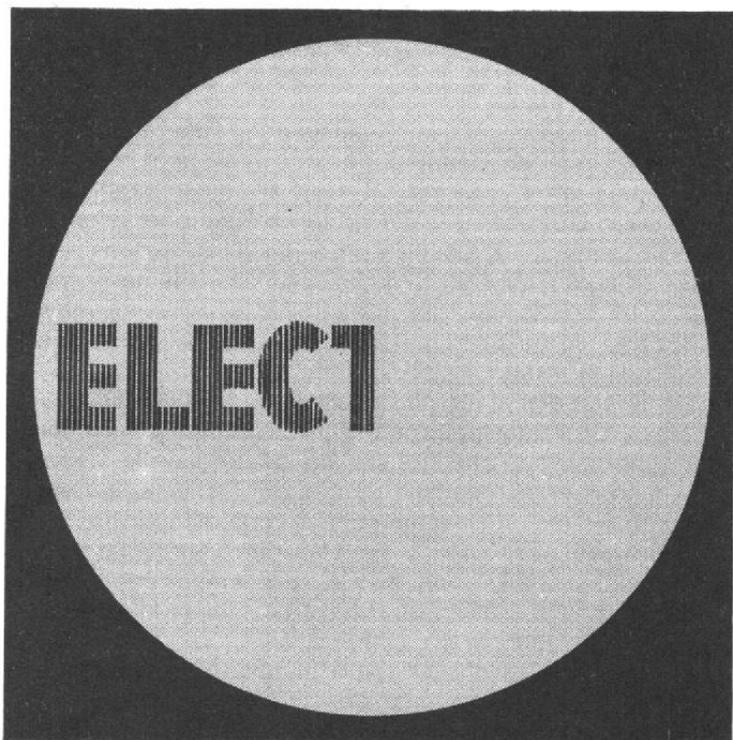
ENCORE UNE APPLICATION DU TUBE CATHODIQUE

Dans certaines des machines électroniques construites depuis 1966, les types sont, en quelque sorte, peints sur un écran de tube cathodique semblable à celui des récepteurs de télévision. Ils y apparaissent sous la forme de traits parallèles si fins et si rapprochés — on peut en compter jusqu'à 48 au millimètre — qu'ils donnent l'illusion optique de caractères pleins. Parfois les traits sont verticaux ; parfois ils sont horizontaux (fig. 1). L'écran est un disque optique plat, enduit de couches d'aluminium et de substances fluorescentes (fig. 2).

Pour tracer un trait, le faisceau électronique ne se déplace, naturellement, que de tout juste la hauteur ou la largeur de ce trait, et à une vitesse qui peut excéder 250 m/s !



La composition photo-électronique de texte, diagrammes, dessins, etc.. à reproduire, se résume : 1°) à faire tracer par un faisceau d'électrons, sur un écran du type télévision, verticalement ou horizontalement, des lignes si fines et si rapprochées qu'elles donnent l'illusion du plein; 2°) d'enregistrer les tracés sur film photographique à une vitesse pouvant atteindre 10 000 caractères par seconde.



Les traits formant optiquement les caractères ou éléments graphiques se tracent électroniquement, en ligne, ou en colonne, sur l'écran recouvert de couches d'aluminium et de substances fluorescentes.

Ce type de machine peut ainsi composer, optiquement, des types ayant jusqu'à 40 mm de hauteur, à une vitesse comprise entre quelques centaines et quelques milliers par seconde, selon, évidemment, la famille, le corps et l'œil du type adopté. Il en existe une, alphanumérique, qui compose jusqu'à 6 000 types par seconde, et une, du genre linotype, qui en débite 10 000 dans le même temps. Dans les milieux intéressés, on estime que la photocomposition électronique atteindra la vitesse fantastique de 60 000 types par seconde !

DU TUBE-ÉCRAN AU FILM PHOTOGRAPHIQUE

L'enregistrement sur film photographique des types ainsi tracés sur écran cathodique se fait de diverses manières. Certaines machines mettent en œuvre : les unes des équipages optiques stationnaires, les autres des équipages mobiles. Il y en a qui enregistrent sur film défilant, alors que d'autres photocomposent une page entière de texte en une seule fois, sur film stationnaire. Dans d'autres encore, le film avance ligne par ligne.

Un des avantages du système réside dans le fait que le faisceau peut tracer : non seulement des types — en lignes ou en colonnes — mais tout aussi bien des éléments de graphique, de diagramme, de dessin et, éventuellement d'image en demi-teinte.

OÙ L'ORDINATEUR INTERVIENT AVEC SA PRODIGIEUSE MÉMOIRE

Cette technique exige une mémoire du genre ordinateur pour enregistrer les instructions détaillées nécessaires à la composition de tout type ou élément graphique, faute de quoi l'opérateur devrait former, sur son clavier, tous les signaux correspondant aux traits que le faisceau électronique doit tracer pour chacun d'eux. Il s'ensuit qu'une case de la mémoire contient toutes directives utiles pour former, disons la lettre **a**, une autre pour la lettre **b**, et ainsi de suite. Des « casses » complètes de types de diverses familles sont emmagasinées dans la mémoire et toute « casse » peut être sélectionnée par simple dépression de la clé correspondante.

Pour composer un texte quelconque, l'opérateur n'a à se soucier que de déprimer les touches de son clavier, lettre après lettre, comme s'il avait à dactylographier son texte car, l'ordinateur — qui porte en mémoire la largeur de chaque type, un lexique et un jeu d'instructions — divisera le texte « tapé » en lignes justifiées, même si, pour cela, il lui faut couper un mot en fin de ligne au moyen d'un tiret, en respectant, bien entendu, la constitution syllabique du mot.

Par un bref signal identifiant une série de directives enregistrées, l'opérateur peut obtenir de l'ordinateur qu'il commence un nouveau chapitre sur une page nouvelle, dispose celle-ci au mieux et ménage tout autour les espaces nécessaires avant que de commencer à composer la première ligne de texte. L'ordinateur peut accomplir presque toutes les fonctions relatives au format, aux emplacements des illustrations, à la division du texte en colonnes et en pages, à la pagination, etc.

Pour faciliter les choses, on a imaginé un langage spécial permettant aux imprimeurs de communiquer avec l'ordinateur en termes de leur profession.

Grâce aux programmes mémorisés et à la rapidité de fonctionnement de la machine à composer, celle-ci peut être alimentée simultanément par 32 claviers.

L'ÉDITION Y TROUVE SON COMPTE, LE LECTEUR AUSSI...

L'ordinateur a déjà accompli certaines fonctions d'édition. C'est ainsi qu'il peut être programmé de façon, par exemple, à compiler des tables de matières, des bibliographies, des renvois en bas de page, des références, etc. Au fur et à mesure que s'opère la composition, l'ordinateur note les termes-clés ou autres indications particulières, mémorise les places qu'ils occupent dans le texte, puis les classe dans l'ordre alphabétique et ordonne la composition de la liste qu'il a établie.

Ces possibilités permettent d'intéressantes applications. Ainsi, par exemple, lorsqu'un annuaire téléphonique a été composé de la manière habituelle, c'est-à-dire avec les noms des abonnés dans l'ordre alphabétique, l'ordinateur, fort de la liste enregistrée dans sa mémoire, peut permettre d'établir d'autres éditions dans lesquelles les abonnés se trouveront classés par localités, ou par numéros de rues, ou bien encore dans l'ordre de leurs numéros d'appel.

La mise à jour périodique des éditions de l'annuaire principal, avec ses additions et modifications, s'obtiendra des plus facilement en introduisant les nouvelles indications dans l'ordinateur à l'aide d'un clavier spécial, l'appareil, sur instructions adéquates, extirpera de sa mémoire la matière d'un chapitre donné, la disposera pour en produire une publication séparée, complète, avec sa propre table des matières, sa liste de références, etc...

La composition photo-électronique est certainement appelée à accroître considérablement le volume de la chose imprimée, car elle en réduit le coût et en accélère la production. Journaux et périodiques — et pas seulement le livre — y gagneront en diffusion. On le comprendra sans peine quand nous aurons rappelé qu'une pleine page de journal, texte et illustrations, peut être composée électroniquement en moins de cinq minutes et donc imprimée presque aussi vite qu'un bulletin de radio ou de télévision !

R.J.B.

Référence bibliographique : « Typesetting », par Gérard O. Walter, ingénieur en chef de la « Division des systèmes graphiques » de la R.C.A. — Scientific American — vol. 220, n° 5, mai 1969.

Körting communique :

Körting lancera, dès le salon, sa production export sous la marque Körting Transmare.

La firme a voulu par la marque Transmare, déposée par elle dans le monde entier, identifier la qualité spéciale donnée à sa production exportation sur les plans technique et esthétique.

Chinaglia communique :

Malgré la récente dévaluation, le tarif des appareils de mesures Chinaglia reste inchangé, le constructeur italien et son agent français, la Sté Franceclair (92-Issy les Moulineaux) ayant pris à leur charge l'augmentation qui aurait normalement dû en résulter.

de meilleurs soins hospitaliers pour les cardiaques grâce à une surveillance électronique peu coûteuse

Il s'écoulera encore beaucoup de temps avant que tous les hôpitaux aient les moyens de se doter d'un service de cardiologie pourvu des installations et des appareils modernes — mais aussi fort onéreux — qui ont été décrits récemment dans cette revue (1). C'est pourquoi il nous a paru utile de signaler une innovation australienne qui, de réalisation très simple, offre un moyen économique d'assurer aux victimes de désordres du muscle cardiaque, la célérité d'intervention indispensable à leur survie durant les cinq premiers jours suivant l'attaque.

Cette innovation a consisté, en un hôpital de Perth (Australie occidentale) en l'aménagement d'une cellule de trois lits, séparée par une cloison vitrée d'un poste d'observation directe, pourvu, en outre, des divers instruments et appareils de surveillance électronique à distance du comportement de chaque malade (fig. 1).

Le patient est relié à cette installation par trois électrodes plaquées sur sa poitrine (fig. 2). Son rythme cardiaque apparaît sur un cadran et se fait entendre, en outre, dans la salle de garde. Il est, par ailleurs,

enregistré toutes les demi-heures sur électrocardiographe. À la moindre alerte, le patient est assuré d'une intervention immédiate, aussi ne ressent-il pas l'anxiété du malade qui se sait impuissant à signaler une défaillance subite et, appréhendant constamment celle-ci, retarde son rétablissement, quand il ne le compromet pas irrémédiablement.

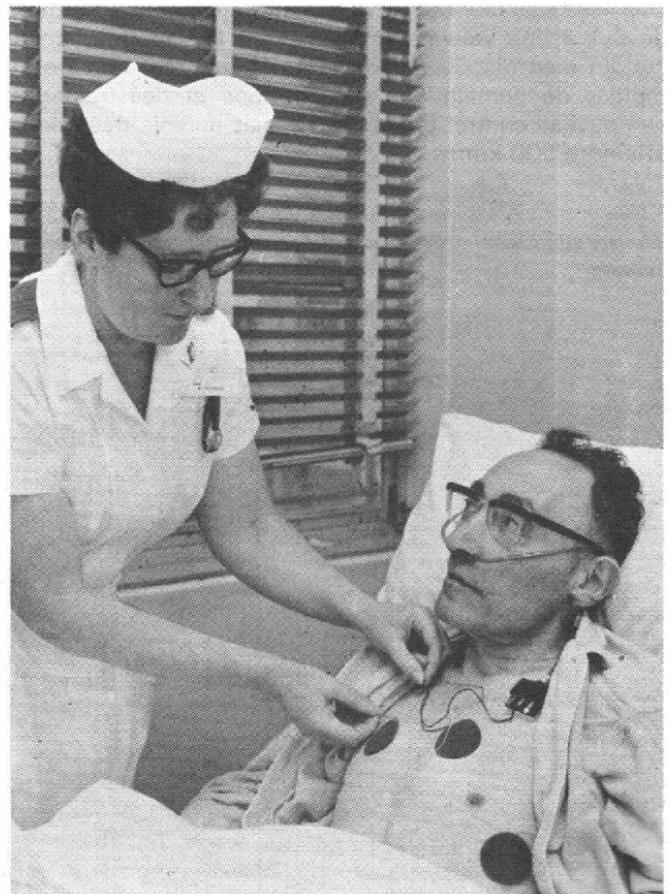
Il paraît que l'installation en question — qui, jusqu'ici, a assuré à 80 % la survie des malades ainsi surveillés — a coûté moins de quarante mille de nos francs. C'est dire qu'elle est à la portée de tous les établissements hospitaliers et cela explique que le docteur Smith, responsable de l'installation en question, ait reçu des demandes de renseignements des Etats-Unis, de Grande-Bretagne, de Nouvelle-Zélande et de divers pays asiatiques, visant à reproduire l'installation dans des hôpitaux et cliniques.

On a fait et peut faire mieux, certes, mais n'est-il pas préférable de viser moins haut que de ne rien faire ?

(1) « Les premiers infirmiers électroniques ont pris leur service », n° du 24 avril 1969. — « L'Électronique au secours des cardiaques », n° du 19 juin 1969.

Figure 1 (ci-dessous). De son poste d'observation directe, le Dr médecin Smith, australien, voit les patients tout en observant sur un cadran leur rythme cardiaque, lequel se reproduit, en outre, acoustiquement, dans la salle de garde de l'hôpital.

Figure 2 (ci-contre). Le patient est relié au poste d'observation et de surveillance par trois électrodes plaquées contre sa poitrine. Si nécessaire, il lui est administré de l'oxygène à l'aide d'un tube nasal qui lui laisse toute liberté de se nourrir et de boire.



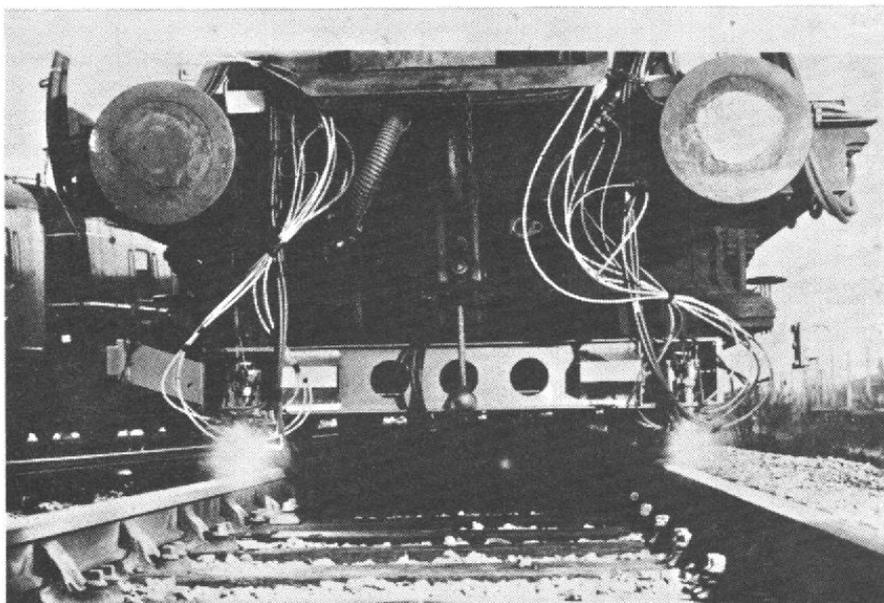
La torche à plasma accroît l'adhérence sur les rails

Le département des transports des U.S.A. a passé avec les chemins de fer britanniques deux contrats de recherche sur certains aspects des transports intervilles à grande vitesse. L'un d'eux concerne la dynamique d'un véhicule d'essai à grande vitesse, l'autre le développement de la « torche à plasma » des chemins de fer britanniques, dont le rôle est d'améliorer l'adhérence entre roues et rails. Le « Couloir du Nord-Est » (Washington-New York-Boston), dont la population est extrêmement dense, présente de nombreux traits communs avec le « couloir » reliant Londres au nord-ouest de l'Angleterre ; en particulier, les U.S.A. ont récemment manifesté une recrudescence d'intérêt pour l'électrification des grandes lignes.

Le véhicule d'essai est en fin de compte destiné à former l'élément de base d'un train de type assez classique pouvant rouler à 400 km/h. Mais il servira d'abord à essayer un moteur linéaire à induction à cette vitesse. Les études des chemins de fer britanniques, faites sur ordinateur et à l'aide de diverses techniques de simulation, ont pour objet de prévoir les incidences des variables de la suspension (rigidité, degré d'amortissement, etc.) sur le comportement dynamique et la stabilité du véhicule.

La « torche à plasma » des chemins de fer britanniques a pour effet d'augmenter l'adhérence en amorçant un arc électrique sur le rail en avant des roues de la locomotive. On estime que le plus gros de cet effet est d'ordre thermique (volatilisation par brûlage du film d'huile qui se trouve sur la surface du rail). Des essais en laboratoire ont montré qu'il était possible de faire passer l'adhérence de 0,1 à une valeur comprise entre 0,3 et 0,5 ; un tel relèvement, si on était certain d'en disposer dans toute la gamme des vitesses, permettrait aux trains rapides de demain des accélérations et des freinages beaucoup plus rapides. Le nouveau contrat prévoit des essais en voie très poussés à des vitesses pouvant atteindre 500 km/h.

Montage expérimental d'une torche à plasma des chemins de fer britanniques, destinée à améliorer l'adhérence rail-roue.



La région « London Midland » des chemins de fer britanniques utilise actuellement un système de télévision avec enregistrement afin d'étudier le comportement des équipements de captation aériens aux vitesses supérieures à 160 km/h. Ce système sert également à étudier le comportement des boggies aux grandes vitesses et celui des frotteurs de captation en cas d'alimentation par troisième rail.

Ce système présente des avantages par rapport à la télévision en circuit fermé et aux prises de vues cinématographiques (telles sont les techniques qu'on utilisait jusqu'à présent à cet effet). Il offre d'une part une image instantanée sur écran se prêtant à étude immédiate, d'autre part un enregistrement magnétoscopique qu'on peut dépouiller à loisir aussi souvent qu'on le désire. A l'inverse du film cinématographique, la bande magnétoscopique ne demande aucun développement et peut être « lue » immédiatement après enregistrement. On peut enregistrer en continu pendant une heure, et un microphone permet de superposer à l'enregistrement un commentaire sonore.

Ensemble de télévision enregistrable des chemins de fer britanniques, monté dans une voiture d'observation spéciale. Un écran de contrôle continu montre le pantographe et le fil de contact.



HUMOUR...

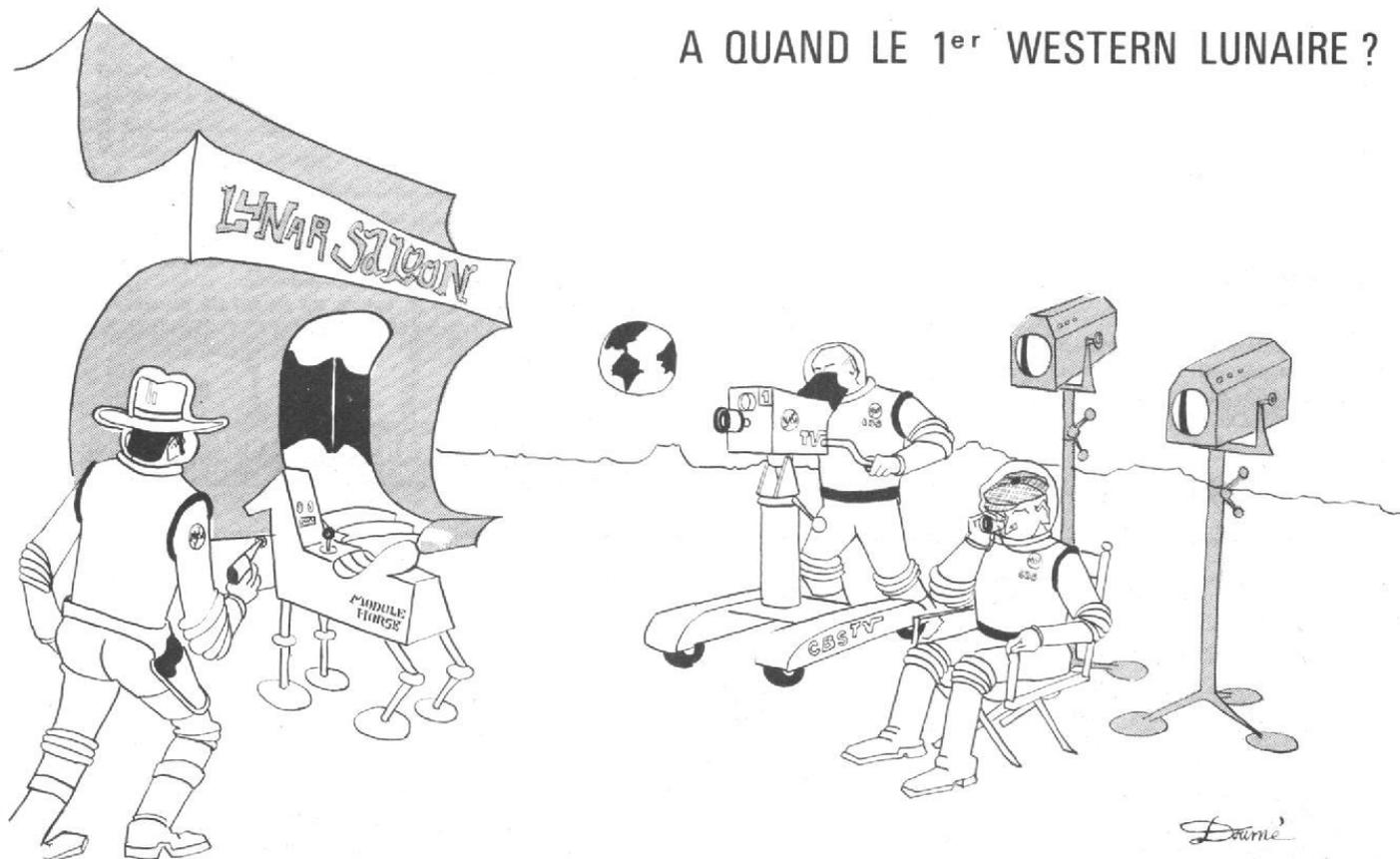


— Tout est en ordre au point de vue électronique... S'il continue à dérailler, essayez donc la psychanalyse !



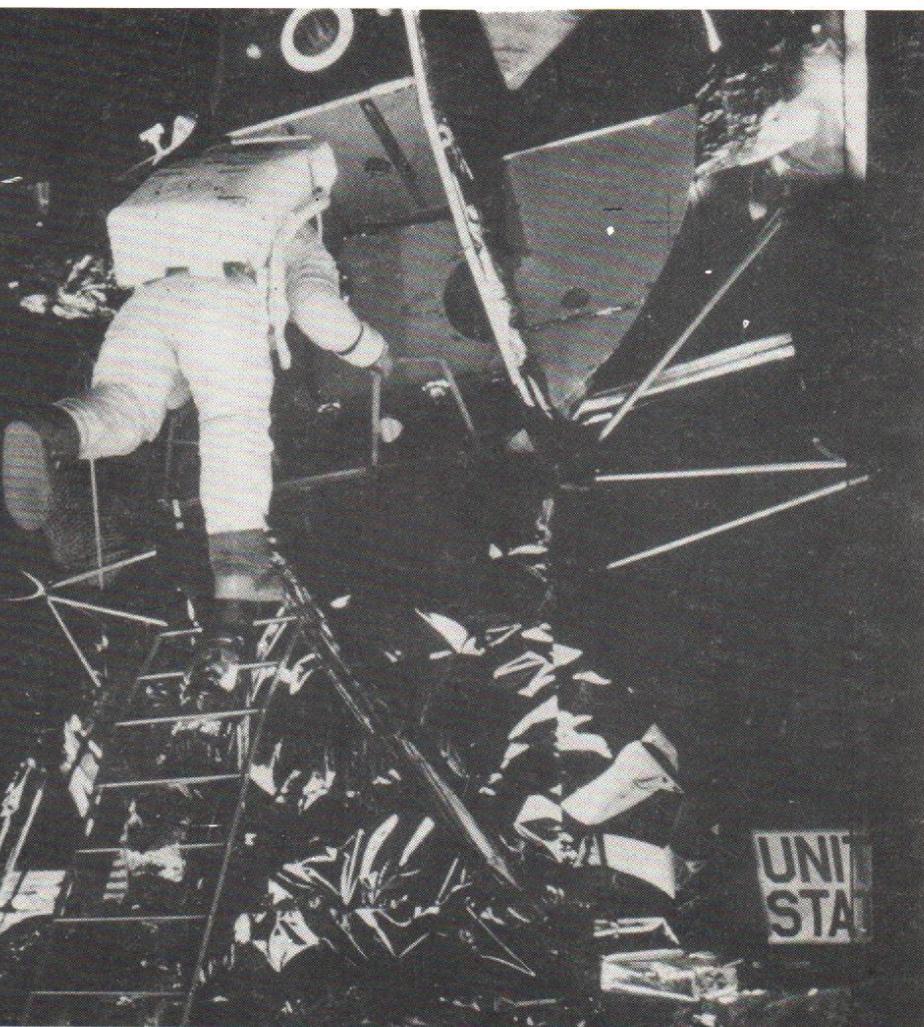
— J'ai apporté de quoi pique-niquer !

A QUAND LE 1^{er} WESTERN LUNAIRE ?



...et ELECTRONIQUE

moment historique
**LE TRIOMPHE
 DE L'ÉLECTRONIQUE :**
 l'homme sur la lune,
 conquête du cosmos.
**L'ÉLECTRONICIEN
 PEUT TOUT !**



(EDWIN ALDRIN DESCENDANT DU LEM)

quel électronicien serez-vous ?

Vous ne pouvez le savoir à l'avance ; le marché de l'emploi décidera.
La seule chose certaine, c'est qu'il vous faut une large formation professionnelle afin de pouvoir accéder à n'importe laquelle des innombrables spécialisations de l'Electronique.
Une formation INFRA qui ne vous laissera jamais au dépourvu : INFRA...

cours progressifs par correspondance RADIO-TV-ELECTRONIQUE

**COURS POUR TOUS
 NIVEAUX D'INSTRUCTION
 ÉLÉMENTAIRE, MOYEN,
 SUPÉRIEUR**

Formation, Perfectionnement, Spécialisation. Préparation théorique aux diplômes d'Etat : CAP - BP - BTS, etc. Orientation Professionnelle - Placement.

TRAVAUX PRATIQUES

(facultatifs)

Sur matériel d'études professionnel ultra-moderne à transistors.

MÉTHODE PÉDAGOGIQUE INÉDITE «Radio - TV - Service» : Technique soudure - Technique montage - câblage - construction - Technique vérification - essai - dépannage - alignement - mise au point. Nombreux montages à construire. Circuits imprimés. Plans de montage et schémas très détaillés. Stages.

FOURNITURE : Tous composants, outillage et appareils de mesure, trousse de base du Radio-Electronicien sur demande.

PROGRAMMES

★ TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Radio Electronicien et T.V.
 Agent Technique Principal et
 Sous-Ingénieur.
 Préparation théorique au B.P.
 et au B.T.S.

★ INGÉNIEUR

Radio Electronicien et T.V.
 Accès aux échelons les plus élevés de
 la hiérarchie professionnelle.

★ COURS SUIVIS PAR CADRES E.D.F.

★ TECHNICIEN

Radio Electronicien et T.V.
 Monteur, Chef-Monteur, dépanneur-
 aligneur, metteur au point.
 Préparation théorique au C.A.P.

AUTRES SECTIONS D'ENSEIGNEMENT :

- DESSIN INDUSTRIEL.
- AVIATION.
- AUTOMOBILE.

infra
 INSTITUT FRANCE ÉLECTRONIQUE

24, RUE JEAN-MERMOZ • PARIS 8^e • Tél. : 225.74-65
 Metro Saint Philippe du Roule et F. D. Roosevelt - Champs-Élysées

BON

à découper
 ou à
 recopier

VEUILLEZ M'ADRESSER SANS ENGAGEMENT
 VOTRE DOCUMENTATION GRATUITE : EM 7

(ci-joint 4 timbres pour frais d'envoi)



Degré choisi

NOM PRÉNOM

ADRESSE