

N° 24
SEPTEMBRE
1972



Revue d'Information du C.N.E.T. - Lannion



Revue publiée par le
**CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS**

Route de Trégastel — 22 - LANNION

Directeur de la publication : M. E. Julier
Directeur du CNET - LANNION

Rédaction : Camille Weill (96) 38.26.75
Michel Tréheux

avec la collaboration, pour ce numéro,
de Jacques Vincent-Carrefour, Jean-Noël Mereur,
Yves Darchen, Raphaël Le Scotour, Maurice Charra

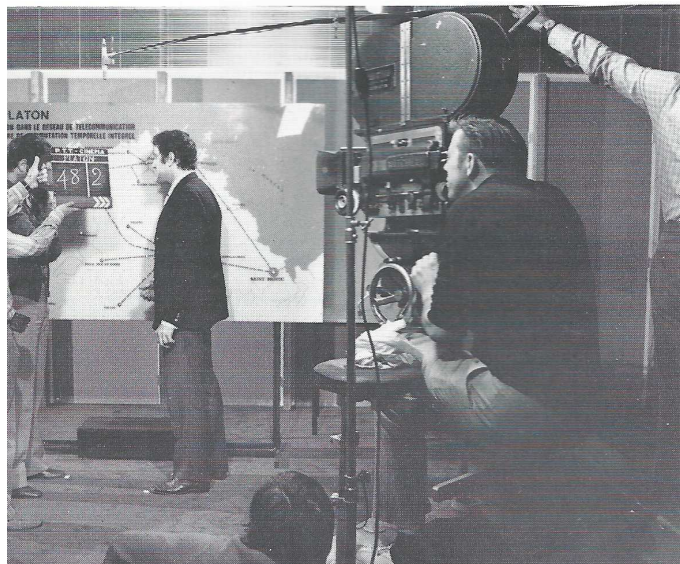
Photos : Henri Jobin, Michel Le Gal, Daniel Réaudin,
Raymond Thouélin, Jean Guilcher
D'après document Usine Nouvelle et Essc, page 23

Dessins et mise en pages : Gérard Allain

SOMMAIRE

● La formation complémentaire au CNET Lannion par E. Julier	3
● Dix ans de supraconductivité au Centre de Recherche de Lannion par H.-A. Combet	4
● Les systèmes de Télécommunications par câbles sous-marins par A. Bianchi	9
● Informations	
Quatre ans d'activité du Centre de calcul	15
Le Système E 10 à Guingamp	19
La Bibliothèque Technique	20
Protection de la nature et du cadre de vie	22
La Société Anonyme de Télécommunications	23
● Le Souffleur de verre	26
● La Natation par Y. Darchen	27

PLATON ET LE FESTIVAL



Déjà, le philosophe PLATON était universellement connu ; c'est maintenant au tour de notre PLATON breton «(Prototype Lannionnais d'Autocommutateur Temporel à Organisation Numérique) de voir sa renommée déborder largement les frontières de son pays d'origine.

Un film d'une durée de 20 minutes dont la plupart des scènes ont été tournées au CNET à Lannion et dans des paysages de notre région, a été primé au 15^e festival du film industriel à Biarritz.

Le Grand Prix, toutes catégories, a été décerné à ce film réalisé par le Service de l'Information et des Relations Publiques du Ministère des Postes et Télécommunications avec la collaboration du CNET à Lannion et de SOCOTEL (Société Mixte pour le Développement de la Technique de la Commutation dans le domaine des Télécommunications) ; la distinction accordée à ce film le qualifie pour concourir au Festival International du Film Industriel d'Amsterdam.

Ce film de court métrage montre au cours d'une intrigue mêlant agréablement la réalité et la fiction, ce qu'est ce système PLATON et tout ce qu'on peut en attendre.

Nos félicitations vont aux réalisateurs du film, aux acteurs, et aussi à tous ceux qui, bien que leurs noms ne figurent pas au générique, ont contribué à faire de cet « Essai sur Platon » une réussite.

LA FORMATION COMPLÉMENTAIRE AU CNET-LANNION

Pour les états comme pour les individus, la richesse réelle consiste non à acquérir ou à envahir les domaines d'autrui, mais bien à faire valoir les siens.

TALLEYRAND

Comme dans tous les organismes et entreprises qui ont à faire la preuve de leur vitalité, la formation complémentaire du personnel préoccupe en permanence les services du CNET à Lannion. Les techniciens ont, en effet, pleine conscience des responsabilités qu'ils assument directement dans leur participation à la recherche fondamentale et appliquée, à l'ingénierie et au contrôle des systèmes et des matériels nouveaux ; ils doivent donc s'adapter aux exigences de cette recherche et, par conséquent, adapter leurs connaissances à l'évolution constante des techniques et des théories qui s'y rapportent.

Les services généraux et administratifs eux-mêmes, contrairement à ce que l'on peut penser, n'échappent pas à la règle et se trouvent constamment confrontés à des problèmes nouveaux : mesures de sécurité à prendre quand sont utilisés des produits dangereux qui ne l'étaient pas jusque-là dans le centre, aménagements spéciaux de laboratoires, accueil et gestion de stagiaires de toutes origines et de tous niveaux, commandes directes à l'étranger d'équipements très divers, etc...

Etre conscient de la nécessité d'une formation complémentaire est une chose ; la mettre au point en est une autre, surtout dans un centre de recherches où les techniques à apprendre sont justement celles qui, dans les laboratoires, évoluent le plus ; on peut dire sans paradoxe que plus la recherche est avancée, plus la formation est inadaptée.

De cette constatation découlent deux conséquences importantes pour la formation complémentaire nécessitée par l'évolution technique : elle doit être assez variée ; elle doit correspondre à un besoin ressenti spontanément par les intéressés. Il faut pouvoir donner aux uns les notions relativement sommaires qu'ils souhaitent acquérir dans des domaines qui leur sont peu familiers et, au contraire, permettre aux autres de cultiver et de renforcer leurs compétences propres en approfondissant par exemple leurs bases théoriques.

A cet effet, sont organisés des cours sur les langages de programmation, sur les semi-conducteurs, sur les hyperfréquences et les méthodes de mesure, ouverts à qui juge utile de les suivre.

Il est possible aussi de suivre les cours organisés par le lycée polyvalent de Lannion ou par le Comité

d'Expansion Economique des Côtes-du-Nord, au titre de la formation professionnelle ; les enseignements portent sur des matières aussi diverses que les mathématiques, l'électricité, l'électronique, l'automatique, le dessin industriel, l'anglais pratique, le français, la gestion des stocks, l'expression orale.

Les cours de cette nature rencontrent une large audience puisque près de 300 agents sur 1.100 s'y sont inscrits en 1971 et que 200 environ ont suivi en totalité les cours qu'ils avaient demandés.

Une centaine d'autres agents se sont préparés aux concours internes d'inspecteur ou d'inspecteur principal adjoint des PTT et aux certificats du CNAM ; l'organisation et le programme de ces cours sont moins souples que dans le cas précédent, en raison des épreuves qui sanctionnent finalement les connaissances des élèves et qui conditionnent donc leur promotion.

Importante est aussi la formation donnée au profit d'auditeurs extérieurs au CNET, y compris des auditeurs étrangers. Cantonnée aux domaines techniques dans lesquels les techniciens du CNET ont temporairement une compétence exclusive, cette formation concerne principalement, à l'heure actuelle, la commutation électronique temporelle et les télécommunications par satellites ; dans les deux cas, il s'agit essentiellement de former les spécialistes qui ont ou auront la charge de l'exploitation réelle des matériels, jusqu'au moment où se justifiera la création, au niveau national, de cours dispensés par la Direction des Services d'Enseignement des PTT. Le Centre de Télécommunications par Satellites de Pleumeur-Bodou a ainsi eu l'occasion de former de nombreux spécialistes étrangers qui sont maintenant ses correspondants pour l'exploitation des liaisons par satellites.

Ce survol rapide montre la variété des actions de formation complémentaire qui doivent être menées dans un centre de recherches tel que le CNET-Lannion ; cette variété permet d'ailleurs à chaque agent de trouver plus facilement ce qu'il souhaite pour sa promotion personnelle, pour sa culture générale, pour le renforcement de ses compétences propres, ou pour une meilleure adaptation à son travail quotidien. Ces buts différents ne semblent pas incompatibles ; au contraire.

E. JULIER

DIX ANS DE SUPRACONDUCTIVITÉ AU CENTRE DE RECHERCHES DE LANNION

Lors de la création du Centre de Recherches de Lannion, il y fut prévu, dès 1962, par la Direction du CNET, d'y effectuer certaines études sur des dispositifs utilisant le phénomène de supraconductivité. Le but envisagé alors était double ; il s'agissait, d'une part, de cerner les perspectives offertes par les dispositifs à « Cryotrons » qui semblaient alors prometteurs pour la réalisation de mémoires de masse et, d'autre part, il fallait, à court terme, réaliser un aimant supraconducteur pour le maser à rubis à bande passante élargie qui devait remplacer le maser américain à la station (alors unique) de Pleumeur-Bodou.

Les études sur la supraconductivité ont évidemment évolué depuis dix ans. Elles ont déjà été évoquées à maintes reprises dans « Radome » :

« Radome », n° 5 (avril 1966) : Les recherches aux très basses températures ; le maser et la cryoélectronique.

« Radome », n° 9 (août 1967) : Un nouveau maser à Pleumeur-Bodou.

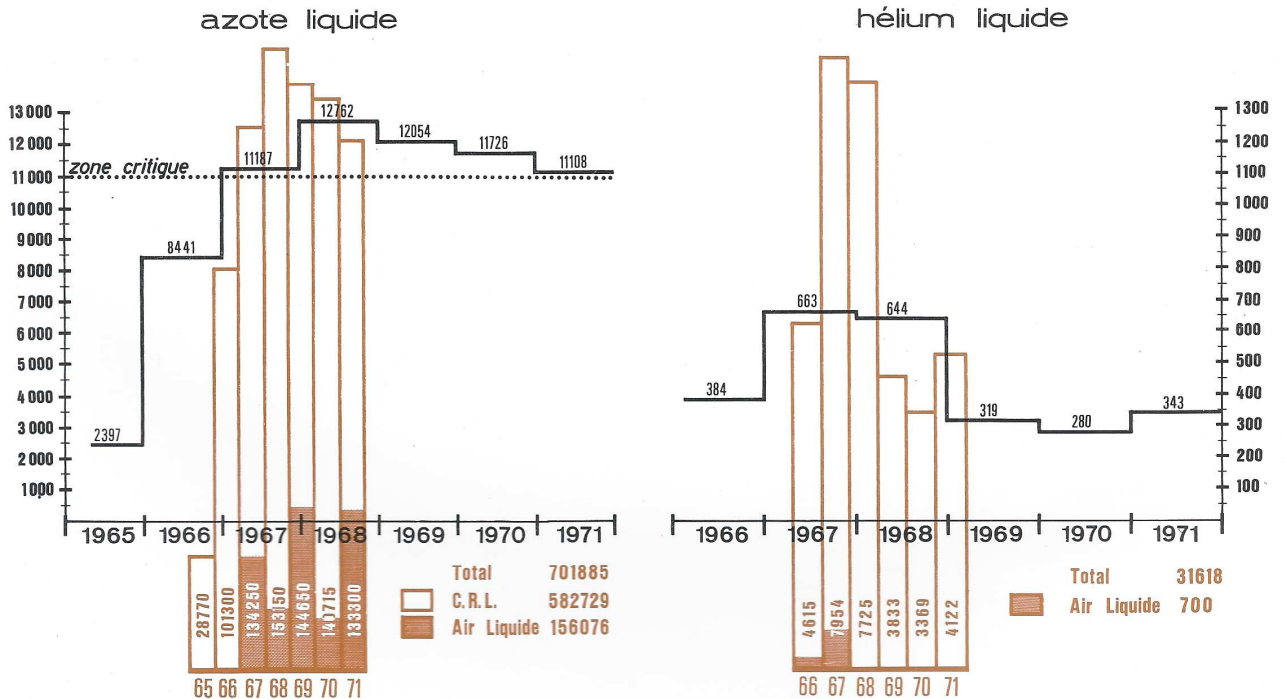
« Radome », n° 12 (septembre 1968) : Génération de courants intenses dans les supraconducteurs.

« Radome », n° 16 (décembre 1969) : Microcircuits hyperfréquences à haute surtension à base de supraconducteurs.

Néanmoins, il n'est peut-être pas inintéressant de faire l'historique de ces études pour montrer comment une classe de phénomènes peut être étudiée pendant dix ans sans perdre de son caractère d'avant-garde.

Les recherches que je vais évoquer ont successivement été conduites dans le groupe RPC du département RTB, dans les départements LCH et PAC, pour finir dans les départements PMT et FMI du groupement CPM. Au travers de ces changements

Fournitures d'azote et d'hélium liquides par l'atelier de liquéfaction du CRL



d'appellation, il faut surtout voir la croissance et la maturité atteinte par les laboratoires lannionnais qui, il faut bien le dire, n'existaient qu'à l'état embryonnaire en 1962. Les hommes qui ont effectué ces recherches ont connu, eux, une certaine stabilité et je voudrais en particulier associer à cette évocation les noms de MM. Minet et Le Traon, et ceux de toutes les personnes qui ont travaillé ou travaillent actuellement sur le sujet.

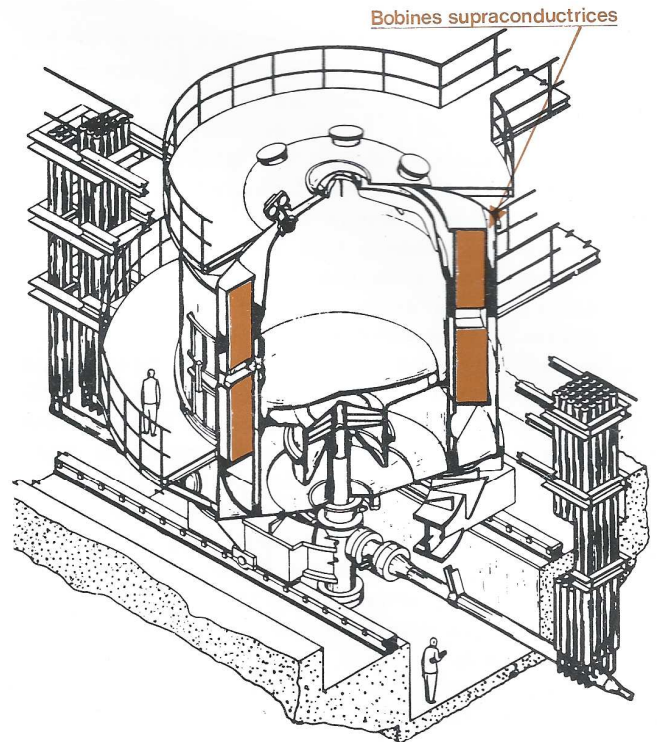
Le démarrage de ces études fut lent, beaucoup plus lent qu'on aurait peut-être pu le croire a priori, car aux difficultés techniques propres à la recherche aux très basses températures et à l'emploi d'hélium liquide (-269°C) s'ajoutaient l'absence de moyens technologiques du centre naissant et le manque initial d'expérience professionnelle de tous ceux qui durent mettre au point l'ensemble des méthodes expérimentales utilisées. Le premier transfert d'hélium liquide dans un vase Dewar remonte ainsi au printemps 1963 et ne fut rendu possible que par le soutien apporté par le département PCM du CNET-Issy-les-Moulineaux. L'approvisionnement du CRL en fluides cryogéniques fut, tout d'abord, assuré par la Société L'Air Liquide, sur un contrat destiné à l'approvisionnement de Pleumeur-Bodou. L'hélium liquéfié était transporté par camionnette depuis la région parisienne et l'azote liquide venait de Nantes par camion de 600 litres. En 1965, l'installation au bâtiment F du CRL de deux liquéficateurs permit de s'affranchir de ces contraintes. Depuis cette date, l'équipe de M. Séger a fourni, bon an mal an, 32.000 litres d'hélium liquide et 600.000 litres d'azote liquide.

LA SUPRACONDUCTIVITÉ.

Ce phénomène physique ayant déjà été expliqué en détail dans le n° 5 de cette revue, nous nous bornerons à quelques brefs rappels. La supraconductivité a été découverte en 1911, à Leyde, par le Hollandais Kamerlingh Onnes, Prix Nobel de Physique. Elle se caractérise par les deux propriétés fondamentales suivantes :

— Disparition totale de la résistance électrique mesurée en courant continu, de certains métaux et alliages en-dessous d'une température critique (T_c). Malheureusement, les T_c connues sont toutes inférieures à 20°K (soit -253°C).

— Expulsion quasi complète du flux magnétique de l'intérieur d'un supraconducteur en-dessous d'un certain champ magnétique critique H_c . Il s'agit là de l'effet Meissner découvert en 1933.



Chambre à bulle à hydrogène
Diamètre intérieur du bobinage supraconducteur : 5 mètres

Jusqu'en 1957, aucune explication théorique vraiment satisfaisante de la supraconductivité ne fut trouvée et il fallut le Professeur Bardeen (déjà célèbre pour être l'un des inventeurs du transistor), associé à Cooper et Schrieffer, pour donner une vogue énorme à ce domaine de la physique du solide.

D'autre part, la découverte d'alliages spéciaux, capables de garder leurs propriétés supraconductrices dans des champs magnétiques très élevés (supérieurs à 80.000 gauss) ne fut faite qu'en 1960 par Kunzler (des Bell Telephone Laboratories).

Dans ce contexte, il n'était donc pas impensable que le CNET s'intéressât au phénomène en 1962.

MÉMOIRES SUPRACONDUCTRICES.

Les propriétés du cryotron ont également fait l'objet de quelques lignes dans « Radome », n° 5. Il suffit de rappeler que cet élément est l'analogue, en couches minces supraconductrices, d'un relais à contact de repos. Susceptible d'être utilisé dans des circuits logiques ou pour des plans de mémoire, ce composant fut inventé, en 1957, par le Pr Dudley Buck, du MIT. Ce n'est que vers les années 1965-

1966, que les études faites aux USA, par la Société RCA en particulier, démontrèrent clairement les deux inconvénients majeurs de cette technologie supraconductrice : vitesse de commutation relativement limitée et marges (ou tolérances) de fonctionnement assez faibles. L'adoption d'autres types de cellules de mémoire ne fit que repousser l'échéance du problème vers 1968. Ces inconvénients fondamentaux, ainsi que la répugnance chronique des « gens des systèmes » pour les basses températures et l'impossibilité pratique de faire des mémoires supraconductrices de petite capacité qui soient économiquement rentables, entraînent l'abandon des études par RCA qui avait tout de même dépensé quelques millions de dollars sur le sujet. Au CNET, l'effort fut évidemment sans commune mesure et très inférieur également (par manque de moyens technologiques) à celui fait par la C^{ie} Bull (avant son rachat par General Electric !) et par la C^{ie} Alcatel (avant son rachat par la CIT !). Ne concluons cependant pas trop rapidement sur le coût de la recherche « fondamentale » d'après les deux exemplaires français car la C^{ie} Siemens qui a également fait d'importantes études sur le sujet ne se porte pas mal financièrement !

Un regain d'intérêt pour ces dispositifs est actuellement lié à l'étude par IBM, aux Etats-Unis, de « Cryotrons à effet Josephson », qui fonctionnent sur un principe totalement différent et ont une vitesse de commutation très grande (temps de commutation mesuré : 85 picosecondes). Cependant, de gros problèmes de reproductibilité des performances et de stabilité de ces éléments dans le temps restent à résoudre.

Une autre tentative fut faite au CNET concernant le déplacement de flux magnétique dans les couches

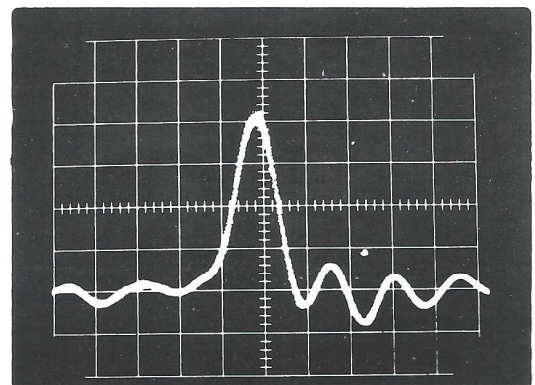
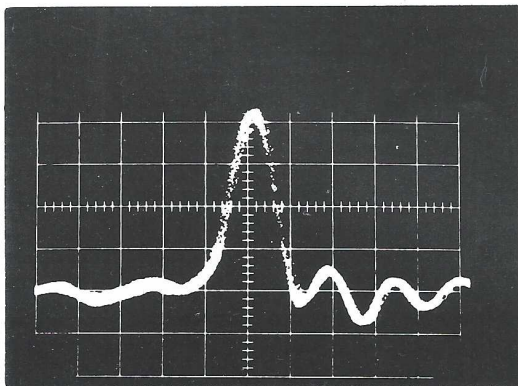
minces supraconductrices. Le principe des registres à décalage qui pourraient utiliser ce phénomène est le même que celui des mémoires dites « à bulles magnétiques » (bulle signifiant en fait : domaine cylindrique). Ces dernières, dont l'étude est en plein « boom » aux USA, ont le gros avantage sur les supraconducteurs de travailler à température ordinaire mais, par contre, elles exigent des matériaux beaucoup plus sophistiqués. L'étude CNET sur ce sujet ne dépassa pas celle du phénomène fondamental. Elle est actuellement reprise par des chercheurs de l'INSA de Rennes.

AIMANTS SUPRACONDUCTEURS.

Contrairement à celle des mémoires, la technologie des bobinages supraconducteurs a connu un succès énorme car elle est économiquement plus rentable tout en offrant des performances inégalées par les technologies classiques. Malheureusement, nous quittons là le domaine des courants faibles pour celui de l'électro-technique lourde qui n'intéresse pas directement le CNET. La figure page 5 montre le gigantisme atteint par les solénoïdes supraconducteurs en cours de construction pour les systèmes de chambres à bulles.

A une échelle moindre, nous avons acquis au CNET, une bonne connaissance des problèmes posés par les petits bobinages permettant d'utiliser des champs magnétiques intenses pour de nombreuses expériences de recherche appliquée en Physique du Solide (mesures d'effet Faraday, propagation d'ondes hélicon et magnéto-avalanche dans les semiconducteurs, modification des propriétés des supraconducteurs, etc...) ou pour des applications plus directes

Comparaison des impulsions à l'entrée et à la sortie d'une ligne à retard supraconductrice. Retard $1\mu\text{s}$
Echelle horizontale : 1 ns/carreau. Même échelle verticale



comme les circulateurs refroidis pour récepteurs à très faible bruit.

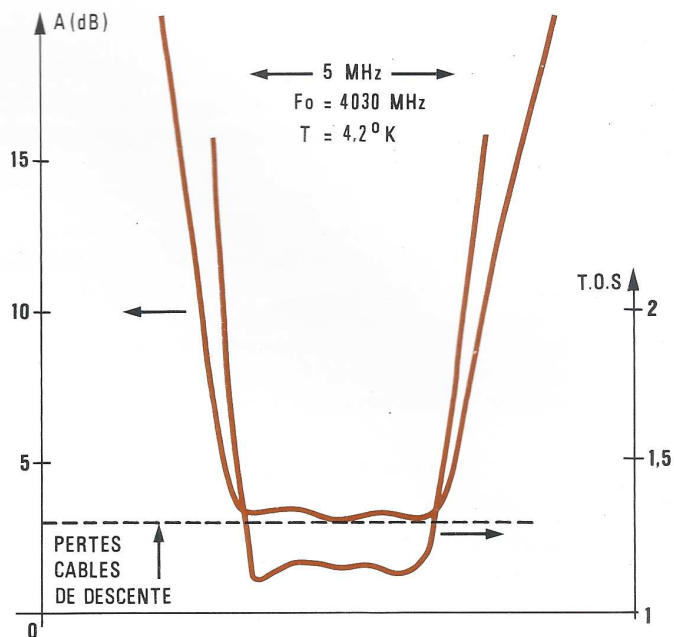
APPLICATIONS HYPERFRÉQUENCES.

Jusque dans le domaine des ondes millimétriques, les pertes par effet Joule dans les supraconducteurs sont inférieures à celles dans les meilleurs métaux normaux, même refroidis pour diminuer leur résistivité.

La conséquence en est une atténuation moindre des ondes électromagnétiques et la possibilité d'obtenir des coefficients de surtension très élevés (jusqu'à 10^{11} pour certaines cavités en bande X). Le CNET a ainsi étudié, vers 1968, la propagation d'impulsions brèves sur une ligne coaxiale Niobium-Teflon-Plomb fabriquée par la CGE. Un exemple des performances de cette ligne est donné sur la figure ci-contre. On peut en conclure que cette ligne est pratiquement sans atténuation et sans distorsion du continu jusqu'à 10 GHz ! Une telle ligne a été utilisée avec succès en mémoire à circulation d'impulsions. Malheureusement, son prix de revient est aussi élevé que ses performances !

Le CNET s'est alors tourné vers d'autres types de structures hyperfréquences : lignes microruban ou triplaques, dans lesquelles des coefficients de surtension d'environ 10^5 ont été mis en évidence (voir « Radome », n° 16). Indépendamment de leur emploi dans des cellules de filtres, ces structures ont été utilisées pour des études assez fondamentales sur les modifications de la supraconductivité dues à la présence de couches minces de métaux normaux évaporées sur les supraconducteurs. Ces études d'effets de proximité peuvent également donner naissance à des dispositifs relativement intéressants (modulateurs, atténuateurs...). Les filtres, eux, ont des performances inégalées. Néanmoins, il faudrait une électronique totalement refroidie pour tirer complètement parti de leurs performances.

Parallèlement à ces études d'éléments passifs, nous avons donc essayé pendant un certain temps d'utiliser certaines non linéarités réactives de l'impédance présentée par des couches minces supraconductrices pour obtenir de l'amplification ou du mélange paramétrique. Comme aux USA, le sujet fut rapidement abandonné, car les performances obtenues étaient trop peu reproductibles. Cependant, le sujet semble être encore étudié en URSS.



Filtre supraconducteur en plomb à 3 cellules

EFFET JOSEPHSON.

En plus des propriétés d'un supraconducteur isolé, on observe certains phénomènes intéressants en formant un contact électrique « faible » entre deux supraconducteurs. Une façon simple de réaliser un tel contact consiste à faire toucher légèrement deux morceaux de métal supraconducteur qui ont été exposés à l'oxygène atmosphérique. Les propriétés d'une telle jonction dépendent fortement de la pression de contact et sont améliorées en donnant à l'un des supraconducteurs la forme d'une pointe. Une autre technique classique est de former une pellicule très mince d'oxyde ou d'un autre isolant sur la surface d'une couche mince supraconductrice et d'évaporer une couche mince du second supraconducteur par-dessus. Il existe de nombreux mécanismes de conduction électrique au travers de telles structures, mais le principal est dû à « l'effet tunnel » quantique (analogue à celui agissant dans les diodes tunnel semiconductrices). Les autres mécanismes sont plutôt gênants et doivent être supprimés, autant que possible, dans une jonction bien construite. Une barrière isolante très mince (15 \AA) autorise une influence mutuelle des deux supraconducteurs suffisante pour créer de nombreux effets dus à la « cohérence de la phase quantique » entre

les deux corps (effets Josephson découverts par le calcul en 1962).

Si ces effets sont d'une théorie très compliquée, leurs manifestations expérimentales en sont relativement plus simples.

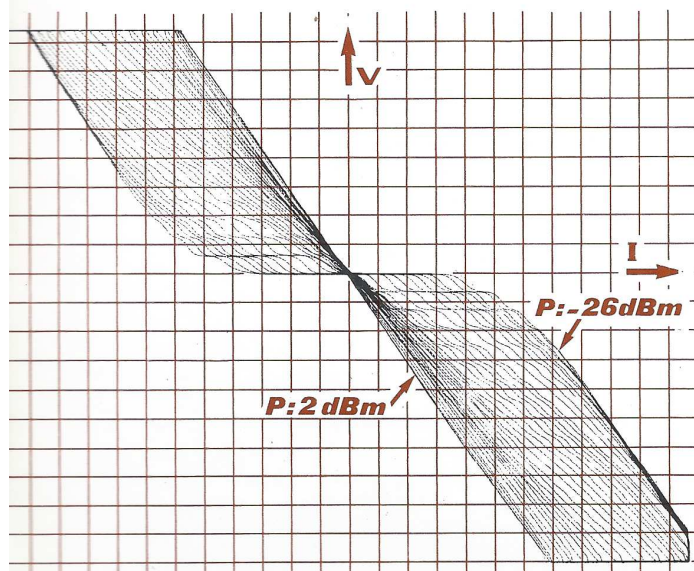
Tout d'abord, la jonction peut passer un courant continu sans dissipation (tension nulle). Lorsque la jonction est polarisée à une tension finie V , l'énergie gagnée par chaque paire d'électrons supraconducteurs, lors du passage du courant, est rayonnée sous la forme d'un photon (quantum d'énergie électromagnétique) de fréquence f reliée à V par :

$$hf = 2e V \text{ (484 MHz/uV)}$$

(h : constante de Planck — e : charge de l'électron).

Il existe aussi des rayonnements à des fréquences harmoniques et sous harmoniques de f et leur interaction avec le courant est mise en évidence par des accidents observables dans les caractéristiques $I(V)$ de la jonction en continu. Le courant continu à tension nulle se différencie, d'ailleurs, d'un simple court-circuit par son extrême sensibilité aux champs

Evolution de la caractéristique $V(I)$ d'une jonction Josephson selon la puissance hyperfréquence incidente sur la jonction



magnétiques extérieurs qui détruisent la cohérence de phase.

Les non-linéarités dues à l'effet Josephson peuvent être en particulier utilisées pour mélanger deux ondes hyperfréquences.

Une étude est en cours actuellement sur ce sujet au CRL et semble prometteuse si certains problèmes d'adaptation d'impédance sont résolus.

Mais le « mélangeur » n'est qu'un des dispositifs ultra-performants que l'on peut réaliser avec des diodes à effet Josephson. Joint au phénomène de « quantification du flux magnétique » dans les supraconducteurs, ces effets permettent la réalisation de toute une nouvelle gamme d'instruments de mesure. En voici un échantillonnage :

Détecteurs de radiation ultrasensibles : Du continu jusqu'à une longueur d'onde d'environ 0,3 mm. Le facteur équivalent de bruit mesuré est $5 \cdot 10^{-14}$ W/Hz^{1/2} (temps de réponse de l'appareillage 1 sec.) ce qui en fait, entre autres, un instrument de choix pour les observations radioastronomiques.

Voltmètres continus : Sensibilité 10^{-15} Volts (avec une constante de temps de 1 sec.) : on arrive très bien à mettre en évidence le bruit thermique d'une résistance de 1.000 ohms refroidie à 4°K.

Accéléromètres : Sensibilité 10^{-12} g.

Magnétomètres : Sensibilité au flux magnétique 10^{-12} Tesla pour des instruments « commerciaux ». Sensibilité au champ 10^{-9} gauss, soit un millionième environ du champ magnétique terrestre : on arrive ainsi à prendre des « magnétocardiogrammes », comme les électrocardiogrammes classiques, en détectant le champ magnétique dû au déplacement de certains ions dans le courant de la circulation sanguine !

Tous ces dispositifs ne seront probablement pas d'un usage courant immédiat, mais ces performances extraordinaires, encore impensables il y a dix ans, illustrent bien le degré de maîtrise où l'on est parvenu de ce phénomène ancien de la supraconductivité et le rôle grandissant que ces technologies risquent de jouer dans un avenir assez proche.

H.-A. COMBET



LES SYSTEMES DE TELECOMMUNICATIONS PAR CABLES SOUS-MARINS

Le navire câblé « Marcel Bayard »

L'ORIGINE DES LIAISONS SOUS-MARINES

Le problème des liaisons téléphoniques intercontinentales n'a guère été résolu, jusqu'à la seconde guerre mondiale, que par l'emploi d'émetteurs et récepteurs radioélectriques. Un tel mode de liaison est très sensible aux variations de propagation et ne procure pas un service de qualité vraiment satisfaisante. Par contre, la stabilité des câbles sous-marins, dont la technique est centenaire, était parfaitement connue mais leurs qualités de transmission ne permettaient pas de les utiliser pour des liaisons téléphoniques à grande distance sans les munir d'amplificateurs. Les câbles sous-marins sont donc restés très longtemps réservés au télégraphe qui se contente d'une bande passante très réduite. Pour réaliser des liaisons téléphoniques, il a fallu créer un câble de qualité convenable et des amplificateurs immergés suffisamment fiables pour pouvoir fonctionner normalement pendant une vingtaine d'années et à de grandes profondeurs atteignant 5.000 m. dans l'Atlantique et dépassant 3.000 m. en Méditerranée.

LES PROBLEMES POSÉS PAR L'ETABLISSEMENT DES LIAISONS SOUS-MARINES

La téléphonie sous-marine peut se définir comme l'extension au domaine sous-marin de la technique de transmission par courants porteurs sur câble coaxial muni de répéteurs. Dans une liaison sous-marine, on trouve donc à la fois des problèmes généraux aux systèmes terrestres concernant la modulation et la démodulation, l'amplification de larges bandes de fréquences et des problèmes propres aux systèmes sous-marins dus aux conditions particulières de pose et au fait que les équipements, une fois posés, ne sont accessibles que par les extrémi-

tés : ils concernent l'égalisation, la téléalimentation, la télélocalisation et, enfin, une question primordiale, celle de la fiabilité.

Remarquons que l'on peut, comme pour les systèmes terrestres, construire des liaisons :

Du type quatre fils, c'est-à-dire utilisant deux câbles, un par sens de transmission, avec des amplificateurs totalement indépendants mais transmettant une bande de fréquences correspondant aux n voies de la liaison ;

Ou bien du type $n + n$, autrement dit à un seul câble sur lequel sont transmises deux bandes de fréquences correspondant aux n voies dans un sens et aux n voies dans l'autre sens. Mais il faut alors séparer les deux sens de transmission pour les amplifier : on utilise pour cela des filtres d'aiguillage placés l'un à l'entrée, l'autre à la sortie du répéteur. On peut utiliser soit le même amplificateur pour les deux sens de transmission, soit un amplificateur pour chaque sens.

Les équipements d'extrémités.

Ces équipements sont installés à terre dans des bâtiments spéciaux et ils sont les seuls de la liaison à être accessibles en permanence pour les besoins divers de l'exploitation et de la maintenance.

On trouve d'abord les équipements de modulation et de démodulation analogues à ceux utilisés par le Service des Lignes à Grande Distance. Les voies téléphoniques sont transmises suivant le principe classique des courants porteurs à bande latérale unique : chaque voie, d'une largeur de 4 kHz est transposée dans le spectre des fréquences. Lorsque toutes les voies sont utilisées, on peut en augmenter le nombre de un tiers en utilisant des porteurs espacés de 3 kHz, la bande utile habituelle 300-3.400 Hz étant réduite à 200-3.050 Hz ; les circuits étant, par ailleurs, excellents, une telle réduction

n'affecte pratiquement pas leur qualité. On peut dire aussi que la bande de fréquences de 48 kHz correspondant à un groupe primaire de 12 voies est utilisée pour constituer 16 voies de 3 kHz.

C'est dans les équipements d'extrémité que l'on trouve les organes chargés de téléalimenter les répéteurs immergés par le câble lui-même.

Le câble.

Le câble coaxial a une géométrie bien adaptée aux contraintes mécaniques et électriques liées à la pose et au fonctionnement par grand fond. Il a donc fallu spécifier et construire un câble coaxial dont les paramètres secondaires soient d'une très grande régularité à la fabrication et évoluent d'une manière prévisible, tout en restant réguliers, lorsque le câble passera des conditions de l'usine à celles du fond de la mer, en subissant des contraintes mécaniques. L'isolant universellement adopté est le polyéthylène qui présente de faibles pertes électriques, même aux hautes fréquences et peut supporter des tensions de plusieurs milliers de volts.

Les premiers câbles, conçus vers les années « 50 », sont fortement influencés par les problèmes maritimes. Pour les aborder avec de bonnes garanties de sécurité, on a choisi de s'appuyer sur l'expérience acquise dans le domaine du câble télégraphique et de chercher à utiliser l'outillage classique des navires câbliers existants. Cela a conduit au câble coaxial revêtu d'une armure externe formée de fils d'acier et limité en dimensions, de manière à obtenir, pour le câble de grand fond, une masse et un diamètre comparables à ceux des plus gros câbles télégraphiques.

Le premier câble ainsi obtenu est le type 4,3/15,6 mm. utilisé pour les premières liaisons transatlantiques (TAT 1 en 1956, TAT 2 en 1959) et transméditerranéennes (Marseille-Alger 1957, Perpignan-Oran 1962).

On sait que la capacité de transmission d'un câble coaxial est, toutes choses restant égales par ailleurs, proportionnelle au diamètre de son conducteur extérieur. Pour augmenter ce dernier tout en restant dans les limites « hors tout » signalées ci-dessus et réaliser en même temps un câble plus économique, on a été conduit à supprimer l'armure externe et à faire supporter les efforts mécaniques imposés au câble, par une corde d'acier à haute résistance placée dans l'axe du câble, à l'intérieur du conducteur central.

Ce câble, dit à porteur central, a la constitution suivante :

- Un conducteur central composite formé lui-même d'une corde de fils d'acier ayant une structure très compacte, antigiratoire, et d'une bande de cuivre de 0,58 mm. d'épaisseur repliée et soudée longitudinalement ;
- Une couche de polyéthylène massif ;
- Un conducteur extérieur formé d'une bande de cuivre de 0,25 mm. ;
- Une gaine de polyéthylène.

Le diamètre sur isolant est soit de 25,4 mm. (1 pouce), soit de 38,1 mm. (1,5 pouce), soit 43 mm. (1,7 pouce).

Le câble ainsi défini est posé par grands fonds et jusqu'à des profondeurs de 400 à 500 m.. Pour les petits fonds, on ajoute une armure externe en fils

Câbles sous-marin



à porteur central

à simple armure

à double armure

d'acier destinée à protéger le câble contre tout ce qui peut l'endommager à la mer : ancres de navires, chaluts, etc...

C'est au voisinage des côtes que le câble est le plus vulnérable : on améliore la protection par une deuxième armure de fils d'acier recouvrant la première. Il faut en outre, au voisinage du niveau de la mer, protéger le câble contre les perturbations d'origine radioélectrique, par un écran approprié.

Dans certaines fabrications, on commence à remplacer le cuivre du conducteur extérieur par de l'aluminium ce qui conduit à une solution plus économique.

Depuis quelques années, on se préoccupe d'améliorer la protection du câble aux endroits où il est le plus vulnérable, c'est-à-dire par petits fonds. Pour cela on l'enterre au moyen d'une charrue fileuse, remorquée sur les fonds marins par un navire de surface et téléguidée par des caméras de télévision.

Le répéteur.

Le répéteur est téléalimenté en courant continu par le câble lui-même : il doit être muni, à l'entrée et à la sortie, d'un filtre destiné à séparer le signal de ce courant continu : c'est le filtre alimentation-signal. S'il s'agit d'un système de type $n + n$, il faut, en outre, un filtre d'aiguillage à l'entrée pour séparer les deux sens de transmission et un filtre analogue à la sortie pour les recombinaison. Il contient, bien entendu, un ou deux amplificateurs suivant le cas à tubes ou à transistors et un dispositif de télé-localisation qui permet de l'identifier et de le tester à distance.

Il faut en outre protéger les circuits contre les surtensions qui pourraient se produire en cas de coupure accidentelle du câble. L'ensemble de ces organes doit être protégé mécaniquement et relié au câble.

Du point de vue mécanique, il faut assurer l'étanchéité du répéteur qui va supporter en permanence la pression des grandes profondeurs. Un effort longitudinal important est également appliqué au câble pendant la pose et, par conséquent, au répéteur puisque les longueurs du câble sont raccordées aux répéteurs avant la pose. La pression atteint 50 MPa (500 bars) pour des fonds de 5.000 m. ; les efforts sont supportés par un boîtier cylindrique en acier et l'étanchéité est assurée, sur les répéteurs de conception française, par un moulage continu de polyéthylène qui enrobe complètement le récipient d'acier.

Le navire-câblé comporte une machine de pose spéciale pour dérouler le câble qui passe sur le davier de pose après être passé sur un tambour de 3 m. de diamètre. La jonction câble-répéteur constitue un point délicat ; elle est articulée de sorte

que le répéteur passe, lui aussi, sur le tambour et le davier et ne nécessite qu'un faible ralentissement du navire au moment où il va être posé. Le répéteur est muni d'un parachute qui s'ouvre en arrivant dans l'eau et ralentit fortement sa vitesse de descente.

L'amplificateur doit compenser exactement l'affaiblissement de la section de câble qui le précède. La courbe de gain du répéteur en fonction de la fréquence doit être ajustée d'une façon très rigoureuse pour tenir compte des caractéristiques du câble et rester absolument stable.

Les amplificateurs des premières liaisons sont équipés de tubes à vide. En ce qui concerne les liaisons françaises, les tubes des liaisons Marseille-Alger et Perpignan-Oran sont des pentodes PTT 303. Ceux des liaisons suivantes à 96/128 voies sont des pentodes PTT 400. Mais les performances de ces tubes représentent le maximum de ce qu'il est raisonnable d'attendre de tubes à vide.

Un accroissement important de la capacité des liaisons sous-marines ne pouvait se concevoir sans un nouvel élément actif. Il s'est trouvé qu'au moment où la nécessité se faisait sentir d'élargir les bandes de fréquences transmises pour faire face aux besoins grandissants de l'exploitation, l'apparition des premiers transistors à base diffusée et les progrès techniques qui suivirent (utilisation du silicium, procédé planar, épitaxie) permirent d'apporter une solution aux problèmes ci-dessus.

L'Administration et l'industrie françaises entreprirent, dès 1962, les études dont allait sortir la troisième génération de liaisons françaises. Procédant d'une façon prudente et progressive, on visa d'abord une capacité relativement modeste de 120/160 voies dont la première réalisation a été la liaison Marseille-Beyrouth 1.837 MN (1970).

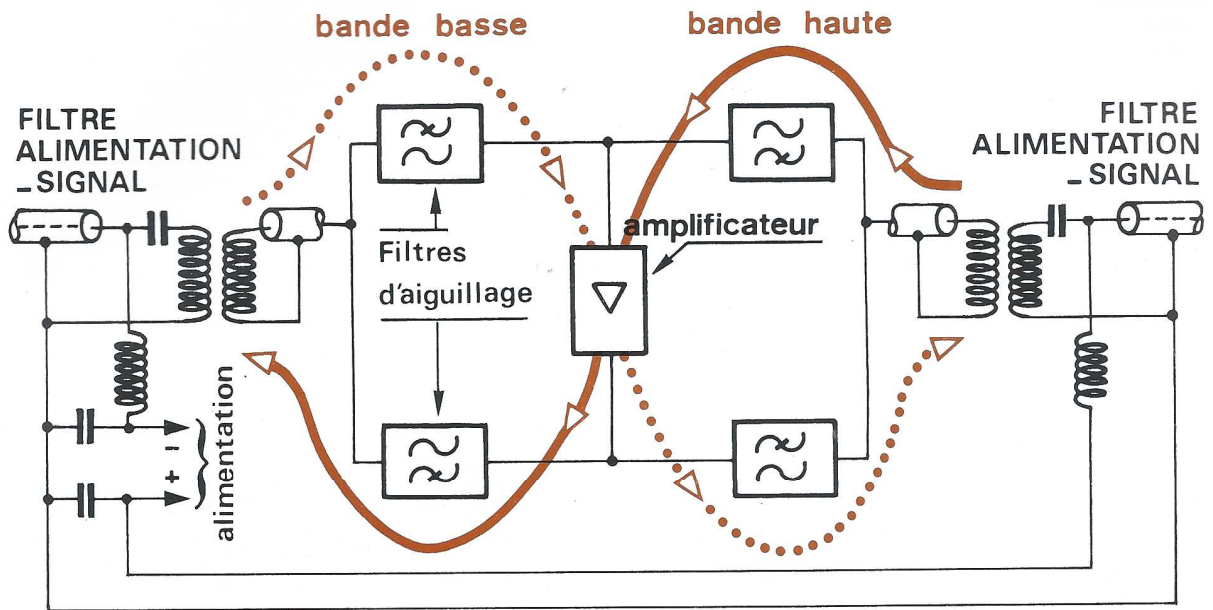
Dès que l'on eut commencé à maîtriser la technologie du semiconducteur, de nouvelles études furent lancées pour la mise au point du système S 5 (5 MHz - 8 groupes secondaires GS, soit 480/640 voies).

On peut utiliser un chemin unique d'amplification à trois étages, aussi bien dans les répéteurs à tubes que dans les répéteurs à transistors, tellement est élevée la fiabilité de ces composants.

On peut aussi utiliser des amplificateurs séparés pour chacun des sens de transmission : c'est la solution adoptée dans le système britannique à 14 MHz (23 groupes secondaires ou 1.840 voies) et dans le système français S 25 (25 MHz, soit 43 GS ou 3.440 voies).

Le bruit.

L'objectif de transmission le plus important dans une liaison sous-marine est incontestablement le



Répéteur bidirectionnel à amplificateur unique

bruit. Rappelons que le répéteur relève les niveaux à la valeur qu'ils avaient à la sortie de l'amplificateur d'émission mais, en outre, superpose aux signaux utiles deux sortes de bruit :

— Un bruit d'origine thermique, d'autant plus gênant que le niveau relatif de la voie à l'entrée du répéteur est plus faible ;

— Un bruit, dit d'intermodulation, dû aux défauts de linéarité du répéteur ; le bruit recueilli dans une voie est d'autant plus gênant que, à la sortie du répéteur, son niveau relatif est faible et ceux des voies perturbatrices élevés.

On s'arrange pour obtenir une puissance totale de bruit à peu près indépendante du rang de la voie.

Il y a le plus grand intérêt à respecter les niveaux fixés, d'où la nécessité de répéteurs aussi identiques que possible. Il faut, en outre, choisir le tronçon de câble constituant une section d'amplification que l'on veut associer à un répéteur donné et, au besoin, ajuster sa longueur de façon que le gain du répéteur compense aussi exactement que possible, et à toutes les fréquences transmises, l'affaiblissement du câble qui le précède. Cette opération se fait naturellement en usine pendant la phase préparatoire à la pose.

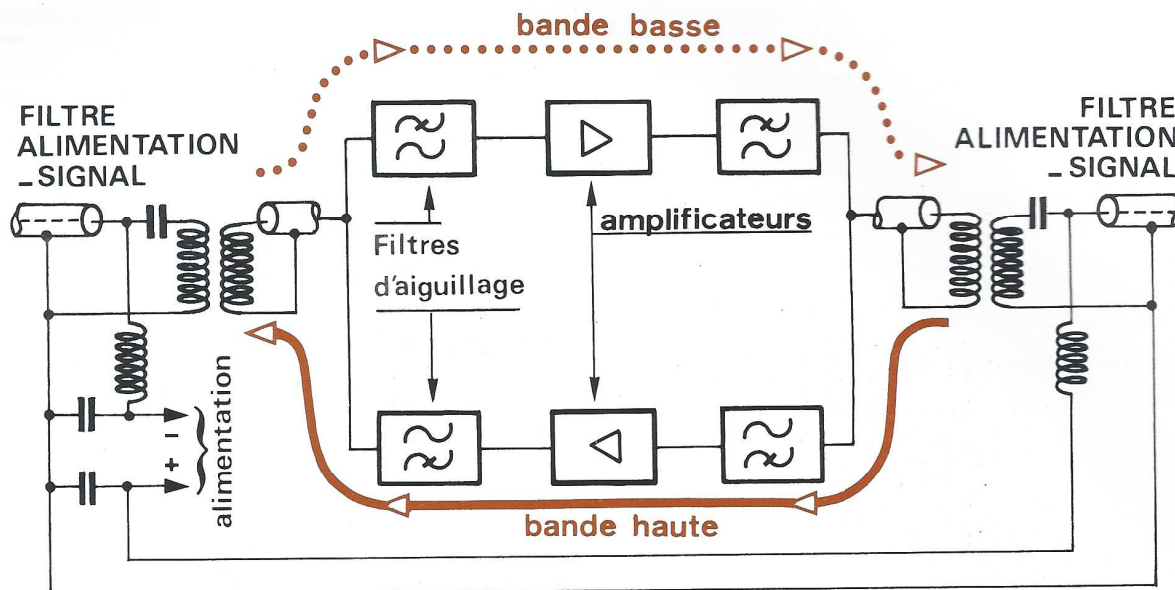
Malgré toutes les précautions prises pour assurer au câble et au répéteur des caractéristiques aussi parfaites que possible, il subsiste des écarts résiduels

très faibles mais qui s'ajoutent d'une section à l'autre, si bien que les niveaux réels s'éloignent de plus en plus des valeurs théoriques, à mesure que l'on avance sur la liaison. Lorsque ces écarts ont atteint une certaine valeur, un réajustement des niveaux devient indispensable : on le réalise au moment de la pose en immergeant un organe égaliseur.

L'égalisation.

La liaison est divisée en « blocs d'égalisation ». Chacun de ces blocs est constitué, par exemple, de dix répéteurs et de neuf sections de câble et se termine par une section plus courte comprenant un égaliseur en son milieu. Cet égaliseur se présente extérieurement comme un répéteur. Il comprend, entre deux filtres alimentation-signal, des réseaux permettant de compenser :

- Les écarts de la somme (mesurée) des gains des dix répéteurs, par rapport à la valeur théorique ;
- L'écart d'affaiblissement des dix sections de câble par rapport à la valeur théorique, résultant d'erreurs commises dans la longueur de ces sections et dans l'estimation des corrections à apporter en fonction de la température, de la pression et de l'effet de pose (l'effet de pose désigne la différence d'affaiblissement que l'on mesure sur un câble posé quand on a déjà effectué les corrections classiques de température et de pression. Cette grandeur est donc



Répéteur bidirectionnel à 2 amplificateurs séparés

purement expérimentale et son choix conditionne la qualité finale de la liaison) ;

- Les écarts entre l'affaiblissement du bloc d'égalisation et la valeur théorique.

Ces réseaux sont choisis d'après les résultats des mesures effectuées sur la partie de la liaison comprise entre le centre d'amplification à terre et l'égaliseur à bord du navire, puis l'égaliseur est scellé avant immersion. Ces mesures sont grandement facilitées par un appareillage automatique qui permet de les effectuer en un temps très court et donc de mesurer le maximum de sections d'amplification avant le scellement de l'égaliseur ; ce procédé a été inauguré avec un succès complet sur la liaison Marseille-Beyrouth.

La fiabilité.

Le problème de la fiabilité est capital pour une liaison sous-marine dont le dépannage, très onéreux, doit être rarissime. On est donc conduit à prendre des précautions extrêmement sévères à tous les stades de la fabrication et de la pose de la liaison.

S'agissant du câble, il faut sélectionner avec soin les matières premières voulues et s'assurer que les dimensions et caractéristiques exigées sont tenues, malgré la très faible fourchette des tolérances.

Pour le répéteur, les exigences sont aussi sévères mais plus difficiles à respecter surtout pour les composants actifs. Un composant sous-marin n'est soumis

qu'à de très faibles contraintes en fonctionnement : on ne cherche pas de performances poussées, mais la sécurité de fonctionnement. Malgré le soin extrême apporté à la fabrication et la rigueur des contrôles, il est nécessaire de procéder à un tri après des essais de fonctionnement portant sur des milliers d'heures et des essais de vieillissement accéléré qui permettent d'espérer une durée de vie utile de 25 ans.

LES LIAISONS SOUS-MARINES EN SERVICE.

Il est commode de distinguer les différents systèmes, en service dans le monde, en « générations », correspondant chacune à une étape de la technique.

La première est constituée par des liaisons utilisant le câble à armure externe, de type 4,3/15,6 mm.

Les Etats-Unis ont réalisé les deux premières liaisons transatlantiques :

1956 : TAT 1 : Terre-Neuve-Grande-Bretagne.

1959 : TAT 2 : Terre-Neuve - France (Penmarc'h) qui ont toutes deux 2.100 milles nautiques (le mille nautique (MN) vaut une minute d'arc de méridien terrestre, soit 1.852 m.).

On utilise deux câbles, un par sens de transmission. Les répéteurs sont unidirectionnels, espacés de 38 MN et donnent 48 voies de 3 kHz (3 groupes primaires G.P.).

A la même époque, la France s'oriente vers une autre technique où l'on utilise un seul câble et des

répéteurs bidirectionnels à 60/80 voies (1 GS), espacés de 16 MN :

1957 : Marseille-Alger : 477 MN.

1962 : Perpignan-Oran : 540 MN.

Cette technique des liaisons à un seul câble (type $n + n$) a été adoptée, depuis, pour toutes les liaisons sous-marines.

Dans la deuxième génération, on emploie le câble à porteur central et des répéteurs bidirectionnels à tubes.

Les principales liaisons sont :

— Dans l'Atlantique :

TAT 3 : U.S.A.-Grande-Bretagne 3.500 MN (en 1963).

TAT 4 : U.S.A.-France (Saint-Hilaire-de-Riez) 3.600 MN (en 1965).

CANTAT 1 : Angleterre-Canada 60/80 voies (en 1961).

— Et dans le Pacifique :

COMPAC : Vancouver-Manille-Sydney (en 1962).

SEACOM : Australie-Hong-Kong (en 1965).

TRANSPAC : U.S.A.-Japon (en 1964).

La France a posé les liaisons suivantes à 96/128 voies :

1966 : Cannes-Corse (Ile Rousse) 105 MN.

1967 : Perpignan-Maroc (Tétouan) 760 MN.

1969 : Marseille-Tunisie (Bizerte) 500 MN.

Dans les liaisons de la troisième génération, les répéteurs sont équipés non plus de tubes à vide, mais de transistors.

Le câble est toujours à porteur central. La liaison transatlantique TAT 5 entre les Etats-Unis et l'Espagne, mise en service en 1970, et longue de 3.500 MN, utilise le câble de 38,1 mm. et des répéteurs espacés de 9 MN donnant 816 voies (10 GS).

La liaison MAT 1 posée en 1970 par les Anglais entre l'Espagne et l'Italie sur un câble de 37 mm. à conducteur extérieur en aluminium, fournit 8 G.S.

La France a réalisé la liaison Marseille-Beyrouth à 120/160 voies (2 G.S.), longue de 1.833 MN sur câble de 25,4 mm. mise en service en août 1970. En même temps, on a installé Saint-Raphaël-Saint-Tropez constituée avec le nouveau système S 5 (5 MHz-8 G.S.). Ce même système va équiper les liaisons Marseille-Alger II (octobre 1972), Penmarc'h-Casablanca (1973) et Marseille-Crète (1974).

Les Anglais ont mis au point un système à 14 MHz (23 GS, soit 1.840 voies) qui équipe la liaison PEN-CAN 2 Espagne-Canaries (1971) et sera installé sur la liaison CANTAT 2 Canada-Angleterre en 1974. En France, on étudie le système S 25 à 25 MHz, soit 43 GS (3.440 voies) dont les premières réalisations seront Marseille-Rome en 1975 et France-Angleterre. Enfin, signalons le système SG à 30 MHz (4.000 voies) dont l'étude est partagée entre l'ATT, le Post Office et notre Administration ; la première réalisation sera le transatlantique TAT 6 U.S.A.-France en 1976.

CONCLUSION.

On voit combien ont été rapides les progrès en matière de liaisons sous-marines : en 20 ans, on sera passé dans l'Atlantique Nord des 48 voies du TAT 1 aux 4.000 voies du TAT 6.

Ces progrès ne sont guère perceptibles par le commun des mortels, saturé, par ailleurs, de récits d'exploits de toute sorte ; seuls les spécialistes peuvent apprécier la somme énorme d'efforts qu'ils représentent. Ces progrès ne sont pas terminés et des systèmes à plus grande capacité sont à l'étude. On commence à parler de systèmes à 50 MHz et même à 100 MHz... De telles capacités peuvent surprendre, et pourtant elles correspondent aux besoins de l'exploitation. Dans l'Atlantique Nord, depuis l'avènement du câble sous-marin, le trafic augmente imperturbablement de plus de 25 % par an, doublant en moins de trois ans. L'augmentation sera même plus rapide avec le développement des liaisons automatiques et l'abaissement des tarifs.

Quand on parle de câbles sous-marins, il se trouve toujours quelqu'un pour demander s'ils ne vont pas disparaître devant le développement des satellites.

En réalité, il s'agit là d'un faux problème, et la simple constatation que les deux systèmes vivent côte à côte (et que « Radome » publie le présent article...) prouve bien qu'aucun des deux ne constitue la vérité technique absolue et que, dans le domaine des liaisons transocéaniques, il y a place pour le câble sous-marin et le satellite, de même que, dans celui des liaisons terrestres, il y a place pour le câble et le faisceau hertzien et qu'en matière de transport, il y a place pour le chemin de fer et l'automobile. Cette coexistence pacifique est favorable à une certaine concurrence technique qui stimule les recherches et constitue par là un indiscutable facteur de progrès.

Comme on peut le voir, les liaisons sous-marines se portent bien et l'enthousiasme dont ont fait preuve les pionniers des liaisons transatlantiques, il y a plus d'un siècle, trouve une vigueur nouvelle dans les progrès de la technique.

A. BLANCHI

QUATRE ANS D'ACTIVITÉ AU CENTRE DE CALCUL

Depuis le mois d'avril 1968, date à laquelle un précédent article de « Radome » présentait les activités du Centre de Calcul du CNET à Lannion, nombreux sont les changements intervenus, tant dans les outils de travail que dans les études elles-mêmes ; il ne semble donc pas inutile de faire le point, et de mettre en évidence l'évolution qui s'est fait jour.

Seul, peut-être, le rôle du Centre de Calcul n'a pas varié : il s'attache à satisfaire les besoins de chercheurs travaillant dans des domaines de pointe, et pour lesquels le calculateur est un outil indispensable (plus essentiel peut-être encore maintenant qu'il y a quatre ans). Nous y reviendrons plus en détails plus loin, mais on peut d'ores et déjà noter la présence d'activités directement liées aux travaux de recherche, le calcul scientifique, par exemple, à côté d'autres études plus indirectes, tendant à renforcer l'infrastructure nécessaire aux chercheurs : documentation, conception assistée par ordinateur entre autres.

Les moyens de calcul.

Pour donner une idée de l'extension rapide des moyens de calcul, indiquons simplement que depuis

1968 la puissance de calcul disponible a été multipliée environ par 20 - ce qui dépasse largement le doublement annuel.

Le calculateur CII 90-80 a été remplacé, en 1970, par un calculateur CII 10070, doté maintenant de 80.000 mots de mémoire rapide, et d'une mémoire plus lente pouvant contenir jusqu'à 200 millions de caractères : une telle mémoire pourrait, par exemple, contenir environ 500 volumes de 250 pages, ce qui constitue déjà une bibliothèque honorable ; ceci donne une faible idée de sa capacité : dans le cas cité, un « codage » adéquat pourrait multiplier par 2 au moins cette capacité.

Un second calculateur, un CII 10020, connecté au premier, permet de traiter les travaux en « temps réel », c'est-à-dire tous ceux qui exigent une disponibilité immédiate du calculateur - ceci étant pris par opposition aux travaux normaux pour lesquels la réponse peut aussi bien être donnée au bout de cinq minutes que d'une heure, sans que l'utilisateur y voit une gêne.

Parallèlement à ces deux calculateurs, à Lannion, il est possible d'avoir accès à un calculateur HB 635, situé au CNET à Paris, à travers une ligne de transmission de données ; il est ainsi possible de faire effectuer des calculs à Paris, et d'obtenir la réponse à Lannion, aussi rapidement que si ces calculs avaient été effectués sur place. On a pu de cette façon doubler la puissance de calcul disponible, avec des moyens très limités.

Enfin, et c'est là la plus nette évolution depuis 1968, on a pu mettre à la disposition des chercheurs, des machines à écrire reliées à des calculateurs situés à Paris, machines grâce auxquelles il est possible de converser directement avec l'ordinateur, de poser un problème, et d'obtenir la réponse, sans délai et sans passer par aucun intermédiaire. De nombreux travaux peuvent être écoulés de cette façon. On voit ainsi apparaître un rôle nouveau du Centre de Calcul, qui est de gérer les moyens mis à la disposition directe des ingénieurs et techniciens.

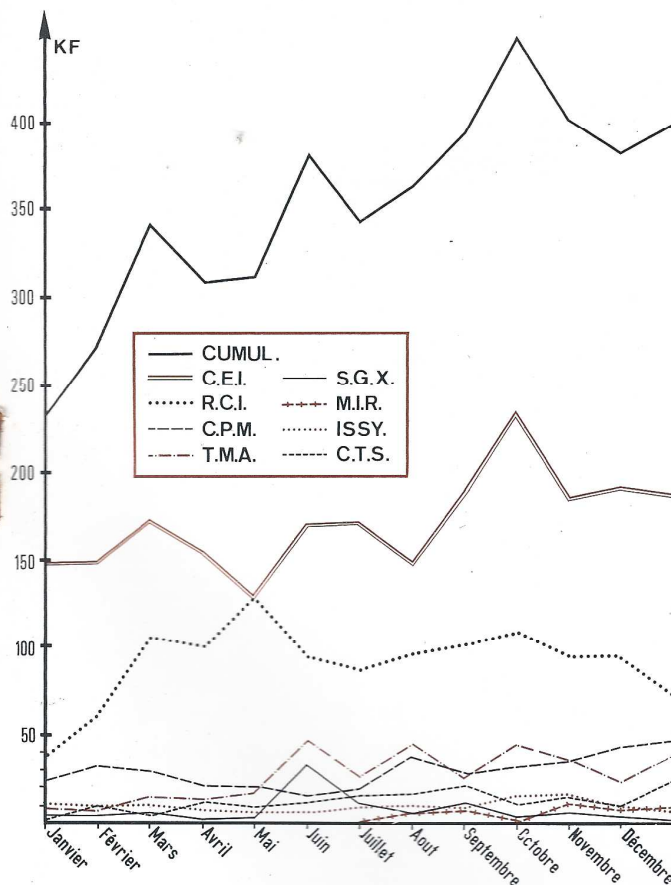
Quant au calculateur RAMSES 1 L, s'il est encore utilisé dans certaines applications très particulières, il doit prochainement disparaître.

Parallèlement aux moyens de calculs eux-mêmes, il faut également mentionner la présence de machines utilisées par le service de mécanographie, ou mises à la disposition des programmeurs, qui permettent de préparer les programmes, c'est-à-dire de poser les problèmes dans un langage compréhensible par le calculateur ; ce sont essentiellement des perforatrices ou traductrices de cartes, des machines à écrire spécialisées, un équipement de transmission de données avec le Centre de Calcul de Paris, des appareils à traiter les bandes perforées (des matériels de ce genre existaient déjà en 1968, mais à une échelle très limitée).

Les activités du Centre de Calcul.

Ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, les activités du Centre de Calcul se sont fort développées et diversifiées en quatre ans : le personnel qu'il emploie, ingénieurs et techniciens, a doublé, ce

Evolution du trafic du centre de calcul en 1971





Vues partielles du Centre de calcul

Le calculateur CII 10070

qui donne déjà une idée de cette évolution. On peut d'emblée les classer en six catégories :

- Gestion des moyens de calcul ;
- Aides directes aux utilisateurs ;
- Essais de périphériques de calculateurs ;
- Conception assistée par ordinateurs ;
- Banque de données ;
- Communications homme-machine.

Certaines de ces dénominations pourraient paraître ésotériques aux non-initiés, mais nous allons les expliquer plus loin. Disons qu'il s'agit de domaines variés, dont le seul dénominateur commun est de nécessiter l'utilisation de calculateurs, et d'exiger un personnel ayant des connaissances souvent très approfondies en informatique.

On pourra s'étonner de ne pas trouver ici d'activités directement liées aux télécommunications : en fait, il existe un certain partage des compétences avec le Centre de Calcul du CNET à Paris, et ce genre de travaux est plutôt de son ressort, bien que certains de leurs aspects soient étudiés à Lannion.

Gestion des moyens de calcul.

La gestion des moyens comporte, bien sûr, la gestion du matériel lui-même, mais, en informatique, ceci est insuffisant ; il est également nécessaire d'introduire dans le calculateur tous les programmes de base qui lui permettent de comprendre et d'interpréter les programmes que présentent les utilisateurs : c'est ce que l'on appelle le « système ». Ce travail, souvent fort complexe, est le rôle de l'équipe des « ingénieurs-système ». On conçoit aisément que son importance croisse rapidement avec la complexité des moyens utilisés et il constitue à l'heure actuelle une charge notable.

Aides directes aux utilisateurs.

Les travaux de calcul scientifique représentent une part de l'activité du Centre de Calcul qui est loin d'être négligeable : on peut l'évaluer à 40 %

Le calculateur HB 115

environ de la charge des calculateurs. Ainsi que nous l'avons déjà signalé plus haut, on cherche de plus en plus à offrir aux utilisateurs des moyens leur permettant de traiter eux-mêmes leurs problèmes ; cette absence d'intermédiaire évite dans bien des cas des retards dus aux difficultés de communications entre deux spécialistes de domaines différents, chacun d'eux n'étant que très peu au courant des problèmes et méthodes de l'autre, souvent même de son langage.

Il reste, cependant, de nombreux problèmes qui, de par leur ampleur, vu les méthodes de calcul à employer, doivent être traités par le personnel du Centre de Calcul ; cependant, il existe maintenant dans plusieurs groupements ou départements des informaticiens spécialisés dans des activités particulières, la physique par exemple. On peut dire que l'informatique évolue, et qu'elle n'est plus maintenant réservée à quelques initiés, mais est à la disposition de chacun.

Parmi tous les travaux qui ressortissent à ce domaine, on peut en citer quelques uns, choisis arbitrairement. La préparation d'éphémérides pour la Station Spatiale reste, bien sûr, une tâche permanente. Sur un autre plan, le dépouillement de mesures permet d'élaborer et d'éditer des prévisions servant à l'établissement des liaisons téléphoniques par radio à grande distance - c'est une des tâches du département MIR, récemment installé à Lannion. On peut également noter une forte augmentation des travaux effectués dans le cadre de l'étude ou de l'exploitation des centraux téléphoniques électroniques. Parallèlement, on trouvera d'autres applications exigeant la mise en œuvre de théories mathématiques fort complexes, par exemple, l'étude de la propagation des ondes dans un guide d'ondes.

Notons, enfin, qu'une nouvelle activité, en rapide expansion est orientée vers une aide non plus aux chercheurs du CNET, mais aux ingénieurs des régions de Bretagne, Rennes ou Nantes ; il s'agit essentiellement de travaux de gestion, ou de la formation de personnel informaticien.

Essais de périphériques de calculateurs.

L'essai de périphériques de calculateurs intéresse, bien sûr, le CNET lui-même, mais est plus une aide

apportée directement au Ministère des P et T, voire à l'ensemble de l'Administration. Plusieurs articles de « Radome » ont déjà été consacrés à ce sujet (« Radome », n°s 13 et 16), et le lecteur pourra s'y reporter ; précisons, cependant, qu'après les essais de bandes magnétiques, de nombreuses autres études ont été entreprises : essais de dérouleurs de bandes magnétiques, utilisation de minicassettes en liaison avec un ordinateur et, plus récemment, évaluation de disques magnétiques.

Ce laboratoire est même, parfois, amené à travailler avec la Délégation à l'Informatique, dans le cadre du « plan calcul ».

La conception assistée par ordinateurs.

Un article paru dans le dernier numéro de « Radome » abordait ce sujet, mais il ne semble pas inutile d'y revenir. Rappelons que la Conception Assistée par Ordinateur (CAO) recouvre l'ensemble des aides que le calculateur peut apporter aux équipes chargées de l'étude, de la mise en service ou du dépannage d'ensembles électroniques ; dans les télécommunications, elle s'adresse essentiellement à deux domaines : la commutation et la transmission.

En commutation, un certain nombre de programmes (Programme PASTIS, voir l'« Echo des Recherches », n° 64 - Avril 1971) ont été étudiés et sont maintenant utilisés, par le département ESE et la SOCOTEL, en particulier ; le rôle du Centre de Calcul n'est cependant pas achevé : il lui faut, en effet, assurer la maintenance de ces programmes, c'est-à-dire corriger les anomalies qui peuvent encore s'y trouver, et effectuer les modifications demandées par les utilisateurs - au même titre d'ailleurs que l'on fait la maintenance d'un central téléphonique ou d'un poste de télévision.

Si ces études, entreprises en 1962, étaient déjà fort avancées en 1968, ce n'est qu'à partir de 1970 qu'elles ont vu leur aboutissement, année où un important

Un chercheur peut communiquer directement avec un calculateur et résoudre ainsi seul et rapidement ses problèmes



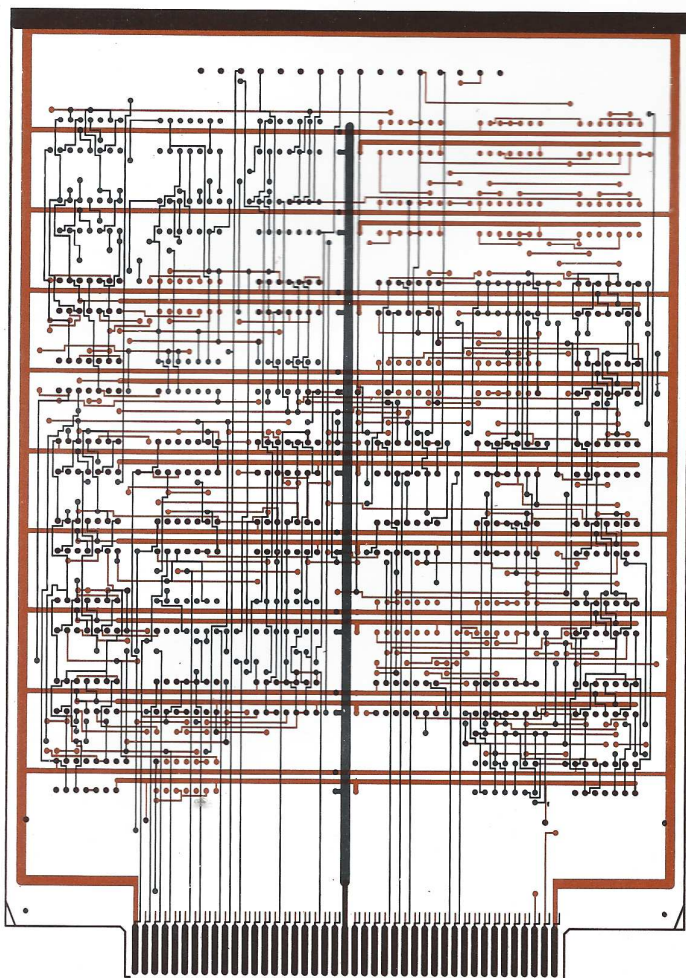
Machine servant à équilibrer les disques magnétiques, ces disques qui servent de mémoire au calculateur tournent à très grande vitesse, et il est nécessaire que leur équilibrage soit particulièrement soigné

service a pu être mis sur pied au département ESE pour en utiliser les résultats. Un pas essentiel a été franchi, le passage de la recherche à l'exploitation.

Cependant, on ne peut s'arrêter ici, et il reste nécessaire d'étudier de nouveaux moyens en vue de satisfaire les besoins des chercheurs chargés d'étudier les futurs centraux téléphoniques, aussi bien pour la conception que pour le test des cartes et, particulièrement, le test de sous-ensembles électroniques complets. Ces études sont, en effet, absolument essentielles au développement futur de la commutation électronique : les systèmes mis en œuvre deviennent si complexes qu'il est indispensable d'automatiser le plus possible leur dépannage, afin de le faire dans des délais et à un coût raisonnables.

Une autre équipe cherche à faciliter l'utilisation de ce genre de programmes, en offrant à l'utilisateur la possibilité de converser directement avec le calculateur ; pour ce faire, on se sert de visualisateurs, appareils analogues à un écran de télévision sur lequel l'utilisateur peut tracer des dessins interprétés par le calculateur ; ce dernier utilise alors le même écran pour lui présenter les résultats en retour. On tracera ainsi, par exemple, un circuit imprimé, le concepteur indiquant le chemin à suivre : le calculateur contrôle ces données, et signale immédiatement toutes les anomalies qu'il a pu découvrir. De telles méthodes permettent d'obtenir le résultat désiré dans un délai très court, mais rendent également beaucoup plus agréable l'emploi d'un ordinateur.

En transmission, on a affaire à des techniques très différentes, et les outils à élaborer seront différents ;



Tracé d'un circuit imprimé obtenu à l'aide d'un ordinateur

il s'agira ici de pouvoir simuler un circuit électronique, c'est-à-dire de calculer son comportement vis-à-vis de l'extérieur : c'est le rôle de l'analyse des réseaux. Mais ce n'est pas suffisant ; en effet, les équipements des PTT sont destinés à rester en service durant plusieurs dizaines d'années, et il est indispensable de connaître leur fiabilité, c'est-à-dire de savoir s'ils ne vont pas tomber systématiquement en panne à plus ou moins brève échéance.

Pour ce faire, le Centre de Calcul a étudié et mis en service un programme, SIDERAL, permettant de déterminer la fiabilité d'un équipement de transmission, à partir de données concernant ses composants.

De nombreuses études restent cependant encore à faire dans ce domaine.

Banque de données.

Là encore, un récent article a fait le point sur le sujet (Voir « Radome », n° 18). Déjà en 1968, le besoin d'entreprendre des études dans ce domaine se faisait sentir : nous venons de voir que les méthodes de Conception Assistée par Ordinateur exigent la connaissance d'un grand nombre de données sur le

fonctionnement ou la fiabilité des composants ; les introduire dans le calculateur à chaque fois qu'elles sont nécessaires représente une charge considérable. Par ailleurs, l'élaboration même de ces données s'effectue à l'aide de mesures très nombreuses, ce qui exige la manipulation manuelle d'une immense quantité de données élémentaires. Il paraissait, donc, souhaitable de confier leur gestion au calculateur lui-même.

Parallèlement, le système de documentation automatique en service en 1968, bien que constituant un progrès considérable sur les méthodes antérieures, souffrait de graves défauts : la taille des fichiers était limitée (afin de laisser le temps de calcul dans des limites raisonnables), et l'utilisateur devait attendre parfois plusieurs jours avant d'obtenir la réponse à une question.

Dans les deux cas, il s'agit de gérer de très gros fichiers, et de pouvoir les interroger, c'est-à-dire en extraire la ou les fiches adéquates, en un temps très court - disons quelques secondes - donc, suivant un processus dans lequel l'utilisateur interroge directement le calculateur, à l'aide, par exemple, d'une machine à écrire, ou d'un visualisateur. On doit, donc, constituer un système assurant quatre fonctions principales :

- Définition de la structure d'un fichier, c'est-à-dire de l'information qu'il va contenir (nombres, textes par exemple...), et de la façon dont l'utilisateur désire l'introduire dans le calculateur ;
- Introduction des fiches ;
- Recherche d'une ou plusieurs fiches répondant à un critère donné ;
- Modification d'une fiche, voire élimination si elle est périmée.

On constitue ainsi ce que nous appellerons une banque de données, bien que ce terme soit quelque peu ambigu. On appelle, en effet, banque de données aussi bien le système de gestion de fichiers que nous venons d'exposer, que l'ensemble des données contenues dans ces fichiers, ou même, dans certains cas, l'ensemble des programmes permettant de traiter ces données, par exemple par des méthodes statistiques.

Ce n'est qu'en 1970 que ce problème a pu réellement être abordé : seul en effet le calculateur CII 10070 offrait des possibilités suffisantes pour le traiter, tant en puissance de calcul qu'en capacité de mémoire. Très avancées maintenant, ces études doivent permettre une prochaine mise en service du système.

Communications homme-machine.

Cet objectif est très vaste, puisqu'il recouvre l'étude de tous les moyens qui permettent à l'homme de « communiquer » avec une machine, c'est-à-dire de donner des instructions ou recevoir des renseignements ; par « machine », on entend ici essentiellement les machines très évoluées, les calculateurs électroniques principalement. Nous avons vu que CAO et banques de données ressortissent déjà à ce domaine. Aussi, nous intéresserons-nous ici aux communications vocales essentiellement.

Trois problèmes continuent ainsi à être examinés : l'étude du signal vocal lui-même, en particulier de

sa compression ; la reconnaissance des formes dont l'objectif est de reconnaître de façon automatique un son ou un mot prononcé par un locuteur ; l'étude du processus complet de communication, en particulier du langage à utiliser pour commander une machine. Le rapprochement de ces trois objectifs permet d'espérer arriver à commander une machine par la parole, c'est-à-dire en supprimant tout intermédiaire mécanique (bouton, poussoir, clavier, etc...).

En 1968, seuls les deux premiers problèmes avaient été abordés, principalement la reconnaissance des voyelles ; à l'heure actuelle, de grands progrès ont été accomplis : on arrive à « segmenter » la parole, c'est-à-dire à en séparer les différents éléments - que l'on appelle phonatomes -, et à reconnaître les voyelles et consonnes qui les composent. Cette reconnaissance n'est encore que très approximative - disons, par exemple, que le son correct n'est reconnu que dans 70 % des cas - ; cependant l'utilisation de langages appropriés offre des méthodes permettant de se contenter de ces performances médiocres ; de façon analogue, on arrive à appeler un nom au téléphone en utilisant le code des prénoms - bien sûr, ce n'est là qu'une analogie.

Conclusion.

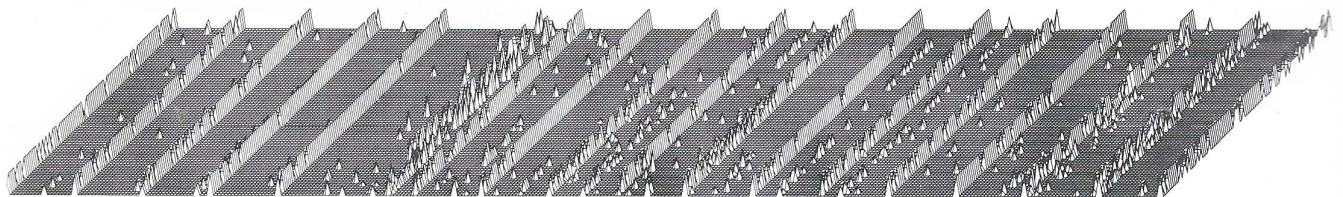
Ce bref tour d'horizon est loin d'être exhaustif, et nous n'avons pas exposé tous les sujets abordés

au Centre de Calcul, loin de là. Par ailleurs, on peut noter que la plupart de ces travaux sont effectués en collaboration avec d'autres départements du CNET, ESE, ETA pour n'en citer que deux, voire même avec certaines Universités, ou avec des industriels.

Enfin, et ce sera là notre conclusion, on peut noter que, depuis 1968, une double évolution de l'informatique se fait jour : d'une part, ce n'est plus un service relativement fermé, mais elle cherche à se rapprocher le plus possible des utilisateurs, en mettant à leur disposition les moyens leur permettant de poser et résoudre directement leurs problèmes : l'intermédiaire obligatoire, spécialiste averti de l'informatique, tend de plus en plus à s'effacer.

D'autre part, et ce point est nettement lié au précédent, le processus de conversation homme-machine absorbe, de plus en plus, l'attention des informaticiens, ou tend toujours davantage vers une utilisation des calculateurs en temps réel, c'est-à-dire suivant un mode de communication directe, ne nécessitant pas l'emploi de cartes ou bandes perforées, et permettant de traiter en quelques minutes ou quelques heures des problèmes qui exigeaient autrefois plusieurs jours d'attente.

Surface de confusion décrivant l'apprentissage d'un locuteur à l'utilisation d'une machine à reconnaître la parole :
les crêtes que l'on peut remarquer sur ce dessin correspondent aux mots correctement reconnus,
les pointes isolées aux erreurs.



LE SYSTÈME E 10 A GUINGAMP

Depuis le début de l'année 1970, les centraux de commutation téléphonique électronique du système E10 ont équipé progressivement le groupement de Lannion : Perros-Guirec d'abord, puis le centre nodal de Lannion 3 et enfin le centre urbain Lannion 4.

Le 24 mai 1972, le système a débordé cette zone et s'est installé dans la région de Guingamp. Le central principal de Guingamp dessert la ville et les environs immédiats, tandis que sept satellites sont affectés aux zones de Bégard, Belle-Isle, Bourbriac, Callac, Châtelaudren, Lanvollon, Pontrieux.

Ces équipements couvrent au total 73 communes et ont une capacité actuelle de :

- 5.000 abonnés ;
- 480 circuits interurbains vers l'extérieur.

A la mise en service, 3.250 abonnés sont raccordés et 141 circuits relient le groupement de Guingamp à Lannion, Morlaix, Saint-Brieuc, Rennes et Paris.

Les installations sont conformes à celles des premiers centraux, à l'exception, toutefois, des unités de raccordement d'abonnés et de circuits qui ont été réétudiées pour utiliser le système de modulations par impulsions codées MIC TNE 1, défini pour le matériel transmission et conforme à la normalisation CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications). Pour les abonnés, des concentrateurs type A (réseau de connexion spatial à relais à tige) et type B (réseau de connexion spatial à sélecteur « Téléc ») raccordent 500 abonnés sur 60 voies temporelles téléphoniques. Pour les circuits, des groupes de synchronisation pilotent quatre



M. Libois commente les particularités du système E 10 aux personnalités

modules desservant chacun deux multiplex MIC de 30 voies vers les satellites du système ou les autres centraux téléphoniques distants.

Les organes centraux du système E 10 offrent de nombreuses possibilités. En plus des services nouveaux : postes téléphoniques à clavier, numérotation abrégée et transfert à la demande qui seront donnés aux abonnés, au cours de l'année 1973, il a permis différentes facilités d'acheminement. Par exemple, les abonnés de Châtelaudren et de Lanvollon, qui font partie de la circonscription de taxe de Saint-Brieuc, ont été rattachés au central de Guingamp tout en conservant les caractéristiques de leur réseau initial. De même, les services spéciaux : renseignements, réclamations, etc... ont pu être reportés au mieux, compte tenu des problèmes de reclassement des opératrices et, en particulier, un service de renseignements central desservant les Côtes-du-Nord et équipé de positions d'opératrices avec visionneuse a été installé à Guingamp.

Le matériel a été fabriqué et installé par la Société Lannionnaise d'Electronique (groupe CGE) et livré à l'Administration, le 15 mai 1972. Le contrôle des installations et la mise au point finale ont été exécutés par le département Expérimentation des Systèmes Electroniques du Centre National d'Etudes des Télécommunications. Une vérification minutieuse des équipements MIC et des qualités de transmission a commencé, dès le 26 avril, et a été faite sur toutes les liaisons. Puis à partir du Centre de Traitement de l'Information de Lannion, les programmes de tests ont permis de piéger les dernières fautes dans les principaux équipements : multienregistreurs, marqueurs, réseau de connexion, traducteur, taxeur et unités de sélection locales. Tout le personnel du groupement Recherches en Commutation Intégrée a participé activement aux ultimes interventions et aménagements. Enfin, tout étant prêt, le simulateur d'appel téléphonique, SIMAT, a soumis le central à un flux de trafic à peu près équivalent à celui qui est prévu à l'heure chargée, tandis que les équipes d'exploitation et maintenance, divisées en trois groupes, déversaient des appels complémentaires sur les satellites à l'aide de simulateurs à dix appels.

Tout étant prêt, le 24 mai 1972, à 21 h. 10, en présence de Monsieur Légaré, Directeur Régional des Télécommunications, l'opération de basculement commençait par Guingamp, pour se propager, ensuite, sur l'ensemble de la zone. Une équipe, constituée de 19 agents du groupement Recherches en Commutation Intégrée du Centre National d'Etudes des Télécommunications, de 44 agents de la Direction Régionale des Télécommunications de Rennes et de 21 agents de la Société Lannionnaise d'Electronique, s'affairait sur les différents équipements et sur l'important réseau que constituent les lignes d'abonnés. A 22 heures, le calme revenait sur les installations techniques : l'automatisation de la zone de Guingamp était terminée.

Et le développement industriel du système E 10 venait de commencer. La première étape étant franchie, tous se tournent avec résolution vers les suivantes : Paimpol dans un mois...

LA BIBLIOTHÈQUE TECHNIQUE

Un service de recherche de quelque importance ne peut s'imaginer sans un centre de documentation, dans lequel la bibliothèque technique occupe une place particulière puisqu'elle est normalement le lieu de conservation et de consultation de la documentation.

Pour le CNET, ce centre de documentation constitue la section d'activité essentielle du groupement Brevets et Documentation Interministérielle d'Issy-les-Moulineaux.

Quand une partie du CNET s'est décentralisée, un embryon de centre de documentation s'est aussi implanté à Lannion. Il s'est d'abord installé au bâtiment A. Le CRL ayant pris de l'ampleur, le service de documentation s'est trouvé à l'étroit. Il s'est alors installé au rez-de-chaussée du bâtiment

D, puis dans les caves du même bâtiment. A l'heure actuelle, la bibliothèque technique du CNET-Lannion occupe quatre kilomètres de rayonnages en cave et seulement deux cents mètres au rez-de-chaussée.

Le fonds documentaire de la bibliothèque technique est important puisqu'en tenant compte des documents achetés pour les départements mais qui restent la propriété de la bibliothèque, le nombre de documents immatriculés à Lannion est de 9.900. A cela, il faut ajouter les collections de revues qui sont très nombreuses, les études du CNET et les documents internes. L'archivage des revues n'est pas sans poser des problèmes. Il en avait posé à Issy-les-Moulineaux où, à défaut de place, la décision a été prise de le décentraliser à Lannion. Quand on sait qu'en 1800 on recensait seulement une centaine de périodiques scientifiques, en 1850 : 1.000,



Les lecteurs ont le libre accès aux rayons

en 1960 : 10.000 et en 1971 : 50.000 (dont plus de 2.000 pour la France), on a une idée de la façon dont peuvent progresser les abonnements. S'il faut archiver matériellement toutes les revues ayant donné lieu à un abonnement, ne fut-ce qu'en une seule collection, on aboutit nécessairement à une asphyxie progressive du service. Il faudrait, en se basant sur la loi des 20/80 qui veut que 20 % des revues acquises dans un service fournissent 80 % des articles utiles, n'archiver que le quart utile des revues achetées ou s'orienter vers l'archivage en microformes : microfiches ou hologrammes. Mais, là aussi, Lannion dépend étroitement du Groupement BDI dont la politique en la matière reste à définir.

L'approvisionnement de la bibliothèque se fait :

— Par achat de documents ou passation d'abonnements pour la bibliothèque ;

— Par les acquisitions et les abonnements passés pour les départements.

Cet approvisionnement se fait toujours par l'intermédiaire du groupement BDI qui détient les crédits. Ceci est une particularité remarquable. En effet, alors que pour tous leurs autres achats les divers secteurs décentralisés ont la pleine liberté de commande dans la limite de leurs crédits, pour les achats de documentation et les abonnements, les bons de commande sont établis par le groupement BDI. La décentralisation s'est arrêtée aux tâches matérielles de classement et d'archivage entraînant toute une série de conséquences fâcheuses : travaux en cascade, allongement des circuits, délais de livraison plus longs.

La bibliothèque technique est accessible à tous les agents du centre ainsi qu'à un certain nombre de cadres des sociétés de la zone industrielle ayant obtenu l'accord de la Direction.

L'accès des rayons de la bibliothèque et de son annexe, la cave 706, est libre. C'est la raison pour

laquelle les ouvrages y sont classés par matière, les revues étant classées par ordre alphabétique.

La bibliothèque consent des prêts pour une durée normale de trente jours. Ces prêts peuvent être prorogés. Il faut cependant remarquer que le respect de ce délai faciliterait la gestion et bénéficierait à l'ensemble des utilisateurs.

Quand la bibliothèque ne possède pas elle-même les documents demandés, elle intervient soit auprès de la bibliothèque du groupement BDI, soit auprès du CNRS, soit auprès d'autres organismes extérieurs pour se les procurer.

Pour améliorer la gestion de la bibliothèque, un important travail de fichage de documents divers est en cours. Par la suite, ces fiches ainsi que celles déjà existantes, concernant les ouvrages achetés à l'extérieur, seront rentrées en calculateur. Celui-ci pourra être directement interrogé du service, par l'intermédiaire d'une console de visualisation qui doit être mise en service incessamment.

Le calculateur qui sert, déjà, à la diffusion sélective des analyses du Bulletin signalétique des Télécommunications permettra, sans doute, bientôt, l'automatisation de la gestion de la bibliothèque, depuis les achats, les prêts, les rappels aux éditeurs et aux utilisateurs jusqu'à l'édition du catalogue.

Le service rendu par la bibliothèque aux chercheurs du CNET-Lannion sera, sans doute, ainsi, amélioré mais il restera encore beaucoup à faire pour qu'il

Perspective sur les rayonnages mobiles d'une des caves



soit parfait. La place laissée aux utilisateurs après les modifications successives de la bibliothèque s'est réduite comme une peau de chagrin. Une salle de lecture, confortable et silencieuse, devrait être aménagée pour que les lecteurs éventuels puissent travailler tranquillement, mais les locaux manquent et la bibliothèque est elle-même trop exigüe. Après le

départ du service des Pensions, peut-être sera-t-il possible d'accorder un peu plus de place au service.

Les heures d'ouverture devraient aussi être étendues.

Mais l'utilité de la bibliothèque est-elle vraiment « ressentie » par les chercheurs du CNET-Lannion ?

PROTECTION DE LA NATURE ET DU CADRE DE VIE (Suite)

La pollution de l'air.

Parler de lutte contre la pollution de l'air à Lannion, ce n'est pas défendre un privilège, mais le droit à l'air pur et le maintien des conditions naturelles qui font l'attrait de la région.

Dans ce domaine, il est plus facile de prévenir que de guérir, aussi, à chaque fois que la qualité de l'air que nous respirons sera mise en cause, il y aura nécessairement un choix à faire, généralement d'ordre économique, en se rappelant que ce genre de problème n'est pas le monopole des grosses agglomérations, car il existe aussi des villages sans air pur.

Parmi les facteurs qui entrent en compte dans la pollution de l'air, les plus importants sont : le chauffage domestique, les émissions de fumées (et de poussières) industrielles, et le gaz d'échappement des automobiles, avec comme polluants, l'oxyde de carbone, l'anhydride sulfureux, les hydrocarbures, les oxydes d'azote, les particules fines. Tous ces éléments sont nocifs pour l'homme, les animaux, les végétaux, et dans beaucoup de grandes villes, les taux critiques sont atteints ou dépassés, même en ne tenant compte que d'un seul polluant à la fois.

Mais là ne s'arrêtent pas les méfaits de la pollution, les façades des immeubles sont noircies, les eaux de pluies sont souillées, provoquant la corrosion rapide des métaux et l'altération des pierres par le ruissellement des eaux acides. Les dégâts occasionnés aux monuments ont été plus importants pendant

les dernières décades que pendant les cinq siècles précédents. De plus, quelle serait l'influence sur le climat, à partir d'un certain degré de pollution ? Ce qu'il faut éviter absolument, c'est la dégradation irréversible.

Suivant les modes de vie, la répartition des différentes causes de pollution varie : ainsi, dans la région parisienne, la pollution atmosphérique est attribuée pour 50 % aux installations de chauffage, 25 % à l'industrie, et 25 % à l'automobile, tandis qu'aux Etats-Unis, les moteurs des véhicules automobiles sont responsables pour 60 % de cette pollution, les centrales électriques 14 %, l'industrie 17 % et les incinérateurs d'ordures et les systèmes de chauffage pour 9 %.

Il est possible de diminuer la pollution due aux installations de chauffage, en améliorant la qualité du fuel par une élimination plus poussée du soufre, comme il est possible aussi de diminuer celle due aux automobiles au moyen d'équipements spéciaux, ce qui pose dans les deux cas un problème économique : c'est la voie choisie par les Etats-Unis, et qui sera suivie par l'Allemagne, le Japon, etc... Quant à l'industrie, les solutions sont particulières à chacune, et revêtent un aspect non seulement technique mais aussi économique, surtout vis-à-vis de la concurrence.

Les méfaits du bruit.

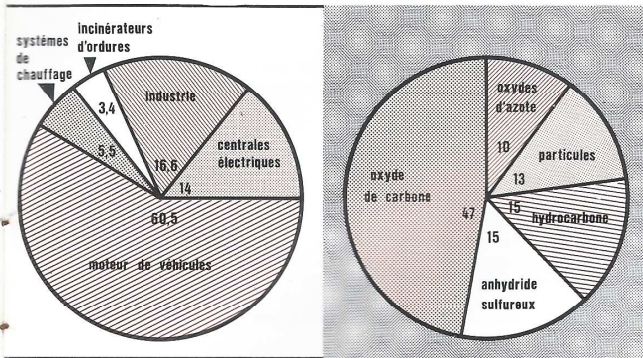
A part son influence néfaste sur les facultés auditives des personnes humaines qui est actuellement bien classifiée, les autres méfaits du bruit ne sont pas encore tous répertoriés et encore moins chiffrés. Subjectivement, le problème se complique lorsque l'on parle des bruits familiers pour les uns, mais qui peuvent bien être intolérables pour les autres.

Cependant, à peu près tout le monde est d'accord pour trouver désagréables les bruits des engins de terrassement, de transport, de travaux agricoles, les bangs des avions supersoniques, etc..., et certains spécialistes rendent le bruit responsable d'une névrose sur trois, et de quatre migraines sur cinq.

Aussi, la réglementation avec des normes obligatoires s'étoffe progressivement ; elle concerne les engins de terrassement, les moteurs, la construction des immeubles d'habitation et l'isolation phonique des logements ; pour familiariser le public avec les notions de mesure du bruit, des échelles, graduées en décibels avec des repères de bruit connus, sont publiées dans de nombreuses revues : malheureusement, les décibels ne se manipulent pas de la même

Détérioration de la nature... et du cadre de vie





Les responsables aux Etat-Unis de la pollution...
de l'air...
% du poids total de polluants

...et les polluants émis
% du poids total

façon que d'autres unités plus courantes, et de très graves erreurs sont souvent commises.

Les déchets et la protection des sites.

La société de consommation, à laquelle nous appartenons, a porté à un niveau inconnu jusque-là, le problème de l'élimination des déchets : le nombre et l'importance des cimetières de voitures et de dépôts

d'ordures de toutes sortes en témoignent. Cette situation est un défi au bon sens et fait courir des risques à la santé publique, par la prolifération des germes pathogènes, et de leurs vecteurs, les rats et les oiseaux, et aussi par l'érosion, entraînant les polluants qui vont ainsi contaminer les sources et les rivières.

Un autre sujet d'inquiétude est l'élimination des emballages en matière plastique : en effet, un des plus couramment employé, le chlorure de polyvinyle, est imputrescible, et ne peut être détruit rapidement que par combustion, en entraînant le dégagement de vapeurs d'acide chlorhydrique, hautement corrosives et toxiques. L'élimination des déchets rentre, aussi, dans le programme de la protection des sites, encore que ceux-ci subissent des assauts de plus grande envergure, soit généralisés, par la destruction systématique des talus et des chemins creux, sans solution de remplacement, sous prétexte d'amélioration du rendement et de remembrement, soit, plus sournois, par l'implantation progressive d'immeubles en béton, auxquels les techniques de camouflage devraient être rendues obligatoires comme pour les carrières à ciel ouvert. Aussi, notre beau pays perd, de plus en plus, son caractère et, partout, les solutions se heurtent à des questions de profit maximum ou d'intérêts économiques.

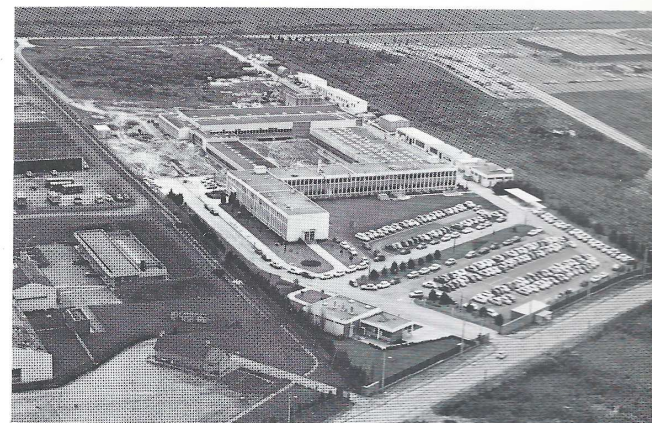
Seule la pression d'une opinion publique consciente et décidée à faire les sacrifices économiques nécessaires peut imposer une solution à tous ces problèmes : sommes-nous prêts à faire le même sacrifice pour un environnement meilleur, que nous l'avons fait, d'abord par engouement, pour la voiture, puis ensuite pour le logement et le confort intérieur ?

La Société Anonyme de Télécommunications

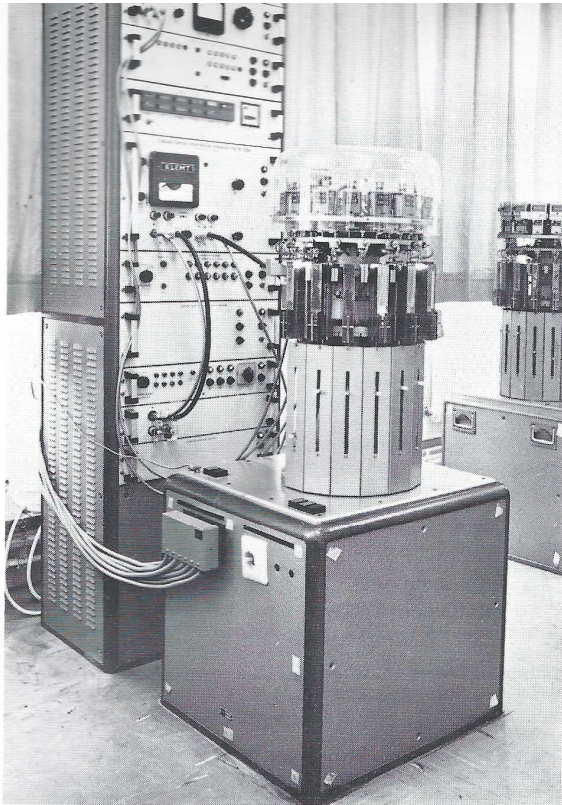
La Société Anonyme de Télécommunications (SAT) et le groupe industriel dont elle fait partie figurent parmi les plus importantes entreprises de l'industrie française des télécommunications. Quarante ans d'efforts consacrés à ce seul domaine d'action lui ont permis de développer un potentiel technologique et d'accumuler une expérience dont bénéficie, à travers la variété de leurs applications, la gamme très complète de ses activités : téléphonie et télégraphie multiplex par câbles et faisceaux hertziens, téléinformatique, télémessures, liaisons infra-rouges et télécommunications spatiales.

L'équipement d'une large part des réseaux nationaux de télécommunications civils et militaires, la réussite de ses actions dans le domaine de l'aérospatial, sa contribution aux grands programmes internationaux (OTAN, INTELSAT), l'exportation dans plus de 20 pays d'une technique française des télécommunications sont pour la SAT autant de manifestations de sa compétence et de son efficacité.

C'est rue Cantagrel, à Paris, que l'on trouve depuis l'origine le centre des activités fondamentales, recherche et développement, action commerciale,



La SAT à Lannion



Machine de tri automatique pour lames de mica argentées

organisation industrielle, décision et gestion. Ces activités se sont maintenant étendues dans la région parisienne (Cachan, Dourdan), et c'est en province que s'effectuent les fabrications de série : Montluçon, Riom, Dinan, Lannion.

L'usine de Lannion a été conçue pour la fabrication des composants électroniques. Filiale de la SAT, elle a été créée le 15 octobre 1965, sous la dénomination de « Trégor Electronique ». Depuis le 1^{er} janvier 1971, elle a abandonné cette appellation pour adopter celle de l'entreprise tutélaire : la Société Anonyme de Télécommunications.

La superficie totale acquise par la SAT est de 5 hectares. Les bâtiments actuels représentent une superficie de 4.800 m², avec des possibilités d'extension allant jusqu'à 15.000 m².

Les différents services de l'Usine de Lannion sont les suivants :

Les Services Généraux comprennent trois services : le personnel (embauche et gestion), la comptabilité (analytique et générale), l'entretien et la surveillance des locaux.

Le Service Production comprend deux sections :

- L'ordonnancement qui a la responsabilité de la gestion des commandes passées à l'usine, de leur lancement, du contrôle global de la comptabilité des charges et du potentiel des différents ateliers de fabrication. Il est responsable du respect des délais des commandes et, dans ce but, est en relation fonctionnelle étroite avec le planning général

de la société d'une part, avec le planning atelier d'autre part.

- Les approvisionnements. Cette section a la responsabilité de la gestion des matières utilisées par l'usine dans ses fabrications ou ses besoins d'équipement et d'entretien. Elle exprime ses besoins au service central d'achats de la société. Elle est subdivisée en 4 unités : un bureau décomptes, un bureau gestion, les magasins, les expéditions.

Les résultats observés dans les lancements en fabrication ainsi que dans les consommations correspondantes de matières permettent au service de collationner les différents éléments du contrôle budgétaire par produit dans l'usine, et font de lui le correspondant du service informatique et prix de revient de la société.

La Fabrication.

Les composants fabriqués à Lannion sont utilisés dans tous les matériels de télécommunications que la SAT réalise. Les moyens de fabrication et de contrôle mis en place pour la production de ces composants font appel aux techniques d'automatisation les plus modernes et permettent de garantir aux utilisateurs des composants de la plus grande qualité et d'une très haute fiabilité.

Les différentes réalisations de l'Usine de Lannion sont les suivantes :

- Résistances miniatures à couche métallique ;
- Condensateurs réalisés à partir de lames de mica (construction de filtres, mise en boîtiers pour obtenir des condensateurs étanches) ;
- Circuits hybrides à couche épaisse utilisés dans la fabrication d'amplificateurs ou de lignes artificielles entrant dans la composition du matériel téléphonique ;
- Tripôles, ensembles électroniques pré-réglés et étanches destinés à être montés dans les différents organes d'un multiple téléphonique (filtres de voie, modulateurs, démodulateurs) ;
- Piles solaires. Encore appelées cellules photovoltaïques, les piles solaires sont des éléments issus de la technique des semi-conducteurs. Leur rôle essentiel dans les télécommunications est la transformation de l'énergie solaire en énergie électrique, destinée à recharger les

Poste de montage « Tripôles »





Vue d'ensemble du hall de montage « Matériel 70 »

batteries d'accumulateurs des satellites. La SAT, qui a participé jusqu'à présent à des programmes divers, parmi lesquels DIAPASON 1, HEOS A 1, D 2, D 3, INTELSAT III, IV, travaille actuellement à la réalisation de l'équipement du satellite géostationnaire « SYMPHONIE ».

Le Contrôle Technique.

Ce service a pour mission :

- Le contrôle réception des matières et produits utilisés dans la fabrication de l'usine ;
- La surveillance en atelier du suivi de la qualité de fabrication par l'examen de prélèvements au niveau des postes de fabrication les plus critiques ;
- La surveillance de procédés ou de réglages machine par le même processus de prélèvement ;
- Le contrôle final unitaire de tous les produits fabriqués ;
- La maintenance, le dépannage et l'étalonnage de tous les équipements de fabrication ou de contrôle comportant des instruments de mesure électroniques ;
- La création et la surveillance d'étalons primaires et secondaires pour les produits spécifiques ;
- La création, en collaboration étroite avec le Service Méthodes, de petits appareillages destinés à faciliter certaines opérations de fabrication ou de contrôle ;
- La gestion de la qualité des fabrications par l'étude statistique des résultats hebdomadaires de contrôle. Les anomalies relevées lors de cette étude donnent lieu à des actions correctives à court et à long termes.

Ce service assure, enfin, la liaison entre la fabrication et les différents laboratoires d'études.

Service des Méthodes.

Le Service Méthodes met à la disposition de la fabrication les moyens nécessaires à la réalisation

de ses ensembles et sous-ensembles dans les meilleures conditions de qualité et de prix de revient, dans les délais requis, en faisant face à l'évolution commerciale et technique.

Ce service comprend trois sections : préparation du travail, chronométrage, outillage-maintenance. Une collaboration très étroite entre ces sections permet au Service Méthodes de l'usine de faire face aux problèmes de fabrication en les traitant au niveau de l'usine avec le maximum d'efficacité.

Le Groupe d'Etudes de Lannion.

Créé le 1^{er} janvier 1967, le Groupe d'Etudes de Lannion représente le premier échelon décentralisé, en Bretagne, du Laboratoire de Recherches de la SAT.

Depuis cette date, il a effectué des études dans des domaines variés. Certaines, en particulier celle relative aux filtres à quartz monolithiques, ont été depuis abandonnées à Lannion, pour être reprises par les laboratoires de Paris. D'autres, principalement l'étude du codage et des systèmes de transmission d'images de télévision, constituent l'activité actuelle du laboratoire.

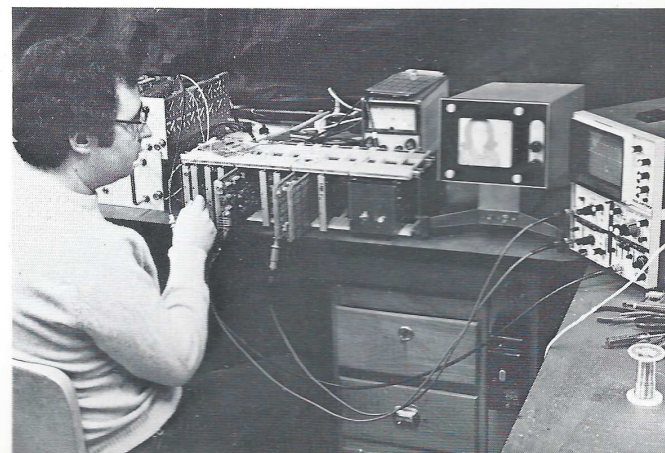
Les activités de la SAT-Lannion à l'égard des composants impliquent - par leur caractère de technicité élevée - une ambiance de réalisation particulièrement soignée. Les locaux sont, en effet, climatisés, déshumidifiés ou dépoussiérés selon les opérations qui y sont réalisées.

De plus, les cadres et ingénieurs savent utiliser au mieux les compétences du personnel (dont la plus grande partie est recrutée sur place) dans le domaine de la minutie et de la précision, afin d'obtenir une production d'une haute qualité sans nuire au rendement.

L'effectif actuel de la SAT est de 600 personnes (37 % d'hommes, 63 % de femmes).

De nouvelles tranches de bâtiments sont en cours de construction qui permettront de mettre en place de nouveaux ateliers (câblages imprimés) et de nouveaux laboratoires, et d'envisager la création de nouveaux emplois. Le recrutement ne pourra toutefois être effectif qu'à la fin de 1972.

Etude d'un codeur Δ MIC pour visiophone



POUR LE SOUFFLEUR DE VERRE, SOUFFLER N'EST PAS JOUER...

Qui n'a entendu parler du travail du verre ? Cependant, ce n'est pas un métier tellement répandu dans notre époque industrielle où la production de masse est quasiment la règle universelle. Et bien que les techniques et les moyens se soient considérablement perfectionnés, le soufflage du verre est encore un métier d'artisan.

Nous avons la chance au CNET d'avoir dans nos laboratoires M. Legeai, un souffleur de verre, et « Radome » est allé le voir pour qu'il nous donne, au cours d'une courte interview, un aperçu sur sa profession.

Et tout d'abord, nous lui avons demandé comment il avait été amené à choisir ce métier, et voilà ce que M. Legeai nous a exposé :

« A vrai dire, je n'avais aucune raison particulière pour devenir souffleur de verre, puisque mon père était ébéniste, et que, étant jeune, j'ignorais jusqu'à l'existence de ce métier. Peut-être cependant, l'amour du travail bien fait, la création d'objets ayant, si j'ose dire, un certain caractère esthétique, demandant une certaine habileté manuelle, tout ceci constitue un ensemble de facteurs qui n'ont sans doute pas été étrangers à ma décision.

« Et puis, un peu plus tard, je dois avouer que mon frère aîné ayant vu, à je ne sais quelle occasion, travailler le verre, entra comme apprenti dans une

entreprise qui fabriquait des enseignes lumineuses en tubes de verre remplis de gaz rares. Et c'est ainsi qu'il fut le premier souffleur de verre d'une lignée qui s'est prolongée jusqu'à moi et à mon fils qui travaille avec moi.

« J'ai donc suivi l'exemple de mon frère et en 7 ans d'apprentissage j'ai acquis les éléments essentiels de mon métier : de la théorie, et surtout beaucoup de pratique. J'ai appris le dessin d'art, le dessin industriel, les propriétés des verres, et beaucoup de tours de main.

« En ce qui me concerne, je suis spécialisé dans la verrerie pour l'électronique. On peut en effet distinguer 4 sortes de travaux de soufflage du verre : verrerie pharmaceutique, chimique, électronique, artistique.

« De mon temps, le métier s'acquerrait au cours d'une longue période d'apprentissage. Maintenant, l'Ecole Dorian, à Paris, forme en 4 ans des souffleurs de verre pour la chimie.

« De cette spécialité, il est possible de passer à la verrerie pour l'électronique qui n'est pas fondamentalement différente, il faut posséder, en plus, des connaissances sur les scellements de pièces métalliques sur le verre et des notions d'électricité ; en outre, la verrerie pour l'électronique requiert en général une précision d'exécution plus élevée.

« Personnellement, j'ai appris mon métier d'abord dans la verrerie chimique, et je suis entré au CNET en 1954.

« Ici, à Lannion, nous ne réalisons en général que des pièces relativement petites ; nous travaillons au chalumeau, sur un établi. Nous avons, bien sûr, une station de pompage complexe avec étuvage, dégazage par haute fréquence.

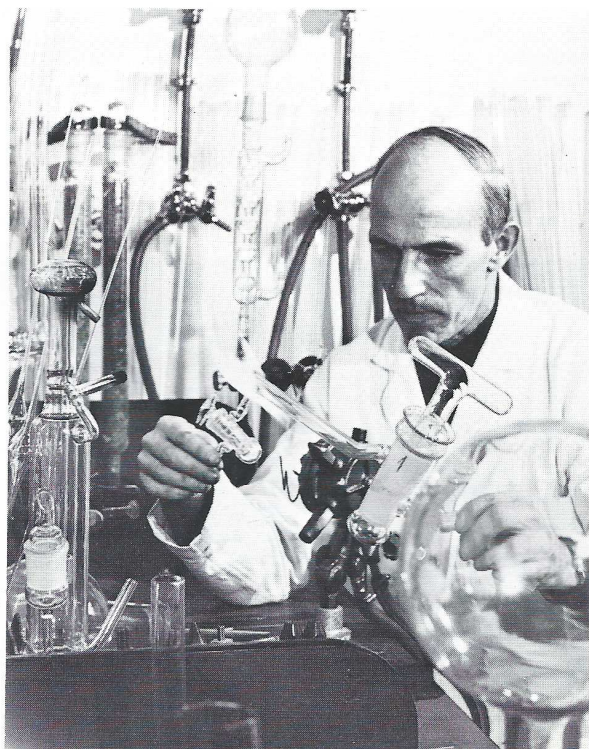
« Nous travaillons plusieurs sortes de verres : le « cristal » qui se ramollit à basse température (600° c), le « moly » qui a la propriété de permettre des scellements molybdène sur verre, le « B 40 », et le « Pyrex » qui est le moins fusible des verres que nous utilisons (on le travaille à 850° c).

« Au CNET, et ce n'est pas le moindre intérêt de mon métier, le travail est infiniment varié et demande un effort de création constant. Nous avons à réaliser des appareils de chimie, des tubes à gaz et à plasmas, des relais scellés, des lasers, des appareils de laboratoires très divers.

« Je voudrais pour terminer dire qu'on se fait souvent des idées fausses sur notre métier, sur ses dangers supposés. Bien sûr, il y a un certain nombre de précautions élémentaires à prendre pour ne pas se brûler, pour protéger sa vue quand on travaille des verres à haute température, mais quel est le métier qui ne comporte aucun risque ? ».

Nous avons quitté M. Legeai et son fils qui déjà s'étaient remis au travail pour créer ces appareils de verrerie indispensables pour le développement des techniques des télécommunications étudiées dans nos laboratoires.

M. Legeai travaillant le verre entouré de quelques-unes de ses réalisations



LA NATATION

Bien que la natation ait été pratiquée de tous temps et sous toutes les latitudes et qu'elle soit un des premiers sports olympiques, il a fallu attendre le XIX^e siècle pour que les premières courses en natation soient organisées, à Londres, par les Anglais, et que se déroule la première épreuve internationale « Championnats du Monde des 100 yards », en Australie, en 1858.

Depuis 1896, où les épreuves de natation sont admises aux Jeux Olympiques, les progrès de la natation se succèdent au rythme des olympiades. Tous les records du monde seront sans doute à nouveau battus aux Jeux Olympiques de Munich, cette année.

La natation proprement dite, sur le plan sportif doit être enseignée et pratiquée dès le plus jeune âge et a déjà fait l'objet d'un effort important de la part du ministère de la Jeunesse et des Sports, essentiellement sur le plan Equipement. Mais apprendre à nager n'est pas suffisant pour doter notre pays de nageurs dignes de figurer dans des compétitions de classe internationale. Aussi, est-il important que des clubs sportifs viennent compléter cette action en offrant aux jeunes toutes les possibilités de développer leur esprit de compétition. La Section Natation de l'A.S.P.T.T.-Lannion a été créée en mars 1970 et son effectif est en progression constante : 90 en 1970, 220 en 1970-1971 et 310 en 1971-1972.

La Section recrute à la fois des adultes pour la détente et le perfectionnement et des jeunes pour qui la compétition est un jeu indispensable pour progresser. Elle apprend même la natation à un nombre nécessairement limité d'adultes et de jeunes, à l'encontre de la plupart des clubs de natation qui ne recrutent que des nageurs confirmés.

En supposant qu'il ait quelque don, il faut beaucoup de temps pour former un nageur et le rendre moyennement efficace. Ceci explique que sur le plan des compétitions où elle est cependant engagée, la Section ne figure encore qu'assez faiblement.

Le Comité de Natation des Côtes-du-Nord, récemment formé, a organisé sa première rencontre Inter-clubs le 28 mai, à la piscine de Lannion. A cette occasion, plus de 80 nageurs se sont affrontés. Dans cette réunion, les Lannionnais ont fait bonne figure, bien que 29 nageurs du Club Nautique du Trégor, de Plougasnou, plus vieux dans le métier, leur étaient opposés. Sur 44 courses, en effet, ils ont décroché 17 premières places et 18 deuxièmes places.

Quelques premières places ont également été obtenues par nos jeunes nageurs engagés dans les championnats scolaires, tant à l'ASSU qu'à l'UGSEL. Un titre de champion d'Académie a même été remporté. La voie est tracée. Il suffit de continuer !

La natation de compétition comporte 4 styles : la brasse, la nage libre ou crawl, le papillon et le dos crawlé et des épreuves de distances diverses dans chaque style : 100 m., 200 m., 400 m., 800 m., 1.500 m. Il y a même des épreuves avec combinaison des styles et des épreuves de relais. Mais la natation

de compétition qui exige beaucoup d'entraînement se termine très tôt dans la vie, souvent bien avant l'âge de 20 ans. Il fallait absolument trouver un « débouché » pour les nageurs ayant dépassé cet âge.

C'est pourquoi, dès le départ de la section Natation, il a été envisagé de créer une équipe de water-polo et, depuis janvier 1971, un entraînement spécialisé a été pratiqué à cet effet, tous les samedis après-midi. Pour la saison en cours, une équipe est engagée en Championnat de Bretagne Honneur. Ce championnat se dispute en 6 journées par poule de 4 (2 clubs étant exclus) et une finale à 6. Notre section s'est vue confier l'organisation à Lannion de la 5^e journée et de la finale du Championnat. Cette finale doit avoir lieu les 24 et 25 juin. A l'issue de la 6^e journée qui s'est déroulée à Quimper, le 4 juin, notre équipe de water-polo se classe 4^e sur 6 équipes participantes.

La section a bénéficié d'un concours de circonstances très favorable dans le fait qu'elle a trouvé sur place un éducateur diplômé de natation, trois anciens nageurs poloïstes et des moniteurs dévoués, le tout formant une très bonne équipe sportive voulant par-dessus tout promouvoir la natation. Mais leur tâche est ingrate et rude (L'éducateur aura passé plus de 300 heures sur le bord du bassin durant la saison 71-72). Il est impératif de trouver d'autres bonnes volontés pour les seconder.

L'effort à faire pour la promotion de la natation en France est immense. Pour en avoir une petite idée, il suffit de considérer les chiffres suivants qui concernent l'année 1970 :

- France : 8.400 nageurs de compétition.
- Allemagne de l'Ouest : 300.000 nageurs de compétition.
- U.R.S.S. : 600.000 nageurs de compétition.
- U.S.A. : en Californie seulement : 500.000 nageurs de compétition.

Grâce à de minuscules efforts, comme ceux effectués par la Section Natation, la distance nous séparant des autres pays se réduira un jour.

Y. DARCHEN

Malgré l'effort... l'adversaire triomphe

