



**Radome**

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

N° 9

AOUT  
1967





Revue publiée par le  
**CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS**  
Route de Trégastel - 22-LANNION

**Directeur de la publication : M. L.-J. Libois**  
Directeur du CNET-Lannion

**Rédaction : Pierre Fritz  
René Hautin (96) 38.25.37**

Avec la collaboration, pour ce numéro :  
de Yves Samoël, François Ollivier, Serge Canivenc,  
Jean-Pierre Le Quellec, Marcel Gérault, Maurice Martin.

**Photos : Henri Jobin, Michel Le Gal, Daniel Réaudin**  
Ouest-France (p. 14-21)

**Dessins - Reproductions :**  
Jean-Louis Dumas - Raymond Thouélin

**Page 1** - Plaquette de circuit imprimé 4 couches, sup-  
portant des circuits intégrés. Cette plaquette sera  
utilisée pour le réseau de connexion des centraux  
électroniques temporels.

**Page 24** - Menhir de Percal en Louargat  
(Côtes-du-Nord).

## SOMMAIRE

● Systèmes et composants .....	4
● Le projet Platon .....	5
● Informations .....	10
● Les mégalithes au pays de Lannion...	16
● Activités culturelles .....	21
● Sports .....	22
● Entre nous .....	23

### APRÈS LE MAZOUT

Pendant trois mois la région entière a vécu à l'heure du mazout. C'est le 10 Avril au matin que les nappes de pétrole brut, échappées du « Torrey-Canyon », sont venues souiller cette côte de granit rose qui est, sans nul doute, l'une des plus belles parmi les côtes bretonnes.

On a suffisamment épilogué sur ce sujet et jamais on n'avait vu par ici autant de représentants de la presse écrite, parlée ou télévisée. On peut dire simplement qu'après les tâtonnements inévitables dûs à la nouveauté d'un pareil fléau, des solutions ont pu être trouvées qui donnent des raisons d'espérer qu'un jour cet épisode ne sera plus qu'un mauvais souvenir.

Notons aussi qu'en cette circonstance, on a pu mesurer l'attachement des nouveaux venus à leur

région d'adoption. On en vit tout d'abord sur les plages participant aux premiers travaux de nettoyage. On en vit aussi essayant, dans la mesure des moyens mis en œuvre, de venir au secours des oiseaux des Sept-Iles dont la réserve est, de loin, le lieu de nidification le plus fréquenté de France.

On n'aura garde d'oublier les secouristes Croix-Rouge qui furent requis par les autorités responsables, dans le cadre du plan Orsec, et dont le travail a représenté plus de 1.300 heures : 30 à 40 interventions par jour pour petits accidents, soins des yeux, de la peau, hôpitaux d'oiseaux de Pleubian et Plougrescant.

Les deux clichés ci-dessous donnent l'état de la grande plage de Trestraou à Perros-Guirec, pendant et après le mazout.





## Première visite à LANNION de M. Yves GUÉNA, Ministre des PTT

*Le 27 Mai 1967, Monsieur Yves Guéna, nouveau Ministre des PTT, accompagné de Madame Guéna, de M. Marzin, Directeur du CNET et de M. Fargette, membre de son cabinet, est venu effectuer une courte visite aux services du CNET installés à Lannion.*

*A sa descente d'avion l'attendaient M. Dejean, Préfet des Côtes-du-Nord, M. Blanc, Sous-Préfet de Lannion, Maître Blandin, Maire de Lannion ainsi que M. Libois, Ingénieur Général chargé du CNET-Lannion et ses adjoints.*

*Monsieur le Ministre a pu se faire une première idée de l'importance des installations du Centre de Recherches de Lannion où il a vu notamment en fonctionnement les centraux électroniques expérimentaux Socrate, Aristote et Platon. Il a également visité le Centre de Télécommunications par Satellites de Pleumeur-Bodou et le chantier de la seconde antenne.*

*Il a pris conscience en outre de l'importance de l'effort de décentralisation accompli à Lannion par les sociétés de télécommunications installées sur la zone industrielle.*

### QUELQUES ASPECTS DE LA VISITE

**Au Centre de Recherches**



**Au Centre de Télécommunications par satellites**



**Avec Madame Guéna à Pleumeur-Bodou**



**Avec MM. Marzin et Libois**





## SYSTEMES ET COMPOSANTS

Il est de plus en plus courant de distinguer, dans le domaine de l'électronique, les personnes et les organismes qui ont la charge d'élaborer les *systèmes* et ceux dont la mission est de concevoir et de développer les *composants* qui seront utilisés dans ces systèmes.

Cette bipartition est relativement récente; jusqu'à présent, en effet, on avait plutôt tendance à considérer trois grands secteurs d'activité : les *systèmes*, les *circuits* et les *composants*. Mais l'on assiste actuellement à un accroissement de l'importance et de la complexité des systèmes, qu'il s'agisse de télécommunications, d'informatique ou d'automatisation. Parallèlement, le terme de « composant électronique » n'a plus la même signification qu'il y a quelques années, où il était synonyme de « pièce détachée » (résistances, condensateurs, diodes, transistors, etc.). Les composants tendent eux aussi à se diversifier et à devenir de plus en plus complexes.

Dans le domaine des calculateurs électroniques en particulier, on voit se développer maintenant des éléments de base, ou *modules*, qui sont en fait de véritables petites unités fonctionnelles. L'apparition et la prolifération actuelle des *circuits intégrés* sont l'un des aspects les plus caractéristiques de ce que l'on appelle parfois la troisième génération de l'électronique : tubes à vide, puis transistors et maintenant circuits intégrés. Ces circuits intégrés deviennent eux-mêmes de véritables sous-ensembles (circuits intégrés à large échelle) et l'on voit apparaître déjà des éléments remplaçant des circuits qui auraient exigé jusqu'à présent des centaines, voire des milliers de pièces détachées classiques.

Les systèmes et les composants allant vers une complexité croissante, la notion de circuit proprement dite tend elle-même à se déplacer vers la notion d'unité ou de sous-ensemble fonctionnel. Ce mouvement, cette sorte de translation du simple vers le complexe, a diverses conséquences. Tout d'abord, au niveau des composants, les technologies mises en jeu deviennent de plus en plus élaborées et ne peuvent être développées que par des organismes ayant des dimensions scientifiques, techniques et industrielles suffisantes.

En ce qui concerne les systèmes, une constatation analogue s'impose : la conception et la réalisation de systèmes complexes ne peuvent être prises en charge que par des organismes ayant une certaine taille. Les péripéties de l'industrie des calculateurs électroniques dans le monde en sont l'une des manifestations les plus frappantes.

Mais, dans le cas des systèmes, il ne s'agit plus uniquement de technologie et d'équipements matériels, c'est-à-dire de « hardware » selon la terminologie anglo-saxonne. Tout ce qui n'est pas à proprement parler matériel : la conception logique, la programmation, le système d'exploitation, etc., autrement dit le « software », prend une importance considérable. Dans bien des cas, actuellement, le software atteint ou même dépasse, en coût d'investissement, le hardware lui-même; c'est là un aspect relativement récent du développement des systèmes.

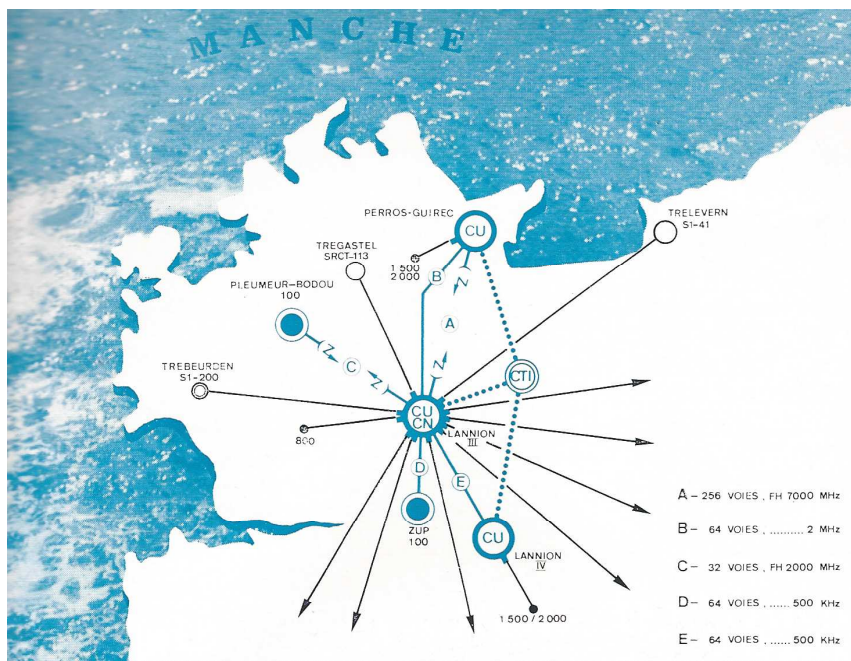
Cette évolution de la technique, on pourrait même dire cette mutation, doit se traduire par une possibilité d'adaptation constante des équipes de recherches. D'autre part, un équilibre doit être trouvé entre ces deux pôles de développement de l'électronique actuelle que sont les recherches de base sur les matériaux et les composants et la conception de nouveaux systèmes tant du point de vue des équipements que du point de vue de la structure et de l'exploitation.

La vocation du CNET, à cet égard, ne doit pas être concurrente de celle de l'industrie mais complémentaire. Souvent d'ailleurs l'action ne se situe pas dans le même plan et la hiérarchie des objectifs n'est pas la même. L'objectif principal d'un organisme comme le CNET est d'abord le perfectionnement des systèmes de télécommunications existants (câbles, faisceaux hertziens, centraux téléphoniques, équipements à courants porteurs, etc.) ou la conception de nouveaux systèmes (commutation électronique, transmissions de données à très grande vitesse, télécommunications spatiales, etc.).

De là découlent, bien entendu, toute une série de « recherches de base » intéressantes notamment l'acoustique, le traitement des signaux téléphoniques, la logique, la programmation, les composants et même certains matériaux. Mais, l'objectif général étant défini sous l'angle du système, ces recherches de base, contrairement à ce que l'on pourrait penser, se trouvent en quelque sorte placées en aval des recherches sur les systèmes : elles sont d'ailleurs « orientées » dans certains secteurs-clés en fonction de programmes à plus ou moins long terme. Il ne s'agit donc pas de « recherche fondamentale » au sens propre du terme, même si l'aboutissement de la recherche n'est escompté qu'à relativement longue échéance.

Suite page 15





Aspect de la zone téléphonique de Lannion après introduction du système de commutation temporelle intégrée (en couleur). Pour les abréviations, se reporter au schéma page 9.

## LE PROJET PLATON

Installation à Lannion  
d'un système  
de commutation  
électronique  
intégrée

Dans son numéro 2 (mars 1965) *Radome* avait consacré un important article à la commutation électronique. Après avoir expliqué comment la fonction « commutation » se ramenait finalement à une véritable opération de traitement de l'information, on y exposait les diverses manières d'utiliser l'électronique, et notamment les calculateurs, pour la gestion d'un réseau téléphonique. Deux voies distinctes étaient explicitées : commutation « spatiale », où une même jonction ne sert à écouler qu'une seule communication; commutation « temporelle », où une même jonction peut servir à écouler plusieurs communications simultanées, préalablement échantillonnées et réparties dans le temps.

Le projet Platon concerne l'expérimentation dans la zone de Lannion d'un système de commutation électronique temporelle intégrée. Ce projet a été élaboré par le CNET en liaison avec la Direction Générale des Télécommunications et la Direction Régionale de Rennes. Il rentre dans le programme général de recherches de la Socotel, société mixte groupant l'Etat et les principaux constructeurs français de matériel de commutation.

### IDÉES DIRECTRICES DU PROJET

Pourquoi ce nouveau projet de commutation électronique alors que le CNET est déjà engagé par ailleurs dans la réalisation du projet de commutation électronique spatiale Périclès qui doit aboutir à la mise en service, au début de 1969, d'un premier central électronique dans la région parisienne.

Il convient de rappeler à ce sujet que, dans le cadre du programme général de la Socotel,

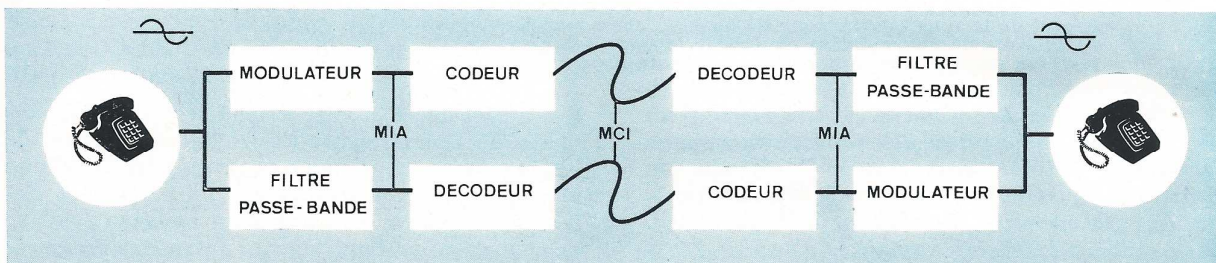
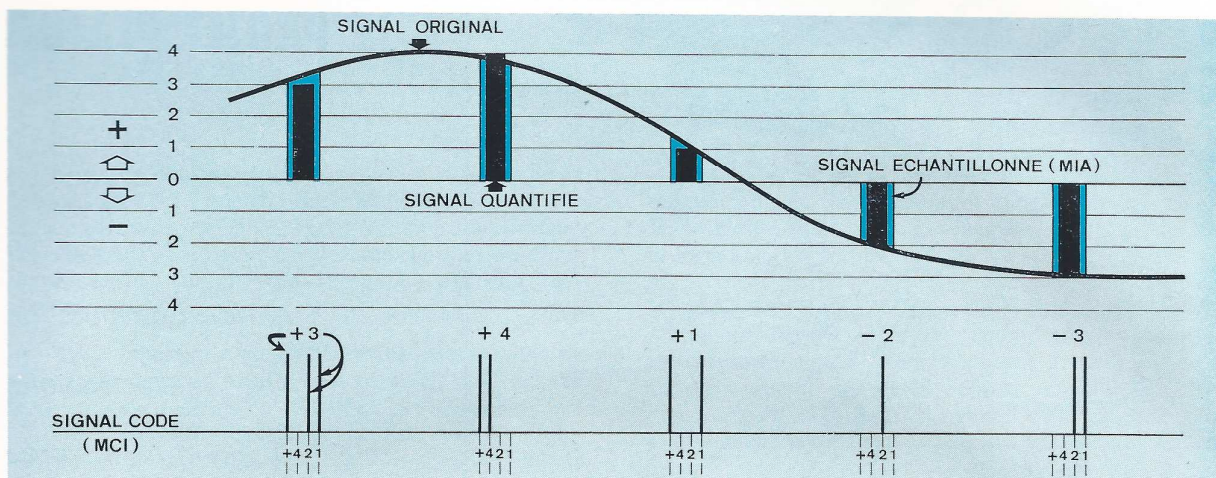
il a été décidé d'étudier à fond les différents systèmes de commutation électronique possibles, de les comparer et d'apporter ainsi dans quelques années à l'Administration des PTT tous les éléments nécessaires au choix d'un nouveau système de commutation dont l'unicité devra être préservée mais qui pourra comporter plusieurs variantes technologiques suivant les types de centres ou de réseaux à équiper.

Les études de commutation électronique temporelle entreprises au CNET à Lannion sont, à plusieurs titres, tout à fait d'avant-garde. En premier lieu elles dépassent largement le cadre de la commutation elle-même : en fait, il ne s'agit plus de l'étude d'un nouveau type de « central téléphonique », mais de l'étude d'une nouvelle structure de réseau de télécommunications, au moins sur un plan régional.

L'idée de base est qu'il devient nécessaire de considérer un réseau téléphonique comme un ensemble qu'il s'agit d'optimiser, techniquement et économiquement. Pour optimiser un tel ensemble la notion de « système » s'impose et il n'est pas souhaitable de dissocier de façon aussi nette que dans le passé les problèmes de commutation des problèmes de transmission, d'où ce nom un peu barbare de « commutation électronique intégrée » qui veut dire simplement que la commutation et la transmission « s'intègrent » dans une structure unique et ne sont plus simplement deux entités complètement distinctes.

Une autre notion, également très nouvelle, apparaît dans le projet Platon. Jusqu'à présent, les notions de commutation et de transmission





## PRINCIPES DE LA MODULATION PAR CODAGE D'IMPULSIONS

### La répartition dans le temps

La répartition dans le temps repose sur une opération fondamentale appelée « échantillonnage » qui consiste à substituer au signal téléphonique, émis par le microphone, une suite d'échantillons de très courte durée prélevés périodiquement. Le résultat de l'opération se présente sous la forme d'une suite d'impulsions périodiques dont les amplitudes sont égales à l'amplitude du signal aux mêmes instants (modulation d'impulsions en amplitude : MIA).

A partir de cette suite d'impulsions il est possible de reconstituer le signal original grâce à un dispositif d'intégration constitué le plus généralement par un filtre passe-bas.

Ce procédé est un peu analogue à celui du cinéma dans le domaine de la vision où le film permet de donner une image du mouvement continu bien qu'il soit constitué par une suite de photographies qui sont autant d'échantillons.

Si la vitesse de défilement des clichés est assez grande, le spectateur ne perçoit pas les discontinuités; pour la modulation d'impulsions il en est de même et le signal original peut être reconstitué sans altération si la fréquence d'échantillonnage est assez élevée. La théorie et l'expérience montrent qu'elle doit être supérieure au double de la fréquence la plus élevée du signal à transmettre. Pour la bande téléphonique 300-3400 Hz, elle est généralement égale à 8 kHz.

Et l'on conçoit que l'on puisse utiliser les temps « morts » entre les échantillons, pour transmettre d'autres suites d'impulsions correspondant à d'autres communications, réalisant ainsi le multiplexage temporel de plusieurs voies sur la même ligne.

### La modulation codée

La modulation par impulsions codées, repose sur une autre opération fondamentale appelée « quantification », qui consiste à substituer à la valeur de l'amplitude de l'échantillon la valeur approchée la plus voisine choisie parmi une suite de valeurs discrètes prédéterminées.

Cette opération introduit une distorsion qui apparaît comme un bruit superposé, d'autant plus important que les approximations sont plus grossières. Cependant, il faut indiquer que le rapport de la puissance du signal à celle du bruit de quantification est le paramètre principal qui définit la qualité du signal reçu.

D'où la mise en œuvre de lois non linéaires (généralement voisines de la loi logarithmique), selon lesquelles les valeurs discrètes sont inégalement réparties le long de la gamme d'amplitudes : très rapprochées dans la région des amplitudes faibles, elles sont plus éloignées l'une de l'autre dans la région des grandes amplitudes.

Le codage consiste ensuite à remplacer l'échelon quantifié par sa valeur exprimée, par exemple en numération binaire, à l'aide d'une combinaison d'impulsions rigoureusement identiques (modulation par codage d'impulsions : MCI).

Le nombre des impulsions constitutives de chaque combinaison dépend du nombre de valeurs discrètes transmises : ainsi dans le cas, généralement admis pour le signal téléphonique, de 128 valeurs, soit  $2^7$ , il suffit de 7 impulsions pour distinguer toutes les combinaisons.



constituaient les deux piliers sur lesquels reposait toute la technique des télécommunications; dans le projet Platon, il faut y ajouter le traitement de l'information. En somme ce n'est plus de commutation électronique intégrée qu'il convient de parler mais de réseau de télécommunications intégré, ce terme d'intégration recouvrant une triple réalité : la commutation, la transmission et le traitement de l'information.

On doit toutefois remarquer que cette nouvelle structure de réseau n'est envisageable que dans la mesure où l'on utilise un procédé de codage du signal téléphonique. Dans le projet Platon, c'est la modulation par codage d'impulsions (MCI) qui est utilisée. Une autre idée directrice en découle, celle d'universalité du système de commutation. En effet, dans ce projet, la commutation, la transmission et le traitement d'informations sous forme numérique permettent d'envisager non seulement le cas des signaux téléphoniques mais également celui d'informations numériques de natures diverses : télégraphe, données transmises à moyenne ou à grande vitesse, images codées, etc. On peut résumer l'objectif général du projet Platon en disant qu'il s'agit de l'étude d'une nouvelle structure de réseau de télécommunications dont les caractéristiques essentielles sont l'intégration (commutation, transmission, traitement de l'information) et le traitement sous forme numérique de toutes les informations, qu'il s'agisse du téléphone ou de données au sens le plus large du terme.

Enfin, sous l'angle purement technologique, un effort considérable est également entrepris pour mettre en œuvre les acquisitions les plus récentes de la technique, notamment dans le domaine des composants : les composants « discrets », tels que résistances, condensateurs, transistors, etc., seront, dans une très large mesure, remplacés par ces circuits complexes qui apparaissent actuellement sur le marché et qui prennent un essor extrêmement rapide : les « circuits intégrés ». Ces éléments microminiaturisés permettent, dans un volume extrêmement réduit analogue à celui des transistors, d'assurer des fonctions qui nécessiteraient, dans la technique actuelle, des dizaines de composants. La technologie même du câblage des sous-ensembles et des bâtis devra, par voie de conséquence, être complètement réexaminée, ce qui pose, on l'imagine aisément, des problèmes difficiles tant au niveau des laboratoires qu'au niveau des bureaux d'étude et des ateliers.

#### LA COMMUTATION ÉLECTRONIQUE TEMPORELLE

L'opération fondamentale dans les systèmes intégrés de commutation temporelle est la transformation du signal téléphonique analogique,

engendré par le microphone, en un signal numérique, grâce à une modulation par codage d'impulsions dont la propriété essentielle est de pouvoir être régénérée très facilement. En effet, la seule condition étant de pouvoir discerner avec certitude la présence des impulsions, il est possible de remplacer les combinaisons d'impulsions altérées en cours de transmission (bruits, diaphonie) par des combinaisons équivalentes d'impulsions exemptes de défauts.

Pour profiter pleinement de ces avantages, il est évident que les transformations analogique-numérique et numérique-analogique doivent être effectuées le plus près possible des abonnés. D'où l'idée de réseaux dans lesquels les équipements de modulation sont disposés au niveau des lignes d'abonné à l'entrée des centres de commutation, les informations étant acheminées d'un bout à l'autre des lignes de transmission sous la forme de modulation par codage d'impulsions.

#### L'ORGANISATION GÉNÉRALE DU RÉSEAU

La structure type du réseau, représentée schématiquement page 9, repose sur une unité de base constituée par un ensemble de centres de commutation groupés autour d'un centre de traitement des informations (CTI) qui exerce sur eux un contrôle permanent et qui en assure l'automatisation de l'exploitation et de la maintenance sans toutefois participer directement aux opérations courantes de la commutation automatique.

Cette structure résulte de la distinction qui est faite entre deux types d'opérations auxquelles correspondent deux procédés de traitement différents. D'une part, les opérations de base de la commutation automatique : *exploration, enregistrement, connexion*, qui répondent à une demande de l'abonné, sont effectuées dans les centres de commutation. D'autre part, les opérations qui répondent plutôt à des préoccupations de l'exploitant : *maintenance, exploitation, gestion*, sont centralisées au centre de traitement des informations.

Cette organisation est une conséquence de l'avènement dans le domaine de la commutation de l'électronique qui permet, grâce à sa rapidité, de centraliser un grand nombre d'opérations dans un organe unique dont le fonctionnement est fixé par un programme. Mais elle répond aussi au souci de la sécurité du fonctionnement par le fait que les fonctions centralisées ne participent pas directement à l'établissement des communications. Elles peuvent donc être accomplies au mieux des possibilités de l'installation, ce qui permet par exemple de tolérer certaines interruptions dans le fonctionnement du CTI sans que l'exploitation du réseau téléphonique en soit perturbée.



En outre la structure de base retenue emprunte une conception nouvelle de l'organisation des réseaux, dont la tendance apparaît déjà dans les systèmes de commutation modernes, et qui consiste à distinguer deux types d'autocommutateur : le centre urbain (CU) et le centre nodal (CN). Le centre urbain ne dessert que les abonnés qui lui sont reliés, soit directement, soit par l'intermédiaire de centres satellites (CS); le centre nodal joue uniquement le rôle de centre de transit. Cette disposition permet une plus grande rationalisation du matériel.

#### LA SYNCHRONISATION DU RÉSEAU

La concentration temporelle des communications conduit à une diminution du nombre des lignes métalliques tendant, en apparence, à une simplification des réseaux de connexion. Elle pose par contre un problème particulier : celui de la synchronisation des voies temporelles des différentes lignes supports. En effet, dans les centres de commutation il est nécessaire de pouvoir transférer les informations d'une « voie temporelle » à une autre, c'est-à-dire non seulement d'une ligne support à une autre mais aussi d'un instant à un autre.

Ce double transfert, à la fois spatial et temporel, peut être réalisé simplement grâce à un élément de mémoire-tampon associé à chaque voie temporelle entrante. On réalise ainsi des réseaux de type asynchrone dans lesquels chaque centre possède sa propre horloge et où une remise à l'heure locale est effectuée sur les informations entrantes.

Ce procédé qui offre l'avantage d'une grande sécurité de fonctionnement, résultant de l'indépendance complète des différents centres, introduit des erreurs de transmission périodiques qui demeurent toutefois inaudibles.

#### LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU SYSTÈME PLATON

● **Modulation et multiplexage.** Les caractéristiques de modulation, définies en fonction des exigences de la transmission du signal téléphonique, concernent la fréquence d'échantillonnage égale à 8 kHz, le nombre d'échelons de quantification égal à 128 (2<sup>7</sup>), et leur répartition selon une loi logarithmique approchée par segments de droite.

La répartition dans le temps est effectuée selon un multiplexage de base de 32 voies temporelles par ligne. Des groupements plus importants peuvent être utilisés dans certains éléments des réseaux de connexion des centres de commutation comme sur certains tronçons du réseau de transmission.

● **Structure des centres de commutation.** La structure retenue repose sur un découpage en éléments

fonctionnels qui lui confère un caractère « modulaire » favorable à la réalisation d'éléments extensibles susceptibles de couvrir une large gamme de capacités. Suivant leurs fonctions on peut distinguer les organes de terminaison et d'exécution et les organes logiques.

Dans les premiers on trouve tout d'abord des unités de sélection constituant les étages d'entrée de l'autocommutateur et qui sont individuellement reliées au réseau de connexion par deux lignes multivoies à 32 canaux. Elles sont de trois types selon qu'elles desservent des lignes d'abonnés (500 au maximum) ou des jonctions exploitées soit en basse fréquence soit en modulation par codage d'impulsions. Les unités de sélection pour lignes d'abonnés peuvent être installées à distance, elles comportent dans ce cas un équipement particulier et constituent les centres satellites.

En second lieu, un réseau de connexion permet d'interconnecter toutes les voies temporelles des lignes entrantes et sortantes sans restriction grâce à l'utilisation généralisée de mémoires tampons, lesquelles assurent en même temps le changement d'horloge.

Un « marqueur » commande le fonctionnement des unités de sélection et du réseau de connexion et assure également les échanges d'informations entre ces organes d'une part et les organes de décision logique d'autre part.

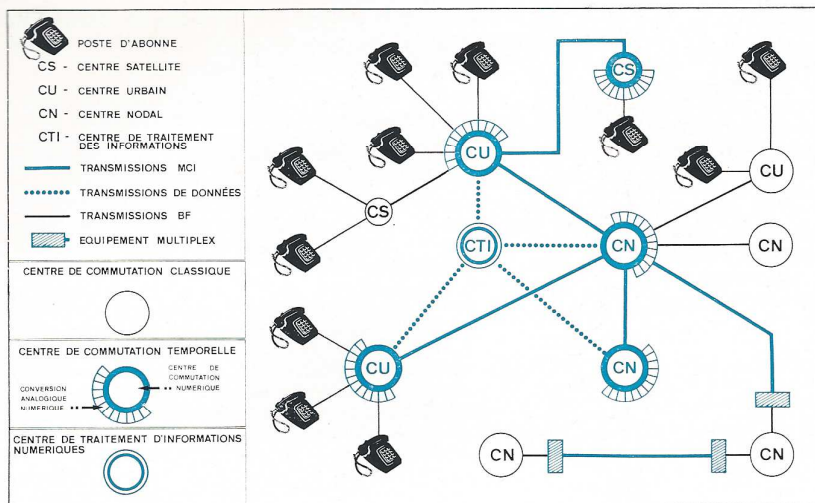
Ces derniers sont constitués essentiellement de multienregistreurs qui commandent toutes les opérations de contrôle et de rupture des communications en se partageant le trafic; d'une unité de mémoire dans laquelle sont effectuées les opérations de traduction et de taxation; d'un organe de contrôle qui est en réalité l'unité périphérique décentralisée du centre de traitement des informations auquel il est relié; enfin d'une horloge et d'une base de temps générale qui assurent la synchronisation des différents éléments constitutifs du central.

#### LA TECHNOLOGIE

La valeur d'un système aussi complexe que le projet Platon se mesure par la qualité du service offert et, en fin de compte, principalement par sa sécurité de fonctionnement. Ceci explique la grande importance de la technologie qui, déterminante de ce point de vue, l'est aussi en ce qui concerne l'aspect économique et justifie la grande part qui lui est accordée dans le programme d'études.

Le choix des composants et des techniques d'assemblage a fait l'objet d'études très poussées surtout en ce qui concerne la réalisation des équipements de modulation des lignes d'abonné, éléments très répétitifs, mais très spéciaux et





## INTÉGRATION DANS LE RÉSEAU GÉNÉRAL D'UN SYSTÈME DE COMMUTATION TEMPORELLE

Le schéma ci-contre figure un réseau téléphonique « numérisé » peu à peu. L'expérience entreprise à Lannion consiste à installer de toutes pièces dans une zone téléphonique un système de commutation temporelle intégrée. En fait, il existe dans certaines zones, et à Paris notamment, des liaisons numériques déjà installées pour remédier à la saturation définitive de certaines conduites. De telles liaisons se multipliant, il arrive un moment où il est plus rentable et plus rationnel d'installer un système temporel complet au lieu de multiplier les équipements de modulation et de démodulation.

relativement complexes qui sont appelés à avoir une influence prépondérante sur le coût des installations et sur la fiabilité de l'ensemble.

Pour les circuits logiques, qui relèvent de la technique générale des ensembles numériques et qui représentent également une partie importante des installations, il est fait un usage généralisé des circuits intégrés. Ces circuits modernes sont des outils remarquables pour les techniciens des systèmes qui disposent avec eux de petits sous-ensembles réalisant déjà des fonctions relativement complexes dans des conditions de compacité, de fiabilité et de prix plus avantageuses que celles offertes par les composants discrets.

Mais pour bénéficier pleinement de ces avantages, et notamment pour conserver au niveau des ensembles cette fiabilité plus grande apportée au niveau des circuits élémentaires, les techniques d'assemblage posent des problèmes nouveaux et nécessitent des mises au point très délicates.

En dehors des dispositifs à large utilisation, d'autres éléments, tels que les lignes à retard à magnétostriction (voir en « informations »), ont dû également être développés. Pour ces éléments dont les problèmes essentiels sont plutôt d'ordre métallurgique et mécanique qu'électronique, la réalisation technologique est évidemment particulièrement importante.

### L'EXPÉRIMENTATION DANS LA ZONE DE LANNION

Ce projet a essentiellement pour but d'expérimenter un élément complet de réseau intégré, c'est-à-dire d'une installation comprenant tous les éléments constitutifs du système : centre de traitement des informations, centres de commutation de type nodal, urbain (moyenne et grande capacité) et satellites, liaisons à modulation par codage d'impulsions sur câble et sur faisceau hertzien.

Par ailleurs il tient le plus grand compte des besoins du réseau local et en assurera le développement normal. Ce projet qui comporte quatre phases réparties sur deux années aboutira dans sa phase finale à l'installation représentée page 5.

Il prévoit l'installation de trois centraux électroniques situés respectivement dans la zone industrielle de Lannion, à Perros-Guirec, et à Lannion-ville. Deux centres satellites seront installés l'un à Pleumeur-Bodou, l'autre dans la Z.U.P. de Lannion. Enfin un centre de traitement des informations complètera l'installation. Ces divers centraux seront reliés entre eux par des liaisons numériques à grande vitesse de différents types, sur câble et sur faisceau hertzien.

Cette expérience très vaste, puisqu'elle mettra en œuvre des installations complexes de commutation électronique, de transmission numérique à grande vitesse et de traitement des informations, sera sans doute la première expérience de ce genre et de cette envergure à l'échelle mondiale. Une telle réalisation nécessite la conjugaison des efforts de plusieurs départements du CNET, du laboratoire commun de la Socotel, des sociétés de commutation, voire d'informatique (CGE, AOIP notamment), de sociétés de transmission (SAT, CGE) et de sociétés de composants électroniques.

L'administration française des PTT pourra ainsi mesurer toutes les possibilités offertes par ces réseaux de télécommunications intégrés qui paraissent ouvrir une voie nouvelle et particulièrement prometteuse à cette technique des télécommunications, déjà ancienne, mais toujours en pleine évolution et toujours aussi vivante.

L.-J. Libois.  
A. Pinet.



## INFORMATIONS

### LES PILES A COMBUSTIBLE

La pile à combustible est l'une des nouveautés techniques appelée à avoir le plus de retentissement dans les prochaines années. Il s'agit en effet d'un générateur de courant continu réalisant la conversion directe de l'énergie chimique en énergie électrique, s'affranchissant donc de l'inexorable second principe de la thermodynamique ou principe de Carnot. Le CNET ne pouvait pas se désintéresser de ce problème et le département RTD (Recherches Technologiques et Développement) a été chargé d'étudier ce nouveau générateur d'énergie et d'envisager son utilisation dans les endroits où l'installation de stations d'énergie classiques est difficile ou non rentable.

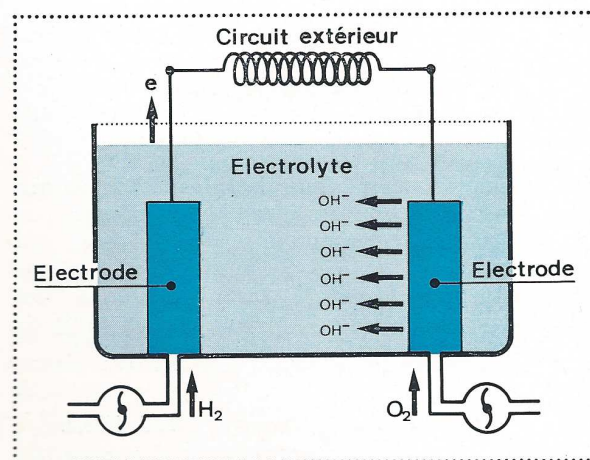
Grove réalisa la première pile à combustible en 1839. Elle n'était autre chose qu'une cellule d'électrolyse inversée. Il constata que l'oxygène et l'hydrogène se recombinaient aux électrodes avec production d'eau et d'un faible courant dans un circuit extérieur. Les efforts qu'il mena pour développer sa découverte furent vite étouffés car à la même époque firent leur apparition les accumulateurs et les alternateurs, sources de courant plus importantes et de construction plus aisée, qui incitèrent les chercheurs à travailler dans d'autres directions.

Par la suite, très peu de chercheurs se penchèrent sur ce problème et ce n'est qu'après la deuxième guerre mondiale que les recherches devaient reprendre et se multiplier grâce à l'effort financier considérable entrepris dans plusieurs pays.

#### Une électrolyse inversée.

Le principe de la pile à combustible est fort simple : c'est une cellule électro-chimique dans laquelle l'énergie de combinaison d'un combustible (hydrogène, hydrocarbures) et d'un comburant (oxygène, air) est directement transformée en énergie électrique. Le schéma ci-dessous permet de s'en faire une idée.

**Schéma de principe d'une pile oxygène-hydrogène. Les gaz sont insufflés à travers des électrodes poreuses et, au contact de l'électrolyte donnent les réactions suivantes. A l'électrode à oxygène :  $O_2 + 2 H_2 O + e \rightarrow 4 OH^-$ . Les anions  $OH^-$  formés passent dans l'autre électrode où l'on a :  $2H_2 + 4OH^- \rightarrow 4H_2O + 4e$ . Il y a donc formation d'eau, qu'il faudra d'ailleurs éliminer, et d'électrons déterminant un courant électrique.**



Il apparaît que la densité d'électrons engendrés est fonction de la surface de réaction et de la vitesse des réactions électrochimiques.

En circuit ouvert, la force électromotrice d'une telle pile  $H_2 - O_2$  est de 1,23 volt. Mais l'intérêt d'une pile en circuit ouvert est analogue à celui d'une locomotive arrêtée, et c'est le fonctionnement en débit qui conditionne les applications pratiques. Quand une pile débite, sa tension baisse, on dit qu'elle se polarise. Sa résistance interne augmente et les vitesses de réaction d'échange électronique et ionique diminuent, réduisant notablement le débit de la pile.

Cette limitation intrinsèque de la vitesse des réactions est un problème encore très mal connu, et c'est d'ailleurs là que se situe le front actuel de la recherche pour les piles à combustibles. Le meilleur moyen d'action contre ces phénomènes consiste à placer aux lieux des réactions, des catalyseurs. Mais la science des catalyseurs, liée à la physique du solide, est encore très incomplète à l'heure actuelle.

L'électrode idéale doit avoir une bonne conductibilité électronique et de bonnes propriétés catalytiques. Elle doit en outre être suffisamment résistante pour supporter les pressions de gaz, et ne pas être corrodée par les électrolytes.

Nous pourrions y ajouter une autre propriété car elle a tout de même son importance : elle ne doit être constituée que de métaux non précieux. La présence de platine ou de palladium comme catalyseurs rendrait l'électrode trop onéreuse.

Enfin l'électrolyte, qui doit être un excellent conducteur ionique, est choisi parmi les solutions alcalines ou acides. A basse température, les solutions aqueuses sont utilisées car elles permettent l'utilisation à basse pression et à température ambiante. A haute température, on utilise le plus souvent des sels fondus.

Précisons ici que le débit de la pile à combustible est fonction de la température et de la pression.

L'étude thermodynamique de la pile fait apparaître un rendement théorique de l'ordre de 90 %, donc 2 à 3 fois supérieur à celui des machines thermiques. Ceci tient au fait que dans une pile à combustible, il n'existe pas de passage intermédiaire par la chaleur.

Par suite de l'absence de pièces tournantes, le fonctionnement de la pile est silencieux. Il n'y a pas de dégagement de fumées ni de gaz nocifs. Ceci confère donc aux piles à combustible des avantages certains tant du point de vue civil que militaire.

En outre la construction d'une pile à combustible n'exige pas de tolérances dimensionnelles sévères. Il n'y a pas de pièces tournantes et les problèmes d'étanchéité sont faciles à résoudre.

Comme le débit de la pile est fonction de la surface des électrodes, on peut donc, en augmentant celles-ci, obtenir le courant désiré.

#### Les différents types de piles.

La diversité des types de piles à l'étude pose un sérieux problème de classification. On peut cependant distinguer deux grandes catégories : les piles à basse température et les piles à moyenne et haute température.

Dans la première catégorie rentre tout d'abord la pile hydrogène-oxygène décrite plus haut, utilisant directement deux gaz et un électrolyte liquide.



## INFORMATIONS

Il y a également les piles à électrolyte solide. Il s'agit en fait de piles à membranes dans lesquelles l'électrolyte, mélangé à des particules finement divisées d'un matériau inerte, a une consistance pâteuse. Ces membranes sont perméables aux ions.

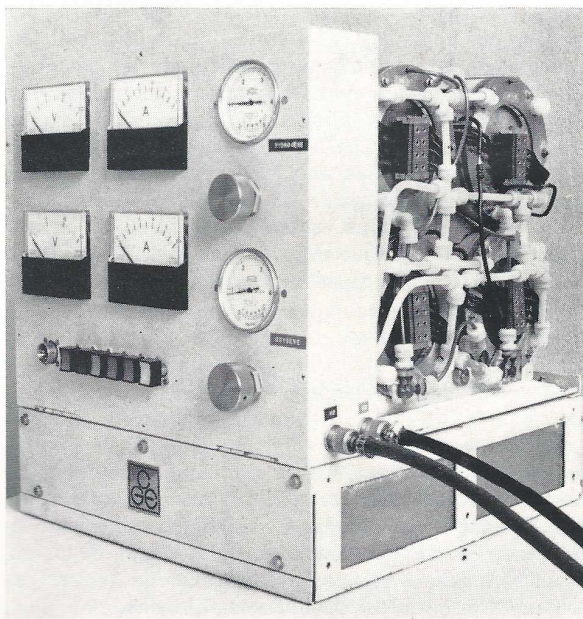
Dans cette même catégorie rentrent les piles à combustible dissous.

Dans les piles précédentes, la réaction se produit à l'endroit de rencontre du gaz, de l'électrolyte et des électrodes. Le seul lieu possible est donc un point dans une surface plane, ou au mieux une ligne dans un volume. Pour augmenter les « surfaces de réaction », on mélange à l'électrolyte un combustible approprié. On utilise principalement des dérivés organiques tels que le méthanol et l'hydrazine.

Il y a enfin la « pile indirecte » ou pile Redox dans laquelle on limite les échanges se produisant dans la pile à des réactions ioniques très rapides; les opérations faisant intervenir l'oxygène et les combustibles sont effectuées en dehors de l'élément, dans des conditions où il est plus aisé d'influencer la cinétique des réactions.

Nous avons vu que les piles à combustible peuvent fonctionner à la température ambiante et à basse pression. Pour s'affranchir du problème de stockage de l'hydrogène (encombrement énorme de par sa faible densité), on tend à associer la pile  $H_2 - O_2$  à un générateur fonctionnant à partir d'hydrocarbures. Cependant, leur faible réactivité à basse température conduit à élever la température de fonctionnement. Cette élévation de température abaisse le rendement mais ceci est amplement compensé par l'accroissement des vitesses de réaction et la diminution de l'énergie de polarisation. Cependant, les problèmes de corrosion revêtent alors une grande importance.

Les piles travaillant aux hautes températures ( $800^\circ C$ ) sont à électrolytes fondus. Les sels fondus sont des bons conducteurs ioniques et leur utilisation est préférable aux hautes températures car ils permettent de s'affranchir des pressions élevées qu'exigeraient les électrolytes aqueux.



### La pile CGE étudiée au CNET-Lannion.

Cette pile utilise l'hydrogène pour combustible, et l'oxygène pour comburant. Ces gaz alimentent la pile sous une basse pression de 2 bars. L'électrolyte est une solution aqueuse de potasse de concentration 4 à 6 N (moles par litre). La puissance de la pile atteint 100 watts à la température de  $50^\circ C$ , de sorte que nous avons en sortie 12 V sous 8,5 A. Les électrodes sont constituées de nickel-argent fritté, de 110 mm de diamètre et 2 mm d'épaisseur. La pile est formée de quatre modules disposés en série et comportant chacun 16 sous-modules en série également. Chacun de ces sous-modules comprend trois piles élémentaires en parallèle. La courbe ci-dessous donne la tension de sortie en fonction du débit aux températures de  $25^\circ C$  et  $50^\circ C$ . Les dimensions de la pile sont de  $40 \times 40 \times 40$  cm, son poids est d'environ 40 kg. Les essais effectués jusqu'à présent portent sur 100 heures de fonctionnement à pleine charge. Notons au passage que pour obtenir la même puissance dans le même temps, il nous faudrait une batterie d'accumulateurs de 10 kWh dont l'encombrement et le poids seraient 3 à 4 fois plus élevés.

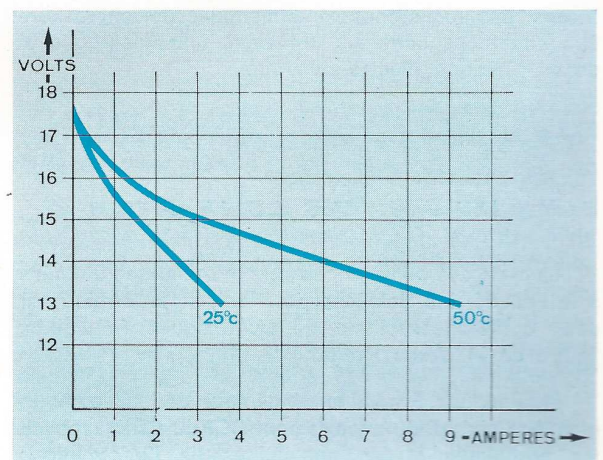
### Les diverses applications.

Les efforts entrepris actuellement par de nombreuses firmes mondiales pour améliorer les performances des piles, les nombreuses réalisations déjà effectuées sont la meilleure preuve de l'intérêt considérable suscité par elles. A l'heure actuelle, les modèles construits sont des prototypes de laboratoire. Quelques engins spatiaux cependant et quelques modèles expérimentaux de véhicules automobiles ont été munis de piles à combustible.

Parmi les principales réalisations expérimentales, citons le tracteur de 20 CV et le petit sous-marin de 750 W construits par la société américaine Allis-Chalmers, les « Powercels » (2 kW) de la compagnie Pratt and Whitney qui ont alimenté des capsules du projet Apollo.

La production d'électricité à petite et grande échelle, la production d'énergie mécanique par l'intermédiaire

**Ci-contre, pile oxygène-hydrogène actuellement essayée à Lannion. Elle est constituée en fait de 48 piles élémentaires disposées en un assemblage série-parallèle. Les courbes ci-dessous donnent les tensions obtenues en fonction du débit à  $25^\circ$  et à  $50^\circ$ .**





## INFORMATIONS

Puissance	Applications
< 1.000 W	Alimentation « de campagne » pour équipements électroniques.
1 à 5 kw	Alimentation autonome pour ménages, chantiers, poste de secours, voitures automobiles de faible puissance.
10 à 1.000 kw	Engins militaires, véhicules automobiles, tracteurs, sous-marins, sources d'énergie de secours en remplacement de groupes électrogènes.
1.000 à 100.000 kw	Centrales électriques. Alimentations d'usines.

de moteurs électriques seront les principales applications des piles à combustible.

Le tableau ci-dessus donne une idée des domaines d'application des piles en fonction de leur puissance.

Le potentiel important en hommes, en connaissances et en moyens d'investigation rassemblés autour des piles à combustible, permet actuellement l'exécution de programmes cohérents allant de la recherche fondamentale au développement dans le domaine des générateurs oxydriques.

Les recherches actuelles portent surtout sur des piles dont la puissance peut atteindre quelques kilowatts. Une première étape verra donc se substituer les piles à combustible aux accumulateurs. La deuxième étape verra l'apparition de piles devenues suffisamment légères et puissantes pour la propulsion de certains véhicules (des experts prévoient un délai de 5 à 10 ans). Enfin, à plus long terme, l'utilisation des générateurs à combustible à haute température pourra être envisagée pour la traction sur rail, la propulsion des navires, etc.

Mais avant que ces générateurs chimiques intéressants n'arrivent au stade des réalisations industrielles, des recherches fondamentales doivent encore être effectuées dans les domaines technologiques et de la cinétique électro-chimique.

*François Ollivier.*

### LES ACTIVITES DE LA SFER

Le cycle des conférences sur l'informatique données à la Faculté des Sciences de Brest, s'est terminé par deux conférences, l'une de M. Jacques Pouliquen, l'autre de M. Alain Profit.

M. Jacques Pouliquen, ingénieur des télécommunications chargé du département CCI du CRL, exposait les problèmes et les possibilités de l'informatique

appliquée à la commutation téléphonique, en insistant particulièrement sur les exigences propres de la commutation. Fiabilité du matériel tout d'abord : une défaillance grave d'un autocommutateur ou son arrêt pour travaux de maintenance sont inadmissibles. Fiabilité du « software » également : les situations normales ou accidentelles auxquelles le calculateur de commande doit faire face sont tellement nombreuses qu'il est impossible de les inventorier toutes; il importe donc que le calculateur, confronté à un problème imprévu ne « s'affole » point ni ne se bloque. Malgré tout, l'ingénieur n'est pas démuni et le conférencier expose alors les remèdes : redondance des équipements, programme « de défense », etc.

Le « plan-calcul » est une vedette de l'actualité et il appartenait à M. Alain Profit, ingénieur des télécommunications au CNET, détaché auprès de Monsieur le Délégué à l'Informatique, de faire connaître ses buts et ses moyens. Après avoir rappelé la situation de l'industrie du calculateur en France et dans le monde, le conférencier en venait au cœur du sujet, les trois volets du plan-calcul : constitution d'une puissante industrie nationale, coordination des équipements des administrations, développement de la recherche et de l'enseignement en matière d'informatique.

Le 20 Juin, à Lannion, avait lieu une journée d'études consacrée à l'électronique rapide. Cinq conférences avaient trait à des ensembles très divers ayant pour point commun la rapidité de fonctionnement. L'étude de nouveaux circuits logiques à transistors était le sujet de deux conférences : celle de MM. Conruyt et Serrand, du département RME du CNET, et celle de M. Avilès de la CII. Puis l'on passait à des ensembles plus complexes. M. Vernhet, du Centre de recherches CGE (Marcoussis) décrivait une mémoire à diodes-tunnel de capacité relativement faible, mais ultra-rapide. M. Durand, de la société Intertechnique, exposait les principes et les résultats d'un codeur de temps ultra-rapide dont plusieurs modèles sont en service dans des centres d'études nucléaires en France et à l'étranger. Enfin, M. Fritz, du CNET-Lannion, parlait des codeurs à redressement étudiés au CNET pour la transmission numérique de la télévision et des multiplex téléphoniques. Des discussions, animées par M. L.-J. Libois, accompagnaient chaque exposé, leur vivacité montrant l'intérêt porté à ces questions par tous les assistants.

### LES RADIO-AMATEURS

Beaucoup d'idées fausses circulent concernant le monde des radio-amateurs. On y voit volontiers de doux maniaques au langage hermétique, se levant la nuit à des heures impossibles pour lancer dans les airs des appels mystérieux ou essayer de rentrer en contact avec des correspondants lointains.



En fait, le meilleur moyen de les connaître est d'aller parler un peu avec eux et l'on s'aperçoit alors qu'il s'agit là d'hommes tout à fait « normaux » pour lesquels d'ailleurs, très souvent, le radio-amateurisme est un prolongement de l'activité principale. « Radome » a ainsi rendu visite à F8SH, autrement dit M. Serge Canivenc, ingénieur à la SLE, et membre du Comité Scientifique du Réseau des émetteurs Français.

Si autrefois le radio-amateurisme évoquait le bricolage nécessaire pour travailler dans les ondes décimétriques, ce n'est plus le cas actuellement. L'utilisation des bandes VHF et UHF : 144 MHz, 435 MHz, 1215 MHz, etc., impose au constructeur, qu'est aussi le radio-amateur, des solutions d'où tout bricolage est exclu. Ces sujétions sont devenues encore plus impérieuses depuis que sont apparus de nouveaux modes de transmission : transmission par diffusion sur les traînées météoriques, transmission par satellites répéteurs tels les satellites américains Oscar, ou encore transmission via la lune.

Ces nouveaux modes de communication mettent en jeu, aux deux extrémités du circuit, un matériel important et de qualité. Ce matériel coûteux n'étant souvent pas à la portée du radio-amateur, des groupes se sont formés qui ont mis en commun leur matériel, leurs ressources et leur travail. Ces groupes ont obtenu des résultats remarquables, compte tenu des limitations de puissance imposées en France par l'Administration des PTT : 100 W à l'alimentation de l'anode du tube final. On peut citer par exemple : transmission entre les USA et la France, via la lune, sur 435 MHz; transmission Finlande-France par traînées météoriques à 144 MHz, etc.

L'activité des radio-amateurs comprend d'autres branches : radiotélétype, radiotélécommande, par exemple. Mais elle ne se limite pas à ces types autorisés de transmission et participe également à la plupart des grands projets scientifiques visant à l'étude de la propagation, et en particulier de la propagation ionosphérique dans les bandes VHF. En France, comme aux USA, les radio-amateurs ont eu l'occasion, à plusieurs reprises, de collaborer avec les organismes officiels et avec le CNET en particulier.

Ainsi, dans un avenir très proche, avec l'autorisation et l'appui du CNET, une balise de 144 MHz sera installée sur la plateforme supérieure de la tour hertzienne voisine du CRL, par le Réseau des émetteurs français, association nationale groupant la majeure partie des radio-amateurs français. D'une puissance maximum de 50 W cette balise, orientée Sud-Sud-Est, sera en fonctionnement quasi-permanent et permettra l'étude de propagations VHF éventuelles à grande distance (500 à 3500 km). Son cycle de fonctionnement comprendra un signal en permettant l'identification et un signal continu qui permettra d'évaluer le niveau du signal à la réception. En cas de succès, une deuxième balise, fonctionnant à 435 MHz, permettra éga-



F8SH devant sa station.

lement, bien qu'utilisant des phénomènes de propagation différents, d'étudier la propagation à grande distance dans l'atmosphère.

Activités techniques et scientifiques donc, mais aussi activités bien souvent humanitaires. Des liaisons ont ainsi été effectuées par des radio-amateurs avec des expéditions scientifiques qui n'avaient pas encore eu de contacts officiels : expédition française au centre du Groënland (1957), expéditions antarctiques de la Terre Adélie, des Iles Kerguelen, de l'île Amsterdam, etc. Ces liaisons permettaient de donner aux membres de ces expéditions des nouvelles fraîches de leurs familles.

Dans le même ordre d'idées rentrent les « chaînes de solidarité » établies pour l'envoi d'urgence de médicaments. En effet quand les conditions de propagation entre le pays du demandeur et le pays susceptible de fournir le médicament sont telles que la communication est momentanément impossible, une véritable « chaîne » se constitue qui, par des voies détournées, permet d'atteindre le pays fournisseur dans les délais les plus brefs.

Ce bref aperçu des activités des radio-amateurs suffit, s'il en était encore besoin, à s'en faire une plus juste opinion. Même dans le domaine scientifique, où cependant les moyens employés sont sans comparaisons avec ceux des professionnels, leur présence constante « sur l'air » leur permet parfois d'effectuer des observations du plus grand intérêt qui peuvent échapper aux services spécialisés dont les équipements travaillent suivant des séquences bien déterminées.



## INFORMATIONS

### LES LIGNES A RETARD MAGNETOSTRICTIVES

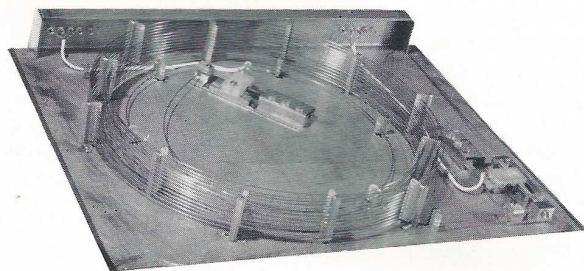
Pour les besoins du projet Platon de commutation électronique temporelle (voir article page 5), il s'avérait nécessaire de disposer de lignes à retard à magnétostriction qui présentent les deux qualités majeures de fonctionner sans porteuse et d'autoriser des retards importants. Aucun constructeur français, et même européen, n'étant à même de leur fournir un tel équipement, les techniciens du CNET-Lannion se sont attaqués eux-mêmes à ce problème dans lequel les plus grandes difficultés rencontrées sont d'ailleurs d'ordre technologique.

La magnétostriction est la propriété que possèdent certains matériaux de répondre par une déformation mécanique à une variation d'induction magnétique. Le phénomène est d'ailleurs réversible et le matériau peut répondre à une déformation mécanique par un changement d'induction. Ceci étant dit, une ligne à retard magnétostrictive se compose essentiellement de trois parties : un transducteur d'entrée destiné à convertir les impulsions électriques en impulsions mécaniques; un milieu solide (fil métallique par exemple) qui assure la propagation lente des ondes mécaniques; un transducteur de sortie qui, à partir de l'impulsion mécanique, restitue une impulsion électrique.

L'intérêt de cette double conversion électromécanique est évident : les vibrations mécaniques sont transmises sur le fil à la vitesse du son. Cette vitesse peut varier de 2,5 km/s à 5 km/s environ, suivant le matériau et le mode de propagation utilisés. Une longueur de fil raisonnable peut ainsi engendrer un retard important.

La simplicité apparente de ce schéma de principe dissimule en fait beaucoup de problèmes importants. D'une part il est nécessaire d'utiliser des matériaux à grand coefficient de magnétostriction pour limiter les pertes inévitables de conversion électromécanique. Mais d'autre part, ces matériaux sont en général le siège de pertes importantes dans la transmission, par suite de leur faible tenue mécanique. En outre, la stabilité du retard de la ligne doit être parfaite. Pour cela il convient d'employer dans la transmission un matériau à faible coefficient thermoélastique, la température influant à la fois sur la longueur du fil et sur la vitesse de propagation.

Enfin le mode de propagation utilisé est très important. Les ondes longitudinales présentent plusieurs défauts. Leur vitesse de propagation est relativement élevée, 5 km/s environ, et fonction de la fréquence. Cette dispersion due aux réactions des parois sur la propagation et au rayon de courbure du fil dans son boîtier, entraîne une distorsion du signal qui devient vite prohibitive quand la longueur du fil augmente. Or, il existe un second mode de propagation : le mode de torsion dans lequel la vitesse est plus faible, 2,8 km/s environ, et où, moyennant certaines précautions, la dispersion



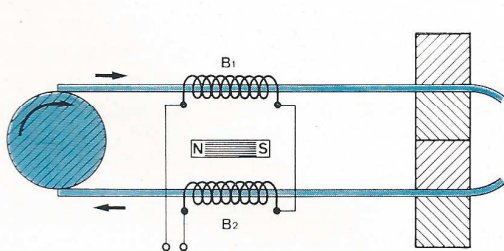
Ligne à retard à magnétostriction réalisée au CNET-Lannion.

est moindre. On voit que pour obtenir un même retard la longueur du fil sera, dans ce cas, divisée presque par deux. En fait, on ne peut employer le mode longitudinal que pour des retards inférieurs à 50 microsecondes, valeur au-delà de laquelle le mode de torsion s'impose.

Ces divers problèmes étant posés, les solutions apportées consistent à employer deux matériaux différents : l'un aux excellentes qualités magnétostrictives pour les transducteurs et l'autre aux qualités mécaniques et thermoélastiques meilleures pour la transmission. Utilisant deux matériaux, on peut utiliser également deux modes de propagation différents : ondes longitudinales au niveau des transducteurs puis ondes de torsion dans le fil de propagation. La conversion de modes est réalisée à la jonction des rubans traversant les bobines et du fil transmetteur (schéma ci-dessous).

Pour les lignes réalisées ainsi au CNET-Lannion, le matériau qui s'est avéré le meilleur pour les rubans est l'AFK 502, alliage à base de fer et de cobalt. Pour le fil de transmission, les caractéristiques nécessaires à la stabilité du retard nécessitent un coefficient thermoélastique ajustable voisin de zéro. Seuls quelques alliages fer-nickel répondent à ces impératifs et, entre autres, le « Durinval », alliage fer-nickel additionné de titane et d'aluminium. Il convient de souligner que les divers traitements subis par ces alliages en cours de fabrication doivent être réalisés avec un soin extrême, le moindre écart modifiant considérablement les propriétés du matériau élaboré.

Plusieurs lignes à retard de la sorte ont été réalisées au CNET-Lannion. Pour une fréquence de 1,25 MHz, elles permettent un retard de 4 millisecondes, soit une capacité de 5000 e.b. (éléments binaires). Un marché d'études a été passé à ce sujet avec un constructeur, en l'occurrence la CSF, qui vient d'en commencer la fabrication industrielle. Grâce à l'excellente collaboration qui s'est instaurée dans ce domaine entre les équipes du CNET et de la CSF, il est permis d'espérer un accroissement de ces performances : capacité de 10.000 e.b., retard de 8 millisecondes pour la même fréquence de 1,25 MHz.



Principe de la ligne à retard à magnétostriction réalisée à Lannion. Le cercle de couleur, à gauche, est la vue en tranche du fil de transmission. Sur ce fil sont soudés de part et d'autre les rubans magnétostrictifs des transducteurs. L'arrivée d'une impulsion électrique dans les bobines B1 et B2 produit à l'intérieur de ces dernières des champs magnétiques opposés qui provoquent dans les deux rubans des ondes longitudinales en opposition de phase. Celles-ci induisent dans le fil de transmission une onde de torsion qui se propage ensuite jusqu'au transducteur de sortie où se produit le phénomène inverse : les ondes de torsion du fil transmetteur provoquent deux ondes longitudinales dans les rubans, ces ondes induisant des f. e. m. dans les bobines. Des blocs amortisseurs suppriment les ondes rétrogrades. L'aimant disposé au centre est destiné à la polarisation magnétique des rubans.



## SYSTEMES ET COMPOSANTS

Suite de la page 4

Dans une entreprise industrielle la finalité de la recherche peut être évidemment du même type : objectif défini en vue d'une application → conception de systèmes → recherches de base et développement de composants. Mais l'on peut trouver aussi le processus inverse : recherches de base et développement de nouveaux composants → applications et utilisations possibles → recherche de débouchés commerciaux.

Si le CNET, par exemple, décide d'effectuer des recherches sur les lasers c'est dans la perspective de développer un jour de nouveaux systèmes de télécommunications présentant un intérêt particulier par rapport aux systèmes existants. Au contraire, il est tout à fait normal qu'une entreprise industrielle développe, si l'on peut s'exprimer ainsi, le laser pour le laser, en s'efforçant de trouver le plus d'applications possibles à ce nouveau composant, qu'il s'agisse de télécommunications, de médecine ou d'autre chose. Dans le premier cas, le mot télécommunications désigne l'objectif et le mot laser le moyen; dans le second cas, le laser n'est plus simplement le moyen mais devient au contraire le but même de l'action entreprise. On pourrait citer d'ailleurs de nombreux exemples de sociétés privées qui se sont développées à partir d'une idée ou d'un produit nouveau. La finalité de la recherche et de l'action peut donc être très différente suivant les objectifs poursuivis et il est toujours souhaitable de bien définir au départ ces objectifs.

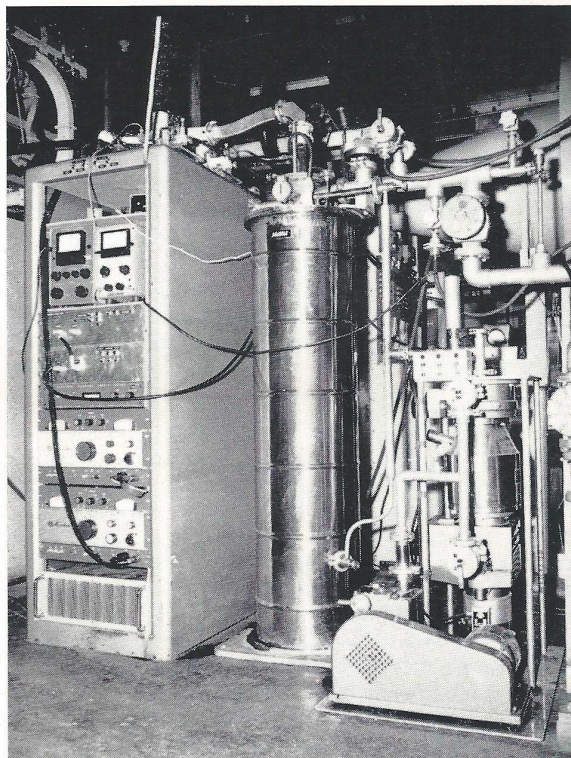
Pour illustrer ces remarques et donner une idée des problèmes que pose l'étude de nouveaux systèmes et des répercussions qui en découlent dans le domaine des composants, nous avons pensé qu'il était intéressant de consacrer, dans ce numéro de « Radome », quelques pages à un projet important en cours d'étude et de réalisation à Lannion : le projet Platon. C'est un exemple typique de système complexe mettant en œuvre simultanément des techniques d'avant-garde de commutation, de transmission et de traitement de l'information.

Ce projet concerne la plupart des laboratoires du CNET à Lannion ainsi que plusieurs sociétés implantées dans la région et, à ce titre, il est particulièrement caractéristique de l'activité du CNET en général et des situations respectives de l'Industrie et du CNET dans ce vaste domaine de recherche que sont les nouveaux systèmes de télécommunications.

Ces quelques réflexions sur les systèmes et les composants méritent encore une remarque. En effet, on pourrait se demander s'il ne risque pas de s'introduire une sorte de hiérarchie, dans la recherche

### UN NOUVEAU MASER équipe le Centre de Pleumeur-Bodou

Depuis le mois de Mai dernier, le Centre de télécommunications par satellites de Pleumeur-Bodou est équipé d'un maser à large bande étudié au CNET-Lannion. Les performances des satellites en exploitation et des autres équipements de l'antenne ne permettant qu'une bande passante de 18 MHz, ce nouveau maser « lannionnais » ne fonctionne pas à plein rendement. Il est prévu en effet pour une bande passante de 50 MHz.



Le nouveau maser installé dans la cabine supérieure de l'antenne-cornet à Pleumeur-Bodou.

appliquée aux télécommunications tout au moins, entre ingénieurs et techniciens des systèmes et ingénieurs et techniciens des composants. Nous ne le pensons pas : les premiers ont besoin des seconds et les seconds sont, en général, à la source même du progrès technique; ce sont eux qui, par la découverte de nouveaux phénomènes, de nouveaux matériaux ou le développement de nouveaux composants, viennent secouer périodiquement les positions sur lesquelles sont installés les ingénieurs des systèmes. Quelle est la meilleure place ? C'est surtout affaire de tempérament ou de vocation : l'intérêt de la recherche est aussi grand dans un cas que dans l'autre.

L.-J. Libois.



# LES MÉGALITHES

## au pays de LANNION

« Puis Josué érigea douze pierres au milieu du Jourdain, à l'endroit où s'étaient posés les pieds des prêtres porteurs de l'arche d'alliance. »

(Josué, IV-9)

Si par hasard, de passage à Pleumeur-Bodou, il vous reste quelque temps pour flâner, et que vous connaissiez déjà le menhir christianisé de Saint-Duzec, n'hésitez pas à aller à la chapelle de Saint-Samson; vous pourrez, en vous frottant le dos au petit menhir tout proche, devenir puissant comme le héros des Hébreux; l'efficacité de cette opération était assez reconnue pour justifier des pèlerinages, il n'y a pas si longtemps. D'ailleurs, la malheureuse pierre qui, maintenant, ne dépasse pas 1,50 m de hauteur, montre des signes d'usure qui attestent un usage prolongé.

Cependant il faut reconnaître que, sans la légende qui lui est attachée, ce menhir est loin de présenter l'intérêt du grand menhir christianisé de Saint-Duzec, haut de plus de 8 m et sculpté de divers bas-reliefs datant de 1674 environ. Adossé à une colline couverte d'ajoncs et de genêts en fleurs, c'est vers la fin des beaux après-midi de printemps qu'il est le plus remarquable; le soleil couchant souligne d'ombres et de lumière les gravures et, protégé des vents du nord par la colline, le site inspire une forte impression de repos et de paix, de permanence aussi. Il y a 4.000 ans environ, ce menhir a été dressé, pour des raisons qui nous échappent et, depuis, il voit passer les siècles avec une usure infime.

Mais, au fait, pourquoi 4.000 ans ? Comment dater une pierre comme on date un monument ? C'est que l'érection d'un menhir, si fruste soit-il, se pratiquait dans une fosse où avait brûlé un feu rituel; la présence de cette fosse, des cendres qui s'y trouvent encore, le bourrage par des petites pierres de calage, tout ceci indique avec certitude que la pierre levée qui se trouve là n'y est pas par une fantaisie de la nature, mais qu'elle a été dressée intentionnellement; bien plus, l'examen des cendres (et pas celui de la pierre !) par la méthode dite du carbone 14 permet de connaître approximativement la date du feu et donc celle de la mise en place du menhir.

### Menhirs proches de Lannion

S'il n'existe pas dans le nord de la Bretagne d'ensembles imposants comme sur la côte sud (un groupe de 65 menhirs subsiste toutefois à Pleslin), et particulièrement dans la région de Carnac, il ne faut pas croire que les menhirs soient rares près de



Face au Menez Bré, le menhir de Bégard, haut de 7,50 m.

Lannion. L'excellent *Livre de la Côte de Granit Rose* édité par l'Office Touristique de la Côte de Granit Rose, en mentionne deux dans la commune de Trégastel, compte non tenu d'une stèle gauloise très postérieure, neuf dans celle de Trébeurden, trois dans celle de Pleumeur-Bodou; la hauteur de ces menhirs s'échelonne entre 1,5 et 8 m environ. Malheureusement le jalonnement et le débroussaillage insuffisants rendent souvent difficile leur localisation sur le terrain.

Remarquons, à titre de comparaison, que les 1.169 menhirs des alignements du Ménez, à Carnac, mesurent entre 0,6 et 4 m. Ceux des Côtes-du-Nord, et surtout ceux de l'ouest du département, bien moins nombreux, tentent en quelque sorte de se racheter par la taille de certains d'entre eux.

Le menhir de Louargat, au fond d'un vallon, offre la particularité d'être pourvu d'un petit compagnon, à une vingtaine de mètres de lui; entre les deux pierres, gît une troisième, horizontale. Malheureusement, l'accès à cet ensemble remarquable est assez difficile; la localisation sur le terrain ne peut se faire qu'avec les indications d'un homme du pays; ensuite il reste à choisir entre le passage par un terrain marécageux et le franchissement d'un ruisseau sur un pont de branchages. Précisons que les deux itinéraires sont possibles malgré tout !

De là, sautons jusqu'à l'est de Bégard où un autre grand menhir illustre assez bien les problèmes d'interprétation posés aux archéologues par les pierres dressées dans les champs : borne-frontière, repère, monument commémoratif ? Ni ces hypothèses ni d'autres ne peuvent être honnêtement avancées en réponse. Rien n'attire l'attention, ni source, ni relief marquant à proximité; rien qui



puisse ressembler à un tertre tumulaire; il est vrai que les cultures ont tôt fait d'adoucir et même de supprimer les accidents de terrain et qu'un menhir isolé peut n'être que le dernier témoin d'un ensemble plus ou moins important. Il ne reste que la ressource d'affirmer qu'un tel menhir avait une signification magique, religieuse ou rituelle; hypothèse sans danger, car incontrôlable, mais sans grand intérêt, car elle ne renseigne nullement sur la religion pratiquée par nos lointains ancêtres; et quels actes d'ailleurs, dans les sociétés primitives, n'ont pas une signification plus ou moins religieuse ?

A mi-chemin entre le menhir de Louargat et celui de Bégard, il s'en trouve un troisième, presque aussi grand; certains ont pensé que ces trois menhirs géants formaient une sorte d'alignement à l'échelle géodésique, mais il est probable qu'il ne s'agit que d'une coïncidence, car rien, dans leur forme ou dans la topologie des lieux où ils s'élèvent, ne semble relier ces pierres l'une à l'autre.

Quoiqu'il en soit, et à l'inverse des deux autres menhirs, le troisième possède une situation privilégiée (est-ce pour cela que son accès est balisé depuis peu ?) : sur un coteau incliné vers le sud, comme celui de Saint-Duzec, son côté le plus plat fait face au Menez Bré, dont la vue est remarquable par temps clair. Il est naturel de penser à une relation de nature religieuse entre l'un et l'autre, quoiqu'il ne soit pas prouvé scientifiquement qu'un sanctuaire ait existé sur le Menez Bré à l'époque où le menhir a été dressé. Certes, on croit qu'au moment de l'implantation en Bretagne de la religion celte, on ne construisait plus de mégalithes depuis quelques siècles; mais les traditions populaires leur ont toujours associé étroitement le souvenir des druides; sans doute les druides avaient-ils souvent trouvé commode de réutiliser pour leur nouvelle religion les sanctuaires antérieurs, sans bouleverser la topographie des lieux sacrés.

Le Menez Bré lui-même était considéré par les bretons du VI<sup>e</sup> siècle comme un cairn colossal élevé sur la dépouille du druide Gwenc'hlan qui eut des démêlés restés célèbres avec saint Hervé dont la chapelle est édifiée au point culminant. Bel exemple d'association, en un même lieu, des traditions mégalithiques (grand cairn sur sépulture) associées à la religion celte contre la religion chrétienne naissante.

On comprendra mieux que le christianisme en expansion, dans sa lutte contre le paganisme celte, ait eu à combattre spécialement le culte rendu aux pierres. En 658 par exemple, le concile de Nantes prescrit : « Les pierres que des gens, trompés par les ruses des démons, vénèrent dans les lieux en ruines et dans les forêts, y faisant des vœux en les y apportant, qu'on les enfouisse profondément et qu'on les jette dans un lieu tel que jamais leurs adorateurs ne puissent les trouver... ». Mêmes condamnations aux conciles de Rouen, Tours, Arles, Tolède, sans beaucoup de succès apparemment. Alors le clergé se résolut à christianiser autant que possible les monuments mégalithiques, fit graver des symboles religieux, altéra plus ou moins le culte primitif; c'est à partir de cette époque que l'on constate le voisinage, assez insolite, de menhirs et d'églises (Sainte-Anne de Trégastel, Saint-Samson), soit que les menhirs aient été démenagés pour « sacraliser » les églises et chapelles, soit que celles-ci aient été construites sur les anciens sanctuaires eux-mêmes.

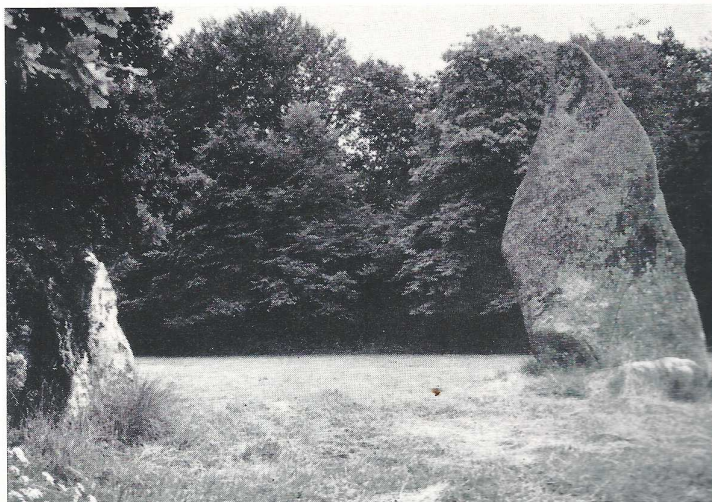
### Dolmens

La chapelle des Sept-Saints à Vieux-Marché offre à cet égard l'intérêt exceptionnel d'avoir été bâtie sur un dolmen aménagé en crypte, la table supérieure formant le sol du côté droit du transept. Le *Guide de la Bretagne Mystérieuse* (Guides Noirs, Tchou) donne la traduction de quelques strophes d'un cantique chanté tous les ans en langue bretonne au moment du Pardon de Vieux-Marché; en voici

**Dans le fond d'une vallée, le menhir de Percal en Louargat. Haut de 10,3 m, il figure à la troisième place d'un classement établi il y a quelques années (« Dolmens et menhirs », F. Niel, collection Que sais-je, PUF) :**

<b>Plouarzel (Finistère)</b>	<b>12 m</b>
<b>Plésidy (Côtes-du-Nord)</b>	<b>11 m</b>
<b>Louargat (Côtes-du-Nord)</b>	<b>10,3 m</b>
<b>Kerien (Côtes-du-Nord)</b>	<b>9,6 m</b>
<b>Dol (Ille-et-Vilaine)</b>	<b>9,3 m</b>
<b>Saint-Duzec (Côtes-du-Nord)</b>	<b>8,5 m</b>
<b>Glomel (Côtes-du-Nord)</b>	<b>8,5 m</b>
<b>Trégon (Côtes-du-Nord)</b>	<b>8,5 m</b>

**Dans ce classement, ne figure pas le grand menhir de Locmariaquer (Morbihan), brisé en quatre morceaux, on ne sait quand ni comment, et qui, debout, mesurait plus de 20 m.**







**Vue du sous-sol de la chapelle des Sept-Saints au Vieux-Marché.**

un extrait qui remplace avantageusement une description :

« Je vous parle d'un ouvrage qui n'a pas été fait de main d'homme... »

« Dans l'évêché de Tréguier, dans la paroisse de Plouaret, l'Esprit Saint a élevé une chapelle, sans chaux, sans argile : celui qui vient la voir verra que c'est la vérité. »

« La chapelle n'est formée que de six pierres : quatre rochers servent de murailles et deux autres de toiture. Qui ne comprendrait que seul le Dieu tout puissant a pu la bâtir ? »

« Vous me demanderez peut-être quand et comment elle fut bâtie : et moi je réponds que je crois que quand furent créés le monde, le ciel, la mer, la terre, elle fut aussi bâtie... »

Il ne semble pas que les dolmens de Trégastel et de Trébeurden aient eu un si prestigieux constructeur. Plus prosaïquement, la tradition affirme que celui de Trégastel était la demeure d'une fileuse à main qui lançait son fuseau à des distances si considérables qu'elle exécutait chaque jour un travail surhumain. A Trébeurden, où l'on peut en voir un d'une taille assez respectable dans une propriété privée de Lan Kerellec, c'était la demeure de korrigans, ou gourikets, petits nains facétieux, héros d'innombrables récits.

Tous ces dolmens, cependant, ne comportent qu'une chambre; or un dolmen peut aussi comporter une galerie d'accès, couverte, conduisant à une chambre bien individualisée, plus haute et plus large, servant de sépulture ou d'ossuaire; l'ensemble est érigé généralement sur un sommet ou un lieu élevé. Un cairn de pierres ou de terre le recouvre parfois. La couverture de la chambre est assurée par de grandes dalles horizontales ou par des empilages de pierres sèches, c'est-à-dire assemblées sans mortier ni ciment, disposées en encorbellement

et formant ainsi une sorte de dôme (construction en tholos).

Tout porte à croire que la civilisation dolménique, venue du sud, s'est implantée très fortement dans le Morbihan, bien avant 3.000 ans avant J.-C., et s'est ensuite propagée par cabotage. Car, situés presque exclusivement en zone littorale et souvent même dans les îles, les dolmens à galerie sont en nombre important entre le golfe du Morbihan et l'embouchure du Blavet; leur densité, encore élevée dans le pays bigouden, décroît sur le littoral ouest et nord pour devenir très faible à l'est de la rivière de Morlaix. Un petit dolmen de l'île Bono, dans l'archipel des Sept-Iles, dont il ne reste maintenant à peu près rien, a pu cependant être daté de 3.200 ans avant J.-C. D'autres existent à Kerbors et Yvias, mais c'est sans conteste dans la presqu'île de Barnelehen, près de Plouezoc'h que se trouve un monument exceptionnel.

Là, au point culminant, s'allongent onze dolmens dont les galeries, sensiblement parallèles, dépassent parfois dix mètres de long. Un énorme cairn de pierres, de 85 m sur 35 m environ, recouvre l'ensemble. Il y a une douzaine d'années, un entrepreneur de travaux publics, après avoir détruit un tumulus voisin qui abritait six autres dolmens, avait entrepris d'utiliser celui-ci comme carrière. Les travaux furent arrêtés alors que quatre chambres étaient éventrées, ce qui permet maintenant de voir facilement les divers modes de construction employés : les murs des galeries et des chambres sont constitués aussi bien par de grandes dalles verticales que par des empilages de pierres sèches; des quatre chambres visibles, une seule est couverte d'une dalle horizontale, les trois autres sont couvertes en tholos, comme le sont d'ailleurs neuf des onze chambres.

Les cinq dolmens situés à l'extrémité nord-est forment un groupe relativement autonome, et en tout cas antérieur au reste. Le matériel (le mobilier, pour employer le terme consacré) mis au jour dans cette partie date exclusivement de l'époque néolithique primaire (*La Bretagne préhistoire et proto-histoire* P.R. Giot, J. L'Helgouach et J. Briard. Arthaud), sans aucun objet métallique, soit 3.500 ans environ avant J.-C. Le dolmen central, tout construit en grandes dalles dont certaines sont gravées, semble avoir eu une destination particulièrement importante. Le cairn qui surmonte cet ensemble présente un aspect extérieur très soigné dû à l'agencement des pierres pour former des murs de parement.

Les deux dolmens de l'extrémité sud-ouest sont sensiblement de la même époque et n'ont livré eux aussi que du matériel néolithique primaire. Au contraire les quatre dolmens situés entre les deux groupes précédents semblent plus tardifs; le mobilier était plus récent et un poignard en cuivre arsénifié y a été découvert.



### Allées couvertes

Un autre type de sépulture a été très utilisé en Bretagne, il s'agit de l'allée couverte, tout à fait différente du dolmen, mais souvent confondue avec lui. Elle est formée de deux lignes parallèles de dalles, formant comme un simple corridor, fort bas de plafond du reste, et assez étroit.

L'allée couverte se distingue donc fondamentalement du dolmen par l'absence de chambre, même dans le cas où une sorte de cloisonnement délimite une « cella » à une extrémité; celle-ci n'est alors ni plus haute ni plus large que le couloir. La distinction ainsi faite est extrêmement importante car, ni l'époque de la construction, ni la répartition géographique ne sont les mêmes que pour les dolmens.

Peu fréquentes dans les régions riches en dolmens, elles abondent dans le Finistère et dans les Côtes-du-Nord. Rarement groupées, puisqu'il est exceptionnel qu'il y en ait plus d'une par commune, elles se rencontrent aussi bien dans l'intérieur que sur le littoral. Leur densité est assez élevée dans le triangle Saint-Brieuc-Dinard-Collinée, dans la zone Corlay-Gouarec; enfin, dans la région de Lannion, peu de communes en sont dépourvues : Trégastel en possède deux, l'une dans une propriété privée de l'île Renote, l'autre à Kergüntuil; Trébeurden, deux également, l'une dans l'île Milliau, l'autre au lieu dit Prajou; l'île Grande en a une, ainsi que Saint-Quay-Perros, d'autres encore sont à Penvénan, Loguivy-de-la-Mer, etc.

Ce que n'indique pas cette sèche énumération, c'est l'intérêt de certaines de ces sépultures dont plusieurs présentent des originalités de construction; certaines, restées inviolées, ont été récemment fouillées et ont fourni un abondant matériel, généralement très homogène et datant de l'âge du bronze (environ 2.000 ans avant J.-C.).

L'entrée n'est pas toujours à l'extrémité de l'allée couverte; dans une douzaine d'entre elles, pour l'ensemble de la Bretagne, l'entrée est latérale. Trois sont proches de Lannion : celle de Kergüntuil à Trégastel, de Creac'h Quillié à Saint-Quay-Perros et du Mélus à Ploubazlanec.

Une douzaine d'allées couvertes présentent d'autre part en Bretagne la particularité de comporter un entourage de pierres, parfois très proches du monument lui-même, comme à l'île Grande, parfois éloignées de quelques mètres comme à Créac'h Quillié.

Dans ce dernier cas, la restauration et la consolidation récemment effectuées permettent de voir très clairement sur le terrain le plan de construction : enceinte rectangulaire, vestibule latéral, allée couverte proprement dite; comme pour le tumulus de Plouezoch, il est légitime de parler d'architecture, en raison de l'ordonnement manifeste de la surface disponible en zones distinctes, vouées à des fonctions différentes, même si celles-ci nous échappent

en partie : les foules se rassemblaient-elles là à certaines occasions; certaines zones étaient-elles interdites au commun des mortels ? Beaucoup de questions de ce genre restent encore sans réponse.

Aucun effort ne semble avoir été fait par les constructeurs de ces édifices pour utiliser la troisième dimension, pour la rythmer, pour opposer les volumes; pourtant la conception des dolmens, plus anciens, prouve que les populations primitives savaient distinguer les volumes et exprimer leur importance relative.

Cette prééminence donnée à la surface, à la terre, est peut-être à rapprocher des gravures apparentes dans cinq allées couvertes de Bretagne, aucune autre ne comportant de décoration : Mougau-Bihan en Commana, près de Roc-Trévezel, la Maison des Feins à Tressé et trois allées déjà citées : Prajou, Kergüntuil et Creac'h Quillié dans la région de Lannion qui paraît donc particulièrement favorisée à cet égard.

Très frustes et notablement différentes des gravures dolméniques, ce sont principalement des sortes de perles, toujours groupées par deux et interprétées comme la représentation stylisée de la déesse-mère, déesse de la terre et des agriculteurs, source de vie mais aussi réceptacle des morts.

Il faut cependant prendre garde aux anachronismes toujours possibles : si le culte de la déesse-mère Anna, très répandu chez les Celtes et fortement implanté en Bretagne, est maintenant assez bien connu, la construction des allées couvertes semble l'avoir précédé d'au moins quelques siècles. De deux choses l'une : si les gravures sont contemporaines de la construction, il s'agirait d'une déesse-mère à laquelle Anna aurait en quelque sorte succédé; sinon il faut admettre que les druides ont « celtisé » d'anciens sanctuaires.

Quoiqu'il en soit, les curieux peuvent facilement voir les gravures dans la « cella » fermée qui prolonge vers l'ouest l'allée couverte de Prajou, près du pont menant à l'île Grande. On y remarquera de plus des figurations de poignards.

À Kergüntuil, ce sont neuf paires de mamelons qui sont visibles pour qui se donne la peine d'entrer dans l'allée couverte; celle-ci, dont l'aspect extérieur n'a rien de spécialement imposant, mérite cependant

Allée couverte de l'île-Grande, face à la mer.





une mention particulière. Fouillée et restaurée avant la dernière guerre, elle était pourvue de deux dallages superposés, attestant deux occupations successives. Dans l'argile interposée, les chercheurs découvrirent deux vases en céramique, d'un type très rare en France, dit « bouteille à collerette ». Leur origine semble à rechercher dans le néolithique ancien du nord de l'Europe, Danemark et Pays-Bas notamment, et témoignerait de relations très anciennes avec ces régions. Ces vases sont conservés, avec de nombreuses haches en pierre polie, dans le petit musée préhistorique de Trégastel. Un autre vase de même type, découvert dans l'allée couverte du Mélus en Ploubazlanec est conservé au Musée des Antiquités Nationales.

**Comme si presque rien ne s'était passé depuis.**

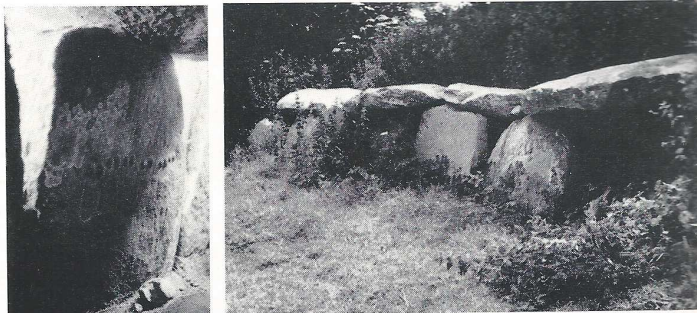
Puissent ces vestiges pauvres et frustes nous rappeler que derrière eux, à défaut de toute tradition écrite, c'est une civilisation primitive qui se profile avec ses traditions, ses obligations, son organisation et ses relations extérieures.

Etrange aventure que le mégalithisme qui, de 3.500 à 1.500 ans avant Jésus-Christ, embrasa la presque totalité du monde antique, de la Corée à la Bretagne, en marquant profondément des régions aussi diverses que l'Inde, le Maghreb, la Suède ou le Danemark.

Le Moyen-Orient, alors à l'aube de l'Histoire, semble avoir été un peu moins atteint par cette sorte de rage qui poussa les peuples à déplacer, à dresser, à empiler des pierres dépassant fréquemment 40 tonnes. Et néanmoins, les prophètes hébreux s'en montrent préoccupés et condamnent à maintes reprises le culte rendu par leurs voisins aux pierres dressées.

Si les mégalithes sont parfois plus fréquents ailleurs qu'en Bretagne, nulle part ils n'atteignent des dimensions aussi imposantes et ceci mérite que l'on s'y arrête un instant. On est tenté d'y voir une tentative démesurée et sans issue pour dominer la matière; mais, même si ce n'est que cela, il faut prendre conscience de ce que suppose un tel effort : organisation tribale très poussée, discipline très stricte, esclavage peut-être, et certainement densité de population plus grande qu'on ne l'imagine généralement.

Il est d'ailleurs trop simple de se représenter la Bretagne comme une terre située forcément à l'écart des grands courants commerciaux. A l'époque néolithique, elle n'était guère défavorisée par rapport à d'autres régions; ses forêts abritaient un gibier suffisant pour sa subsistance, la pêche amorçait sa vocation maritime; enfin, les roches ne manquaient certes pas; des haches bretonnes en dolérite fabriquées à une échelle presque industrielle ont été retrouvées un peu partout et jusqu'aux Pays-Bas, le label d'origine étant donné par l'analyse pétrographique.



Les gravures (cliché de gauche) se trouvent dans l'allée couverte de Kergüntuil en Trégastel (à droite).

A l'âge du bronze, c'est-à-dire essentiellement au 2<sup>e</sup> millénaire avant J.-C., la péninsule se trouva avoir une chance extraordinaire, si l'on en croit certains auteurs; bien avant que ses habitants travaillent eux-mêmes le métal, les importants besoins des pays méditerranéens en étain conduisirent à un bouleversement des circuits commerciaux. Or, l'une des principales sources d'étain se trouvait dans la Cornouaille anglaise; si les navires crétois ne paraissent pas être eux-mêmes allés le chercher, un trafic maritime et terrestre se créa cependant pour écouler l'étain vers la Méditerranée; une grosse partie devait contourner les côtes bretonnes et ce fut sans doute l'origine essentielle de la prospérité des tribus côtières et des futurs Vénètes notamment. La part de la région de Lannion dans ce commerce fut sans doute peu importante : un port d'escale ou de refuge en cas de tempête à l'emplacement du Yaudet; tout au plus un port secondaire de débarquement pour une route terrestre traversant la Bretagne. Avec l'âge du fer et le déclin progressif du bronze, le rôle commercial de la Bretagne diminua singulièrement; l'invasion romaine, qui décima la population, ne fit qu'accélérer le processus.

Les vestiges qui marquent son sol depuis plus de 3.000 ans, ce ne sont ni un peuple affaibli et clairsemé, ni les traces laissées par l'histoire gallo-romaine, ni l'accueil des bretons d'Outre-Manche qui pouvaient les effacer. La christianisation n'y a pas beaucoup mieux réussi, bien des chapelles et des calvaires ne masquant que fort mal leurs origines lointaines.

Comme si presque rien ne s'était passé depuis, il semble que les archéologues puissent exhumer, moins contaminés qu'ailleurs par l'histoire ultérieure, des éléments d'explication sur les religions primitives, sur la réalité et l'importance des courants commerciaux, sur les routes et les ports utilisés.

Puissent les Bretons, de naissance et d'adoption, apprécier, défendre et mettre en valeur ce patrimoine culturel dont la grossièreté apparente ne doit pas masquer le témoignage qu'il est seul à porter d'une époque lointaine.

E. Julier.



## ACTIVITÉS CULTURELLES

### RENCONTRES

Souhaitant élargir l'éventail des distractions, disons « culturelles », organisées à Lannion, plusieurs amateurs d'activités déjà existantes (chorale, concerts, exposition de peinture, ciné-club...) ont décidé de se grouper, et ceci dans deux buts principaux : coordonner et éventuellement développer les activités existantes, en créer de nouvelles.

Ce comité, encore très officieux, sera appelé « Rencontres », à l'image d'autres groupements identiques à Brest, et dans bien d'autres villes. Il a parfois été le premier noyau d'une Maison de la Culture. Nous n'en sommes pas là à Lannion, mais beaucoup y songent déjà !

« Rencontres », noyau de quelques personnes, voudrait préparer d'autres rencontres, entre gens de tous horizons, au cours de discussions ou d'activités communes.

La première manifestation organisée par le comité a été une conférence-débat sur le thème « Les français sont-ils racistes ? », avec la participation d'un membre du MRAP (Mouvement contre le Racisme, l'Antisémitisme et pour la Paix).

Pour 1967-68, quelques projets. Par exemple :

- Une conférence-débat sur Israël par Georges Douart, jeune ouvrier nantais, qui a vécu et travaillé en kibboutz, et qui est retourné récemment en Israël.
- Une exposition de dessins humoristiques, par les dessinateurs du « Canard Enchaîné ».
- Un récital de chansons de qualité.

« Rencontres » est une association neutre qui peut vous aider à organiser quelque chose, ou patronner une conférence, un débat, un spectacle. Pensez-y.

Bernard Loriou.

### L'ACCORD

Au moment où s'achève, pour le groupe choral « L'Accord », sa deuxième année d'existence, il est peut-être bon de se pencher sur ce passé déjà long et de faire le point.

Voici en effet dix-huit mois que nous nous réunissons tous les lundis soirs ; la municipalité de Lannion a aimablement mis à notre disposition la salle de musique de la mairie, où dorment les instruments et les partitions de la fanfare disparue. Elle a fait également monter un piano au deuxième étage. Nous travaillons donc depuis le début dans des conditions idéales.

Après quelques fluctuations, le nombre des choristes s'est assez vite stabilisé : nous sommes une quinzaine de fidèles venant de Lannion et de Perros-Guirec essentiellement, Trégorrois anciens ou de fraîche date. Ce nombre est modeste mais les voix sont assez bien réparties ce qui nous permet le chant à quatre parties.

Le chant choral est-il donc réservé à quelques spécialistes sachant déchiffrer un morceau écrit dans n'importe laquelle des sept clefs, capables de citer l'armure de la clé en si bémol mineur et de discerner à l'oreille une tierce picarde ? Pas du tout : si, parmi

les choristes, quelques-uns ont de bonnes connaissances musicales, la plupart ne gardent que quelques souvenirs de ce qu'ils ont appris enfants et certains n'ont aucune notion de ce que peuvent représenter les signes qui courent sur la portée.

Il suffit que chacun sache répéter la phrase musicale qu'on apprend voix par voix et patienter en silence pendant que les autres parties travaillent, en attendant le premier essai tous ensemble ; le déroulement d'une répétition s'imagine assez bien. D'ailleurs, les progrès se font sentir : l'oreille et la voix s'assouplissent et l'on apprend plus rapidement ; on s'habitue à la partition, on découvre que la mélodie suit le mouvement des notes sur la portée...

En nous réunissant, nous ne recherchons pas autre chose que la joie de chanter ensemble et l'on peut dire que nous n'avons pas été déçus. Mais on ne peut indéfiniment chanter pour soi. La préparation d'une audition est en outre un excellent stimulant qui force à travailler à fond les chants que l'on veut présenter et à rechercher les moyens de faire partager aux autres les découvertes faites ensemble. C'est ainsi qu'au mois de Janvier 1967 nous avons présenté les quelques chants que nous savions aux enfants du centre hélio-marin de Trestel et aux vieillards de l'hospice de Kergomar à Lannion. Nous formons d'autres projets plus ambitieux et espérons monter un spectacle à la fin de cette année, sans doute en collaboration avec une autre chorale. On peut également envisager la participation à des fêtes diverses où le chant ne serait pas la seule attraction.

Le problème immédiat est la constitution d'un répertoire suffisamment fourni et varié pour intéresser le public pendant une soirée. C'est ainsi qu'au cours de l'année scolaire nous avons travaillé des œuvres aussi diverses que des Noëls traditionnels, une fantaisie de Mozart, le Kyrie d'une messe de Schubert ou un negro spiritual. Nous ne manquons d'ailleurs pas d'idées car le répertoire de chants à quatre voix mixtes est très fourni ; il faudra, en particulier, vaincre la répugnance instinctive de nos oreilles pour la musique moderne.

La chorale est pour nous une excellente distraction. Il ne faudrait pas imaginer que le travail, au cours des répétitions, engendre l'austérité. Grâce au chant, l'atmosphère s'est rapidement détendue et notre groupe a trouvé sa cohésion. Ont aussi largement contribué à cette unité les amis de Lannion qui se sont montrés très accueillants. Notre cercle reste ouvert à tous ceux qui voudront partager les mêmes joies.

Yves Herlent.

#### Séance de répétition de « L'Accord ».





# SPORTS

En cette période de l'année où presque tous les sportifs goûtent davantage les plaisirs de la plage que ceux du stade, il est bon de faire un peu le bilan des sports à l'ASPTT. En commençant tout d'abord par nos athlètes parmi lesquels Jean Le Vaillant s'est encore fait remarquer en remportant à Nantes le 1.500 mètres des championnats de France UFOLEP. La présence de beaucoup de jeunes aux entraînements et aux diverses compétitions laisse présager à cette section de beaux lendemains.

On a déjà parlé ici de la saison remarquable de nos basketteurs, nous n'y reviendrons pas. Leurs collègues du rugby ont failli remporter pour la seconde fois la Coupe des Ajoncs d'Or à Saint-Quay-Portrieux. De toutes façons leur apprentissage en championnat de Bretagne et le travail en profondeur accompli chez les jeunes porteront bientôt leurs fruits et la relève de la «Vieille garde» pourra aisément se faire.

À la section football, un événement : l'engagement d'une équipe en championnat de 3<sup>e</sup> Division. La fête du football qu'est le tournoi inter-services a encore été un grand succès. Vingt équipes y étaient engagées et, en finale, on a retrouvé deux équipes de sociétés voisines du CNET : TREL et SLE. Cette dernière, plus homogène, l'emportait d'ailleurs sans discussion.

Autre tournoi inter-services qui est revenu à une équipe de société, celui du volley-ball où la TREL battait en finale l'équipe du département EVL. L'équipe de l'ASPTT volley-ball s'est maintenue, de justesse il faut bien le dire, en Excellence de Bretagne. Il est vrai que sa récente promotion la plaçait parmi des équipes très aguerries.

Une nouvelle section s'est créée à l'ASPTT en fin de saison dernière, la section hand-ball qui disputera cette année le championnat des Côtes-du-Nord. Quelques entraînements ont déjà eu lieu pour permettre de faire plus ample connaissance.

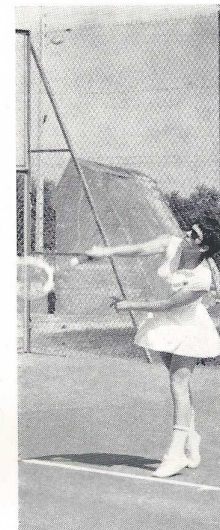
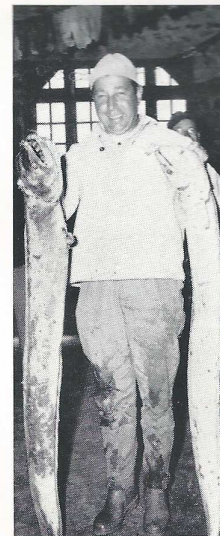
Du côté du tennis, il faut signaler également le succès du tournoi annuel qui a consacré, en simples, M. Le Guével et Mlle Sourdain et, en doubles, MM. Richardot-Keriven et M. Savidan-Mme Stip. On parle, pour recréer un peu d'émulation parmi les tennismen blasés, de remettre en honneur le championnat individuel permanent qui permet de remettre constamment en question les suprématies les mieux établies.

Quant au tennis de table, son principal fait d'armes a été une troisième place aux critères nationaux ASPTT à Toulouse. Par ailleurs l'équipe s'est bien maintenue en Excellence de Bretagne et ce n'est pas parce qu'elle a déjà fait mieux qu'on doit faire la fine bouche devant ces résultats.

Il y a aussi les pêcheurs en mer. Leur désormais traditionnel concours international de Locquémeau a encore attiré les meilleurs pêcheurs de France et d'ailleurs. En deux jours, 106 concurrents classés, embarqués sur 29 bateaux, ont ramené à terre 6.170 poissons d'un poids total de 2.036 kg. S'il était encore besoin de le souligner, la baie de Lannion est décidément un endroit très poissonneux.

Ce rapide panorama, d'ailleurs incomplet puisqu'il faudrait parler aussi de judo et d'activités de loisir, donne une idée de l'activité de l'ASPTT maintenant forte de plus de 700 adhérents. Un problème se pose naturellement, celui des installations. Jusqu'ici nos différentes équipes n'ont pu pratiquer leurs sports favoris que grâce à l'obligeance des municipalités et clubs locaux. On commence cependant à entrevoir la fin de ces difficultés. Déjà le gymnase, dont la silhouette apparaît entre la ZUP de Lannion et l'aérodrome, sera disponible avant la fin de cette année. Il permettra de disposer, avec la salle municipale déjà existante, de bonnes installations couvertes. Quant au stade lui-même, la pelouse ne sera utilisable qu'en fin 1968.

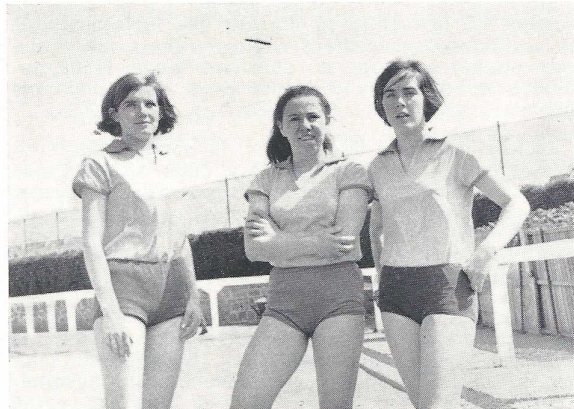
**En haut, M. Puron (ACBB) vainqueur du concours de Locquémeau : 56,7 kg de poissons en deux jours, dont ces deux magnifiques congros. Ci-contre, Mlle Sourdain, vainqueur en simple dames du tournoi de tennis.**



**Les équipes finalistes du tournoi de football : en haut, celle de la Trel avec son directeur, M. Charra, Président de l'ASPTT, en bas la SLE.**



**Trois espoirs de l'athlétisme féminin de l'ASPTT : Armelle et Marie-Annick Aubry entourant Pierrette Le Gaouyat.**





# ENTRE NOUS

## LES NOUVEAUX VENUS AU CNET

AVRIL 1967

**Maurice Robinet** (SMT)      **Odile Regreny** (LCC)  
**Roger Péron** (CCI)      **Robert Léon** (CCI)  
**Jean-Claude Le Bot** (CTS)      **Jean-Pierre Michel** (CCI)  
**Jean Grosley** (CCI)      **Robert Klein** (RTD)  
**Gérard Lacaussade** (ETA)      **Jean-Louis Bourbao** (CTS)  
**J.-M. Le Flahec** (CTS)      **Gilbert Grignon** (CCI)  
**Gérard Bouvy** (LCC)      **Janine Calvez** (LCC)  
**Roger Rol** (RTD)      **M.-Hélène Couzigou** (SGX)  
**Joseph Salaün** (RTD)      **André Marthe**

MAI 1967

**Yvette Jégou** (AGD)      **Guy Minier** (ETA)  
**J.-P. Le Pichouron** (LSI)      **Michel Lissilour** (CCI)  
**René Trémoureux** (AGD)      **Yvon Le Gallou** (ETA)  
**Hélène Marc** (CEI)

JUIN 1967

**Marcel Boete** (ACM)      **Emmanuel Drillet** (LSI)  
**Jean-Yves Le Bras** (RTD)      **Jean-Yves Le Goff** (LCC)  
**Marie-Claude Leclerc** (RTD)      **Janine Mioletti** (PAS)  
**Michel Nolf** (LCC)      **Marcel Le Gall** (AGD)  
**Daniel Leclerc** (CEI)      **Claude Baptiste** (SMT)  
**René Le Marer** (CTS)      **Marcel Lesourd** (LSI)  
**Alain Papail** (RCE)      **Louis Porchou** (LSI)  
**Olivier Stéphan** (CTS)      **Yvonne Kerbiriou** (PAS)

JUILLET 1967

**Charles Cadre** (LSI)      **Aimée Cadre** (RTD)  
**Jean Courtiade** (CCI)      **Maryvonne Marzin** (AGD)  
**Joseph Quéguiner** (ACM)      **Jean-Paul Repain** (SMT)  
**Jean-Pierre Rohan** (LCC)      **Etienne Dalila** (ETA)  
**Jean-Michel Garnier** (CCI)      **Jacques Caulet** (LCC)  
**Jacques Pequeriau** (CTS)      **Louis Corrigo** (CTS)  
**Marcel Iziquel** (RTD)

## PROMOTIONS

Reçus au concours d'inspecteur-élève :

**Claude Sauleau** (CEI)      **Marc Le Gall** (RCE)  
**Jean-Pierre Zérini** (LSI)

Reçus au concours de contrôleur des I.E.M. :

**François Le Moal** (CTS)      **Jean-Jacques Urvoas** (CCI)  
**Paul Jousset** (CEI)

Reçus au concours d'inspecteur principal adjoint :

**Hubert Caurant** (SMT)      **Pierre Belin** (EVL)  
**François Pierra** (RTD)

Reçus aux essais professionnels d'ouvrier d'état :

**Reine Bischoff** (RTD)      **Raymonde Darré** (RTD)  
**René Cochet** (LSI)

Titularisés en qualité d'agents de service :

**Michelle Guyonnaud** (RTD)      **Marcelle Jégaden** (AGD)  
**Janine Damany** (PAS)      **Madeleine Le Cozic** (PAS)  
**Amédée Bourva** (RTD)      **Marcel Goélou** (SCI)  
**Roger Illiet** (LSI)

Reçues au concours d'agent d'exploitation des PTT :

**Jacqueline Salinoc** (SGX)      **Lucette Vigou** (LSI)

## NAISSANCES

MARS 1967

**Anne-Marie**, fille de **Jacques Guillou**, contrôleur (RTD).  
**Gildas**, fils de **Jean-Paul Renan**, ingénieur (SMT).  
**Elodie**, fille de **Jean-Yves Queffoulou**, ingénieur (CCI).  
**Laurence**, fille de **Pierre Le Naour**, ouvrier d'état (CTS).  
**Pascale**, fille de **Paul Jousset**, agent contractuel (CEI).  
**Elisabeth**, fille de **Henri Le Berre**, contrôleur (RTD).

AVRIL 1967

**Françoise**, fille de **Jean-Paul Le Rolland**, dessinateur (SMT).  
**Véronique**, fille de **T. Paillard-Turenne**, ingénieur (SMT).  
**Thierry**, fils de **André Duchène**, agent d'exploitation (MCG)  
et de **Ginette**, agent d'exploitation (ETA).

MAI 1967

**Jean-Louis**, fils de **André Maurel**, contrôleur (CTS).  
**Christine**, fille de **Bernard Herry**, contrôleur (RCE).  
**Aline**, fille de **Alain Gasparini**, contrôleur (SMT).  
**Laurent**, fils de **Jean-Yves Bras**, contrôleur (EVL).  
**Sabine**, fille de **Maurice Martin**, ingénieur (RTD).  
**Vincent**, fils de **René Mazé**, inspecteur (CTS).  
**Anne**, fille de **Alain Meudic**, agent contractuel (EVL).  
**Eric**, fils de **André Villalbi**, contrôleur (CEI).

JUIN 1967

**Hélène**, fille de **Raymond Ropars**, ingénieur (RCE).  
**Agnès**, fille de **Jane Tartevel**, ingénieur (LCH).  
**Bernadette**, fille de **Emile Julier**, ingénieur en chef (DR).  
**Gildas**, fils de **René Hautin**, inspecteur principal adjoint (DR).  
**Nathalie**, fille de **Yves Cosson**, contrôleur (CTS).  
**Catherine**, fille de **André Nizery**, ingénieur (LCC).  
**Gaëlle**, fille de **Jean Duchène**, dessinateur (CTS).  
**Christophe**, fils de **Yvon Carré**, agent contractuel (RTD).

JUILLET 1967

**Fabien**, fils de **Claude Patrac**, contrôleur (CTS).  
**Nicolas**, fils de **René Semeneri**, inspecteur (CCI).  
**Pierrik**, fils de **Robert Jacob**, ouvrier d'état (CTS).  
**Patrick**, fils de **Paul Le Forestier**, agent contractuel (EVL).  
**Marie-Louise**, fille de **Pierre Saliou**, ouvrier d'état (LSI).

## MARIAGES

MARS 1967

**Hélène Barbier**, dactylo (CTS) avec **Jean Le Quéré**.  
**Raymond Orazi**, dessinateur (RTD) avec **Françoise Le Bris**.

AVRIL 1967

**Jean-Marc Marquet**, contrôleur (CTS) avec **Lydia Soulié**.  
**Robert Heurlin**, contrôleur (CCI) avec **Anna Ménini**, dactylo  
(SGX).  
**Roger Rol**, dessinateur (RTD) avec **Marie-Noëlle Bernotte**.

MAI 1967

**Michel Kergaravat**, ouvrier d'état (RTD) avec **Bernardine Sclan**.  
**Roger Illiet**, agent de service (LSI) avec **Annie Le Saux**.

JUIN 1967

**Raymond Bourhis**, contrôleur (CTS) avec **Yvonne Berthou**,  
dactylo (CTS).  
**Jean Le Vaillant**, agent contractuel (RTD) avec **Marguerite**  
Kerbellec.  
**Gilbert Ruault**, contrôleur (ETA) avec **Christiane Pouliquen**.

JUILLET 1967

**Claude Chéron**, inspecteur (SMT) avec **Françoise Vironneau**  
dactylo (DR).  
**Yves Guyomard**, contrôleur (SMT) avec **Françoise Poulen**.  
**Gérard Allain**, dessinateur (RTD) avec **Janine Legrand**.  
**Jean-Yves Police**, agent contractuel (EVL) avec **Annaïck**  
Samoï.  
**Yves Le Loarer**, ouvrier d'état (RTD) avec **Janine Le Houérou**.  
**Charles Prat**, ingénieur (CEI) avec **Jacqueline Le Borgne**.



