

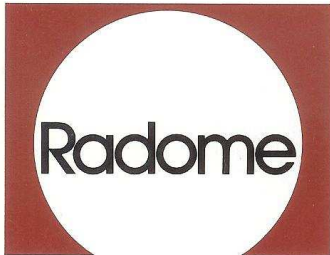
SEPTEMBRE 1978/N° 41

# Radome



BULLETIN DE LIAISON INTERNE AU **CMET**





BULLETIN DE LIAISON INTERNE AU CNET

Revue publiée par le  
**CENTRE NATIONAL D'ETUDES  
DES TELECOMMUNICATIONS**  
Route de Trégastel - 22301 LANNION

●  
Directeur de la publication : M. A. Pinet  
Délégué du Directeur du CNET à Lannion

●  
Rédaction  
Camille Weill : (96) 38.26.75  
Gérard Bouvy : (96) 38.26.55  
Jean-Claude Monestiez : (1) 638.49.56  
Robert Mauduech : (99) 01.42.91

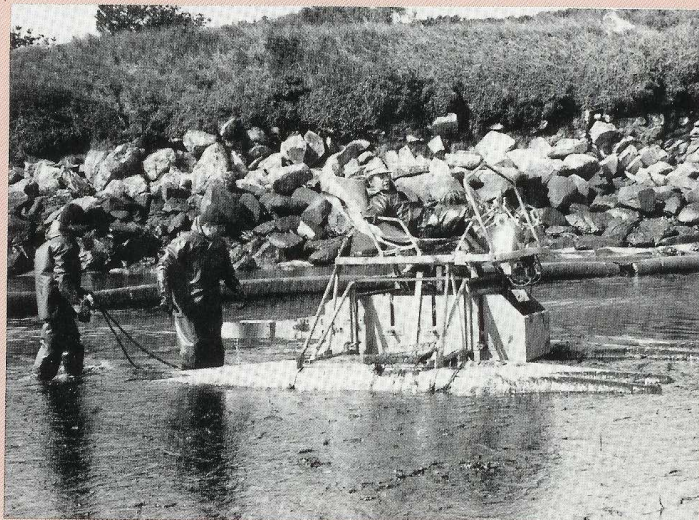
●  
Photos : CNET-Lannion  
Henri Jobin, Michel Le Gal,  
Daniel Réaudin  
CNET Issy-les-Moulineaux  
(pages 5-6-9)

●  
Maquette et dessins : Gérard Allain

## SOMMAIRE

EDITORIAL, par M. Camus .....	3
LES CABLES SOUS-MARINS, par M. Soulier.....	5
DE LA TELEVISION ANALOGIQUE A LA TELEVISION NUMERIQUE, par J. Poncin.....	11
LIGNE DIRECTE AVEC PARIS .....	19
INFORMATIONS	
La station européenne de Bercenay-en-Othe (Aube).....	22
9 <sup>es</sup> Journées d'étude sur la parole .....	24
Visites de personnalités des Armées au CNET .....	26
Certifieur de piles magnétiques de 12 disques de capacité 200 mégaoctets	
L'ART MANIERISTE, par P. Ramade .....	30
LE WIND SURFING, par J.-C. Amicel .....	34

*Comme pour le « Torrey Canyon »,  
après la catastrophe  
de l'« Amoco-Cadiz »  
des volontaires du CNET  
ont participé  
au nettoyage des côtes  
souillées par la marée noire*





## EDITORIAL

par M. CAMUS

En dépit des efforts importants qu'elle a fournis depuis une dizaine d'années, la France conserve manifestement un retard dans le domaine des circuits intégrés. Il en résulte que nos équipementiers sont contraints à acheter à l'étranger, notamment aux Etats-Unis et au Japon, les circuits intégrés les plus performants dont ils ont besoin pour réaliser les nouveaux matériels. Ces circuits n'existent pas encore dans notre pays et nos fabricants de composants essaient tant bien que mal de les copier le plus vite possible. Les exemples ne manquent pas, qu'il s'agisse de microprocesseurs, de mémoires (nous en sommes à copier une mémoire 16 k alors que les Japonais commercialisent une 65 k!), de convertisseur analogique/numérique à très faible consommation — qui sont pratiquement disponibles aux Etats-Unis, mais qui ne le seront en France que dans trois ans, etc.

Il faut évidemment tout faire pour essayer d'améliorer cette situation qui tend naturellement à se dégrader encore, à tel point que nous risquons demain d'être en retard, non seulement par rapport aux Américains ou aux Japonais, mais même par rapport à certains de nos partenaires européens qui sont devant les mêmes difficultés que nous mais qui ont plus rapidement réagi en conséquence.

On a certes beaucoup discuté et on discute encore beaucoup pour analyser les causes de ce retard : le mal est-il au niveau du savoir-faire, de l'appareil de production industrielle, des services commerciaux ? Où donc faut-il porter le remède et en quoi doit-il consister ? Suffit-il de donner, en abondance, des crédits supplémentaires aux fabricants

français de circuits intégrés qui sont déjà en place ? Faut-il s'associer à des fabricants étrangers qui pourront nous apporter du savoir-faire ? A la limite, est-il d'ailleurs encore temps de faire quelque chose ?... Quoi qu'il en soit, la bonne méthode ne consiste certainement pas à continuer sans fin à discuter, à contester, à regretter. Il faut décider et agir.

Pour tenter de combler son retard, notre pays a donc pris il y a un peu plus d'un an une série de mesures. Il a notamment décidé de renforcer sensiblement le potentiel national de recherche et développement en micro-électronique et, dans ce cadre, de créer à Grenoble un centre spécialisé du CNET sur les circuits intégrés. Cette décision appelle évidemment quelques commentaires.

En premier lieu, il est normal que le CNET soit associé très étroitement à l'effort national de recherche sur les circuits intégrés. Le développement des télécommunications et celui des circuits intégrés sont en effet très liés. Dans la période d'expansion considérable que connaissent actuellement les télécommunications, celles-ci ont besoin des circuits intégrés qui permettent une diminution des coûts, des volumes, des consommations des équipements, tout en augmentant leur fiabilité, et qui permettent également la création et le développement des nouveaux services que M. J.-P. Poitevin évoquait dans l'éditorial du précédent numéro de *Radôme*. En contrepartie, les télécommunications apportent aux circuits intégrés : sur le plan quantitatif, un marché potentiel très important ; sur le plan qualitatif, des problèmes spécifiques générateurs de progrès.



En second lieu, cette décision implique que le CNET crée un nouveau centre de recherches. Cela n'est pas inattendu. On sait en effet, depuis plusieurs années déjà, que les locaux existants et les surfaces disponibles dans les différents centres implantés en région parisienne et en Bretagne risquaient de ne pas suffire au développement des activités du CNET. On prévoyait donc de créer un nouveau centre : le « 3<sup>e</sup> pôle », dont l'idée n'est par conséquent pas nouvelle et dont la création était attendue un jour ou l'autre.

Quant au choix de Grenoble pour l'implantation de ce nouveau centre, il faut, pour en apprécier les avantages, situer l'environnement grenoblois vis-à-vis des objectifs fixés à ce centre et des thèmes des recherches qui y seront entreprises, notamment dans le domaine de la micro-électronique et des circuits intégrés.

Le développement des circuits intégrés se fait inéluctablement dans le sens d'une intégration toujours plus poussée, c'est-à-dire du rassemblement sur une même « puce » de fonctions toujours plus nombreuses. La motivation essentielle de cette intégration est et restera la diminution des coûts. Celle-ci résulte de :

- l'optimisation de la conception des circuits, des fonctions et des composants élémentaires ;
- une plus grande densité de composants élémentaires par unité de surface ;
- un accroissement du nombre de circuits réalisés simultanément sur une même plaquette de silicium ;
- une amélioration du rendement de fabrication ;
- une diminution du temps nécessaire au test de chaque circuit fabriqué.

Le programme de recherche devrait donc nécessairement porter aussi bien sur la conception et le test des circuits, les technologies et recherches physiques associées, les machines et les automatismes. On sait bien en effet que si l'on ne dispose pas de la technologie, on ne peut savoir fabriquer un circuit. Mais il ne servirait à rien de maîtriser en laboratoire la meilleure technologie, si elle n'est pas au service des circuits les mieux et les plus astucieusement conçus, et si l'on ne dispose pas des machines et des automatismes qui permettront sa mise en œuvre industrielle au meilleur coût. Dans cette trilogie : conception et test, technologie, machines, il me semble nécessaire d'in-

sister sur l'importance de la conception et du test d'une part, des machines d'autre part.

— Des machines pour commencer : parce que, encore une fois, une technologie n'a pas de raison d'être sans machine, parce que c'est le premier qui possède et maîtrise la bonne machine qui pourra fabriquer les meilleurs composants au moindre coût, parce que, enfin, demain, les machines seront tellement automatisées que la fabrication des circuits proprement dite représentera très peu de valeur ajoutée, que tous les pays du monde pourront acheter des machines et fabriquer leurs circuits, que de ce fait, on vendra des machines et non pas des circuits.

— De la conception et du test, parce que ce seront de plus en plus des éléments déterminants dans le prix des circuits, et qu'il est impensable d'augmenter la complexité des circuits sans améliorer considérablement en même temps les méthodes de conception et de test, et parce que ce sont finalement les circuits de conception astucieuse qui feront les meilleurs équipements.

Vis-à-vis de ces thèmes de recherche, l'environnement grenoblois est effectivement intéressant. D'un point de vue général, tout d'abord, l'environnement intellectuel et scientifique est tout à fait exceptionnel : plusieurs universités, dont une université scientifique et médicale de très haut niveau ; un Institut National Polytechnique, regroupant six grandes écoles d'ingénieurs ; des centres de recherche publics (le Centre d'études nucléaires de Grenoble, plusieurs laboratoires du C.N.R.S., l'Institut Laue-Langevin, etc.), des centres de recherche et de développement privés en physique, électronique, informatique, etc., tout un ensemble donc qui est un milieu vivant dans lequel les électroniciens et les physiciens forment une communauté remarquable. Dans cet ensemble, il faut évidemment considérer plus spécialement les laboratoires avec lesquels le CNET devra collaborer, en particulier : le LETI, dont on connaît les compétences en recherche sur les circuits intégrés, et l'IMAG qui nous offre tout son potentiel de recherche en conception et test de circuits.

Il faut ensuite mentionner les deux entreprises françaises qui fabriquent des circuits intégrés MOS : la SESCOSEM à Saint-Egrève et la Société EFCIS qui s'est installée à proximité du LETI. Ces deux entreprises sont suffisamment

connues pour qu'il ne soit pas nécessaire de les décrire ici. On sait l'importance de l'aval industriel nécessaire à la valorisation des résultats de recherche : la proximité d'unités de production de circuits intégrés est donc particulièrement intéressante pour le centre de recherche.

On a dit enfin l'importance qu'il fallait accorder au problème des machines et des automatismes. Dans ce domaine, l'aval industriel est constitué de petites et moyennes entreprises, à haut niveau de technicité, particulièrement compétentes en mécanique et micro-mécanique, optique, électronique. Il est évident que la région grenobloise, très proche de la Savoie, présente dans ces techniques un environnement industriel incontestable et de très « bon niveau ».

Cela étant, la structure du Centre de Recherche sur les circuits intégrés au CNET Grenoble est maintenant bien définie. Au centre, un atelier pilote qui regroupera tous les moyens nécessaires à la réalisation de circuits, tant il est vrai que pour faire de la recherche utile et efficace, il faut pouvoir aller jusqu'à la réalisation de prototypes. Associées étroitement à cet atelier, des équipes de chercheurs : physiciens, chimistes, électroniciens, qui étudieront les phénomènes physiques et électriques associés aux diverses phases du processus technologique de fabrication des circuits. Pour chaque phase, il s'agit de déterminer quelles sont les limites technologiques et d'imaginer les façons de les faire reculer.

En amont, un centre de recherche en conception et test, en aval une équipe de recherche sur les machines et automatismes. Au total, plus de 150 personnes qui devraient être en place vers la fin de 1980. Au-delà, une extension du centre est prévue qui permettra de porter les effectifs à 500 personnes environ. Le domaine de recherches assigné à cette extension n'est pas encore déterminé ; il s'agira probablement de recherches tournées vers les systèmes mais centrées sur les circuits intégrés qui resteront au cœur des préoccupations du CNET Grenoble, comme ils sont au cœur des futurs équipements de télécommunications.

Ainsi, le CNET Grenoble prend corps, il devient une réalité, ce qui permettra demain au CNET d'être le seul centre de recherche où l'on puisse faire de la voile pendant les week-ends d'été et du ski pendant les week-ends d'hiver. ■





# Les câbles sous-marins

par H. SOULIER

## INTRODUCTION

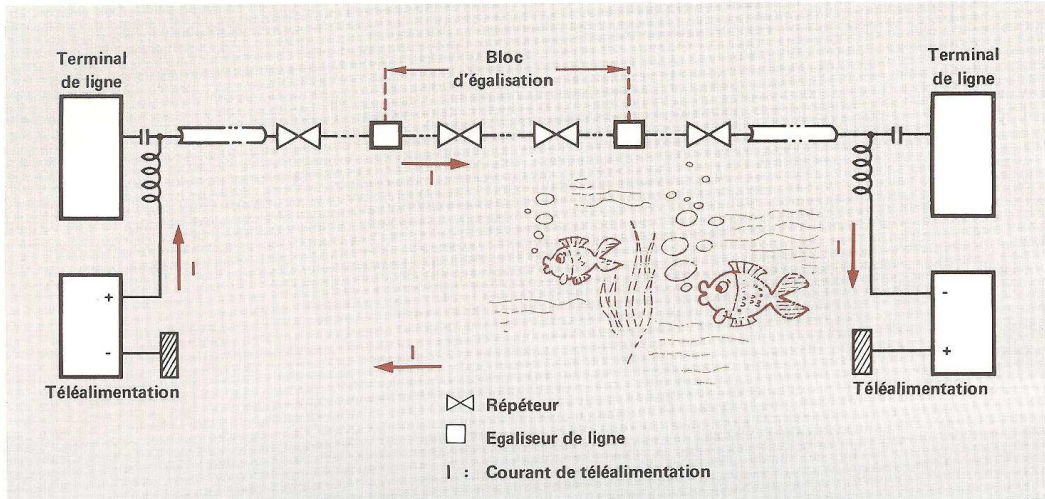
L'intensification des échanges internationaux, qui apparaît comme un des traits dominants de l'histoire de ces vingt dernières années, n'aurait vraisemblablement pas été possible si, parallèlement, les moyens d'échange d'informations ne s'étaient accrus de façon considérable. Pendant longtemps, la radio sur ondes décimétriques a été la seule technique disponible pour relier les pays lointains. Sans méconnaître les services qu'elle a rendus et qu'elle continue à rendre, elle n'aurait, de toute évidence, pas permis de répondre à la demande si deux techniques nouvelles, le satellite et le câble sous-marin amplifié, n'avaient pas fait leur apparition. La première des deux est, dans ses grandes lignes du moins, familière à tous les lecteurs de cette revue qui, entre parenthèses, lui doit son nom, et le voyageur près d'atterrir à Lannion ne manque jamais d'admirer, par le hublot de l'appareil, les élégantes et vastes paraboles qui s'inscrivent harmonieusement dans le paysage breton. La deuxième, en revanche, est sans doute plus étrangère

au personnel du CNET, bien que celui-ci joue, en collaboration avec la DTRI, un rôle essentiel. Il est responsable, notamment, du suivi des études, de l'établissement des spécifications, du contrôle en usine du câble et des équipements terminaux, des mesures de réception initiale de liaison qui précèdent la mise en service et des mesures de réception définitive qui ont lieu deux ans plus tard.

## PARTICULARITES DE LA TRANSMISSION PAR CÂBLE SOUS-MARIN

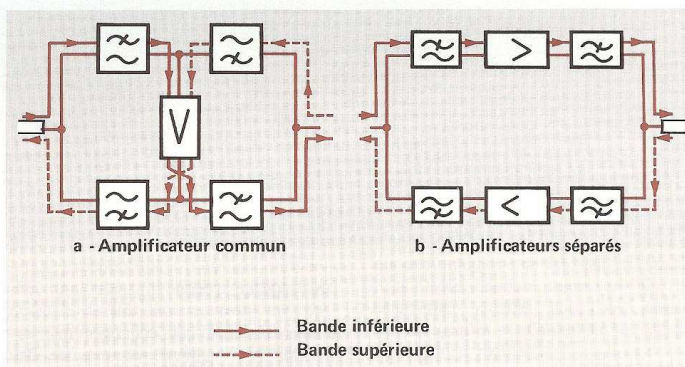
Pour le technicien de la transmission, les principes mis en jeu dans les télécommunications par câbles sous-marins ne diffèrent absolument pas de ceux qui sont appliqués dans les systèmes terrestres analogiques sur paires coaxiales : le signal, composé de voies téléphoniques multiplexées en fréquence (sur les systèmes les plus récents, la transmission d'une image de télévision est même possible), se propage le long du câble et, pour compenser l'affaiblissement,





▲ Constitution d'une liaison par câble sous-marin

▶ Répéteurs de type N + N ▶



▼ Stockage du câble dans une cuve cylindrique du navire (capacité d'une cuve centrale : 370 km de câble de grand fond).



sement de celui-ci, est amplifié par des répéteurs régulièrement espacés et télé-alimentés par un courant continu empruntant le conducteur intérieur et revenant par la mer. Une particularité importante par rapport aux liaisons terrestres : alors que, sur celles-ci, il y a le plus souvent une paire par sens, les deux sens de transmission d'une liaison sous-marine utilisent le même support, la séparation entre les deux étant rendue possible par l'emploi de bandes de fréquences différentes.

Mais, une fois reconnue cette similitude, il faut s'empresse d'ajouter que la réalisation des liaisons sous-marines présente des difficultés sans commune mesure avec celle des liaisons terrestres. L'une d'elles, et non des moindres, tient à l'environnement. Immerger du matériel électrique dans de l'eau de mer, milieu fortement salin, nécessite



naturellement de la part du réalisateur une connaissance approfondie des problèmes de corrosion et des solutions susceptibles de les résoudre. A cette contrainte, déjà sévère, s'en ajoutent d'autres, de nature mécanique : le câble et les équipements, qui reposent sur le fond de la mer à des profondeurs pouvant atteindre 5000 mètres, sont soumis en permanence à des pressions de plusieurs centaines de bars ; en outre, les efforts de traction qu'ils doivent supporter lors de la pose et, le cas échéant, en cas de relevage pour réparation, sont de l'ordre de plusieurs tonnes.

Une source supplémentaire de difficulté, moins évidente à deviner pour le profane, mais tout aussi réelle, s'explique par une différence de constitution profonde entre les systèmes terrestres et les systèmes sous-marins. Toutes les liaisons terrestres de longueur importante résultent de la mise en cascade de plusieurs liaisons, dites sections principales d'amplification, qui sont indépendantes les unes des autres : chacune possède notamment ses propres équipements de téléalimentation et ses propres équipements d'égalisation. Cette circonstance a un double effet : la tension de téléalimentation appliquée aux extrémités ne dépasse généralement pas le millier de volts et les niveaux en ligne sont maintenus au voisinage de leur valeur nominale grâce aux opérations d'égalisation que l'on peut effectuer en permanence dans les stations situées aux extrémités des sections principales d'amplification. En revanche, une liaison sous-marine forme un tout indivisible, ce qui entraîne deux consé-

quences au moins : la tension de téléalimentation, proportionnelle à la longueur, peut atteindre plusieurs milliers de volts, et les opérations d'égalisation nécessitent, en plus des équipements installés à terre, des appareils spéciaux, les égaliseurs de ligne immergés. L'élévation de la tension de téléalimentation augmente de façon absolument énorme les difficultés présentées par la réalisation du répéteur, d'autant plus qu'elle se conjugue avec les contraintes mécaniques déjà évoquées. Quant aux égaliseurs de ligne, ils se présentent extérieurement comme des répéteurs. Il y a, suivant les systèmes, un égaliseur pour dix à vingt répéteurs. Le câble, lové dans les cuves du navire-câblé, se déroule comme une énorme pelote de fil à mesure que celui-ci avance, entraînant au fond de l'eau les répéteurs et les égaliseurs qui lui ont été raccordés. Pendant cette opération, la liaison est en permanence sous tension, et des mesures permettent de déterminer les réglages qu'il faut effectuer sur les égaliseurs avant leur immersion.

Dernière exigence, enfin, facile à pressentir et lourde de conséquences : la longueur des opérations de réparation, et le manque à gagner important provoqué par l'interruption d'une artère internationale, conduisent à rechercher une fiabilité hors de pair.

Ces difficultés nombreuses et considérables permettent de comprendre pourquoi la téléphonie par câble sous-marin n'a pris un véritable essor que vers les années 50, bien que l'utilisation

de câbles sous-marins télégraphiques sans équipements immergés ait commencé dès la deuxième moitié du 19<sup>e</sup> siècle. Elles expliquent aussi pourquoi quatre pays seulement se soient lancés dans l'aventure de la transmission par câble sous-marin et s'y soient maintenus : la Grande-Bretagne, le Japon, les Etats-Unis d'Amérique et la France. La présence des deux premiers s'explique par leur vocation maritime affirmée depuis longtemps, celle du troisième par l'importance de son rôle mondial.

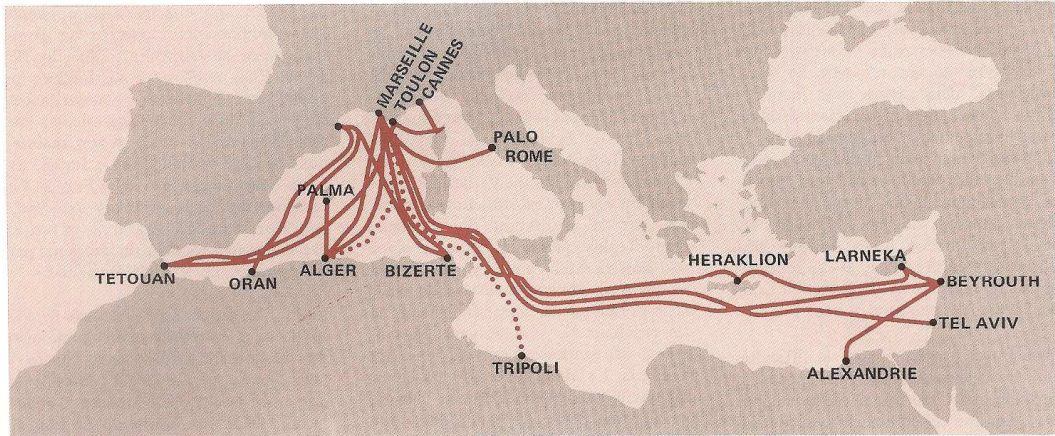
La France, qui possède une vaste façade maritime et entretient depuis longtemps des relations privilégiées avec plusieurs pays d'outre-mer, se devait elle aussi de participer à cette passionnante compétition. Grâce aux efforts de l'Administration et des deux constructeurs avec qui elle travaille en étroite collaboration, à savoir les Câbles de Lyon pour le câble et la Compagnie Industrielle des Télécommunications CIT Alcatel pour les équipements, notre pays peut s'enorgueillir d'avoir conquis une place très honorable dans ce domaine.

#### EVOLUTION DE LA TECHNIQUE FRANÇAISE

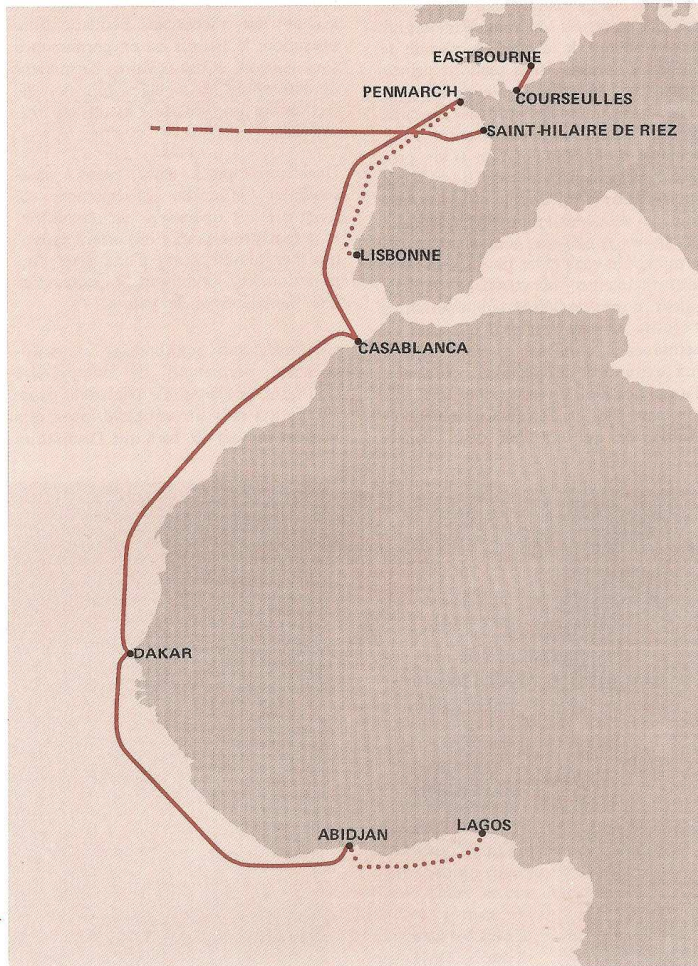
Le tableau ci-dessous, qui retrace brièvement l'évolution des caractéristiques techniques des systèmes sous-marins français, et les figures de la page suivante, qui indiquent les liaisons réalisées par la France, permettent au lecteur de mesurer l'importance des progrès accomplis. La liaison Marseille-Alger I qui, plus de vingt ans après sa

Appellation du système	Capacité (nombre de voies)	Elément amplificateur	Dimensions de la paire (mm)	Pas d'amplification 1 MN (mille marin) = 1 852 m	Première réalisation
60 voies	60 à 4 kHz 80 à 3 kHz	Tube	4,3 / 15,6	16,48 MN	Marseille-Alger I (1957)
96 voies	96 à 4 kHz 128 à 3 kHz	Tube	8,38 / 25,4	20 MN	Continent-Corse (1966)
S 1	120 à 4 kHz 160 à 3 kHz	Transistor	8,38 / 25,4	19,2 MN	Marseille-Beyrouth (1970)
S 5	480 à 4 kHz 640 à 3 kHz	Transistor	8,38 / 38,1	12 MN	Marseille-Alger II (1972)
S 25	2 580 à 4 kHz 3 440 à 3 kHz	Transistor	9,16 / 43,2	4,87 MN	Marseille-Palo (1976)





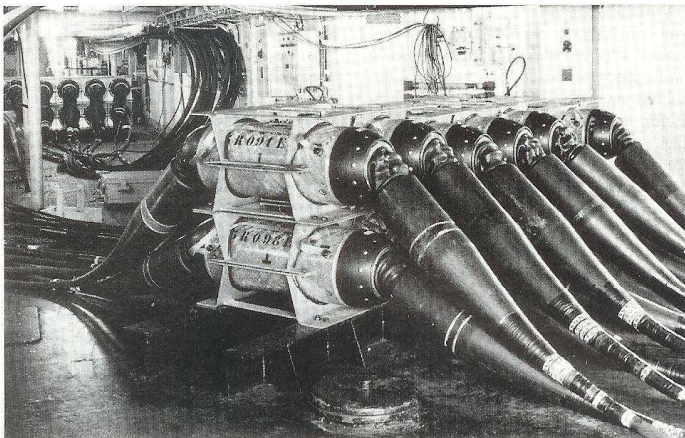
▲ Liaisons sous-marines réalisées en Méditerranée par l'industrie française et liaisons en projet.



► Liaisons sous-marines réalisées par l'industrie française dans la Manche et l'Atlantique et liaisons en projet.

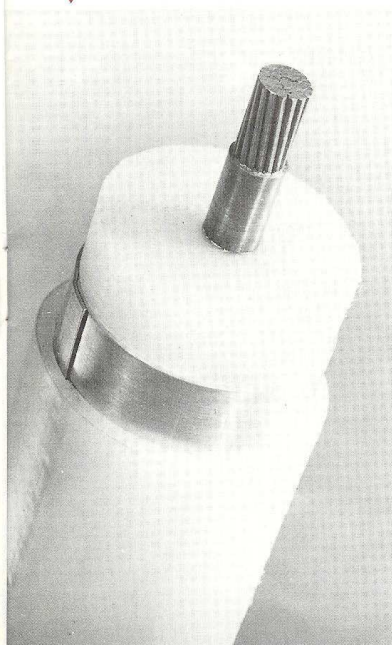


Répéteurs stockés sur le pont du navire avant la pose.



mise sous tension, continue à assurer un service de qualité satisfaisante, fut une réalisation tout à fait remarquable pour l'époque. Le câble comportait un conducteur plein en cuivre massif et une armure extérieure semblable à celle des anciens câbles télégraphiques. Le répéteur, constitué de quatre tonnelets réunis par des connexions souples et recouverts d'une gaine métallique flexible, était lové tout comme le câble dans les cuvelles du navire.

Câble de grand fond à armure interne.



Le système à 96 voies, dont la première réalisation fut la liaison continent-Corse installée en 1966, était, comme le précédent, équipé de répéteurs à tubes, mais il présentait deux innovations importantes qui ont subsisté jusqu'à maintenant, à quelques variantes près pour la seconde. Tout d'abord, le câble dit de grand fond, c'est-à-dire celui qui est immergé à des profondeurs supérieures à 500 mètres, est un câble à armure centrale, et non plus à armure externe. Cette modification part de l'idée suivante : par faible profondeur, le rôle de l'armure est double, à savoir conférer au câble la résistance voulue à la traction mécanique et le protéger contre les agressions variées (ancres, chaluts, etc.) auxquelles il est exposé. Par contre, lorsque la profondeur est grande, seule subsiste la première des deux fonctions, et elle peut être remplie par une armure située au centre du conducteur intérieur aussi bien que par une armure externe. On aboutit ainsi à un câble dont l'aspect est indiqué à la figure ci-contre. L'armure interne a un double avantage : elle fait économiser du cuivre et, à encombrement hors tout identique, elle aboutit à un câble de diamètre électrique plus important, donc d'affaiblissement moindre. Aussi, depuis 1966,

est-elle systématiquement préférée pour le câble de grand fond. La deuxième nouveauté concernait la mécanique du répéteur : la division en tonnelets, qui avait l'avantage de conduire à une structure souple, avait pour contrepartie une multiplicité de masses électriques qui devenait prohibitive compte tenu de l'élévation des fréquences transmises. La mécanique adoptée pour le répéteur à 96 voies garantissait l'unicité de la masse électrique. Elle a subi, depuis, plusieurs aménagements destinés à en réduire le prix, mais l'aspect extérieur des répéteurs a peu varié. Ils ne sont plus, pour la pose, lovés dans les cuves avec le câble, mais sont stockés sur le pont du bateau.

Même si des améliorations importantes avaient été apportées entre les liaisons de la génération à 60 voies et celles de la génération à 96 voies, les capacités restaient faibles, et il est à peu près certain qu'elles le seraient restées si le transistor n'était pas apparu. L'accroissement spectaculaire de capacité dû à l'emploi du transistor tient à deux causes : tout d'abord, il est parfaitement possible de fabriquer des transistors ayant à la fois de bonnes performances en fréquence et une excellente fiabilité, alors que pour les tubes ces deux objectifs sont absolument antinomiques et que, pour des raisons faciles à comprendre, les performances sont toujours sacrifiées à la fiabilité. Ensuite, un répéteur à transistors fonctionne sous une tension environ trois fois moindre qu'un répéteur à tubes, ce qui permet de rapprocher les répéteurs sans augmenter les tensions de téléalimentation et par conséquent sans rendre plus difficile la réalisation des filtres d'aiguillage alimentation/signal.



Les possibilités offertes par les transistors commencent à poindre dans le système S 1 et ont été pleinement mises à profit dans les systèmes S 5 et S 25 qui lui ont succédé. Ces deux derniers systèmes, le S 5 surtout, qui est le plus ancien, ont donné lieu à d'importantes réalisations. L'évolution technique, du S 1 au S 25, se caractérise en gros par trois éléments : grossissement du câble, élargissement des bandes des fréquences transmises, rapprochement des répéteurs. Mais une analyse plus fine révèle bien d'autres améliorations, soit techniques, soit économiques. C'est ainsi que pour le conducteur extérieur du câble, le cuivre a été remplacé par l'aluminium, qui est meilleur marché. L'importance croissante prise par les pertes du polyéthylène d'isolation à mesure que l'on monte en fréquence a obligé à étudier de très près les propriétés de ce matériau et à en spécifier sévèrement les caractéristiques.

La structure électrique des répéteurs a fortement évolué : au schéma à amplificateur commun utilisé jusque et y compris le système S 5, on a préféré, pour le système S 25, le schéma à amplificateurs séparés. Moins simple d'apparence, ce deuxième schéma conduit à des amplificateurs plus faciles à réaliser et surtout il élimine des risques d'instabilité inhérents au premier schéma, risques qui augmentent avec l'élargissement de la bande des fréquences et l'augmentation du nombre des répéteurs. Il faudrait encore, pour être complet, mentionner les progrès accomplis en matière de télésurveillance et de télémesure des répéteurs. Les égaliseurs télécommandés du S 25 constituent une amélioration tout à fait remarquable. Sur tous les systèmes antérieurs, le réglage des égaliseurs était fait en cours de pose, juste avant l'immersion, et, une fois le boîtier de l'égaliseur scellé, il était impossible d'y apporter la moindre retouche. Sur le S 25, grâce à des moteurs incorporés à l'égaliseur et mus par télécommande, on peut, à tout moment en cours d'exploitation, modifier le réglage initial.

#### REALISATIONS RECENTES

Plus que jamais peut-être, l'intérêt porté par la France à la transmission par câble sous-marin s'est manifesté entre 1971 et 1977. L'activité s'est déployée dans trois directions. Du point de vue maritime, lancement d'un navire câblier, le *Vercors*, qui est l'un des plus modernes du monde. Sur le plan

intérieur, développement du système S 25, de capacité très supérieure au S 5 qui l'avait précédé. Dans le domaine international, signature, le 2 mai 1973, de deux accords très importants. Le premier définissait les conditions dans lesquelles le Bell System (Etats-Unis d'Amérique), le British Post Office (Grande-Bretagne) et l'Administration française devaient collaborer en vue de la mise au point d'un système intercontinental, le SG, d'une capacité de 4000 circuits environ. Le second prévoyait l'installation et la mise en service, pour 1976, d'une liaison transatlantique en SG, la liaison TAT-6, dont les extrémités sont situées à Green Hill (Rhode Island, Etats-Unis d'Amérique) et à Saint-Hilaire-de-Riez (Vendée).

La coopération entre les trois partenaires avait en réalité commencé deux ans environ avant la ratification officielle des conventions, la France étant chargée plus particulièrement de l'étude des équipements terminaux de transmission. Une note d'information « Le système sous-marin SG » (*L'Echo des Recherches*, n° 77, juillet 1974), puis un article de MM. M. Brouant, P. Delage, R.L. Lynch, H. Soulier : « Les équipements terminaux de transmission du système sous-marin SG » (*L'Echo des Recherches*, n° 89, juillet 1977), ont souligné dans quel excellent esprit la collaboration s'était exercée. Grâce aux efforts des trois associés, la liaison TAT-6, longue de 3500 milles marins et comportant 700 répéteurs environ, était terminée pour l'été 76. C'est, de très loin, la plus impressionnante liaison en câble sous-marin jamais réalisée. Sa mise en service avait été précédée de celle des liaisons S 25 France-Angleterre I et Marseille-Palo (Rome) dont la création répondait à la nécessité de prolonger vers l'Europe du Nord et le bassin méditerranéen une partie des circuits du TAT-6. Ainsi se trouvait couronnée une intense activité de cinq années. Il est très remarquable que cette consécration ait eu lieu au moment même où les Etats-Unis d'Amérique célébraient le 200<sup>e</sup> anniversaire de la proclamation d'une indépendance à laquelle la France avait beaucoup contribué. D'ailleurs, la longue collaboration que nous avons mentionnée a été, pour tous ceux qui ont le bonheur d'y être mêlés, l'occasion de nouer des amitiés qui vont beaucoup plus loin que de simples relations de travail. Si belle et si passionnante que soit la technique, elle ne serait rien si elle ne contribuait pas à rapprocher les hommes et à les aider à mieux se comprendre et fraterniser. ■



# DE LA TELEVISION ANALOGIQUE A LA TELEVISION NUMERIQUE

par J. PONCIN

*Cet article, initialement destiné à des lecteurs plus familiers de l'aspect « télévision » que de l'aspect « numérique », a été publié dans le numéro 19 (décembre 1977) des « Cahiers de la Production Télévisée », édité par la Société Française de Production et de Création Audiovisuelles qui a aimablement autorisé sa reproduction dans « Radome ».*

L'adjectif « numérique », s'il est encore un peu mystérieux, n'est certainement plus inconnu aujourd'hui des professionnels de la télévision. Depuis quelques années, en effet, ce qualificatif (parfois remplacé malheureusement par son holomographe « franglais » « digital »), est apparu, accolé à la désignation d'équipements aux fonctions bien connues : on a parlé de correcteurs de base de temps numériques, de convertisseurs de standards numériques, de synchroniseurs numériques, on assiste aujourd'hui à la présentation des premiers générateurs d'effets spéciaux numériques. Jusqu'où ira-t-on ? Va-t-on assister à un raz de marée technologique ou s'agit-il d'un épiphénomène, d'une simple mode sans lendemain avec son lot de gadgets ?

Toujours est-il que la technique numérique est aujourd'hui à l'ordre du jour des techniques de la télévision. Si la tendance ne se fait encore sentir que modérément au niveau commercial (bien qu'elle s'affirme, indéniablement, d'exposition en exposition, d'IBC 76 en NAB 77 et de NAB 77 à Montreux 77) elle est déjà très nette en amont, au niveau de l'activité des laboratoires publics ou industriels, et, corrélativement, au niveau des discussions de normalisation internationale ; il est particulièrement révélateur qu'aux toutes dernières réunions de la commission « télévision » du Comité Consultatif International des Radiocommunications (CCIR) en septembre 1977, le thème de la télévision numérique soit apparu, quantitativement d'après le nombre de contributions fournies, comme le deuxième par ordre d'importance, précédé seulement par le thème de la diffusion directe par satellite.

Pourquoi cette tendance ? Et d'abord qu'est-ce que la télévision numérique ?

Que peut-on en faire ? Quels problèmes pose l'utilisation des techniques numériques dans les studios ou les réseaux existant aujourd'hui ? Et pour demain, quelle est l'évolution prévisible ? Telles sont les principales questions auxquelles on essaiera d'apporter quelques éléments de réponse. Deux articles de cette revue seront consacrés au sujet : dans le présent article, on tentera un tour d'horizon général sur les aspects fondamentaux de la télévision numérique. Dans un prochain numéro, on poursuivra par un exposé plus spécifique axé sur les applications des techniques numériques aux opérations de production, en faisant le point sur ce que l'on sait faire dès à présent, et sur ce que l'on saura, très probablement, faire demain dans ce domaine.

## EVOLUTION OU REVOLUTION ?

### Une technique nouvelle pour un service traditionnel

Avant de chercher à définir la télévision numérique, une précision s'impose sur l'emploi du mot « numérique » lui-même : les techniques numériques, c'est-à-dire les techniques consistant à manipuler des informations sous forme de nombres, peuvent être utilisées, et le sont d'ailleurs déjà assez largement, dans le cadre des systèmes traditionnels de télévision sans que l'information essentielle, c'est-à-dire l'image soit mise elle-même sous la forme numérique. Par exemple, les systèmes de mesure, de télécommande et d'automatisation font essentiellement appel à ces techniques. Par ailleurs, la plupart des nouveaux services et systèmes de communication sociale (les services de vidéotexte ou de vidéo-messagerie par exemple) sont



basés sur la transmission de données, c'est-à-dire données d'informations numériques, vers les récepteurs, en parallèle avec la transmission du signal de télévision proprement dit sous sa forme traditionnelle.

On ne reviendra pas sur ces sujets mais il est important de préciser que l'on ne recouvrira par la suite sous le terme de « télévision numérique » que les équipements ou les systèmes qui impliquent une numérisation du signal d'image lui-même.

Une première constatation s'ensuit sur la nature de cette évolution technique : on peut envisager une extension du service de radiodiffusion à d'autres applications que la diffusion de programmes usuels de télévision. Avec la télévision numérique, c'est bien toujours de télévision, au sens ordinaire du terme, que l'on parlera et l'innovation ne consistera pas essentiellement à faire autre chose que ce que l'on fait déjà mais à le faire *autrement*, à le faire mieux et plus commodément, et, éventuellement, à en faire un peu plus.

#### Changer la représentation

Revenons donc à la notion même de service de télévision qui consiste par définition à transmettre à distance des images et un programme sonore d'accompagnement. *Nous laisserons de côté provisoirement le problème du signal sonore (dont la numérisation ne pose pas de problèmes fondamentaux) pour nous intéresser dans la suite de cet article à la transmission de l'image qui représente quantitativement la plus grosse partie du « message télévisuel ».*

Créer et transporter à distance des programmes visuels implique un certain nombre de fonctions globales que l'on retrouve dans tout système de télévision : acquisition de l'image (prise de vue), traitement, enregistrement, transmission, diffusion, reproduction de l'image.

L'image n'apparaît en fait sous sa forme naturelle de signal optique qu'aux deux extrémités de cette chaîne. Pour toutes les opérations intermédiaires, elle est traduite ou représentée par un signal électrique, le signal vidéo. C'est évidemment cette traduction qui a permis le développement spectaculaire de la télévision grâce au parti que l'on a su tirer des propriétés de propagation des ondes électromagnétiques, propagation libre dans l'atmosphère ou guidée sur des conducteurs métalliques. C'est en

particulier au niveau des opérations de transmission à grande distance et de diffusion, sans parler des opérations de traitement dans l'élaboration des programmes, que se sont manifestés les avantages décisifs du support vidéo électrique par rapport au support optique qu'offre le film. L'un des grands mérites de cette représentation réside aussi dans le fait qu'elle a pu se prêter, sans trop de difficultés, à l'adjonction d'une information supplémentaire, celle de la couleur, le signal vidéo monochrome étant « simplement » remplacé par un signal composite résultant d'un multiplexage en fréquence de l'information de luminance et de l'information de couleur.

Même si cette représentation de l'image sous la forme d'un *signal électrique analogique* (c'est-à-dire variant de façon continue en amplitude et dans le temps), est aujourd'hui tellement familière qu'elle paraît parfaitement naturelle, on n'oubliera pas qu'elle repose sur des conventions arbitraires au niveau de la définition de la fonction de balayage et du mode de multiplexage de l'information de couleur : *la multiplicité des normes couramment utilisées à travers le monde pour le balayage (50 ou 60 images par seconde ; 405, 525, 625, 819 lignes par image) et le multiplexage de la couleur (NTSC, PAL, SECAM) est malheureusement la meilleure preuve de ce caractère arbitraire.* Par ailleurs, les limites de cette représentation apparaissent en plus d'une occasion aussi bien pour le créateur (du point de vue de la souplesse d'utilisation des moyens techniques qui lui sont offerts) que pour le téléspectateur (du point de vue de la qualité technique des images qu'il reçoit en bout de chaîne).

La télévision numérique consiste simplement à utiliser une autre représentation, un autre mode de description de l'information d'image : chaque image sera décrite par un *ensemble de nombres*, chacun de ces nombres indiquant lui-même quelle est la luminosité ou la couleur d'un point de l'image. On verra plus loin de manière plus détaillée de quelle manière il convient de réaliser cette traduction pour obtenir une représentation suffisamment précise permettant une reproduction fidèle lorsqu'on voudra, à l'extrémité de la chaîne, reconverter l'information sous forme visuelle. Pour le moment, il nous suffit de retenir que toute image peut être mise sous cette forme d'un ensemble de nombres, ou pour aller encore un peu plus loin, sous la forme d'un ensemble



170	169	165	163	160
75	168	162	160	184
75	77	159	182	188
76	80	135	209	185

▲ Une image représentée par des nombres

La photo inférieure représente un agrandissement de la zone encadrée sur la photo supérieure, auquel on a superposé le tableau de nombres qui décrit cette partie de l'image (dans l'échelle de quantification utilisée, le nombre 0 représente le noir et 256 le blanc).



de bits, d'informations élémentaires (oui ou non, 0 ou 1) puisque l'on sait que tout nombre peut être, en numération binaire, écrit sous cette forme.

Ces nombres, ou ces bits, que peut-on en faire ? On peut les multiplier par un coefficient prédéterminé, les additionner, remplacer certains par d'autres provenant d'un autre ensemble, d'une autre image, et voilà que l'on sait faire ainsi l'essentiel des opérations de traitement du signal qui sont nécessaires dans les voies de caméras par exemple et toutes les opérations de mélange et de trucage.

Ces nombres, on peut aussi les écrire, les ranger dans une mémoire puis les lire à un instant quelconque, proche ou lointain de l'instant d'écriture : voilà que l'on sait faire un correcteur de base de temps, un synchroniseur, un enregistreur.

Ces nombres, enfin, on peut les représenter eux-mêmes par un signal électrique à deux états (*tout ou rien*) et envoyer ce signal sur un conducteur ou dans l'éther : voilà que l'on sait transmettre et diffuser.

Toute opération de la chaîne qui va de la caméra de prise de vue au récepteur du téléspectateur est donc *potentiellement numérisable*. Cela ne veut pas dire, bien sûr, que les avantages, que l'on va maintenant essayer de décrire, soient aussi décisifs à court terme pour chaque opération de la chaîne mais il est bon de noter que la numérisation n'est pas, a priori, une technique limitée à une application spécifique, la transmission par exemple, mais qu'elle a effectivement vocation, à terme, à s'étendre à l'ensemble des opérations.

*On reviendra plus loin sur les problèmes de la transition de la télévision analogique vers la télévision numérique mais on peut déjà noter que le dernier bastion de l'analogique, peut-être irréductible à jamais, sera sûrement l'extrémité de la chaîne concernant la diffusion à partir des émetteurs et les récepteurs. Cela tient non pas à des raisons techniques — car les avantages de la numérisation sont a priori aussi attrayants, sinon plus, pour cette partie que pour les autres — mais à d'évidentes questions pratiques et économiques. Cela implique en effet l'utilisation d'une nouvelle norme de diffusion incompatible par essence avec la norme actuelle, donc le renouvellement ou tout au moins des modifications importantes du parc des récepteurs grand public. L'expérience de l'abandon de la norme 819 lignes, qui pourtant se*

*déroule dans des conditions plus favorables à plus d'un titre que celles qu'on peut imaginer pour un abandon éventuel de la diffusion analogique, montre l'ampleur du problème.*

#### Les avantages de la numérisation

Même s'ils peuvent se manifester sous des formes variées pour les exploitants ou pour les clients du service de télévision, les avantages de la numérisation proviennent tous de trois caractéristiques des techniques numériques de base :

#### *La rigueur des opérations numériques*

Dans un circuit de calcul numérique, une fois définies l'opération élémentaire à effectuer sur les nombres et, éventuellement, la précision que l'on désire sur le résultat, celui-ci est déterminé de manière unique et immuable à partir des données d'entrée : 2 + 2 font 4 et ne font pas 3,9 un jour, 4,2 le lendemain et 4,5 le surlendemain comme cela arrive malheureusement assez souvent avec les circuits de calcul analogique toujours soumis à divers effets de dérive.

*On suppose, bien sûr, dans cette comparaison entre le fonctionnement d'un circuit de calcul numérique et de son homologue analogique que l'un et l'autre sont dans un état de fonctionnement normal. Il peut évidemment arriver qu'une défaillance du circuit (généralement irrémédiable : c'est la « mort » du circuit) fasse qu'il ne réponde plus 4 mais absolument n'importe quoi à la question « 2 + 2 = ? ». Il ne s'agit plus alors d'un problème de précision mais d'un problème de fiabilité et l'on verra plus loin que sur ce point les circuits numériques ne le cèdent en rien aux circuits analogiques.*

La conséquence pratique de cette rigueur intrinsèque est que l'on peut prévoir sur les équipements numériques la disparition de tous les ajustements et réglages (à l'exclusion bien sûr des commandes fondamentales de l'appareil) et donc très certainement une simplification considérable des contrôles en exploitation et des opérations de maintenance.

#### *Le caractère universel des fonctions numériques de base*

On a vu plus haut qu'une fois l'information d'image mise sous forme de

nombres, on pouvait réaliser sur ces nombres toutes les opérations nécessaires pour les différentes fonctions qui interviennent dans la chaîne de télévision. Bien évidemment, cette observation est valable pour tous les secteurs d'activité qui impliquent un traitement ou un transport d'information quelle que soit la nature de cette information et certains de ces secteurs sont déjà totalement ou largement « numérisés » : c'est évidemment le cas de l'informatique mais aussi de la mesure, de la commande de processus industriels, des télécommunications et de la téléphonie en particulier, etc. Pour satisfaire ce gigantesque marché qu'offre aux composants numériques leur caractère universel, des efforts technologiques considérables ont été développés, dont les fruits sont aujourd'hui particulièrement appréciables pour les concepteurs et les utilisateurs de systèmes : *miniaturisation* (en particulier grâce aux progrès de l'intégration à grande échelle), *fiabilité élevée*, *coûts réduits*. Pour ne citer qu'un exemple, on verra dans le prochain article, tout le parti que l'on peut espérer tirer, au niveau des fonctions de production, des mémoires d'images numériques. Si la réalisation de *mémoires d'images* est une application spécifique à la télévision, elle n'apparaît aujourd'hui concevable à un coût raisonnable que grâce aux développements de *composants de mémoire* de capacité de plus en plus grande (1 K bit puis 4 Kbit puis 16 Kbit par boîtier) et de prix de plus en plus faible.

#### *La robustesse du signal numérique*

On a déjà mentionné la possibilité de transcrire les nombres binaires représentant l'image sous forme d'un signal (électrique ou magnétique par exemple) en tout ou rien lorsqu'on veut les transmettre ou les enregistrer. Un tel signal possède la propriété précieuse de pouvoir être *régénéré*, c'est-à-dire reconstitué sous une forme rigoureusement identique à la forme initiale même après avoir subi les bruits, distorsions et dégradations diverses inhérentes à tout transfert physique d'information. Bien entendu, il y aura des cas dans la pratique où le niveau de distorsion sera tel que le régénérateur se trompera et prendra un « 0 » pour un « 1 » ou réciproquement. On aura donc une erreur qui se traduira par une certaine déformation du message restitué, mais, comme on l'a signalé pour les organes de calcul numériques, une conception correcte des systèmes — et en particu-

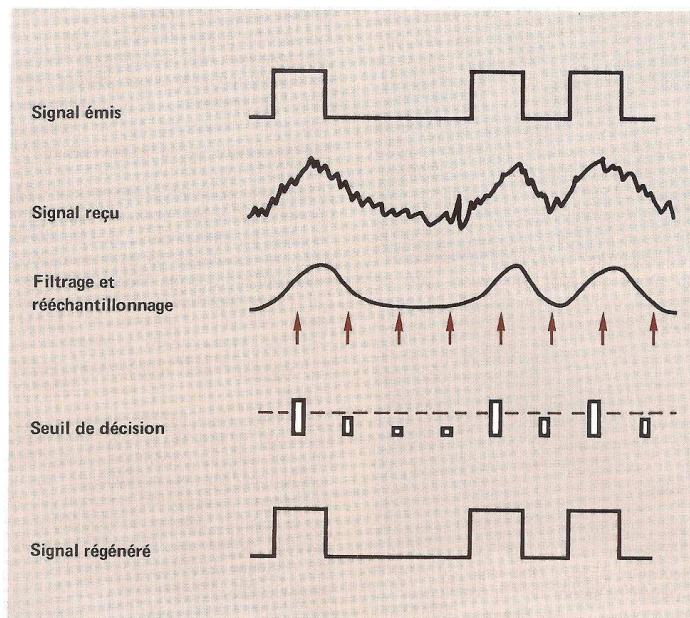


lier un choix judicieux de la périodicité ou du pas de régénération — permettra de réduire la probabilité de ces événements largement en dessous du seuil de gêne ou même de perceptibilité.

Cette faculté de régénération est spécialement intéressante pour garantir un niveau de qualité élevé dans deux cas où les limites des techniques analogiques actuelles se font clairement sentir : celui des transmissions à très grande distance, en particulier des transmissions intercontinentales et celui des générations multiples d'enregistrement : obtenir une copie de 20<sup>e</sup> génération indiscernable de la première sur le plan de la qualité, voilà de quoi faire rêver et, peut-être, de quoi modifier sensiblement les techniques de production.

#### La transition... Comment ?

Après cette description alléchante des promesses de la technologie numérique, on se demandera sûrement pourquoi elle n'occupe pas dès maintenant une place plus importante dans le secteur de la télévision. La réponse est double : d'une part la plupart des développements technologiques sur lesquels se fondent les affirmations précédentes sont extrêmement récents et l'on connaît le délai qui sépare l'apparition d'une innovation de son utilisation courante dans des équipements industrialisés et commercialisés. D'autre part, il est probable que cette disponibilité toute récente des techniques numériques pour la télévision arrive à un moment peu favorable à l'introduction massive d'une nouvelle génération d'équipements. La plupart des organismes de production et de télédiffusion des grands pays industrialisés viennent tout juste de terminer d'importants programmes d'équipements en particulier pour la coloration des programmes et il est donc peu probable qu'ils se lancent très rapidement dans le remplacement de ces équipements par des versions « numérisées ». En revanche, dans les pays, du Tiers Monde essentiellement, qui projettent de mettre en place dans les cinq à dix ans à venir des centres complets de production et des réseaux de diffusion à partir d'une infrastructure actuellement peu développée, les techniques numériques pourraient réaliser une percée significative d'autant que ces pays seront probablement particulièrement sensibles aux avantages qu'ils pourront tirer de la simplicité d'exploitation et de maintenance qui est, comme on l'a vu, l'une des



caractéristiques essentielles des systèmes numériques.

Quoi qu'il en soit, même si la période de transition entre la situation actuelle du « tout analogique » et la situation future du « tout numérique » doit durer longtemps — et l'on devrait même plutôt dire *parce que* cette période sera longue — il importe, dès à présent, de se préoccuper des modalités de cette introduction progressive d'équipements numériques dans les systèmes en exploitation. Deux écueils en particulier doivent être évités, correspondant l'un et l'autre à un développement anarchique de la technique : d'une part, le risque de laisser à la seule initiative des constructeurs de matériels le choix des normes de codage numérique utilisées à l'intérieur d'équipements nouveaux du genre « boîtes noires » à interfaces analogiques (tous les équipements numériques actuellement en service : correcteurs de base de temps, synchroniseurs, effets spéciaux... sont de ce type). Il y a de bonnes raisons en effet de penser que ce choix ne saurait être dans ces conditions ni uniforme, ni optimal du point de vue du système global. D'autre part, il convient d'éviter, autant que faire se peut, d'aboutir à la situation de « l'archipel numérique dans la mer analogique » : il est clair en effet que des passages trop nombreux du signal de la forme analogique à la forme numérique et réciproquement au long

de son cheminement de la source au récepteur, risquent de faire perdre la plus grande partie des avantages que l'on a cités plus haut à l'actif des solutions numériques.

Il est donc urgent de mener à terme les travaux de normalisation déjà bien engagés au sein de diverses instances (Commission Technique de l'UER, Comité Spécialisé SMPTE, CCIR) sur ce sujet, et de poursuivre une réflexion qui n'est encore qu'ébauchée (cf. article suivant) sur les scénarios d'introduction des techniques numériques, en particulier dans les centres de production où l'enchaînement et l'imbrication des opérations élémentaires sont particulièrement complexes.

Pour revenir au titre de ce paragraphe : « évolution ou révolution ? », on conclura simplement, en Normand, que tout dépend du point de vue où l'on se place : pour le téléspectateur comme pour le créateur, le changement devrait être ressenti plutôt comme une évolution apportant progressivement et, on peut l'espérer, sans douleur, les avantages que l'on a fait miroiter. Pour le technicien, en revanche, on ne peut nier que la mutation de l'analogique au numérique et le renouvellement complet des équipements, des techniques et des méthodes d'exploitation qui l'accompagne, seront probablement ressenties comme une révolution, sans qu'il faille pour autant dramatiser : il est des



◀ Régénération d'un signal numérique

révolutions pacifiques et fort bien accueillies par ceux qu'elles concernent...

### LES BASES DE LA TELEVISION NUMERIQUE

#### Echantillonnage et quantification

On a vu que l'idée de base de la télévision numérique était de représenter chaque image par un ensemble de nombres qui indiquent chacun la luminosité ou la couleur d'un point de l'image.

*Pour simplifier l'exposé qui suit on ne parlera à ce stade qu'en termes de luminosité, c'est-à-dire que du codage d'un signal monochrome. On reviendra plus loin, au paragraphe « composite ou composantes » sur le problème de la couleur.*

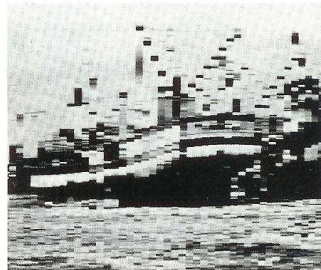
La définition complète de cette opération de codage suppose que l'on réponde à deux questions :

— où prendre ces points sur l'image et avant tout combien en prendre ? C'est le problème de l'échantillonnage ;

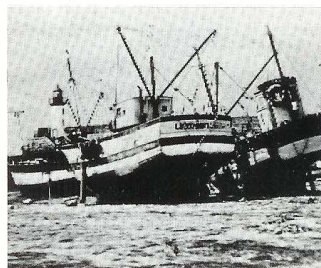
— sur quelle échelle mesurer en chacun de ces points la luminosité et avant tout avec quelle précision ? C'est le problème de la quantification.

En ce qui concerne tout d'abord l'échantillonnage, on observera que si l'on part de l'analyse qui fournit le signal vidéo traditionnel, les deux tiers du travail sont déjà faits : en effet, ce signal est déjà une représentation d'une scène visuelle à trois dimensions (deux dimensions d'espace et la dimension temporelle) échantillonnée dans le temps (par l'analyse à la cadence de 25 images/seconde) et dans la dimension verticale (par l'analyse en 625 lignes). Il ne reste donc plus qu'à poursuivre en définissant sur chaque ligne les positions précises et le nombre de points de prise d'échantillons.

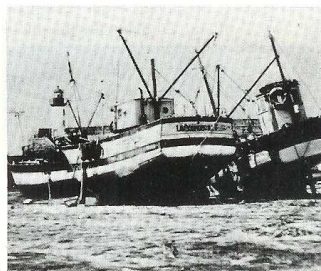
L'approche que l'on décrit ainsi (« structure et nombre de points ») est la plus fondamentale, celle qui revient à reposer complètement en termes physiques le problème de la représentation. Elle n'est pas pour autant théorique car il est relativement probable que, dans un avenir proche, des sources d'images à cibles discrètes (senseurs « solides » CCD par exemple) fourniront directement à l'entrée du système de télévision un signal d'image ainsi échantillonné spatialement et temporellement.



1 MHz (52 points par ligne)



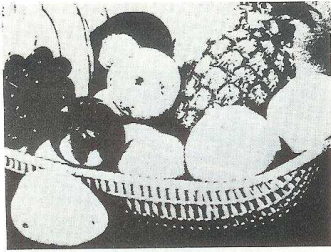
5 MHz (260 points par ligne)



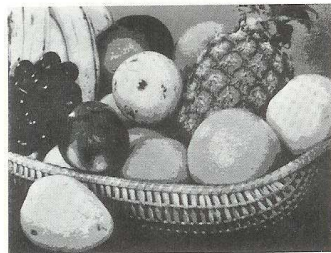
8 MHz (416 points par ligne)

▲ Choix de la fréquence (ou du nombre de points) d'échantillonnage.





1 bit/échantillon  
(2 niveaux de gris)



3 bit/échantillon  
(8 niveaux de gris)



6 bit/échantillon  
(64 niveaux de gris)

▲  
Choix de la finesse de quantification

L'autre approche du problème de l'échantillonnage, la plus couramment utilisée jusqu'à présent, tant la représentation de l'image tridimensionnelle par le signal vidéo monodimensionnel est naturelle, consiste à parler en termes de « fréquence » : considérant le signal vidéo qui se déroule dans le temps, à quelle cadence faut-il venir le mesurer, en prendre des échantillons ? Les deux approches sont bien sûr complémentaires et si la relation entre structure et fréquence d'échantillonnage n'est pas évidente *a priori*, celle entre fréquence et nombre de points est tout à fait claire. Laissons donc de côté le problème de structure, qui suscite encore quelques controverses, et penchons-nous rapidement sur celui du nombre de points.

Pour choisir ce nombre, le critère utilisé en première approximation est le même que celui qui a présidé au choix de la fréquence image et du nombre de lignes : le nombre retenu sera le nombre minimum qui conduise à une impression visuelle de *continuité* dans la direction horizontale analogue à l'impression de continuité verticale que donne la définition de 625 lignes et de continuité temporelle que donne l'analyse à 25 images seconde : il n'y a qu'à essayer et choisir.

A titre d'illustration, on montre sur la figure de la page précédente le résultat de l'échantillonnage d'une même image à trois cadences notablement différentes : la première reproduction qui correspond à une fréquence d'échantillonnage de 1 MHz (soit 52 points par ligne active) donne de toute évidence une représentation trop grossière. La seconde (5 MHz = 260 points) se révèle encore insuffisante pour la description fidèle des zones finement détaillées (les mâts et les cordages par exemple). La troisième enfin (8 MHz = 416 points) ne présente aucun défaut perceptible : c'est effectivement vers le choix de paramètres d'échantillonnage proches de ceux-ci (8,86 MHz = 462 points) que s'oriente aujourd'hui la normalisation.

Comparativement, le problème de la quantification paraît plus simple. Il s'agit uniquement d'un problème de *précision* dans la représentation des amplitudes des échantillons par des nombres. La première question est de savoir si cette précision doit être identique sur toute la dynamique du signal, autrement dit si l'on doit représenter avec la même précision les teintes claires et les teintes sombres d'une image. La réponse n'est pas aussi évidente qu'on pourrait le croire mais, après de nom-

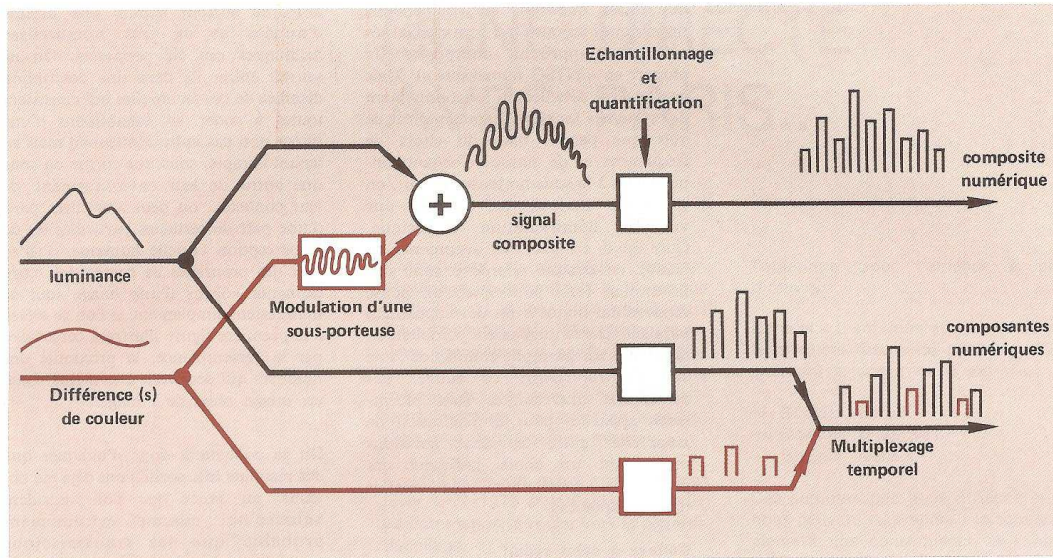
breux travaux, on est arrivé aujourd'hui à la conclusion que, si l'on quantifie un signal de luminance *préalablement corrigé en gamma*, la quantification uniforme (qui est aussi la plus simple) n'est pas très éloignée de l'optimum théorique.

Cela étant, quelle précision choisir ? Si l'on décide que les nombres représentant l'amplitude de chaque échantillon seront des nombres à 1 chiffre décimal, on ne décrira et on ne restituera l'ensemble des demi-teintes qu'avec dix teintes de gris différentes, soit une précision de quantification de 10 % de la dynamique. Si l'on s'accorde deux chiffres décimaux pour chaque échantillon, on pourra reproduire 100 niveaux de gris donc obtenir une restitution beaucoup plus fidèle, au prix bien sûr d'une plus grande quantité d'informations à transmettre. En fait, on a déjà mentionné que les nombres en question seront plus volontiers manipulés en numération binaire qu'en numération décimale et la question sera donc plutôt : faut-il affecter 3 bit par échantillon (8 niveaux de gris ?), 4 bit (16 niveaux ?) 5 bit (32 niveaux ?), etc. Comme dans le choix du nombre d'échantillons, on ne peut obtenir la réponse qu'expérimentalement, en regardant le résultat de chaque quantification. Nous aurons donc à nouveau recours aux figures pour illustrer notre propos. Sur les figures de gauche, la même image a été quantifiée à 1, à 3 et à 6 bit par échantillon.

La représentation à 1 bit/échantillon donne du noir et blanc, au sens propre du terme. A 3 bit/échantillon, le progrès est net mais on constate que le trop petit nombre de niveaux (8 teintes de gris seulement dans ce cas) ne permet pas de reproduire toutes les nuances (le modelé des pommes ou des oranges par exemple sur la photo choisie) : on a des effets de « courbes de niveaux » ou de « faux contours » dans toutes les zones présentant des dégradés de luminance.

Avec 6 bit/échantillon enfin, le résultat en reproduction photographique sur papier, est pratiquement parfait. Pour une reproduction sur écran, dans les conditions normales d'observation de la télévision, quelques défauts mineurs sont encore décelables à ce niveau et l'on admet aujourd'hui de manière pratiquement unanime qu'il faut utiliser 8 bit/échantillon (256 niveaux) pour conserver une marge de qualité suffisante (et en particulier pour autoriser plusieurs opérations de codage/décodage numérique en cascade).





▲ Codage composite et codage séparé des composantes.

#### Composite ou composantes ?

On n'a parlé jusqu'à présent que du codage numérique de signaux monochromes alors que, bien évidemment, on se doit aujourd'hui d'envisager, pour quelque application que ce soit, le cas de la télévision en couleur. Un dilemme se pose alors qui a fait couler depuis quelques années beaucoup d'encre et de salive : faut-il coder en bloc le multiplex en fréquence que constitue tout signal composite ou faut-il coder séparément la luminance et les signaux de différences de couleur puis multiplexer temporellement les deux types d'information ? Les deux approches, qui sont illustrées sur la figure ci-dessus, ont bien sûr, l'une et l'autre, leurs avantages : ceux en faveur de l'approche composite sont essentiellement la facilité d'introduction dans les systèmes actuels où pratiquement, dès la source et jusqu'au récepteur, le signal est traité sous cette forme, l'économie réalisée du fait qu'un seul organe de codage/décodage est alors nécessaire et enfin le fait que l'on évite une démodulation et une remodulation du signal en ses composantes à chaque passage en numérique, opérations qui, surtout si elles sont cumulées plusieurs fois, peuvent se traduire par une dégradation du signal.

*En fait, ce type de codage transfère dans le domaine numérique les avantages et les inconvénients propres à chaque système composite : on notera en particulier que le « SECAM numérique » ne*

*sera pas plus mélangeable que le SECAM analogique alors que PAL et NTSC numériques le seront comme leurs équivalents analogiques. De ce fait, l'approche « composantes » disposera dans les pays SECAM d'un atout supplémentaire et le « SECAM numérique » ne connaîtra probablement qu'un développement restreint. On se gardera cependant d'en conclure que le SECAM soit voué à disparaître — car il a encore de beaux jours devant lui en diffusion — ou que les pays SECAM aient a priori un quelconque handicap dans la distribution de la manne numérique par rapport à leurs voisins PAL ou NTSC.*

En faveur de l'approche « composantes », on citera la possibilité de traiter les signaux de luminance et de couleur soit globalement (commutation, mélange, mémorisation), soit de manière différenciée (effets spéciaux, codage à débit réduit) et surtout le fait que cette solution est compatible avec les trois normes de codage de la couleur. Si la compatibilité SECAM ou PAL/NTSC est en fait un peu fictive du fait des différences de normes de balayage, SECAM et PAL en 625 lignes sont par contre, parfaitement compatibles par cet intermédiaire. Cette dernière caractéristique en fait de toute évidence la solution privilégiée pour tous les problèmes d'échanges internationaux (interconnexion de réseaux de transmission, format d'enregistrement magnétique).



On notera que tous les équipements numériques aujourd'hui commercialisés utilisent l'approche composite (la plupart en « NTSC numérique »). Mais une analyse détaillée du fonctionnement des systèmes les plus élaborés permet de voir que par le biais du choix de fréquences et de phases d'échantillonnage liées à la sous-porteuse couleur, on y réalise parfois, en interne, une véritable démodulation numérique. Quoi qu'il en soit, les arguments en faveur de chaque approche sont suffisamment forts pour que l'on pense aujourd'hui plutôt à un développement parallèle (et éventuellement complémentaire) qu'à un triomphe complet de l'une sur l'autre. Dans ce cadre, des possibilités intéressantes sont récemment apparues pour la réalisation de *passerelles* entre les deux solutions moyennant un choix judicieux des paramètres d'échantillonnage retenus dans chaque cas.

#### Codage à débit réduit

La technique de numérisation décrite ci-dessus, consistant à représenter individuellement l'amplitude quantifiée de chaque échantillon, est généralement désignée sous le nom de MIC (Modulation par Impulsion et Codage) ou, en anglais, de PCM (Pulse Code Modulation).

C'est une technique simple, robuste et particulièrement pratique comme préalable à toutes les opérations de traitement « actif » (par opposition aux traitements « passifs » que constituent un enregistrement ou une transmission) éventuellement différenciées au niveau de chaque point de l'image. Son principal inconvénient est de conduire à la représentation du signal d'image par une *grosse quantité d'informations élémentaires* (de l'ordre de 120 Mégabit/seconde pour un signal couleur). Si l'on considère les applications de transmission à grande distance et d'enregistrement où chaque Mégabit/seconde se traduit à son tour par une « consommation » de quelques centaines de Khz de bande ou de quelques cm<sup>2</sup>/seconde de support magnétique, on comprendra que l'on ait cherché des méthodes de codage plus *économiques*, c'est-à-dire permettant de transporter et de restituer le message visuel avec la même fidélité mais en utilisant un *débit numérique* (nombre d'informations élémentaires par seconde) aussi réduit que possible.

L'imagination des chercheurs s'est effectivement donné libre cours dans ce

domaine surtout depuis une dizaine d'années et de très nombreuses techniques ont été proposées. On ne saurait entrer ici dans une description détaillée de ces techniques qui consistent toutes à coder les échantillons d'une image non pas individuellement mais en tenant compte, sous une forme ou sous une autre, de leur environnement, de leur contexte : on peut ainsi tirer parti d'une part de certaines particularités de la perception visuelle humaine, d'autre part des propriétés de *corrélation* entre éléments voisins d'une image (qui se manifestent simplement, si l'on se réfère à la première figure illustrant cet article, par la ressemblance, la proximité des nombres qui décrivent une même zone, un même objet de l'image).

On se contentera donc d'indiquer que des résultats très positifs ont déjà été obtenus, au point que l'on considère aujourd'hui comme extrêmement probable que les transmissions numériques internationales entre pays européens se feront dans le futur au débit de 34 Mbit/seconde qui correspond au troisième niveau de la hiérarchie de multiplexage numérique européenne. *Comme il s'agit là du débit global de multiplex envisagé pour transmettre une voie vidéo couleur et au moins 5 voies son de haute qualité ainsi que les voies de commentaires, les signaux de données et de services, etc., la seule information d'image sera dans un tel système comprimée dans un rapport 4 environ par rapport au codage MIC le plus simple.* Il est certain que seule la mise au point de telles techniques permet d'envisager des applications économiquement compétitives à court terme des solutions numériques dans le domaine de la transmission et, peut-être, dans celui de l'enregistrement.

#### CONCLUSION

Après de si longs développements, on se doit de conclure de façon brève. On émettra donc simplement le vœu que le lecteur, à la lecture de ces pages, ait mieux perçu la nature et l'impact de la numérisation dans les systèmes de télévision, qu'il se soit rendu compte de la solidité des fondements déjà posés, et qu'il se sente finalement suffisamment concerné pour avoir envie d'apporter sa pierre à la construction de l'édifice numérique, édifice que les techniciens des Centres d'Etudes ne sauraient évidemment imaginer ni construire tout seuls. ■



# LIGNE DIRECTE AVEC PARIS...

« Mesdames et messieurs, bonjour, l'équipage vous souhaite la bienvenue à bord. Nous allons décoller dans deux à trois minutes pour Villacoublay. Nous vous conseillons de garder votre ceinture attachée durant tout le vol car la météo n'est pas très bonne. Sauf attente imprévue, l'atterrissage aura lieu dans une heure quinze minutes. »

Il est 7 h. 10, un mardi matin de cet hiver 1977-1978 et le Fokker du CNET va commencer à rouler vers la piste de décollage.

Les 40 passagers, quelques-uns encore un peu endormis, rêvant peut-être à l'appartement bien douillet qu'ils ont quitté à regret il y a quelques minutes, sont installés sur leurs sièges. Ils entendent cette voix un peu impersonnelle mais si calme ce matin, si rassurante aussi, alors que dehors il fait noir et la tempête souffle.

Parmi les passagers, bon nombre se posent peut-être des questions : qui sont-ils ceux qui vont ce matin conduire l'avion dans cette conjoncture hostile, quelle est leur vie, quels sont leurs soucis et que font-ils, devant, dans le poste de pilotage, entourés d'une multitude de cadrans et de lampes ? Ont-ils leurs mystères ?

Vous allez le savoir en vivant cette journée avec l'équipage : commandant de bord, copilote et assistant technique.

Tout d'abord, depuis 5 h. 30, la journée est déjà commencée, depuis que le réveil a sonné chez le commandant de bord responsable de la mission d'aujourd'hui. Encore en pyjama, avant le rasoir et le café brûlant qui réveille, vite, une fenêtre et un volet entrouverts pour essayer de lire dans le ciel obscur et écouter les rafales d'ouest : « Encore du vent et de la pluie, la journée va être dure ! »

A 6 h. 15 un coup d'avertisseur discret. C'est le responsable de l'escale avec la voiture de service qui « ramasse »

l'équipage pour l'amener à pied d'œuvre.

Dans la 4 L enfumée et réchauffée par la première Gitane de « Nanar », c'est vraiment le début de la journée.

— Bonjour, Béru !  
— Bonjour, p'tit, Bill !  
— Bonjour, Néné !

Ces surnoms que nous utilisons entre nous peuvent surprendre : ils sont simplement une conséquence et l'image même de l'amitié qui régnait à l'époque des pionniers du CNET-Lannion, de la fraternité joyeuse qui unissait, alors, le personnel. Maintenant, comme ailleurs, elle tend à disparaître, les surnoms aussi. C'est logique. Ce n'est pas une question d'époque, c'est une question de chaleur humaine et de sens de la solidarité de plus en plus dilués par le nombre.

Arrivée au terrain.

Pendant que l'assistant technique, aidé par le mécanicien de piste, effectue la « visite pré-vol » de l'avion, le commandant de bord prend par téléphone, auprès du Service météorologique de Rennes, les prévisions pour le vol : aspect général de la situation, vents sur le trajet à 3000 et 5500 m d'altitude, type, base et sommet des nuages, altitude des isothermes 0° et -10°, givrage et turbulences possibles, météo actuelle et prévue des terrains de destination et de déroutement. Et, en l'occurrence, aujourd'hui ce n'est guère réjouissant : une perturbation active sur la Bretagne se déplace rapidement vers l'est et sera suivie d'une seconde qui abordera la Bretagne dans la soirée. Toutefois, pour l'instant l'atterrissage à Villacoublay est possible malgré un risque de neige.

Après un bref passage à l'escale pour signature des manifestes passagers (40 passagers dont M. le Directeur), les deux pilotes commencent à bord du



Fokker la longue « check list » (en bon français : liste de contrôle) qui permet de vérifier si tout fonctionne normalement.

« Lannion airport de Bravo Fox, bonjour — peut-on avoir les paramètres de décollage ? » « BF de Lannion, bonjour — piste 30 en service — vent 240°/20 nœuds, pointes à 30 — QFE 985 — QNH 995 — température + 5°. Rappelez pour mise en route. »

*(QFE : Pression altimétrique à l'altitude de l'aérodrome.)*

*QNH : Calage altimétrique pour lire au sol l'altitude de l'aérodrome.*

*BF : Bravo Fox - Immatriculation de l'avion.)*

A 7 heures précises commence l'embarquement des passagers qui, après quelques minutes, ne sont toujours qu'au nombre de 38.

« Il manque M. X... et M. Y... qui arrivent habituellement à la dernière minute et parfois même en retard... », et effectivement, à l'instant même, on les voit arriver en courant sous la pluie.

« Lannion de BF pour mettre en route. »

« BF de Lannion, autorisé. Rappelez pour rouler. » Moteur droit et moteur gauche sont successivement mis en route. Tous les paramètres avion sont normaux et on termine la check list : poids au décollage et vitesses associées.

« Lannion de BF roulage. »

« BF de Lannion, roulez pour la piste 30 - QFE 985 - QNH 995 - Autorisé par Brest contrôle niveau 130 sur Dinard. »

Il pleut soudain plus fortement, comme par hasard, pour le décollage, et les bruyants essuie-glaces fonctionnent à vitesse supérieure.

« Lannion de BF alignement et décollage. »

« BF de Lannion, autorisé — vent 240/30 nœuds. La mise en puissance est normale, tous les paramètres sont corrects. L'avion roule de plus en plus vite et décolle.

« BF de Lannion, décollage à 15. Vous pouvez contacter Brest Contrôle. »

« Brest Contrôle de BF, bonjour. »

« BF de Brest, bonjour, rappelez niveau 130 et Dinard. »

Après un petit crochet effectué par la droite dans la baie de Saint-Brieuc pour éviter un gros cumulus actif détecté au radar météo de bord, le Fokker se trouve en croisière à 13 000 pieds, mais, hélas ! toujours dans les nuages et très légèrement secoué. Suit un bref dialogue entre les deux pilotes pour envisager de demander au contrôle de monter plus haut.

« Brest de BF, pouvons-nous monter au niveau 150 ? »

« BF de Brest autorisé. »

Et deux minutes plus tard le Fokker se trouve au-dessus de la couche à 15 000 pieds. Dinard, le Mont-Saint-Michel et toute la Normandie sont sous les nuages.

La tour de Villacoublay contactée par radio annonce de faibles chutes de neige, un plafond de 150 m, une visibilité de 2 000 m et une température de — 1°...

« Pourvu que la neige s'arrête de tomber, sinon ils vont entreprendre le déneigement de la piste et il faudra attendre sur Chartres ou aller à Orly. » Finalement tout se passe bien : pas d'attente sur Chartres avec Paris Contrôle, et l'avion est pris en compte par le Contrôle d'Approche d'Orly pour la descente et l'approche initiale sur Villacoublay. Le seul problème attendu est le givrage, à cause de la température et des masses nuageuses

... il arrive. ▶

... une multitude de cadrans et de lampes. ▼







à traverser, mais il est vite résolu avec les moyens que possède l'avion pour se débarrasser de la glace.

« BF d'Orly, vous êtes à 5 milles de la balise, toujours vers 3000 pieds QNH, contactez Villacoublay Approche. »

« Villa Approche de BF bonjour, nous approchons de 3000 pieds QNH, pratiquement aligné sur l'ILS. »

« BF de Villa descendez à 1700 pieds QFE, rappelez début de descente sur l'ILS. Je vous signale une nouvelle précipitation de neige avec actuellement 3 cm sur la piste — température — 1° — le plafond est à 150 m et la visibilité de 1500 m. »

« Villa de BF, 1700 pieds en finale, train sorti. »

« BF de Villa, autorisé à atterrir, le vent est calme. »

L'atterrissage a lieu sans sollicitation des freins. A l'escale, les passagers, surpris, mettent le pied sur un mince tapis blanc, dans une ambiance ouatée qui tranche avec le bruit et les vibrations subis pendant une heure et quart.

Pendant que l'assistant technique effectue les pleins et la visite après vol, le commandant de bord, après avoir déposé son plan de vol du soir,

s'enquiert de la météo prévue pour la journée à Paris et à Lannion : « persistance des chutes de neige sur le Bassin Parisien, et sur la Bretagne, atténuation très sensible du vent et arrivée d'une nouvelle perturbation avec plafonds bas et probablement du brouillard ».

A 17 heures, l'équipage se retrouve à pied d'œuvre pour déneiger l'avion et prendre la météo. L'appareil mobile de dégivrage est commandé pour 18 h. 30 et la météo confirme ses prévisions : « brouillard sur les côtes de la Manche de Brest à Dinard Lannion : plafond inférieur à 30 m et visibilité 200 m. Rennes par contre, est « bon » avec 400 m de plafond et 3 km de visibilité ». Nous irons donc au moins jusqu'à Rennes... et peut-être à Lannion si cela s'améliore...

Le car, qui a dû avoir quelques problèmes sur la route, arrive, malgré tout, juste à l'heure.

Les 40 passagers se hâtent dans la froidure et embarquent rapidement.

L'assistant technique ferme les portes pour permettre à la dégivreuse, qui attend, d'arroser copieusement l'avion durant quelques minutes. Mise en route, roulage et décollage sur la piste dégagée de toute neige, ont lieu à 19 heures sans problèmes.

Une quinzaine de minutes avant Dinard, un contact radio établi avec Lannion confirme aux pilotes que l'amélioration espérée n'est, hélas ! pas venue. A la verticale de Dinard, après avoir également pris la météo de Rennes, le commandant de bord décide le déroutement et informe le Contrôle de Brest de ses intentions. Les passagers sont également prévenus. La descente est commencée et l'atterrissage s'effectue à 20 h. 30.

L'autocar commandé à un transporteur de Rennes par le responsable de l'escale de Lannion n'est pas encore arrivé et les passagers, maussades, se répandent dans l'aérogare. En attendant, il faut trouver et retenir les chambres pour l'équipage qui va rester avec l'appareil, préparer l'avion et faire le plan de vol pour le mercredi matin. Puis l'autocar se présente, les sourires reviennent, cet imprévu est accepté avec bonne humeur, on entend même quelques plaisanteries faciles sur le « climat breton »...

Les portes claquent. « Au revoir, et à demain ! ». Car demain il faudra repartir... un peu plus tôt que ce matin... pour ramener l'avion à Lannion à 6 h. 45. Et un autre équipage, avec une quarantaine de collègues, commenceront eux aussi une nouvelle journée que nous leur souhaiterons plus calme... et plus courte. ■



## LA STATION EUROPEENNE DE BERCENAY-EN-OTHE (Aube)

Aux confins de la Champagne et de la Bourgogne, dans ce pays d'Othe à l'apparence secrète — on est surpris de ne rencontrer âme qui vive dans les villages ou dans la campagne, — dans un site de collines coiffées de bois impénétrables et de vallons cultivés en champs de blé ou en prés, la DTRI (Direction des Télécommunications du Réseau International) a fait surgir un point d'animation intense, le nouveau Centre de Télécommunications par Satellite de Bercenay.

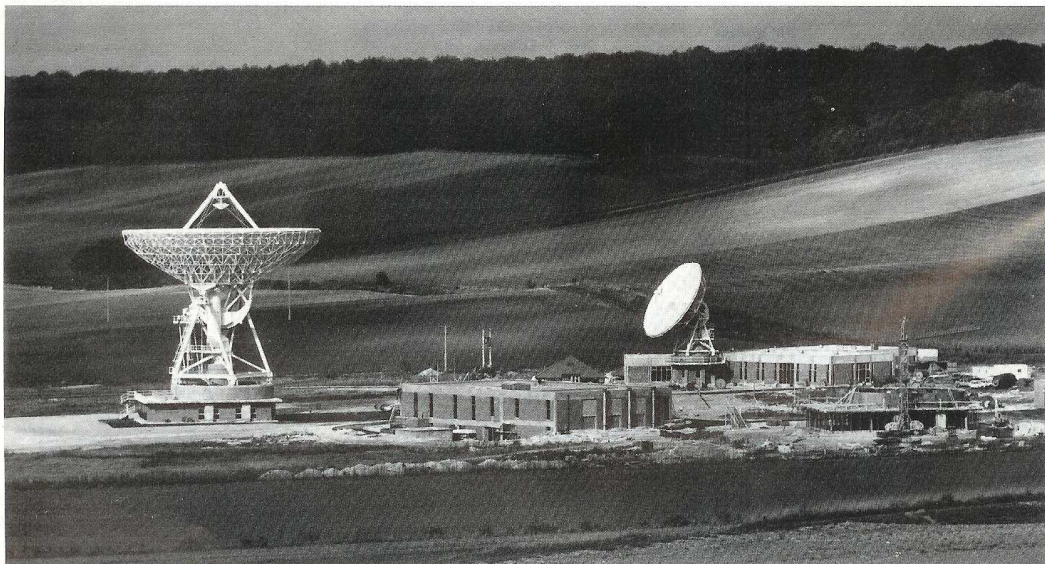
L'étendue occupée par les bâtiments dénote l'importance du Centre, malgré l'habillage de briques brunes et l'architecture au ras du sol destinés à produire une bonne intégration dans le

paysage. Les antennes ne peuvent passer inaperçues avec leurs structures blanches : on remarque une antenne standard A « INTELSAT », (BY1) qui est en service, et le soubassement d'une deuxième antenne de même type (BY2) en construction. Une antenne plus petite, jouxtant le bâtiment d'exploitation sur son embase octogonale, attire ensuite l'attention : c'est la station européenne (BYE) que le CNET (ETN/IST) est chargé de mettre en œuvre pendant la période expérimentale du satellite OTS (Orbital Test Satellite).

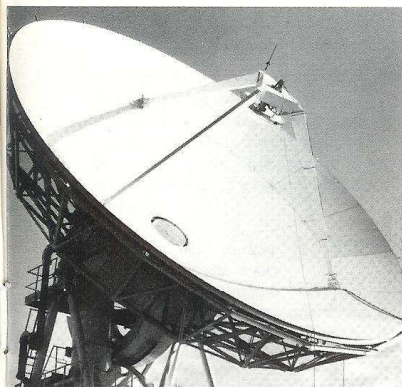
La création du Centre répond à la croissance irrésistible du trafic mondial par satellites qui apparaît dans le nombre total de circuits gérés par la DTRI :

60 en janvier 1969, 220 en juin 1978. Par ailleurs il était difficilement pensable de concentrer tous les moyens à Pleumeur-Bodou et le choix s'est porté naturellement sur un site pas trop éloigné de Paris et surtout favorable radioélectriquement. Bercenay est dans ce sens le meilleur emplacement : absence d'interférences mutuelles avec les faisceaux hertziens, protection contre les radars et les parasites industriels. Le sous-sol de craie est parfaitement stable. Le voisinage de la ville de Troyes est favorable à l'affectation du personnel qualifié nécessaire à l'exploitation.

Vue générale de la station de Bercenay-en-Othe, près de Troyes.

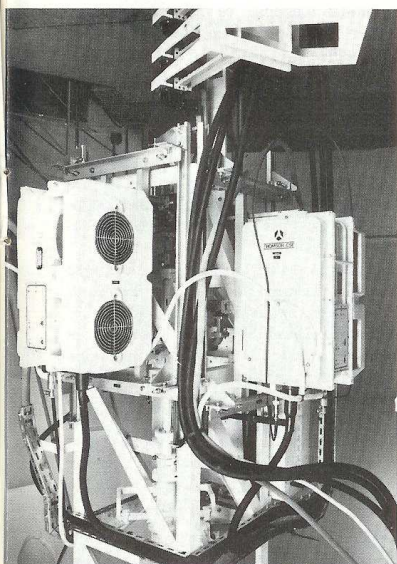






▲ Station OTS de Bercenay-en-Othe qui a été utilisée pour le programme d'essai expérimental avec le satellite « OTS 2 ». Antenne de 14,5 m de diamètre, travaillant dans la bande 11/14 GHz.

Antenne OTS. Éléments non rayonnants de la source d'illumination, polarisation linéaire, réutilisation de fréquences, amplificateurs paramétriques 11 GHz.



Ces avantages ont prévalu pour décider de l'implantation de la station française du réseau régional européen dont la création est engagée. Si l'Agence Spatiale Européenne est maître-d'œuvre du satellite, la CEPT (Commission Européenne des Postes et Télécommunications) assure la définition de la charge utile « télécommunications » et, dans ce cadre, le CNET joue un rôle pilote : la présidence du groupe SET (Satellite Européen de Télécommunications), siège du noyau permanent à Issy-les-Moulineaux. Le CNET a donc très tôt prévu de disposer d'une station réalisée pour le système européen et qui devait être prête dès le lancement du satellite OTS.

Chacun a en mémoire les malheurs de la fusée américaine de lancement : après un sérieux incident mécanique en juin 1977 entraînant le report du lancement, un échec complet en septembre, avec perte du satellite OTS 1, le modèle n° 2 a enfin été mis sur son orbite synchrone (lancement le 12 mai 1978) et a atteint sa position de travail (longitude 10° Est) le 25 mai 1978. Le réseau européen est structuré sur un centre d'opérations (ESOC = European Space Operation Center) à Darmstadt (RFA), sous la responsabilité de l'ASE (Agence Spatiale Européenne) avec une station de contrôle. Une autre station de contrôle et de télécommunications est en service à Fucino (Italie). Enfin est actuellement opérationnelle la station française BYE. D'autres stations viendront prendre place dans le réseau auquel participent à présent quatre nations européennes, dont une à Goonhilly (RU) et une à Usingen (RFA), ainsi que de nombreuses petites stations spécialisées.

La finalité du réseau est l'établissement des liaisons intra-européennes (téléphone, données) pour les administrations ou entités responsables des télécommunications et d'un réseau de télévision répondant aux besoins de l'UER (Union Européenne de Radio-diffusion). Ces objectifs seront atteints avec ECS (European Satellite Communication System), la phase OTP (Orbital Test Programme) servant à mettre à l'épreuve les choix techniques effectués lors de la conception du projet. Ce sont essentiellement les bandes de fréquences 11 et 14 GHz, la réutilisation de fréquences par polarisations orthogonales, la modulation numérique et l'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT), les faisceaux d'illumination (Eurobeam, Spotbeam). Le satellite comporte deux modules, le principal A pour les transmissions à

large bande en polarisation linéaire, l'autre B en polarisation circulaire destiné plus particulièrement à des essais de propagation.

Dans cette perspective, la station BYE rassemble de nombreuses solutions techniques nouvelles, aboutissement d'études entreprises par l'industrie sous la direction du CNET. Si les structures d'antenne sont du type éprouvé à La Réunion, diamètre 14,50 m, le système d'illumination, de type Cassegrain avec périscope, original dans ces fréquences en polarisation linéaire, permet la réutilisation de fréquences, la poursuite automatique de position et la poursuite de polarisation. Deux accès « émission » et deux accès « réception » sont raccordés aux chaînes correspondantes. On peut noter les amplificateurs paramétriques (170 K), les émetteurs de puissance à TOP 2,5 kW, les transpositions à double changement de fréquence (70 MHz et 825 MHz). Le terminal AMRT est à présent à l'essai à Pleumeur-Bodou sur INTELSAT et sera transféré à la fin de l'année 1978. La télévision sera transmise en analogique, mais le son sera inclus dans la synchro et une porteuse sera associée à la porteuse « image » pour les voies « commentaires ».

Le programme d'essais, d'une durée de trois ans, a pour objet l'évaluation du satellite et le recueil de données sur la liaison, les conditions atmosphériques pouvant avoir des effets critiques sur la propagation dans ces gammes de fréquence. On a donc prévu un ensemble de capteurs des paramètres météorologiques principaux et une centrale de traitement de données avec un mini-ordinateur ; on pourra donc corréler avec précision les performances de la liaison et l'environnement.

La station BYE va faire ses preuves, mais elle sert déjà de base à une nouvelle génération de stations dont le premier exemplaire est projeté pour Bercenay (BYE 3), en prévision du système INTELSAT V. Des études plus ambitieuses sont en cours : il s'agit d'une antenne bigamme fonctionnant simultanément dans les bandes 4-6 GHz et 11-14 GHz. Un domaine plus modeste d'apparence mais appelé à se développer est celui des petites stations : IST disposera au début de 1979 d'une station transportable avec antenne de 3 m de diamètre, et participera ainsi de façon plus complète au programme européen OTP.

J. DAUTREY.



## 9<sup>es</sup> JOURNEES D'ETUDES SUR LA PAROLE

Le Groupement des Acousticiens de Langue Française (GALF) a patronné pour la 9<sup>e</sup> année consécutive les « Journées d'Etudes sur la Parole ».

Le « Groupe de la Communication Parlée » du GALF avait choisi le CNET de Lannion pour son rendez-vous annuel : du mercredi 31 mai au vendredi 2 juin 1978, nous avons accueilli 150 participants, français et étrangers, travaillant dans le domaine de la communication parlée.

Ce Groupe rassemble des chercheurs de diverses disciplines qui s'intéressent tous à l'étude de la parole humaine : phonéticiens, linguistes, psychologues, ingénieurs, informaticiens, médecins, etc. Il a pour but de susciter une collaboration multidisciplinaire entre les laboratoires sur ce sujet. Son importance est de plus en plus grande au sein de la communauté francophone, il devient l'interlocuteur privilégié d'autres groupes à

l'étranger réunissant les mêmes disciplines.

Ces Journées d'Etudes se déroulent chaque année dans l'une ou l'autre des sept villes de France ou de Belgique possédant des laboratoires universitaires, des organismes nationaux tels que le CNRS, le CEA, ou le CNET, ou encore des centres de recherche industriels ayant pour sujet d'étude le signal de parole.

Bien que la plupart des chercheurs travaillent sur la langue française, l'audience s'étend d'année en année en Europe : sur 30 communications présentées, 20 étaient issues de laboratoires français, et 10 de laboratoires étrangers (Allemagne, Belgique, Italie, Pays-Bas, Pologne). Les participants étaient cette année de douze nationalités différentes.

M. Pinet, délégué du Directeur du CNET pour le Centre de Lannion, a ac-

cueilli les participants le premier jour à 10 heures. Il a d'abord souligné qu'il était tout à fait normal que l'établissement qu'il dirige constitue le lieu privilégié de ces recherches : « La parole n'est-elle pas la matière première principale à transmettre par les télécommunications ? » M. Lorand, président du GALF et chef du Groupement DAS a ensuite mis l'accent sur l'importance des progrès à réaliser dans le domaine de la reconnaissance de la parole.

Enfin, Guy Mercier, du département SST, au nom du Comité d'organisation, prenait la parole... en breton ! La traduction française, appuyée par un montage de diapositives, était assurée par le système de synthèse de parole mis au point au département ETA. Tous ont compris, sans difficultés, les cinq minutes d'exposé, ce qui est un succès pour les études engagées dans ce domaine.

Au cours de ces trois demi-journées, chaque équipe francophone de reconnaissance de parole a exposé sur des panneaux comparatifs l'état d'avancement de ses études. Des visites des départements ETA et SST étaient également organisées pendant cette période.

Le thème de travail retenu cette année était le suivant : « *Etude des indices et des traits phonétiques dans le traitement, la perception et la reconnaissance de la parole* ». Les communications étaient regroupées en trois sous-thèmes :

\* Le traitement perceptif des indices acoustiques et des traits phonétiques  
Rapporteurs: Christel Sorin, CNET Lannion



◀ M. Lorand, s'adresse aux participants.



Willy Serniclaes, Inst. de Phonétique de Bruxelles.

\* Description articulatoire et acoustique des indices et des traits  
*Rapporteurs* : Mario Rossi, Inst. de Phonétique d'Aix-en-Provence  
 Bernard Guérin, Lab. de la Communication Parlée ENSERG Grenoble.

\* Analyse des indices et détection automatique des traits  
*Rapporteurs* : Philippe Martin, Inst. de Phonétique de Toronto (Canada)  
 Guy Perennou, Lab. CERFIA de Toulouse.

Le bureau de groupe avait prévu une organisation originale des séances de travail ; en chargeant les rapporteurs :  
 — de faire un exposé de synthèse sur le thème en y situant les communications proposées ;

— de susciter la discussion en demandant aux auteurs des éclaircissements ou des compléments d'information et en critiquant les thèses ou les méthodes développées dans les communications.

A la suite de quoi, tous les participants pouvaient intervenir.

Tous les textes proposés ont été publiés dans les Actes des 9<sup>es</sup> JEP trois semaines avant la rencontre. Les synthèses des rapporteurs ainsi que le compte rendu des discussions seront ensuite publiés dans la *Revue d'Acoustique* du mois de décembre 1978.

Il faut bien noter que les rencontres de ce type sont également l'occasion de se retrouver entre amis : les contacts noués

alors peuvent être à l'origine de collaborations ultérieures ; n'oublions pas qu'engager un travail en commun entre deux laboratoires doit, pour être viable et efficace, reposer sur des relations personnelles tout autant que professionnelles. Ces périodes « extrascientifiques » au cours des Congrès ont, sociologiquement parlant, une importance aussi grande que les discussions plénières proprement dites. Le premier soir, un buffet campagnard regroupait, au Palais des Congrès de Perros-Guirec, les 150 participants ainsi que les personnes accompagnantes. Le lendemain, tous étaient réunis autour de musiciens bretons avant de terminer la soirée par un savant mélange d'an dro, de tangos et de rock and roll !...

Enfin, le samedi 3 juin, 27 participants français et étrangers sont restés pour découvrir les paysages du Trégor à bicyclette. L'excursion post-Congrès habituelle était alors plus active que dans un autobus...

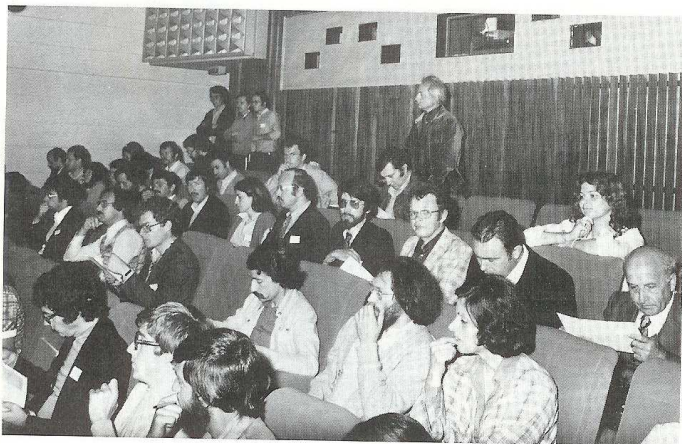
Ce furent trois journées intenses et... ensoleillées. Le groupement DAS chargé de l'organisation matérielle a été soutenu de façon exemplaire par l'efficacité et la qualité de tous les Services généraux du CNET ; qu'ils en soient ici à nouveau remerciés.

Le 10<sup>e</sup> anniversaire des JEP aura lieu l'an prochain à Grenoble où elles avaient débuté. Le thème proposé sera relatif à la synthèse de la parole. Toutes les personnes intéressées peuvent s'adresser au secrétariat du GALF, au groupement DAS.

*Pour l'équipe d'organisation des 9<sup>es</sup> JEP :*  
 Raymond DESCOUT.



▲ Balade à bicyclette.



◀ Assistance aux 9<sup>es</sup> JEP.



## Visites de personnalités des Armées au CNET

L'organigramme du CNET fait apparaître une rubrique « Défense » parmi les sections particulières ministérielles, et parmi les adjoints au directeur, on notera la présence d'un adjoint militaire.

Il ne faut pas oublier en effet que, si l'essentiel des études menées par le CNET le sont à la demande de l'Administration des P. et T. et que l'exploitation de leurs résultats se fait en général à son seul profit, le CNET a une vocation interministérielle exprimée par décret et, qu'à ce titre, les autres Administrations sont habilitées à requérir ses services et à bénéficier de ses travaux.

Le Ministère de la Défense concourt d'ailleurs, pour une part non négligeable, au budget du CNET sous forme forfaitaire et par conventions particulières.

L'adjoint militaire au directeur effectue la liaison entre le CNET et les différents services des Forces Armées, et joue le rôle de conseiller auprès du directeur pour tous les problèmes concernant celles-ci. C'est ainsi qu'à son initiative trois visites de hautes personnalités des Armées ont été organisées :

- le général Roussel, commandant les Transmissions de l'Armée de l'Air, a visité le CNET à Issy-les-Moulineaux et à Lannion ; il était accompagné d'officiers de son état-major ;
- le général Saint-Martin, directeur de l'Ecole Supérieure de Guerre, accompagné d'officiers instructeurs, a visité le CNET à Lannion ;
- enfin, le général Lehn, directeur des Transmissions de l'Armée de Terre,



Le général Saint-Martin est accueilli ►  
par le directeur du CNET.





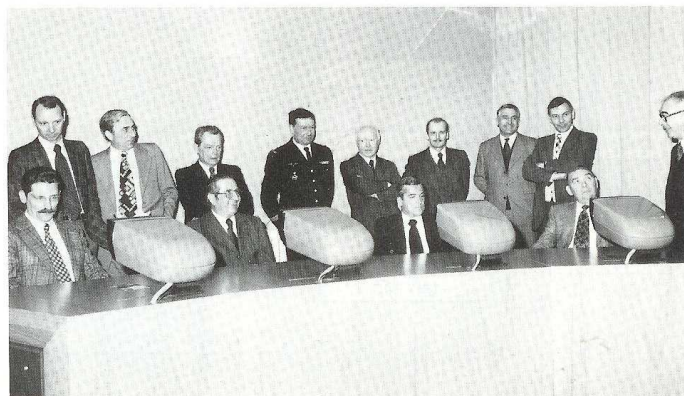
▲ Le général Lehn et son état-major sont très intéressés par la commutation temporelle.

accompagné du général Dard et des officiers de son état-major, ont longuement visité le CNET à Lannion.

Ces premières prises de contacts ont déjà porté leurs fruits. Par exemple, des officiers de l'Armée de l'Air sont venus pendant quelques jours s'initier aux méthodes de maintenance utilisées dans les systèmes, et les travaux, effectués au CNET sur les protections contre la foudre, intéressent particulièrement les Services de Transmission de l'Armée de Terre.

Les fibres optiques, la synthèse de la parole, la mise sur remorque du E 10, la visioconférence, ont retenu toute l'attention de nos visiteurs.

Souhaitons que ces échanges d'information fructueux se poursuivent dans l'avenir. ■



Le général Roussel et les officiers ► participent à une démonstration de visioconférence.



# CERTIFIEUR DE PILES MAGNETIQUES DE 12 DISQUES DE CAPACITE 200 MEGAOCTETS

La mise en service en avril 1978 d'un certifieur de piles magnétiques de 12 disques de capacité 200 mégaoctets renforce sensiblement les possibilités du LEC dans le domaine des évaluations de piles de disques et des tourne-disques.

Les précédents équipements, conçus pour les piles de 25, 50 ou 100 mégaoctets, sont soit des appareils spécifiques de laboratoire (pile de 25 mégaoctets), soit des équipements à logique câblée (pile de 100 mégaoctets) ne pouvant, sans modification très importante, évoluer vers la certification de piles de disques de capacité supérieure.

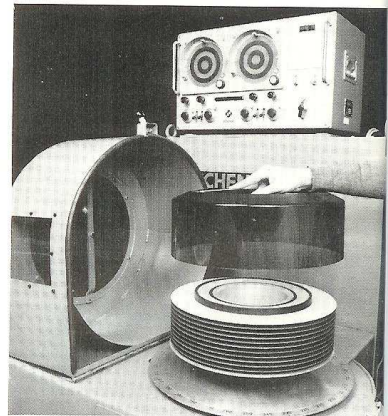
La conception modulaire du nouveau certifieur permettra, par l'adjonction de coupleurs interchangeables, l'évaluation

de nouveaux modèles de disques et de tourne-disques.

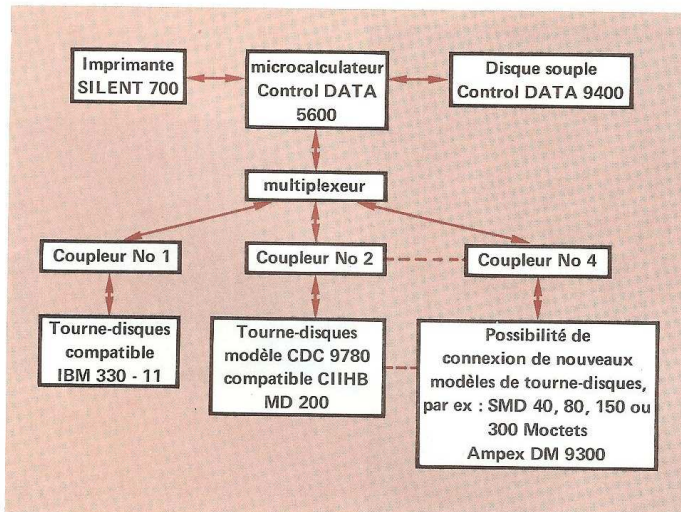
L'équipement est piloté par un microcalculateur programmable (Control DATA 5600) auquel sont connectés différents périphériques :

- Un tourne-disques souple qui permet le chargement des programmes dans le microcalculateur.
- Une imprimante (SILENT 700) pour l'introduction des paramètres et l'impression des résultats de certification.
- Un panneau de contrôle qui permet à l'opérateur de sélectionner certains es-

Une pile de 12 disques 200 M octets.



◀ Schéma synoptique de l'équipement.



Equipement de certification de piles ▶ de 12 disques 200 M octets.



sais et qui visualise l'état du travail en cours.

— Deux tourne-disques (quatre peuvent être connectés et fonctionner simultanément) compatibles IBM 3330-11 et CII MD 200 (CII HB M 4451).

*Particularités des piles de disques de 200 mégaoctets :*

Si des piles de disques de 100 et 200 mégaoctets sont mécaniquement identiques, elles ne sont cependant pas interchangeables. En effet, l'augmentation de la capacité s'est faite en doublant la densité de pistes, d'où deux faces d'asservissement non compatibles.

Qu'est-ce qu'une face d'asservissement ?

Située entre les faces d'information 9 et 10, la face d'asservissement sert de référence géométrique et de référence de temps pour toutes les autres faces du chargeur de disques et permet d'assurer les fonctions suivantes :

- Positionnement de la tête et recherche de la piste.
- Contrôle du temps d'écriture.
- Détection de l'index.
- Détection de la position angulaire.

Pourquoi deux tourne-disques pour une même capacité ?

Parce qu'il existe deux modèles de piles de disques de 200 mégaoctets qui sont tous les deux utilisés dans les centres informatiques de l'Administration et dont les différences principales se résument aux paramètres suivants :

Normalisation	Normalisé ISO et AFNOR document : TC 97/SCIO - DP 5653	NON normalisé
Compatibilité	IBM 336 - 11 Control DATA 882 PYRAL PL 30 C BASF 1246 ...	Control DATA 883 CII MD 200 CII HB M 4451 A ...
Densité de pistes :		
- par pouce (TPI)	370	384
- par mm	14,56	15,11
Position des têtes	Décalée	En ligne
Nombre total :		
- de cylindres	815	823
- de pistes	15 485	15 637
Pré-initialisation	Conforme à la normalisation	Fonction des utilisateurs

*Particularités du certifieur de piles de 200 mégaoctets :*

Outre les fonctions classiques de certification, c'est-à-dire de contrôle de la qualité des surfaces magnétiques, l'équipement permet de :

- Vérifier qu'une pile de disques a été correctement pré-initialisée.
- Réécrire une pré-initialisation en fonction des différentes compatibilités (IBM, NCR, ICL, CII...).
- Muter les pistes défectueuses dans

les pistes de réserve.

— Contrôler la couche magnétique de part et d'autre de la position nominale des pistes.

— D'incrémenter ou de décrémenter automatiquement les seuils de certification, jusqu'à l'apparition ou la disparition du défaut.

— Confirmer, par l'écriture de configurations aléatoires et des essais logiques, une erreur détectée comme non corrigible aux essais analogiques.

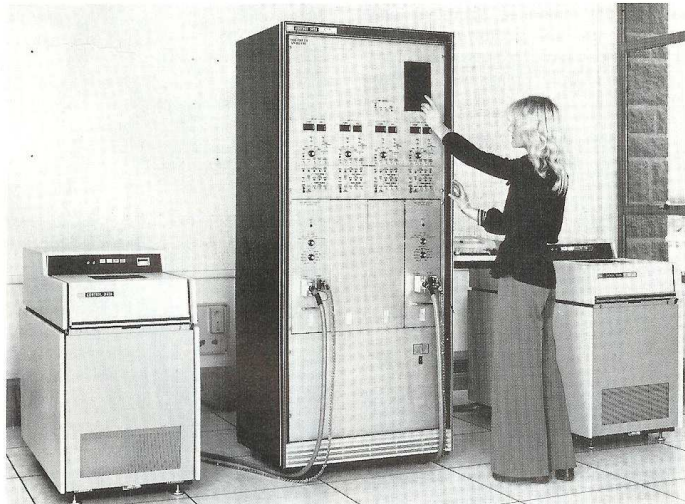
— Préciser la position de l'erreur sur la piste.

Est-ce la fin de la normalisation des piles de disques ?

On peut le redouter dans la mesure où les comités de normalisation (ISO TC 97 SC 10) ne cherchent plus à normaliser une pile de disques assemblée mais seulement un plateau unitaire qualifié pour une densité d'informations et une densité de pistes. Chaque constructeur assemblant, comme bon lui semble, ces plateaux unitaires en fonction de ses applications.

De par sa modularité et sa facilité d'adaptation, le nouvel équipement de contrôle installé au LEC pourra cependant faire face, sans coût trop important, aux nouvelles générations de piles de disques.

M. LISSILLOUR.





# L'ART MANIERISTE

Formes et symboles

1520-1620

Extraits du Guide de l'exposition qui s'est tenue à Rennes de janvier à mars 1978 (guide rédigé par Patrick RAMADE, conservateur adjoint du Musée des Beaux-Arts de Rennes).

**LE MANIERISME** est l'une des dernières conquêtes de l'histoire de l'art. Ce terme qualifie l'époque comprise entre la Renaissance et le Baroque qui marque la rupture avec l'idéal d'harmonie de l'art classique et privilégie l'insolite, l'artificiel et l'émotif.

On a coutume de limiter cette période par deux repères symboliques : 1520, mort de Raphaël, et 1620, date à laquelle le Maniérisme apparaît de toutes parts comme une esthétique qui s'épuise. L'unité artistique n'existant pas dans l'Europe du XVI<sup>e</sup> siècle, ces limites temporelles ne peuvent être admises pour chaque pays. L'Italie, qui voit naître ce style nouveau, l'abandonne plus tôt que le reste de l'Europe. Par contre, dans les Pays-Bas, les graveurs continuent à diffuser les formes maniéristes jusqu'à une date assez avancée dans le 17<sup>e</sup> siècle.

Contemporains de l'époque troublée de la Réforme (guerres de Religion) et des rivalités entre grandes dynasties européennes, les artistes se détournèrent de l'idéal de la Renaissance qui croyait à l'harmonie universelle et au rationalisme naturaliste. Ce temps d'angoisses et d'incertitudes engendra un art où l'artificiel l'emporte sur le naturel, l'imaginaire sur le réel.

Cette exposition se voudrait être une invitation à pénétrer dans l'univers des formes et des symboles qui hantèrent les esprits d'alors.

## LA MANIERA

Le terme « maniera » apparaît chez les historiens de l'art italiens du 17<sup>e</sup>

siècle pour qualifier les tendances irrationnelles et antinaturalistes des artistes du 16<sup>e</sup>, par opposition à l'art de la Haute Renaissance, objectif et fondé sur l'étude de la nature.

Les œuvres de cette salle présentent les caractères de l'art italien à l'origine du Maniérisme, avant qu'il n'aille à la conquête de l'Europe :

**La ligne serpentine** de la *Figure de dos* de Michel-Ange et de la *Vierge assise* de Parmigianino qui rend encore plus évidente l'apesanteur de cette extraordinaire Madone, l'une des créations les plus typiques de l'art maniériste.

**L'étrange et l'inattendu** dans la *Circoncision* de Giulio Romano, dont les torsions des colonnes semblent une réponse et un prolongement à l'agitation des personnages du premier plan et de la foule qui envahit le temple.

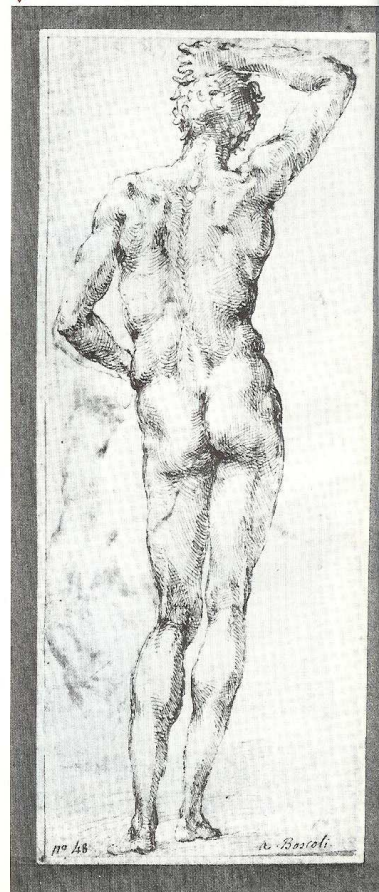
**La démesure et la fureur** dans les gestes et les expressions de l'étude de Rosso (*Pandore ouvrant la boîte*).

**Les attitudes contrariées de la Gloire** de D. Florentin ou bien de l'*Homme nu* de Pontormo pour qui le corps humain n'exprime plus seulement l'harmonie mais aussi l'instabilité et la fragilité.

## LES DIEUX CHEZ LES HOMMES

A cette civilisation éprise de rêve et de gloire, il fallait des légendes nouvelles ; la mythologie antique, découverte par la Renaissance, allait encore fournir une

Michel-Ange : « Homme nu, vu de dos, le bras droit levé » (Dessin, Musée des Beaux-Arts de Rennes). Un des joyaux de la collection de dessins du Musée de Rennes. Son auteur, Michel-Ange, est à l'origine du style maniériste.







iconographie abondante où se trouve privilégiés tour à tour :

le thème de la métamorphose avec *Vertumne et Pomone* de Rosso, étude pour une fresque de Fontainebleau, où Vertumne, sous les traits d'une vieille femme, vante les mérites de la jeune personne qu'il est réellement. Ou encore, la nymphe Phyllira couronnant de fleurs Saturne transformé en cheval.

les attitudes de défi dans la précieuse peinture de Rosso, *Le Défi des Piérides*, ces dernières furent changées en pies pour avoir voulu provoquer les Muses en un concours de chant ; ou encore, *Sémélé* (gravure d'après Primatice), victime de la jalousie de Junon, qui mourut consumée par Jupiter.

les légendes de l'amour, qui trouvent en Vénus l'interprète d'un érotisme lucide et distant (L. Sustris, *Vénus et l'amour*), mais aussi trouble et intentionnel (Ravesteyn, *Vénus, Adonis et l'amour*).

Mais nulle œuvre n'illustre mieux la symbolique mythologique de l'époque et la perfection formelle de l'art maniériste que les *Parques nues* (gravure de P. Milan d'après Rosso) occupées à tisser le destin des hommes. Quelle élégance dans cette composition à la fois souple et puissante !

#### LE LUXE ET LA FÊTE

Les formes du répertoire décoratif maniériste envahissent le décor de la

▲ Lambert Sustris : « Mars et Vénus » (Musée du Louvre).

Un canton bien particulier du Maniérisme : Venise, qui allie à l'arabesque du dessin toutes les richesses d'une palette aux couleurs chaleureuses.

▼ F. Salviati : « Projet de casque » (Louvre, Cabinet des Dessins).

Le décor envahit la forme tout entière, en empruntant ses motifs aux trois règnes de la nature, combinés entre eux.



vie quotidienne tout comme celui de la fête, en se pliant aux différentes contraintes imposées par les techniques : tapisserie, céramique (majolique), orfèvrerie, émail, etc.

Parmi ces ornements, le décor de « grotesques », composé d'éléments chimériques, allait trouver un écho particulier dans l'imagination fertile des artistes maniéristes et s'adapter aux grandes surfaces des tapisseries (*Cybèle et Flore*) ou au décor compartimenté d'une aiguière italienne dont les frises d'oiseaux fantastiques s'épanouissent en un bec terrifiant.

Les cabinets de curiosités se multiplièrent en Europe (ceux de Rodolphe II à Prague sont les plus célèbres). Des tableaux-objets comme cette peinture sur lapis-lazuli présentée dans la vitrine (œuvre anonyme italienne) étaient considérés comme des raretés dignes des plus grands égards.

Les décors de fête, plus difficiles à connaître en raison de leur caractère éphémère, étaient à la mesure de l'imagination des artistes. Ainsi les deux dessins de G. Campi (*Faunesse allaitant un satyre et Aristote*) seraient (selon S. Béguin) des projets pour l'entrée de Charles Quint à Crémone. Dans le *Casque* de Salviati qui a peut-être été dessiné pour un déguisement de fête, l'insolite, ici au maximum de son effet, naît de l'accumulation et de la rencontre d'éléments humains, végétaux et animaux.

#### LE MONDE FANTASTIQUE

C'est par la création d'un monde de formes et d'images où la surcharge rejoint l'irréel que les artistes sublimèrent le sentiment d'insécurité qui envahit toute l'époque.

A la façon de la Haute Renaissance, la nature est étudiée avec passion (gravures d'Hœfnagel), mais comme les effets sont radicalement différents ! Dans ce sens, aucun n'ira plus loin qu'Arcimboldo (avec *Les Quatre Saisons*), qui, malgré la trompeuse séduction de son *Printemps*, se révèle comme un destructeur de l'apparence des choses, qui proclame avec ses « têtes composées » la victoire de l'imaginaire sur le réel, de la poésie sur la matière.





◀ Germain Pilon : « Esquisse originale en terre cuite pour le gisant d'Henri II à Saint-Denis » (Musée du Louvre).

Une sculpture nerveuse et frémissante, qui possède la noblesse de la mort et le hiératisme du style.

Le paysage, qui devient un genre en soi à cette époque, est le refuge des artistes nordiques qui, fuyant les panoramas dégagés, trouvent dans les ombres profondes des forêts une façon d'exprimer le mystère des choses (Paul Bril, *La Chasse au Cerf*; G.C. d'Hondecoeter, *Coin de forêt*).

Les ruines ont également fertilisé les imaginations, qu'elles soient purement fictives comme chez Monsu Desiderio (*Attaque d'un palais*), ou qu'elles présentent l'apparence de la réalité ; ainsi Antoine Caron, dans la *Sibylle de Tibur*. Cette œuvre théâtrale représentant la prédiction de la Sibylle nous rappelle combien l'astrologie était de mode à cette époque. Ne faut-il pas voir dans cette cité de rêve (où sont figurés des personnages de la cour de Henri III) une preuve supplémentaire du désir de fuir le terre-à-terre du quotidien.

**CELEBRATION DU HEROS**

Au service des puissants (politiques et religieux) de l'époque, les artistes se devaient de nourrir leur imagination et d'exalter leurs actions. Peindre l'histoire d'Alexandre, d'Ulysse ou de Pénélope, c'était une façon de faire le portrait des héros contemporains en mêlant les personnages des fables aux événements quotidiens. Ainsi l'artiste maniériste pouvait-il fuir le réel, synonyme de pauvreté, pour atteindre les profondeurs de l'imaginaire, véritable lieu de l'inspiration.

Qu'elle exalte les vices (B. Spranger, *Judith*) ou les vertus (N. dell'Abatte, *La Contenance de Scipion*), la célébration

du héros ne se veut pas morale, elle met en œuvre des destinées extraordinaires qui excitent l'imagination.

Fontainebleau, résidence préférée de François I<sup>er</sup>, était un de ces lieux où les programmes décoratifs se développaient abondamment le long des galeries ou autour des chambres, ainsi la *Galerie d'Ulysse*, décorée par Primaticcio, démolie au 17<sup>e</sup> siècle mais connue par les gravures de Th. van Thulden.

La *Justice d'Othon* de Luca Penni est l'œuvre, récemment découverte, d'un artiste italien appelé par François I<sup>er</sup>. Dans cette scène (qui représenterait une jeune femme demandant à l'empereur Othon III vengeance de la mort de son mari décapité), la préciosité des costumes, l'importance donnée aux gestes, l'allongement des figures et les variations des couleurs, sont caractéristiques du Maniérisme raffiné de l'école de Fontainebleau.

Le portrait, nécessairement tenu à un certain réalisme, s'échappe cependant très vite de ses contraintes. Il faut noter à ce propos l'extraordinaire décor qui sert de cadre aux portraits gravés par de Gheyn et Sadeler.

Dans l'esquisse du *Gisant d'Henri II*, G. Pilon adopte, malgré le thème, un ton épique et maintient une certaine distance par rapport à l'horreur du sujet en refusant tout naturalisme excessif.

**L'IMAGERIE CHRETIENNE**

Si la mythologie tient le haut de la scène dans les décorations de palais et de fêtes, l'iconographie

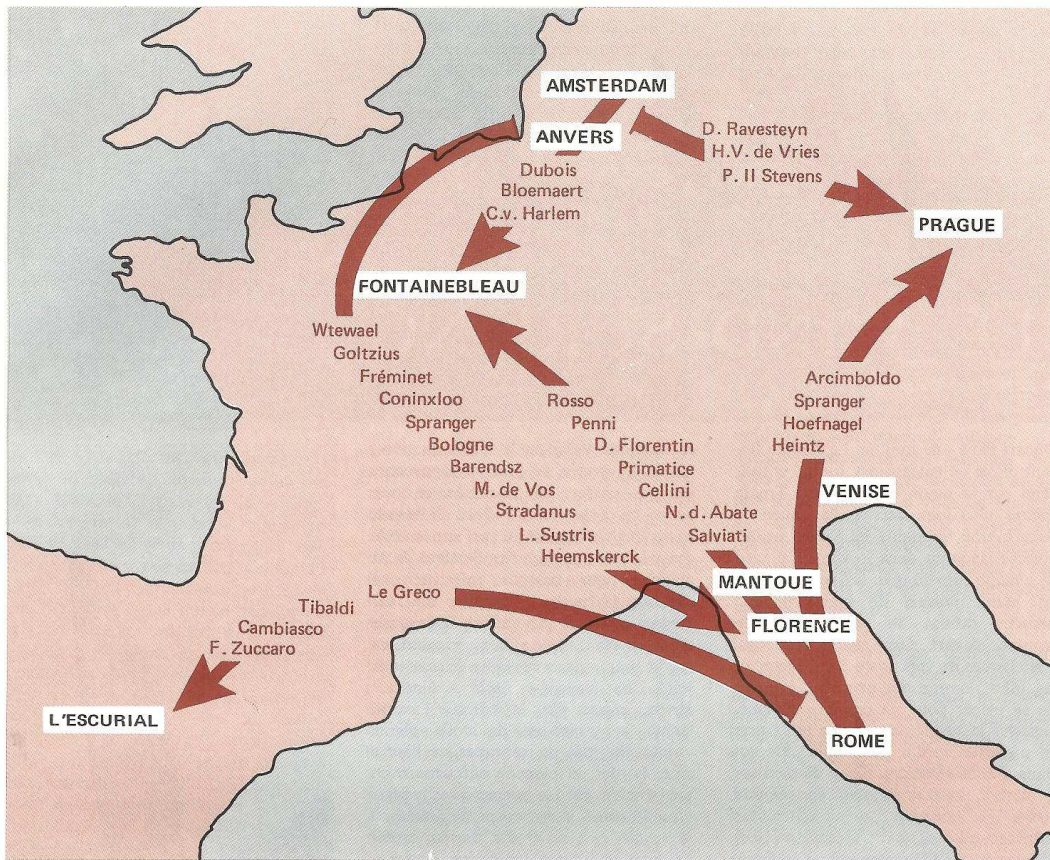
La diffusion du Maniérisme, les principaux voyages des artistes.

**Ecole Française, troisième quart du 16<sup>e</sup> siècle (Musée du Louvre). « Vierge à l'enfant ».**

Le « canon » de la beauté maniériste : un corps exagérément allongé, des doigts effilés, un « col de cygne », une tête minuscule.







religieuse demeure cependant très présente et se pare de la grâce et du mystère mis à la mode par les artistes, sans atteindre toutefois l'emphase de l'âge baroque.

Les caractères maniéristes tels que l'allongement des figures et la préciosité des gestes se retrouvent dans les représentations religieuses féminines, même si elles observent encore une solidité sculpturale directement issue de Michel-Ange (*Saint Luc peignant la Vierge*, M. van Heemskerck), ou une sensualité toute païenne, tel le *Moïse sauvé des eaux* de N. dell'Abate qui représente l'événement comme un épisode de la vie d'une cour fastueuse où régneraient la préciosité et l'affectation.

Ces traits se retrouvent également dans la sculpture, dont des œuvres françaises sont présentées ici. *La Force* de Jean Goujon ne semble-t-elle

pas une réponse en pierre à l'esthétique définie vingt ans plus tôt par Parmigianino avec sa *Vierge assise* ?

Le grand tableau d'autel de Quentin Varin, *Le Christ aux noces de Cana*, exécuté à une date tardive (vers 1618) se présente comme un résumé des grands courants de l'art religieux du 16<sup>e</sup> siècle : préciosité des attitudes, acidité de l'harmonie colorée et absence de sentiment mystique.

#### L'HYPERMANIERISME

**Les grands styles ont un destin. Celui du Maniérisme s'accomplit une dernière fois à la cour de Rodolphe à Prague et à celle du duc de Lorraine à Nancy.**

Ces œuvres ultimes sont caractérisées par des compositions nerveuses et des expressions violentes. *L'Allégorie de la*

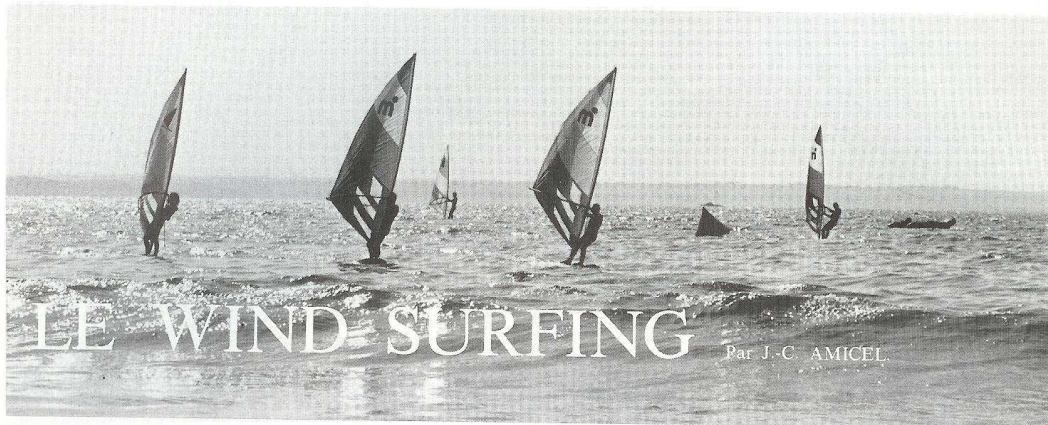
*Justice* de Spranger est construite à partir de contorsions exacerbées par une harmonie glacée (à peine relevée de rouge).

Bellange, lui, apparaît comme le plus maniériste des maniéristes ; tous les caractères définis jusqu'à présent se trouvent chez lui multipliés. Il en résulte un sentiment de malaise, comme si ses créatures étaient issues d'un monde extra-terrestre (*Projet de statue équestre, Les trois Maries devant le tombeau du Christ*).

Les formes définies par le Maniérisme peuvent facilement tourner au procédé, ce fut le cas, parfois, et peut-être aussi la cause de trois siècles d'incompréhension et d'indifférence.

Notre époque inquiète et troublée ne pouvait ignorer l'art maniériste et devait lui trouver une résonance toute particulière. ■





## LE WIND SURFING

Par J.-C. AMICEL

Départ dans une minute. Le Zodiac faisant office de bateau jury monte et descend sur la houle bien formée. Trente mètres plus loin, derrière la bouée de départ, une vingtaine de voiles multicolores claquent dans le vent. Un pied de chaque côté du mât, le tire-veille bien en main, j'essaie de maintenir ma planche debout au vent. Coup de trompe, départ dans trente secondes. Les claques de vent force 3 à 4 secouent les mâts comme des pruniers. Essayer de se placer pour ne pas être déventé, caresser la bouée au passage pour tirer le meilleur bord... pas facile ! Départ dans quinze secondes. Coup de pied sur la dérive pour la bloquer en position basse. Dix secondes... à ma gauche un bruissement bleu, à ma droite un bruissement jaune. Cinq, quatre, trois, deux, un, c'est parti, empoigner le whisbone, balancer le mât sur l'avant, border la voile, se jeter en arrière, la planche bondit sur une crête de vague comme un taureau furieux. Une voile rouge à mon vent, attention à la dévente, tirer sur le whisbone, remonter, devant deux voiles s'abattent sur l'eau suivies de deux formes noires gainées de néoprène, tirer sur le mât, loffer, je passe... juste...

Premier bord de près, le plus important de la régata, il faut serrer le vent sans trop perdre de vitesse, attention à la claque, juste devant moi la surface de l'eau frise, se projeter en arrière les épaules dans l'eau, en profiter pour loffer.

Premier virement de bord, balancer tout sur l'arrière, sauter sur l'arrière de la planche, loffer, revenir à l'avant, passer de l'autre côté du mât, saisir le whisbone, balancer le mât sur l'avant, border la voile, total cinq secondes, attention à la risée, la planche part au surf

en abattant, balancer le mât en arrière, loffer. La bouée de près se rapproche, passera - passera pas, une risée, un coup de lof, ça passe ! Ouf !... Bord de largue, ça va très vite, partir au surf sur la crête des vagues, appuyer sur l'arrière de la planche pour ne pas enfourner en dévalant la houle, envoyer le mât sur l'avant pour ne pas loffer, la seconde bouée arrive à toute allure... rouge. Il va falloir empanner avec cette vitesse et la houle de travers... drôle... abattre... abattre encore plus le mât sur l'avant, lâcher le whisbone, la voile pivote autour du mât, la rattraper de l'autre côté, border, la planche enfourne mon pied arrière, perd le contact avec le plastique glissant, je me crispe en attendant le contact de l'eau froide, dernier espoir je m'accroupis en tirant sur le whisbone, le nez de la planche se relève, l'écume gicle de chaque côté à la hauteur du pied de mât, c'est reparti encore plus vite.

Second bord de largue, la risée tient longtemps ; suspendu au whisbone la jambe arc-boutée contre le pied de mât, je dévale la houle à toute allure, la bouée, une voile verte et blanche sous mon vent... de l'eau ! de l'eau ! je ne savais pas qu'il y avait des sourds engagés dans la régata ! Virage de la bouée à toucher. Second bord de près, loffer, serrer le vent, j'ai des crampes dans les avant-bras, virement de bord, viser la bouée de près, tenir le cap pour éviter un autre virement de bord. La bouée se rapproche, personne alentour, pas de tribord à craindre, je passe sans problème. Et voilà le summum, le bord de vent arrière avec la houle de trois quarts arrière... Abattre au maximum, relever la dérive, la planche part au surf, j'ai l'impression d'être debout sur le dos d'un cheval au galop, si je me







sors de ce bord sans boire la tasse je peux m'engager comme équilibriste chez Médrano!... Ça y est, le vent arrière est pris, la planche se calme, un pied de chaque côté de la dérive, la voile inclinée au-dessus de ma tête comme un grand parasol multicolore, je vise le gros berlingot rouge qui se balance au loin, les yeux me brûlent, j'ai la bouche desséchée par le sel, je vire autour du berlingot, dernier bord de près avant la ligne d'arrivée, j'ai des crampes dans les jambes, dans les bras, dans les mains, un coup d'œil devant..., trois voiles, derrière la meute, tenir encore quelques minutes, épaules dans l'eau, virement de bord, ne pas perdre de temps. Enfin la ligne, coup de trompe, je lâche le whisbone, ma voile s'abat sur l'eau comme un papillon sur un bleuet, quatre formes noires allongées sur le plastique blanc, le regard tourné vers la plage là-bas, rêvent de demi bien frais en attendant l'arrivée des retardataires. Coup de trompe..., « deuxième manche, départ dans cinq minutes »!...

La planche à voile, engin inventé aux Etats-Unis et implanté en France depuis quelques années, peut-elle être considérée comme la source d'un véritable sport ou simplement un loisir estival ? L'engouement sans cesse croissant que connaît la planche à voile, surtout parmi les jeunes, les régates, les compétitions, les critères nationaux montrent bien ses capacités sportives, elle offre en fait les mêmes possibilités de régates que le dériveur léger, en y ajoutant la manière que l'on a de conduire l'engin, ce qui se concrétise dans les démonstrations de « free style ».

Il est en effet possible de naviguer autrement que d'une manière classique, c'est-à-dire la planche posée à plat sur

l'eau, l'équipier se tenant debout derrière la voile, certains spécialistes ont inventé des manières plus ou moins acrobatiques de naviguer, par exemple la planche étant sur la tranche, le pilote en position accroupie sur le bord, sortant de l'eau, les épaules passées à l'intérieur du whisbone, ou encore plus simplement en se tenant devant la voile en position inversée.

La planche à voile possède également d'autres atouts qui font son succès ; ce sont, d'une part sa simplicité qui en fait un engin facile à créer et relativement simple d'emploi, d'autre part son côté pratique permet un stockage, un transport et une mise à l'eau faciles.

Le maniement de la planche à voile est extrêmement simple et donc accessible à tous, même à quelqu'un qui n'a aucune notion de voile, il faut quand même ajouter que les difficultés dans la pratique de ce sport vont croissant avec la force du vent et l'état de la mer ; au bout de quelques heures d'apprentissage, à peu près tout le monde réussit à manœuvrer correctement l'engin par petit temps, avec une mer calme, mais dès que la brise commence à passer force 3 avec une mer houleuse, la maîtrise de la planche demande un effort physique important et de très bons

réflexes, et dans ce cas toute fausse manœuvre est sanctionnée par un plongeon en général spectaculaire.

Nous assistons, avec la planche à voile, la planche à roulettes et l'aile volante, au développement de sports nouveaux utilisant un matériel simple que quelques astuces techniques permettent de manœuvrer, tout en laissant une large place à la dextérité du pilote.

Que peut-on trouver de plus simple qu'une planche de plastique de 3,50 m sur 0,60 m, possédant une dérive et un aileron, le tout surmonté d'un mât monté sur un cadran supportant une voile de 5,5 m<sup>2</sup> et un whisbone permettant la manœuvre de la voile, et pourtant, avec cet appareil rustique, on éprouve des sensations grisantes que vous pouvez connaître, car depuis un an une section planche à voile est ouverte au sein de l'ASPTT, elle possède un matériel se composant de six planches complètes plus deux voiles écoles et des personnes déjà initiées pourront guider vos premiers bords.

Donc, si vous n'avez pas peur de l'eau, munissez-vous d'un vêtement isothermique léger et venez nous rejoindre, vous verrez ainsi que si vous venez plancher à l'ASPTT, vous êtes sûr de ne pas rester sec. ■





