

La commutation électronique

De Platon à la numérisation du réseau français de télécommunications, le choix stratégique de la commutation électronique temporelle

Exposé présenté par L. J. Libois, Directeur général honoraire des télécommunications, lors d'un colloque organisé en 1997

Cet article inédit est publié grâce à l'amabilité du Colidre

Dans le cadre du cinquantenaire du CNET, un colloque avait été organisé, en Mai 1995, par Michel Atten. Ce colloque avait pour thème les recherches effectuées au CNET au cours des deux premières décennies qui ont suivi la Seconde guerre mondiale. J'avais été amené, à cette occasion, à rappeler la manière dont le CNET avait engagé et conduit, au cours de ces années, un grand programme de recherches sur les systèmes de multiplexage en temps et sur la modulation par impulsions, de type analogique d'abord, puis de type numérique.

Dans le domaine de la transmission, ces travaux aboutirent, comme ce fut le cas dans la plupart des grands laboratoires des opérateurs de télécommunications, au développement et à l'essor des systèmes de modulation par impulsions et codage (systèmes MIC). On sait que ces systèmes commencèrent à remplacer, vers le milieu des années 1960, les systèmes à multiplexage en fréquence (systèmes dits à "courants porteurs") qui régnaient en maître dans les télécommunications depuis plus de trente ans.

Dans ce qui suit, je vais évoquer plus spécialement l'avènement de la commutation électronique temporelle et les raisons qui ont conduit à son développement rapide en France. Je m'efforcerai d'analyser le processus qui a entraîné les télécommunications françaises à s'engager dans ce choix stratégique. Je rappellerai le rôle essentiel joué par le CNET et la position de premier plan que l'industrie française est parvenue à prendre dans ce domaine, après quelques péripéties. Pour ce faire, je me placerai délibérément du point de vue de l'acteur, en essayant de montrer comment se sont déroulées et enchaînées les principales étapes de cette grande aventure technique et la part personnelle que j'y ai prise, parmi d'autres.

1957 : une année charnière. Décisions sur les futurs centres de commutation du réseau téléphonique français. Premières démonstrations de commutation électronique par les Bell Labs. Création du département RME du CNET

Pour comprendre le cheminement et le processus qui ont conduit au développement de la commutation électronique en France, il faut se reporter au milieu des années 1950. A cette époque, les systèmes de commutation, autrement dit les centraux téléphoniques, sont tous de type électromécanique : système Strowger (du nom de l'inventeur de la commutation automatique) appelés aussi pas à pas qui équipe les réseaux de plusieurs grands pays, la Grande-Bretagne notamment. En France, ce sont des systèmes à sélecteurs rotatifs qui équipent le territoire : le Rotary pour les grandes agglomérations, dont Paris, et le système R6 en province. Rappelons au passage le grand rôle joué à Paris par le Rotary et sa très

grande durée de vie (premier central : Carnot, mis en service en 1928 - mise à la retraite du dernier central Rotary en 1984). C'est, en particulier, grâce au dimensionnement et la robustesse du système Rotary que le réseau téléphonique de Paris a pu traverser sans grand problème les années de la Guerre et de l'Occupation.

Mais un autre type de système électromécanique commençait à se développer à la fin des années 1940, en Suède et, surtout, aux Etats-Unis. C'était le système Crossbar, c'est à dire à barres croisées. L'avantage du système Crossbar résidait, d'une part, dans sa rapidité de fonctionnement et la moindre usure de ses organes (faibles déplacements des pièces mécaniques) et, d'autre part, dans la possibilité de choisir facilement et rapidement un itinéraire libre entre le circuit entrant et le circuit sortant (principe de la sélection conjuguée). En France, la DGT (Direction Générale des Télécommunications) pense que l'heure est venue, au début des années 1950, de passer à l'ère du Crossbar. Deux centraux prototypes sont commandés, à titre d'essai ; l'un sera équipé d'un commutateur Crossbar de type Pentaconta, de technologie française, mais mis au point par une filiale du groupe ITT, la CGCT. Le second utilisera un commutateur d'origine suédoise, le CP 400 (Société des Téléphones Ericsson). Le central d'essai Pentaconta sera mis en exploitation à Melun en juillet 1955 et le central CP 400 à Beauvais en mars 1956. Il ne s'agissait alors que de centraux prototypes.

La décision d'équiper le réseau téléphonique français en systèmes Crossbar ne fut prise qu'en 1957 à la suite de multiples péripéties qu'il serait trop long de relater en détails mais qui éclairent la suite des événements. En janvier de cette année, le Directeur général des Télécommunications, Jean Rouvière, ne cache pas sa préférence pour le choix d'un seul système de commutation, en l'occurrence le système Pentaconta. Une assez vive polémique s'en suit. Pour calmer le débat, le Secrétaire d'Etat aux PTT charge un groupe d'experts de présenter au Conseil Technique des PTT un rapport sur le choix du futur système de commutation.

Pierre Marzin tient à ce que le rapport qui va être élaboré n'oublie pas d'évoquer les possibilités offertes par la commutation électronique. Dans une note du 25 février 1957 à l'attention du Conseil technique des PTT, il demande que des rapporteurs qualifiés dans toutes les disciplines concernées prennent en compte non seulement le domaine de la commutation classique, mais aussi celui de la commutation électronique. Pour bien marquer que le CNET ne sera pas absent de ce débat, P. Marzin me demande de monter, le plus rapidement possible, un nouveau département de recherches chargé des études sur la commutation électronique. Ce sera le département RME (Recherches sur les Machines Electroniques) qui sera créé en avril 1957. Finalement, après bien des péripéties, le rapport du Conseil technique est définitivement adopté ; il est remis au ministre des PTT le 5 août 1957. Les principales recommandations du Conseil étaient les suivantes :

- les extensions du réseau de Paris seraient faites dans les systèmes d'origine (à l'exclusion des Crossbar) ;
- il convenait de mener d'emblée les études en vue de la mise au point d'un système électronique "homogène" (à l'exclusion de systèmes mixtes comprenant encore une partie électromécanique ce qui retarderait l'avènement d'une solution entièrement électronique).

Il était par ailleurs indiqué dans le rapport que "la sortie industrielle d'un système de commutation électronique ne peut être raisonnablement envisagée que dans un délai d'une dizaine d'années".

Le feu vert était ainsi donné à l'étude d'un système de commutation entièrement électronique et le rapport mentionnait qu'il convenait de donner aux services d'études du CNET les moyens "permettant d'assurer sans entraves le fonctionnement de ses laboratoires et de passer les marchés d'études qui lui apparaîtraient nécessaires".

Ajoutons encore que, dans ce document important, se trouve évoquée, pour la première fois la conception d'un organisme mixte : "Dans le but de parvenir à la mise au point d'un système français de commutation électronique, il faudra associer des industries jusqu'ici indépendantes ; une telle association devra être obtenue au sein d'organismes placés sous le contrôle de l'Administration des PTT agissant comme animatrice et coordonnatrice".

Ce texte préfigure la création de Socotel (Société Mixte pour le Développement de la Technique de Commutation dans le domaine des Télécommunications) qui interviendra deux ans plus tard ; c'est en effet en janvier 1959 qu'est créé Socotel, sous l'impulsion et grâce à la ténacité de Henri Docquier. Au début, seuls les constructeurs du groupe CP 400 (CIT, Société des Téléphones Ericsson, AOIP) acceptent d'en faire partie ; les filiales du groupe ITT (LMT et CGCT) déclinent l'offre. Cette

situation peu satisfaisante durera jusqu'à la fin de l'année 1960 : à ce moment LMT et CGCT rejoindront, elles aussi, Socotel. La mission principale de Socotel était de coordonner les recherches de l'Administration et de ses principaux constructeurs dans le domaine de la commutation électronique et de mettre en commun les brevets et certaines études et de faire progresser la normalisation.

Socotel a joué le rôle qui lui était assigné pendant une dizaine d'années (le terme de l'activité de Socotel était fixé par ses statuts au 31 décembre 1970 et il n'était pas question d'une nouvelle et longue prolongation de la Société). Le rôle joué par Socotel n'a pas été négligeable : il ne faut pas oublier en effet que, au cours des années 1960, le poids de l'industrie nationale de la commutation était très faible et que cette industrie n'aurait pu subsister par elle-même si elle n'avait pas été soutenue, directement ou indirectement, par l'Etat.

Mais revenons à 1957. Cette année sera aussi marquée par un autre événement, essentiellement d'ordre technique : les premières démonstrations par les Bell Telephone Laboratories (Bell Labs, en abrégé) d'un système de commutation électronique.

Rappelons brièvement les faits. A la fin de la Seconde Guerre mondiale, les Bell Labs commencent à explorer une nouvelle génération de systèmes de commutation, celle des systèmes électroniques. Un premier système expérimental, dénommé ECASS (Electronically Controlled Automatic Switching System) est réalisé, dès 1947, aux Bell Labs. Un pas important est ensuite franchi, en 1951, avec un nouveau système expérimental, dit DIAD (Drum Information Assembler and Dispatcher). Pour la première fois on voyait apparaître et mis en oeuvre, dans ce système, les concepts de mémoire temporaire, de mémoire permanente et de programme enregistré.

Ce n'est qu'à partir de 1956 que les Bell Labs commencent à dévoiler leurs nouveaux projets et leurs ambitions. Dans un article publié en 1956 dans le BSTJ (Bell System Technical Journal), Amos E. Joel décrit la panoplie des moyens utilisables à cette époque pour développer la commutation électronique. En mars 1957, les Bell Labs décident de frapper un grand coup : ils invitent, dans leurs laboratoires de Murray Hill, tous les organismes et sociétés publics ou privés qui ont des accords de brevets avec Western Electric. Une démonstration d'une première maquette de central téléphonique électronique est effectuée devant les participants à ce colloque : des exposés sont faits et une abondante documentation est remise aux invités. Les ingénieurs des Bell Labs sont très optimistes sur la date à laquelle la commutation électronique donnera lieu à des réalisations industrielles et deviendra effectivement opérationnelle. En fait, ce sera beaucoup plus long que prévu : le premier système ne sera mis en exploitation à Morris, près de Chicago, que plus de trois ans et demi après ces démonstrations en laboratoire (novembre 1960). Le premier système vraiment opérationnel (ESS1) sera mis en exploitation seulement en mai 1965 à Succasunna dans le New-Jersey. On trouvera ci-après, en annexe I, ce qu'écrivait à ce sujet John Brooks dans un livre publié en 1976 et intitulé Telephone - The first hundred years.

Pierre Marzin, qui avait tenu à participer en personne au symposium des Bell Labs, en revint enthousiasmé, documents à l'appui. Cela confortait son opinion que la commutation électronique était la voie de l'avenir ; mais il pensait aussi, comme les dirigeants et ingénieurs des Bell Labs, que la phase d'industrialisation des systèmes électroniques serait relativement rapide. Nous venons de voir que ce ne fut pas le cas.

En conclusion, on peut dire que vers la fin de l'année 1957 le décor est planté :

- Le Conseil technique des PTT a chargé officiellement le CNET, dirigé par Pierre Marzin, de mettre en chantier un système de commutation entièrement électronique. Mais avec une sage prudence le Conseil prévoit une dizaine d'années avant une véritable industrialisation de ce système. Ce délai donnera le temps nécessaire aux ingénieurs et techniciens du CNET et de l'industrie privée pour développer et mettre au point ces nouveaux équipements. On notera au passage que la Grande-Bretagne, qui pensait pouvoir brûler les étapes entre l'électromécanique et l'électronique, mettra de nombreuses années à sortir du système Strowger ;
- Le CNET, sous l'impulsion de P. Marzin, ne perd pas de temps puisque le département RME (Recherches sur les Machines Electroniques) qui sera chargé de lancer les premières études et recherches sur la commutation électronique est créé dès avril 1957 ;
- Au plan technique, les Bell Telephone Laboratories, dont personne ne conteste la prééminence en matière de télécommunications, ont, en quelque sorte, promulgué les "tables de la loi" lors du

symposium du mois de mars. On sait que même nos collègues des Bell Labs évolueront beaucoup dans ce domaine par la suite ;

- Enfin, au niveau de l'organisation, le Conseil technique a souligné qu'étant donné l'ampleur des programmes de recherches à venir en commutation électronique, il sera sans doute opportun d'associer plus étroitement dans un organe mixte l'Administration et l'industrie chargée du développement de ces nouveaux systèmes. Socotel se profile à l'horizon.

- Ajoutons enfin que l'année 1957 entraînera également certaines modifications dans l'état-major des télécommunications françaises. En particulier, le directeur général des télécommunications, J. Rouvière, qui s'était engagé sans réserve pour l'adoption du système Pentaconta comme système unique de commutation, considérera les décisions prises en 1957 comme une défaite personnelle et cherchera à quitter l'administration des PTT. Il acceptera de briguer le poste de directeur du CCITT à Genève où il sera élu en 1958. Il sera remplacé à la tête de la Direction générale des Télécommunications par Raymond CROZE. Quant à P. Marzin, les événements de 1957 le confortaient dans son rôle de patron de la recherche technique en télécommunications.

1957 - 1961. Premières études et recherches du CNET en commutation électronique spatiale. Création de SOCOTEL.

Le département RME du CNET avait été créé en avril 1957 ; j'employai d'abord les premiers mois qui suivirent à rassembler les moyens nécessaires au bon fonctionnement du nouveau département : à mon avis, le point le plus important était de constituer une forte équipe d'ingénieurs et de techniciens. Le groupe Faisceaux hertziens du CNET, dont j'étais jusqu'alors responsable, comprenait essentiellement deux équipes : l'une était chargée des études de faisceaux hertziens proprement dites (techniques des hyperfréquences, notamment), l'autre se consacrait à la recherche et au développement des systèmes multiplex à répartition dans le temps et au codage de l'information.

C'est cette seconde équipe qui constituera le noyau initial du département RME. Cependant, cette équipe, issue du secteur Transmission du CNET, n'avait aucune notion de la Commutation. J'estimais qu'il nous fallait absolument un grand spécialiste de cette discipline. Sur ma demande, P. Marzin convainquit le chef du département Commutation du CNET, Gaston Letellier, de me transférer l'un de ses meilleurs ingénieurs : c'est ainsi que Pierre Lucas vint rejoindre Denis Dayonnet, Jacques Dondoux, André Pinet et d'autres qui travaillaient déjà avec moi. Par la suite, d'autres brillants ingénieurs et techniciens viendront peu à peu compléter les premières équipes du jeune département RME.

Il nous fallait aussi quelques moyens logistiques. Un équipement minimal fut mis en place, en dessin et en mécanique, ainsi qu'un petit atelier de fabrication de circuits imprimés. Mais, reconnaissons-le, nous partions à peu près de zéro. Nous n'avions, bien entendu, ni l'expérience ni les moyens technologiques considérables de nos collègues des Bell Labs. Nous avons également du retard sur nos collègues anglais du Centre de recherches du Post Office à Dollis Hill qui, sous la direction de T. H. Flowers, avaient commencé leurs premières recherches en commutation électronique en 1952. Flowers, contrairement à d'autres dirigeants du British Post Office (BPO), pensait que l'on pouvait passer directement de l'ère du système Strowger à celle de la commutation entièrement électronique, ce qui était un pari osé (voir annexe II).

Au CNET, nous n'avons ni l'expérience des ordinateurs fonctionnant en temps réel, ni celle des dispositifs de connexion électronique. P. Marzin nous conseille de suivre la ligne tracée par les Bell Labs et de ne pas trop nous aventurer dans des voies encore inexploitées. Nous commençons ainsi à faire nos premières armes en utilisant des diodes à gaz à cathode froide, comme points de connexion. Nous faisons aussi quelques tentatives pour tester des mémoires temporaires à tube cathodique (barrier grid store) puis à plaques de ferrites et une mémoire permanente de type flying spot store.

Cet arsenal technologique des Bell Labs était impressionnant mais il me laissait, personnellement, très perplexe : je ne pensais pas que nous avions intérêt à développer des dispositifs aussi complexes et aussi spécifiques qui demandaient, pour leur réalisation, des moyens considérables. Nos collègues américains éprouvaient eux-mêmes des difficultés avec ces technologies très particulières, qu'ils allaient d'ailleurs bientôt abandonner.

Nous décidons alors de suivre notre propre voie. Par exemple, le tambour magnétique dont on avait en France une excellente expérience, grâce à la Compagnie des Machines Bull, nous paraissait parfaitement apte à servir de support à une mémoire permanente. Nous nous lançons dans la réalisation d'une maquette de laboratoire destinée à nous permettre de vérifier les principes de base d'un système de commutation électronique. Il s'agissait d'un réseau de connexion à diodes à gaz, piloté et commandé par un ordinateur électronique entièrement transistorisé (Antinea). Ce ordinateur avait été conçu et réalisé dans les laboratoires du département RME. Cette maquette appelée Antares (contraction des mots Antinea et Réseau Electronique de Sélection) sera opérationnelle en 1961. Il ne s'agissait là que d'une première maquette de laboratoire, mais ce fut, en quelque sorte, le point de départ des travaux du CNET en commutation électronique.

Cependant, l'utilisation d'une diode à gaz comme point de connexion ne nous paraissait pas une solution de grand avenir. Les Bell Labs l'abandonnèrent d'ailleurs rapidement. Le département RME s'orienta alors vers la réalisation d'un réseau de connexion entièrement électronique, utilisant comme point de connexion un couple de transistors PNP-NPN. Ce fut le projet Aristote (Appareillage Réalisant Intégralement et Systématiquement Toute Opération de Téléphonie Electronique). Aristote était conçu comme un système à grande capacité organisé autour d'un ordinateur central (Centre de traitement des informations) et de ordinateurs périphériques dénommés explorateurs. Le ordinateur central, baptisé Ramsès, était nettement plus puissant que son prédécesseur (Antinea). J'avais promis à P. Marzin que ce premier système entièrement électronique pourrait être expérimenté en exploitation, ce qui fut fait. Aristote fut mis en service au CNET à Issy-les-Moulineaux puis transféré au CNET à Lannion en 1963. Il assurera un service téléphonique interne au CNET jusqu'en 1969.

Cette réalisation nous permit de mieux apprécier les possibilités, mais aussi les limites du point de connexion électronique. En particulier, le couple PNP-NPN introduisait un léger affaiblissement de transmission. Pour respecter les normes en vigueur dans ce domaine, cela conduisait à insérer des amplificateurs à impédance négative sur les joncteurs centraux du réseau de connexion. D'où une certaine complication et un certain alourdissement des équipements.

Le point de connexion entièrement électronique constituait-il une solution vraiment valable pour l'avenir ? Il fallait se poser la question. On notera que cette voie avait été aussi explorée par l'Administration suédoise des téléphones, par Philips aux Pays-Bas et même par IBM qui n'avait cependant comme objectif que la réalisation de centraux téléphoniques privés.

Telle était, brièvement résumée, la situation en 1962. Le CNET, conformément à la mission qui lui avait été confiée en 1957, s'efforçait de mettre au point un système de commutation entièrement électronique. Les constructeurs, de leur côté, dans le cadre de SOCOTEL, avaient plus spécialement la charge des recherches sur des systèmes utilisant un point de connexion électromécanique. A ce sujet, il convient de distinguer les systèmes à relais à tiges à contacts scellés (à maintien électrique, puis à maintien magnétique - remreeds), solution finalement adoptée par le Bell System et, d'autre part, les systèmes utilisant des dispositifs dérivés des commutateurs Crossbar (système SP1 de Northern Telecom au Canada - système Métaconta à mini sélecteurs de la CGCT en France, etc.).

Pour être complet, mais sans entrer dans trop de détails techniques, il nous faut dire un mot des organes de commande électroniques eux-mêmes. Si les technologies utilisées par les Bell Labs dans les premières réalisations expérimentales furent vite dépassées, le principe de base de la commutation électronique, énoncé et développé par Amos E. Joel à la fin des années 1950, la commande par programme enregistré, demeurait toujours valable ; cependant, un problème important n'était pas encore clarifié : celui de la sécurité de fonctionnement de ces organes de commande. Les Bell Labs avaient opté, au départ, pour deux ordinateurs centraux fonctionnant en micro synchronisme, chaque ordinateur pouvant supporter toute la charge à lui seul. En cas de défaillance de l'un des ordinateurs, l'autre prenait immédiatement sa place, assurant ainsi une parfaite continuité de fonctionnement de l'ensemble du système. Mais les problèmes techniques à résoudre étaient délicats.

Dans les premières maquettes réalisées au CNET, qui avaient essentiellement pour but de vérifier et de tester les principes de base, nous n'avions utilisé qu'un seul ordinateur. Bien entendu nous ne pouvions éluder le problème de sécurité de fonctionnement. Je demandai alors à Pierre Lucas qui, je le rappelle, venait du département Commutation du CNET, de réfléchir à cette question fondamentale. Lucas proposa un nouveau concept pour assurer la sécurité de fonctionnement des organes de commande : le partage de charge. Il s'agissait, comme dans le domaine de la commutation classique,

de répartir la charge entre plusieurs organes fonctionnant indépendamment. Par analogie avec les appellations en cours en commutation classique, nous appelions ces calculateurs des multi enregistreurs. Ce principe du partage de charge allait être adopté, par la suite, par tous les constructeurs de centraux électroniques.

Mais il était nécessaire de vérifier la faisabilité et la viabilité de ce concept de partage de charge. Pour ce faire, nous décidons de réaliser rapidement, au département RME, une maquette d'autocommutateur utilisant, comme réseau de connexion, de simples commutateurs Cross bar CP 400, et un système de commande à multi enregistreurs électroniques. Ce central expérimental dénommé Socrate (Système Original de Commutation Rapide Automatique à Traitement Electronique) était opérationnel au CNET à Issy-les-Moulineaux en 1963 ; il fut ensuite transféré et mis en exploitation à Lannion au début de 1965. Il desservait parfaitement plusieurs centaines de postes téléphoniques et demeura en service jusqu'à la fin de 1972.

Ainsi, pour résumer, on peut dire que dans le courant de l'année 1962, la situation était à peu près la suivante :

- Le CNET a réussi à mettre en service expérimental un système de commutation entièrement électronique (point de connexion électronique à couple de transistors PNP-NPN) ;
- Dans le cadre de SOCOTEL, les constructeurs de commutation, de leur côté, font porter leurs efforts sur des systèmes semi électroniques (organes de connexion dérivés du commutateur Cross bar, tels que le mini sélecteur) ou quasi-électroniques (point de connexion à relais à tiges à contacts scellés) ;
- Enfin, en ce qui concerne les calculateurs électroniques de commande, le CNET innove en proposant et en expérimentant le principe du partage de charge qui s'avèrera une très bonne solution pour la sécurité de fonctionnement des futurs centraux électroniques.

Il est intéressant de noter qu'à cette époque toutes les études et recherches en commutation électronique se rattachaient à ce qu'il est convenu d'appeler la commutation électronique spatiale. Ce terme signifie simplement que le chemin qui, dans un autocommutateur, relie un circuit entrant à un circuit sortant peut être matérialisé dans l'espace à travers les contacts d'un certain nombre de relais (électromécaniques ou électroniques). En 1962, seul le British Post Office expérimente un système basé sur le principe de la commutation temporelle (Highgate Wood - Londres). On se rappellera qu'en commutation électronique temporelle, le signal n'emprunte pas un chemin ayant une réalité physique, tangible en quelque sorte, mais une sorte de voie virtuelle temporelle représentée par un intervalle de temps d'un système multiplex à répartition dans le temps.

Telle est donc, au cours de cette année 1962, l'état des recherches et des travaux sur les systèmes de commutation électronique destinés à la desserte du réseau téléphonique français. Il n'est encore question que de commutation électronique spatiale.

1962 : une nouvelle année charnière. Création du Centre de recherche du CNET à Lannion. Lancement d'un programme de commutation électronique temporelle.

Nous venons de voir qu'en 1962, mis à part nos collègues du British Post Office, tous les ingénieurs des grands laboratoires de recherches en télécommunications ont choisi de développer la commutation électronique spatiale, mettant encore en oeuvre un dispositif de connexion utilisant des contacts mécaniques.

Pour comprendre la suite des événements, il faut se reporter à l'année 1960 et faire un détour par la Bretagne. Le 19 mai de cette année, M. Michel-Maurice Bokanovski, ministre des Postes et Télécommunications, pose la première pierre du futur Centre de recherches du CNET à Lannion. On sait que Pierre Marzin pensait, depuis plusieurs années déjà, faire quelque chose d'important pour sa région natale à laquelle il était très attaché.

Tout avait commencé, en fait, par un décret du Gouvernement, en date du 30 juin 1955, qui instituait une procédure visant à favoriser la décentralisation des établissements publics. Une commission, présidée par M. Surleau, Conseiller d'Etat, fut chargée de procéder à un inventaire des services publics susceptibles de faire l'objet d'une décentralisation. Le cas du CNET est examiné le 27 février 1957 par ce comité qui "émet le vœu que soient implantés, dans une région de province à déterminer par la direction du CNET, des éléments attractifs de cet établissement". Avec l'appui de René Pleven, P.

Marzin fait pencher la balance en faveur de la Bretagne et, plus précisément, de Lannion. Une décision de principe est prise par le Gouvernement le 20 décembre 1958. P. Marzin ne perd pas de temps puisque, dès le mois de mars 1959, les premiers éléments du département Essais en Vol du CNET s'installent dans les baraquements provisoires, près de l'aérodrome désaffecté de Lannion. Mais la construction des grands bâtiments du Centre se révèle, pour des raisons techniques, plus difficile et plus longue que prévu. Pour ne pas retarder l'opération de décentralisation, P. Marzin décide alors de faire construire rapidement des bâtiments plus légers. Ces bâtiments seront disponibles en septembre 1961 et les premiers éléments des laboratoires du CNET commenceront à s'y installer en octobre, ainsi que ceux du laboratoire commun de Socotel

N'oublions pas également que c'est au cours de cette année 1961 qu'est lancée la construction de la station de télécommunications par satellites de Pleumeur-Bodou. Cette construction sera menée en un temps record : les bulldozers n'étaient entrés en action dans la lande bretonne qu'en octobre 1961, mais dans la nuit du 11 au 12 juillet 1962 la station de Pleumeur-Bodou sera la première à capter les images de télévision transmises par le satellite Telstar.

L'opération Lannion prenait corps ; toutefois, le Centre de recherches du CNET à Lannion n'était encore que très embryonnaire. Tout au début de l'année 1962, P. Marzin me demande de diriger l'opération de décentralisation du CNET à Lannion ; je lui réponds affirmativement, malgré, il faut le dire, les sourires et le scepticisme que suscitent les projets de Marzin en Bretagne. J'indique au directeur du CNET que, pour réussir cette décentralisation assez téméraire, il faut bien entendu affecter à l'opération des moyens humains et financiers importants, mais qu'il faut surtout pouvoir attirer à Lannion des ingénieurs et des techniciens de grande valeur. En 1958, le gouvernement français avait déjà souligné, comme nous venons de le rappeler, la nécessité de décentraliser des éléments attractifs du CNET. Certes, il y avait déjà les télécommunications spatiales, avec Pleumeur-Bodou, ce qui était un élément très important pour l'image du CNET. En ce qui concerne plus spécialement les laboratoires de recherches, il me paraissait indispensable d'engager le nouveau centre du CNET à Lannion dans des recherches de pointe, de high-tech comme on dirait aujourd'hui. Je demande à P. Marzin, tout en étant responsable de l'opération Lannion, de conserver la direction des recherches en commutation électronique pour l'ensemble du CNET. Mais je propose en même temps de transférer et de développer à Lannion les recherches de pointe dans cette discipline, c'est à dire, en fait, les recherches en commutation électronique temporelle numérique auxquelles nous avons commencé à réfléchir avec André Pinet. En dehors de la commutation, il fallait également un programme attractif en transmission : dans mon esprit il s'agissait d'engager des recherches sur les transmissions numériques à hauts débits et sur de nouveaux services, tels que le visiophone. C'est Emile Julier qui fut chargé de ce secteur. D'autres programmes de pointe furent également lancés au Centre de recherches de Lannion, en particulier dans le domaine de la reconnaissance et de la synthèse de la parole.

Mais le programme phare du CNET à Lannion devait être, à mon sens, la commutation électronique temporelle. Cependant, pour parvenir dans ce domaine au développement et à la mise au point de systèmes vraiment opérationnels et susceptibles d'être ensuite fabriqués en série, j'estimais qu'il était indispensable de pouvoir transférer rapidement les résultats de nos études à une entreprise chargée du développement industriel. Etant donné l'éloignement de Lannion, il me paraissait nécessaire pour être efficace que cette unité soit située à proximité même des laboratoires du CNET. P. Marzin en était également persuadé : il demanda alors à Ambroise Roux, président du groupe CGE d'installer à Lannion une antenne technique ; ce seront d'abord des éléments du Centre de recherches de la CGE à Marcoussis et une antenne du département Transmission de la CIT ; puis sera créée, au début de 1966, une entité indépendante, la Société Lannionnaise d'Electronique (SLE). Il faudra aussi, le moment venu, organiser sur une base réaliste le transfert technique entre le CNET et l'industrie. Pour ma part, je pensais que la solution la plus efficace était de transférer non seulement des dossiers, mais aussi des hommes et même les meilleurs. C'est ce qui sera fait, en particulier grâce à François Tallegas qui passera du CNET à l'industrie pour prendre, en 1966, la direction de la SLE et le développement industriel des équipements de commutation électronique temporelle.

Toutefois, à la fin de l'année 1962, nous n'en sommes pas encore là. La première tranche des bâtiments définitifs du CNET à Lannion ne sera achevée qu'en avril 1963 : les services du CNET logés dans les bâtiments provisoires pourront emménager en mai et en juin. Les locaux du Centre de

recherches de Lannion seront inaugurés officiellement par le ministre des Postes et Télécommunications, M. Jacques Marette, le 28 octobre 1963. C'est également en 1963 que s'installent à Lannion les premiers éléments de l'antenne de la CGE.

Ainsi, à la fin de l'année 1963, grâce à l'installation de laboratoires du CNET à Lannion et à la présence, à proximité de ces laboratoires, d'une unité de développement industriel, un nouvel élan allait pouvoir être donné à l'ensemble du programme de commutation électronique du CNET.

J'ai eu l'occasion de rappeler au cours du colloque organisé en mai 1995, dans le cadre du cinquantenaire du CNET, que celui-ci s'était engagé très tôt dans les études et recherches sur la modulation par impulsions et les systèmes multiplex à répartition dans le temps : les premières réalisations remontent en effet à 1947. Mais jusqu'au début des années 1960, le CNET n'avait en vue que les problèmes de transmission ; d'autre part, la technique des systèmes à modulation par impulsions et codage (MIC) n'était pas encore opérationnelle. Le premier équipement de transmission MIC sera le système T1 à 24 voies, mis au point par les Bell Labs et construit ensuite en série, à partir de 1962, pour les liaisons entre les centraux téléphoniques des grandes agglomérations comme New-York, Chicago, etc.

Il faut cependant signaler, en commutation, une expérience intéressante, qui donna lieu à des démonstrations expérimentales aux Bell Labs en 1958. Il s'agissait d'une maquette dénommée ESSEX (Experimental Solid State Exchange) qui comprenait un ensemble de concentrateurs de lignes, de type temporel (concentrateurs à 24 voies MIC desservant 256 voies téléphoniques). Chaque voie téléphonique pouvait être connectée à chaque voie téléphonique du même concentrateur, ou d'un autre concentrateur, par l'intermédiaire d'un réseau central de connexion utilisant des portes électroniques à semi-conducteurs. Cette maquette était l'œuvre d'une équipe dirigée par un homme remarquable, H. E. Vaughan. Mais, comme nous l'avons vu précédemment, les Bell Labs ne poursuivirent pas le développement dans cette voie ; ils donnèrent la préférence aux équipes dirigées par R. W. Ketchledge qui travaillaient à la mise au point d'un système en commutation spatiale (ESS1) dont la première expérimentation aura lieu, ainsi que nous l'avons rappelé, à Morris, près de Chicago, en novembre 1960. Pourquoi cette préférence ? Peut-être parce que, en 1957-1958, la technologie des semi-conducteurs n'était pas encore suffisamment développée (les circuits intégrés ne commenceront à être utilisés qu'au début des années 1960), peut-être aussi parce que Ketchledge, qui avait un tempérament de chef de commando, l'avait emporté sur son collègue Vaughan, quitte à piétiner à mort (trample to death) le problème de la commutation électronique (voir le livre de John Brooks déjà cité) !

Au CNET, André Pinet et moi-même réfléchissions sur la façon dont nous pourrions parvenir à résoudre de manière satisfaisante, sans le piétiner à mort, le problème des systèmes de commutation entièrement électroniques. L'expérience du British Post Office, à Highgate Wood, n'était guère encourageante. En revanche, la réalisation de la maquette ESSEX en 1958 par les Bell Labs, bien qu'elle n'ait pas eu de suite, nous paraissait très intéressante.

Pour compléter ces propos, je rappellerai que je connaissais bien A. Pinet avec qui je travaillais, depuis une quinzaine d'années déjà, sur les systèmes à modulation par impulsions, analogiques d'abord (nous avons réalisé un premier système multiplex temporel à 24 voies en 1947), numériques ensuite (on disait alors modulation codée, par transposition de l'expression anglaise Pulse Code Modulation). Mais il ne s'agissait, à cette époque, que de recherches sur les systèmes de transmissions. Durant son passage au département RME, A. Pinet étudiera plus spécialement des systèmes de circuits logiques rapides, dans le cadre de la réalisation du calculateur transistorisé Antinéa.

L'expérience et les connaissances acquises au cours de cette quinzaine d'années nous seront très utiles lorsque nous nous engagerons dans les recherches sur la commutation électronique temporelle numérique. Je voudrais simplement, au passage, rendre hommage aussi à Paul Gloess, ingénieur contractuel au CNET. P. Gloess, qui était un ancien ingénieur du LCT (Laboratoire Central des Télécommunications) nous a fait profiter, pendant toute cette période, de l'expérience précieuse qu'il avait acquise dans les techniques d'impulsions.

En 1962, A. Pinet, qui a accepté de me suivre au CNET à Lannion, devient mon adjoint direct pour la commutation électronique temporelle. Sous sa direction, un nouveau département est créé : le département CTI (Commutation et Traitement de l'Information) qui va prendre en charge tout le programme de commutation électronique temporelle en cours d'élaboration à cette époque.

1963-1966. Développement au CNET du programme PLATON. Premières réalisations expérimentales. Conception d'un futur réseau intégré.

A la fin de l'année 1962, la situation de la recherche en commutation électronique au CNET est clarifiée. Le département RME, qui demeure au CNET à Issy-les-Moulineaux et dont j'ai passé la direction à Jacques Dondoux, est chargé des études en commutation électronique spatiale, en liaison avec les constructeurs de Socotel concernés. Ce programme de commutation électronique spatiale va se matérialiser dans le projet Pericles. Ce projet peut être considéré comme une suite du projet Socrate, en ce sens que la commande du réseau de connexion y est assurée par deux calculateurs fonctionnant en partage de charge. Quant au réseau de connexion lui-même, il n'utilise plus de commutateurs Crossbar, mais des matrices de relais à tige à contacts scellés, analogues à ceux des prototypes du système ESS1 des Bell Labs (relais à maintien électrique, dans un premier temps ; relais à maintien magnétique, ensuite). Le premier équipement type Pericles sera mis en service à Clamart en 1970, avec 800 abonnés. Un autre central d'un type voisin sera mis en service plus tard à Maison-Lafitte (1974).

Nous rappellerons, à ce propos, que l'ensemble des recherches du CNET et de SOCOTEL en commutations électroniques spatiale et temporelle avait pour objectif la définition et la réalisation d'un système de commutation électronique "cohérent", sinon unique, qui fut désigné par le sigle E1. Le programme E1 comportait en fait trois composantes : E10 en commutation temporelle à moyenne capacité (projet Platon, voir ci-après), E11 en commutation spatiale (projet Périclès notamment) et enfin E12, qui concernait essentiellement un système de commutation électronique à grande capacité, piloté par deux calculateurs électroniques CS 40 dérivés de l'IRIS 80 de la CII. Le projet E12 avait été confié au GIE Citerel rassemblant la CIT et la Société des Téléphones Ericsson. En 1972, Citerel sera absorbé par la SLE qui deviendra SLE-Citerel. Le projet E12 donnera lieu à un certain nombre de réalisations mais qui se limiteront finalement à des centres de transit à grande capacité. Dans tout ce qui suit, nous n'évoquerons que le projet Platon et toute la filière qui en découlera sous le sigle E10 puis, plus récemment sous l'appellation de marque 1000.E10. C'est en effet la filière de commutation électronique temporelle dérivée du projet Platon qui s'imposera progressivement dans tous les domaines.

Il nous faut revenir à l'année 1962. A la fin de cette année, le département CTI du CNET-Lannion élabore un grand programme de recherches en commutation électronique temporelle. Ce programme se concrétisera en 1963 par le projet Platon, dont le sigle signifie Prototype Lannionnais d'Autocommutateur Téléphonique à Organisation Numérique.

A la fin de 1963, le programme Platon est donc définitivement engagé. Les objectifs affichés sont ambitieux, car il s'agit, pour les équipes de Lannion, de bâtir un système de télécommunications intégrant à la fois la commutation et la transmission. Nous avons vu qu'à cette époque apparaissaient les premières liaisons MIC sur câble (système T1 aux Etats-Unis, études et expérimentations au CNET, en France). Commutation et transmission auront désormais parties liées. Mais pour réussir ce pari stratégique, il fallait partir sur des bases et des normes communes à la transmission et à la commutation. En transmission, les ingénieurs et techniciens des télécommunications ont toujours été habitués à des systèmes à base 12, bien connus dans les techniques à courants porteurs. Cela explique, en particulier, le choix américain d'un système MIC à 24 voies (2x12). Au CNET, les ingénieurs du secteur transmission proposent un système de base à 36 voies (3x12). En commutation électronique temporelle, André Pinet et moi-même estimons qu'il est bien préférable d'adopter des normes répondant à des structures binaires. Nous retenons ainsi pour le projet Platon un système MIC de base à 32 voies (2 à la puissance 5) et à 8 moments par voie (2 à la puissance 3).

Je parviendrai par la suite à convaincre nos collègues transmetteurs d'abandonner les systèmes à base 12 et d'adopter des normes compatibles avec celles de la commutation temporelle. Mais, dans mon esprit, il n'est pas question de promouvoir une norme purement franco-française qui rappellerait certains événements du passé, telle l'aventure du 819 lignes en télévision.

Nous prenons alors des premiers contacts avec nos collègues allemands de la Bundespost ; après un certain nombre de discussions et d'échanges de vues nous parvenons à élaborer une norme commune sur la base souhaitée (32 voies, 8 moments). Nous engagerons ensuite d'autres contacts avec nos collègues d'Italie, du Benelux et de Grande-Bretagne. Finalement tous ces efforts seront récompensés

et une norme commune pour les systèmes MIC sera adoptée par la CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) qui regroupe une vingtaine de pays européens. Mais cet accord ne sera officiellement entériné qu'en décembre 1968, lors d'une conférence plénière de la CEPT qui se tiendra à Paris. Quant à l'UIT (Union Internationale des Télécommunications), elle reconnaîtra, en fin de compte, en 1969, deux normes internationales, l'une correspondant aux techniques américaines et japonaises (24 voies) et l'autre à la technique européenne (32 voies). L'adoption d'une norme européenne commune pour les systèmes MIC est un événement important : il préfigure d'autres normalisations qui interviendront plus tard (notamment la norme GSM pour les radiocommunications avec les mobiles). Ainsi, 1968 marque, en quelque sorte, un premier pas vers une future Europe des télécommunications.

Les structures de base du système MIC étant bien définies, le Centre de recherches du CNET à Lannion commence à mettre en oeuvre les principes retenus pour la réalisation de PLATON dont les éléments constitutifs seront, notamment :

- un réseau de connexion entièrement temporel et, fait nouveau en commutation, sans blocage ;
- des organes de commande entièrement électroniques fonctionnant en "partage de charge" (multi enregistreurs);
- des mémoires temporaires et permanentes ;
- des unités de raccordement d'abonnés qui prendront différentes formes en fonction de l'évolution de la technologie ;
- une horloge et des dispositifs de synchronisation, etc.

La réalisation d'une première maquette expérimentale du système Platon est alors lancée par le département CTI. Les choses iront rapidement, puisque cette maquette sera opérationnelle dans les laboratoires du CNET à Lannion à la fin de l'année 1965. Mais je souhaite aller plus loin que la seule réalisation d'un central électronique prototype. Les systèmes de transmission MIC étant appelés, à mon avis, à se développer rapidement, je pense dès cette époque qu'il faut envisager la réalisation d'un prototype de réseau intégré, c'est à dire combinant transmission et commutation de type numérique. D'autre part, il est bien évident que la commutation électronique temporelle ne prendra tout son intérêt que dans le cadre d'un tel réseau, qui évitera le passage par des moyens de transmission analogiques. Pour concrétiser ces idées et ces concepts de base? A. Pinet présente dans une note interne du département CTI ce que devrait être un réseau intégré à l'échelle d'une zone locale. Cette note, en date du 21 juillet 1965, décrit de façon très détaillée (70 pages) "un projet d'installation d'un ensemble de commutation temporelle intégré au réseau téléphonique général dans la zone de Lannion". C'est, à ma connaissance, le premier document qui précise ce que représente ce concept de réseau intégré (centres urbains, centres satellites reliés à leurs centres de rattachement par liaisons numériques MIC, centre nodal et liaisons MIC associées, centre de traitement des informations, etc.). Quant à la structure même du cœur du système, elle comprend, comme nous l'avons déjà mentionné, un réseau de connexion entièrement temporel, sans blocage, commandé par un ensemble de processeurs fonctionnant en partage de charge (multi enregistreurs). Ainsi, à la fin de 1965, une première phase s'achève pour le projet Platon : une maquette expérimentale est mise en service dans les laboratoires du CNET et, en 1966, arrive la phase du développement de prototypes industriels, suivie de la mise en exploitation des premiers centraux et d'un premier réseau intégré de type numérique.

1966-1974. Développement industriel du système Platon (filiale E10). Mise en exploitation des premiers centres (centraux urbains et centres de transit) et d'un premier réseau intégré en Bretagne.

La SLE, sous la direction de François Tallegas, va donc entreprendre, à partir de la fin de 1966, en liaison étroite avec le CNET, les premiers travaux de développement industriel du système Platon, qui prendra par la suite le nom de système E10, le CNET ayant adopté le sigle E1 pour l'ensemble des systèmes de commutation électronique (E10 pour la génération temporelle Platon, E11 pour les systèmes en commutation électronique spatiale et E12 pour les futurs centraux temporels à grande capacité).

Si la SLE est alors le principal partenaire du CNET dans cette affaire, il ne faut pas oublier cependant qu'il existait à cette époque une petite société, l'AOIP (en fait une coopérative ouvrière), impliquée, elle aussi, dans les systèmes de commutation du réseau téléphonique français. L'AOIP avait installé également une unité en Bretagne, à Guingamp. L'AOIP faisait en outre partie des membres fondateurs de Socotel. Nous avons décidé d'associer les équipes de l'AOIP aux travaux de développement du système Platon en leur demandant, plus spécialement, de nous apporter leurs idées et leur concours pour la réalisation des unités de raccordement d'abonnés (URA) qui représentaient, au plan matériel, une part importante de l'équipement d'un central. Il y eut donc à cette époque une certaine émulation, sinon une concurrence, sur cet équipement important, mais qui posait encore certains problèmes dans sa version purement électronique. Comme on le sait, l'AOIP disparaîtra quelques années plus tard, et finalement seules resteront en piste la SLE et sa société mère qui deviendra Alcatel-CIT.

Je ne rappellerai pas les débuts de l'industrialisation du système Platon, mais seulement quelques dates :

- En février 1970, un premier centre urbain est mis en exploitation à Perros-Guirec, avec 1000 abonnés raccordés. Il s'agit là de la première réalisation mondiale d'un central téléphonique public en commutation électronique temporelle numérique ;
- Le 16 juin 1970, Robert GALLEY, ministre des Postes et Télécommunications, inaugure un nouveau centre Platon. Il s'agit alors d'un centre nodal (commutation de circuits) installé à Lannion dans la zone industrielle ;
- En 1971, un centre urbain est installé à Lannion même. D'autre part, des liaisons MIC sont en service entre le centre nodal de Lannion, les centres urbains de Perros-Guirec et de Lannion, et certains centres satellites (Pleumeur-Bodou, ZUP de Lannion, etc.). A la fin de l'année 1971, 5000 abonnés sont desservis par ce réseau intégré de type numérique qui est le premier au monde en exploitation réelle.

Mais revenons un instant à l'année 1966. En effet, il me paraît intéressant de rappeler que c'est au cours de cette année que se tient à Paris (28 mars - 2 avril 1966) le premier grand colloque international sur la commutation électronique. Si ce colloque prenait, en quelque sorte, la suite des précédentes manifestations (symposiums privés des Bell Labs en 1957 et 1963, conférence à Londres sous l'égide de l'Institute of Electrical Engineers en décembre 1960), il était néanmoins beaucoup plus ambitieux. Le colloque de Paris de 1966 réunit, en effet, un millier de participants venus de 30 pays différents, 150 communications y furent présentées. La commutation électronique temporelle fit l'objet d'un certain nombre d'exposés, mais il convient de remarquer que seul le CNET eut l'audace de montrer des photos d'un système de commutation électronique temporelle numérique en état de marche (maquette expérimentale du central Platon). H. E. Vaughan était présent au colloque, mais il n'évoqua pas le souvenir de l'ESSEX et se contenta de faire un exposé sur la maintenance du prototype ESS1 de Succasunna. Comme nous l'avons déjà indiqué, ce colloque de 1966 marquait la naissance d'une véritable institution internationale, l'ISS (International Switching Symposium) qui permettra aux ingénieurs et chercheurs du monde entier de faire le point périodiquement (tous les deux à trois ans) de l'état d'avancement des techniques de commutation électronique.

Après 1971, le programme Platon va continuer à se développer. Je citerai notamment l'inauguration, le 18 juillet 1972, des centraux de Paimpol et de Guingamp et des liaisons MIC associées. D'autres centraux seront également mis en service dans le Trégor au cours de cette année 1972 (Plouaret, Trébeurden, Trégastel). Cet ensemble constitue donc déjà, à la fin de 1972, un réseau intégré d'une certaine taille. Je voudrais, à cette occasion, rendre hommage au directeur des télécommunications de la région Bretagne de cette époque, Roger Légaré, qui nous a apporté tout son concours et aussi sa compréhension bienveillante pour la mise en place de ce premier réseau intégré.

Rappelons encore un autre événement survenu au cours de 1972 : l'inauguration du centre de transit de Poitiers par Robert Galley, ministre des Postes et Télécommunications, le 14 avril 1972. Dans son allocution, R. Galley résumait ainsi la situation : "Mais où en sommes nous présentement des options techniques dans cette future gamme d'autocommutateurs ? Le système Platon, de commutation temporelle, nous apparaît tout à fait adapté aux zones à faible densité d'abonnés et aux villes de moyenne importance. Il est également certain que dériveront directement de cette technique les centres de transit qui auront, dans une première génération, une capacité d'écoulement du trafic égale à celle de leurs homologues actuels électromécaniques. Restent les centraux urbains à forte capacité, c'est-à-dire de 50 à 60 000 lignes d'abonnés, pour lesquels des expériences sont encore nécessaires, avant de

décider de la technique à retenir. Dès maintenant, en tout cas, nous entrons effectivement dans la phase d'industrialisation de la commutation électronique. Je citerai trois chiffres significatifs à cet égard : en 1973, 2% de nos commandes de centraux porteront sur des matériels électroniques ; en 1975, elles atteindront 10% et nous disposerons alors de 100 000 équipements d'abonné en électronique."

Cette inauguration marquait l'entrée de la commutation électronique temporelle dans un domaine où elle allait s'imposer rapidement : les centres de transit. Le 15 mai 1973, Pierre Messmer, Premier ministre, et Hubert Germain, ministre des Postes et Télécommunications, inaugurent le grand central téléphonique des Tuileries ; dans son allocution, H. Germain tient à souligner en ces termes l'importance que représente l'introduction des premiers centres de transit temporels dans les grands réseaux urbains : "Je voudrais maintenant en venir à la signification de cette manifestation au plan de l'avenir de notre réseau de télécommunications. Le centre Tuileries marquera, en effet, une date dans l'introduction, déjà entreprise dans le réseau français, des techniques de pointe que représentent la transmission numérique et la commutation électronique... L'insertion progressive de l'électronique se déroule normalement et place la France dans une situation de premier plan dans le monde. Grâce à la collaboration étroite entre le Centre national d'études des télécommunications et les industriels du secteur, des étapes importantes ont déjà été franchies chaque fois que les problèmes techniques étaient résolus et, surtout, que la compétitivité économique par rapport aux matériels classiques était démontrée. Tel a été notamment le cas du système de commutation électronique E10, qui apparaît particulièrement bien adapté à la desserte des zones à densité téléphonique moyenne".

J'arrêterai là ce rappel de quelques dates et de quelques événements significatifs qui montrent qu'en 1974 le développement de la commutation électronique temporelle en France était déjà largement engagé.

Indépendance et modernisation. Les clés de la réussite de la filière française de commutation électronique temporelle.

Comme nous l'avons rappelé, ce n'est qu'à la fin de l'année 1962 qu'est lancé au Centre du CNET à Lannion, un programme de recherches en commutation électronique temporelle de type numérique et ce n'est qu'au cours de l'année 1963 que prend forme le projet Platon lui-même.

L'élaboration du projet Platon, puis son développement, se sont effectués rapidement. C'est le premier point qu'il me paraît intéressant de souligner. Je noterai simplement quelques dates : à la fin de 1965 une maquette du système Platon est installée dans les laboratoires du CNET à Lannion ; le développement industriel commence vers le milieu de l'année 1966 et le premier central est mis en service à Perros-Guirec tout au début de 1970. Il ne s'est donc écoulé guère plus de quatre ans entre la réalisation de la première maquette et celle du premier prototype.

Ce délai court est assez remarquable, si on le compare à d'autres. On se souviendra, notamment, qu'aux Bell Labs la première maquette expérimentale du futur système de commutation électronique ESS1 avait fait l'objet de démonstrations en mars 1957 et que le premier prototype vraiment opérationnel de l'ESS1 n'avait été mis en exploitation à Succasunna qu'en mai 1965. Ce délai de plus de huit ans est donc presque le double de celui constaté pour le projet Platon. Pourquoi cette rapidité de développement ? Quelle est la clé de cette première réussite ? Je pense que cette question mérite que l'on s'y arrête quelques instants.

Je signalerai plus particulièrement trois points qui me paraissent importants.

Le premier point concerne la conception même du futur système temporel. Comme je l'ai déjà indiqué, A. Pinet et moi-même avons acquis, au cours d'une quinzaine d'années de travail en commun, une bonne expérience des techniques d'impulsions ; d'autre part, pendant son passage au département RME, A. Pinet avait travaillé sur la conception et la réalisation de circuits logiques rapides, transistorisés, dans le cadre de la réalisation du calculateur électronique Antinéa. Enfin, Pierre Lucas avait définitivement établi l'intérêt et les avantages d'organes de commande électroniques fonctionnant suivant le principe du partage de charge. En 1962, nous avons donc une vision claire de ce que devait être un système de commutation électronique temporelle : un réseau de connexion entièrement temporel et sans blocage, des unités de raccordement d'abonnés permettant de concentrer

le trafic de lignes entrantes à fréquences vocales sur un groupe plus restreint de voies MIC, des organes de commande électroniques fonctionnant en partage de charge, etc. Les concepts de base étaient bien définis, nous pouvions nous engager rapidement dans une phase de réalisation et d'expérimentation.

Le deuxième point est celui des composants à semi-conducteurs. Il faut se souvenir que le concept de la modulation par impulsions et codage (MIC) avait été énoncé par Reeves (Laboratoire Central des Télécommunications, LCT) dès 1938 et que la théorie en avait été faite en 1947 par W. R. Bennett aux Bell Labs. Cependant, le développement des systèmes MIC ne sera possible que lorsque la technologie des semi-conducteurs s'affirmera. Le transistor a été inventé aux Bell Labs en 1948, mais le Bell System ne commencera à installer les premiers systèmes MIC en transmission qu'en 1962 (système T1 à 24 voies).

En commutation électronique temporelle, la situation était encore plus difficile. Nous avons pu réaliser, avec de simples transistors, les calculateurs électroniques Antinéa et Ramsès. Pour espérer réaliser économiquement un système de commutation électronique temporelle, il nous fallait faire appel aux circuits intégrés qui commençaient à apparaître en 1962-1963. Il y avait bien en gestation, au niveau du gouvernement français, vers le milieu des années 1960, un Plan composants comme il y avait eu un Plan calcul. Le CNET y participera d'ailleurs. Mais, en ce qui me concerne, je fis savoir à P. Marzin qu'il n'était pas possible, si l'on voulait réussir rapidement l'opération Platon, d'attendre la fabrication de circuits intégrés par l'industrie française. Marzin me donna carte blanche pour rechercher et utiliser les circuits intégrés qui nous semblaient les mieux adaptés à nos besoins. C'est ainsi que, grâce aux relations industrielles du groupe CGE, nous avons pu disposer des tout premiers circuits intégrés TTL (Transistor-Transistor Logic) de Texas Instruments. Cependant, pour rendre la commutation électronique vraiment compétitive au plan économique, il faudra attendre l'apparition des circuits intégrés à grande échelle de type LSI (Large Scale Integration) et même plus tard VLSI (Very Large Scale Integration). Mais l'accès aux produits d'un grand fabricant mondial de composants nous mettait d'emblée au niveau des Bell Labs, ce qui était un facteur essentiel de compétitivité.

La troisième clé de la réussite du programme Platon réside dans l'excellent processus de transfert des résultats de recherches du CNET à l'industrie. J'ai déjà souligné l'importance de ce point ; le fait que les laboratoires de recherches du CNET à Lannion aient été situés à proximité même de l'unité de développement industriel du groupe CGE, en l'occurrence la SLE, a été un élément déterminant dans la réussite de l'opération et, en particulier, dans la rapidité de développement du système E10. Ajoutons que les équipes du CNET et de la SLE étaient jeunes et très motivées : elles avaient l'ambition commune, pour prendre une expression propre aux alpinistes, de réussir ensemble une première.

Est-ce à dire que tous les problèmes étaient résolus après la mise en service des premiers centraux à Lannion en 1970, puis celle d'un premier centre de transit en 1972, à Poitiers et, au cours de la même année, la réalisation du premier réseau intégré en Bretagne (Lannion - Guingamp - Paimpol) et enfin, en 1973, l'installation des premiers équipements d'un centre de transit urbain dans un grand central parisien (Tuileries) ? Ce serait présomptueux de l'affirmer. Il restait, en particulier, à démontrer la possibilité de réaliser des très grands centres urbains (plus de 50 000 lignes). C'était l'une des raisons qui justifiait le maintien d'études et de recherches en commutation électronique spatiale au CNET à Paris et chez les constructeurs de Socotel.

Si, en 1974, tous les problèmes ne sont pas encore résolus, le système E10 est sur de bons rails et le train de la numérisation du réseau français de télécommunications est en marche. Je rappellerai, à ce sujet, que nous avons œuvré pour l'adoption d'une norme européenne commune aux systèmes MIC de transmission et de commutation et que cette norme avait été officiellement entérinée par la CEPT, lors de sa réunion tenue à Paris en décembre 1968. Cette norme constituait, en somme, le socle sur lequel allaient s'édifier les futurs réseaux numériques de télécommunications.

Fin de l'ère analogique en transmission. Déclin de la commutation électronique spatiale. Généralisation de la commutation électronique temporelle. Développement rapide de la numérisation des réseaux.

Au début des années 1970, les systèmes MIC de transmission, qui avaient fait leur apparition en 1962 aux Etats-Unis, commencent à supplanter partout les anciens systèmes à courants porteurs. En France, les commandes d'équipements numériques de transmission ne représentent encore, en 1968, que 30% de l'ensemble des commandes d'équipements de transmission, mais trois ans plus tard, en 1971, la quasi-totalité des commandes concerne des équipements numériques. Cette numérisation rapide du réseau de transmission est une donnée très favorable pour la généralisation progressive de la commutation électronique temporelle.

Où en est-on précisément en commutation électronique vers le milieu des années 1970 ? Il est intéressant de noter, tout d'abord, que le Bell System, grand promoteur de la commutation électronique spatiale une dizaine d'années auparavant, prend rapidement le virage de la commutation électronique temporelle, en commençant par les centres de transit. Le 17 janvier 1976, est mis en service à Chicago, le plus puissant centre interurbain du monde : ce centre est équipé du système ESS 4, en commutation électronique temporelle, et peut écouler 550 000 appels à l'heure, soit une capacité cinq fois plus grande que celle du système Crossbar correspondant (Crossbar n° 4). En ce qui concerne les centres urbains, il faudra attendre le début des années 1980, avec la réalisation et la production en série d'une nouvelle composante de la gamme ESS, l'ESS 5, qui pourra desservir, en commutation électronique temporelle, aussi bien des zones à faible densité (quelques milliers d'abonnés) que des grandes zones urbaines (100 000 lignes).

En France, où en est-on à la même époque ? Le 21 juin 1975, la Direction générale des télécommunications décide de lancer une consultation mondiale pour la fourniture de systèmes en commutation électronique spatiale. Six propositions sont reçues, trois sont sélectionnées lors du Conseil restreint du 8 décembre 1975 (AXE suédois, D 10 japonais, Métaconta d'ITT).

Finalement, deux systèmes sont retenus au cours du Conseil restreint du 13 mai 1976 présidé par le Président de la République : le Métaconta et l'AXE. Cependant, la priorité d'un développement d'une technique française de commutation électronique temporelle est réaffirmée. Les trois premiers paragraphes du relevé de décision de ce Conseil restreint sont ainsi rédigés : 1. La commutation électronique sera systématiquement et exclusivement adoptée pour la création de nouveaux centraux à partir du second semestre de 1978. 2. Le développement d'une technique française de la commutation électronique temporelle revêt un caractère prioritaire. Le secrétaire d'Etat aux Postes et Télécommunications prendra les mesures nécessaires pour que les études menées en ce domaine soient activement poursuivies. Dès maintenant, à égalité de compétitivité, les commandes porteront sur les matériels conçus selon cette technique. 3. En complément et dans l'attente de la généralisation des matériels de commutation électronique temporelle, le réseau sera équipé de matériels de commutation électronique spatiale Métaconta et AXE.

Cette décision donnait l'impression, même si l'on considérait toujours le développement de la commutation électronique temporelle comme prioritaire, qu'en même temps, pour différentes raisons, on la mettait quelque peu entre parenthèses. Certes, à cette époque tous les problèmes techniques n'étaient pas encore réglés, notamment en ce qui concerne les centraux à grande capacité : la première génération du système E10 n'avait alors qu'une capacité de l'ordre de 15 000 lignes. Cependant, dès 1977, la CIT lance une version à plus grande capacité, environ 60 000 lignes, qui permettra de satisfaire presque tous les besoins du réseau. Le premier équipement de cette nouvelle génération est installé à Pékin, à la fin de 1980. En France, un premier central de ce type sera mis en service à Brest en juillet 1981. Dans un article paru dans Les Echos le 19 octobre 1977, Jacques Jublin écrit : « La récente conférence d'Atlanta a démontré que toutes les grandes compagnies s'orientent désormais vers le "tout électronique". La technologie française a trouvé des adeptes et des clients ».

Dans la préface d'un important ouvrage du CNET consacré à la commutation électronique³, je résumais ainsi la situation à la fin des années 1970 : "Depuis 1978, la situation s'est clarifiée et le bien-fondé des solutions d'avant-garde proposées par le CNET a été encore conforté par le

³ GRINSEC, La commutation électronique, Collection Technique et Scientifique des Télécommunications, Editions Eyrolles, Paris (1980)

développement prodigieux de la technologie des semi-conducteurs et l'apparition des microprocesseurs. En mai 1979, le colloque international de commutation qui s'est tenu à Paris et qui a réuni quelques 2 000 participants venus de très nombreux pays a confirmé qu'un consensus général existait désormais en faveur de la commutation électronique de type temporel."

Comme le souligna, au cours de ce colloque, Gérard Théry, Directeur général des télécommunications : « Le développement de la commutation électronique temporelle est maintenant devenu une réalité par les décisions déjà prises ou imminentes dans la plupart des pays ». Cette orientation irréversible vers la commutation électronique temporelle apparaît nettement dans les chiffres. Ainsi, en France, le nombre d'équipements de commutation temporelle commandés par la Direction générale des télécommunications atteignait déjà, en 1980, 70% du nombre total d'équipements commandés.

Parallèlement, le développement rapide des systèmes MIC en transmission rendait de plus en plus compétitive la commutation électronique temporelle et la marche vers la numérisation complète des réseaux s'en trouvait accélérée. Dans ce domaine, notre avance en commutation électronique temporelle plaçait les télécommunications françaises en position de pointe. De ce fait, le réseau français de télécommunications est devenu non seulement le plus numérisé du monde, mais aussi l'un des plus modernes.

Epilogue

En 1957, ainsi que nous l'avons rappelé au début de cet exposé, le ministre des PTT, après avis du Conseil technique des Postes et Télécommunications, donne mission au CNET de mener les études en vue de la mise au point d'un système de commutation électronique homogène (à l'exclusion de systèmes mixtes comprenant encore une partie électromécanique, ce qui retarderait l'avènement d'une solution entièrement électronique).

Au cours de cette même année, les Bell Telephone Laboratories dévoilent leurs recherches en commutation électronique spatiale et montrent, en fonctionnement, une première maquette expérimentale d'un central électronique à "programme enregistré". Pierre Marzin, directeur du CNET, décide alors d'engager immédiatement le Centre dans les recherches en commutation électronique avec pour objectif d'aboutir à la réalisation d'un premier système expérimental. Le département RME (Recherches sur les Machines Electroniques) est créé dans ce but.

A cette époque, il n'est guère possible d'envisager autre chose que la commutation électronique de type spatial. Le département RME et les constructeurs associés dans le cadre de Socotel vont donc s'efforcer de développer un système de commutation électronique spatiale. Le CNET, conformément à la mission qui lui avait été confiée, réalisera une première maquette d'un système entièrement électronique. Ce sera le projet Aristote utilisant comme point de connexion électronique un couple de transistors PNP-NPN.

Ce n'est qu'en 1962 qu'une nouvelle orientation stratégique est prise par le CNET. Profitant de l'opération de décentralisation de laboratoires du CNET à Lannion, puis, un peu plus tard, de l'installation, à proximité même des laboratoires de ce nouveau Centre, d'une unité de développement industriel de la Compagnie Générale d'Electricité, la SLE (Société Lannionnaise d'Electronique), je décide, en accord avec P. Marzin, de lancer un grand programme de recherches en commutation électronique temporelle. Ce sera le projet Platon (Prototype Lannionnais d'Autocommutateur Téléphonique à Organisation Numérique).

J'ai rappelé comment s'est déroulé le projet Platon et comment, dans des délais relativement courts, un premier central prototype avait été mis en exploitation, au début de 1970, à Perros-Guirec. J'ai rappelé aussi comment s'était poursuivi, à ses débuts, ce programme de commutation électronique temporelle : mise en service en 1972 d'un premier centre de transit à Poitiers, réalisation, en 1972 également, d'un premier réseau intégré (commutation électronique temporelle et liaisons MIC en transmission) dans la zone Lannion - Guingamp - Paimpol, etc.

Mais en 1975, la stratégie élaborée par le CNET et le groupe CGE en vue du développement d'un système de commutation électronique temporelle français, ne dépendant pas de licences étrangères, paraît remise en cause. Une grande consultation mondiale est lancée dans le domaine de la commutation électronique spatiale. La CGE, qui craint que le développement de la commutation

électronique temporelle soit sérieusement différé, répond à l'appel d'offres en proposant d'une part une solution basée sur le système D10 de NEC (Nippon Electric Corporation) et, d'autre part, l'AXE de L. M. Ericsson. Mais la CGE sera écartée de cette seconde solution au profit de Thomson. En effet, le Gouvernement a décidé, suivant l'expression de l'époque, de franciser la société LMT et la Société des Téléphones Ericsson en les faisant racheter par Thomson. Quant à la solution dérivée du D10 japonais elle ne sera pas retenue. Finalement, en mai 1976, au cours d'un Conseil restreint présidé par le Président de la République lui-même, il est décidé d'équiper le territoire français de deux systèmes de commutation électronique spatiale : le Métaconta du groupe ITT et l'AXE de L. M. Ericsson. On remarquera au passage que le système Métaconta est la propriété de la CGCT, société qui demeure alors dans le giron du groupe ITT, ce qui complique encore les choses.

Toujours est-il (ironie de l'histoire !) que l'on se croirait revenu 20 ans en arrière, lorsque l'Administration française des PTT décidait d'adopter, pour l'équipement du territoire français en systèmes de commutation Crossbar, le Pentaconta du groupe ITT et le CP 400 sous licence du groupe L. M. Ericsson. En outre, la société LMT, estimant que la commutation électronique temporelle l'emporterait définitivement à plus ou moins brève échéance sur la commutation électronique spatiale, ne voulait pas demeurer en dehors de la course et décidait de développer son propre système temporel, le MT. La situation du groupe Thomson était donc assez complexe puisque Thomson avait à développer et à produire cinq systèmes différents : les deux Crossbar (Pentaconta, CP400), les deux systèmes de commutation électronique spatiale (Métaconta de CGCT et AXE qu'il fallait franciser) et enfin le système temporel MT de l'ancienne société LMT.

La situation ainsi créée dura quelque temps, mais un événement très important survient en 1983. Jacques Darmon a fort bien analysé cet événement dans son ouvrage *Le grand dérangement*⁴ publié en 1985 : " 1976 : Paul Richard, Président de Thomson, fortement encouragé par Gérard Théry, Directeur général des télécommunications, et Jean-Pierre Souviron, Directeur des affaires industrielles à la DGT, met fin aux accords qu'il avait signés en 1969 avec la CGE et décide de réintroduire son entreprise dans l'industrie téléphonique. Novembre 1983 : Alain Gomez, nouveau Président du groupe Thomson, signe un accord avec Georges Pébereau, Directeur général de la CGE, et lui cède toutes ses activités de télécommunications civiles.... Pourquoi ce renoncement ? La raison la plus importante est sans doute la moins connue du public. Au lieu de consacrer l'ensemble de ses moyens techniques et financiers au développement du système MT, Thomson les a dispersés sur cinq systèmes différents de commutation : les deux produits électromécaniques qui existaient dans les filiales rachetées d'ITT et d'Ericsson, puis les deux produits de commutation spatiale de ces deux entreprises, produits qu'il a fallu franciser, enfin le projet principal, le système MT de commutation numérique. Cette accumulation de développements simultanés ne pouvait conduire qu'à la catastrophe. Des équipes dispersées, un éparpillement des moyens disponibles, des retards et donc des coûts supplémentaires. C'est par centaines de millions de francs qu'il faut mesurer l'effet de cette absence de priorité. Qui en est le responsable ? L'Administration qui a commandé ces cinq produits ? L'industriel qui n'a pas su (ou n'a pas pu) refuser et faire prévaloir les impératifs de gestion ? On touche là du doigt un des drames de notre industrie française, industrie assistée et dépendante. "

J. Darmon souligne bien dans ce texte que Thomson considérait que son projet principal était le système temporel MT. Cependant, dans le domaine de la commutation électronique temporelle, Thomson partait avec un certain retard sur des sociétés telles que CGE, Northern Telecom et même ATT et L. M. Ericsson. Malgré tout, Thomson chercha par tous les moyens à prendre place sur les marchés mondiaux en multipliant les prises de commande du système MT. Mais ce système était encore loin d'être complètement au point et il s'ensuivit, pour le constructeur, de très graves difficultés, voire une véritable série de catastrophes financières. Tout cela incita finalement Thomson à jeter l'éponge dans le domaine des télécommunications civiles.

J. Darmon rappelle encore dans son ouvrage que " ce projet (de fusion entre CGE et Thomson) fut préparé en secret par les industriels au printemps de 1983, puis porté en juillet 1983 à la décision des pouvoirs publics, car l'Etat était le seul actionnaire des deux entreprises nationalisées, Thomson et CGE. Les PTT, informées très tardivement, ont tenté de s'y opposer (mais en vain) ". J. Darmon ajoute enfin : " Le Gouvernement, représenté par Laurent Fabius, alors ministre de l'Industrie, non seulement a accepté les propositions des deux présidents, mais également a consenti à participer au

⁴ Jacques DARMON, *Le grand dérangement – la guerre du téléphone*, éditions Jean-Claude Lattès, Paris 1985

financement de l'opération : 700 millions de francs de dotation en capital et 250 millions de francs de crédits publics ont ainsi été consacrés à ce rapprochement en 1984 ".

Les accords de 1983 donnaient un poids très important au groupe CGE dans le domaine des télécommunications civiles mais, en même temps, la CIT héritait de tous les systèmes de commutation du groupe Thomson. Cependant, en quelques années, la CIT devenue Alcatel-CIT, pôle français de Alcatel-Télécom, parviendra à mettre de l'ordre dans cet ensemble en concentrant ses efforts, ce que n'avait pu faire Thomson, sur le développement d'un système de commutation temporelle multifonction et à grande capacité, capable de répondre à tous les besoins des utilisateurs.

Ce système, commercialisé par Alcatel sous la dénomination 1000.E10, a en effet les caractéristiques suivantes : 200 000 abonnés – 2048 MIC (60 000 circuits) – 25 000 Erlangs commutés, 2 000 000 TAHC (tentatives d'appels à l'heure chargée). On est loin de la première génération du système E10 (15 000 lignes) ou même de la deuxième (60 000 lignes), mais ce qui est le plus remarquable, c'est que le 1000.E10 s'inscrit parfaitement dans la conception initiale du E10 : réseau de connexion entièrement temporel (type T), multi enregistreurs et processeurs en partage de charge, etc., alors que la deuxième génération du E10 n'était plus complètement temporelle puisque le réseau de connexion était du type TST (Temporel – Spatial - Temporel). C'est, en quelque sorte, une brillante confirmation a posteriori du bien-fondé du principe, des idées et des concepts qui avaient été mis en œuvre par les pionniers du Far West breton lors du développement de l'ancêtre commun de la filière E10, le projet Platon.

Où en est-on en 1997 ? On peut dire que le succès de la filière E10 a été largement confirmé. Alcatel, dans ses Références mondiales de janvier 1997, donne quelques chiffres sur l'implantation et la diffusion du système 1000.E10. En fait, il faudrait plutôt parler de filière temporelle, car les données fournies par Alcatel intègrent un certain nombre d'équipements encore en service, mais qui relèvent des générations précédentes. Quoi qu'il en soit, les chiffres montrent le remarquable développement de la filière temporelle. En janvier 1997, on dénombrait ainsi, sous le vocable général 1000.E10 : - 55 millions de lignes installées et 5 millions en commande. On notera, en particulier, plus de 33 millions de lignes en France (dont 1,5 millions en commande) mais aussi 4,2 millions en Inde, 2 millions en Chine, 1,6 en Pologne et en Afrique du Sud, 1,1 millions en Russie, 1 million au Chili, etc. ; - en tout, le système Alcatel 1000.E10 était implanté à cette date dans 88 pays et desservait 107 clients (fixe et mobile).

L'histoire de la commutation électronique temporelle en France – on pourrait même parler d'aventure – est donc assez exemplaire à plus d'un titre. On remarquera aussi qu'elle coïncide et accompagne la montée en puissance d'un grand groupe industriel français de télécommunications (Alcatel). Nous avons vu que, en 1983, Georges Pébereau avait réussi à reprendre les activités de télécommunications civiles de Thomson, ce qui renforçait considérablement le poids de la CGE dans le domaine des télécommunications et lui donnait, notamment, une prééminence absolue en commutation électronique temporelle. Cependant, la CGE demeurait encore, à cette époque, un groupe industriel à caractère essentiellement national. G. Pébereau, avec habileté et beaucoup de ténacité, parviendra, après quelques tentatives infructueuses, à faire passer en trois ans la CGE d'une vocation nationale à une vocation mondiale. L'opération décisive sera l'accord passé avec le groupe ITT en 1986, aux termes duquel la CGE reprenait les activités de télécommunications de ce groupe.

Aujourd'hui, Alcatel-Alsthom qui a pris la suite de la CGE est devenue l'un des tous premiers groupes mondiaux en télécommunications. Belle revanche de l'histoire, si l'on se rappelle qu'au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, les télécommunications françaises étaient dominées par l'ITT et que la petite société française, la CIT, ne pesait pas lourd face au géant américain.

En 1976, les pouvoirs publics avaient estimé nécessaire que la France dispose de deux groupes nationaux en télécommunications : la CGE et Thomson. L'accord de 1983 entre les deux groupes mit fin à cette stratégie et l'on s'achemina, comme on vient de le voir, vers un seul groupe de taille mondiale dans le domaine des télécommunications civiles, Alcatel-Alsthom. Un champion mondial au lieu de deux champions nationaux, pour ne pas dire hexagonaux ? Chacun est libre d'apprécier en fonction de ses convictions et de sa façon de percevoir l'avenir. Mais il semble bien, au moment où la dimension planétaire des télécommunications s'accroît et où la mondialisation s'impose, que la France avait intérêt à disposer d'un groupe puissant dans ce domaine essentiel de l'économie et qu'il était peut-être présomptueux pour notre pays de prétendre à la présence sur son territoire de deux leaders mondiaux dans ce même domaine.

Annexe 1

Quelques réflexions sur les délais et le coût du programme de commutation électronique du Bell

System

Nous avons vu que le délai qui s'est écoulé entre les premières recherches des Bell Labs en commutation électronique (1947) et les premières démonstrations d'un central électronique en laboratoire (1957) a été d'une dizaine d'années et qu'il a fallu ensuite près de quatre ans pour passer du laboratoire à un premier central en exploitation (Morris – novembre 1960). Enfin, cinq ans s'écouleront encore avant que le prototype opérationnel voie le jour (Succasunna – 1965).

Il est intéressant de citer, à ce propos, le témoignage d'un américain, un écrivain spécialiste des milieux d'affaires, John Brooks, qui dans un livre paru en 1976 et intitulé *Telephone. The first hundred years* retrace l'histoire du téléphone et du développement de l'AT&T. Brooks consacre plusieurs pages à la question de la commutation électronique aux Etats-Unis. Voici comment l'auteur résume les débuts de la commutation électronique au Bell System :

« Dans le domaine de la technologie téléphonique, parmi toutes les nouveautés merveilleuses des années 60 – comme les satellites, les positions d'exploitation ultramodernes pour les opératrices, le visiophone – celle qui a posé le plus de problèmes aux Bell Telephone Laboratories (Bell Labs), et qui contre toute attente, s'avérera l'effort de recherche le plus important de toute l'histoire du Bell System, fut le développement d'un système de commutation électronique (ESS).

« On se rappellera que ce système avait été assigné comme objectif quand le projet qui aboutit à l'invention du transistor fut lancé dans les années 30. Ce miracle prévu ayant été accompli dans les années 1947–1948, des contraintes financières et la nécessité de perfectionner le transistor lui-même entraînèrent des retards supplémentaires. Au début des années 50, une équipe des Bell Labs s'attaqua sérieusement à la commutation électronique ; dès 1955, Western Electric s'y joignit en nommant cinq ingénieurs de l'usine de Hawthorne pour collaborer à ce projet. Le président de l'AT&T, Kappel, écrivait avec assurance dans son premier rapport au Conseil d'administration : "Aux Bell Labs, le développement d'un nouveau système de commutation électronique avance à grands pas. Nous sommes certains que cela nous procurera de nombreuses améliorations du service téléphonique et une meilleure efficacité. La première expérimentation aura lieu à Morris (Illinois) en 1959." Peu de temps après, Kappel estimait le coût global du projet à environ 45 millions de dollars.

« Mais, progressivement, il devint évident que le développement d'un système de commutation électronique commercialement utilisable – en fait un autocommutateur téléphonique piloté par un ordinateur – posait des problèmes techniques infiniment plus importants qu'on ne l'avait imaginé et que, par conséquent, le Bell System avait largement sous-estimé la durée et l'investissement nécessaires à l'aboutissement du projet. L'année 1959 passa sans que l'essai de Morris eût lieu : il fut effectué en novembre 1960 et révéla l'ampleur de la tâche restant à accomplir. Au fur et à mesure que le temps s'écoulait et que les coûts croissaient, l'inquiétude se fit sentir à l'AT&T, et un début de panique s'empara des Bell Labs. Mais le projet devait progresser – à cette époque l'investissement était déjà trop important pour être sacrifié – et, de toute manière, les prévisions de l'accroissement de la demande du service téléphonique montraient que dans quelques années viendrait le moment où, sans le bond procuré en vitesse et en souplesse d'exploitation, le réseau national ne pourrait satisfaire la demande. En novembre 1963, un système totalement électronique fut mis en exploitation à la Brown Engineering Company à Cocoa Beach en Floride. Mais c'était une petite installation et rien d'autre qu'une installation expérimentale ne desservant qu'une seule compagnie. Pour traiter de ce sujet dans le rapport annuel de 1964, le ton du président Kappel était presque contrit : "Le matériel de commutation électronique doit être fabriqué en masse et obéir à des normes de fiabilité sans précédent... Pour produire ce matériel économiquement et dans des délais rapides, des méthodes de production de grande série doivent être développées, mais cela ne doit pas se faire au détriment de la précision..." Une autre année s'écoula et des millions de dollars furent à nouveau dépensés ; mais le 30 mai 1965, le premier central électronique commercial était mis en service à Succasunna dans le New-Jersey.

« Même à Succasunna, seuls 200 parmi les 4300 abonnés de la ville purent bénéficier initialement de la vitesse accrue et des services additionnels procurés par la commutation électronique, comme la possibilité d'établir des communications à trois abonnés et le transfert automatique des appels entrants. Cependant, à partir de ce moment, l'ESS se mit en marche. En janvier 1966, une seconde installation commerciale desservant 2900 postes téléphoniques était mise en service à Chase, dans le Maryland. A la fin de 1967, de nouveaux bureaux ESS

furent installés en Californie, dans le Connecticut, le Minnesota, la Georgie, New York, le Michigan, la Floride et la Pennsylvanie. A la fin de 1970, il y avait 120 bureaux, desservant 1,8 millions d'abonnés, 475 en 1974 desservant 5,6 millions d'abonnés. Mais le programme de développement, quand on additionne tous les chiffres, se révéla avoir requis l'effort phénoménal de 4000 hommes années au Bell Labs et il avait coûté non pas 45 millions mais au moins 500 millions de dollars. »

Brooks ajoute que, de l'avis même de certains dirigeants de l'American Telephone and Telegraph Company (AT&T), « l'erreur dans l'estimation du volume de la tâche et du coût nécessaires avait été la seule, mais phénoménale erreur, commise par les Bell Telephone Laboratories dans cette affaire ».

D'autres critiques ont été adressées au Bell System, au sujet du développement de la commutation électronique. On leur reprocha, en particulier, affirme Brooks, « de s'être emparé du problème et de l'avoir piétiné à mort (trample to death) ».

« La leçon à tirer de cette aventure technique - financière, conclut Brooks, est peut-être que les problèmes scientifiques ne se résolvent pas toujours de la meilleure manière en étant piétiné à mort. Peut-être une approche plus délicate et plus souple, basée beaucoup plus sur la créativité que sur la puissance des ressources humaines et financières, aurait-elle permis un avènement plus rapide de la commutation électronique, en faisant l'économie de millions ou de centaines de millions de dollars pour le Bell System et ses abonnés ? Nul ne peut le dire. »

Annexe II

Situation de la commutation électronique en Grande-Bretagne à la fin des années 1950

La situation en Grande-Bretagne, au milieu des années 1950, mérite que l'on s'y arrête quelques instants. Adoptant la stratégie proposée par Flowers, les techniciens britanniques s'engagèrent résolument dans l'étude et le développement d'un central téléphonique mettant en oeuvre, ce qui était remarquable pour l'époque, la commutation électronique de type temporel. En 1956, le BPO et ses principaux constructeurs de matériels de télécommunications décidèrent de mettre en commun leur expérience et leurs efforts de recherches dans ce domaine ; un comité spécial fut créé, le Joint Electronic Research Committee (JERC). C'était, en quelque sorte, l'équivalent britannique de Socotel. Une première étape fut franchie avec la réalisation d'une maquette de laboratoire à Dollis Hill ; chaque constructeur avait été chargé de la réalisation d'une partie du central, mais l'ensemble avait plus l'allure d'une sorte de patchwork que d'un véritable système de commutation téléphonique. Cependant, la maquette de laboratoire ayant correctement fonctionné, le Post Office décida de réaliser et de mettre en exploitation réelle dans la zone téléphonique de Londres, un central entièrement électronique de type temporel. Le site choisi était Highgate Wood dans le nord de Londres. Le central fut mis en service au début de 1962. Le central demeurera en exploitation quelques temps, mais ne donnera pas lieu à d'autres développements. Sans doute nos collègues britanniques avaient-ils voulu brûler trop rapidement les étapes : la modulation par impulsions était de type analogique, car il n'était pas encore question, à cette époque, de modulation par impulsions et codage (MIC). D'autre part, le développement des semi-conducteurs n'en était encore qu'à ses débuts et l'utilisation de certaines technologies (lignes à magnétostriction) se révélait délicate.

Rappelons encore qu'une conférence internationale sur la commutation électronique (Conference on Electronic Telephone Exchanges) avait été organisée à Londres en décembre 1960. Le colloque des Bell Labs en 1957 était privé ; à Londres, il s'agissait d'un colloque public organisé par l'Institute of Electrical Engineers (IEE). Un autre colloque, privé, sera à nouveau organisé par les Bell Labs en 1963. Puis un premier grand colloque international sur la commutation électronique se tiendra, à Paris, en mars 1966. C'était la naissance d'une véritable institution, l'ISS (Electronic Switching Symposium) qui organisera régulièrement, tous les deux ou trois ans, en Europe, en Amérique, ou au Japon, de grands colloques internationaux sur ce thème de la commutation électronique.

Que dire de cette expérience britannique ? Elle était vraisemblablement trop en avance sur les concepts et la technologie disponibles tout au début des années 1960. La situation sera très différente une dizaine d'années plus tard, lorsque l'on pourra disposer non seulement de transistors performants, mais aussi de toute une gamme de circuits intégrés à moyenne ou grande échelle. Le Post Office reprendra alors ses études dans le cadre du projet System X. Mais la route sera longue avant que ce système devienne vraiment opérationnel.