

# Deuxième séance : Les réalisations industrielles en systèmes optiques

*La séance du 4 octobre 2006 est présidée par Michel Atten, historien à France Télécom.*

**Léonard Laborie**, docteur en histoire à l'université Paris-Sorbonne :  
**Genèse d'une politique industrielle à la DGT.**

*Le texte présenté provient de l'enregistrement en séance*

Le sujet des télécommunications optiques me ramène six ans en arrière lors de ma maîtrise. Dans ce travail, j'avais traité de l'administration française des télécommunications face à l'émergence des technologies optiques, dans la période 1974-81, qui correspond à la présidence de Valéry Giscard d'Estaing. Ce contexte politique a des effets immédiats sur l'administration, comme on va le voir.

L'intérêt du sujet est triple. Les télécommunications optiques représentent un « système » dont les composantes interagissent : suivre dans ses premiers pas la dynamique liant un mécanisme d'émission, le laser, à un support de transmission, les fibres optiques, et à une technologie de détection est passionnant. C'est ensuite un sujet qui renvoie à l'histoire des grands réseaux techniques, en interrogeant notamment la façon dont une technologie nouvelle s'insère dans un réseau séculaire, fondé sur le cuivre et la radio. Il soulève enfin un problème d'économie politique : comment gérer l'innovation et l'industrialiser. La question de fond est ici la rupture ou non avec la stratégie de l'« arsenal » mise en place après la Seconde Guerre mondiale pour constituer un ou plusieurs groupes industriels puissants, capables de servir les intérêts nationaux.

La période étudiée voit en effet l'arrivée d'un nouveau directeur général des télécommunications, Gérard Théry, qui lance le plan gouvernemental de rattrapage téléphonique et qui s'applique à développer une nouvelle « gouvernance » de l'innovation. En résumé, sa politique est d'affaiblir le CNET, du point de vue de ses compétences industrielles, pour les transférer à une direction des affaires industrielles, la DAI créée en 1974. Celle-ci doit à la fois piloter les relations de l'administration avec l'industrie et piloter la politique de recherche et développement de l'opérateur.

Depuis qu'elle a été engagée, cette politique n'a pas cessé de faire débat depuis lors. Pour les uns, c'était la meilleure façon d'obtenir des prix plus intéressants et de permettre à l'industrie de mieux exporter, en coupant les relations quelque peu « consanguines » entre le CNET et l'industrie, au profit d'une politique plus libérale, fondée sur la mise en concurrence. Pour les autres, cette politique était dangereuse pour les intérêts français, en entraînant la perte de contrôle de l'innovation par l'administration. J'ai pu bénéficier de témoignages précieux dans mes recherches, mais j'ai aussi été confronté, encore étudiant, à cette forte polarisation des acteurs.

Je centrerai mon approche aujourd'hui sur le troisième centre d'intérêt, précisément le domaine de la gestion de l'innovation, qui fait débat. Je poserai trois questions, autour de cette période 1974-81, en espérant qu'elles suscitent, avec les hypothèses de réponses que je proposerai, des réactions de l'auditoire. La première question porte sur l'impact sur la gestion de l'innovation des relations dégradées entre le CNET, où se fait la recherche sur les technologies optiques, et la DAI. La question est plus pertinente sur la période 1974-76, où

l'on a l'impression d'un certain retard par rapport à l'étranger, dont je me demande s'il n'est pas dû au manque de dialogue entre le CNET et la DAI (devenue DAII avec un second « I » pour « international »).

A la tête de la DAII, il y a un ingénieur des Mines, étranger au monde des télécommunications, Jean Pierre Souviron. Il tient sa première réunion avec les ingénieurs du CNET deux ans après son arrivée en 1976. Le compte-rendu de la réunion a été très bien retranscrit. On y entend les ingénieurs du CNET interpeller le directeur qui assure leur tutelle en le traitant de coucou, un oiseau dont la particularité est de s'installer dans le nid qu'un autre a fait en l'en éjectant. On voit que le CNET a le sentiment d'être complètement mis sur la touche. Il demande quand la direction du CNET et les chefs des groupements seront considérés comme des collaborateurs de la DAII. La réponse de J.-P. Souviron est : quand ils se considéreront comme des collaborateurs. Les intervenants du CNET répliquent en demandant qu'on leur fasse confiance et J.-P. Souviron répond qu'il ne demande pas au DGT de lui faire confiance pour les affaires industrielles. Autrement dit : faites ce que je demande et tout se passera bien.

Il me semble qu'un tel climat n'est pas favorable à une bonne gestion des communications optiques qui sont en train d'émerger dans les laboratoires et sur les bancs d'essais. Concrètement, il y a alors un concurrent des télécoms optiques, le guide d'ondes millimétriques. Jusqu'en 1976, le guide d'ondes reçoit des crédits de recherche supérieurs aux télécoms optiques. Cette même année, on trouve encore des commentaires de responsables de la DGT, comme Le Gall, affirmant que le guide d'ondes est le seul système sur lequel on puisse raisonnablement s'appuyer pour le futur de l'exploitation sur les grands axes. Bien sûr, rien n'était limpide quant aux destinées de l'une et de l'autre de ces deux technologies de plus en plus rivales. Mais il est permis de s'interroger : dans quelle mesure une meilleure lecture de la situation technique aurait été possible dans un contexte plus pacifié ?

Deuxième question portant sur 1976-77. Les fibres optiques commencent à s'imposer comme technologie de l'avenir, même si le positionnement sur le marché (bas ou haut débit) n'est pas encore clair. En 1977, la DAII s'intéresse vraiment aux télécommunications par fibre optique et Maurice Bernard prend la tête d'un groupe spécial « Télécommunications par fibres optiques » en juin de cette même année. Pourtant, dans le grand plan télématique que lance la direction générale en 1978 (pour aller au-delà du plan de rattrapage téléphonique), si les télécommunications optiques sont bien mentionnées à côté du satellite, de la vidéothèque, etc., force est de constater que, dans les expériences lancées alors, les fibres optiques restent à l'écart sans recevoir d'investissements massifs. Cela dure jusqu'en septembre 1979.

Pourquoi cette légère hésitation à insérer les télécommunications optiques dans le plan télématique ? Pourquoi ce décalage ? C'est une question qui me semble renvoyer à des enjeux de stratégie industrielle. La DAII, lorsqu'elle lance en 1979 une grande consultation pour une première réalisation d'un système optique au cœur de Paris, traite avec tout le monde sauf avec la CGE. La consultation se fait en cinq mois et les industriels relèvent que l'administration se donne quatre mois ensuite pour dépouiller les résultats. La précipitation qu'illustre cette anecdote nous ramène à la première question, celle du retard pris dans la période initiale : le sentiment de devoir passer rapidement à la vitesse supérieure est à l'origine de cette précipitation. Sans surprise, le choix de l'administration se porte sur LTT, entreprise dont on sait qu'elle n'est pas la mieux placée industriellement, mais qui a la vertu de ne pas être dans l'orbite de la CGE (on vient au contraire de la rapprocher de la Thomson). La CGE a des accords d'exclusivité avec Corning, le grand producteur de fibres, depuis 1974. Si l'on ne lance pas tout de suite après un grand projet industriel sur les télécommunications optiques, en même temps que les autres chantiers télématiques, n'est-ce pas parce que LTT, bloqué sur le projet parisien, ne pourrait pas répondre à un nouvel appel ? Sans capacité de production au moment où ils avaient remporté l'appel de 1977, LTT était tout occupé à se

mettre en charge pour honorer cette première commande. En passant une nouvelle fois de temps après, encore plus massive, c'était ouvrir un boulevard à la CGE !

La dernière question a trait à 1979, année où le tournant s'opère. Les télécommunications optiques intègrent alors pleinement le programme télématique. En septembre 1979, le programme Biarritz fibres optiques est lancé, qui concerne le câblage d'une ville et représente une expérience assez considérable au niveau mondial. Au sein de la DAI, on crée une délégation aux Communications optiques, la DCO dirigée par Robert Veilex. Dans son domaine de compétences, la DCO mène une politique qui me semble assez éloignée de celle pour laquelle la DAI a été créée. Supposée introduire davantage de concurrence, sans dirigisme, la DAI joue dans l'industrialisation de l'optique un tout autre registre. Elle orchestre une politique interventionniste de constitution d'un groupe français capable de produire de la fibre, avec en 1981 Fibre Optique Industries, FOI. La DCO visait le rapprochement assez improbable de LTT, de Saint-Gobain via sa filiale Quartz et Silice et de Corning, l'entreprise américaine qui détient les brevets stratégiques et est en pointe sur les fibres. En échange, LTT obtient que les parts de marché soient fixées à l'avance. Mais la CGE de son côté finit par obtenir le marché des câbles optiques sous-marins. On crée ainsi un duopole, où chacun dans son secteur est monopolistique. On a les transmissions terrestres et les transmissions sous-marines. On est loin du pur jeu du marché et de la concurrence.

En guise de conclusion, j'insisterai sur deux points :

- D'abord cette intervention directe de la DAI dans l'industrialisation de l'optique, qui illustre plus largement le décalage entre le discours et la réalité de la stratégie industrielle suivie par une DGT somme toute assez peu libérale.
- Ensuite sur les composants opto-électroniques, dont nous n'avons pas eu le temps de parler. Malgré son interventionnisme, la DAI n'a pas réussi à créer les conditions nécessaires à la création d'une industrie française dans ce domaine. A sa décharge, je dirais qu'il y a d'autres grands clients intéressés par ces composants et que la DGT n'a pas toutes les responsabilités.

## Discussion

Robert Veilex demande sur quelles bases s'est appuyé l'orateur au sujet du retard français. L. Laborie répond en citant M. Bernard en 1977.

M. de Vecchis, qui a vécu cette période à LTT, se souvient d'un début en communications optiques remontant à 1974 et de bonnes relations avec le CNET à l'occasion de marchés d'étude de la DAI. LTT était-il prêt en 1979 ? Il y a eu un bras de fer entre Jean Syrota, le successeur de J.-P. Souviron, et Guy Brana le patron de Thomson, et LTT a montré qu'il était compétent en communications optiques sur la liaison Tuileries-Philippe Auguste. Ensuite FOI a été créé avec Corning, malgré l'opposition de G. Brana.

F du Castel pense que les querelles de pouvoir internes à la DGT n'ont pas tellement pesé sur le progrès des techniques optiques. Quant au guide d'ondes millimétriques, il s'agit d'un problème international. Tous les opérateurs y sont favorables et, comme toujours, ils hésitent devant un changement technique, sans compter, il en est témoin, la difficulté d'arrêter une étude bien engagée. Au total il n'est pas sûr que la France ait pris du retard sur l'optique. Le projet 'Monomode' du CNET, dont on n'a pas parlé lors de la première séance parce qu'il avait été évoqué à la journée d'hommage à Jean Jerphagnon, fut à cet égard un projet fédérateur.

Le président remet les autres questions à la discussion finale.

## **Jacques Ernest**, ancien directeur technique à Alcatel : **Les facteurs déclenchant la mutation optique dans l'industrie**

*Le texte est celui écrit par l'auteur.*

### Mon parcours personnel : Des hyperfréquences aux lasers et aux technologies optiques appliquées aux télécommunications.

Cette description, sans vaine gloriole, peut illustrer ce qui me paraît être la caractéristique fondamentale de l'émergence des sciences et des technologies de l'optique (sous ses formes cohérentes) dans les télécommunications, entre autres domaines, et de la véritable révolution qu'elles y ont apporté : la convergence exceptionnelle de techniques parmi les plus avancées, tributaires de la physico-chimie la plus moderne, avec les besoins de développement d'un secteur économique et industriel majeur, conduisant in fine à un véritable bouleversement du secteur. Avec bien d'autres et du fait de ma place dans la R&D industrielle, je me suis trouvé souvent placé aux frontières entre recherche fondamentale, recherche appliquée et développements industriels, notamment via des 'tests' (alpha ou bêta selon le cas), et situé comme témoin et acteur de ruptures décisives, mais aussi de démarches hésitantes, parfois sans débouchés, qui caractérisent souvent de tels démarrages.

En 1953-57, je suis à l'Ecole supérieure de physique et chimie industrielles.

En 1957-60, je participe à un travail de recherches sur « Antennes et hyperfréquences », dans l'industrie (à la CSF puis à Sud-Aviation), couronné par une thèse de doctorat d'Etat, passée sous la présidence d'Alfred Kastler.

En 1962-64, j'effectue de premiers travaux sur les lasers et sur des applications déjà orientées vers les télécoms optiques : modulateurs de lumière à très haut débit, d'abord à KDP, puis aux laboratoires d'ATT-Bell (à Crawford Hill) avec R. Kompfner, A.G. Fox, T. Li et I.P. Kaminow.

En 1962-70, je mène des activités de recherche (fondamentale et appliquée) sur les lasers (principalement des lasers de très haute puissance instantanée) et sur l'optique cohérente (optique non linéaire, électro-optique, etc.) dans les équipes créées par Jean Robieux au Centre de recherche de la CGE (à Marcoussis).

En 1970 -83, je participe au lancement et à la coordination de l'activité R&D en télécoms optiques à Marcoussis, en liaison étroite avec l'activité émergente au CNET et avec de premières incursions (via des liaisons-tests et des débuts de fabrication) des secteurs industriels de la CGE concernés : la CIT et les Câbles de Lyon.

En 1983-96, je deviens directeur technique de CIT-Alcatel, puis directeur adjoint R&D du Groupe Alcatel (après intégration des équipes d'ITT), chargé notamment de ses participations aux programmes de R&D européens : Esprit, Jessi, etc. et surtout créateur et animateur du programme Race, devenu ACTS (recherches et démonstrations sur les technologies et les réseaux à large bande)

### La période critique dans le domaine des télécoms optiques : 1970-1980

Au début des années 1970, un intérêt réel apparaît, dans les labos des grands groupes de l'industrie de l'électronique ou des télécommunications (Bell Labs, RCA, Philips, NEC, CNET, Thomson-CSF et ... CGE), sur les possibilités nouvelles apportées par quelques innovations scientifiques et techniques, de caractère assez confidentiel au départ, mais qui s'avèreront capitales pour la suite :

- Des progrès dans les performances de fond des diodes électroluminescentes et des lasers à semi-conducteurs (à base de GaAs puis plus tard d'InP), qui commencent enfin à fonctionner à température ambiante, avec des durées de vie crédibles. Il y a l'impact fondamental des recherches sur les lasers (à simples et doubles hétérojonctions) et surtout des progrès dans les techniques de fabrication (épitaxie liquide, puis par jets moléculaires, etc.)
- Plus spectaculaire est l'apparition de techniques de fabrication de fibres optiques qui seront déterminantes pour la réduction de l'absorption de la lumière, aux longueurs d'onde intéressantes (celles délivrées par les émetteurs à semi-conducteurs) : 0,8  $\mu\text{m}$ , puis 1,3 et 1,6  $\mu\text{m}$ .

L'événement décisif est l'annonce par Corning Glass Works de l'obtention de fibres, à base de silice, d'atténuation très faible (4 dB/km), à un congrès à Genève. D'un coup, semble-t-il, la fibre optique change de statut : d'un objet qui n'intéressait que médecins, chirurgiens et décorateurs, elle devient un support crédible pour la transmission d'informations à grandes distances et, qui plus est, à très hautes capacités d'information, du fait même des hautes fréquences porteuses offertes par la lumière cohérente. Moins connues, mais encore plus décisives pour le passage à la fabrication industrielle des fibres, seront les techniques de matériaux et de fabrication (silice et silice dopée, MCVD) mises au point aux Bell Labs (par McChesney et Pearson) : la fibre échappe à l'industrie verrière pour passer à des modes de fabrication plus proches de ceux des semi-conducteurs.

Cependant, il règne un grand climat d'incertitude, pendant toute la première moitié des années 1970, quant au réel avenir de ces curiosités technologiques dans les télécoms. Je me souviens de discussions avec certains de mes correspondants et amis aux Bell Labs (tels Sevic, Chynoweth et autres), en 1971, qui estimaient que l'introduction de ces innovations dans les systèmes et réseaux étaient *way off* !

### Création d'une capacité scientifique et technique au Centre de recherche de la CGE et lancement des activités industrielles

Dès 1971, nous décidons, très hardiment, de lancer à Marcoussis une activité de recherche dans le domaine à peine émergent des LFO (liaisons par fibres optiques), en abordant, avec des effectifs réduits, l'ensemble des questions posées : matériaux / verre et fibrage (division Matériaux, J P Dumas), DEL et lasers semi-conducteurs (division Composants, J Belmas, J Benoît), métrologie et préparation de systèmes de démonstration (R. Boirat, L. Jeunhomme, M. Rousseau). Notre but essentiel est double : apprendre les métiers de base et surtout tenter de convaincre nos partenaires de l'avenir de ces techniques encore exotiques, l'aval industriel (CIT et Câbles de Lyon) ainsi que le grand client, la DGT (en connivence avec les équipes du CNET, à Lannion et à Bagneux ). Budget de départ en 1972 : 1 MF !

Dès la fin de cette même année, nous sortons de premières diodes laser (à 0,8  $\mu\text{m}$ ) et nous commençons à fibrer du verre, avec des techniques artisanales.

Dès l'annonce de Corning Glass, nous prenons contact avec eux, en vue d'un accord de développement, finalement signé en 1974, qui nous a permis d'accélérer nos recherches, d'obtenir rapidement des fibres crédibles et surtout, là encore, de mouiller de façon décisive notre aval industriel : Câbles de Lyon et CIT / Transmission, et ...d'attirer du financement externe (de la DGRST et surtout de la DAII de la DGT).

Les grandes étapes ont été :

- 1973-74 : Démarrage de la technique MCVD pour les fibres à base de silice
- 1977 : Orientation des études de composants vers les fenêtres 1,3  $\mu\text{m}$  et 1,6  $\mu\text{m}$

- 1979-80 : Choix prioritaire des composants (diodes laser) et des fibres monomodes pour les liaisons à grandes distances, notamment sous-marines (à la suite, entre autres, d'entretiens avec les responsables du programme de câbles optiques sous-marins du Bell System, sur le projet qui conduira au TAT-8, en 1988)

En parallèle, nous montons des démonstrations, d'abord de labo (liaison expérimentale présentée au salon de la Société française de physique en 1975), puis plus proches du terrain (liaison à 140 Mbit/s), dans le but de soutenir l'engagement croissant de notre aval industriel, essentiellement la CIT / Transmission et les Câbles de Lyon qui créent la CLTO et se trouveront au premier rang des fournisseurs des premières grandes démonstrations / réalisations, décrites par ailleurs au cours de ces réunions de l'AHTI : Tuileries-Philippe Auguste, Le Mans-La Flèche et câble sous-marin TAT-8.

## **Discussion**

Jean Bellec demande d'où venait le financement du laser à semi-conducteurs. J. Ernest répond que le budget correspondant s'élevait à 12-15 MF annuels et provenait de contrats DGRST ou DRME et de fonds propres. F. du Castel rappelle que, dans l'entretien publié dans les *Cahiers*, J. Ernest fait état de crédits militaires pour le laser de puissance quelque peu détournés pour le laser à semi-conducteurs. Celui-ci approuve, mais ajoute que rien ne concernait directement les télécoms. Jean Le Mézec se souvient qu'à la commission électronique de la DGRST, Lorrès de Marcoussis était particulièrement efficace. Mais personne n'était alors convaincu qu'il y aurait des applications aux télécoms. De même un peu plus tard, on hésitait entre le multimode et le monomode et les deux premières liaisons ont été faites chacune différemment.

En réponse à une question de René Salvador, J. Ernest répond que les Bell Labs avaient programmé les systèmes optiques dès 1979. R. Veilex en profite pour affirmer qu'aucune action industrielle sérieuse n'était possible avant 1976.

Le président souligne que la progression de la pensée technique traverse les structures publiques ou privées, et qu'il ne faut pas cataloguer des camps parce que les hommes construisent leurs propres réseaux. Pour arriver à budgétiser ses projets, on se construit son réseau. C'est vieux comme la recherche scientifique et technique.

## **Jean-Luc Popovics, ancien directeur à la CGE-LTO : La révolution industrielle des fibres et câbles optiques.**

*Le texte ci-dessous est extrait de l'enregistrement en séance. L'auteur n'a pas pu relire ce texte et les Cahiers publieront dans le prochain numéro les remarques éventuelles.*

Je vais surtout vous parler de systèmes au sein de la CIT et du groupe CGE.

J'ai commencé ma carrière d'ingénieur en 1975, alors que la situation était en plein bouillonnement avec cette révolution de l'optique. Il n'y avait pas alors de transmissions numériques et on comptait sur la plomberie du guide d'ondes pour augmenter à tout prix la bande passante. Je dois dire que les performances étaient tout à fait remarquables. La fibre à côté, ce n'était pas tout à fait ça.

Avec les transmissions numériques, d'un coup on multiplie la bande passante par dix. Mais il apparaît que les moyens de transports utilisés sont mal adaptés au numérique, contrairement à la fibre optique.

A la fin de la décennie 1970, on voit apparaître un certain nombre de liaisons de type point à point, à commencer par Vincennes-Noisy le Grand, le long du métro, pour des raisons de parasites, avant Tuileries- Philippe Auguste.

Ensuite il y a eu Cognac Jay-Tour Eiffel, La Flèche-Le Mans-Angers qui sont les premiers systèmes où la CIT s'est impliquée, parce qu'il ne suffit pas de réaliser des cartes ou des fibres, il faut que le tout fonctionne.

Le projet Biarritz, où j'ai été directement impliqué, avait pour objectifs de définir les services nouveaux et de provoquer les premières commandes industrielles de composants. Cela a donné à la France une position intéressante et a permis de tester sur le terrain les technologies et les services. On a câblé entre 1400 et 1500 foyers sur place, avec tous les problèmes liés à la pose de la fibre dans un milieu près de la mer. Le coût était élevé, de l'ordre de 650 MF, mais il n'était pas prévu que ce soit une opération généralisable. Par contre, elle était intéressante sur le plan industriel. Ainsi les premières diodes lasers de la Thomson avaient trois mois de durée de vie environ et valaient 15 MF la pièce et il a bien fallu allonger la durée de vie rapidement. Sur le plan des services, on a constaté que le visiophone ne prenait pas pour des raisons sociologiques de l'acceptation de l'image par soi-même.

J'ai aussi travaillé sur la pose, avant et après avoir quitté la CIT. Le problème est aussi le prix des assurances, en raison des trous qu'il faut reboucher après et des coups de tronçonneuse sur les câbles.

Avec l'aide de la DAI, la CIT a présenté une maquette inspirée des fonctionnalités de Biarritz à l'exposition Télécom de Genève en 1983. Celle-ci était la première qui était présentée et montrait ce que le numérique pourrait donner sur la fibre optique. Au début de 1981 et en un temps extrêmement court, un an et demi, tout avait basculé sur le numérique et la commutation temporelle. Le plan câble avait estimé le raccordement d'un abonné à 5 kF, ce qui avait conduit le gouvernement à provisionner 7 GF pour câbler 1,4 millions d'abonnés, alors que l'industrie situait le coût entre 10 et 15 kF en analogique. Mais on n'avait pas encore compris la distinction entre raccordables et raccordés, 5 kF correspondant au raccordable avec une pénétration de 50%.

Le coût d'un abonné numérique était grosso modo trois fois celui d'un abonné analogique. Aussi la CIT n'a pas répondu à l'appel d'offres en numérique, mais en analogique. Je crois que le problème du plan câble était ailleurs, en ne fournissant qu'un canal de télévision à la fois chez un abonné. C'est ainsi qu'on est revenu aux réseaux classiques de télédistribution en coaxial.

A partir du milieu des années 1990, on a vu apparaître d'autres structures de réseau, les réseaux mixtes, qui s'appuient sur un *ring* optique SDH dont les prolongements sont en coaxial avec des techniques de type réseau câblé classique, mais sur des poches qui font 800 à 1000 abonnés. Ce sont des structures qu'on essaie de faire évoluer vers le FTTH, *the fiber to the home*, en s'appuyant sur les *rings* optiques qu'on a installé là où ils l'ont été. On voit là encore une tentative un peu précoce parce qu'il fallait attendre l'émergence de technologies numériques.

Les équipements d'aujourd'hui se sont beaucoup réduits. De nouveaux projets apparaissent avec le FTTH qui est un sujet de conflit entre les opérateurs. Mais le contexte est très différent. La bande passante ne coûte plus rien. La valeur ajoutée se trouve dans la couche périphérique et on ne sait pas qui va survivre dans ce nouveau contexte.

## Discussion

J. Ernest demande si le niveau européen lui semble important et J.-L. Popovics répond que l'Europe lui semble bien placée, surtout au niveau des services, mais que beaucoup dépend des régulateurs.

R. Veilex ajoute qu'il lui paraît grave que la Commission européenne soit contre les réseaux mixtes, fibres et cuivre..J.-L. Popovics répond qu'il existe peut-être d'autres hypothèses.

### **Michel de Vecchis, ancien directeur technique Câbles de LTT : L'aspect industriel des fibres et câbles optiques.**

*Le texte présenté amalgame un écrit de l'auteur et ses projections.*

Au milieu des années 1970, la notion de production industrielle des fibres et câbles optiques était totalement différente de ce qu'elle est devenue aujourd'hui : on parlait de quelques kilomètres et non de centaines de milliers ou de millions de kilomètres. En France, plusieurs sociétés, de taille et d'origine très diverses, se sont intéressées au début des fibres optiques : des verriers comme Quartz et Silice, Sovis ou Fort et des spécialistes des télécoms comme les Câbles de Lyon et Thomson-CSF. Pour les câbles, les Câbles de Lyon, LTT et Fort ont été les premiers intervenants. A l'étranger, l'Amérique du Nord (Etats-Unis et Canada), le Japon et l'Europe (Allemagne, Italie, Grande Bretagne, Pays-Bas et Suède) ont été les premiers sur le sujet.

A la fin des années 1970, les fibres étaient fragiles, peu performantes (plusieurs dB au km) et chères (plus de 25 F/m), mais les performances s'amélioraient très vite et les prix commençaient à chuter. Pour les câbles, les techniques étaient dérivées de la câblerie traditionnelle et on tentait de réduire les pertes ajoutées au câblage. Le développement en France, par le CNET et par LTT, de la structure à jonc cylindrique rainuré a permis d'annoncer pour la première fois, et devant une assistance incrédule, une réduction des pertes au câblage (IOOC 1977, Tokyo). Dans le même temps, la forte amélioration des performances des fibres a permis d'atteindre des caractéristiques de liaisons beaucoup plus attractives. A titre d'exemple, le cahier des charges de la liaison Tuileries-Philippe Auguste prévoyait en 1978 un affaiblissement de 5 dB/km (ce qui était déjà ambitieux) et la liaison livrée en 1980 avait un affaiblissement de 2,4 dB/km. Les premières fournitures de câbles pour les PTT (quelques dizaines de km) ont été effectuées par LTT dans l'année qui a suivi l'installation de Tuileries-Philippe Auguste. La France installait des câbles à jonc rainuré et quelques autres pays s'intéressaient également à cette technique (Canada, Italie). Les Etats-Unis avaient développé des câbles à rubans et d'autres pays utilisaient une structure à tubes. Les années 1980 ont vu une amélioration constante des performances (réduction des affaiblissements et augmentation de la bande passante), avec l'apparition des nouvelles fenêtres de longueur d'onde et avec la propagation monomode, ainsi qu'une augmentation constante des quantités produites.

Dès 1977, le besoin d'une normalisation des fibres a été ressenti et de premières réunions se sont tenues au CCITT et à la CEI. Elles ont consisté essentiellement dans une mise au point des textes décrivant les méthodes de mesure essentielles et dans un énorme marchandage pour définir des dimensions normalisées de fibres, permettant de raccorder des fibres d'origines différentes, alors qu'au départ, chaque fabricant avait ses propres dimensions.

Les premières définitions et méthodes de mesures ont été publiées par le CCITT (recommandation G650) à la fin des années 1970, mais il a fallu attendre 1980 pour voir publier la norme CEI 693 fixant les dimensions des fibres à 50/125 µm. Cette norme, accouchée dans la douleur, a eu un réel effet fondateur pour l'industrie des fibres car elle permettait pour la première fois l'interconnexion de produits de diverses provenances.

Après cela, tout a été très vite : augmentation des quantités, avec le développement de techniques permettant à la fois d'améliorer la qualité et la productivité, aussi bien pour les fibres (dépôt externe aux Etats-Unis, plasma en France) que pour les câbles (extrusion à grande vitesse, structures à grand nombre de fibres), et avec une explosion des besoins conduisant à une généralisation de l'optique dans les télécoms.

Les différentes phases, depuis le tout début jusqu'à la situation actuelle, sont décrites avec plus de détails ci-dessous :

- 1980 : liaison Tuileries-Philippe Auguste
- 1981 : commandes DGT en 10, 20 et 70 fibres MCVD et câbles à joncs rainurés aux Câbles de Lyon et à CLTO (CGE) et SAT
- 1982-83 : réseau expérimental de Biarritz
- 1984 : liaisons Angers-La Flèche et La Flèche-Le Mans, Cognac Jay-Tour Eiffel, Préfecture de police
- 1982-86 : Plan câble (700 000 raccordables, 200 000 km de fibres)
- 1986 : fusion CLTO (Corning) et FOI (MCVD) au sein d'Alcatel FO, qui développe ensuite la technologie plasma.
- 1992 : usines Alcatel de Douvrin, puis de Claremont (Etats-Unis) pour une production de grandes quantités, à base d'une technologie MCVD-plasma.

Au début de la normalisation, s'intéressent à l'optique, en 1977, le CCITT, commission XV et la CEI, SC 46E. En 1986, sont actifs sur les fibres et câbles optiques au CCITT, com XV et VI, et en CEI, SC le TC 86, comité technique prenant la suite du sous-comité SC 46<sup>E</sup>. En 1980, la CEI adopte le 50 / 125 µm, puis, à partir de 1984, l'UIT adopte les G 650 à 654 et la CEI la norme 60793 sur les fibres et le 60794 sur les câbles.

## **Discussion générale**

M. Bernard interroge le dernier orateur sur les réparations des câbles optiques qui figuraient dans les marchés. M. de Vecchis répond que ce qui paraissait difficile a finalement été résolu assez rapidement.

A une question relative à la liaison Tuileries-Philippe Auguste, M. de Vecchis répond que dans la fabrication des fibres l'affaiblissement diminuait à grande vitesse.

R. Veilex rappelle que le développement du réseau optique dépassait largement les besoins d'alors et que cela a freiné le développement de l'optique. Le président souligne que le même argument a été employé aux Etats-Unis pour confier à Hughes un satellite de télécoms, sous prétexte que l'AT&T avait déjà son réseau de transmission et freinerait le satellite. Mais J. Ernest fait observer qu'il existait des projets de satellites assez folkloriques chez AT&T

J. Le Mezec fait observer que, dans l'évolution du réseau de transmission, la priorité était la numérisation et non pas le changement du support. Quand on a lancé des études de fibres optiques à Lannion, certains ont objecté qu'on n'avait pas besoin d'un système de plus dont on n'était pas sûr qu'il marcherait mieux. Aux Etats-Unis, on a séparé la transmission et la distribution et l'AT&T a réagi en passant rapidement à la fibre optique à partir de rien. J'étais alors aux Etats-Unis et j'ai reçu la visite du DGT G. Théry qui était très étonné de voir

ce projet.. Mais les Américains ont été capables de changer complètement leurs méthodes industrielles pour passer à l'optique.

Philippe Picard revient sur la discussion portant sur l'éventuel retard français qui lui semble n'avoir pas de sens. Les bonnes questions sont de savoir si on a réussi à avoir une industrie compétitive et si on a été en phase dans l'usage des fibres optiques. Pour ce qui est du réseau de transmission, il renvoie à la présentation de Max Basque sur l'évolution rapide qui a jeté tout ce qui était co-axial, faisceaux hertziens ou satellites au profit des seules fibres optiques. Le FTTH est en train d'arriver, même si G.Théry avait proposé de s'y lancer dès 1995-96 à propos des autoroutes électroniques. Il pense qu'il faut faire attention aux comparaisons internationales. Aux Etats-Unis les nouveaux entrants ont essayé de faire de la concurrence en réalisant de grandes boucles optiques inutilisées. En France, certaines collectivités locales ont voulu faire de même.

Pascal Griset remarque qu'un consensus s'est créé au cours de cette séance entre ingénieurs. Mais on est encore confronté à une époque, 1974, où il y avait une industrie soutenue par l'opérateur public et on en était encore là, dans les années 1975-82, avec les incohérences de la politique industrielle, avant que se crée une véritable concurrence et qu'on arrive à la faire fonctionner.

M. Bernard ajoute que les évolutions sont très rapides et que, si la maîtrise de l'optique fut correcte, il n'en fut pas de même pour les lasers qui pourtant avaient précédé

M. de Vecchis raconte son expérience avec un prototype de câble optique qui était bon quand on le mettait sur touret et qui ne l'était plus quand on le mettait en conduite, parce que le porteur au centre du jonc était en kelvar et qu'il fallait un matériau résistant à la compression comme l'acier. On a mis du temps à le comprendre. La maîtrise de la technologie est un art difficile.

R. Veilex revient sur la toute puissance de Corning au départ, en raison de son potentiel de brevets. On a peut-être fait des erreurs pour y échapper, même si ce n'était pas si mal de réussir à faire une société à 50/50. Le président ajoute que le problème des brevets a été peu évoqué alors qu'il est central dans l'histoire des fibres. J. Ernest note que la CGE a dû solliciter les brevets de Corning et que cela les a beaucoup aidé. Les Américains leur disaient qu'avec la proportion de kilomètres par transmission numérisée la plus forte du monde, la France était dans une situation idéale pour installer de la fibre optique.