

Troisième séance : Les premiers réseaux optiques opérationnels

*La troisième séance, le 18 octobre 2006, est présidée par **Pascal Griset**, professeur d'histoire contemporaine à Paris-Sorbonne.*

Robert Veilex, ancien responsable à la DAII de la DGT :

Les marchés des systèmes optiques et les concurrences

Le texte ci-dessous a été réécrit par l'auteur.

Les sources consultées proviennent des archives de la DGT, exploitées notamment dans le mémoire de L. Laborie en 1999 (cf. ci-dessus), et des exposés de l'époque, notamment dans la revue *Optoélectronique* de sept. 1980.

Après avoir soutenu une thèse sur la propagation des ondes dans les semi-conducteurs (labo ENS), l'auteur a créé un laboratoire d'études à La Radiotechnique, connue pour ses travaux sur les composants hyperfréquences à semi-conducteurs (Garas). Il devient par la suite directeur scientifique du LEP, Laboratoire d'électronique et de physique appliquée (groupe Philips) et préside le comité de physique électronique de la DGRST. Il rejoint la Direction des affaires industrielles et internationales de la DGT en 1977.

Genèse d'un projet

A la fin des années 1970, les thèses de MacLuhan sont largement diffusées : il montre que le message perçu est une combinaison unique de l'ensemble message/média (le média *est* le message), et proclame que nous avons quitté la galaxie de Gutenberg pour entrer dans la galaxie de Marconi. Malheureusement la capacité des réseaux de communication progresse à un rythme très inférieur à celui de la puissance de calcul exprimé par la « loi » de Moore (1964) et la mutation en cours vers les media électroniques se fait plutôt par la privatisation et la diffusion hertzienne que par le réseau commuté. Le lancement du calculateur personnel (PC) le 24 août 1981 et l'annonce des mémoires optiques (disque optique numérique, vidéodisque) illustrent cette émergence de la privatisation.

Le guide d'onde envisagé comme support à grande capacité pour les télécommunications ne verra pas le jour, car ses caractéristiques techniques et économiques ne correspondent qu'à quelques liaisons à grande distance. Mais à partir de 1977-1978, les systèmes optiques, qui répondent aux exigences technico-économiques des réseaux à large bande, paraissent prêts à passer de la recherche au développement puis à l'exploitation.

La DGT se sent concernée par cette révolution et elle considère la transmission sur fibre optique comme une technologie critique pour accroître la capacité du réseau jusqu'au domicile du client. Elle pourrait également permettre de défendre son domaine d'activité concurrencé par la privatisation, les télédiffuseurs et les télé distributeurs. Elle y voit un relais de croissance après la période de rattrapage du téléphone, la télématique à bas débit paraissant insuffisante. Elle pousse les industriels à se développer à l'exportation, où la fibre optique ouvrirait de nouvelles perspectives au marché de la transmission alors en perte de vitesse. Dès 1978, une action industrielle avait été lancée et une expérimentation était en cours.

Les difficultés étaient cependant nombreuses : absence de marché national à court terme, puisque le réseau était neuf, retard industriel dans le domaine des composants, manque de brevets sur les fibres et insuffisance d'étude sur les systèmes et réseaux. En outre, il se manifeste au sein de la DGT, après la brillante réussite du plan de rattrapage téléphonique, une certaine résistance à innover encore et toujours. De son côté le CNET considérait qu'il avait déjà beaucoup à faire avec d'autres urgences : numérisation, satellites et même terminer le guide d'ondes.

Le projet

Le 6 novembre 1978 le Conseil des ministres décide d'un plan télématique auquel est ajouté, au dernier moment, un chapitre fibre optique. La mission du plan et de la prospective (MPP), créée le 10 septembre 1978 à la DAI, est chargée de préparer une décision sur une ville câblée, ce qui est fait avec l'aide de l'équipe fibre optique du CNET. En novembre 1979, le Président de la république annonce, dans le cadre du Plan grand sud-ouest, le projet de ville câblée à Biarritz.

Parallèlement, il est décidé de créer une structure de projet, assez légère pour adapter les programmes à l'évolution rapide des technologies en gardant un objectif ambitieux, dotée d'un budget spécifique significatif pour lui donner un pouvoir. Ce sera la Délégation aux communications optiques (DCO) chargée de définir et suivre un projet d'ensemble sur le développement de l'optique dans le réseau, la ville câblée n'étant qu'un élément de ce projet doté d'un budget prévisionnel de 5 milliards de Francs sur 5 ans..

Il m'est proposé de quitter la MPP pour créer et diriger cette délégation. La DCO est chargée d'animer les actions de la DGT dans le domaine des fibres optiques, pour ce faire elle délèguera aux services impliqués les financements pour les opérations décidées. Le DCO rapporte au DAI adjoint du DGT, mais ce dernier s'implique directement. Le DCO est également chargé de suivre la négociation industrielle internationale qui a été lancée pour la fabrication des fibres, mais les décisions se prennent au sommet.

Un programme important d'expérimentation est défini, il doit permettre des études techniques, mais aussi créer un premier marché pour les systèmes et composants optiques, il concerne tous les éléments du réseau :

- le câble sous-marin avec en ligne de mire la première liaison Continent-Corse et à plus long terme le TAT-8,
- le réseau à longue distance avec la liaison expérimentale Le Mans-La Flèche, parallèlement il est décidé que, s'il y a de nouvelles commandes de câbles, à partir de 1983 elles devront concerner des câbles à fibres optiques.
- pour les réseaux urbains il est défini un réseau urbain professionnel sur Paris (Métropolitan Area Network) utilisant les systèmes développés pour la liaison entre les centraux Tuileries et Philippe Auguste et des systèmes à 2 Mbit/s. Ce système opérationnel permettra de tester le marché professionnel : transport d'images, vidéoconférence, transfert de gros fichiers.
- pour la distribution, la grosse opération lancée à Biarritz est définie comme « la maquette qui préfigure les réseaux de demain », elle doit permettre des expérimentations de techniques mais aussi de services et de contenus. Le choix d'une zone d'ombre (on n'y reçoit pas la télévision) permet d'expérimenter la télédistribution. Les discussions avec TDF sur la responsabilité de la tête de réseau et les discussions avec les autorités locales préfigurent aussi les problèmes de demain.

Chargée de « la définition et la mise en œuvre de la politique en matière de communications optiques », la DCO met en place diverses actions en coopération avec les directions de la DGT :

- la DACT, pour l'évaluation de l'économie des services : télématique, distribution de programmes, visiophonie, car il est évident dès les premiers mois de 1980 que seul le *multiplay* (expression pas encore inventée !) peut justifier un nouveau réseau large bande
- le SPES, le CNET, la DPR pour l'évaluation des coûts des réseaux.
- la DAII, le CNET pour de nouveaux développements : serveurs d'images, PABX, terminaux intelligents, senseurs optiques au silicium (caméra).

Le CNET, interpellé par ce projet qui met en évidence un certain retard dans les systèmes et réseaux optiques, se lance dans des actions très fructueuses : projet monomode, projet Carthage, etc.

Des relations sont établies avec les entreprises audiovisuelles qui, impressionnées par les capacités financières de la DGT, recherchent de bonnes relations.

A partir de l'automne 1980, un plan de développement s'élabore ; nous le nommons *Vidéomatique 87*, car nous estimons qu'on ne peut imaginer le déploiement d'un réseau à fibre en distribution avant 1987. Après la maquette de Biarritz, sont prévus 5 pilotes de distribution avec au moins mille lignes par pilote, pour évaluer les coûts et les problèmes techniques de différents types de réseaux. Nous parions sur la réussite de la télématique à bande étroite et nous préparons « le coup d'après », un réseau pour la télématique à large bande + tous les services de télédistribution + tous les services de visiophonie.

Parallèlement, les développements sont lancés pour la pénétration progressive de la fibre optique dans le réseau existant ; à titre d'exemples sont prévus : en 1983 des liaisons spécialisées à 2 Mbit/s, en 1985 la connexion des unités de raccordement d'abonnés distants, des MAN en fonction des résultats de l'expérience parisienne. Très logiquement, nous pensons que le réseau à longue distance terrestre utilisera l'optique avant les liaisons sous-marines. Sous réserve des résultats de Biarritz et des pilotes de distribution, nous estimons qu'une première phase de réseaux d'images pourrait se faire par la connexion des antennes collectives (FTTB).

La mort du projet

Le 10 mai 1981, le changement de majorité entraîne un chambardement à la DGT qui va bouleverser et finalement tuer le projet global.

- Il est prévu la suppression de la DCO qui sera effective quelques mois plus tard
- Biarritz est mis en cause, mais cette partie de notre projet sera finalement maintenue, mais retardée et considérée dans une perspective presque exclusivement technique
- Le remplacement du DAII accompagne un changement de politique industrielle - La libéralisation de l'audiovisuel était inéluctable, mais elle se fait dans la précipitation (loi sur l'audiovisuel de juillet 1981) et avec une certaine incohérence : elle s'accompagne d'un réseau hertzien pour une chaîne payante Canal plus en 1983, puis deux réseaux pour de nouvelles chaînes (avec pour La Cinq la participation de Berlusconi !)
- Concurremment le Plan câble est lancé le 3 novembre 1981, la DGT doit construire des réseaux câblés dont les têtes de réseau appartiennent à TDF !

La dynamique du projet communication optique est cassée, la DCO est supprimée et remplacée par la délégation aux vidéocommunications (DAV), qui n'est plus chargée de développer la fibre optique et de nouveaux services, mais de réaliser des réseaux de télédistribution dont les services seront vendus par d'autres. La DAV connaîtra quelques difficultés dans ses relations avec le CNET chargé des aspects techniques.

Pour faire face à la demande supposée de services classiques de télédistribution, le plan câble sera réalisé en majeure partie avec les technologies existantes à câbles coaxiaux. Les technologies optiques, envisagées à l'origine, n'étaient pas assez développées et les

réseaux insuffisamment étudiés, une partie du plan câble fut cependant réalisé en câbles optiques jusqu'à l'abonné (FTTB), mais ces réseaux furent plus tard démontés.

Les marchés du *multiplay* sur réseau à large bande existent aujourd'hui, mais en 1987 les technologies qui se sont révélées adaptées manquaient (Web, ADSL comme technologie complémentaire et de transition) ou étaient considérées comme des concurrents (IP et Internet).

En 1983, le vrai concurrent du câble fut Canal + sur réseau hertzien qui assécha le marché des *early users* disposés, d'après les études, à mettre 200 Francs par mois pour de nouveaux services mais pas plus ; le lancement de deux nouvelles chaînes hertziennes achèvera la dérouté de la télédistribution.

La disparition de la structure de projet aura une autre conséquence, le retour des études et développements dans le processus normal mal adapté à une évolution très rapide des technologies, qui devait se poursuivre au moins pendant 5 ans, d'où des retards significatifs de pénétration de l'optique dans le réseau français.

Discussion

Le président note la difficile concrétisation du marché durant la période. Il remarque que s'entrecroisent une logique d'opérateur et une logique de politique industrielle. Et souligne les difficultés de rejeter un équipement neuf comme le coaxial.

Quelqu'un s'étonne que la chronologie présentée ne parle pas de l'arrivée du numérique. L'orateur répond que le lien optique/numérique est apparu plus tard.

J.Bellec s'interroge sur les relations optique et numérique et J. Ernest en souligne l'importance.

M. Bernard souligne le changement d'expertise technique à haut niveau entre le temps de Théry et celui de Dondoux. Le paradoxe est que sous Giscard on conforte le monopole et que sous Mitterrand on ouvre la privatisation de l'audiovisuel.

F. du Castel pense que les difficultés rappelées par l'orateur provenaient du manque de compétences à la DAII aux yeux des ingénieurs du CNET.

Michel Dupire, responsable à France Télécom R&D :

Le projet Biarritz de ville optique

Le texte présenté est tiré des projections de l'auteur.

L'auteur commence par remercier Bernard Marc pour sa contribution à cette présentation..

Le projet

Le projet de réaliser une ville câblée à Biarritz est décidé dans le cadre du plan Grand Sud-Ouest annoncé par le président Giscard d'Estaing et annoncé en novembre 1979. Il a un premier objectif industriel : donner un élan à l'activité industrielle dans le domaine des communications optiques, par une expérimentation en vraie grandeur. Il a un second objectif d'expérimentation de nouveaux services, notamment des services à base d'images animées de qualité télévisuelle. Le projet se situe dans un contexte international, où des expérimentations analogues sont conduites, comme au Japon (projet Hi-Ovis) ou en Allemagne.

Les principales dates du projet sont les suivantes :

- nov.1979 : annonce du choix de Biarritz

- jan. 1980 : consultation industrielle CGCT, CIT, LTT, SAT
- juin 1980 : SAT maître d'œuvre
- juin 1982 : début des travaux de réseau
- début 1983 : premiers équipements
- déc. 1983 : visite du ministre L. Mexandeau, démonstration de visiophonie
- mai 1984 : inauguration par une liaison Mitterrand-Mexandeau
- fin 2005 : 1350 abonnés raccordés

Les services offerts étaient les suivants, conformément au cahier des charges initial : la visiophonie de qualité audiovisuelle, le vidéotex avec Minitel couleur, la téléphonie standard, la distribution de 15 programmes de télévision dont deux simultanés, la distribution de 12 programmes de sons à haute fidélité, l'accès à une banque d'images.

Le projet a concerné 1500 abonnés raccordables, sur trois zones desservies par un centre principal et deux secondaires, avec 1200 km de fibres multimodes, 1800 lasers à 0,85 μ et diodes à avalanche, 1500 DEL et diodes photo détectrices, 2000 connecteurs démontables.

Techniquement, la liaison optique centre / abonné contenait un multiplex de télévision et son hi-fi en modulation de fréquences, la téléphonie numérique, la signalisation X25. Le système était organisé en unité de commande et téléphonie, unité de connexion visiophonique (utilisant un point de connexion développé pour la sécurisation du réseau interurbain) et unité de distribution spécifique de télévision et son hi-fi. Devant la complexité du système, certains étaient sceptiques !

Les résultats

Le système a été inauguré en mai 1984, avec une cinquantaine d'abonnés. Il est resté en fonctionnement jusqu'au début des années 1990. Au niveau technique, il a montré la disponibilité de lasers à 0,85 μ m, dont la fiabilité en opération a connu des débuts difficiles mais a été surmontée dans le temps. Il a confirmé la qualité et la stabilité des liaisons optiques. Ses résultats ont pu être utilisés en transport optique par la SAT sur les réseaux du Plan câble. Il a démontré la bonne fiabilité d'ensemble du système en opération.

Du côté des services, Biarritz a expérimenté les premiers serveurs de banques d'images sur un réseau à large bande. Il a fait l'expérience d'une première vidéothèque. Il a permis de développer, avec des acteurs régionaux, des applications d'utilisation professionnelles de la visiophonie, de télé-guichets bancaires, de services interactifs de la CAMIF ou d'auto-dépannage d'appareils ménagers, et des services d'établissements scolaires avec un catalogue vidéo du CRDP de Bordeaux. Il a enfin montré un intérêt limité pour la visiophonie résidentielle, qui ne semble pas avoir évolué dans le temps au vu du peu de succès commercial des offres de divers opérateurs.

Discussion

F. du Castel pense que deux erreurs ont biaisé le projet Biarritz. La première venait d'un projet improvisé, confié aux industriels sans étude préalable par les compétences existant au CNET-Lannion. D'où un monstre technique qu'il faut féliciter industries et opérateur d'avoir su faire marcher. La seconde provient de services définis sans consultation de la compétence existant au CCETT et du non suivi par des sociologues. D'où peu de résultats nouveaux. P. Picard ajoute qu'il ne connaît aucun bilan de l'expérience.

Quelqu'un note combien Biarritz a marqué les esprits, et pas seulement en France.

Bernard Marc insiste sur les difficultés rencontrées dans la réalisation notamment. Il remarque que la non disponibilité de dispositifs de connexion adaptés pour la distribution (performances moyennes, faible coût de montage) était pénalisante.

Max Basque, ancien directeur du réseau national de la DGT :

Les fibres optiques restructurent l'architecture du réseau interurbain

Le texte ci-dessous est tiré des projections présentées par l'auteur.

La création du réseau optique interurbain

Jusqu'en 1989, le réseau interurbain comprenait des liaisons par câbles coaxiaux et des liaisons par faisceaux hertziens. Le réseau optique de transmission a été défini à la fin de 1989 et mis en place en sept ans (1990-1996). Les nœuds du réseau ont été choisis comme centres téléphoniques de transit, points frontière terrestre, stations de câbles sous-marins et stations satellites. Les artères de transmission ont une longueur totale de 22 000 km. Le trafic initial sur le réseau était essentiellement téléphonique.

L'utilisation du réseau en téléphonie, par exemple entre Toulouse et Bordeaux s'effectuait ainsi : la demande est présentée à l'urbain de Bordeaux, le commutateur urbain la transmet au transit de Bordeaux, l'appel est transmis au transit de Toulouse par l'artère Bordeaux-Toulouse, le transit de Toulouse le transmet à l'urbain de desserte de l'abonné demandé à Toulouse, l'urbain de Toulouse le transmet au demandé.

Les motivations principales du plan optique interurbain en 1990 tenaient aux limitations de l'infrastructure coaxiale, tant en capacité qu'en qualité de transmission numérique. En outre, le critère économique à long terme, en investissement et en exploitation, était favorable à l'optique. De plus, il se manifestait un besoin de connexité optique internationale. Enfin, l'optique présentait une aptitude à monter en débit, alors que la demande potentielle paraissait importante.

Les caractéristiques du réseau optique

Une artère du réseau était constituée de 3 tuyaux enterrés et d'un câble de 20 fibres optiques. Le système optique était constitué au début de 4 fois 140 Mbit/s, puis de 2,5 Gbit/s, soit 16 fois 155 Mbit/s. Les répéteurs étaient initialement espacés de 40 km, puis l'ont été au-delà de 80 km.

Le coût total du réseau de 20 000 km a été de 615 M€ ; La structure de l'investissement se répartissait, pour un km d'artère, en 13,6 k€ pour le génie civil, 12,3 k€ pour un câble à 20 fibres, 1,5 k€ pour le système et les répéteurs, soit un total de 27,7 k€. Par comparaison, une autoroute routière coûte en investissement 5 M€ par kilomètre.

Une comparaison entre les systèmes de transmission montre, pour 1000 km d'artères à 16x140 Mbit/s, un investissement de 700 MF en coaxial, 365 MF en hertzien et 200 MF en optique. En maintenance, les chiffres sont dans les mêmes conditions : 17 MF en hertzien (sans les tours), 6 MF en coaxial et 2 MF en optique. Le personnel de maintenance en équivalent-effectifs dans les mêmes conditions s'élève à 27 agents en hertzien, 19 agents en coaxial et 5 agents en optique. La qualité de transmission, traduite en IQN selon l'Avis G821, soit pour un IQN de 150, sur 1000 km et par mois, 150 secondes erronées, s'établit comme suit : IQN 100 en hertzien, 80 en coaxial et 10 en optique.

Ces quelques données montrent les progrès apportés par ces nouvelles technologies en réseau interurbain, tant en coûts d'investissements et d'entretien qu'en qualité de transmission. Ce sont ces progrès qui ont permis notamment la distribution rapide d'Internet. Je ne pense pas que la situation soit figée, au contraire une nouvelle « loi » de Moore semble indiquer que, depuis 2003, les coûts des Gbits transportés seraient divisés par 4 en 4 ans.

Discussion

Quelqu'un rappelle que la croissance du trafic était de 5% par an en 1989 et a atteint 100% par mois en 1997. Un autre ajoute que, en Ile de France, la fibre optique débute en 1983 et que le coaxial disparaît en 1985. Bernard Marc note un rapport 1000 en capacité entre coaxial et fibre optique. P. Picard souligne que c'est ce rapport qui a permis la gratuité d'Internet.

J. Le Mézec rappelle que, en 1986, on a commencé à câbler en fibres multimodes. M. Bernard note qu'on a aussi songé à mettre le câble optique en tuyaux.

A propos de la DTRN, M. Basque note que les effectifs sont passés de 9000 à 6000 en 1994 et 3000 en 1995, grâce aux gains de productivité.

René Salvador, ancien responsable des câbles sous-marins à la DGT :

Les premiers câbles optiques sous-marins

Le texte ci-dessous provient d'un document écrit de l'auteur

Les câbles sous marins sont une des applications les plus réussies de la transmission sur fibre optique. En 20 ans, depuis 1986, la planète s'est couverte de plus d'un million de kilomètres de câbles, d'une capacité qui se chiffre en Gbit/s et qui permet d'accueillir Internet et de faire face aux prévisions de croissance que va entraîner le développement des services dits à large bande. Les raisons du succès sont dues au fait que les câbles optiques sous-marins sont un prolongement technique, identique du point de vue transmission, des réseaux terrestres. Les paquets de bits ignorent s'ils passent sur la terre ou sous la mer, tant qu'ils trouvent une capacité disponible ; Le but de cet exposé est de montrer comment on en est arrivé là, grâce à une action continue et coordonnée des opérateurs intéressés par les liaisons intercontinentales.

Avant 1980, l'action des opérateurs s'exerçait en premier lieu sur la liaison intercontinentale Europe–Amérique du Nord, qui était la plus importante et qui réclamait périodiquement des augmentations de capacité, pour faire face à la croissance du trafic. Depuis l'arrivée des systèmes analogiques à grande capacité (4000 à 5000 circuits téléphoniques), chaque nouveau système était décidé pour répondre à cette demande et sa construction était suivie par l'ensemble des opérateurs intéressés, regroupés dans un Comité général, qui faisait en même temps des projets pour la suite. Les trois opérateurs principaux, ATT, BTI, DGT/FCR, y agissaient comme leaders, parce qu'ils possédaient des laboratoires de recherche puissants et avaient à leur disposition une industrie nationale de câbles sous-marins.

Le premier câble optique TAT 8

C'est ainsi que, dès 1976, au cours des réunions du Comité général du TAT 7, transatlantique coaxial à grande capacité de 4000 circuits téléphoniques, dont la mise en service était prévue pour 1981/82, on s'est préoccupé du système suivant dont le besoin devait se faire sentir vers 1986. La première solution était un nouveau système analogique de très grande capacité à mettre en service en 1986, mais elle avait deux défauts : le coût des études très élevé pour un gain du prix à la voie très médiocre et, alors qu'on était en pleine généralisation du numérique à terre, le mauvais rendement de la numérisation d'une liaison analogique N+N. L'extension au câble sous-marin de la transmission sur fibre optique qui voyait alors le jour, si elle s'avérait techniquement réalisable, était la vraie solution, qui conduisait à un réseau planétaire de constitution unique, que l'on soit sur terre ou sous les mers. Les trois grands opérateurs, rejoints par le Japon qui s'intéressait moins aux longues distances qu'aux capacités très élevées, ont mis à contribution leurs services d'études, ainsi que ceux de leurs industriels respectifs et, en 1980, la conclusion a été que l'on pouvait raisonnablement courir le risque d'abandonner le coaxial analogique et de programmer un TAT 8 en fibre optique pour une mise en service en 1987.

Les problèmes posés par l'adaptation au sous-marin étaient les suivants :

- Pour le câble et la mécanique extérieure des répéteurs, la solution du câble à porteur central et répéteur monobloc articulé, qui était utilisée avec succès dans le développement des coaxiaux depuis plusieurs années, pouvait donner satisfaction, mais il fallait y placer les fibres dans un évidement central de la corde faisant voûte, sans risque de les voir se rompre par suite de l'allongement du câble sous traction.
- Comme dans tout système sous-marin, il fallait créer une méthode et un outillage spécial pour effectuer les joints câble-câble et câble-répéteur, qui soit utilisable dans les conditions difficiles des navires en mer et avec la plus courte durée d'exécution possible (en mer, le mauvais temps n'attend pas pour vous fondre dessus !).
- La capacité minimale, commercialement souhaitable en 1986, devait être de 2 ou 3 paires de fibres avec un débit de 280 Mbit/s par paire. Il est difficile de comparer les capacités des systèmes analogiques comptées en nombre de circuits, aux capacités du numérique exploité la plupart du temps selon IP, avec toute la souplesse et la variété du genre d'informations transmises. Au départ, pour se fixer une base, on a compté le numérique en unités de 64 kbit/s, qui permettent chacune, avec les concentrateurs, cinq conversations simultanées. Cela veut dire que 280 kbit/s correspondent à 10 000 circuits. Comme il n'était pas possible d'amplifier les signaux optiques, les répéteurs seraient des régénérateurs. Cela évitait une égalisation difficile, mais augmentait le nombre de composants intermédiaires, donc l'intensité du courant de télé alimentation qui devrait dépasser un Ampère avec craintes d'échauffement. Pour y parer, il fallait augmenter l'intervalle entre répéteurs et donc envisager hardiment, avec tous les risques que cela comportait, de passer, au lieu des 850 nm sur fibre multimode, au créneau 1300 nm sur fibre monomode. C'était une technique nouvelle, pour laquelle on devait essayer tous les plâtres, mais il fallait s'y lancer
- La fiabilité et la durée de vie des composants posaient de gros problèmes pour les lasers, dont il fallait envisager le doublement avec commutation, et en plus elles exigeaient la création d'un système de localisation à distance des défauts.
- Enfin, il fallait encore réaliser une boîte de dérivation, permettant de constituer une branche anglaise et une branche française du câble et rendre compatibles les systèmes des différents constructeurs, de manière à pouvoir les abouter les uns aux autres.

Chacun des participants a réalisé son propre programme d'études, comprenant une liaison d'essai courte mais complète. Le programme français a été le suivant :

- test de la structure du câble et de la tenue de la fibre monomode, par pose de 20 km entre Cannes et Juan-les-Pins en septembre 1982
- liaison expérimentale régénérée de 80 km et 2 répéteurs, entre Antibes et Port-Grimaud au cours de l'été 1983.
- première liaison commerciale courte Continent Corse 3 de 400 km, prévue pour le début de 1986, mais reportée d'un an à juillet 1987, pour lui donner les caractéristiques internationales exigées pour le TAT 8.

Dans toutes ces opérations, il y eut une parfaite coordination entre le CNET fournisseurs des études, la CIT-CDL constructeur, la Direction des câbles sous-marins fournisseur des outils et des bras pour les essais en mer.

Comme il avait été prévu dès 1980, chacun des trois opérateurs a présenté ses résultats en 1982, au cours d'un examen de trois jours. Celui-ci a été fructueux et au Comité général la décision de mettre en service un TAT8 en 1987 a été prise.

Les solutions conduisaient toutes à un système régénéré à 280 Mbit/s par paire de fibres, avec des solutions différentes, notamment pour la structure du câble. Les Français ont été les seuls à utiliser le jonc rainuré, qui s'est avéré par la suite la solution la meilleure et la plus prometteuse pour les systèmes ultérieurs.

Pour les joints, la solution a été une boîte de jonction de dimensions permettant le passage en continu sur les machines de pose et de relevage.

Un appel d'offres a été lancé, qui a permis d'égaliser les offres des fournisseurs sur le meilleur niveau de prix, et une répartition des fournitures a été décidée après des discussions épiques à Fort-Lauderdale et Atlanta, dans laquelle Jean Grenier a réussi à imposer une participation française, ce qui fut un grand succès ayant assuré la survie du câble sous-marin français et lui ouvrant la route pour des succès futurs.

Le réseau mondial de câbles optiques

Après le TAT 8, inauguré le 8 décembre 1988, avec un an de retard sur les prévisions initiales, ce qui était excusable étant donné la révolution technique engagée, une liaison méditerranéenne EMOS (Italie-Grèce-Turquie-Israël) du même type a été installée, mais on pouvait, au vu de l'évolution de la technique, faire mieux et très rapidement. Un système régénéré plus performant, à 560 Mbit/s et avec des fibres à 1550 nm, est venu rapidement prendre place sur le marché et a connu un succès considérable.

Ces succès sans bavures ont été obtenus grâce à une sorte de coopération-concurrence des trois opérateurs principaux, partageant le même objectif. Là où la concurrence a été rude, c'est entre les industriels qui auraient voulu chacun décrocher la timbale pour lui tout seul, en particulier les Britanniques qui rêvaient du retour au bon vieux temps du télégraphe.

L'entrée en scène, après 1972, de l'amplification directe, puis du multiplexage en longueurs d'onde, qui a coïncidé avec le développement de la déréglementation, a changé complètement la conduite des affaires, mais cela est une autre histoire qui fera un sujet passionnant pour alimenter des réunions futures. La déréglementation appliquée à outrance, avec un manque de sagesse dans les décisions de liaisons, est certainement la cause de la crise de 2001-02, dont on sort tout juste aujourd'hui. Les câbles sous-marins, devant les perspectives de trafic entraînées par la généralisation de la large bande, n'ont rien à craindre pour leur avenir devant les attentes de la clientèle.

Discussion générale

Le président remercie l'orateur sur les précisions relatives au financement et propose de passer à la discussion générale.

Quelqu'un note que, de TAT 7 à TAT 8, la croissance a été supérieure à 800, alors que les prévisions les plus optimistes parlaient de 10%. Aujourd'hui on reste à 30%.

A une autre question, R. Salvador répond qu'il y a eu peu de ruptures de câbles. Il ajoute que la compétition transatlantique s'est faite initialement avec Intelsat, c'est-à-dire entre satellites et sous-marins. Mais à partir de 2000, les opérateurs sous-marins se sont multipliés, au point que les câbles sont sous-utilisés aujourd'hui.

M. Tréheux souligne la révolution de 2000, quand se sont multipliés les câbles transatlantiques. J. Bellec note qu'il a fallu un certain culot en France comme aux Etats-Unis. M. Bernard attribue à Internet cette accélération. R. Veilex ajoute qu'il a fallu prendre des risques pour fixer des enjeux avant des analyses complètes, mais J. Le Mézec pense que ce risque était en fait limité.

M. Blanchard revient sur le problème des soudures à bord des navires câbliers. Quelqu'un demande la longueur entre épissures et R. Salvador répond qu'elle peut aller jusqu'à 100 km.

Quelqu'un note, à propos du réseau d'Ile-de-France, que le passage du multimode au monomode, autour de 1986, a été l'objet de débats complexes.

J. Bellec demande qui finançait les câbles sous-marins et R. Salvador répond que le partage international a été révisé avec l'arrivée du numérique. P. Picard le comprend fort bien puisque que le système de transmission synchrone apporte un gain sur le taux d'erreurs et sur le temps de réponse par rapport aux satellites. Quelqu'un ajoute que le prix de revient global de l'optique au bit transporté a été divisé par mille, ce qui a permis à Internet de trouver un support de transmission pratiquement gratuit.

M. Tréheux signale un certain marasme dans les industries de l'optique parce que les coûts ont considérablement baissés et que la R&D a crû. B. Marc ajoute que la durée d'une fibre est supérieure à celle d'un équipement.

J. Ernest note la rupture introduite par l'optique par rapport à la logique RNIS.

P. Picard pense que les succès de l'optique peuvent conduire à un redéveloppement des réseaux câblés.

Le président conclut que la révolution des communications optiques, commencée dès les années 1960, a connu des périodes de doutes et des périodes d'accélération. L'histoire de la décision est assez essentielle dans une telle affaire. L'innovation est toujours complexe parce que se croisent différents niveaux d'intervention.