

**Association pour l'histoire des télécommunications et de  
l'informatique**

**Supplément au Bulletin n° 3**

**Cahiers n° 1**

**HISTOIRE**

**DES TELECOMMUNICATIONS**

**ET DE L'INFORMATIQUE**

**Journée d'étude :**

**L'évolution de la gestion des grandes organisations, 1955-1975**

**Communication :**

**Stations terriennes de télécommunications par satellite, par Marcel Thué**

**Thèses :**

**L'informatique en France de la seconde guerre mondiale au plan calcul,  
par Pierre-E. Mounier-Kuhn**

**Entre informatique et organisation, la construction socio-technique de  
l'informatisation d'une grande entreprise, par François Hochereau**

**Témoignages :**

**Souvenirs du Centre national d'études des télécommunications,  
par François du Castel**

*mars 2002*

## Présentation

L'Association pour l'histoire des télécommunications et de l'informatique est née à la fin de l'année 2000, à la suite d'une réflexion collective d'anciens acteurs du domaine et d'historiens spécialisés. Cette réflexion était partie de la constatation d'une baisse récente des travaux historiques en télécommunications, faisant suite à une période pendant laquelle l'opérateur historique avait tenu un rôle incitatif. Elle aboutit à la nécessité de créer une structure compétente, en réunissant acteurs et historiens en vue d'une relance des recherches historiques.

Dans le même temps d'anciens acteurs de l'informatique et des historiens, qui avaient réuni plusieurs colloques historiques, se préoccupaient de formaliser une structure adéquate. La rencontre de ces deux mouvements a conduit à la création de l'AHTI.

L'Association a réuni assez vite un capital de sympathie, en organisant des réunions historiques : journées d'étude sur des thèmes importants, conférences, entretiens avec des personnalités des domaines, offre de bourses, débuts d'établissement d'une base de ressources documentaires. Elle a rendu compte de ces manifestations, et plus généralement de son action, dans la publication de Bulletins semestriels.

Au fur et à mesure de ces publications, des documents présentant un intérêt historique ont enrichi ces Bulletins, au point que la question s'est posée d'une forme adéquate à leur présentation. Le mûrissement de l'Association, et les solutions à son financement, ne nous ont pas paru suffisamment avancés, après quinze mois d'existence, pour nous lancer d'emblée dans la publication d'une revue.

Aussi est-ce une solution hybride qui est présentée aujourd'hui, sous forme d'un *Supplément* au Bulletin n° 3 paru en février 2002. Ce supplément réunit des documents variés et certains le considéreront peut-

être comme manquant d'unité. Nous commençons avec onze textes originaux immédiatement disponibles.

Ces textes comprennent :

- les communications complètes qu'ont bien voulu nous faire parvenir les intervenants à la journée d'étude du 3 décembre 2001 sur *L'évolution de la gestion des grandes organisations, 1955-1975* (les communications à la journée du 18 décembre 2000 sur *A l'origine des réseaux de données, 1960-75* doit paraître dans un prochain numéro de la revue *Entreprises et histoire*);
- deux compte-rendus de thèses, celle de Pierre-E. Mounier-Kuhn, *L'informatique en France, de la seconde guerre mondiale au plan calcul*, et celle de François Hochereau *Entre informatique et organisation, la construction socio-technique de l'informatisation d'une grande entreprise* (il s'agit de France Télécom) :
- une communication de Marcel Thué, à un colloque de l'Institut français d'histoire de l'espace : *Stations terriennes de télécommunications par satellite*;
- de premiers témoignages provenant d'anciens acteurs, en l'occurrence celui de François du Castel *Souvenirs du Centre national d'études des télécommunications*,
- une première Note de lecture approfondie sur un ouvrage de Patrice Flichy

En raison de leur longueur, certains textes ne sont publiés qu'en première partie, la suite étant reportée au prochain *Supplément*. Tel qu'il se présente, ce premier numéro contient cent vingt pages de textes d'histoire, de sociologie et de témoignages, répondant bien à l'objectif d'associer milieux universitaires et professionnels sur les télécommunications et l'informatique. Nous souhaitons que ces pages intéressent assez le lecteur pour nous conduire, à terme, à pouvoir faire naître une revue au sens plein du mot.

Michel Atten et François du Castel

## Journée d'étude

### L'évolution de la gestion dans les grandes organisations, 1955-75

*Nous présentons les six textes écrits qui nous sont parvenus à l'issue de cette journée d'étude qui abordait pour la première fois une approche historique des débuts de l'informatique de gestion en France, et nous y ajoutons quelques compléments. Pour un compte-rendu général plus sommaire, on se reportera au Bulletin n° 3 de l'AHTI.*

*Séance : Les premières évolutions de la gestion dans les grandes organisations*

**La CCMC, première société de services en comptabilité**

**Michel Bossard**, ancien président de la Compagnie des centres mécano-comptables

Pour répondre à la proposition de Jean Carteron, de participer à cette journée, il me faut revenir cinquante ans en arrière, aux premiers jours de ma vie professionnelle. Mais, comme dit joliment Félicien Marceau : "les



mémoires, au fond, sont les romans de ceux qui, avant de les écrire ont pris la précaution de les vivre."

Pour CCMC, entre 1955 et 1975, le cabinet d'expertise comptable que j'avais créé en 1957 fut l'un de ses "utilisateurs" et ce n'est qu'en 1977 que je rejoignis CCMC et en 1979 que j'en pris la présidence pour une dizaine d'années.

## **La fondation de CCMC**

C'est le 24 novembre 1948 que fut fondé le Centre mécano-comptable du Nord qui allait devenir la Compagnie des centres mécano-comptables, CCMC, en sortant de son cadre régional. L'année 1948, c'est la fin des tickets de rationnement et le début des "trente glorieuses". Les vedettes médiatiques de cette époque sont Albert Schweitzer et Elisabeth II d'Angleterre, tous les deux couronnés en 1952, Jacques Tati, Gérard Philippe et ... le scooter.

CCMC se constitua classiquement sous la forme d'une société anonyme, entre sept experts comptables réunis par Louis Boulet, son fondateur, qui en devient le président. L'objectif était l'utilisation en commun, pour le rentabiliser, de l'outil le plus performant du moment permettant de traiter la comptabilité des entreprises qui étaient clientes des experts ainsi associés.

Cet outil moderne était alors une machine comptable de marque Nationale. Ainsi, la société qui va devenir une des grandes sociétés de traitement est née avant que n'existent les ordinateurs, ni le mot même informatique. En ce temps-là, CCMC, qui comptera un jour 1300 personnes, employait deux opératrices de saisie et la Compagnie qui traitera 250.000 dossiers en 1985, en traitait seulement 63.

La vocation de CCMC se traduisit dès sa création par son inscription, en tant que société, à l'Ordre des experts comptables. Elle s'imposa ainsi, et cela dura quarante ans, de ne travailler que pour des confrères, à l'exclusion de toute commercialisation directe. Bien entendu, cette exigence ralentit son développement et aboutit à une culture monomarché, mais, dans la durée, cela engendra la cohésion et la force qui la conduisirent à être la première société de service informatique cotée en bourse en 1984 et cela lui permit aussi, sans doute, de surmonter plus tard quelques années d'évolution difficile. Si l'on se rapporte à cette vocation et à cette forme d'exigence, on

peut dire que CCMC, avant de devenir une grande organisation, fut d'abord une coopérative, un phalanstère et même une sorte d'église.

Je ne pense pas que ces comparaisons soient exagérées. Je crois même qu'elles permettent d'éclairer son évolution et sa future organisation. Car d'une église, CCMC en avait tous les traits : le sens d'une mission qui était d'évangéliser les peuplades comptables et de les entraîner collectivement vers la lumière de la modernité ; une relative indifférence au profit puisque les premiers résultats positifs et significatifs apparurent vers 1970, soit 22 ans après la création de l'entreprise ! Comme il fallait bien vivre et investir, il était régulièrement fait appel à la communauté des fidèles, qui versaient leur denier du culte dans des comptes appelés pudiquement "les comptes bloqués".

La foi de ses deux premiers présidents, Louis Boullet de 1948 à 1962 et Amédée Serjeys de 1962 à 1978, était inébranlable, mais leur ascétisme était toutefois plus proche de celui des cénobites que de celui des anachorètes ! Ainsi, en 1962, Louis Boullet, pendant la construction du centre de Vienne, habita dans une roulotte, de laquelle il surveillait en même temps l'architecture des programmes informatiques et celle du bâtiment. Quant à Amédée Serjeys il n'eut jamais de bureau personnel dans l'entreprise, s'installant à la première place disponible, parfois à la grande surprise d'un collaborateur qui s'absentait un instant et se retrouvait squatté par son président ! En m'appuyant sur les propos d'un père de l'Eglise qui disait "qu'un peu de confort ne messied pas à l'exercice de la vertu", je pensais l'amener à changer, mais rien n'y fit.

Cette évocation peut paraître anecdotique, mais elle décrit le contexte dans lequel fut pris le virage de l'informatique, en 1962.

## **Les années 1960 : le virage informatique**

Le virage informatique fut provoqué ponctuellement par la mise sur le marché du 1401 d'IBM dans un environnement macro-économique favorable. Nous étions en 1960 au milieu des "trente glorieuses" et la France, malgré les guerres d'Indochine puis d'Algérie, s'était reconstruite. Le niveau de vie était revenu à celui d'avant-guerre et le taux de croissance était voisin de celui de la Chine aujourd'hui, laissant espérer un doublement du PNB en une dizaine d'années. Une période d'expansion et de modernisation, après celle de la reconstruction, s'ouvrait pour notre pays. Ajoutons un élément que l'on pourrait appeler "macro-social" : le prochain retour des

pieds noirs, en dépit des souffrances et des difficultés, allait offrir une chance à la métropole, en fouettant l'esprit d'entreprise et en apportant une main d'œuvre courageuse.

Dans le contexte historique plus étroit de CCMC, l'esprit messianique était partagé par des experts comptables qui de sept au départ étaient devenus 500 et qui confiaient maintenant 1.500 dossiers à traiter à CCMC. Enfin la relation établie dans les années 1950 entre CCMC et IBM allait conduire à considérer comme naturel et ainsi à faciliter le saut technique proposé.

Pour donner une image de ces années-là, et surtout pour illustrer l'influence du développement de l'outil informatique sur les cabinets comptables utilisateurs, comme sur la gestion du client final, permettez-moi de faire appel à un souvenir personnel. J'étais un jeune expert-comptable et une entreprise industrielle de plusieurs centaines de personnes m'avait confié la surveillance de sa comptabilité. Ce n'était pas vraiment une grande organisation, mais une entreprise qui faisait partie de la tranche haute des PME (La France comptait alors moins de 1.000 entreprises de plus de 1.000 personnes). Quand je fis traiter la comptabilité de l'entreprise par CCMC pour la première fois, je pus faire établir une situation semestrielle, ce qui était une nouveauté et me paraissait apporter un progrès. Toutefois, comme le résultat apparu était très médiocre, la réaction du dirigeant fut de me dire qu'il était inutile à l'avenir d'établir ce type de situation ! A cet exemple, certains pourraient opposer des contre-exemples, bien que la fin de celui-ci paraisse morale sur le plan de la logique économique.

### *La centralisation*

Les années 1960, c'était le retour au pouvoir du général de Gaulle, le prix Nobel d'Albert Camus, les victoires de Jacques Anquetil, et la révolution automobile de la DS 19, signe éclatant de modernité. Dans cette période, CCMC fait un choix fondamental pour son avenir, celui de la centralisation. Ce choix se perpétuera d'une manière continue pendant trois décennies, jusqu'à ce que l'entreprise devienne un de ces "grands chaudrons" dont parlera plus tard Bruno Lussato. Pendant toutes ces années, CCMC se dote régulièrement des derniers modèles ou des dernières versions des grands ordinateurs, du 1401 au 3084, et cela dans son centre principal de Vienne, dans l'Isère. Cette politique eut bien entendu des conséquences importantes sur tous les plans. En effet, l'entreprise dut s'organiser autour de l'ordinateur, de sa puissance croissante, de ses capacités nouvelles et de

ses exigences, un peu comme une entreprise sidérurgique s'organise autour de son haut fourneau.

Cela conduisit CCMC à ressembler de plus en plus à une entreprise industrielle sur le plan technique, en se pliant aux conditions de mise en œuvre du matériel, sur le plan financier, par une nouvelle intensité capitaliste, et sur le plan social, par la notion de chaîne de production. La première étape fut la construction du centre de Vienne en 1962, qui devint le centre unique de traitement de CCMC, entraînant *de facto* la disparition des centres régionaux qui existaient à Lille, Lyon, Marseille, puis Agen et qui devinrent de simples agences commerciales ou des centres d'assistance technique. Il est d'ailleurs frappant, lorsque l'on relit la communication de l'époque, de constater que la réalisation du centre unique fut présentée comme une opération de décentralisation et non de centralisation, dans la mesure où son implantation n'était pas choisie dans la capitale ni dans une grande métropole, mais dans une modeste ville de province.

L'emploi d'ordinateurs permit de multiplier les produits proposés en les intégrant au produit de base qui demeurait la comptabilité générale. Ces nouveaux produits furent la comptabilité analytique, la facturation, les statistiques et la paye. En parallèle, furent conçus des produits spécifiques à certains secteurs d'activité. Ces nouveaux produits permirent aux experts-comptables de diversifier les services offerts à leur clientèle et, toujours selon le même processus, conduisirent un certain nombre de PME à modifier et à améliorer leur gestion.

Les constructions ultérieures de centres à Nancy en 1975 et à Orléans en 1977, dont la puissance de traitement globale approchera celle de Vienne, ne constituèrent pas un changement véritable dans la stratégie de centralisation, mais répondirent au souci d'être présent et visible dans plusieurs régions de France et surtout représentèrent une mesure de sécurité contre la vulnérabilité d'un seul centre, en disposant d'une sorte de *back-up* interne. L'usage progressif et intensif, dans les années 1970, de la lecture optique, surtout pour des factures et des bandes de machines enregistreuses, allait aussi dans le sens d'une concentration des compétences en un seul endroit. Même dans les années 1975, quand se généralisa l'informatique répartie et que naquirent les téléservices, ce fut beaucoup plus une déconcentration qu'une décentralisation.

La saisie était effectuée dans des cellules créées à cet effet un peu partout en France, ou dans les cabinets comptables eux-mêmes. Les informations saisies étaient transmises sous forme de disquettes ou télétransmises, mais cela ne changeait rien au principe premier, à savoir que

le traitement et la plus grande partie de l'édition restaient centralisés. CCMC était d'ailleurs remarquablement équipée pour réaliser ses travaux d'impression, en qualité comme en quantité. La Compagnie eut un peu plus tard un des parcs européens les plus importants de 3800, ce qui lui permit l'édition de plusieurs milliers de dossiers par jour. Il était toutefois possible de procéder à l'édition dans les cabinets eux-mêmes ou dans les entreprises, mais cette édition en local portait principalement sur des états de synthèse peu volumineux, pour des raisons de coût.

La conviction d'un partage naturel des tâches informatiques, avec il est vrai différentes répartitions possibles, était très fort à CCMC. J'ai ainsi relevé dans le rapport annuel 1964/1965 une phrase qui frappe par son anticipation : "On peut penser que d'ici 10 à 20 ans (c'est-à-dire en 1975/85) et sans doute avant, chaque professionnel aura l'ordinateur sur son bureau." Mais, d'une manière générale, le développement des téléservices, bien qu'important, se heurtait au prix des télécommunications

### **Le tournant de l'informatique répartie**

Quelques années plus tard, le choix par les cabinets comptables d'une nouvelle organisation pour le traitement des dossiers de leurs clients, à partir de la micro-informatique, se fera essentiellement en fonction des coûts comparés de chaque solution ou, plus exactement, en fonction des coûts aisément mesurables. Or, si l'informatique répartie était souvent la plus rationnelle en terme de facilité d'usage et de qualité, son coût apparent la pénalisait. Il est certain également que le choix de l'autonomie fut ressenti par des professionnels libéraux comme le choix de l'indépendance. Pour dire les choses simplement, le petit chaudron était parfois préféré au grand, car le charbonnier voulait être maître chez lui, même s'il fallait faire sa propre soupe et même si celle-ci était parfois bien médiocre.

En fait, l'externalisation, dont le nom n'était jamais utilisé car le concept n'était pas théorisé, fut à la base de la réussite de CCMC. Pendant longtemps, il n'y eut pas d'alternative technique valable aux solutions proposées par la Compagnie, ce qui développa chez elle la certitude que la centralisation était la seule solution et, avec cette certitude, une culture monopolistique liée à la conviction d'être une sorte de service public. Ainsi à CCMC on ne parlait pas de clients mais d'utilisateurs, alors qu'en réalité la différence était mince.

Cette évolution concerne davantage la période des années 1980-90 que celle des années 1970, mais il n'y eut pas, pendant quarante ans, de solution de continuité dans l'histoire de CCMC.

### **Quarante ans de choix**

Pour terminer je voudrais dire quelques mots de la relation entre la politique financière de CCMC et ses choix en matière de politique générale. Pendant les quinze premières années de son existence, la politique d'appel à la collectivité des fidèles était un peu hasardeuse et parfois acrobatique, mais elle pouvait satisfaire les besoins de fonds de roulement dans le cadre d'une croissance mesurée et d'investissements limités aux petits centres régionaux. Mais quand vint l'époque des ordinateurs et du centre de Vienne, le denier du culte ne pouvait plus suffir.

Il fallut d'abord trouver des investisseurs pour financer les constructions immobilières, dont CCMC serait la locataire. Là encore les experts comptables sollicités apportèrent une réponse positive, directement ou grâce à leur environnement. Certains d'entre eux, ainsi que les dirigeants de l'entreprise, allèrent même plus loin en se portant personnellement caution des dettes de CCMC. Il s'agissait vraiment d'un acte de foi et de courage, dont la contrepartie n'était pas évidente, mais qui illustre bien le côté collectif et solidaire de cette aventure.

Mais ces gestes individuels ne suffisaient pas et, en 1970, dans une démarche moitié marketing moitié financière, les trois grandes banques nationalisées furent invitées à prendre ensemble 45% du capital de la société, les experts comptables quant à eux se regroupant dans une holding et conservant le contrôle majoritaire de CCMC. La BNP et la Société générale répondirent favorablement et c'est à cette occasion que furent accueillis au Conseil d'administration Jean Carteron et Pierre Lhermitte. Le stade suivant du volet financier intervint plus tard, en 1984, par la cotation en bourse de CCMC qui fut la première société de service dans ce cas.

La politique sociale fut aussi très liée aux choix en matière d'organisation centralisée. La manière dont la question, puis le problème des opératrices de saisie, qui se posa à d'autres grandes organisations, fut traité, puis résolu par CCMC, est intéressante et exemplaire des convictions de ses dirigeants successifs. Pour servir l'ordinateur-roi à Vienne, il fut nécessaire de trouver, d'embaucher et de former des centaines d'opératrices de saisie dans un cadre régional relativement étroit.

Mais la lecture optique et les perspectives de saisie dans les cabinets et les entreprises, avec télétransmission, montrèrent vite les problèmes difficiles à résoudre. D'une part furent créés des centres de saisie autour de Vienne, qui purent ensuite être détachés séparément. Ces centres purent s'ouvrir à d'autres travaux, mais CCMC continua à les alimenter en sous-traitance pendant le temps nécessaire pour qu'ils trouvent un nouvel équilibre. Pour une autre partie de ce personnel, CCMC fit un gros effort de formation vers d'autres compétences et on put constater bon nombre d'évolutions spectaculaires et réussies.

En conclusion de ce survol, je souhaite souligner combien l'évolution et les choix de CCMC furent déterminants pour la profession comptable formée de 10.000 cabinets, soit 100.000 personnes, dont la moitié travailla avec CCMC et pour les PME et même les TPE, qui étaient leurs clientes. Je terminerai par une question qui fait partie, je crois, des réflexions de l'actuel président de CCMX, Jean-Luc Lénart : "Est-ce que, de nouveau, dans la décennie qui vient, l'informatique répartie ne serait pas la solution d'avenir ?" En s'en prenant aux petits chaudrons, plutôt qu'aux grands, Bruno Lussato et son complice François de Closets n'ont-ils pas tenté de fournir des éléments de réponse, dans *L'imposture informatique* ?

## **L'utilisation du temps réel par la CCMC à la fin des années 1960**

**Jacques Planté**, ancien directeur technique de la Compagnie des centres mécano-comptables

Dès l'annonce des systèmes 360 par IBM en 1964, la CCMC s'est orientée vers l'utilisation d'un ordinateur puissant fonctionnant en multi-programmation, ce qui constituait un pari audacieux puisque l'on passait sans transition d'un IBM 1401 à cartes à un système complètement nouveau dont personne, même chez IBM, n'avait une réelle expérience. Le matériel nécessaire a beaucoup évolué tout au long des études qui ont duré quatre

ans : on est ainsi passé d'un modèle 360/30 de 64 K à un 360/50 de 512 K au moment du démarrage

## Système d'exploitation

Le système d'exploitation comprend plus de 12 tâches simultanées, gérées sous OS / M-VT, que complète un système écrit par les équipes CCMC (30 000 heures d'études en assembleur 360). Les principales raisons de ce système complémentaire sont liées :

- à la taille très petite de chaque traitement (coût moyen de 250 F par traitement en 1970),
- au grand nombre de traitements (plus de 500 par jour en 1970), avec la nécessité de créer environ 25 cartes de contrôle par traitement,
- à la variation du volume de chaque fichier dans un rapport de 1 à 10 tout au long de l'année,
- à l'arrivée complètement aléatoire des travaux,
- à la recherche d'une importante diminution de l'*overhead* de l'OS IBM.

Le fonctionnement de chaque unité périphérique est indépendant des autres unités, avec pour chacune une file d'attente gérée par le système CCMC. L'enchaînement des travaux est entièrement automatique. Il n'y a pas de cartes de contrôle. La gestion des priorités est aussi automatique en fonction de la date normale de fin de travail. Les disques puissants pour l'époque (8 unités 2314, soit 230 Mo), ne sont utilisés que comme mémoire de stockage intermédiaire.

## Organisation des traitements

L'enchaînement des tâches est le suivant :

- tâche Enregistrement permettant d'informer le système de l'arrivée d'un nouveau travail par un outil interactif sur écran 2260,
- tâche Entrée gérant la lecture des écritures nouvelles, sur cartes perforées au démarrage, puis sur bandes magnétiques avec les nouveaux matériels de saisie,
- tâche Contrôle permettant la détection et la localisation des anomalies (par exemple numéros de compte incompatible par rapport au chiffre clé et montants différents du total par bordereau),
- tâche Correction en interactif sur écran 2260, permettant de réduire



considérablement les erreurs résiduelles,

- tâche Extraction des archives stockées sur bandes magnétiques, en temps masqué pendant la saisie, par déroulement séquentiel de la totalité des fichiers des clients sur deux dérouleurs rapides en parallèle (durée du cycle environ une journée), sans aucun fichier client stocké en permanence sur disques magnétiques,

- tâche Traitement avec tri des nouvelles écritures par n° de compte et date par un programme de tri écrit par CCMC (à l'origine par le fondateur de la société Louis Boulet) et très performant pour des petits fichiers (moins d'une seconde en moyenne), puis interclassement avec les archives anciennes et création de la nouvelle version des archives, enfin édition de la balance et du Grand-livre sur les cinq imprimantes rapides (1.100 lignes par minute),

- tâche Facturation automatique de 12 000 factures par mois (au début de 1970).

#### *Tâche enrégistrement*

L'enrégistrement est assurée sur écran 2260 dès l'arrivée du courrier. L'opérateur saisit le code du client, la nature du traitement demandé et la période concernée. A partir de ces informations, cette tâche effectue les traitements suivants :

- Contrôle de la situation du compte client concerné : si les règlements ne sont pas à jour, tout traitement est bloqué automatiquement par le système. C'est une arme redoutable contre les impayés, puisque même quand le client est en liquidation, l'administrateur judiciaire ne peut pas se passer des comptes.

- Contrôle de la cohérence du traitement demandé par rapport aux traitements précédents (périodes en particulier).

- Déclenchement de l'extraction des archives qui sont prélevées au cours du cycle de déroulement des bandes, pour être mises sur disque en attente de la saisie des écritures nouvelles et de leur correction.

#### *Tâche correction*

L'ancienne procédure de correction des anomalies, par édition d'un listing, pointage et entrée des corrections (avec éventuellement une répétition du cycle), était particulièrement lourde et peu fiable. L'utilisation d'écrans est donc très vite apparue comme une solution permettant de

résoudre le problème d'une manière satisfaisante : cinq écrans 2260 sont affectés à la fonction correction. Ils fonctionnent en 2 x 8. Après la lecture des cartes (ou des bandes), tous les fichiers dans lesquels des anomalies ont été identifiées sont mis dans la file d'attente des travaux à corriger.

Dès qu'un opérateur a terminé le traitement d'un dossier, le système choisit un nouveau dossier dans la file d'attente et le présente à l'opérateur. Ce dernier va chercher les documents correspondants dans des racks (où sont stockés tous les dossiers après saisie, classés par numéro de dossier). Le programme de correction (spécifique au traitement demandé) présente à l'opérateur chacune des erreurs détectées, en lui indiquant la nature de l'erreur et sa localisation (code du bordereau et numéro de folio). L'affichage est limité aux éléments à vérifier (numéros de compte ou montants), de manière à faciliter le pointage. Pour chaque erreur, l'opérateur recherche la cause de l'anomalie détectée et saisit la correction sur son écran. Le programme valide la correction entrée et affiche la correction suivante jusqu'à épuisement de la liste des anomalies détectées. Si une correction n'est pas satisfaisante, le système affiche un message expliquant ce refus jusqu'à ce que l'opérateur ait trouvé la bonne correction.

Si la saisie est parfaitement conforme à ce qui a été écrit par le client, c'est que l'erreur provient de celui-ci. Le système génère alors automatiquement une écriture dans un "compte d'attente", de manière à ce que les comptes soient équilibrés et que le traitement puisse se terminer normalement. Le client corrigera son erreur au passage suivant. La sécurité de cette procédure de correction s'est très vite avérée excellente et le taux d'erreurs résiduel a été réduit pratiquement à zéro. Il n'a pas été nécessaire d'enregistrer toutes les transactions effectuées par les opérateurs : ces derniers étaient choisis parmi les personnes fiables et ils n'avaient pas d'objectifs de rendement. On se bornait à conserver la liste des travaux corrigés par chaque opérateur, cette liste étant établie manuellement.

Ces deux applications, qui aujourd'hui paraissent très banales, ont permis à l'époque des améliorations très spectaculaires de la productivité et de la sécurité des traitements.

## **L'évolution de la gestion dans les PTT, 1960-1970**

**André Darrigrand**, ancien président de La Poste et ancien directeur à France Télécom

Dans le domaine de la gestion des PTT, la période étudiée a connu deux événements majeurs : l'introduction progressive de l'informatique et la réforme des structures de 1971.

- Des projets de « gestion électronique » ont été mis en place dans quatre grands domaines aux PTT, dans les années 1960 : les Chèques postaux et la Caisse nationale d'épargne, la comptabilité et la paye, la gestion du personnel et la facturation téléphonique.

- Succédant à une organisation qui comportait côte à côte des directions prestataires de services aux usagers et des services ou directions de moyens communs, une importante réforme a été mise en place sous le ministère de Robert Galley, en 1971. Cette réforme tendait à une nette individualisation des deux grandes Exploitations : la Direction générale des Postes, intégrant les Services financiers, et la Direction générale des Télécommunications, chacune comportant un Service du personnel et un Service de gestion économique de la branche. Ne subsistent alors que deux Directions communes à l'ensemble PTT : la Direction du personnel et des affaires sociales (DIPAS) et la Direction du budget et de la comptabilité (DBC). Le Secrétariat général du ministère est supprimé.

Si l'on ajoute au décret du 20 juillet 1971 traitant du niveau central, le décret du 30 août consacrant la régionalisation des services des télécommunications, on peut dire que cette réforme réalise la séparation de la Poste et des Télécommunications. L'autonomie de chacune par rapport à l'Etat est le véritable sens de la réforme de 1970 entrée en application au 1<sup>er</sup> janvier 1971.

Deux exemples significatifs d'évolution de la gestion pendant la période étudiée seront retenus, relevant respectivement des deux Directions « horizontales » résiduelles : La Gestion électronique du personnel (GEP) et l'introduction d'une Comptabilité générale dans les PTT.

## **La Gestion électronique du personnel**

D'emblée, la paye du personnel des PTT a été « mécanisée » puis informatisée. Mais ce n'est pas le sujet que j'ai retenu. Ce qui a été plus original, c'est la volonté de gérer par ensembles électroniques la population très nombreuse : 320.000 fonctionnaires des PTT, dispersés géographiquement sur tout le territoire et répartis entre de nombreux grades soumis à des règles statutaires diversifiées.

Après quelques essais partiels, l'informatisation de la totalité de la gestion des personnels est entreprise dès 1966, en vue de remplacer la gestion manuelle par fiches, mais aussi, d'entrée de jeu, de préparer la constitution d'une banque de données utilisable pour diverses études et notamment une gestion prévisionnelle efficace. La mise à jour est quotidienne et la recherche de l'exhaustivité est inhérente au projet.

Il s'agit donc d'un projet ambitieux, précoce, unique dans la Fonction publique, qui a été mené à bien dans un délai de l'ordre d'une dizaine d'années (généralisation en 1974).

### ***Les principes généraux***

1- Seules sont saisies les informations élémentaires (changement d'état civil, demande de congé, etc.). La saisie se fait au plus près des agents, dans les sections de personnel qui tenaient jusqu'alors les documents de gestion manuelle. A noter l'important et ancien investissement en « organisation et méthodes » dans la gestion du personnel aux PTT.

2- L'ordinateur fait tout le reste : il crée lui-même les informations utiles résultant de l'application « accès données élémentaires » des règles de la Fonction publique et des règles de gestion que s'est données l'entreprise (octroi d'un nouvel indice, attribution d'un logement de fonctions, etc.). Il crée aussi les documents nécessaires à l'information des fonctionnaires et des services.

3- La banque de données est donc très riche : 140 types d'informations comprenant chacune jusqu'à 15 éléments. Le fichier est à structure ouverte pour ne pas préjuger la nature et le nombre d'informations pouvant concerner un agent pendant sa carrière.

4- Le fichier manuel devant être supprimé, des liaisons rapides entre

gestionnaires et ordinateur distants étaient indispensables pour rendre l'information utile toujours disponible et pour ne pas allonger les délais de production des documents administratifs notamment.

### *L'application*

1 - L'ordinateur, un IBM 1401, ne savait pas traiter des raccordements distants ; d'où des liaisons à 110 bauds sur réseau téléphonique commuté, utilisant les premiers téléimprimeurs Olivetti à 8 moments, avec production de ruban perforé aux deux extrémités.

2- Un cycle régulier est adopté :

- la section de personnel transmet ses informations de base et pose éventuellement ses questions une fois par jour, le matin,
- elle reçoit les résultats du traitement informatique l'après-midi.

3- Outre les actes de gestion individuelle, l'ordinateur procède aussi à certaines opérations de gestion collective (Edition de tableaux d'avancement, listes régionales de propositions d'avancement de grade, préparation des primes de rendement, etc..)

### *La mise en place effective*

- Région test de Limoges en 1968, constitution initiale des fichiers
  - Généralisation à l'ensemble des Directions régionales des Télécommunications de province en 1970.
  - Couverture de l'ensemble des services territoriaux des PTT en 1974.
- Ce sont les importants travaux de constitution initiale des fichiers qui expliquent la longueur des délais.

### *Vers la gestion prévisionnelle*

Conçue initialement sur IBM 1401, l'application a ensuite été portée sur IBM 360 et a pu progresser au prix de conversions difficiles et notamment de la création d'un langage propre, appelé LTR. Parmi les progrès fonctionnels importants on peut citer le raccordement *on line* par l'intermédiaire de frontaux et la consultation rapide sur disques. A noter aussi la réalisation en 1972 d'un « pont » entre les applications GEP et Paye.

Enfin au début des années 1980, était mis en place un « infocentre »

sur lequel la banque de données était périodiquement mise à jour, ce qui a rendu beaucoup plus faciles les diverses études statistiques et la gestion prévisionnelle que permet cette application.

A noter enfin que la GEP a été transférée, avec le savoir-faire correspondant, aux deux branches, La Poste et France Télécom, en 1986, par la DAC (Direction des affaires communes nouvellement constituée, par fusion de la DIPAS et de la DBC), complété par le transfert des activités de gestion encore centralisées.

### **La comptabilité générale aux PTT**

La gestion comptable des PTT s'inscrivait, depuis 1923, dans le cadre d'un « budget annexe ». Cela signifie l'application des règles de la Comptabilité publique. L'ordonnance du 2 janvier 1959, concernant la Loi organique pour les finances publiques, est très claire : « Les opérations des budgets annexes s'exécutent comme les opérations du budget général », dans le cadre unitaire les PTT.

Toutefois une individualisation par branches plus affirmée apparaît à partir de 1971, mais soumise à une obligation d'équilibre, au niveau global, sans recours au budget général, avec un réseau de comptables publics propre aux PTT : un Agent comptable central et des Comptables régionaux, placés en dehors de la hiérarchie des « ordonnateurs » de recette et de dépenses, rendant leurs comptes directement à la Cour des comptes. En principe, dans le cadre du budget annexe, l'Agent comptable central établissait des éléments de comptabilité générale, d'ailleurs peu utilisés : un compte général d'exploitation, un compte des dépenses d'équipement, un bilan du service des Postes et Télécommunications.

La forme simpliste de ces documents, d'ailleurs publiés avec un retard de l'ordre de 18 mois après la fin de l'exercice, ne permettaient guère une appréciation utile de la gestion. C'est à compter de l'exercice 1961 que fut appliqué aux PTT le nouveau Plan comptable général de 1959, sans préjudice de la tenue, prioritaire évidemment, de la Comptabilité publique pour l'exécution du budget.

C'est cette première véritable tentative de conciliation des principes de la Comptabilité publique et de la Comptabilité générale dans un grand service public géré en régie directe qui est ici analysée.

*Les difficultés n'étaient pas minces :*

Un comptable public doit respecter des règles strictes, sans latitude d'interprétation, notamment en raison du caractère limitatif des dotations budgétaires, des classements fonctionnels imposés par le budget pour des charges de même nature, sans parler de la diversité d'interprétation de certaines dépenses d'investissement dans un budget public.

L'application du Plan comptable général a nécessité la modification profonde des procédures budgétaires et comptables. En particulier ne devaient être maintenues en dépenses en capital que des dépenses directes d'investissement. Il a fallu créer de nouveaux comptes pour les amortissements, les travaux faits pour soi-même (lignes notamment), variations de stock, etc. Des comptes de régularisation et de nombreux tableaux ont été créés pour justifier et expliquer le fonctionnement de ces comptes et le cheminement de ce type de charges.

Des présentations dérivées ont été permises par cette tenue de comptes de Comptabilité générale aux PTT : une Comptabilité analytique d'exploitation et la prise en compte de « l'entreprise PTT » comme important prestataire de services marchands, dans la Comptabilité nationale. Même si ce dernier point n'est pas directement dans les préoccupations de notre journée d'étude, tournée vers la gestion des acteurs économiques eux-mêmes (micro-économie), on en voit toute l'importance au niveau des études macro-économiques.

*La comptabilité analytique*

La Comptabilité analytique mise en place aux PTT, à cette époque, avait une orientation assez nette vers les prix de revient des prestations fournies aux usagers à l'époque :

- la première ventilation des charges par nature se faisait en « sections » et résultait d'une indexation portée par l'ordinateur sur chaque pièce de dépense,
- la comptabilité analytique permettait de définir, par consolidation, un résultat brut de ce que l'on appelait alors les trois branches d'exploitation : les Telecoms, la Poste et les Services financiers.
- elle permettait aussi de comparer entre eux les coûts de centres d'exploitation analogues,
- surtout, par croisement avec les statistiques des exploitants, elle permettait d'aller jusqu'au prix de revient de chaque fonction et de chaque prestation

fournie.

Evidemment, tout cela a été amélioré progressivement avec les progrès de l'informatisation de la comptabilité. De même les progrès de la Comptabilité générale ont continué, notamment ceux concernant les recettes, avec la substitution à l'encaissement de la constatation de la créance, la comptabilité patrimoniale, avec la mise en place de meilleurs fichiers d'immobilisations, et la régionalisation de comptes de comptabilité générale.

Par rapport aux préoccupations de l'Association historique qui nous réunit aujourd'hui, on peut estimer que cette introduction aux PTT, au début des années 1960, puis progressivement dans les Telecoms à partir de 1971, d'une Comptabilité générale constitue un événement significatif qui a contribué à une meilleure prise de conscience des réalités de « l'entreprise » Télécoms et à la préparation d'une certification précoce des comptes de l'entreprise France Telecom qui va devenir autonome au 1<sup>er</sup> janvier 1991.

## *Séance : L'évolution de la gestion dans les télécommunications*

### **Gestion industrielle d'entreprise dans une administration : la Direction générale des Télécommunications.**

**Michel Feneyrol**, ancien conseiller à la DGT, ancien directeur du CNET, membre de l'Autorité de régulation des télécommunications

Cette communication n'a pas pour ambition d'être une analyse historique : elle est un premier témoignage sur la période 1968-1980, et surtout sur le lancement des méthodes de gestion par objectif, au début des années 1970. J'espère qu'elle permettra aux historiens d'affiner leurs axes de



recherche. Il serait, en particulier, intéressant de reconstituer les séries sur les postes de comptabilité fondamentaux (CA, dette, résultats, personnel).

Alors que la crise du téléphone est profonde, en 1968 la gestion des télécommunications en France, relève des pratiques générales du budget de l'Etat et des administrations centrales. A partir de cette époque, c'est en mettant en place des méthodes de direction, de planification, d'investissement et d'exploitation industrielles que les télécommunications françaises, non seulement, ont comblé leur handicap endémique, mais se sont placées parmi les plus innovantes du monde industriel.

### **Absence de priorité politique et gestion administrative**

En 1968, les télécommunications appartiennent à une administration qui dépend du ministère des PTT et qui relève de la gestion financière du budget de l'Etat, avec deux spécificités: depuis 1889, un régime d'avances remboursables et, depuis 1923, un budget annexe commun à la Poste et aux Télécommunications.

Parmi les nombreuses difficultés qu'entraînent les contraintes de la gestion budgétaire de l'Etat, je retiendrai l'annualité, l'universalité, les rigidités dans l'exécution et l'inadaptation de la comptabilité publique à la gestion industrielle d'une des plus importantes entreprises du pays.

Je commencerai par quelques constatations sur la mise en œuvre du budget annexe. C'est une façon d'échapper à la règle de l'unité budgétaire et, par là, de la non affectation des recettes aux dépenses. Il est vrai que, depuis 1923, très généralement les recettes de la Poste et des Télécommunications ont été globalement réaffectées à ce secteur. Dans une étude réalisée au sein de l'Association des ingénieurs des télécommunications, nous avons montré que, de 1935 à 1965, les télécommunications non seulement s'étaient totalement autofinancées mais avaient aussi financé la Poste. Ainsi, l'Etat n'avait apporté aucun financement venant du budget général, c'est à dire des impôts du contribuable, contrairement à ce qui est encore souvent soutenu ; il n'avait apporté aucune dotation en capital, contrairement à ce qu'il a fait pour de nombreuses entreprises publiques (énergie, aéronautique, etc.).

Un budget annexe est géré suivant les mêmes règles que le budget général. Il obéit à l'annuité, ce qui interdit les engagements pluriannuels ; dépenses et recettes sont remises en cause tous les ans et sont déterminées de façon incrémentale à partir des mesures votées les années précédentes. Ces

procédures étaient totalement inadaptées, à un moment où il fallait des masses d'investissements en discontinuité profonde par rapport aux décennies précédentes. Il fallait une planification sur plusieurs années stables.

Le budget annexe est adopté et géré suivant un découpage trop fin, contraignant et inadapté à la gestion d'entreprise : première et deuxième section (fonctionnement, investissement) elles-mêmes divisées en lignes : bâtiments, commutation, transmissions, lignes, salaires, indemnités, prestations, fournitures de fonctionnement. Les économies sur une rubrique ne peuvent être réaffectées à une autre qu'à travers des mécanismes longs, incertains et, en fait, dissuasifs.

Dans l'exécution, les responsables des différents niveaux ne sont pas contrôlés *a posteriori* sur l'exécution générale annuelle de leur gestion, mais *a priori* sur autorisation préalable du comptable public, aussi bien pour les ordonnateurs primaires ou secondaires. Les avances remboursables et les fonds de concours, en fait des prêts très peu chers, étaient la seule échappatoire à ce carcan administratif.

Ces rigidités de la gestion budgétaire, jointes à une absence de prise de conscience, par une majorité de responsables politiques, du rôle essentiel qu'étaient conduites à jouer les télécommunications, dans la dynamique des économies comme dans la vie privée et sociale des individus, tous ces éléments avaient conduit la France à être un des pays industriels les moins équipés en téléphones, derrière l'Espagne et légèrement devant la Grèce.

### **Des plans prioritaires, une gestion budgétaire simplifiée**

En 1968, la situation du téléphone en France est dramatique ; les entreprises s'insurgent contre ce handicap pour le développement de leur activité. Le téléphone est la risée des chansonniers : le « 22 à Asnières » ou bien « 50% des français attendent le téléphone, 50% attendent la tonalité ». Pourtant, il arrivait encore d'entendre déclarer que le téléphone était un gadget.

Seul un programme pluriannuel d'investissements important était de nature à redresser la situation. Associé avec une gestion industrielle de la DGT, il devait permettre en une dizaine d'années de revenir dans le peloton de tête.

Cela faisait des années (avant même la seconde guerre mondiale) que les responsables de la DGT avaient alerté et faisaient pression sur les

décideurs politiques. Mais sans grand succès. Depuis quelques années, une petite équipe réunie auprès du Directeur général s'était employée à faire comprendre et prendre en compte le problème des télécommunications au Commissariat au Plan. C'était la période du Plan « ardente obligation ».

En fait, c'est à partir de la fin de la décennie 1960 et surtout durant les années 1970, que le redressement s'opère ; la création du SPEE (Service des programmes et études économiques) y tient un rôle déterminant. Les objectifs étaient clairs : obtenir, grâce aux Plans quinquennaux, des engagements sur une dizaine d'années, emprunter les sommes très importantes nécessaires au financement des réseaux, sans remettre en cause les grands équilibres du budget de l'Etat ; en contre partie, s'engager sur un programme précis et tenu d'augmentation du nombre d'abonnés (le fameux « delta LP »), et à une amélioration de la qualité de service. Cela exigeait un assouplissement des procédures budgétaires et, à l'intérieur de la DGT, un changement d'esprit, une grande déconcentration sur les régions et la mise en place de méthodes de gestions industrielles.

Compte tenu de la situation et du décalage entre les méthodes de gestion d'une administration et l'intensité et la nature de l'effort à mettre en œuvre pour en sortir, certains pensaient que, seul un changement de statut de la DGT, pouvait laisser espérer le succès. C'était déjà un vieux débat, dont les meilleurs analyses se trouvent probablement dans les comptes-rendus des travaux du Parlement entre 1907 et 1923. Pour différentes raisons, ce n'est pas la solution qui est retenue. A cette époque il est vrai que les télécommunications dans le monde étaient gérées par des monopoles nationaux, privés sur le continent nord-américain, publics en Europe et au Japon. Sans changer de structure, il fallait donc insuffler de la gestion industrielle dans l'administration DGT, tant pour son management interne que pour ses relations avec ses différents interlocuteurs externes, gouvernementaux, industriels, commerciaux.

### *Une planification pluriannuelle*

Dans les cinq premiers Plans de cinq ans qui ont été élaborés après la seconde guerre mondiale, les télécommunications n'ont pas été considérées comme un secteur prioritaire ; l'énergie, l'industrie lourde, le logement, les transports avaient la primeur. C'est seulement en 1968 qu'une tranche complémentaire d'un milliard de francs est débloquée au titre du V<sup>ème</sup> Plan. En fait, il faut attendre dans les VI<sup>ème</sup> et VII<sup>ème</sup> Plans pour que les

Télécommunications bénéficient d'une priorité pour les investissements. Ces engagements seront honorés dans les différents budgets, transgressant ainsi la règle de l'annuité. A l'intérieur, la DGT pouvait introduire une gestion basée sur des plans et des programmes pluriannuels.

### *Des financements extrabudgétaires*

L'autofinancement et les autorisations d'emprunts qu'était prête à accorder la Direction du budget, étaient sans commune mesure avec les besoins. La façon de contourner cette difficulté fut d'emprunter sur les marchés financiers à travers des Sociétés de financements. Ce système original mériterait des développements qui dépassent le cadre de cette présentation. Simultanément, l'appel à la Caisse nationale des télécommunications a été augmenté. Par ces divers moyens, l'équation du financement des investissements a trouvé une solution.

Restait la division par lignes budgétaires. La première victoire a permis de fusionner les principales lignes de la deuxième section ; ce qui permettait, en cours d'année, de transférer des crédits d'une technique sur une autre. Pour le fonctionnement, les démarches ont été plus laborieuses ; elles ont abouti pour les crédits de consommations courantes, par contre, pour les crédits de personnels, les sacro-saintes parités entre les différents ministères n'ont pas permis d'évolutions sensibles. Mais cela est traité par un autre intervenant.

### *Des allègements des contraintes budgétaire*

Durant la période 1970-1975, le SPEE s'est efforcé, budget après budget, de faire sauter des contraintes sur la gestion

### *Le développement des études économiques et les changements de mentalité*

Considérées comme un ministère et non comme une entreprise industrielle et commerciale, les Télécommunications, comme la Poste, avaient fini par se faire phagocyter par des méthodes et imprégnées par un esprit administratif, malgré les résistances et la révolte des plus lucides et dynamiques de ses personnels. Il fallait donc faire prévaloir l'esprit et les méthodes économiques et sortir de comportements administratifs. Vaste chantier.

## **Une gestion d'entreprise industrielle dans une administration : la DGT**

### ***Une décentralisation des responsabilités sur les régions et les services nationaux***

A partir du début des années 1970, les régions et services nationaux (Lignes à grandes distances LGD ; Direction des services radioélectriques DSR; recherche CNET) ont acquis une responsabilité de gestion globale sur leurs budgets et programmes.

Jusqu'alors, la Direction générale des Télécommunications fonctionnait comme celle des ministères dits dépensiers. Elle était organisée en bureaux qui géraient les différentes lignes budgétaires (commutation, transmission, bâtiments, lignes, etc.). De façon schématique, le DRT n'avait pas de budget, mais il faisait le tour des bureaux de la Centrale pour obtenir des crédits sur les différentes lignes budgétaires. Il n'obtenait pas toujours, et loin s'en faut, une cohérence entre bâtiments, commutation et lignes. L'introduction de réels budgets globaux pour les investissements, puis pour les dépenses de fonctionnement courant, a été une réelle révolution. Ces enveloppes, dont disposaient les DRT, ont fourni une meilleure cohérence, et surtout une possibilité d'ajustement au cours des exercices annuels.

Cette décentralisation a permis de traduire de façon efficace, en réalisations sur le terrain, les stratégies définies par les plans et programmes et traduits en budgets annuels.

### ***La planification***

Comme indiqué précédemment, ce sont les VI<sup>ème</sup> et VII<sup>ème</sup> Plans qui ont été décisifs, les moyens d'investissements prévus ayant été honorés par les budgets annuels successifs. Les négociations menées avec le Gouvernement; le Commissariat au Plan et le ministère des Finances se sont appuyées sur la consolidation des plans faits par les différentes unités de la DGT. Cette planification a bien fonctionné pour les investissements. Pour le fonctionnement, en particulier le personnel, l'annualité budgétaire est restée plus prégnante, que ce soit sur les effectifs et encore plus sur les rémunérations qui, durant ces années de fantastique croissance et de très grande hausse de productivité, resteront calées à peu près sur l'évolution

générale de la Fonction publique. Si , sur la période 1970-1980, on compare les courbes de l'équipement téléphonique en France, des effectifs de la DGT et de la masse salariale, on met clairement en évidence ces phénomènes.

Au niveau des services, les plans sont en fait *revolving*, comme disent les anglo-saxons, glissants pour parler français. Les plans sur cinq ans sont remis à jour tous les ans. Le VI<sup>ème</sup> Plan a été consacré exclusivement à rattraper le retard en équipements téléphoniques, et la qualité de service (télex et téléphone). Mais, dès le début du VII<sup>ème</sup> Plan, il est apparu qu'il fallait enclencher une stratégie dynamique et efficace dans le domaine des communications de données. Aux Etats-Unis faisait alors rage la compétition entre ATT et IBM, entre les télécommunications et l'informatique, qui conduira au démantèlement de ATT.

La DGT a mis en place une stratégie, tant dans la R et D que dans les développements d'équipements nouveaux avec les industriels, pour s'assurer une position de leader dans les communications de données. Cette stratégie a visé trois niveaux. D'abord, confronté au lancement du satellite SBS par IBM, il fallait se doter des moyens concurrentiels pour traiter des flux importants de données d'entreprise. L'histoire montrera que le satellite n'était pas bien adapté à ce type de trafic qui empruntera plutôt les câbles sous-marins à fibres optiques. Les transpondeurs à large bande des satellites se montreront au contraire un des meilleurs vecteurs pour le transport et la diffusion de la télévision analogique, puis numérique.

Ensuite, il fallait éviter le monopole du protocole SNA d'IBM dans les transmissions de données à moyen débit entre les établissements des entreprises. Les travaux du CNET et du CCEIT sur les protocoles de transmission en paquets X25, conduiront à une norme européenne qui sera un succès. La filiale Transpac de la DGT acquerra sa notoriété en mettant en œuvre cette technique. Enfin, pour les flux de consultation de base de données, pour lesquels les télétypes avaient montré leur limite, la DGT et l'industrie française, à la suite de travaux réalisés par les ingénieurs et chercheurs, réussiront un exploit qui n'aura pas d'équivalent dans le reste du monde, et qui conduira au lancement commercial, en 1982, des services Télétel et du Minitel. Cet exploit, aujourd'hui, ce sont les japonais qui le rééditent avec les services *i-mode*.

Il faut aussi rappeler, que c'est durant ces deux plans qu'a été lancée l'idée d'un télécopieur bon marché pour le grand public. La planification n'a pas porté sur la seule rationalisation des investissements, elle a aussi veillé à une forte augmentation de la productivité ; elle a su utiliser la sous-traitance pour absorber les très importantes pointes d'activité. Grâce à une vision à

moyen et long terme, elle a permis d'utiliser la très importante capacité d'innovation générale des Télécommunications, en particulier celle du CNET. La DGT, qui a comblé en un temps record le très grand retard téléphonique, a aussi su se positionner à temps parmi le peloton de tête des grands opérateurs mondiaux en anticipant l'impact de l'informatique sur les télécommunications.

### *Les programmes*

Le Plan donne les orientations à cinq ans et les grandes masses liant objectifs et moyens ; en fait, la gestion industrielle mise en place est fondée sur des programmes à moyen terme : faire passer le trafic, automatiser, rattraper le retard d'équipements téléphoniques, repenser les réseaux à grande distance et internationaux, en optimisant les investissements et en introduisant les nouvelles technologies (commutation électronique, transmission numérique, satellites, etc. ). Afin de faciliter les tâches de programmation, plusieurs modèles d'optimisation économique ont été développés, notamment pour l'automatisation, les réseaux à grande distance, les réseaux urbains complexes, etc. Les programmes d'amélioration de la qualité, plus délicats à modéliser, s'appuient sur des guides méthodiques établis par des responsables opérationnels. Dans chaque région, la direction des programmes intègre les propositions des différents responsables, et prépare les négociations avec la Direction générale.

L'établissement des programmes fait l'objet d'aller et retour entre Direction générale et directions extérieures (cadre, propositions, arbitrage). Au fil des exercices, ces procédures se sont affinées, complexifiées et sont parfois devenues trop bureaucratiques. Toute méthode s'use en vieillissant, surtout lorsqu'on entre dans des périodes de moindre croissance. Mais cela, comparé aux gestions comptables et financières à la mode américaine des sociétés cotées en bourse, peut aujourd'hui paraître plus léger, plus flexible et surtout donner le pouvoir aux entrepreneurs et non aux financiers. Les objectifs fixant les progrès d'activité, de rationalisation économique en sont la clef ; ils conditionnent les objectifs comptables qui, évidemment, ne sont pas négligés, mais ne sont pas considérés comme une fin en soi.

La programmation a été la façon d'obliger les services à travailler à moyen terme, à optimiser l'économie des projets et à détenir des possibilités de suivi de réalisations précis et contrôlables.

### *Le budget*

Les budgets des différentes activités opérationnelles sont, en fait, une déclinaison de programmes établis par objectifs. La tranche annuelle est restructurée suivant le découpage du budget annexe qui, comme on l'a vu, a été progressivement allégé en diminuant le nombre de lignes. Cette opération est nécessaire car, pour son exécution, les ordonnateurs doivent se conformer aux mécanismes de la comptabilité publique. Les contrôles du comptable public se font dans la structure des budgets votés, dans la nomenclature par nature et non par finalité du budget de l'Etat.

### *Tableaux de bord et comptabilité*

La gestion par objectifs nécessite plusieurs moyens de suivi tant physiques que financiers. Dès le début des années 1970, ont été mis en place au niveau du Directeur général, des régions et des services nationaux, des tableaux de bord qui permettaient de suivre la production (Delta LP, etc.) et la qualité de service QS (paramètres élémentaires et composites, etc.). Ceux-ci ont été progressivement complétés par des données sur le personnel et les principaux indicateurs financiers. Un suivi particulier a été introduit à partir du milieu des années 1970, pour les grands programmes d'innovation (satellite, fax, données, vidéotex, etc.). Les directeurs régionaux et les chefs d'établissements rendaient d'abord compte sur la réalisation de leurs objectifs physiques, dans le cadre des limites des moyens financiers qu'ils avaient négociés.

L'élaboration du suivi financier a posé des problèmes dans la mesure où la comptabilité publique restituait des données (engagements, liquidations) qui n'étaient pas structurées par programme, mais plutôt par nature. Dès la fin des années 1960, il a été décidé d'élaborer un système de comptabilité d'entreprise avec ses trois volets : comptabilité générale, comptabilité analytique, comptabilité de gestion.

La comptabilité générale traduit les engagements de l'entreprise vis à vis des tiers. Elle comporte essentiellement le compte de résultat et le bilan. Cette comptabilité fut d'abord mise en place pour l'ensemble de la DGT, et plus tardivement, elle fut introduite au niveau DRT à titre indicatif, puisqu'elles ne sont pas filialisées. Cette comptabilité permettait d'avoir une comparaison avec d'autres entreprises, mais elle était établie à titre indicatif et n'avait pas de valeur juridique vis à vis des tiers. La comptabilité publique faisait foi.



La comptabilité analytique a pour objectif de reclasser les dépenses par type de produits et services. Elle nécessite l'utilisation de nombreuses clés de répartition. Etablie avec une périodicité annuelle, elle est très utile, voire essentielle, pour déterminer les coûts qui permettent de définir les tarifs et de s'assurer de la rentabilité des lignes de produits, ou de suivre la productivité. La complexité et l'interdépendance qui existent par essence entre les différentes parties des réseaux ou entre services et réseaux, ont conduit à une analyse très fouillée des prestations réciproques entre services et à une répartition de nombreux coûts grâce à des clefs, dont la fixation des assiettes et montants est toujours délicate. Le cycle de mise à jour est annuel. Cette comptabilité permettait, entre autre, d'établir le catalogue des coûts servant à la programmation et aux décrets tarifaires.

En fait, c'est d'abord sur la comptabilité de gestion qu'a porté l'effort : outil permettant aux entités opérationnelles de suivre leur gestion au jour le jour et l'état d'avancement des programmes. L'objectif était d'avoir un système simple (« une comptabilité de cuisinière », disait le directeur général qui lança le projet). En effet, pour être efficace et permettre des contre-réactions rapides et ciblées, ce type de comptabilité doit être fondé sur des coûts directs, c'est à dire sur lesquels les décideurs ont réellement un pouvoir direct d'action. Il faut éviter d'introduire de façon non marginale des prestations réciproques ou des charges et produits déterminés par des clefs de répartition sur lesquels le directeur opérationnel n'a pas de prise.

Cette comptabilité, associée au tableau de bord, a été la base de la gestion industrielle des télécommunications jusqu'au milieu des années 1995, c'est à dire avant que l'introduction en bourse de France Télécom impose les systèmes de gestion financière dictés par le monde financier international.

Comptabilité de gestion, comptabilité analytique ont nécessité pour leur mise en place des travaux très importants (inventaires, imputation par programme des dépenses et recettes, etc. ). Dès le début des années 1970, tout en conservant les procédures de gestion du budget annexe des PTT, la Direction générale avait mis en parallèle des méthodes et outils clefs d'une gestion d'une entreprise industrielle de service. C'est grâce à cette organisation de la gestion décentralisée que les objectifs fixés ont permis de redresser la situation du téléphone en France, de tenir les engagements sur les deux Plans quinquennaux, et de prendre le virage de la Télématicque avec une avance sur la majorité des pays industrialisés.

Tout n'était pas parfait, mais quel renversement de situation après

plus d'un siècle où la France avait été le parangon du sous-développement des télécommunications. Ces résultats ont fait dire que la DGT était une administration mieux gérée industriellement que n'étaient administrés beaucoup de grands groupes industriels. Les études économiques et la gestion financière étaient au service de la stratégie dynamique ciblée sur les services et réseaux, avec d'abord la priorité du rattrapage, puis, à partir du début des années 1980, une orientation vers le commercial et les nouveaux services.

## **Un point de vue syndical sur les réformes de gestion de la DGT dans les années 1960-70**

**Pierre Le Morvan**, alors secrétaire général de la Fédération nationale des télécommunications

A la demande de l'AHTI, j'apporte mon témoignage sur la période de réformes de la Direction générale des Télécommunications, du début des années 1960 jusqu'au milieu des années 1970, en ma qualité d'ancien secrétaire général co-fondateur d'une organisation syndicale originale qui a exercé alors son influence dans le secteur des Télécommunications.

Pour traiter de la réaction de la FNT, syndicat de techniciens, devant ces réformes et traduire la différence de conception de celle-ci par rapport aux autres syndicats confédérés, je dois expliquer la création, en 1959, de cette Fédération. Il faut se rappeler qu'avant la dernière guerre, les communications téléphoniques, télégraphiques et radioélectriques des usagers étaient acheminées manuellement et que les gros bataillons du personnel étaient constitués d'opératrices (« les demoiselles du téléphone ») et d'agents de lignes (« les lignards »). Dans chaque zone de groupement, se trouvaient quelques agents mécaniciens (surnommés les Mec ou les chevaliers du tournevis, c'est à dire les ancêtres des techniciens), qui étaient placés sous la responsabilité des Receveurs des Postes, eux mêmes sous la responsabilité des Directeurs départementaux des Postes.

Il n'existait pas de structures propres aux installations de télécommunications et il a fallu les débuts de l'automatisation des réseaux pour voir apparaître un ingénieur comme adjoint au Directeur départemental. Les agents mécaniciens constituaient une corporation particulière, mais leur petit nombre n'était pas de nature à la prise en compte de leurs revendications spécifiques et de leur vision de l'avenir au plan technique.

C'est ainsi que, étant mal entendus aussi bien de l'Administration que des organisations syndicales, elles-mêmes tiraillées au plan interne (souvenons-nous de la scission de la CGT et de la création de Force Ouvrière), ces agents décidèrent de se réunir, en 1946, en une Association amicale des techniciens. D'emblée, ils se préoccupèrent de la réforme en cours de la Fonction publique et s'opposèrent au recrutement unique qui ne tenait compte que des grands corps. Les organisations confédérées y étaient pourtant favorables.

En 1950, l'Association des techniciens change de titre et élargit son champ d'activités. Elle devient Association des cadres des services d'exécution des Télécommunications et ses revendications fondamentales sont le reclassement des télécommunicants, la réforme des structures de l'Administration des PTT et la réforme des Télécommunications. Un comité de coordination est créé entre l'ACSET, l'Association des ingénieurs des PTT, l'Association des receveurs et chefs de centre et l'Association des ingénieurs des travaux des PTT.

En 1959, l'ACSET se transforme en organisation syndicale, la Fédération nationale des Télécommunications, avec son journal officiel et mensuel qui a pour titre *Télécommunications*. La FNT est structurée au niveau régional et se compose de deux syndicats, le Syndicat des inspecteurs et le Syndicat des Contrôleurs en installations électromécaniques, CIEM. Les années suivantes, d'autres syndicats sont créés : Inspecteurs principaux, Chefs de centre, CTIVIC, dessinateurs, ouvriers d'Etat, ingénieurs, exploitation, lignes.

En juillet-août 1960, soit à peine un an après sa création, la FNT publie son premier rapport sur l'autonomie budgétaire et de gestion des Télécommunications. La une de son journal a pour titre : *Plus que jamais, nous proclamons : hors de l'autonomie des Télécommunications, pas de salut !* Ce premier rapport est déposé auprès de toutes les instances gouvernementales, parlementaires et administratives qui en ont à connaître. La présentation du rapport est la suivante : *Pour vivre, pour se*

*développer, pour jouer pleinement le rôle important qui leur est assigné, les Télécommunications doivent se dégager de TOUTES les tutelles paralysantes. La position qu'elles occupent sur le plan mondial est indigne d'un pays qui se dit moderne. Les louables efforts de modernisation, actuellement poursuivis par leurs responsables, ne sauraient faire illusion, si l'on évoque la perspective où l'indigence de l'équipement portera, en 1961, à 300.000 le nombre - officiellement avancé - de demandes de raccordement téléphonique qu'il sera impossible de satisfaire.. Qui, dans ces conditions, oserait soutenir que l'intérêt général ne commande pas la nécessité de rompre avec des conceptions ayant fait faillite ? De plus, il est vrai que l'intérêt des personnels évoluant dans les Télécommunications n'est pas absent de nos soucis. Il est exact que le problème de la «fonction technique» est également en jeu.*

Sans relâche, de 1960 à 1980, la FNT insiste sur ses revendications, tout en s'attachant à garantir sa représentativité. C'est ainsi que lors des élections professionnelles qui ont lieu au cours de cette période, elle présente des listes de candidats appartenant à la branche Télécommunications, de l'ouvrier d'Etat ou de l'agent d'exploitation au chef de centre ou à l'inspecteur principal, ou à l'ingénieur, en passant par l'inspecteur ou le contrôleur des IEM. D'élection en élection, la FNT obtient environ 10.000 voix au niveau national et elle prend ses assises sur environ 5.000 adhérents. Elle a toujours été majoritaire parmi les cadres techniques et les techniciens, ce qui lui a valu d'être représentée dans les commissions administratives paritaires (discipline et avancement) et dans les comités techniques paritaires (gestion et structures).

Elle s'est située au plan national ou régional, de manière globale, à la quatrième place, après la CGT, FO et la CFDT. De ce fait, sa représentativité était incontournable et l'Administration comme les organisations confédérées se devaient d'en tenir compte. Voici par exemple les résultats des CAP de mars 1977 : CGT 42,5 - FO 19,3 - CFDT 18,5 - FNT 11 - le restant 8,3 entre CFTC, CGC et FNSA (1). Il convient de souligner que, pour la première fois, la FNT présentait une liste complète d'ingénieurs conduite par Louis-Joseph Libois, ancien Directeur général, qui obtint 3 sièges sur 10 à pourvoir.

C'est ainsi que, tout en se solidarisant avec les autres catégories de personnel sur le plan des revendications propres à la Fonction publique, la FNT s'est engagée dans l'unité d'action avec les Fédérations CGT et CFDT quant aux aspirations des Cadres techniques et tout particulièrement les

CIEM qui devinrent le fer de lance de l'action syndicale aux Télécommunications. Les CIEM étaient prêts, dans leur large majorité, à s'engager dans des actions unitaires allant jusqu'à la grève pour obtenir la réalisation d'un statut des techniciens, en prenant pour exemples les situations statutaires des contrôleurs de la Navigation aérienne et des contrôleurs de l'Armement, relevant eux aussi de la Fonction publique.

Jusqu'en 1968, leurs actions furent nombreuses : grèves nationales, grèves par groupes de régions ou par grands services, appels massifs téléphonique vers certains ministères concernés et, à la limite, coupure de certaines liaisons. La FNT, comme les autres organisations syndicales, s'est efforcées sur ce dernier point d'éviter les extrêmes.

Les événements de mai 1968 furent l'occasion d'une première avancée revendicative. Pierre Marzin, Directeur général des Télécoms, fut en ces moments notre avocat pour que la s soit représentée dans le cadre des négociations au ministère des PTT et pour que soit prise en compte la situation spécifique des techniciens. C'est ainsi qu'une prime mensuelle fut attribuée *in extremis* à ces derniers, à l'issue de mon intervention soutenue par le Directeur général. Toujours avec l'appui et l'influence de ce dernier, j'ai été appelé, en 1969, à participer aux travaux du comité des Télécommunications du VI<sup>ème</sup> Plan qui était présidé par Gérard Théry qui devint par la suite Directeur général des Télécommunications.

Voici les propositions que j'ai transmises aux membres de ce comité :

*Propositions transmises aux membres du comité des Télécommunication du VI<sup>ème</sup> Plan.*

*La Fédération Nationale des Télécommunications est convaincue que le développement en France du service des Télécommunications dépend pour une très large part de la liberté d'action qui sera donnée à ce service et qui se pratiquerait sous le contrôle de l'Etat, contrôle qui devrait toutefois s'effectuer a posteriori. Cette liberté d'action sera réelle lorsque l'organisation générale du service des Télécommunications répondra aux impératifs respectés par toute entreprise industrielle dynamique : structures adaptées aux besoins d'un service public dont le rôle est essentiel dans le cadre de l'économie nationale ; hiérarchie fonctionnelle et harmonieuse correspondant aux structures du service ; personnel hautement qualifié, c'est à dire dont le recrutement et la formation permanente tiennent compte sans cesse des évolutions et nouveautés en matière de technique et d'organisation.*

La Fédération nationale des Télécommunications propose la mise en place des structures de gestion suivantes : responsabilité unique à l'échelon national confiée à la Direction générale des Télécommunications et concernant le personnel, les installations, les bâtiments et les transports. ; coordination de l'action des services et centres à l'échelon régional, la direction régionale constituant l'entreprise élémentaire des Télécommunications ; extension des prérogatives des centres autonomes qui constituent les cellules de base des Télécommunications, le rattachement de tous les groupements téléphoniques et bureaux locaux manuels aux centres d'abonnement et d'entretien.

La FNT estime, d'autre part, que parallèlement à la mise en place des nouvelles structures de gestion doivent être repensées les structures de personnel, et elle propose les orientations suivantes : spécialisation du personnel afin que tous les emplois du service des Télécommunications soient tenus par les agents ayant choisi d'y faire carrière et ayant acquis la qualification professionnelle adéquate ; révision de certaines parités arbitraires afin d'assurer à chaque agent un avancement convenable, en substituant à la notion d'encadrement humain la notion d'encadrement technique ; détermination des diverses fonctions à assurer dans les services afin de tendre vers une simplification du nombre de catégories et une harmonisation des échelles de traitement (à chaque fonction doit correspondre une seule catégorie de personnel et le mode de recrutement et de formation professionnelle de celle-ci doit être en rapport avec les tâches qui lui seront confiées) ; adaptation de la situation des personnels techniques des Télécommunications par la création de statuts particuliers et la reconnaissance de la fonction technique.

La Fédération nationale des Télécommunications réaffirme que les Télécommunications qui constituent maintenant une entité, doivent être placées sous l'autorité de responsables dirigeant à la fois l'exploitation et la recherche, l'équipement et l'entretien, dirigeant le personnel, tenant les comptes, préparant et défendant le budget. Elle est donc pour une autonomie budgétaire et de gestion du service des Télécommunications qui semble réalisable dans le cadre d'un Ministère de tutelle des Postes et des Télécommunications».

En prolongement à ces propositions, le FNT élaborait un document très étoffé en mai 1973 et le diffusait aux ministres concernés par le service des Télécommunications, aux parlementaires (députés et sénateurs), aux Directeurs généraux et directeurs de l'Administration

centrale, directeurs régionaux et départementaux, et aux rédacteurs en chef des organes de presse nationaux. Il convient de dire que, pour leur part, les syndicats confédérés restaient très attachés à l'unité des PTT, surtout la CGT et FO.

Aujourd'hui, avec le recul, nous pouvons constater que la majeure partie de nos propositions ont fait l'objet de réalisations concrètes. Le service public des Télécommunications est parfaitement autonome dans tous les domaines de ses activités. Il convient de dire aussi que son personnel, pour la période 1960/1975, a connu des avancées importantes, notamment à l'issue de la grande grève d'octobre-novembre 1974, tels les techniciens qui, déjà en 1971, avaient obtenu un statut particulier.

Je ne voudrais pas terminer sans rendre hommage à des responsables exceptionnels qui, au cours de mon engagement syndical, de 1959 à 1979, m'ont apporté encouragement et soutien. Je citerai à cet égard trois Directeurs généraux des Télécoms, Pierre Marzin, Louis-Joseph Libois et Gérard Théry, sans oublier d'associer deux chefs de Service du personnel qui n'eurent pas une tâche facile, Georges Clavaud et Denis Varloot.

(1). Un adhérent, Serge Lottier, président de l'Institut d'histoire sociale CGT-PTT, nous communique les résultats des élections aux Comités administratifs paritaires de mars 1974, qui montrent, pour la catégorie « techniciens » les résultats suivants: CGT 4.539 voix, FNT 3.464, CFDT 2.721, FO 1.465, divers 499.

## **L'évolution de la gestion dans les industries des télécommunications, 1960-70**

**Pierre Chavance**, ancien directeur à Thomson et à CGE-Alcatel

Ingénieur du corps des Télécommunications en 1948, je me suis d'abord adonné à la recherche au CNET. Puis, détaché dans l'industrie en 1954, j'ai travaillé pendant 18 ans à la Thomson et après 1972 pendant 15 ans

à la Compagnie générale d'électricité, principalement à CGE-Alcatel, d'où j'ai pris ma retraite en 1987. Dans l'un et l'autre poste, je fus technicien et industriel, plutôt que gestionnaire.

En 1955, la profession industrielle des télécommunications comportait schématiquement deux catégories d'entreprises : d'un côté, celles qui travaillaient presque exclusivement pour les PTT ; de l'autre, celles qui travaillaient surtout pour les militaires, mais aussi pour des organismes civils de moindre importance (tels l'ORTF, l'aviation civile, le médical, l'industrie et la recherche scientifique). Les premières avaient été organisées par les PTT en deux groupements d'économie mixte, fournisseurs dits "agréés" de l'Administration :

- Sotelec pour la transmission, qui regroupait l'administration, DGT, CNET, DSR, et les industriels, CIT/ CIT, LTT, SAT, puis TRT et Thomson-CSF. (Les faisceaux hertziens, pratiquement réservés à la CSF, restent initialement hors du système).

- Socotel pour la commutation, qui regroupait l'administration, DGT, CNET, et les industriels CGCT, CIT, LMT, AOIP, Ericsson.

En cette même année, les entreprises du système Sotelec sont tributaires:

- du Service des recherches et du contrôle technique, le SRCT des PTT, pour la recherche,
- de la Direction générale des télécommunications, la DGT, pour les commandes d'équipements.

Les commandes publiques sont réparties par un régime de "quotas" de production, à peu près invariables sur la durée ; les prix sont les mêmes pour tous, et "concertés" dans une négociation annuelle. L'Administration définit les produits, accorde à ses fournisseurs un bénéfice forfaitaire de 8%, mais se montre toujours exigeante sur la qualité. L'exportation est à l'époque tout à fait symbolique et ne constitue guère qu'une sorte d'obligation morale. L'industrie connaît donc avec ce système une position confortable, mais insuffisamment responsable.

Les industries du second type - dites " non-agréées" - sont des entreprises de plein exercice qui constituent à l'époque l'électronique professionnelle. On y trouve essentiellement CSF, Thomson, Matra, TRT, CGA, SEA, etc. Avec une part importante d'activités militaires, elles cherchent leur avenir dans les techniques nouvelles (automatismes, informatique), dans la conquête des marchés étrangers, et dans des travaux



de recherche coûteux aux issues incertaines (semi-conducteurs, lasers, mémoires, etc.). Elles ambitionnent évidemment de pénétrer dans le marché des télécommunications, en vue d'une diversification civile, mais elles se heurtent à la barrière infranchissable de la structure monopolistique, sur laquelle veille la DGT. Il ne m'appartient pas ici de juger de ce système dualiste, dont on disait volontiers à l'époque - dans un ton cocorico - que le monde entier nous l'enviait. Je me limiterai à donner, sur la période, trois témoignages sur cette industrie.

### **La disparition de la Compagnie générale de TSF (CSF)**

En juillet 1969, la Compagnie générale de TSF - dite CSF - connaît de graves problèmes de trésorerie, et ses banquiers découvrent que, depuis des années, elle a pris l'habitude de passer ses lourdes dépenses de recherche à l'actif de son bilan. La faillite est à l'horizon.

Dans la hâte et pour sauver la mise, banquiers et stratèges font reprendre la société par la Thomson qui, tout en se réjouissant de l'absorption d'un redoutable concurrent militaire, doit alors faire face à un endettement nouveau et restreindre sans délai les activités de recherche et d'innovation. Ainsi naît, sous le signe de l'indigence et des restrictions, la Thomson-CSF.

C'est là, me semble-t-il, le fait majeur de la décennie 1960, car toute l'électronique française en pâtit. Au moment même où les semi-conducteurs, les automatismes, l'informatique requéraient des investissements massifs et des regroupements internationaux, l'électronique nationale était amputée de son plus beau fleuron par un incroyable mécompte de gestion. En fait, ce mécompte couvrait l'incapacité dans laquelle s'était trouvé le premier électronicien français de couvrir les dépenses de recherche nécessaires à la conquête de nouveaux marchés.

Ce séisme n'ébranla pourtant pas le système PTT, fermé sur ses seuls besoins et attentif à gérer sa propre croissance, conformément à un Plan chèrement conquis après vingt années de lutte. D'un côté donc, une électronique sans souffle et impécunieuse, de l'autre une structure sereine, hors d'atteinte, sans ouverture sur l'extérieur.

C'est dans cette situation que se trouvèrent les grands dirigeants de l'industrie, sollicités par l'Etat pour conduire la politique nationale de l'informatique en préparation, notamment la CII-Honeywell-Bull. Ils s'y dérobèrent chacun de leur côté, pour des raisons très différentes mais par-

faitement complémentaires. Le Plan calcul" s'ensuivit. On connaît la suite.

### **L'industrie des télécommunications sous haute protection**

Le marché fermé des télécommunications, de son côté, n'a pas donné aux entreprises qui le servaient un dynamisme de conquête de marchés, mais plutôt d'accumulation de profits. Privés d'initiatives de politique industrielle, ces entreprises s'attachent plutôt à gagner de l'argent, en contournant les obstacles des contrôles de prix, autant que faire se peut. On s'inquiète bien entendu de la dérégulation en marche, mais on agit dans l'instant pour tirer le maximum de résultats d'un système sans compétition. Bien entendu, cette attitude a des effets pervers sur la gestion.

La période qui nous concerne est celle où les gains de productivité se multiplient, poussés par l'évolution technologique rapide des composants à semi-conducteurs et de leurs assemblages. Il suffit d'en différer les effets dans les comptes, d'aiguiller différemment les imputations, de renvoyer des excédents vers les sociétés-mères, etc. Par surcroît, les impôts sur les bénéfices s'en trouvent réduits et les revendications salariales deviennent plus faciles à contenir.

Mais, si habilement qu'on y procède, on édulcore ainsi les exigences de la gestion. Une perception générale de prospérité fait perdre de vue la recherche permanente de la réduction maximale et réelle des coûts. C'est le règne des dépenses somptuaires, des frais incompressibles, etc.

La facilité n'est jamais bonne conseillère en gestion, chacun le sait. Malheureusement, ce n'est que beaucoup plus tard que l'on s'en aperçoit. Cela explique - au moins en partie - que l'ouverture du marché à la compétition ait provoqué dans les entreprises de télécommunications un choc beaucoup plus rude que celui auquel on s'attendait. Par bonheur - si l'on peut dire - la situation fut à peu près la même chez tous les constructeurs européens.

### **La gestion des personnels non fonctionnaires dans la période**

Nous avons pu comprendre aujourd'hui, à travers plusieurs exposés, combien avait été traumatisante pour les personnels de l'Administration la perspective, chaque jour grandissante, de leur privatisation. On peut se demander en parallèle comment les problèmes d'emplois ont été gérés dans

les entreprises du secteur des télécommunications. Globalement il me semble qu'ils l'ont été assez convenablement.

Dès les années 70, il fut évident qu'il apparaissait des excédents d'effectifs dans toute la Bretagne électronique, et dans presque que toutes les entreprises qui avaient suivi le CNET à Lannion.

Cependant, les premières annonces de véritables plans sociaux n'apparaissent qu'aux environs de 1985, c'est à dire plus tardivement. Ce qui signifie qu'avant cette date - et donc dans les années qui nous concernent -, on a pu endiguer les suppressions d'emploi. Cela grâce à une gestion sociale très active, organisée un peu partout dans des structures dites de "gestion prévisionnelle de l'emploi". On a développé une véritable technicité alliant l'organisation des formations à une recherche systématique de reclassements, internes ou externes, et à des départs négociés dans des conditions jugées assez souvent acceptables par le personnel concerné. ce fut une gestion au plus près du terrain et des salariés et, en définitive, le problème d'emploi posé à l'industrie de la construction téléphonique ne fut pas plus critique que celui de la construction automobile, de la sidérurgie, ou de l'industrie agro-alimentaire.

Il le fut même certainement moins, sur le long terme en tout cas. Car l'industrie téléphonique eut la chance de voir son marché ré-alimenté par des gammes de produits issus de l'informatique, ou stimulés par celle-ci. Ainsi les télécopieurs, les modems, les écrans, les portables, les terminaux à cartes, les réseaux de transmission de données et d'innombrables progiciels sont venus constituer des produits de substitution, créateurs d'emplois très variés : des emplois de cadres évidemment, mais aussi de techniciens, plus encore d'agents de maintenance et de services et, à un moindre degré, d'agents de production manufacturière.

Ainsi, bien qu'écarté de la "grande informatique" comme de l'informatique "grand public", notre secteur industriel français a vu nombre de ses cadres se reconvertir vers la création d'un réseau diversifié de petites et moyennes entreprises de péri-informatique, excellentes créatrices d'emplois.

Il m'est agréable, pour finir, de saluer ici avec chaleur tous ceux qui s'y sont risqués, avec courage et succès le plus souvent. Dans le semi-échec d'une politique industrielle à trop courte vue, ils nous ont sauvé la mise.

## Compléments à la Journée d'étude

*Dans le compte-rendu de la journée du 3 décembre 2001, paru dans le Bulletin n° 3 de l'AHTI, une malencontreuse erreur d'impression a fait disparaître l'exposé de Aude Terray lors de la séance L'informatique de gestion dans les années 1960 : Etats-Unis et France. En nous en excusant, nous publions ici le texte résumé par nos soins.*

### **La volonté modernisatrice du ministère des Finances : la rationalisation des choix budgétaires, 1966-68 (résumé)**

**Aude Terray**, chercheuse à l'EHESS

Les années 1966-68 où apparaît la rationalisation des choix budgétaires, la RCB, correspondent à ce moment de "réaction nationale", pointé par P.-E. Mounier-Kuhn dans le domaine de l'informatique, et que l'on peut mettre en parallèle avec le souci d'amélioration de la gouvernabilité caractérisant, au sommet de l'Etat, le milieu des années 1960.

La RCB s'inscrit dans un contexte favorable à ce type de grande réforme d'essence technocratique, avec en particulier l'exemple américain de McNamara au Pentagone, dont la politique est étendue par le président Johnson à l'administration fédérale. Les contraintes budgétaires nouvelles, ou l'engouement pour le calcul économique développé par les ingénieurs économistes, ou bien encore la recherche institutionnelle d'une plus grande liberté au sein de l'appareil d'Etat de la part d'un ministère des Finances qui est voué au court terme, après le détachement du Commissariat au Plan en 1962, tous ces éléments justifient la mise en place de la RCB. Concrétisant cette recherche, la direction de la Prévision, créée en 1965 par le ministre Valéry Giscard d'Estaing et confiée à Jean Saint-Geours, est à l'origine de la RCB.

C'est ce qu'expose alors l'oratrice en rappelant comment J. Saint-Geours dut partir "à la conquête" de la puissante direction du Budget de son

ministère, pour la convaincre de l'opportunité et de la faisabilité d'une optimisation de la dépense publique. Si, dès le départ, le discours est ambigu – rendre optimal le service reçu pour chaque franc engagé d'un côté, dépenser moins de l'autre – le projet est finalement officialisé en 1968 par Michel Debré, séduit par les propositions conjointes des deux directions. La mesure, testée sur les projets RER et Concorde, est applicable dans sept ministères (Finances, Industrie, Education nationale, Affaires sociales, Agriculture, PTT, Transports).

La résistance passive de six d'entre eux, à ce qui est perçu comme une prise de pouvoir des Finances, est une des causes de l'échec final de la RCB : les séminaires organisés par la Direction de la prévision sont désertés et les missions aux Etats-Unis reviennent de plus en plus sceptiques.

*A l'occasion de la journée d'étude, nous avons reçu d'un adhérent un texte publié en 1998, dans le Bulletin de l'Association des amis de LMT. Ce texte illustre bien les difficultés rencontrées auprès de certains membres de l'encadrement lors de l'introduction de l'informatique. Nous en publions un extrait.*

### **L'informatisation du système de contrôle de production à la division Radio professionnelle (extrait)**

**Roland Bourdiol, alors technicien à LMT**

Après les événements de mai 1968, je suis nommé au « Service de contrôle de production » (mauvaise traduction de *Production control* !), à la suite de l'intervention d'une société de conseil. Cette société, comme beaucoup d'autres, pratiquait la formule : je vous emprunte votre montre pour vous donner l'heure et je ne vous la rends pas ! Elle avait tendance à classer le personnel entre ceux à éliminer et ceux à recycler.

Parmi les victimes de cette classification, figurait René D. qui travaillait depuis 40 ans dans la fabrication et en connaissait tous les rouages et dont les remarques justifiées ne pouvaient qu'indisposer des personnes

ne pouvaient se tromper. Mon incompetence en la matière me fit nommer comme responsable du contrôle de production, mais je réussis à conserver René D. comme adjoint.

La production radio était encore artisanale et reposait sur le professionnalisme des agents et notamment sur la mémoire de l'agent chargé du matériel. D'où ce type de conversation :

- Moi : Je désire utiliser cette pièce pour un essai.

- Agent : Ah oui ! La pièce 2 425 927.

- Moi : Peut-être.

- Agent : Voyons ! J'avais besoin de 22 pièce pour la dernière commande et j'en ai commandé 25, j'ai donc un déchet et vous pouvez en disposer. D'ailleurs la carte de stock le confirme, ajoute-t-il en sortant celle-ci.

C'était un système très performant qui reposait sur la capacité de mémoire de l'agent, c'est-à-dire sur son ancienneté et son professionnalisme ! La société de conseil proposait de le remplacer par l'informatique, avec une confrontation entre informaticiens et producteurs, ceux-ci devenant « interchangeables ». Mais comment obtenir des résultats quand les informaticiens, alors jaloux de leur supériorité, se réfugiaient dans une tour d'ivoire, et que les intervenants ignoraient les procédures qu'il s'agissait d'informatiser. On aboutit ainsi, après bien des déboires, à des listings faux où les stocks étaient sans rapport avec les besoins !

Il nous fallut reprendre le problème, en ne retenant du travail de la société de conseil que des données utiles, et si nous avons obtenu des résultats, ce fut par une introduction progressive de l'informatique. Avec des informaticiens motivés et « parlant français », nous avons progressé par étape, commençant par les matériels les plus simples et tenant une double gestion, manuelle et informatique jusqu'à ce que les agents eux-mêmes suppriment la première. Une formation du personnel fut entreprise avant la généralisation de l'informatique, qui se fit par un remplacement progressif des opérations manuelles par des opérations informatiques. Ce n'est que lorsque tous les agents de production maîtrisèrent les traitements individuels que l'on procéda à un changement de procédure, pour aboutir à une « gestion de production assistée par ordinateur ».

*Texte paru dans le Bulletin AALMT n° 23 d'octobre 1998*



# COMMUNICATION

## **Stations terriennes de télécommunication par satellite, 1960-1974**

**Marcel Thué**, ancien chef du département Communication et détection spatiales du Centre national d'études des télécommunications

Les télécommunications par satellite ont commencé leur développement au cours de la décennie 1960-1970, avec l'expérimentation de liaisons intercontinentales, dans le cadre des projets Telstar et Relay, puis l'exploitation expérimentale, avec le satellite Early Bird.

La participation française a été organisée par le Centre national d'études des télécommunications, CNET, service de recherches interministériel géré par l'administration des P.T.T.



## **Premières expériences avec le satellite ballon Echo, 1960-1961**

Dès le lancement par la NASA, en août 1960, du satellite Echo 1, ballon métallisé de 30 mètres de diamètre, à une altitude d'environ 1 500 km, le CNET avait reçu au fort d'Issy-les-Moulineaux, des signaux émis aux Etats-Unis et réfléchi sur le ballon Echo. La direction décida alors de participer aux premières expérimentations de transmissions intercontinentales, avec l'aide de la Compagnie générale d'électricité, CGE. Sous la coordination du centre de recherche de Marcoussis de la CGE, une tour de 20 mètres de hauteur, sur laquelle était posé un affût de canon de marine orientable avec précision et supportant une antenne mobile de 10 mètres de diamètre, fut implantée à l'Observatoire de radioastronomie de Nançay, Cher. Le centre installa un récepteur comportant à l'entrée un amplificateur paramétrique à très faible bruit, réalisé au laboratoire hyperfréquences du CNET.

Le bilan de puissance de la liaison Etats-Unis-France, au moyen d'une réflexion sur le satellite Echo 1, ne permettait pas la transmission d'une quantité d'information significative, mais il fut possible, en décembre 1960, de recevoir à Nançay un signal émis à Holmdel, New Jersey, et réfléchi sur le ballon pendant les courtes périodes de visibilité mutuelle. On acquit ainsi une bonne expérience sur la poursuite de satellites à défilement, à partir de prévisions d'orbites élaborées et diffusées par la NASA.

## **Première station expérimentale de Pleumeur-Bodou, PB 1**

Au début de 1961, la NASA invitait à participer à deux projets expérimentaux de télécommunications par satellite : le projet Relay de la NASA et le projet Telstar de la compagnie American Telegraph and Telephone, AT&T ; tous deux comportaient un satellite à défilement actif, muni d'un répéteur transposant à 4 GHz des signaux reçus à 6 GHz.

Dès le printemps de 1961, la France décida de participer à ces deux projets et, à l'été 1961, un site proche du village de Pleumeur-Bodou, près de Lannion, Côtes d'Armor, fut choisi pour l'implantation d'une station expérimentale munie d'une antenne orientable de grande dimension, avec une ouverture de 30 mètres de diamètre, et d'un dispositif de poursuite de précision pour maintenir la liaison avec le satellite.

Les deux satellites devaient être lancés à l'été de 1962, et le CNET

estima que l'on n'avait pas en France l'expérience et les moyens permettant de disposer à cette date d'une grande antenne opérationnelle. Il fut séduit par la solution choisie par les Bell Laboratories, le laboratoire de recherches de AT&T : utiliser une antenne parabolique de type cornet-réfecteur, directement extrapolée de l'antenne de même type utilisée pour les faisceaux hertziens. Il fut donc décidé d'acheter à la société Western Electric, le constructeur du groupe AT&T, une grande antenne identique à celle fabriquée pour les Bell Labs, avec le matériel radioélectrique associé, en particulier l'amplificateur d'émission à grande puissance et le récepteur à très faible bruit.

La grande antenne a un encombrement d'environ 50 m en longueur et 30 m en hauteur ; elle devait être placée sous un radôme protecteur transparent aux ondes centimétriques, pour éviter l'accumulation de neige ou de pluie dans le cornet. Un amplificateur quantique, un *maser* à 4 GHz réalisé au CNET fut utilisé à la réception et permit d'obtenir une température de bruit de 32° Kelvin. La C.G.E. fut chargée de la maîtrise d'œuvre, pour la construction de l'ensemble de la station PB1 : antenne et matériel radioélectrique de fabrication américaine, équipements d'énergie et matériels de télécommunications, télévision et téléphonie, de fabrication française.

La station PB 1 était prête à fonctionner le 10 juillet 1962, jour de lancement du satellite Telstar 4. Elle a permis d'assurer la première transmission expérimentale de télévision entre les Etats-Unis et l'Europe, lors de la première période de visibilité mutuelle, au cours de la nuit du 10 au 11 juillet 1962, dans le sens Etats-Unis vers l'Europe, et la nuit suivante dans l'autre sens.

La station PBI participera ensuite, avec la station britannique de Goonhilly Downs, près de Falmouth, Cornouailles, et ultérieurement la station allemande de Raisting, près de Munich, à un programme d'essais et de démonstration de transmission de télévision et de multiplex téléphoniques au moyen des satellites Telstar 1 et Relay 1.

Après le lancement du premier satellite géostationnaire de l'Organisation mondiale de télécommunications par satellite Intelsat : Early Bird, rebaptisé ultérieurement Intelsat 1, en avril 1965, la station participera, avec les stations britannique et allemande, à l'exploitation expérimentale d'une liaison multiplex de 240 voies téléphoniques entre l'Europe occidentale et les Etats-Unis : chaque semaine, une des trois stations était en service, une autre en attente à titre de secours, la troisième en maintenance.

## **Première station terrienne de construction française, PB 2**

Le matériel de la station PBI, en particulier l'antenne, était directement extrapolé des matériels pour faisceaux hertziens. Dès 1965 on pouvait prévoir un développement substantiel des liaisons intercontinentales par satellite et l'administration française lança l'étude de matériels plus spécifiques, de conception et de réalisation françaises.

L'étude des matériels radioélectriques fut confié aux laboratoires de Marcoussis de la CGE, avec la participation de la société Neyrpic pour une antenne de type Cassegrain sans radôme, à la place du grand "cornet-réfecteur" de PB 1, et des divisions compétentes de Thomson-CSF : Tubes électroniques pour l'amplificateur de puissance à l'émission, Faisceaux hertziens pour l'amplificateur paramétrique à faible bruit à refroidissement modéré, -20°C, à la réception.

En 1968, la station PB 2 entra en service, ce qui permettait au Centre de télécommunications par satellite, (CTS, de Pleumeur-Bodou d'assurer des liaisons avec deux des satellites de l'organisation Intelsat, positionnés respectivement au-dessus de l'Océan atlantique et de l'Océan indien.

## **La première série de stations terriennes françaises**

Dès avant 1970, était étudié un nouveau type de station terrienne, plus performant et plus économique que PB 2 et spécialisé dans l'établissement des liaisons par satellites géostationnaires. Un certain nombre de stations terriennes furent alors construites, concrétisant la naissance d'une industrie française des télécommunications spatiales : elles étaient destinées d'une part à compléter l'équipement de la station de Pleumeur Bodou, PB 3 en service en 1973, d'autre part à installer des stations dans un certain nombre de départements d'Outre-mer et de pays francophones, clients traditionnels de l'industrie française : Martinique en 1972, La Réunion en 1973, Guyane en 1974, mais aussi en Côte d'Ivoire et à Madagascar en 1972, au Sénégal, au Gabon et au Cameroun en 1973, au Congo en 1974.

## Le Groupement d'intérêt économique Telspace

La coordination des études et réalisations françaises fut concrétisée en 1969 par la constitution du Groupement d'intérêt économique, le GIE Telspace, réunissant CIT-Alcatel, CGE-Neyrpic et Thomson-CSF.

Les activités du GIE Telspace concernaient alors non seulement l'étude et la construction de stations à grand gain au standard A défini par Intelsat, mais aussi de stations fonctionnant dans les mêmes gammes de fréquences, 6GHz pour le trajet montant et 4 GHz pour la trajet descendant, pour d'autres réseaux, comme ceux des deux satellites franco-allemands Symphonie, lancés en 1974 et 1975, ainsi que des stations expérimentales pour des essais à des fréquences plus élevées, dans le cadre de projets de la NASA ou de projets européens, comme la station de Gometz-la-Ville, près de Paris, installée en 1973.

## Bibliographie

- \*\*\*, *Télécommunications spatiales*, Paris, Masson, Collection scientifique et technique du CNET, 1982-83.
- François Job, « Les télécommunications par satellite, in *Le CNET, 1944-1974*, Paris, CRCT, 1990.
- Philippe Magne, *Histoire des faisceaux hertziens et des télécommunications par satellite*, Paris, AICPRAT, 1993.

## Légende des figures

- Fig. 1. Premières expériences à Nançay, 1960.
- Fig. 2. Antenne de la station PB 1, 1962.
- Fig. 3. Antenne de la station PB 2, 1968.
- Fig. 4. Antenne de la station PB 3, 1968.
- Fig. 5. Antenne de la station PB Symphonie, 1973.

*Ce texte a été présenté à la Deuxième rencontre de l'Institut français d'histoire de l'espace, « La naissance de l'industrie spatiale française », Paris, 23-24 octobre 2001.*

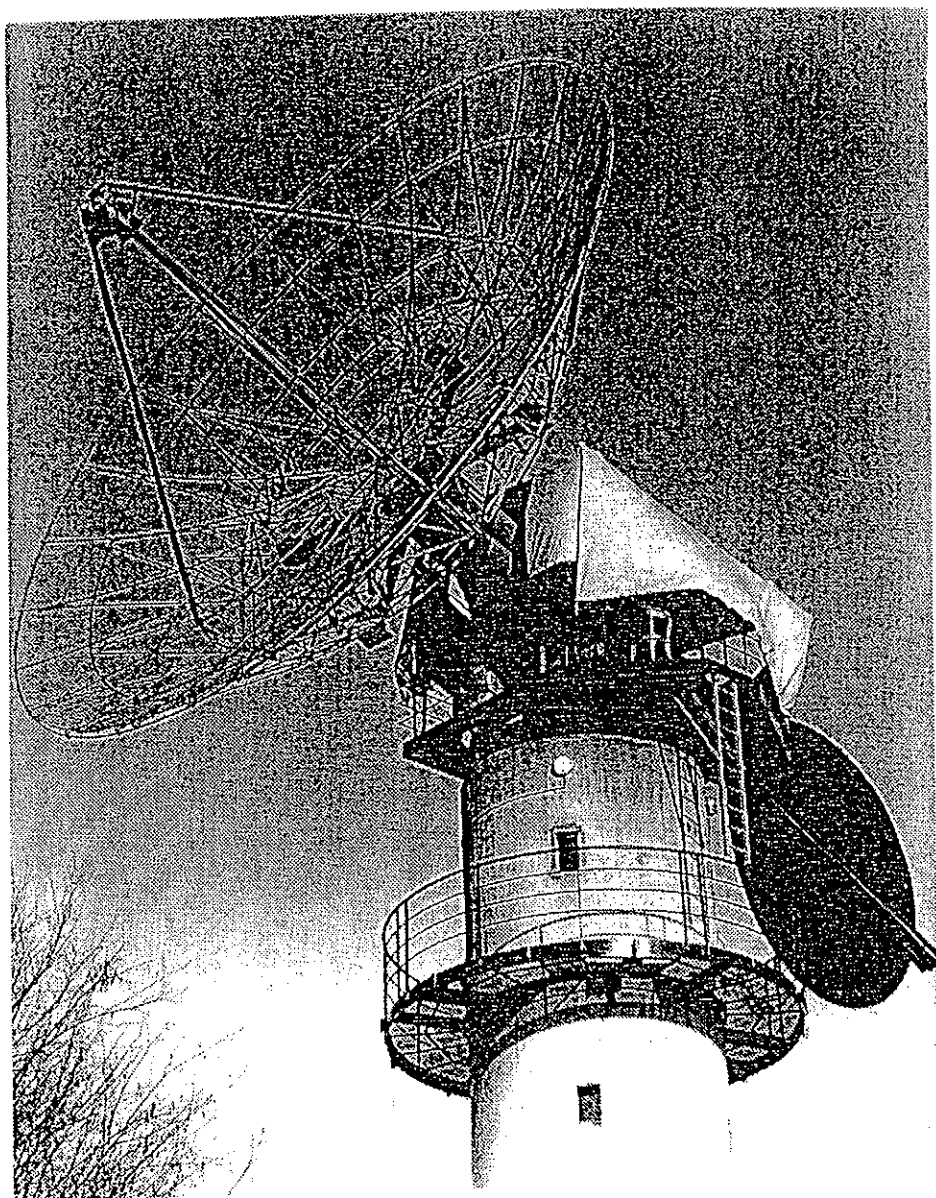


Fig. 1 - Nançay.

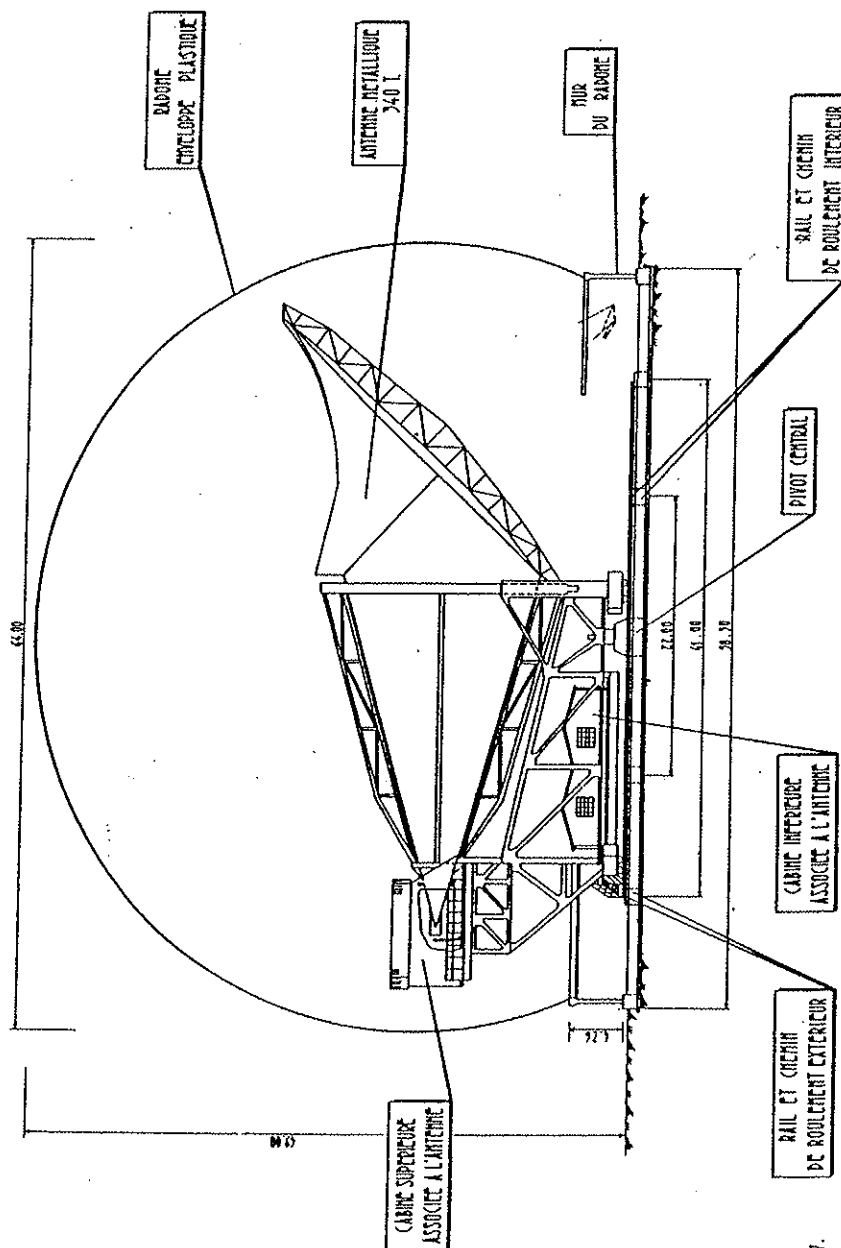


Fig 2 - PB1

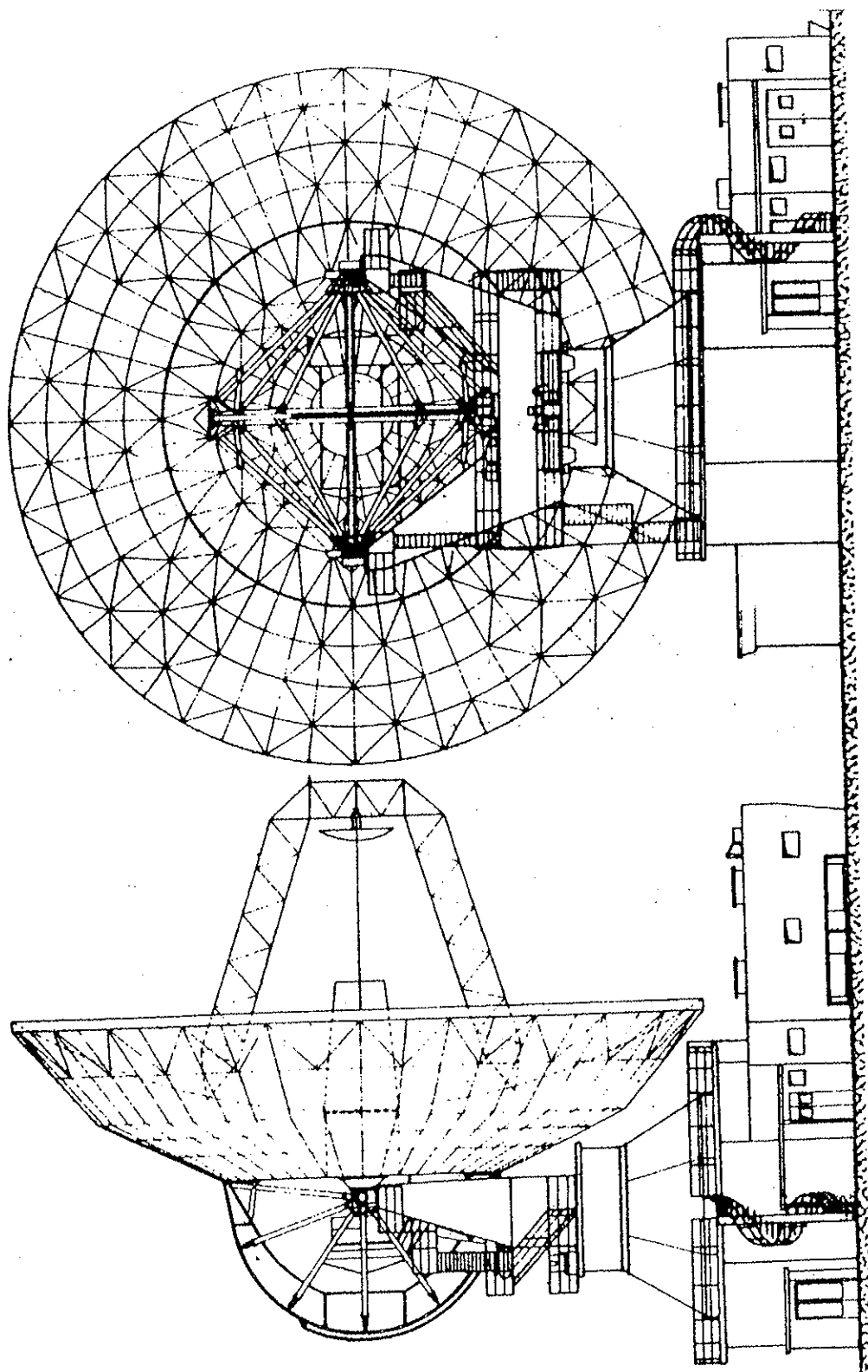


Fig. 3 - PB2 ( $\phi = 27,5m$ )

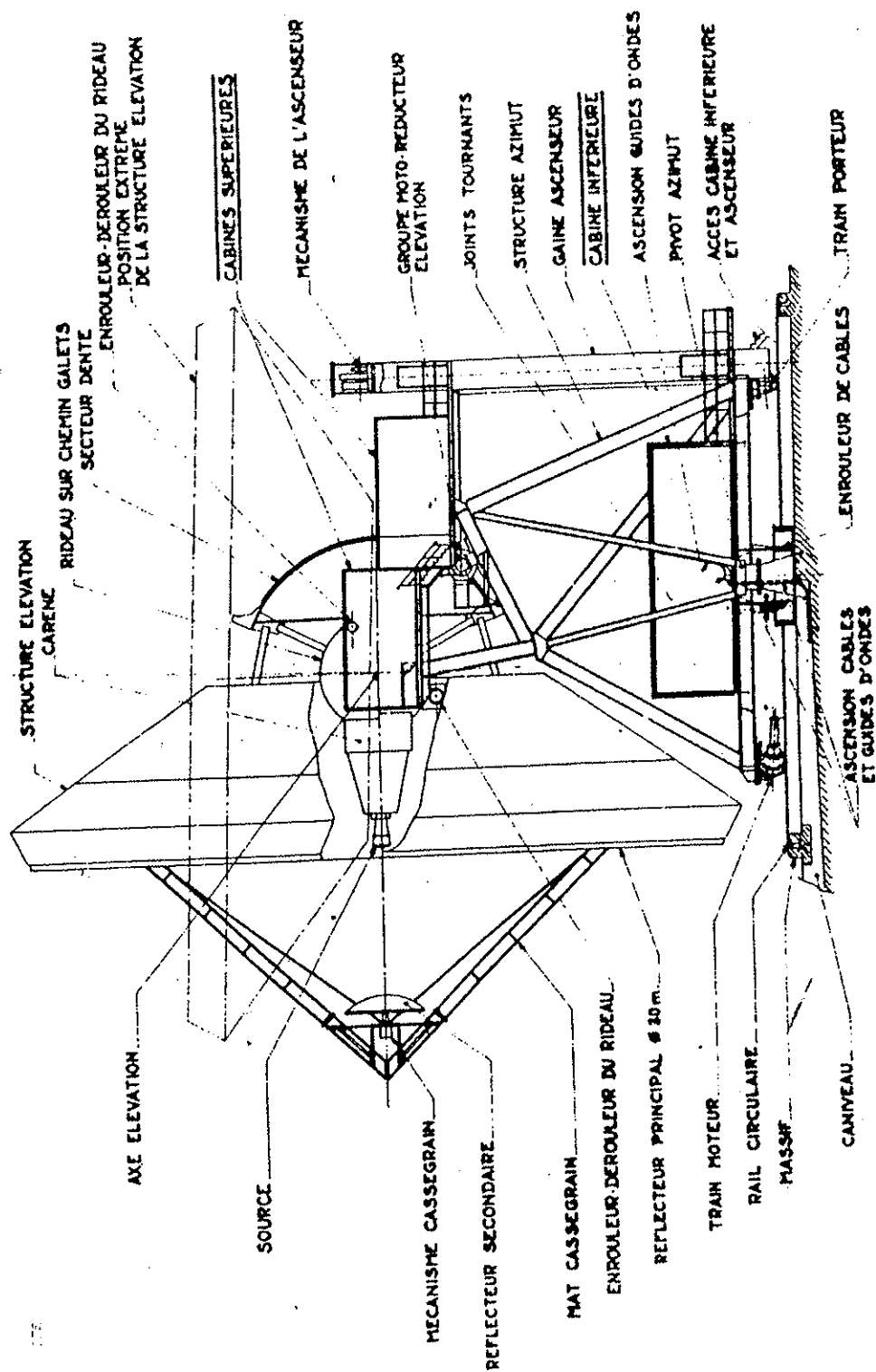


Fig-4 - PB-3 -  $\varnothing 30 m$



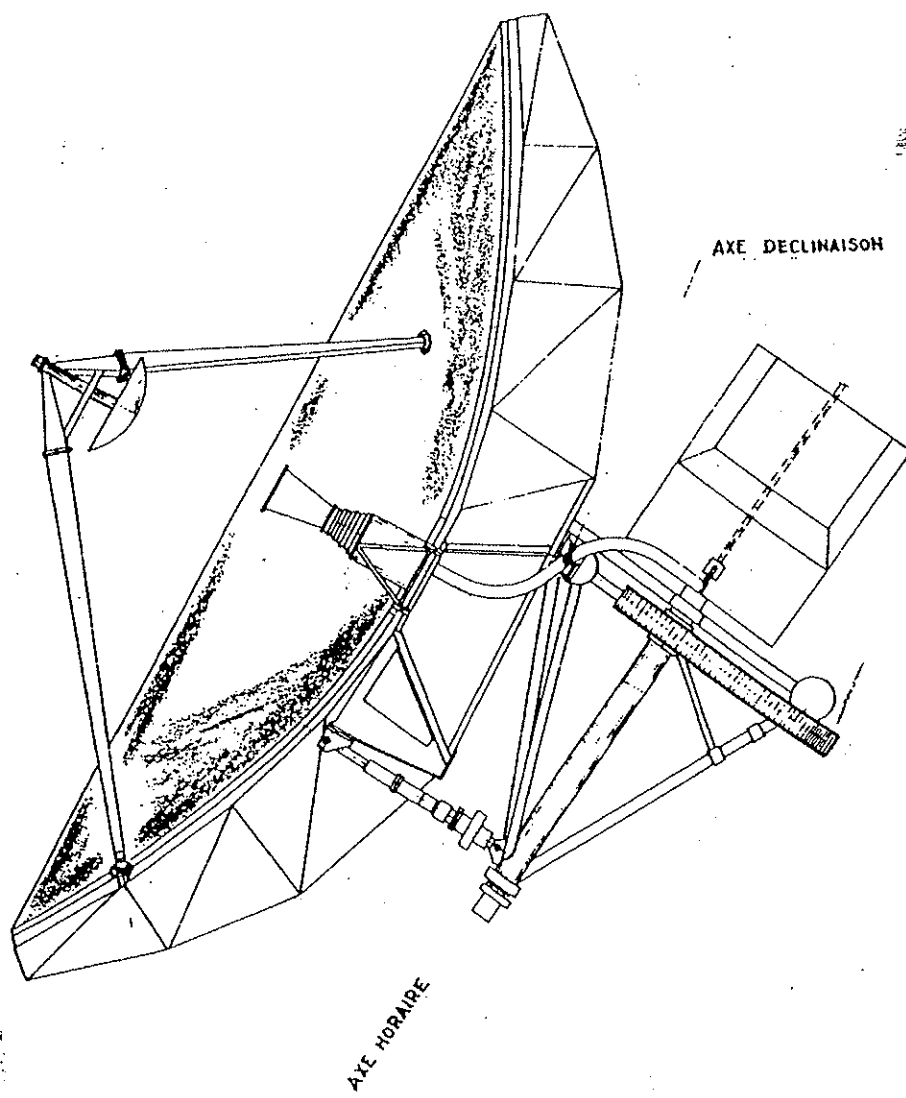


Fig. 5  
P.B-Symphonie -  $\phi$  16,5m

# THESE

## **L'informatique en France de la deuxième guerre mondiale au Plan calcul : science, industrie, politique publique**

**Pierre-Eric Mounier-Kuhn**, thèse soutenue en 1999 à l'Université de Paris-Sorbonne.

### **Résumé de la thèse**

Une «révolution technologique» offre-t-elle l'occasion de remettre en cause les situations établies et, pour des puissances dominées — entreprises ou nations —, de conquérir des positions plus avantageuses ? Certains dirigeants français l'espéraient dès 1950, lorsque les premiers ordinateurs apparurent en Angleterre et aux Etats-Unis. Pourtant, les efforts accomplis par la recherche publique, par l'industrie et par l'Etat n'ont abouti qu'à faire

de Bull, jadis quatrième constructeur mondial, une firme reléguée au treizième rang et dépendant des technologies américaines et japonaises. Cela, au moment même où la France réussissait à s'imposer dans deux domaines voisins : les télécommunications et le logiciel.

Expliquer ce paradoxe conduit à analyser à la fois :

- des caractères de longue durée : le purisme de l'école mathématique française, la rareté des compétences, la faiblesse de la recherche industrielle, la priorité des projets militaires sur les logiques de marché limitaient l'aptitude de la France à profiter de la «révolution informatique», quel qu'ait pu être le volontarisme des acteurs;
- et les aspects contingents de cette histoire : échecs locaux et fautes stratégiques ont dépassé les étroites marges d'erreur permises par les contraintes énoncées ci-dessus.

Après une première partie consacrée à un rappel du contexte mondial et de l'histoire générale de l'informatique, on aborde l'environnement scientifique français. Une comparaison internationale montre que la France est le seul pays industrialisé où la recherche publique n'ait pas réussi à construire d'ordinateur dans la période «pionnière», avant 1960. Les causes profondes remontent à l'entre-deux-guerres. La défaite de 1940 est venue briser l'effort de redressement qui s'engageait, et a interrompu l'apprentissage de la coopération entre scientifiques, industriels et militaires. Dans les années cinquante, l'échec des organismes impliqués dans la construction de calculateurs numériques (Institut Henri-Poincaré, CNRS, ONERA, CNET, etc.) a contribué à retarder la reconnaissance académique de l'informatique, et à orienter l'enseignement et la recherche vers le *software*..

Cette nouvelle matière s'est développée dans des pôles universitaires qui possédaient depuis le début du siècle une forte tradition de sciences appliquées, notamment l'électrotechnique : en premier lieu Grenoble, Toulouse, Nancy. Le calcul, interface entre les mathématiques et la technologie, ne pouvait s'affirmer que dans des facultés comportant des laboratoires de recherche intégrés aux structures d'enseignement, et habituées à travailler avec l'industrie ou l'armement. L'irruption de la «science lourde» dans les mathématiques entraîne une reconfiguration de ce domaine. Cependant, une logique opposée, incarnée par le groupe Bourbaki, poursuit une purification des problématiques et des cursus.

Les conflits qui surgissent autour de la reconnaissance institutionnelle de l'informatique révèlent la tension entre deux représentations antagonistes de la science, l'une liée à la culture, l'autre liée à la technique.

Le dernier chapitre décrit la résistible émergence de l'informatique parmi les disciplines établies au Comité national du CNRS, où le cas de l'informatique permet d'étudier trois problèmes : Comment détecter et favoriser un champ de recherche nouveau ? Comment assurer la représentation d'un domaine pluridisciplinaire ? Comment gérer les relations entre recherche fondamentale et industrie ?

L'industrie française du calcul avait été la première, sur le plan mondial, jusqu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Les fabricants américains avaient ensuite envahi le marché avec des machines produites en masse et agressivement commercialisées. Entre les deux guerres, malgré la domination de NCR et d'IBM, diverses tentatives de reprise aboutirent à la création de Logabax et surtout de la Compagnie des machines Bull. La «révolution» de l'électronique, vers 1950, offrait l'occasion d'amplifier cet effort de redressement. Mais, pour en profiter, il fallait réunir de multiples conditions : se placer en permanence à la pointe du progrès, notamment en adaptant les processus d'innovation aux caractères des nouvelles techniques ; constituer un vaste réseau commercial pour amortir les frais de R&D sur le marché international ; mettre en œuvre des méthodes de management intégrant ces efforts dans une vision stratégique à long terme.

En fait, faute de bénéficier de prototypes d'ordinateurs et de compétences issues de la recherche publique, l'industrie française a adopté trois types d'attitudes, correspondant à trois types d'entreprises incarnant des approches différentes de l'innovation :

- Une firme «entrepreneuriale», la SEA, s'est lancée dès 1948 dans l'étude et la construction de calculateurs, en prenant tous les risques. Elle a conçu les premiers ordinateurs français et a fortement contribué à introduire les technologies de l'information dans le tissu industriel et éducatif national.
- Les producteurs de matériels de gestion ont évolué de la mécanographie à l'informatique, progressivement et réactivement. Bull a réussi son apprentissage de l'électronique, mais le passage conceptuel au programme enregistré a été laborieux, d'autant que la compagnie est restée longtemps fermée aux ressources scientifiques de la recherche publique (programmation, etc.), comme aux sollicitations de l'Etat. Son vaste réseau commercial ne peut pallier, après 1960, l'absence de produits adaptés. L'«affaire Bull» se solde en 1964 quand General Electric en prend le contrôle.
- Les grands groupes de construction électrique et électronique français — CSF, CGE, SACM-Alcatel, Cie des compteurs, Thomson — n'ont pratiquement pas investi dans l'électronique numérique au cours des

années cinquante. Pris de court vers 1960, quand l'Etat commence à réclamer des ordinateurs, en particulier pour le programme nucléaire, ils se lancent hâtivement dans la production de calculateurs d'automatisme sous licence américaine, reproduisant en informatique la situation de dépendance qui était celle de l'industrie électrique au début du siècle.

Toutes ces firmes se différencient nettement par leurs attitudes envers la recherche, par leurs stratégies de brevets, par leurs investissements commerciaux, par leurs relations avec l'Etat.

L'Etat est présent dès les années trente, d'abord en tant que consommateur et utilisateur de machines de traitement de l'information, et aussi par ses mesures réglementaires qui contribuent à créer la demande de mécanographie.

A partir de 1948, les Armées ont favorisé le développement de laboratoires et d'entreprises voués au traitement électronique de l'information. Pour réaliser divers systèmes d'armes nécessitant de plus en plus de calculs ou d'asservissements, elles ont financé recherches et fabrications, et établi des collaborations entre les ingénieurs militaires, les industriels et les scientifiques. Les services de l'Armement, sans poursuivre une «politique industrielle» au sens actuel du mot, ont joué à travers leurs projets techniques un rôle important et généralement méconnu dans la structuration de l'industrie informatique française. Dans la recherche et l'enseignement supérieur, ils ont contribué de façon décisive au développement des mathématiques appliquées et de l'informatique, apportant à ces nouveaux champs d'activité des ressources, des problématiques et une légitimité qui leur ont permis de s'imposer dans le milieu académique.

Réagissant au «défi américain» (polarisation du marché autour d'IBM, retard en composants électroniques, affaire Bull, embargo mis par Washington sur les super-calculateurs), la politique gouvernementale est élaborée dans les instances — Commissariat au Plan, DGRST, DRME —, où se négocient les rapports de forces et d'intérêts entre les protagonistes administratifs, chercheurs et surtout industriels. Elle se dessine dans de profondes contradictions. Tandis que la volonté politique encourage la concentration de l'industrie française pour affronter le Marché commun et les géants américains, la logique des administrations, bonnes gestionnaires de leurs crédits, aboutit à fractionner les commandes et à multiplier les fournisseurs. Par ailleurs, l'ambition d'une informatique nationale est en compétition, pour des ressources limitées, avec les autres grands programmes technologiques de l'Etat : nucléaire, aérospatial, réseaux radar.

Manquant d'une synergie forte avec l'industrie française des composants, le constructeur national CII finit par se fournir chez Texas Instruments pour ne pas perdre toute compétitivité. L'incohérence est flagrante entre le grand dessein du Plan calcul et les faibles moyens industriels qu'il met en œuvre ; ceux-ci sont adaptés au mode de fonctionnement de la technostucture, non aux exigences d'un marché international concurrentiel. Refusant de s'associer à Bull, qui dispose d'un remarquable réseau commercial, la CII s'efforce de contrer IBM, mais n'atteint jamais la rentabilité. Ces contradictions fragilisent le Plan calcul, qui ne résistera pas aux changements politiques de l'après-gaullisme.

## Extraits de la thèse

### Partie II, consacrée à la recherche et aux enseignements supérieurs

*Le morceau choisi concerne l'émergence de l'informatique dans les grandes écoles d'ingénieurs. Il s'agit d'un survol synthétique. Sauf exceptions, les écoles d'ingénieurs françaises ont mal conservé leurs archives, ou ne les ouvrent pas, et n'ont donc pas d'histoire !<sup>1</sup>*

Comparées à certaines universités (Grenoble, Toulouse, voire Paris, Lille et Nancy), les grandes écoles d'ingénieurs ont été souvent plus lentes à

---

<sup>1</sup> Pierre E. Mounier-Kuhn, CNRS, Centre Roland-Mousnier et Centre de recherches en histoire de l'innovation, Université Paris-Sorbonne, 1 rue Victor-Cousin, 75005. <mounier@msh-paris.fr>

prendre le virage de l'informatique<sup>2</sup>. Cependant, l'étude de l'Automatique y ouvre la voie dès les années cinquante, et plusieurs d'entre elles organisent des enseignements optionnels de calcul. Ces enseignements se transformeront ensuite en options «Informatique» ou en cours obligatoires, généralement au moment du Plan calcul et de la réforme Fouchet (1967), qui créera des diplômes d'informatique en second cycle, niveau bac + 4.

### Grandes et petites écoles

«Quant aux Grandes écoles, à quelques exceptions près, elles ne semblent pas avoir encore découvert ce que pourraient signifier pour elles les machines à calculer», signale en 1963 la Commission permanente de l'électronique du Plan, dont les membres ne peuvent pourtant être suspects d'hostilité de principe à ces écoles, dont ils sont issus en majorité<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Sur l'histoire des écoles d'ingénieurs, voir notamment Belhoste B., «Les origines de l'École Polytechnique. Des anciennes écoles d'ingénieurs à l'école centrale des Travaux Publics», *Histoire de l'Éducation*, n°42, 1989, p. 13-53 ; Drouard A., *Analyse comparative des processus de changement et mouvements de réforme dans l'enseignement supérieur français*, Ed. du CNRS, ATP 25, 1978 ; Fox R. et C. Weisz, (ed.), *The Organization of Science and Technology in France 1808-1914*, Cambridge University Press et Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, 1981 ; Grelon A. et Ternier A., «Chronologie des ingénieurs (1744-1985)», in Grelon A. (sous la direction de), *Les ingénieurs de la crise*, Ed. EHESS, 1986 ; Prost A., *Histoire de l'enseignement en France, 1800-1967*, Paris, A. Colin, 1968 ; Shinn T., «Des sciences industrielles aux sciences fondamentales - La mutation de l'École supérieure de physique et de chimie (1882 - 1970)», *Revue Française de Sociologie*, XXII, 1981, p. 167-182 ; Shinn T., «The French Science Faculty System, 1808-1914 : Institutional Change and Research Potential in Mathematics and the Physical Sciences», *Historical Studies in the Physical Sciences*, John Hopkins University Press, 1979, p. 271-332 ; Thépot A., «Les institutions scientifiques et techniques au XIXe siècle», in *Histoire de l'éducation*, n°18, avril 1983 ; Zwerling C. «The Emergence of the École Normale Supérieure as a Centre of Scientific Education in the Nineteenth Century», in R. Fox et C. Weisz, *The Organization of Science and Technology in France, 1808-1914*, MSH, 1980.

<sup>3</sup> COPEP, *Note confidentielle sur les calculatrices électroniques*, septembre 1963, p. 17.

L'Ecole nationale supérieure de l'aéronautique, **Sup'Aéro**, fait exception. Elle a, dès l'après-guerre, envoyé régulièrement ses diplômés compléter leur formation par un *master* aux Etats-Unis (MIT et Stanford), notamment dans les domaines des hyperfréquences et des asservissements. Les besoins de calcul s'y sont fait sentir assez tôt, que ce soit pour la conception des avions (mécanique des fluides, résistance des structures) ou pour leur simulation avant les essais en vol, dans un souci d'économie et de sécurité.

C'est ainsi qu'un ingénieur Sup'Aéro, Jean-Charles Gille (X 1943), effectue un stage de longue durée au MIT en 1949-1950. Gille est un surdoué qui assimile et comprend avec une exceptionnelle facilité ; les mois qu'il consacre à visiter le Servomechanism Lab, le Computation Lab et d'autres centres, à lire les publications américaines, à suivre des cours et à s'intégrer au petit monde de la recherche bostonienne, sont extrêmement profitables. Rentré à Sup'Aéro, Gille lance une dynamique, nouvelle à tous points de vue. Il crée un cours sur les asservissements, constitue une équipe d'enseignement et de recherche, envoie ses élèves compléter leur formation aux Etats-Unis. C'est sans doute le premier cours régulier en la matière qui ait été professé en France, faisant de Sup'Aéro un pionnier de cette discipline qui s'appellera plus tard l'Automatique. «Gille a vraiment créé la science des servomécanismes en France. C'était un pédagogue hors pair, ses cours et ses livres étaient d'une limpidité extraordinaire. Contrairement aux autres professeurs, qui évitaient tout contact avec leurs élèves, il nous faisait participer à ses recherches, relire ses bouquins... on discutait beaucoup. J'ai beaucoup regretté qu'il ait quitté la France<sup>4</sup>.»

Un camarade de promotion de Gille, Marc Pélegrin (X 1943), suit le même processus initiatique et passe deux années outre-Atlantique — à l'université de Rochester et aux laboratoires de la Houdry Process Corp., puis

---

<sup>4</sup> Entretien avec Jacques Stern, que Gille a envoyé apprendre «les technologies digitales» au Computation Laboratory d'Aiken (Harvard) en 1956.



au MIT où il commence une thèse sur le «Calcul statistique des asservissements», thèse terminée en France en 1952 --. Dès son retour, il est associé au cours de Gille sur les asservissements. Pélegrin participe aussi aux enseignements de mathématiques appliquées, où les élèves s'initient à l'utilisation des calculateurs analogiques mécaniques : analyseurs harmoniques, intégrateurs à roulettes ou à sphère Coradi et Amsler<sup>5</sup>. Le programme traite également des cuves rhéologiques construites par Lucien Malavard, ancien élève et professeur à l'école et directeur à l'ONERA, pour le laboratoire d'aérodynamique de Sup'Aéro.

Sans doute à la demande des industriels qui siègent au conseil de perfectionnement, l'école crée en 1954 un cours de machines à calculer, confié à Pélegrin et couvrant tous les domaines du calcul pour ingénieur<sup>6</sup>. Sup'Aéro se dote d'une machine analogique SEA en 1955, puis d'ordinateurs SEA CAB 500 et CAE 510 installés au laboratoire de calcul de l'école vers 1964.

De plus, le Centre d'études et de recherches en automatisme de Sup'Aéro (CERA), fondé en 1956 par Gille et Pélegrin, met ses propres équipements SEA, Analac et IBM à la disposition des élèves effectuant une quatrième année d'études et des chercheurs stagiaires ; le CERA travaille notamment pour l'Armement, pour divers services publics et pour l'industrie. Sup'Aéro est ainsi l'une des premières écoles d'ingénieurs à se lancer dans la recherche.

---

<sup>5</sup> Ces techniques sont traitées dans le cours de *Mathématiques* de Bass. Ce classique, plusieurs fois réédité (Masson 1956, 1961, 1968), continue à présenter jusqu'à la fin des années soixante les remarquables appareils de ces deux constructeurs suisses.

<sup>6</sup> M. Pélegrin, *Machines à calculer électroniques arithmétiques et analogiques*, Dunod, 1959. Pélegrin participe aussi à la rédaction d'un grand classique de l'Automatique : Pélegrin, M., J.-C. Gille, P. Decaulne, *Méthodes modernes d'études des systèmes asservis*, Dunod, 1960. Mentionnons aussi l'École de l'Air, à Salon-de-Provence, qui achète en 1963 un PB 250 pour enseigner l'informatique aux élèves-officiers.

L'informatique des systèmes temps réel finit par représenter 40% des cours d'électronique de l'Ecole au niveau des enseignements de spécialisation en 1967 — cours assuré notamment par Jacques Stern, un élève de Gille, qui a dirigé le développement du réseau radar informatisé de l'Armée de l'Air --. En 1967, le responsable du groupe informatique du CERA, Vincent Texier, se lance avec son équipe (une dizaine de personnes) dans la conception d'un système d'exploitation en *time sharing* (notion encore expérimentale à l'époque), en collaboration avec la CII qui fournit un gros ordinateur 10 070. Ce «Système à accès multiple» (SAM) sera mis en service opérationnel en 1971, fonctionnant avec 35 terminaux simultanément ; cela bien que la CII ait retiré sa participation un an avant, pour développer son propre système SIRIS.

Suivant la décentralisation de l'ENSA, une partie du CERA sera transférée en 1970 à Toulouse, renforçant le potentiel de cette ville en matière d'automatisme. Le nouveau CERT, Centre d'études et de recherches en automatisme de Toulouse, est dirigé par Marc Pélegrin.

L'Ecole supérieure d'Electricité (ESE ou **Supélec**) commence au milieu des années cinquante à dispenser des enseignements de servo-mécanismes et de calcul, sous l'impulsion de F.-H. Raymond (ESE 1937), de François Cahen et de Jean Carteron (X45). En 1956-1957, une vague de création de cours instaure, en seconde année, cinq conférences annuelles de «calcul électronique». Dans un cadre aussi limité, il ne peut s'agir que d'un survol destiné à initier de futurs utilisateurs. Supélec, jadis prompt à intégrer les nouvelles disciplines (radio-électricité), traverse alors une crise d'image et d'identité, et peine à s'adapter à l'environnement façonné par la nationalisation de l'électricité. «On n'apprenait rien en calcul automatique à Sup'elec [vers 1955] ! D'ailleurs je n'étais pas une bonne élève : j'apprenais mes cours dans le bus, et je les oubliais dès que l'examen était passé. Mais, presque par hasard, je me suis découvert un don pour résoudre les problèmes «cybernétiques» : les problèmes de feed-back, d'interactions, bref

les problèmes logiques. Quand on travaillait en groupe, mes camarades calaient là-dessus, et pour moi la solution était évidente<sup>7</sup>.»

Supélec connaît une véritable renaissance à partir de 1961 lorsqu'un normalien, Philippe Olmer, en prend la direction, rétablit des contacts étroits avec l'Université, modernise la pédagogie : classes en petits groupes complétant les amphis magistraux, corps permanent de professeurs qui font de la recherche et encadrent les élèves. Pour s'adapter aux demandes, l'école diversifie sa formation, instituant des options dont, dès 1963, une option «calcul automatique» permettant un début de spécialisation pour une trentaine d'élèves<sup>8</sup>. Un centre de calcul a été créé au printemps 1962, doté de moyens modernes (CAB 500 SEA et machines analogiques, puis IBM 1130 et HP 2116) et dirigé par Jacques Hebenstreit. Celui-ci réunit bientôt une équipe de recherche et composera plus tard une série de langages et de systèmes dont le plus connu est le «Langage symbolique d'enseignement» (LSE). Le passage de la scolarité de deux à trois ans permet une spécialisation plus sérieuse. Une section informatique, groupant une vingtaine d'élèves de troisième année, voit le jour en 1966 avec l'appui matériel de la CITEC (filiale commune de CSF et CGE) qui prête un CAE 510. L'école disposera ensuite d'un ordinateur CII 10.070<sup>9</sup>. Les cours d'informatique deviendront obligatoires en 1968.

---

<sup>7</sup> Entretien avec Evelyne Andreevsky, novembre 1994.

<sup>8</sup> Jean Carteron assure les conférences. L'option «calcul automatique» (une cinquantaine de conférences dans l'année) est animée par lui (structure générale et programmation des calculateurs), A. Amouyal (analyse numérique), M. Neveu (probabilités), A. Profit (électronique appliquée aux calculateurs), J. Hebenstreit (travaux pratiques). Le but est de «susciter l'enthousiasme des élèves» dans une «ambiance libérée des contingences d'examen et de contrôle scolaire.»

<sup>9</sup> Noyelle Y. «La saga du LSE (et de ses cousins LSD/LSG/LST)», *Colloque sur l'histoire de l'informatique en France*, Grenoble, INPG 1988 ; Ramunni G. et M. Savio 1894-1994, *Cent ans d'histoire de l'École supérieure d'Electricité Supélec* 1995, 304 p.

L'Ecole nationale supérieure des Télécommunications a été fondée en 1942, en même temps que le corps des ingénieurs des Télécommunications, par scission de l'école et du corps des PTT. Il s'agit donc d'une création récente, qui n'a pas le prestige attaché aux principales écoles d'application de l'Ecole Polytechnique : les Mines, les Ponts<sup>10</sup>. Est-ce le souci de maintenir tant bien que mal son rang, dans la hiérarchie traditionnelle des Corps, qui réduit l'ENST à se cantonner dans un rôle d'école du ministère, au lieu de s'ouvrir aux nouvelles technologies qui commencent à transformer les perspectives de la profession ? Il est vrai que le ministère de tutelle élèvera des objections contre tout ajout de nouvelles matières alourdissant l'enseignement. Pour François du Castel, «l'Ecole continuait à être gérée et à se percevoir comme une école de l'administration des PTT, alors que, dès la fin des années cinquante, il y avait en fait moins d'élèves du corps des télécom que d'élèves externes, futurs ingénieurs civils destinés à l'industrie<sup>11</sup>.» En découle une contestation grandissante face à un cursus qui date.

Au début des années soixante, le directeur des Services d'enseignement des P&T souligne que les matières fondamentales en 2ème et 3ème année de l'ENST relèvent essentiellement d'une approche théorique («Physique du solide», «Commutation générale», «Electrotechnique générale»), et ajoute : «J'espère que nous pourrons y ajouter bientôt un cours de transmission de données et de théorie de l'information, qui regroupera, en leur donnant un développement plus important, certaines notions actuellement éparses dans différents cours.» Il mentionne ensuite les «autres cours», «dont la portée

---

<sup>10</sup> Vedel T. «Les ingénieurs des télécommunications - Formation d'un grand corps», *Culture Technique* n° 12, mars 1984, p. 63-75.

<sup>11</sup> Entretien avec F. du Castel (X-1943). Pour une vue générale, voir l'ouvrage de M. Atten, F. du Castel et M. Pierre (dir.), *Les Télécoms», Histoire des Ecoles supérieures des Télécommunications, 1840-1997*, Hachette 1999, 239 p.

est un peu moins générale : mesures ..., transistors, servomécanismes, machines à calculer<sup>12</sup>».

L'ENST confie en 1962 une maîtrise de conférences à Jacques Dondoux (X 1951), nouveau chef du département «Recherches sur les machines électroniques» du CNET, et qui s'est initié en Angleterre au calcul électronique ; un poste de professeur d'informatique est créé pour lui en 1966. Son activité au CNET, tout comme la mission de l'école, explique que son cours «fut au départ non un enseignement de l'informatique mais un enseignement sur les calculateurs dans l'optique de la commande des centraux ; le véritable enseignement complet *hard* + *soft* ne verra le jour qu'en 1968.<sup>13</sup>» Un dépouillement de la revue *Télécom* permet de cerner les principales interfaces entre informatique et télécommunications, perçues par les ingénieurs du corps dans la seconde moitié des années soixante : théorie de l'information (influence évidente des Bell Labs) ; applications de l'électronique digitale à la téléphonie ; asservissement de mécanismes, notamment d'antennes (radars de *tracking*, communications avec les missiles et les satellites, etc.) ; participation au développement de la téléinformatique.

En 1968, nouvelle contestation, et nouvelle réforme qui entrera en vigueur en 1970. L'école se restructure en quatre options : télécommunications, radiodiffusion, spatial, informatique. L'option «informatique», toujours dirigée par J. Dondoux, est désormais beaucoup plus complète : elle forme, aussi bien au *hard* qu'au *soft*, des ingénieurs qui se destinent plus à l'industrie qu'à l'administration des Télécoms. L'ENST se

---

<sup>12</sup> M. Bramel de Cléjoux (X-1923, ENST 28) «L'enseignement à l'ENST» *Télécom*, n° 2, novembre 1963. M. de Cléjoux succède peu après à Ch. Suchet (X-1919), qui a dirigé l'ENST pendant quelque trente ans.

<sup>13</sup> Carteron, J. «1950-1980 : Les trente années où télécoms et informatique se sont rencontrées», *Actes du 4e colloque sur l'histoire de l'informatique en France*, INRIA-IRISA, Rennes 1995.

dote en même temps d'un service de recherches, animé par Claude Guéguen, autour de la notion de systèmes.

Même périodisation à l'**Ecole Centrale**. En 1948, le cours d'électronique y est facultatif et comprend 10 amphis, alors que le cours de comptabilité en comprend 56. Ce qui n'empêche pas un élève de cette promotion, Jacques Maisonrouge, de choisir comme sujet de mémoire de fin d'études «L'application de l'électronique au calculateur». Il entre quelques semaines plus tard chez IBM et part en stage aux Etats-Unis, où il constate que son niveau général soutient largement la comparaison avec celui des *engineers* frais émoulus des écoles américaines<sup>14</sup>. Au milieu des années cinquante, quelques séances du cours de «courants faibles» (électronique) sont consacrées à la «théorie de l'information», dans le cadre de la spécialisation de fin d'études (option «électricité et mécanique»). Il n'y a pas de travaux pratiques en traitement de l'information.

L'informatique n'apparaît à l'Ecole Centrale qu'en 1966-1967, sous forme d'une option de 20 heures annuelles. L'initiateur est un centralien, Nicolas Manson, entré chez IBM en 1954 pour développer des méthodes de recherche opérationnelle et de contrôle de production informatisé à l'usine IBM de Corbeil-Essonnes<sup>15</sup>. Il a ensuite participé au lancement du «cours d'informatique pour dirigeants d'entreprises», prestigieux stage organisé au centre IBM de La Gaude (Alpes Maritimes).

Quant à l'**Ecole Polytechnique**, il y a peu à en dire sur le plan de la formation à l'informatique, à l'époque que nous étudions. «Il paraît invraisemblable, par exemple, qu'il n'y ait même pas une petite machine à

---

<sup>14</sup> Entretien avec Jacques Maisonrouge, in A. Harris. et A. de Sédouy *Les Patrons*, Seuil 1977, p. 308-323.

<sup>15</sup> Entretien avec Nicolas Manson, 15 mai 1992. Nicolas Manson deviendra plus tard professeur au CNAM.

l'Ecole Polytechnique», s'indigne en 1963 la Commission permanente de l'électronique du Plan<sup>1</sup>.

Situation paradoxale : L'enseignement polytechnicien, associant les mathématiques et les sciences «dures», ne conduit-il pas tout naturellement à appliquer les premières aux secondes ? C'était, de fait, la vocation initiale de l'école fondée par Monge, avec la géométrie descriptive. Ne peut-il en être de même au XXème siècle, notamment à travers le calcul ? Et l'X, formant des ingénieurs-managers, n'incarne-t-elle pas, plus que toute autre institution, l'idéal moderne de mathématisation du monde et de rationalisation des activités humaines, dont l'ordinateur est l'instrument par excellence ? Il semble évident, dès 1960, que tout élève de l'école sera, dans sa vie professionnelle, conduit à utiliser le calcul électronique pour ses travaux d'ingénieur ou de chercheur, à développer ou à utiliser dans le cadre militaire des systèmes d'armes automatisés, ou à adapter une organisation aux nouvelles méthodes de gestion par ordinateurs. C'est une perspective connue des dirigeants de grandes entreprises publiques, des sociétés de banque ou d'assurance, des ingénieurs de l'armement qui animent l'association des anciens élèves (l'AX), puissant groupe de pression qui contrôle l'évolution et l'identité de l'école.

Pourtant le sujet n'est jamais évoqué lors des séances du Conseil de perfectionnement, jusqu'au milieu des années soixante. Sans y faire aucune allusion, le vieux débat sur la place des mathématiques dans la formation polytechnicienne et sur leur caractère trop abstrait se poursuit à travers les réunions.

Les mathématiques appliquées sont enseignées par un professeur, Brard, et cinq maîtres de conférences : Arribat, Dautray (depuis 1957), Jaffard, Roubine, Vavasseur. Roger Brard (X 1925), est un ingénieur du Génie maritime qui a gagné une réputation dans les années trente par sa méthode de calcul d'hélices, et l'a perdue vers 1960 en dirigeant l'irréalisable projet de sous-marin nucléaire Q 244. Son cours de mathématiques appliquées, professé depuis les années quarante à l'école Polytechnique, fait l'unanimité

contre lui<sup>16</sup>. «C'était une catastrophe. Le cours de Brard a dégoûté toute une génération des probabilités et des statistiques<sup>17</sup>.» Or, la formation des élèves repose exclusivement sur le cours, la plupart d'entre eux ne lisant jamais un livre hors du programme *stricto sensu*<sup>18</sup> : ce serait un travail superflu dans un enseignement entièrement organisé autour des concours, et où la recherche n'a pas de place.

Le problème transparaît à travers les discussions du Conseil de perfectionnement, où les mathématiques appliquées ont d'influents avocats : M. de Valroger, directeur de Sup'Aéro, qui remarque chez les élèves «de légères déficiences» en calcul symbolique et séries de Fourier ; Albert Caquot, qui «souligne la déficience des bureaux d'études en calcul des probabilités, en calcul tensoriel, et calcul matriciel.» (il y a pourtant une épreuve de calcul numérique au concours d'entrée à l'X et la bibliothèque de l'X acquiert dès leur parution les traités de Kuntzmann, de Korganoff, etc.) ; M. Suchet, directeur de l'ENSTélécom, qui «évoque l'importance de l'algèbre de Boole

---

<sup>16</sup> Doléances des représentants des élèves au Conseil de perfectionnement. Entretiens avec J.-Cl. Barbance, P. Thellier et A. Chaverebière de Sal. Le cours de Brard est jugé ennuyeux, mal conçu, dénué de pédagogie — notamment, *a posteriori*, par les jeunes diplômés qui ont pu ensuite le comparer à l'enseignement américain des *applied maths*—

<sup>17</sup> Entretien avec Jacques Stern (30 mars 1999), qui poursuit : «Les mathématiques appliquées, je les ai apprises aux Etats-Unis avec Rice — le plus grand spécialiste mondial des processus stochastique--.»

<sup>18</sup> «L'autre chose également que mon séjour aux Etats-Unis m'a appris, c'est de lire. A l'X, on n'allait à la bibliothèque que pour préparer les examens généraux, parce qu'on était tranquille pour travailler, mais je n'ai pas touché un livre... [A Harvard] il y avait des questions assez faciles, on avait une impression de facilité par rapport aux étudiants américains ; et puis il y avait des questions auxquelles je ne pouvais même pas répondre. Alors j'avais été voir le prof après l'examen en disant : 'Vous n'avez jamais traité ces questions-là ! ' Il me répond : 'Mais si, parce que tel mardi, je vous ai donné des lectures.' A la fin de chaque cours il y avait des lectures [conseillées en bibliographie]. Or pour moi, je considérais que les lectures c'était pour comprendre le cours. Et comme on comprenait, on n'allait pas à la bibliothèque.» (entretien avec Jacques Stern, 30-3-1999).



pour les cours d'installations téléphoniques de son école, et l'utilité de l'enseignement des mathématiques appliquées à l'X<sup>19</sup> ; Louis Armand, pour qui «un cours d'analyse hautement abstrait ne devrait être donné qu'à une minorité — la majorité des élèves n'ayant besoin que d'un cours orienté vers les applications —» ; il s'en est entretenu avec Laurent Schwartz qui entrevoit une solution, distinguant «trois stades dans les mathématiques : le premier conduit à l'électronique et à la résistance des matériaux ; le second mène à la physique nucléaire et à la mécanique quantique ; le troisième, le bourbakisme, ne débouche encore sur aucune application. L'X doit enseigner les deux premiers stades à tous les élèves et le 3ème aux meilleurs<sup>20</sup>.»

En 1965 est créé un enseignement d'analyse numérique comprenant huit leçons magistrales. Le poste de professeur «à discipline secondaire» est confié à Jacques-Louis Lions. L. Armand souligne que c'est une des nouveautés de la réforme des mathématiques à l'école, et que «le type de mathématiques que représente l'analyse numérique est d'un intérêt tout particulier» ; elle doit susciter des vocations à l'X<sup>21</sup>. Laurent Schwartz propose simultanément la création d'un laboratoire de mathématiques à l'X. On assiste ainsi à une cristallisation comparable à ce que nous avons observé

---

19 PV Conseil de Perfectionnement, 19 octobre 1961.

20 PV Conseil de Perfectionnement, 5 janvier 1961.

21 L'Ecole valorise cette nouveauté en organisant aussi un «cycle post-scolaire» qui «s'adresse à tous les ingénieurs ayant une bonne formation scientifique générale». Le directeur des études résume l'esprit de cet enseignement : «L'école organise en janvier 1966 un cycle de conférences destinées à montrer, sous le double aspect de la théorie et de l'application, comment les solutions numériques des problèmes sont reprises par les méthodes de l'analyse numérique pour être poussées jusqu'au résultat numérique avec l'aide des machines à calculer modernes». L'enseignement de «cette partie des Mathématiques a été introduite dans le programme de l'école en 1964 avec la nomination de M. Lions» (Cheradame au DG du CNRS, 29 novembre 1965. Arch. Nat. 78/0309/45 MEN, Chemise Ecole Polytechnique).

dans plusieurs universités provinciales, dix à quinze ans plus tôt. Mais il n'en découlera pas un réel développement de l'informatique.

Les contraintes qui enserrant la formation polytechnicienne font en effet obstacle à toute novation de ce genre : comment installer des classes et des équipements supplémentaires dans les bâtiments bondés de la rue Descartes ? Ceux-ci craquent sous la pression des nouvelles promotions, l'effectif totalisant alors 600 élèves ; l'école n'a pas un mètre carré disponible pour loger le laboratoire de mathématiques souhaité par Schwartz (ce problème ne sera résolu qu'en 1972 avec le transfert de l'X à Palaiseau). Comment ajouter de nouveaux cours dans un programme déjà surchargé par les exigences d'une vaste culture scientifique ? Comment organiser des enseignements différenciés en options sans attaquer le «tronc commun» de matières obligatoires et sans perdre de vue le but final des études : le concours de sortie et le classement qui déterminera la carrière professionnelle des lauréats<sup>22</sup> ?

L'enseignement de l'informatique est finalement introduit en 1968, innovation vivement recommandée par le rapport Lhermitte<sup>23</sup> : l'agitation

---

<sup>22</sup> Dès les années cinquante, l'idéal de l'ingénieur généraliste paraît inadapté à la demande, notamment aux besoins des services de l'Armement qui sont pourtant un débouché privilégié de l'X. Le Directeur des études et fabrications d'armement déclare en 1955 que, dans les «problèmes concrets d'armement» et d'équipements industriels ou de laboratoires, l'électronique est «utilisée de plus en plus par des ingénieurs spécialisés travaillant au sein d'équipes à technicités multiples» (IGA Hervet, DEFA, au Secrétaire d'Etat à la Défense et aux Forces armées, 5 juillet 1955, SHAA E 4401).

<sup>23</sup> *La Jaune et la Rouge*, n° de décembre 1968 consacré au rapport de la commission Lhermitte et à la réforme des études à Polytechnique. Au début de 1968, un groupe de travail présidé par le chef du service informatique d'EDF, Pierre Lhermitte, a été chargé d'étudier les problèmes de l'école et de proposer des changements. Ainsi, «l'introduction de l'informatique est souhaitée par le groupe ainsi que par les personnalités qu'il a entendues. En tout état de cause, il convient de familiariser tous les élèves avec les machines (programmation et fonctionnement), afin notamment qu'ils puissent les utiliser à l'école pour leurs travaux personnels [autre innovation, longuement débattue depuis une décennie]. Le groupe estime que cette initiation

de mai 1968 et le contexte du Plan calcul ont forcé la décision. Il comporte un cours d'initiation donné aux élèves de première année (cours non noté) et un enseignement d'option en dernière année. Un centre de calcul fonctionne en 1969 «avec des moyens précaires et provisoires<sup>24</sup>». Trois maîtres de conférence sont nommés en 1970 (Jean-Jacques Duby [ENS 1958], M. Henry, Jean-Claude Simon [X 1944]), mais ils ne parviendront jamais à faire admettre, ni des chercheurs permanents, ni des enseignements autres que des options de troisième année, hors tronc commun<sup>25</sup>.

---

devrait figurer le plus rapidement possible dans le programme de l'amont de l'école.» (p. 98).

<sup>24</sup> Lettre du général Buttner, commandant l'Ecole Polytechnique, à l'Intendant militaire, 26 avril 1969. Les cours ont lieu dans des baraques Fillod démontables. L'équipement du Centre de calcul numérique se résume à un petit PB 250 obsolète et à un terminal relié au service de *time-sharing* Bull-General Electric, loué 840 F HT/mois, à quoi l'on peut ajouter l'IBM 1620 du laboratoire Leprince-Ringuet, acheté avec des crédits CNRS (lettre du généralal Mahieux, commandant l'Ecole Polytechnique, au ministre des Armées/EMA-Division organisation, 12 juillet 1968, archives de l'Ecole Polytechnique, Dossier 730).

D'autre part, «Le travail administratif à l'Ecole Polytechnique est encore en 1968 archaïque et lent ; il utilise des procédures désuètes, des circuits d'information administrative compliqués et exige un personnel nombreux.» En conséquence, la direction de l'X demande «une machine comptable à programmation électronique» pour «améliorer le rendement des services administratifs de l'école tout en les rendant plus efficaces.» (général Mahieux au ministre des Armées/EMA-Division organisation, 26 juin et 13 août 1968, Dossier 730).

La situation s'améliore ensuite : Le Centre de calcul acquiert en 1969 un terminal Univac relié à l'Univac 1108 du CCSA et 3 consoles IBM reliées au 360/40 de la Chambre de commerce de Paris (HEC). «Toutefois la création d'un véritable Centre de calcul à l'école exige l'installation sur place d'un véritable ordinateur permettant aux élèves un contact direct avec la machine, et au Centre une plus grande autonomie et une souplesse de gestion.» On envisage l'achat d'un ordinateur de moyenne puissance IBM ou CII avec 10 consoles (général Buttner, cdt l'Ecole Polytechnique, au Ministre des Armées/EMA, Division logistique, 13 juin 1969 : Prévisions budgétaires pour 1970). La vieille école de la rue Descartes reste donc loin de posséder les puissants équipements informatiques d'universités provinciales comme Grenoble ou Toulouse.

<sup>25</sup> Simon J.-C. «L'enseignement de l'intelligence artificielle et de la reconnaissance des formes à l'Institut de Programmation», *Colloque sur l'histoire de l'informatique en France*,

Après une période d'engouement, le nombre d'élèves diminue, particulièrement en option. Sur la promotion 1972, l'option «informatique fondamentale», assurée par Maurice Nivat, sera choisie par 5 élèves, l'option «informatique de gestion» par 4 élèves ; l'option «informatique scientifique» ne trouvera aucune audience. Cet insuccès est dû, selon J.-C. Simon, au caractère trop élémentaire du cours d'initiation. Celui-ci, simple enseignement du langage Fortran pour le calcul scientifique, n'apporte pas les concepts généraux, algorithmiques notamment, qui fourniraient des bases solides aux élèves. Les mathématiques enseignées à l'X (analyse au premier chef) en sont fort loin. La création d'un laboratoire d'informatique, demandée en vain à la direction de l'école depuis 1970, favoriserait la constitution de l'informatique à l'X comme une véritable discipline. Cette pression des informaticiens se heurte à l'impossibilité de surcharger le tronc commun des études polytechniciennes, qu'il n'est pas question de bouleverser en fonction d'un nouveau domaine scientifique<sup>26</sup>. Toutefois, de nombreux polytechniciens se sont lancés dans l'informatique depuis les années cinquante, que ce soit dans la recherche ou dans l'industrie, dans le logiciel ou dans le matériel, dans un cadre civil ou militaire. Cela en se formant après leur sortie de l'école<sup>27</sup>.

---

Grenoble, INPG 1988, t. 2, p. 419-424. Jean-Claude Simon en tirera la conséquence en élaborant le projet d'une école d'application spécialisée en informatique, projet vite enterré par les plus hautes autorités de l'Etat. L'enseignement des mathématiques appliquées à l'Ecole Polytechnique est dominé par Laurent Schwartz, puis par Jacques-Louis Lions, qui y apportent la rigueur créative du purisme normalien. La théorie des distributions, qui a valu à Schwartz la médaille Fields, est un paradigme unifiant le calcul différentiel et le calcul intégral : elle a transformé les calculs formels des physiciens en une véritable théorie mathématique.

<sup>26</sup> PV du Comité de mathématiques appliquées de l'Ecole Polytechnique, 1er février et 17 mars 1974.

<sup>27</sup> Nous évoquerons plus loin des itinéraires typiques d'X devenus informaticiens ou automaticiens, dans les chapitres concernant l'industrie informatique et le rôle des services de l'Armement. Notons qu'aujourd'hui, l'ENSIMAG (école d'ingénieurs fondée par Kuntzmann à l'université de Grenoble) se présente comme «école d'application de l'X» (annuaires des anciens élèves de l'Ecole Polytechnique).

C'est le cas par exemple dans certaines **écoles militaires** supérieures, écoles d'application de l'X. Ainsi, à l'Ecole nationale supérieure du Génie maritime (ENSGM), où l'ingénieur de l'armement Henri Boucher assure un cours d'informatique de 1963 à 1984. Les moyens de calcul sont fournis par le Centre de calcul scientifique de l'Armement (Fort de Montrouge). Entre temps, l'ENSGM est fusionnée avec d'autres établissements équivalents pour former l'Ecole nationale supérieure des techniques avancées (ENSTA), dont Boucher deviendra directeur en 1978. L'ENSTA innove par rapport aux anciennes écoles d'application qui l'ont fondée, en ceci qu'on y effectue des recherches, avec le soutien de la DRME. La situation est moins brillante dans d'autres écoles d'application, évoquées en 1973 par Jacques Kosciusko-Morizet dans son pamphlet contre *La mafia polytechnicienne* : «Les ingénieurs français apprennent l'informatique, soit sur des terminaux de *time sharing* qui reviennent très cher, soit sur des machines de faible capacité et vieilles<sup>28</sup>.»

Il faut évoquer aussi, à un tout autre niveau, les **écoles privées** fondées depuis le début du siècle pour préparer les candidats au concours de Supélec<sup>29</sup>. Des institutions, comme Bréguet (devenue Ecole supérieure d'ingénieurs d'électrotechnique et d'électronique, ESIEE) ou l'Ecole supérieure de mécanique et d'électricité (ESME) créée par Joachim Sudria, fournissent les cadres techniques de l'industrie mécanographique et électronique. L'on n'y trouve pas de formation à l'informatique proprement dite avant le milieu des années soixante.

---

<sup>28</sup> Kosciusko-Morizet J. *La mafia polytechnicienne*, Seuil 1973, p. 40.

<sup>29</sup> On connaît mal l'histoire de ces écoles, notamment parce qu'elles n'ont guère conservé leurs archives. Voir Grelon A. «Les origines et le développement des écoles d'électricité Bréguet, Charliat, Sudria et Violet avant la Seconde guerre mondiale» (*Bulletin d'histoire de l'électricité*, n° 11, juin 1988, p. 121-143), étude fondée sur le dépouillement de la presse professionnelle. L'ESIEE dispose en 1968 d'un centre de calcul analogique (Analac) et digital.

Cependant, à partir de 1954, la vénérable Ecole française de radioélectricité institue des cours de «servomécanismes et de machines à calculer», en troisième année d'études d'ingénieurs ; ceux-ci peuvent faire un stage de quatre mois chez IBM, Bull ou SEA, stage conclu par un mémoire comprenant une réalisation pratique<sup>30</sup>.

La plus importante de ces écoles est l'Ecole centrale de TSF et d'électronique. Fondée en 1920 à Paris, l'ECTSFE forma d'abord des radio-opérateurs pour la Marine, puis des personnels qualifiés pour l'industrie. En 1960, elle a 1500 élèves, qui préparent des diplômes allant du CAP à bac + 4, avec stage dans l'industrie en cours d'études. Bien équipée, elle possède la collection complète des publications du MIT Radiation Lab. Si l'apprentissage de l'électronique grand public domine, des cours portent aussi sur le radar et les hyperfréquences. L'initiation à l'informatique, plus exactement aux circuits logiques, y commence vraisemblablement assez tôt, d'après les idées professées en 1956 par son directeur, L. Chrétien : «Les machines électroniques à calculer» constituent, «pour le moment, l'une des applications les plus sensationnelles des transistors. .. Nous ne sommes qu'à l'aube du développement des transistors et déjà, se dessine très nettement ce qu'on pourrait appeler leur terrain de chasse. C'est le domaine des petites puissances, des basses fréquences, des impulsions de faible amplitude, donc des machines à calculer<sup>31</sup>.»

Bref, dès le milieu des années cinquante, ces écoles — au moins les plus sérieuses d'entre elles — paraissent former des ingénieurs et des

---

<sup>30</sup> Exposé de M. Bouchard, directeur de l'EFRE, devant la commission «Électronique et cybernétique» du CSRST, 12 juin 1957. Un ingénieur diplômé en 1956 de cette école, André Truong, fondera en 1972 la société R2E et contribuera à la réalisation, avec François Gernelle (CNAM), des premiers micro-ordinateurs «Micral».

<sup>31</sup> Chrétien L. *Ce que le technicien doit savoir des semi-conducteurs (diodes et transistors)*, Chiron 1956. Le même auteur, dans *Les machines à calculer électroniques* (Chiron 1951), traitait des circuits de comptage et de commutation électroniques, ainsi que des lignes à retard.

techniciens à la réalisation de circuits électroniques pour le calcul et l'automatisation. Elles ne sont pas en retard sur les «grandes écoles».

*Les chapitres qui suivent traitent, de façon plus approfondie, de l'émergence de l'informatique au Conservatoire national des Arts et Métiers et de la difficile reconnaissance de l'informatique comme domaine de recherche, et non seulement comme technique, dans les commissions d'évaluation du CNRS.*

# THESE

**Entre informatique et organisation, la  
construction socio-technique de l'informatisation  
d'une grande entreprise (*résumé, 1ère partie*)**

**François Hochereau**, thèse présentée à l'Ecole des  
hautes études en sciences sociales, en 2001

## Eléments de problématique

### Une informatisation perçue au travers de modes technologiques

L'informatique est un domaine aride pour le non-initié, parsemé de jargons techniques et de conceptualisation très abstraites, ce qui rend délicat son interprétation et son analyse par des acteurs étrangers au monde informatique. Les problématiques, successivement mises en exergue à propos des effets de l'informatisation, semblent bien plus conditionnées par les différents modes de pensée, dont ce thème a fait l'objet, que par l'élaboration de constructions théoriques spécifiques.

Ainsi, quant apparurent les premiers ordinateurs, on commença par analyser les répercussions de l'automatisation administrative sur le volume et la répartition de l'emploi, ainsi que sur les relations dans le travail. Puis, on s'est avisé que l'informatisation pouvait remettre en cause les structures



de l'entreprise, en transformant les rôles de chacun dans celle-ci ; on s'intéressa alors aux résistances internes qui pouvaient en découler. L'arrivée de la microinformatique a ensuite renversé l'angle d'analyse des chercheurs, car il s'agissait moins d'appréhender la menace, constituée par l'informatique, que d'en voir un instrument d'émancipation des individus.

Aujourd'hui, avec la diffusion accélérée du réseau Internet, un nouveau système de communication, au langage toujours plus universel et numérique, intègre à l'échelle planétaire la production et la diffusion des mots, sons et images. On se tourne alors vers le mythe d'une « société de l'information », annonciatrice d'une communication sans entrave et de formes d'échanges plus démocratiques.

L'interprétation de la relation entre l'ordinateur et le social reste alors sujette à débat, selon que l'on considère qu'il favorise un contrôle accru des activités sociales, ou au contraire la constitution d'un « espace public » d'échange. Ces deux approches se rejoignent en fait pour appréhender les effets de l'informatisation sous l'angle d'un déterminisme technique où la technologie façonnerait en quelque sorte l'organisation des activités sociales, chacun devant en conséquence s'ajuster aux prescriptions qu'elle impose.

Nombreux sont alors ceux qui voient, dans le développement des TIC, la source de la constitution d'un nouveau type de société, organisé autour de technologies qui, en transformant les processus de traitement de l'information, agissent sur tous les domaines de l'activité humaine et permettent d'établir d'innombrables connexions entre différents domaines, ainsi qu'entre éléments et agents de ces activités. Au travers de la convergence croissante des technologies de l'informatique et des télécommunications, apparaîtrait alors une « société en réseau », dont l'information, universellement accessible à travers de multiples réseaux, en constituerait le moteur.

Toutefois, si l'on peut penser que le succès d'une technique dépend des avantages concrets que sa mise en œuvre permet d'obtenir, celui que rencontre l'informatique se caractérise toutefois par une analyse succincte de ses effets réels. Il est singulier de noter que les différentes approches de l'informatisation ont successivement épousé les formes nouvelles de la technologie informatique et de ses applications :

- L'emploi et le travail, dans les années 1970 (époque des grands systèmes centraux), avec pour préoccupation : l'automatisation du poste de travail

(l'informatisation est donc logiquement appréhendée sous l'angle de la rationalisation du travail) ;

- L'organisation, dans les années 1980 (diversification de l'offre informatique en grands, moyens, mini-systèmes et micro-ordinateurs), adaptée à tout type de structure organisationnelle, avec pour préoccupation : la constitution de systèmes d'information à la fois intégrés et décentralisés dans l'organisation (l'informatisation est alors appréhendée comme un enjeu stratégique et une ressource de pouvoir) ;

- Les relations et la communication, dans les années 1990 (architectures en réseau de type client-serveur), avec pour préoccupation : la circulation souple et rapide des informations dans des réseaux intra et inter-organisationnels (l'informatisation favorise des échanges de connaissances, vecteurs de performance et de réactivité accrue) ;

- Les interactions avec les utilisateurs, dans les années 1990 (développement des interfaces graphiques et des systèmes experts), avec pour préoccupation : la modélisation de l'intelligence humaine (l'informatisation vise alors à déléguer une partie du raisonnement humain aux machines).

L'informatique a ainsi pu être appréhendée comme :

- un outil de rationalisation, visant à accroître les performances de l'organisation du travail ;

- une ressource de pouvoir permettant à ses promoteurs de mieux maîtriser le pilotage des changements organisationnels qu'ils veulent initier ;

- un vecteur d'apprentissages individuels et collectifs, favorisant une meilleure appropriation par les acteurs des évolutions et des aléas du fonctionnement organisationnel ;

- un ensemble de repères cognitifs partagés entre les différents acteurs de l'organisation, favorisant un guidage collectif des actions des uns et des autres autour d'objectifs partagés, car médiatisés par les outils qu'ils utilisent de façon concertée.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Outre ces quatre approches relativement corrélées au développement technique, nous avons aussi recensé l'approche utilisée en sociologie des sciences, où l'informatique (et plus largement une innovation technique) est appréhendée comme un « actant social ». Le processus d'informatisation ou d'innovation s'inscrit dans la constitution d'un cadre de conciliation entre des intérêts antagonistes, qui prend la forme d'un réseau et participe du formatage commun des actions des acteurs mobilisés autour d'une dynamique de changement, impulsée par la conception et l'usage de l'informatique (ou de l'innovation).

### L'informatisation: un entrecroisement d'évolutions parallèles

Toutefois, le décalage entre la rapidité relative du changement technique par rapport au changement social, ainsi que l'inégalité de leur visibilité respective, ont conduit à privilégier l'évolution technique au détriment de l'évolution sociale.<sup>2</sup>

En effet, à chaque étape de l'informatisation, le succès de l'ordinateur a pratiquement toujours précédé l'évaluation ou même la connaissance des résultats effectifs que sa nouvelle technologie permettait d'obtenir. Les études menées sur l'informatisation paraissent ainsi tributaires de modes intellectuelles, favorisant le nouveau et l'instantané. Et cet accent sur l'éphémère a pour effet de favoriser la prééminence de l'innovation technique, en voyant dans ses progrès constants le signe d'un avenir libérateur ou au contraire asservi.

D'autant plus que les analyses de l'informatisation, lorsqu'elles s'appuient sur des enquêtes de terrain, le font le plus souvent sur des cas d'implantation de nouveaux logiciels à un moment particulier, correspondant le plus souvent à celui de leur introduction dans les contextes d'utilisation, mais sans analyser avec précision les contingences sociales, économiques et surtout historiques qui conduisent à l'adoption de tel ou tel système.

Le caractère historique et contingent de l'informatisation saute pourtant aux yeux, si l'on se remémore la grande peur du « bogue de l'an 2000 ». Celui-ci était susceptible de se produire du fait de la présence, dans les systèmes d'information des entreprises, de programmes informatiques traitant des formats de date sur deux caractères. Au moment du passage à l'an 2000, toutes ces dates prenant la valeur zéro, les ordinateurs étaient susceptibles de partir dans des cycles sans fin, dans le cas où cette valeur nulle serait placée en dénominateur d'une division ; les ordinateurs basculant dans un état aléatoire, cela pouvait détruire l'ensemble des données informatisées. Cette crainte paraît cependant étonnante, si l'on songe que le format de date a été élargi à quatre caractères depuis bien

---

<sup>2</sup> Alors que les travaux sur l'histoire de l'informatique sont relativement nombreux, les études concernant l'histoire de l'informatisation restent rares, exception faite du travail important mené par Andrew Friedman (1989).

longtemps ; elle révèle de fait que les programmes originels écrits au début de l'informatique, s'insèrent aujourd'hui dans une multitude de programmes conçus par la suite, dont ils constituent une sorte de « strate » inférieure.

Le système d'informatisation des entreprises s'avère ainsi être un enchevêtrement complexe de programmes, superposés les uns aux autres sans toujours être articulés entre eux. L'empilement des générations successives des technologies et des programmes informatiques conditionne donc les possibilités de communication entre les matériels et la circulation de l'information. On trouve de fait des flots d'utilisateurs non reliés entre eux, à cause de la mauvaise interconnexion des systèmes.

Au manque de souplesse des outils, s'ajoutent les problèmes techniques de gestion des interfaces et de disponibilité des bases de données. Comme les nouveaux systèmes informatiques sont longs à mettre en place et à fiabiliser, il en résulte de longues périodes d'apprentissage, durant parfois des années.

L'informatisation est donc un processus complexe, subissant des contingences multiples :

- D'abord, chaque entreprise, en tant que construit informationnel et politique (tout contrôle passant nécessairement par une maîtrise de l'information), sédimente un ensemble de contraintes, de ressources et de comportements qui deviennent un socle, voire une matrice, où s'inscrivent les potentialités offertes par les nouvelles technologies de l'information. Chaque application informatique, intégrée au système d'information global, se rattache ainsi à un moment de l'évolution de l'entreprise, caractérisé par des projets de changement organisationnel spécifiques, par une certaine vision de la place de l'informatique dans l'organisation, par un management *ad hoc* de l'informatisation et par un rapport particulier aux outils informatiques dans les situations de travail, l'ensemble de ses caractéristiques étant à la fois contingentes à l'entreprise et le reflet d'une certaine articulation de l'informatique et de l'organisation à une époque donnée.

Les recherches en sociologie et en histoire des techniques ont ainsi montré que chaque technique incorpore la vision technique et sociale du monde de ses concepteurs, qui sont eux-mêmes insérés dans des rapports de pouvoir et

des cultures organisationnelles propres aux milieux où s'élaborent et se produisent les innovations techniques.

- Ensuite, les techniques informatiques utilisées résultent le plus souvent d'une opportunité technique, dont s'empare les concepteurs pour satisfaire ce qu'ils estiment être un besoin de l'entreprise. L'informatisation est alors appréhendée par ces derniers sous l'angle d'une automatisation plus ou moins large, avec une extrapolation technique qui se double d'une préférence marquée pour la simplification sociale. Ainsi, les constructeurs informatiques, parallèlement à des demandes du marché de l'informatique qui émergent lentement, cherchent à anticiper les attentes de leurs clients, en éliminant ce qui dans les demandes exprimées ne peut faire l'objet d'une offre technique à moyen terme.

Par ailleurs, les organisations, en voulant réduire les incertitudes qui pèsent sur leur fonctionnement, possèdent des attentes précises sur ce que peuvent leur apporter les nouvelles technologies informatiques et sur la façon dont elles doivent être implantées. Toute informatisation se construit donc dans le cadre d'un réseau hétérogène d'acteurs, constitué d'intérêts divers et qui adopte une « vision organisationnelle » de l'innovation qui va être centrale sur son développement et son adoption. Cette « vision organisationnelle » donne sens à la technique, en même temps qu'elle est influencée par ses effets potentiels. L'introduction des technologies de l'information s'accompagne de nouveaux rôles, responsabilités, relations, formes d'autorité, procédures de travail, dont l'articulation conditionne leur bon fonctionnement dans les organisations ; elles endogénéisent de fait des formes d'organisation *ad hoc*.

- Enfin, chaque organisation n'est pas seule face à la technologie, elle s'insère dans un réseau d'organisations qui conditionnent mutuellement leurs conduites en la matière. Les spécialistes informatiques ont rapidement constitué un milieu professionnel spécialisé, éclaté dans de multiples organisations, mais suffisamment organisé par le biais d'échanges réguliers, pour permettre l'élaboration d'un modèle de management technique relativement bien défini et homogène (favorisé en cela par le recours fréquent aux cabinets conseils, l'appréciation de la réalité française se faisant en référence explicite à la situation américaine) ; ce modèle s'articule autour de trois principes : la nature inéluctable du développement technologique, le caractère nécessaire du changement des organisations et la conviction

profonde de l'informatisation comme catalyseur de cette transformation générale de l'entreprise.

De fait, l'implantation d'une nouvelle technique dans une organisation influence la généralisation de son introduction à d'autres organisations (qui la perçoivent comme inéluctable), en favorisant la structuration de la « vision organisationnelle » à laquelle elle est associée. La diffusion de la nouvelle technique s'apparente ainsi à un processus de contagion, car son adoption devient en quelque sorte une norme à suivre, du fait de son institutionnalisation comme « bonne pratique ».

La difficulté de cerner l'impact des technologies de l'information sur l'organisation réside dans le fait qu'elles façonnent un champ de contraintes et d'opportunités pour les acteurs. Dans la mesure où l'informatisation résulte de cette configuration complexe, où s'entremêlent différents contingences dont l'influence évolue constamment, son histoire semble s'apparenter à une navigation à vue, où tout changement organisationnel ou technologique occasionne de nouveaux aménagements du système d'information.

#### L'informatique : des pratiques de conception et d'usage

Si l'emprise de l'informatique apparaît comme l'aboutissement d'un processus d'innovation et de diffusion qui s'expliquerait à la fois par la demande croissante en traitement de l'information dans la société industrielle et par le dynamisme commercial des constructeurs informatiques, elle semble en premier lieu résulter des possibilités remarquables qu'offre un objet technique nouveau : l'ordinateur.

L'informatique est alors d'abord une technique : la technique des ordinateurs et de la programmation. Cette dernière s'appuie sur la méthode algorithmique, sorte de philosophie pratique du raisonnement qui consiste, à partir d'une réalité concrète donnée, à en produire une modélisation fonctionnelle épurée, cohérente et d'une plus grande rationalité. Toutefois, si chaque processus d'informatisation débouche sur un ensemble de programmes cohérents, dont le fonctionnement requiert la transparence et la non-contradiction dans la gestion des informations, leur mise en œuvre s'opère sur un contexte social bien éloigné de la modélisation rationnelle qui en est faite.

Les relations sociales, n'ayant pas pour caractéristique la transparence et l'harmonie, contournent de fait la transparence organisationnelle induite par « l'hyperfonctionnalisme » de la programmation. De multiples exemples d'informatisation montrent que, si les concepteurs ont en tête des séquences d'opérations précises, à chaque fois les utilisateurs s'approprient les nouvelles fonctions du système informatique, en remaniant complètement les séquences prévues pour les adapter à leur travail véritable.

De fait, les programmes informatiques sont écrits d'un côté, puis utilisés et interprétés de l'autre. Et avant d'être des vecteurs d'une mutation de société, l'ordinateur comme le programme informatique sont d'abord des produits (fabriqués) et des outils (utilisés) ; ce sont des pratiques qui leur permettent d'exister, et non une qualité intrinsèque quelconque. L'informatique, en tant que technique manipulatoire d'information, se trouve au cœur d'une spécification conjointe du social et du technique. Les technologies de traitement de l'information constituent de plus en plus un point d'appui de toute représentation par le biais de leur capacité de stockage, de manipulation, de transmission et de (re)présentation de l'information. Décrire le fonctionnement d'un ordinateur conduit alors à en faire la sociographie, au travers de la mise en évidence de l'ensemble des liens entre des acteurs.

Il s'agit d'étudier la mise en rapport entre, d'une part, la forme de ces liens et la définition du rôle des acteurs qui sont incorporés dans la configuration interne de l'objet par son concepteur et, d'autre part, les réactions des utilisateurs qui donnent un sens à l'objet (et donc un contenu au projet du concepteur), sachant que leur environnement se trouve lui-même en partie spécifié par l'introduction du nouveau dispositif.

S'il est relativement admis que les systèmes techniques sont des constructions sociales, les systèmes informatiques le sont tout particulièrement, puisque l'enjeu pour les concepteurs consiste à satisfaire les besoins exprimés par des utilisateurs. Cette évidence de la construction sociale de l'informatisation est souvent oubliée, lorsque technique et social sont appréhendés distinctement, voire mis en opposition. Le rapport adéquat de l'homme avec les artefacts informatiques suppose alors de "découvrir une unité du monde technique par une représentation qui

incorporerait à la fois celle de l'artisan (utilisateur) et celle de l'ingénieur (concepteur)".

Selon Gilbert Simondon, pour vraiment prendre conscience de la « réalité technique » de la machine, il faut cesser de la considérer comme instrument, adjuvant ou produit du travail. "Il faudrait opérer un retournement qui permettrait à ce qu'il y a d'humain dans l'objet technique d'apparaître, sans passer par le travail pris comme exploitation de la nature par l'homme, à laquelle il s'adapte et qui le conditionne. C'est le travail qui doit être connu comme phase de la technicité et non la technicité comme phase du travail, car c'est la technicité qui est l'ensemble dont le travail est une partie et non l'inverse" (p.241).

## **Explicitation de la recherche effectuée**

### Elucidation de l'objet de recherche

#### *Un terrain d'étude privilégié : l'informatisation d'une organisation*

Le contexte de l'informatisation d'une organisation se traduit par un meilleur équilibre entre les connaissances des concepteurs et celles des utilisateurs, laquelle permet la compréhension conjointe de la « réalité technique » incarnée par l'informatisation. En effet, si les premiers maîtrisent les moyens techniques de celle-ci, la prescription des procédures organisationnelles dans des programmes informatiques restent pour eux une entreprise délicate, dont ils doivent sans cesse revoir la copie pour tenir compte de l'évolution des contextes de travail et des attentes des utilisateurs.

Ces derniers connaissent, de leur côté, les multiples aléas de leur activité quotidienne, vis-à-vis desquels ils ont su trouver des solutions *ad hoc* pour les résorber ; ils restent cependant démunis face à la syntaxe et à la logique algorithmique de l'ordinateur. En les rendant mutuellement dépendants autour de l'enjeu de réussir l'élaboration d'outils informatiques performants et utiles, l'informatisation favorise la réconciliation des deux modes d'appréhension :



- d'une part, l'informaticien se doit de mieux comprendre les contextes d'usage, afin d'en produire une modélisation légitime pour ceux qui auront à s'y plier ;
- d'autre part, la pratique d'opérations parcellisées, composées d'ordre, de sélection, de suivi séquentiel et de mise en mémoire, façonne des comportements nouveaux chez l'utilisateur, qui le rapprochent du concepteur.

De fait, l'informatisation est un processus continu dans le temps où prescriptions informatiques et procédures organisationnelles évoluent constamment pour s'articuler les unes aux autres. La constitution d'un tel système n'est donc pas seulement une affaire technique, car elle suppose l'élaboration d'une modélisation *ad hoc* de l'organisation associée, puis l'enrôlement des utilisateurs concernés comme parties prenantes du réseau ainsi constitué.

Dans le contexte de l'élaboration d'un système d'information, les utilisateurs sont ainsi conduits à reconceptualiser leurs activités sous la forme de flux d'informations, en devenant des gestionnaires d'informations. La réussite d'une informatisation est alors bien moins conditionnée par la perfection de sa modélisation technique que par les appropriations, auxquelles elle donne lieu, au travers de multiples transactions entre les opérationnels concernés.

C'est alors l'occasion de se rendre compte que l'informatisation d'une entreprise est loin de ressembler à un processus linéaire et mécanique, mais que celui-ci est plutôt spiralé et tâtonnant, marqué de petits bonds en avant, de moments de crise, de régression, de stagnation. Ainsi, l'informatisation n'est pas seulement rythmée par des évolutions technologiques qui viendraient s'additionner les unes aux autres, en augmentant sans cesse le champ des possibles. Elle est aussi sujette aux évolutions des modes d'administration des entreprises et des organisations du travail en leur sein, au contenu des compétences informatiques et organisationnelles mobilisées dans le travail et à la nature des relations entre les personnes, qu'elles soient supportées ou non par des outils informatiques. Autrement dit, les entreprises pensent leur informatisation non seulement en termes d'adaptation et d'évolution permises par la nouvelle donne technologique, mais aussi en termes d'enracinement possible de celle-ci dans un contexte organisationnel en mutation.

### *La caractérisation de configurations socio-techniques successives*

C'est ce qui nous a conduit à tenter de reconstruire l'histoire tumultueuse de l'informatisation d'une entreprise (et plus particulièrement d'une de ses activités phares), en replaçant les modalités qu'elle prend dans le contexte de leur genèse et de leur appropriation par les différents acteurs concernés (concepteurs et utilisateurs). Il s'agissait de considérer les articulations entre informatisation et organisation dans un cadre d'analyse longitudinal, en tant que moments d'un processus, d'une dynamique et d'une histoire.

Cette histoire a cherché à analyser chacune des applications informatiques qui se succèdent, en la replaçant dans son contexte de production et d'usage à une époque donnée de l'évolution de l'entreprise. En effet, chaque application informatique concrétise, au moment de sa conception puis dans le cadre de son utilisation ultérieure, un projet de réorganisation du travail par la prescription de la coordination des activités qu'elle incorpore dans ses programmes et, plus largement, une « vision organisationnelle » de ce vers quoi doit tendre l'évolution de l'entreprise à un moment donné.

Par ailleurs, chaque logiciel mobilise des technologies, des méthodes de conception et des modalités d'usages, qui incarnent de leur côté une étape du développement des technologies informatiques. En d'autres termes, les différents logiciels, successivement réalisés puis imbriqués dans le système d'information, constituent autant de strates distinctes, sédimentées au cours du temps, qui fournissent autant de photos de chaque époque de l'histoire de l'organisation et de son informatisation.

L'examen des projets successifs d'informatisation d'une entreprise doit alors nous permettre d'appréhender le processus global d'informatisation qui se construit par et à travers eux. Il nous semble en effet que le rapport entre informatique et organisation ne puisse être analysé que dans le cadre de l'étude conjointe de l'histoire de l'entreprise et de celle de son informatisation, utilisée comme un levier de changement pour orienter son fonctionnement interne vers un modèle d'organisation qu'elle pense plus efficace.

L'histoire de l'entreprise et de son informatisation serait alors celle des efforts répétés du management pour inscrire l'action organisée dans le

cadre de plans, en rattrapant sans répit le désordre pratique qui traverse l'organisation par un gouvernement décrété rationnel.<sup>3</sup>

Nous appellerons configuration « informatico-organisationnelle » le cadre au sein duquel s'inscrivent, prennent sens et se répondent, à un moment donné de l'histoire de leur évolution conjuguée, l'évolution des stratégies et des structures de l'entreprise, les modalités d'informatisation adoptées, leurs impacts conjugués sur les activités opérationnelles et le développement des techniques et des méthodes informatiques. Cette conception de la configuration rejoint celle donnée par Norbert Elias, lorsque, prenant pour exemple la configuration formée par quatre joueurs de cartes, il précise qu'il s'agit de "la figure globale toujours changeante que forment les joueurs", incluant "les actions, les relations réciproques, les tensions", où l'action des uns ne peut se comprendre que par rapport à celle des autres, et où, "au centre des configurations mouvantes (c'est-à-dire du processus de configuration), s'établit un équilibre fluctuant des tensions, un mouvement pendulaire d'équilibre des forces, qui incline tantôt d'un côté, tantôt de l'autre".

L'utilisation du concept de configuration traduit d'abord l'interdépendance entre les trois dimensions que sont une organisation en mutation, un processus d'informatisation qui agit et rétroagit constamment avec elle et un monde de l'informatique en innovation permanente. La dépendance réciproque entre ces trois dimensions constitue, selon nous, la matrice originelle de l'informatisation d'une entreprise, où chaque mouvement de l'une dépend de celui des autres et, par contre coup, modifie, ne serait ce qu'insensiblement, les interdépendances entre elles.

L'équilibre plus ou moins fluctuant de tensions qui en résulte s'apparente à un "filet fait de multiples fils reliés entre eux. Toutefois ni l'ensemble de ce réseau ni la forme qu'y prend chacun des différents fils ne s'explique à partir d'un seul de ces fils, ni de tous les différents fils en eux-mêmes ; ils s'expliquent uniquement par leur association entre eux". Il s'agit

---

<sup>3</sup> J'emprunte cette idée à Yves Cohen (maître de conférences à l'EHESS), qui considère l'effort, pour inscrire l'action collective dans le cadre de plans, comme une caractéristique fondamentale et nécessaire au mouvement de rationalisation que les entreprises connaissent au XXème siècle, ces plans constituant un des principaux ancrages de la revendication de rationalité qui forme elle-même un appui à la justification de gouvernement.

donc pour nous de proposer une grille de lecture d'une réalité complexe, en dénouant méticuleusement les fils qui la constituent.

La notion de configuration permet aussi de traduire le fait que ce réseau d'interdépendances et d'entrecroisements s'inscrit dans un processus de transformation constant. Si l'on prend l'exemple du champ du développement de la technologie informatique et du champ de l'évolution des entreprises industrielles et commerciales, on s'aperçoit qu'il n'existe pas seulement des interactions de nature externe. Les transformations mutuelles de leurs logiques sociales se font aussi par intériorisation réciproque de tout ou partie des logiques sociales de l'autre champ.

L'entreprise se projette dans la « vision organisationnelle » véhiculée dans et par les dispositifs informatiques ; en retour, les programmes informatiques incorporent les règles de gestion des activités qu'ils équipent. Les techniques informatiques sont à la fois ce qui façonne l'organisation et ce que l'organisation façonne, et il y a autant d'incertitudes sur l'une que sur l'autre. Une configuration « informatico-organisationnelle » est donc "comme un filet" dont la forme se modifie quand change la tension entre les fils qui le constituent.

On voit là que l'informatisation est avant tout un processus, où les actions des décideurs, des informaticiens et des utilisateurs s'interpénètrent en alimentant, par leur réaction en chaîne, un processus contraignant. Si l'existence d'une configuration opère un cadrage des possibles, elle ne détermine jamais complètement les modalités de l'informatisation ni les décisions ou pratiques des protagonistes de celle-ci. Cependant, les modes de régulation généraux qui structurent et définissent une configuration sont suffisamment prégnants pour que l'on puisse retrouver leur influence au-delà des différences entre les personnes et les techniques.

Le concept de configuration permet alors de sortir de l'insuffisante capacité historique des concepts de structure ou de système qui tendent à figer des processus dont les éléments sont en constante transformation et dont les significations changent selon leur position et leur force dans telle ou telle formation sociale.

Notre conception de la configuration ne correspond cependant pas à une méta-structure explicative, car son impact sur les comportements reste modéré, c'est-à-dire imparfait, partiel. Il n'est pas tel que tous les acteurs adhèrent à ce cadre cognitif et normatif et qu'ils partagent tous de ce fait la

même vision des choses, appréhendent et construisent de la même façon les problèmes, s'entendent sur les solutions à apporter. Un tel cadre tolère au contraire une grande hétérogénéité des discours sur les missions de l'entreprise, la place de chacun en son sein, le rôle des outils informatiques ; il subit ainsi les résistances des acteurs qui développent à tous les niveaux des attitudes et des comportements autonomes.

La caractérisation d'une configuration ne renvoie donc pas à une uniformisation des pratiques d'organisation et de conception et d'usage de l'informatique. Des types de comportement variés peuvent ainsi se développer, d'une situation à l'autre, dans l'espace comme dans le temps. Mais cet éventail des possibles sera limité, car les modalités de conception et d'usage qui pourront se développer doivent rester compatibles avec le type de liens d'interdépendance qui existent entre l'évolution des stratégies et des structures de l'entreprise, les modalités d'informatisation adoptées, leurs impacts conjugués sur les activités opérationnelles et le développement des techniques et des méthodes informatiques. La notion de configuration permet par conséquent de concilier structuration et autonomie, cristallisation et souplesse.

#### Caractérisation du terrain de la recherche

##### *Un cas représentatif de la « modernisation » d'une entreprise*

Notre recherche consiste à tenter d'explicitier la complexité de la construction sociale de l'informatisation d'une entreprise, en l'appréhendant à la fois comme un processus structurant cette dernière et, en même temps, conditionné par elle. Pour appréhender les tenants et les aboutissants de l'informatisation d'une entreprise, nous nous sommes intéressés à une entreprise traversée par de fortes évolutions tant internes qu'externes, cherchant à anticiper le devenir de son organisation par le biais de changements organisationnels successifs, dans lesquels l'informatique pouvait avoir un caractère stratégique.

L'exemple de France Télécom qui passe en vingt ans du statut d'administration, assurant à tous un service public dans un contexte monopolistique, à celui d'entreprise « quasi-privée », dans un secteur des télécommunications soumis à une mise en concurrence et une discri-



mination croissante des services proposés, cet exemple nous a paru très pertinent comme cas d'étude.

Toutefois, il ne s'agit pas d'appréhender cette « entreprise » comme un isolat, une organisation au destin spécifique, dont les éventuels changements obéiraient à une logique singulière. Il nous semble au contraire que les transformations successives qui la caractérise et les enjeux qu'elles soulignent traduisent, de façon plus globale, la « modernisation » des organisations en réseau de service public à caractère marchand, soumises à l'injonction de s'adapter à leur clientèle respective pour surmonter la dérégulation de leur marché.

Il existe ainsi jusqu'au années 1980, que ce soit à France Télécom, à EDF ou à la RATP, une certaine cohérence entre une vision équipementière, émancipatrice du rôle de l'Etat, et la prédominance de la technique comme référence et comme source de mobilisation. Dans leur modèle fondateur, la logique de la production d'un réseau technique (de télécommunications, de distribution d'électricité, de transport) prédomine, celui-ci assujettissant les usagers à ses principes de fonctionnement (ils sont les abonnés du réseau).

Avec l'ouverture des marchés européens à la concurrence, les règles du jeu changent. France Télécom, EDF et la RATP (ainsi que la SNCF) ne se présentent plus comme des fournisseurs d'un service public, mais comme fournisseur de l'usage de celui-ci. L'action ne doit plus être évaluée en fonction d'une conformité réglementaire, ou du respect d'une mission de service public, mais de la recherche d'efficacité du service rendu. De fait, les stratégies de réforme des administrations publiques s'inspirent explicitement des concepts et des pratiques issus du secteur privé, le transfert des techniques de gestion du privé au public donnant lieu à une forte croissance des services de conseil en management.

En promouvant la diffusion des outils et des symboles du « nouveau management » (pyramide inversée, qualité totale, relations client-fournisseur, contrats d'objectifs), les cabinets conseil deviennent les vecteurs de la circulation internationale de ce qui s'apparente à des « modes managériaux ». De nombreuses entreprises publiques, EDF en 1988, RATP en 1990, France Télécom en 1991, adoptent ainsi un même modèle de management, qui conjugue décentralisation et intégration avec des unités opérationnelles responsables de la conduite de l'action, de l'obtention des résultats et de l'accroissement des potentialités commerciales, et un

management central chargé de définir un cadre stratégique et politique cohérent pour l'ensemble des actions puis d'en contrôler l'application.

A la conception d'un service unique pour tous, se substitue progressivement un éclatement de l'offre commerciale vers différents segments de clientèle. Les entreprises de service public se retrouvent dans une situation de prestataire de services, face à ce qui s'apparente de plus en plus à des clients. La volonté de « mettre le client au centre des préoccupations de l'entreprise », s'accompagne d'une délégation et d'une responsabilisation plus grande des agents et des unités en contact avec celui-ci. Le pôle commercial, qui se concevait au départ comme porteur d'une extension du réseau, change peu à peu de nature avec la transformation de l'utilisateur en client ; l'immixtion du client dans les relations professionnelles se traduit même par un assujettissement du pôle technique au profit du pôle commercial, lequel doit alors dicter au premier les bonnes orientations devant permettre de gagner la lutte contre la concurrence.

Les services publics marchands s'approprient alors les méthodes de marketing des produits de grande consommation (offres promotionnelles, jeu concours, utilisation des grands médias, prestations « personnalisées »), conditionnant de nouveaux comportements pour la demande de services publics. La relation au client étant soumise à une injonction de rentabilité, la vente par téléphone qui favorise une intensification de l'action commerciale devient progressivement la norme en la matière.

#### *Une informatisation qui suit des modes informatiques*

En matière d'informatisation cette fois, l'analyse de France Télécom montre que son informatisation suit le développement des techniques informatiques, ce qui se traduit par le recours à des modalités d'informatisation distinctes selon les possibilités offertes par la technologie. On distingue ainsi trois modèles technologiques successifs, adoptés à France Télécom (et vraisemblablement dans bon nombre d'entreprises) :

- Le modèle du calculateur correspond au premier stade d'informatisation où l'ordinateur est appréhendé comme une calculatrice électronique. Les données sont imbriquées dans des traitements, eux-mêmes étroitement articulés avec les programmes internes des machines. La faible technicité des ordinateurs exige alors des expertises affirmées pour

comprendre leur fonctionnement interne et retranscrire, de façon appropriée, les traitements de données demandés.

En outre, la faible capacité des ordinateurs restreint leur périmètre d'exploitation, ce qui impose une implantation très décentralisée des machines avec autant d'expertises locales pour les exploiter. La logique du réseau s'impose donc, du fait de la nature des technologies mobilisées. Le choix de l'entreprise a ainsi consisté à décentraliser son informatique vers différentes structures locales, dans lesquelles des techniciens interviennent aux différents points du réseau informatique qui relie les différents calculateurs régionaux.

- Le modèle de la base de données dans lequel l'automatisation croissante du fonctionnement interne des ordinateurs (avec le perfectionnement des systèmes d'exploitation, puis l'apparition des ateliers de génie logiciel) et la généralisation des Systèmes de gestion de base de données, SGBD, autorise une dissociation plus tranchée entre les informations, manipulées sous forme de données, et les traitements qui leur sont associés. Cette séparation relègue les experts techniques au niveau du traitement des interfaces avec les machines ; elle favorise l'arrivée de méthodologues dans le processus d'informatisation, qui se focalisent sur la structuration des données et des liens qui les relient entre elles.

Les efforts de ces derniers tendent alors vers la formalisation des règles de gestion des activités organisées dans un système d'information intégré, où chaque donnée est récupérée à sa source puis traitée de façon centralisée avant d'être redistribuée là où elle est utile au fonctionnement de l'organisation. Les possibilités offertes par le management des systèmes d'information intégrés conditionnent la « vision organisationnelle » d'une entreprise réactive, captant l'information à tous les niveaux de son organisation, et performante car traitant cette information sans erreur ; cette « vision » ressemble étrangement au parangon d'efficacité organisationnelle, articulant décentralisation et intégration.

- Le modèle de l'écran (interface homme-machine) dans lequel le développement de la micro-informatique et des architectures client-serveur s'accompagne d'un rapport direct des utilisateurs aux outils informatiques. Si la première instaure par nature une personnification de son usage, les secondes permettent un accès individualisé des utilisateurs à des données



qui n'étaient jusqu'alors consultables que par le biais des informaticiens. Le principe d'une architecture client-serveur se base ainsi sur le dialogue entre des stations de travail distantes (les « clients »), manipulées par des utilisateurs, et un gros ordinateur (le « serveur ») centralisant données et traitements, exploité par des informaticiens. A la demande des « clients » (c'est-à-dire des utilisateurs), le « serveur » (en quelque sorte le service informatique) communique les informations nécessaires à l'exécution de leur tâche.

Autrement dit, l'informatique « distribue l'intelligence » de l'organisation des activités vers les utilisateurs. L'interaction entre ces derniers et les outils informatiques prend alors une importance toute particulière, puisque l'optimisation des dialogues homme-machine nécessite un haut niveau « d'intercompréhension ». Cette préoccupation débouche sur le développement d'interfaces graphiques évoluées et de langages informatiques « semi-naturels » (proche d'un langage humain). L'informatisation ne consiste donc plus à automatiser des traitements ou à structurer des données, mais à s'adapter à l'utilisateur. On retrouve ici le modèle relationnel, prôné par France Télécom pour favoriser une meilleure relation de service entre les concepteurs et les utilisateurs des applications informatiques.

La lecture de ces trois phases « technologiques », combinée à celle des trois phases « organisationnelles » du paragraphe précédent, laisse apparaître une certaine « résonance » entre les transformations subies par France Télécom et les modalités successives de son informatisation. Ainsi, la logique du réseau structure dans un premier temps l'organisation et l'outillage informatique des activités opérationnelles, puis laisse la place à une logique de planification et de rationalisation qui parcourt l'ensemble de l'organisation, la dernière étape se caractérisant par l'accent mis sur une interactivité forte entre les personnes (prestataires et clients de la relation de service) et les applications informatiques manipulées. Cette interdépendance étroite entre les modes d'organisation et d'informatisation renforce de fait l'axe d'analyse adopté en termes de « configuration ».

Il nous semble par ailleurs que l'adoption des nouvelles techniques informatiques s'apparente souvent à un processus d'imitation qui voit les entreprises copier celles qui paraissent les plus performantes en la matière. Au même titre que les consultants avaient joué un rôle moteur dans la

diffusion des techniques de rationalisation des organisations, les cabinets conseil (américains essentiellement) et les SSII (Sociétés de service en ingénierie informatique) sont aujourd'hui les principaux vecteurs de diffusion des nouvelles techniques ou méthodes d'informatisation (c'est-à-dire de rationalisation). Au même titre que les nouvelles techniques de management, les cabinets conseil proposent des méthodes d'informatisation innovantes, arguant qu'elles ont constitué dans un cas comme dans l'autre la source d'un avantage concurrentiel pour d'autres entreprises similaires.

L'arrivée d'une technique informatique plus perfectionnée et des formes de gestion de l'informatisation qui l'accompagne rend alors partiellement caduque les techniques qui l'ont précédées. De fait, avec les bases de données et les AGL, il n'est plus besoin d'être un « virtuose » de la programmation ; de même, avec les architectures client-serveur, la gestion des données et des programmes est plus souple et requiert une modélisation des données et des traitements moins exhaustive qu'auparavant (on peut informatiser au coup par coup).

Il faut cependant noter que ces « modes » informatiques ne s'éteignent jamais totalement, dans la mesure où chaque vague de techniques et de méthodes vient se « sédimer » dans le système d'information, constituant par là même une strate d'informatisation qui recouvre celles qui l'ont précédées et qui sera elle-même recouverte par celles qui suivront.

Autrement dit, les configurations « informatico-organisationnelle » que nous serions à même d'identifier pour France Télécom ne constituent pas, selon nous, un phénomène isolé de l'informatisation des entreprises, dans la mesure où celle-ci se décline vraisemblablement de la même façon dans d'autres contextes organisationnels similaires et soumis aux mêmes enjeux d'informatisation.

#### *Le choix d'un axe d'analyse privilégié : la commande-livraison*

L'évolution de l'organisation de l'Administration des Télécommunications se caractérisait par le développement très précoce d'une politique commerciale, cherchant une adéquation optimale de l'offre et de la demande de produits ou services téléphoniques. On distingue ainsi :

- les années 1970 marquées par une stratégie monoproduit (le téléphone), limitée mais claire, qui a permis au personnel de se forger une notion bien définie de son métier et de ses attributions ;

- les années 1980 se traduisant par une complexification et une diversification de l'offre de produits et services ;
- les années 1990 marquée par la mise en concurrence de l'entreprise publique avec d'autres opérateurs de télécommunications au niveau international puis national.

L'activité commerciale nous semble donc constituer la clé de voûte de l'évolution de France Télécom, en tant que médiation de l'opposition entre l'exigence de service public, à laquelle est soumise cette administration puis entreprise publique, et la prise en compte de son caractère industriel et commercial, né du fait que cette Administration vendait des produits et services sur un marché monopoliste au départ, mais devenant de plus en plus concurrentiel.

La fonction commerciale paraît non seulement être considérée comme le vecteur de la prise en compte du marché dans l'Administration, mais aussi celui d'une redéfinition des politiques publiques dans ce domaine.

Toutefois, dans une administration (ou entreprise) caractérisée longtemps par une logique de production d'une offre standard (le téléphone) et dont l'identité collective s'est forgée dans la réalisation accélérée d'un programme d'équipement téléphonique de très grande envergure, l'évolution de l'organisation ne peut être appréhendée sous le seul prisme de l'activité commerciale. C'est la raison pour laquelle nous avons sélectionné un domaine d'activités, hybridant des fonctions commerciales et des fonctions techniques, qui nous apparaissant particulièrement central à France Télécom.

Il s'agit de la commande de produits et services téléphoniques, assurée par les commerciaux, et de leur livraison sous la forme d'installations effectuées par les techniciens chez les usagers (puis clients) concernés. Ce domaine regroupe les principales activités des établissements opérationnels de l'entreprise, ayant pour finalité la commercialisation des produits, leur installation puis leur maintenance. Il se trouve à l'articulation du domaine de « l'avant-vente » qui a pour objectif de suivre l'évolution du marché et des attentes des clients, du domaine de la facturation qui supervise le traitement de la facture et la gestion du chiffre d'affaires et du domaine de la gestion technique du réseau.

Ce domaine associe donc des métiers commerciaux (informations aux consommateurs, administration des ventes) et des métiers techniques (installation des produits, service après-vente), tous deux étant en contact plus ou moins étroit avec la clientèle.

A la suite de la transformation du rapport de l'entreprise avec cette clientèle, l'évolution de la commande-livraison se traduit par la prise d'autonomie progressive de l'activité commerciale, vis-à-vis de l'activité technique de l'entreprise. En effet, à leur création dans les années 1970, les agences commerciales étaient généralement rattachées à des établissements techniques. Elles ont progressivement acquis leur autonomie dans les années 1980 pour ensuite absorber, durant les années 1990, les services situés dans les établissements techniques qui étaient en contact plus ou moins direct avec les clients.

Il y a donc une séparation progressive des fonctions commerciales de la tutelle de la Direction de la production, DPR, puis un renforcement de leur légitimité, car les services techniques sont tenus de se coordonner de mieux en mieux avec elles, et enfin l'acquisition par les activités commerciales d'un statut majeur dans l'organisation, leur permettant d'assujettir les autres fonctions de l'entreprise aux priorités qu'elles affichent. Le domaine de la commande-livraison incarne donc, en quelque sorte, le transfert de légitimité du technique au commercial, opéré à France Télécom (et dans d'autres organisations de service public en réseau).

Conformément à notre projet de recherches, notre analyse de l'évolution de ce domaine d'activité, et des coordinations qui s'y déroulent, se conjugue avec celle des différentes étapes de son informatisation, afin d'étudier en quoi les différents outils qu'elles ont produits ont accompagné la coordination entre les métiers techniques et les métiers commerciaux, tout en étant guidés par celles-ci. Instrument d'une rationalisation et d'une plus grande adaptabilité, l'informatique est censé favoriser un compromis entre une logique industrielle, associée à un formatage des activités privilégiant la productivité, et une logique marchande, liée à la diffusion rapide des informations sur les attentes des clients vers les entités prestataires de service. Les applications informatiques nous apparaissent ainsi mobilisées par le management comme des leviers de changement et des vecteurs de nouvelles coordinations ; le management perçoit cette structuration de l'information, comme un facteur d'ordonnement de

l'activité collective, permettant d'accroître la performance et la réactivité de l'entreprise.

A ce titre, trois ensembles d'applications informatiques, renvoyant chacun à un moment de cette « histoire » de l'informatisation de la commande-livraison, ont retenu notre attention. Chacun d'eux renvoie à une organisation particulière des activités, à un certain état de l'art dans les technologies informatiques utilisées, à des modalités spécifiques de conduite de projet d'informatisation, à une définition *ad hoc* des métiers et donc à des représentations et des pratiques particulières. Il s'agit donc d'étudier conjointement comment l'informatisation évolue au contact de l'organisation et quels sont les décalages qui s'opèrent entre ce qu'elle prescrit et ce qui se produit effectivement. Les prescriptions, successivement implémentées dans les applications informatiques, nous semblent ainsi traduire une émancipation progressive du domaine commercial vis-à-vis du domaine technique dans l'organisation :

- Dans les années 1980, la connexion de l'application Agate (commande) avec l'application 42C (livraison) permet l'acquisition par le commercial des données techniques ;
- A l'aube des années 1990, l'interfaçage entre l'application Frégate-GCN et Argos favorise une articulation plus étroite du commercial avec le domaine technique;
- Dans les années 1990 enfin, l'application Cristal, en automatisant les activités techniques, permet un pilotage du domaine technique par les fonctions commerciales.

Ces différents projets subissent, en retour, les influences du contexte organisationnel dans lequel ils sont placés, en adoptant les modèles de conduite de projet en vigueur à l'époque de leur élaboration :

- logique de réseau pour Agate, basée sur des échanges mutuels d'outils informatiques périphériques ;
- logique industrielle pour Frégate-GCN, basée sur une prescription descendante via le recours à des méthodes standards ;
- logique relationnelle pour Cristal, axée sur une négociation dans leur contexte d'usage des développements informatiques.

Ma reconstitution historique devait donc s'appuyer sur trois axes :



- l'évolution des stratégies et des structures de l'entreprise qui conditionne, à chaque nouvelle étape d'informatisation, le « design organisationnel » qu'elle véhicule ;
- les modalités concrètes de l'informatisation, en termes d'organisation des activités de conception et de soutien informatique et de l'introduction des outils informatiques dans les contextes opérationnels ;
- les technologies et les méthodes informatiques couramment adoptées à chaque époque donnée, caractérisant une étape du développement technologique de l'informatique.

J'ai rencontré pour chaque application informatique (incarnant une étape d'informatisation) des décideurs, des concepteurs, des réalisateurs et des soutiens informatiques, ainsi que des utilisateurs ayant été impliqués de près ou de loin dans sa mise en place (soit une soixantaine de personnes environ). J'ai aussi interviewé une vingtaine de personnes, occupant des rôles représentatifs du processus d'informatisation, sans être directement rattachées à un projet précis. Mes entretiens ont alors portés sur :

- l'itinéraire professionnel individuel de l'interviewé, la nature de sa participation dans le projet d'informatisation et les coordinations mises en œuvre avec d'autres ;
- les raisons invoquées pour justifier le développement d'une telle application et le choix des techniques et des méthodes pour la réaliser ; la sélection des priorités et les modalités de conduite de projets adoptées ; les facteurs techniques ou organisationnels qui guidaient les choix en la matière ;
- les logiques de déploiement de l'application sur le terrain et leur confrontation avec les changements organisationnels ; les expérimentations réalisées et le niveau d'appropriation ou de rejet du nouvel outil par les utilisateurs ; les relations entre concepteurs et utilisateurs (en identifiant notamment quels sont ceux qui participent à l'informatisation).

Les entretiens réalisés nous ont cependant mis en présence de discours contradictoires et pas toujours très objectifs de la part des interviewés, du fait d'une reconstruction rationnelle de leur expérience vécue en fonction de ce qu'ils pouvaient présumer des attendus de notre recherche. Cela nous a alors conduit à engager un long travail de dépouillement d'archives, provenant pour la plupart des services centraux de l'entreprise (Direction générale, Direction commerciale, Direction de la

production, Direction informatique) et des groupes de projets chargés des grands changements organisationnels initiés à France Télécom (EO 1, EO 2 : 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> étapes de l'évolution de l'organisation). Ce dépouillement s'est appuyé sur un logiciel de base de données nous permettant de sélectionner, dans le fond d'archives de France Télécom, les documents susceptibles de nous intéresser.

Les mots clés utilisés renvoyaient bien évidemment aux applications informatiques étudiées et aux différents changements organisationnels, concernant le domaine de la commande-livraison, mais aussi plus largement à l'évolution des métiers commerciaux, techniques et informatiques de l'entreprise, à celle plus largement de ses structures et de leurs coordinations mutuelles, à celle du rapport à un usager devenu un client, ainsi qu'aux politiques d'informatisation mises en œuvre. En fait, les deux approches ont été complémentaires : si l'analyse des archives permettait de s'affranchir de la partialité de mes interlocuteurs ou de leur mémoire vacillante, les points de vue qu'ils pouvaient développer sur tel ou tel événement m'ont suggéré des axes d'analyse qui ont facilité ma lecture des archives, ainsi que la caractérisation de mots clés pertinents.

*(à suivre dans le prochain Supplément)*

## TEMOIGNAGE

### **Souvenirs du Centre national d'études des télécommunications (1ère partie)**

**François du Castel**, ancien directeur adjoint du CNET

Pour avoir passé l'essentiel de ma carrière d'ingénieur des télécommunications au Centre national d'étude des télécommunications, de 1950 à 1979, puis de 1982 à 1986, j'ai travaillé dans bien des domaines, traversé bien des événements, rencontré bien des figures et parcouru bien des échelons. Je m'efforce dans ce récit d'en raconter l'essentiel en me limitant à mes activités professionnelles (1).

Une première étape a été, dans les années 1950, la recherche sur la propagation des ondes radioélectriques, alors mal connue au delà de l'horizon.

Une deuxième étape, née avec l'apparition des satellites artificiels de la terre à la fin des années 1950, a concerné la recherche sur l'espace, en liaison avec le Centre national d'études spatiales et le Centre national de la recherche scientifique.



Dans la dernière étape, j'ai exercé des fonctions de direction, successivement à la direction scientifique du CNET, puis à la direction du secteur chargé des composants et des technologies, enfin, après un temps passé au ministère des PTT, je suis arrivé à la direction du CNET. J'arrête ce récit à 1986, date où j'ai quitté définitivement le CNET pour la Direction générale des télécommunications, qui prend bientôt le nom de France Télécom.

A travers ce cheminement, j'ai acquis une certaine idée de la « recherche technique », un concept que j'oppose à la recherche scientifique, et une certaine conception du rôle de la recherche chez un grand opérateur public de réseaux de communication.

(1). J'ai fait le récit de l'ensemble de mes activités dans un texte non publié.

## **La propagation troposphérique**

Après deux années passées dans la Région PTT de Basse Normandie, je suis nommé en 1950 au Laboratoire national de radioélectricité. Le Laboratoire national de TSF, devenu LNR, a été créé en 1914 par le général Ferrié, le promoteur de la radio militaire, qui l'a installé en 1936 dans une zone peu parasitée, puisque bornée par le cimetière parisien de Bagneux et par des jardins ouvriers qui subsistent encore à mon arrivée.

Depuis 1931, le LNR est rattaché aux PTT, mais il reste très indépendant. On y mène des études sur les fréquences et notamment sur les étalons, sous la direction du futur académicien Bernard Deaux, des études sur la propagation ionosphérique, avec la publication de prévisions ionosphériques alors fort utiles pour les liaisons décamétriques à grande distance, sous la direction d'un jésuite, le RP Lejay, et des études en métrologie, sous la direction de Paul Abadie.

Je suis accueilli par le directeur Robert Bureau, un ingénieur de la météorologie nationale qui a eu son heure de gloire, mais qui se trouve fort atteint par la maladie de Parkinson. Le directeur me nomme au service de métrologie. Le travail de ce service porte sur la conservation des étalons et sur des opérations d'étalonnage conduites à titre onéreux. Il me paraît assez peu fascinant et je vois mal le rôle que mon esprit, plus conceptuel que

pratique, peut y jouer. Néanmoins, sous la pression amicale de mon collègue Zermizoglou, je rédige quelques notes techniques.

Heureusement, quelque temps plus tard, arrive un ingénieur très motivé, Jean Voge. Celui-ci provient de la division « Tubes et hyperfréquences », un service très dynamique que le CNET a installé après la Libération dans un pavillon de Neuilly, sous la direction du normalien Georges Goudet, et auquel participent des chercheurs qui connaîtront une brillante carrière comme André Blanc-Lapierre, Pierre Lapostolle, Pierre Chavance et d'autres. Mais un conflit portant sur les orientations de la recherche et sur les intérêts industriels a opposé Pierre Marzin, qui cherche à regrouper toutes les activités de recherche dépendant des PTT et à les orienter vers le développement des télécommunications, et Georges Goudet, qui a une conception plus universitaire de la recherche. Le conflit conduit à la disparition de la division, dont les chercheurs se dispersent (1).

Jean Voge, qui a acquis un esprit de physicien au contact des chercheurs de la division, travaillait sur la propagation des ondes hyperfréquences, à partir d'éléments récupérés sur des radars américains, fonctionnant à 10 et à 3 cm de longueur d'onde et installés sur des liaisons de faisceaux hertziens en développement. Il arrive au LNR avec l'intention de créer un service de recherche complémentaire de celui concernant la propagation ionosphérique et portant sur la propagation « troposphérique », c'est-à-dire sur les ondes traversant les couches denses de l'atmosphère, jusqu'à une limite, dite « tropopause », située à une altitude voisine de 10 km et variable selon la latitude. J'adhère immédiatement à son projet qui me paraît beaucoup plus séduisant que la météorologie.

La situation théorique sur la propagation à grande distance est la suivante au début des années 1950 : des travaux importants ont été menés, notamment au Massachusetts Institute of Technology, sur la théorie des ondes, et ces travaux montrent une décroissance exponentielle du champ reçu par diffraction au delà de l'horizon terrestre. Seules exceptions : la présence de couches d'inversion puissantes de l'indice de réfraction atmosphérique à basse altitude, les « *ducts* », qui conduisent le rayonnement comme dans un guide d'onde ; la diffraction sur un relief assimilable à une arête, auquel cas la décroissance du champ est moins rapide ; enfin la réfraction sur les couches ionisées de la haute atmosphère, beaucoup plus élevées en altitude et concernant un spectre limité de fréquences plus basses. En outre, on commence à s'apercevoir de phénomènes d'absorption des ondes à fréquences très élevées, au dessous de quelques cm de longueur

d'onde, par la basse atmosphère en présence de neige ou de certains brouillards.

C'est alors que deux physiciens américains, Henry Booker et Bill Gordon, s'intéressent à de premiers résultats de propagation qui semblent montrer un niveau de champ au delà de l'horizon plus élevé que ne le prévoit la théorie des ondes. Ils publient, en 1950, l'hypothèse d'une diffusion homogène des ondes par les irrégularités turbulentes de la haute atmosphère. Leurs calculs conduisent effectivement à un champ de niveau plus élevé que la théorie des ondes, mais avec des fluctuations importantes provenant de la turbulence atmosphérique (2).

A partir de ces premières données, on voit bien le travail de recherche qui reste à faire : il faut confirmer les résultats expérimentaux et affiner les approches théoriques. Ce travail commence assez petitement au sein du LNR, jusqu'à ce que le CNET, unifié par Pierre Marzin en 1954, absorbe le LNR à la mort de R. Bureau. L'intérêt du sujet et ses applications possibles en télécommunications conduisent la direction du CNET à approuver la création du nouveau département proposé par J. Vogé et à lui affecter les moyens nécessaires. En 1957, le département est déménagé au CNET à Issy les Moulineaux et Lucien Boithias est nommé à sa tête, J. Vogé étant placé auprès du directeur pour s'occuper des relations internationales. Le département est placé sous la responsabilité supérieure de François Job, qui est chargé des études du CNET en transmission.

L. Boithias est un ingénieur de relations cordiales, plus intéressé par le technique que par les études théoriques, et F. Job est un responsable compétent et agréable, qui vous écoute et cherche à comprendre ce qu'on lui présente. Son pessimisme, dû aux deuils que la guerre et la déportation ont apporté dans sa famille, est compensé par son ouverture d'esprit.

Le travail change alors de nature. Au LNR, faute de moyens, il fallait se contenter de peu. Au CNET, le département dispose de moyens matériels et humains, avec des laboratoires d'électronique et de radioélectricité disposant de techniciens compétents et avec des soutiens financiers suffisants. Encore qu'à cet égard, la notion de moyens soit alors très imprécise. Un département n'a pas de budget proprement dit. Il présente des demandes ponctuelles, en matériels ou en missions, qui lui sont accordées ou non, au niveau de F. Job jusqu'à un certain seuil, à celui de l'adjoint de P. Marzin, René Sueur pour une opération importante.

On va voir R. Sueur sans trop savoir ce qui peut être demandé et on est entendu ou non, le plus souvent partiellement servi. R. Sueur est au demeurant un homme sympathique, issu de la Résistance, qui cherche à

comprendre, comme son directeur, l'intérêt que peut présenter la recherche pour l'avenir des télécommunications, et aussi pour la réputation du CNET. Mais il est parfois imprévisible. Ainsi, me convie-t-il un jour à l'accompagner à l'OTAN, sans me dire de quoi il s'agit. Dans la voiture nous parlons d'autre chose et c'est arrivé en réunion qu'il annonce que je vais présenter les études du CNET en propagation, sans préparation préalable.

Pour la recherche, il nous faut, du point de vue expérimental, disposer des équipements à fréquences élevées, aux environs de 470 MHz, puis de 850 MHz, où il existe des créneaux de fréquences propices aux expériences, mais où les matériels n'existent pas dans le commerce. Les laboratoires du département sont appelés à les étudier, sous la direction de Desmoulins et avec des techniciens comme Masseix, puis à les faire réaliser dans l'industrie.

Il faut ensuite disposer d'un site propice à des liaisons expérimentales. Heureusement, le département a hérité de la division Tubes et hyperfréquences le fort de La Tête de Chien, à La Turbie, un lieu admirablement situé au dessus de Monaco et déjà en partie équipé par la précédente division. Nous installons une station d'émission au dessus de Calvi, en Corse, et des stations de réception échelonnées en altitude. La plus basse est près du niveau de la mer, au Musée de Monaco, qui accepte aimablement une installation sur son toit ; la suivante est à quelques 500 m d'altitude à La Tête de Chien et la dernière à environ 1000 m au fort du Mont Agel, avec l'accord des militaires qui en sont propriétaires. On dispose ainsi d'une profondeur plus ou moins grande au dessous de l'horizon qui permet des résultats expérimentaux simultanés. On peut même compléter le site par un fort proche de La Tête de Chien et à une altitude voisine, le fort de La Regarde, lui aussi appartenant aux militaires, ce qui permet une étude de la « diversité », c'est-à-dire de la comparaison des fluctuations reçues en deux sites décorrélés. Lucien Boithias, particulièrement intéressé par le côté expérimental, prend en charge ces expériences. C'est lui, avec son sens pratique et sa compétence technique, qui suivra aussi toutes les expériences ultérieures.

Pour l'interprétation des résultats, l'existence d'un niveau de champ effectivement moins bas que prévu est confirmé, ainsi que le caractère très fluctuant qui limite la bande passante utilisable, mais on perçoit en plus une forte influence climatique jusqu'alors non étudiée. La Méditerranée présente des situations très changeantes, ce qui rend difficile une généralisation des résultats. Le département obtient l'affectation d'un ingénieur de la Météorologie nationale, Pierre Misme. Celui-ci, très coopératif et intéressé à

défricher un territoire nouveau, apporte à l'équipe en place une compétence nécessaire à l'étude des effets climatiques. Il promouvra en France la science nouvelle de la « radio-météorologie ».

En parallèle, Jean Voge, avec l'autorité du physicien averti, continue à diriger nos travaux théoriques, avec André Spizzichino, un jeune ingénieur brillant qui s'oriente vers les études de milieux turbulents, Pierre Misme et moi-même. Nous commençons par mettre en question le modèle théorique homogène de Booker et Gordon. On voit bien, ne serait-ce qu'en survolant une mer de nuages, combien la haute atmosphère est stratifiée et comment les nuages marquent souvent la présence de grands tourbillons horizontaux. Aussi, élaborons-nous une théorie de propagation, non plus par diffusion sur des cellules isotropes, mais par réflexion partielle sur une turbulence stratifiée. Le résultat diffère de la théorie isotrope par un exposant plus faible de l'influence de la longueur d'onde, ce qui s'explique aisément par le passage d'un modèle volumique à un modèle plan et, surtout, ce qui correspond mieux aux résultats expérimentaux.

Un peu plus tard, un tube électronique nouveau, le « carcinotron » est mis au point par un service du laboratoire de la Thomson à Corbeville, que dirige Jean-Claude Simon. Ce tube permet un large balayage en fréquences et nous en profitons pour monter une expérience montrant que la dépendance en longueur d'onde est bien celle de notre théorie.

Je trouve à ce travail orienté vers la recherche d'une interprétation théorique de résultats expérimentaux un intérêt passionnant. L'esprit est tout entier pris par la recherche créative et je comprends comme on peut se passionner pour la recherche scientifique, surtout quand la réflexion collective devient productive. Mais il y faut une grande liberté d'esprit et c'est l'intérêt du CNET d'alors de laisser cette liberté à ses chercheurs.

Bientôt, l'occasion se présente d'étudier la propagation sous d'autres climats. Le Bureau d'étude des postes et télécommunications d'Outre-mer, en la personne de son directeur, Jacques Dreyfus, a eu connaissance de nos travaux, à l'occasion d'une conférence que m'a demandée la Société française d'électricité et de radioélectricité. C'est un homme de relation et d'abord très agréables, qui a pris conscience qu'un emploi de cette technique était peut-être possible pour des liaisons longues à faible capacité, comme il s'en présente dans les pays africains. Il s'adresse alors à nous pour nous proposer de commencer par l'étude du tronçon Douala-Yaoundé au Cameroun, un trajet situé au dessus de la forêt équatoriale et climatiquement fort différent de la Méditerranée. Le Cameroun fait alors partie de l'Union française et les télécommunications sont dirigés par des ingénieurs français. L'installation



d'une liaison de brousse n'est pas chose facile et le climat africain n'est familier à aucun de nous. Avec l'aide du BEPTOM et des PTT camerounais, nous réussissons, L. Boithias surtout, avec les techniciens Faure et Foudral qui s'accoutument à la « brousse », à faire fonctionner pendant plusieurs mois une liaison qui nous apporte des informations inédites sur l'influence du climat équatorial.

Devant ce succès qui ouvre des perspectives d'application, le BEPTOM, puis les PTT belges et les PTT d'Afrique du nord nous demandent d'étudier de nouvelles liaisons, ce qui nous donne l'occasion d'expérimenter d'autres situations climatiques. Reçoivent successivement notre visite, pour des études plus ou moins poussées, la Côte d'Ivoire, le Sénégal, la Guinée, le Togo en Afrique tropicale, le Congo, le Gabon, l'Oubangui qui deviendra la République centrafricaine et même le Congo belge, y compris le Katanga, en Afrique équatoriale. Plus tard, en Algérie, les rêves gouvernementaux d'un développement économique, malgré la guerre d'indépendance, conduisent à des projets assez irréalistes et on nous demande d'étudier des liaisons entre les oasis du sud, ce qui nous vaut un parcours aérien passionnant sur tout le sud algérien, grâce à l'appui du commandant Pluchard qui représente le CNET à Alger. Ensuite, le Maroc et la Mauritanie élargiront notre expérience en climat saharien. Toutes ces études nous permettent de compléter notre apport théorique par une description unique d'effets climatiques diversifiés.

En même temps, la demande conduit à réaliser des matériels opérationnels en vue d'installer des liaisons réelles. De chercheurs, nous redeviendons ingénieurs et définissons, avec les industriels, les caractéristiques techniques des équipements à réaliser, y compris les grandes antennes parabolique, doublées pour la diversité, qui doivent les accompagner. Un premier « faisceau hertzien transhorizon » est établi par la société Thomson entre Oran et Colomb-Béchar, où se préparent les expériences nucléaires françaises. Son inauguration, en 1960, est l'occasion d'un mémorable méchoui à Gardhaya.

De premières publications conduisent à faire connaître l'équipe de propagation troposphérique du CNET et des contacts sont établis avec les équipes étrangères qui travaillent sur le même sujet. C'est le cas notamment des Britanniques au laboratoire de Slough, près de Windsor, avec R. Saxton, et des américains au National Bureau of Standards de Boulder dans le Colorado, avec Bill Gordon.

Satisfaits de nos premiers résultats, nous décidons de monter à Paris, en 1955 dans le cadre de la Société française d'électricité et de radioélectricité,

un premier colloque international sur la propagation radioélectrique, et je suis chargé de son organisation. Le colloque est un succès par la qualité des intervenants et par le nombre des participants venant de partout, y compris de l'Europe de l'est que la guerre froide n'a pas encore isolée. Sous la présidence de Louis de Broglie, le professeur Fock de Leningrad, le chercheur Piotr Beckman de Prague, qui deviendra un ami, et bon nombre d'américains, à commencer par Bill Gordon, qui deviendra un familier du CNET, honorent le colloque de leur présence. Ces contacts nous permettent en particulier de maintenir, pendant quelque temps encore, des relations scientifiques avec des chercheurs d'Union soviétique, de Tchécoslovaquie et de Hongrie, avant la glaciation durable de la guerre froide.

En 1956, l'Union radio-scientifique internationale, une des grandes Unions scientifiques de l'ONU, tient son congrès à Boulder, au Colorado, et c'est l'occasion de montrer l'ensemble de nos travaux théoriques et expérimentaux, qui nous valent une bonne réputation dans le milieu des radioélectriciens. Nous sommes reçus dans de nombreux laboratoires américains où les discussions sont toujours passionnantes.

Pourtant, en 1958, le lancement par les Soviétiques du premier « *sputnik* » ouvre une possibilité nouvelle pour les liaisons radioélectriques à grande distance, par voie spatiale, et les faisceaux hertziens transhorizon ne connaîtront des applications que dans des cas limités. Peu des projets étudiés verront le jour. Il en reste cependant les liaisons de l'OTAN, dont on aperçoit encore aujourd'hui les antennes en traversant la Beauce, ou la liaison France-Portugal à partir des Pyrénées, qui permet de court-circuiter l'Espagne, plus diverses liaisons installées dans les pays dits en voie de développement.

Cette décennie d'études de propagation a été très riche. Elle m'a fait passer de l'expérience à la théorie et à la pratique ; elle m'a permis d'exercer les métiers de chercheur et d'ingénieur ; elle m'a fait connaître un monde de spécialistes internationaux riches en qualités humaines. Aussi, je décide d'écrire tout cet acquis et publie, en 1961, *Propagation troposphérique et faisceaux hertziens transhorizon*, et j'y ajoute *Télécommunications par satellites*, pour être à jour. Le livre fera longtemps autorité en matière de propagation transhorizon (3).

En fait, ce livre est un testament. La naissance de l'espace comme champ d'expérience nouveau m'attire irrésistiblement.

(1). G. Goudet, intervention au *Cinquantenaire du CNET*, La Villette, 1995.

(2). H. Booker et W. Gordon, *Out-line of a theory of radio scattering in the troposphere*, Jour. of geophys. research 55, sept. 1950.

(3). F. du Castel, *Propagation troposphérique et faisceaux hertziens transhorizon, Télécommunications par satellites*, Paris, éd. Chiron, Collection technique et scientifique du CNET, 1961.

## La recherche spatiale

Le lancement du premier objet mis sur une orbite assez basse, à quelques centaines de kilomètres de la terre, apporte, comme toute innovation, son lot de problèmes nouveaux. Les uns sont techniques : les fusées, les satellites, le choix des orbites, la mise sur orbite, la télécommande, etc. D'autres problèmes concernent les applications possibles, et notamment les télécommunications qui voient d'emblée les possibilités ouvertes. D'autres encore sont posés par le milieu spatial : l'environnement de la terre est à peu près inconnu, dès qu'on sort de l'atmosphère assez basse, et, si l'on sait bien qu'il est le lieu des interactions entre le soleil et la terre, on connaît peu de choses sur ces phénomènes, comme sur les « objets » qui peuplent l'espace interplanétaire. Une meilleure connaissance de ce milieu nouveau apparaît vite nécessaire, ne serait-ce que pour ses incidences possibles sur les satellites artificiels.

Le gouvernement français réagit assez vite au lancement soviétique, en créant un programme puis une structure nouveaux. De son côté, la direction du CNET comprend que les télécommunications sont un domaine d'application potentiel important de l'espace et, sans tarder, elle regroupe des forces dans deux nouveaux départements. Le premier, faisant suite à un service antérieur qui avait tenté, sous la direction assez aventureuse de P. Blassel et sans le soutien réel de la direction du CNET, de développer des fusées, est chargé de dominer les techniques spatiales, avec la perspective de définir dès que possible un premier satellite. Se succéderont à sa tête Christian Fayard, Denis Varloot, Guy Malléus, Jean Arnould, qui porteront le CNET à un niveau de compétence internationale, avant d'être aspirés par la Direction générale. Le premier satellite français sera conçu, techniquement, dans ces laboratoires.

Le second département est chargé d'assurer une présence dans l'étude du milieu spatial. Préparée par les études de propagation, troposphérique et ionosphérique, une compétence peut être assurée rapidement dans ce domaine, où peu de labos universitaires ont été actifs. Jean Voge est toujours à la direction du CNET, Lucien Boithias préfère continuer à travailler sur les faisceaux hertziens troposphériques avec Pierre Misme et avec Jean Battesti, un nouvel arrivant venant de l'Outremer. Il reste André



Spizzichino et moi-même qui rejoignons le département de recherche spatiale, placé sous la responsabilité de Michel Reyssat. Celui-ci est un ingénieur venu du service des antennes du fort d'Issy, où il travaillait avec le colonel Revirieux, un fana des « radioamateurs ». Malgré un handicap verbal, Reyssat a l'autorité d'un grand technicien ; il est en même temps un compagnon agréable, avec qui je cohabiterai pendant plusieurs années.

Le département est complété par une équipe technique venue de la propagation radio et aussi du fort du Mont Valérien, où existait un service travaillant sur les radars. Le tout représente une compétence technique certaine et une volonté scientifique non moindre. La vocation initiale interministérielle du CNET est encore présente dans ces rapprochements, même si, par la suite, les militaires souhaiteront s'émanciper de la tutelle des PTT, et ne demeureront que symboliquement par la présence d'un adjoint militaire auprès du directeur du CNET.

Mais il apparaît vite qu'une crédibilité scientifique dans ce domaine nouveau nécessite un label universitaire. « L'Année géophysique internationale », destinée à profiter de la période de « soleil agité » de 1957-59 pour une coordination d'observations mondiales, a intéressé le CNET pour les études ionosphériques et il en est né un rapprochement avec le CNRS qui pilote l'AGI en France. Ce rapprochement va permettre l'installation, en 1961, dans les locaux du CNET à Issy (à vrai dire dans une baraque hissée sur un toit), d'un labo du CNRS, le Groupe de recherche ionosphérique. Le GRI sera dirigé successivement par André Lebeau, qui ajoute à sa compétence scientifique de normalien et à son expérience d'un hivernage en Terre Adélie une grande civilité, et par James Hiéblot, autre normalien formé aux côtés de Yves Rocard à la direction des recherches de l'Ecole normale, qui cache sous un abord plus rude une non moins grande conscience professionnelle. Du point de vue du CNET, le GRI est placé avec le département propre du CNET, dans un groupement dirigé par Marcel Thué, un ingénieur venant des faisceaux hertziens et une mine de connaissances techniques, avec qui il a toujours été agréable de travailler.

La recherche spatiale de l'équipe CNET-CNRS devient vite une des meilleures de l'hexagone. Une pléiade de chercheurs talentueux lui apporté sa compétence et ses capacités innovatrices. Parmi les meilleurs, je citerai volontiers, du côté CNET, Michel Petit, brillant ingénieur des télécoms, qui recevra l'apport de Philippe Waldteufel, un X-recherche très futé, et Guy Vasseur, un autre X-recherche, non moins brillant, André Spizzichino, qui vient de la propagation, et forme avec Isaac Revah, un groupe très actif. Du côté du CNRS, Roger Gendrin, un brillant normalien, représente une force

de frappe scientifique remarquable, Owen Storey, un gallois ouvert mais très flegmatique, apporte la connaissance qu'il a acquises aux Etats-Unis, Jean-Jacques Berthelier, un polytechnicien plus jeune, vient ultérieurement compléter l'équipe des meilleurs. Et j'en oublie bien d'autres.

Mais la recherche n'est pas le fait de quelques individus, aussi brillants soient-ils. Au contraire, l'innovation repose sur le travail souvent ingrat de nombreux chercheurs et techniciens, moins géniaux peut-être, mais travailleurs et obstinés. Il n'en manque pas dans cette double équipe qui va compter une bonne centaine de membres.

Dans celle-ci, je ne cherche pas à jouer un rôle de chercheur proprement dit. Je suis conscient qu'il s'agit, avec l'espace, d'un domaine nouveau, celui des « plasmas », et qu'il me faut choisir entre devenir un spécialiste d'un domaine à découvrir, alors que j'ai vu précédemment la difficulté de percer dans un autre domaine sans doute moins complexe, ou bien tenir le rôle novateur d'animateur d'une recherche dans un secteur où tout, ou presque, est à inventer. Je garderai cependant la responsabilité de quelques expériences qui m'intéressent personnellement, mais je m'occuperai surtout de l'ensemble des activités scientifiques, pour les faire accepter, leur trouver des moyens, assurer leur cohérence, favoriser l'émergence des jeunes chercheurs. Je crois davantage aux labos dont on connaît les chercheurs qu'à ceux dont on ne connaît que le directeur !

En fait, nous formons, avec M. Thué, A. Lebeau, M. Reyssat, une direction homogène qui partage la même conception du rôle que cette équipe peut jouer dans la recherche spatiale. Nous avons une compétence et une base technique fortes autour de la radioélectricité et, à partir de là, nous pouvons développer une politique de recherche cohérente, fondée non plus sur l'étude du milieu pour favoriser la propagation des ondes, mais sur la propagation des ondes pour connaître le milieu.

#### Premiers programmes de recherche

La recherche spatiale se met en place, au niveau national, avec de gros moyens, au sein de la Délégation générale à la recherche scientifique. Un Comité des recherches spatiales y est créé, sous la direction du professeur Pierre Augé, et celui-ci lance en 1960 un appel d'offre aux laboratoires français. L'équipe CNET-CNRS est l'une des rares équipes capables de faire des propositions d'ampleur, mais surtout pour des expériences à partir du sol. D'autres propositions, venant du CNRS et de l'Université, mais aussi du CNET-CNRS, visent des mesures in situ, à partir de fusées. Mais seule en

France la fusée Véronique, encore guidée par fils, est capable de supporter des expériences scientifiques. Par rapport aux fusées, les projets au sol ont l'avantage de la durée dans le temps, mais l'inconvénient de la mesure à distance.

La première proposition CNET-CNRS à partir du sol concerne un radar « météorique », c'est-à-dire prenant pour cible les météores naturels et déduisant de l'analyse des signaux, reçus par réflexion sur les traînées ionisées, à une altitude de la centaine de kilomètres, les caractéristiques du milieu turbulent traversé. C'est une expérience dont la réalisation est de complexité limitée, mais dont l'interprétation engage dans les difficultés des milieux turbulents. A. Spizzichino en prend la responsabilité.

La seconde proposition est plus complexe. Elle repose sur une étude théorique, menée par H. Booker et B. Gordon, les mêmes qu'en propagation troposphérique (1). Les auteurs calculent la puissance rétrodiffusée par une cellule naturellement ionisée de la très haute atmosphère, sous l'effet d'un rayonnement radioélectrique, et montrent que, à partir de l'analyse spectrale du signal reçu, il est possible d'atteindre les paramètres d'ionisation du milieu. Compte tenu des niveaux prévisibles, l'expérience nécessite un équipement sophistiqué. Des premiers systèmes fonctionnent en radar aux Etats-Unis et d'autres projets apparaissent. M. Petit prend la direction de ce projet, dans lequel je m'implique également.

La réflexion engagée sur la possibilité de mener une telle expérience en France repose pour beaucoup sur le coût des antennes. Nous lorgnons sur la grande antenne que nos amis radioastronomes viennent de monter en Sologne, à Nançay. Mais nous savons aussi que ceux-ci ne tolèrent aucune émission radio dans leur voisinage. L'idée est alors émise par O. Storey d'utiliser un modèle « bistatique », où sont séparés émission et réception. Le morceau d'espace étudié est alors défini par l'intersection des faisceaux d'antennes et non, comme en radar, par un temps de propagation. Sur une telle base, Jean-François Denisse, responsable de l'Observatoire de Meudon, accepte l'utilisation de l'antenne de Nançay en réception. C'est ainsi qu'est définie la proposition présentée au Comité de recherches spatiales et en même temps au CNRS et bien entendu au CNET et qui est acceptée, au moins dans son principe.

Pendant que les chercheurs se préoccupent de l'interprétation théorique de l'expérience et des méthodes d'exploitation des signaux reçus, qui seront largement noyés dans le bruit, nous partons plein sud de Nançay à la recherche d'un site d'émission. Nous le trouvons dans le désert calcaire des Causses, à Saint-Santin de Maurs, sur un lieu de pâturage communal,

dont tous les « feux » du hameau sont copropriétaires (ce qui ne facilite pas l'achat d'une enclave !).

Le projet peut dès lors se poursuivre et trouve le soutien de la DGRST, du CNRS et du CNET. En 1965, une première tranche entre en fonctionnement et des résultats sont immédiatement obtenus sur la thermodynamique de la haute atmosphère. Encore faut-il obtenir une reconnaissance internationale de ces travaux, c'est-à-dire une reconnaissance américaine, puisque nous sommes le seul « sondeur à diffusion » existant en dehors de l'influence des Etats-Unis. J'obtiens alors, grâce à Bill Gordon, un rendez-vous avec les responsables américains des sondeurs qui se sont regroupés en un comité scientifique. Je garde un souvenir assez dur de ce premier contact, où les chercheurs américains ne laissent de côté aucun aspect du problème et où il faut apporter une réponse à chaque question. Mais j'en sors avec un accueil chaleureux dans le « club » et dès lors nous travaillerons sur une base internationale. Bill deviendra un familier du CNET où il passera même une année sabbatique.

Autour de M. Petit, les chercheurs Philippe Waldteufel, Guy Vasseur, Pierre Bauer, Michel Carru acquièrent vite une reconnaissance internationale. Le sondeur français fonctionne bien et même évolue, quand les chercheurs prennent conscience des possibilités du système multistatique de détecter les mouvements du milieu. Une nouvelles stations à l'ouest enrichit le dispositif, qui va continuer à fonctionner pendant plusieurs décennies, apportant une moisson de résultats que les progrès de l'informatique permettront de traduire en données scientifiquement utilisables.

Une dizaine d'années plus tard, je recevrai la visite d'un chercheur américain qui s'intéressait aux résultats obtenus par les grands équipements. Dans le cas de Nançay, il montre que les résultats les plus intéressants ont été dus à l'utilisation de l'antenne en sondeur, plus qu'en radioastronomie ! (Je n'ai pas retrouvé cet article).

Ces programmes scientifiques ne font pas oublier aux chercheurs du CNET leur appartenance aux télécommunications. Aussi, lorsque les américains satellisent un gros ballon gonflé, appelé *Echo*, M. Reyssat, avec les moyens du bord et ceux de son ancien labo du Fort d'Issy, réussit à recevoir des signaux réfléchis par le satellite, en même temps que les industriels qui, à la demande du directeur du CNET, ont déployé des moyens considérables pour un même résultat.

A cette époque, Pierre Marzin m'envoie en mission aux Etats-Unis, avec Marcel Thué et un ingénieur de la CGE-Alcatel, pour étudier l'antenne

la mieux adaptée à la réception des satellites de télécommunications qui ne vont pas manquer d'apparaître. Nous faisons le tour de quelques services d'étude et revenons avec la conviction qu'il faut une antenne de type parabolique classique et non la coûteuse antenne en pipe choisie par les Bells Lab. Mais le directeur du CNET s'est engagé dans une coopération avec les Bell et ne nous a pas attendu pour choisir leur solution d'antenne ! Aussi refuserai-je sa proposition de diriger le montage de cette antenne américaine, sur le site que nous sommes allés choisir en hélicoptère avec Pierre Sueur parmi les ajoncs de Pleumeur-Bodou, près de Lannion.

#### Des recherches très variées

A ces premiers programmes en succéderont bien d'autres, alors que la recherche spatiale se structure. Faisant suite au Comité de la DGRST, un organisme spécialisé, le Centre national d'études spatiales, est créé en 1962, avec une direction technique confiée au général Aubinières, un polytechnicien intelligent et sympathique, et une direction scientifique dont est chargé Jean Coulomb, un physicien ouvert et accueillant.

Cette dernière reconnaît des laboratoires comme compétents en recherche spatiale et le groupe CNET-CNRS en fait partie. Elle institue un comité scientifique chargé des programmes, sous la direction de J.-F. Denisse, et j'ai le plaisir d'y être nommé.

Les objectifs principaux des recherches sont alors la compréhension des phénomènes qui prennent place dans l'environnement de la terre. Les premières expériences américaines ont montré la présence de particules chargées dans l'espace proche, les « ceintures de Van Allen ». Mais on ignore encore la structuration de ce milieu dominé par les relations soleil-terre. C'est grâce aux expériences menées alors qu'on comprendra peu à peu les mécanismes et la structure de la « magnétosphère » qui enveloppe la terre et dévie le « vent solaire »..

Parmi les nouveaux programmes qui se développent dès lors, je citerai d'abord le satellite FR1, une proposition de O. Storey sur l'analyse de l'ionosphère à partir du rayonnement d'ondes très longues, qui devient le premier projet de satellite français. Sa préparation scientifique, sous la conduite de son inventeur et de Michel Aubry, et sa réalisation technique, sous la direction de C. Fayard, sont assurées par le CNET, en liaison bien entendu avec le CNES, où Jean-Pierre Causse en assure la responsabilité, et avec la NASA. Le lancement a lieu en Californie en 1965.



Des expériences en fusées sont aussi montées, utilisant de nouveaux engins français tirés des Landes, du Sahara ou des Terres australes et antarctiques françaises, sous la responsabilité scientifique de R. Gendrin ou en collaboration avec le laboratoire de Jacques Blamont, ou bien montées sur des engins américains, en liaison avec le laboratoire d'Etienne Vassy, ou encore menées avec des fusées soviétiques, avec notamment un nouveau chercheur du CNET, Alain Giraud, dans le cadre de la collaboration spatiale établie entre la France et l'URSS.

Des programmes au sol continuent à compléter les projets in situ. Les projets conduits dans les hautes latitudes sont particulièrement intéressants, parce que les pôles magnétiques, proches des pôles géographiques, sont un lieu privilégié d'entrée du « vent solaire » jusqu'au voisinage de la terre. Une orientation nouvelle conduit à s'intéresser à la « conjugaison magnétique », c'est-à-dire aux deux extrémités d'une même ligne de force du champ magnétique terrestre qui peuvent « piéger » des particules chargées. Il se trouve que les Iles Kerguelen sont conjuguées de la région d'Arkhangelsk et une collaboration est développée par R. Gendrin avec l'équipe de géophysiciens soviétiques dirigés par Valeria Troitskaïa. Celle-ci est une femme charmante et cultivée, parlant un excellent français et qu'il est très agréable de recevoir à Paris. Elle m'appendra beaucoup par son regard critique sur son pays. Son assistant Micha Gochberg est un joyeux drille, pionnier du vol en deltaplane et champion de ski, qui me fera voler dans les collines des bords de Seine ou découvrir le Moscou caché.

Bien d'autres programmes sont alors mis en oeuvre et, parmi eux, il en est trois où je m'implique particulièrement : le projet de satellite *Roseau*, les « Années du soleil calme » et le sondeur polaire à diffusion *Eiscat*.

La coopération spatiale franco-soviétique s'est développée malgré la « guerre froide », devant la volonté française de ne pas dépendre uniquement des Américains pour la conquête spatiale, en attendant de disposer de ses propres lanceurs. Ainsi naît l'idée d'un satellite scientifique français qui serait lancé par une fusée soviétique.

Des projets sont proposés au CNES qui retient cinq expériences et me demande, en 1967, d'en assurer la coordination scientifique. Les expériences retenues proviennent du CNET-CNRS, où M. Petit a proposé un sondage à diffusion par le haut et R. Gendrin une étude de la magnétosphère, de l'observatoire de Meudon, où Jean-Louis Steinberg a défini une expérience de radioastronomie solaire, de l'Université de Toulouse, où Jean-Pierre Cambou s'est intéressé aux particules solaires, et du CEA, où Jacques Labeyrie vise une étude du rayonnement « gamma ». Sur une idée de Jean Arnould,

qui a pris la direction du département des techniques spatiales au CNET, nous concevons une « charge utile » qui regroupe les expériences autour d'un ordinateur embarqué, ce qui n'a encore jamais été fait à cette époque. Nous trouvons un nom au satellite, *Roseau*, en pensant aux longues antennes et aussi à Pascal.

Commence alors la phase de préparation des matériels devant être embarqués, avec le double souci d'une place et d'un poids limités et d'un respect de l'environnement des autres expériences. Il s'y ajoute la définition des interfaces avec la partie technique, placée sous la responsabilité du CNES, et le dialogue entre techniciens n'est pas toujours facile. Il se pose surtout, au cours de voyages réguliers en URSS, les problèmes de définition de l'interface avec la tête de la fusée, ce qui est d'autant plus compliqué qu'une méfiance certaine anime les responsables soviétiques derrière leur abord plein d'aménité. Vaille que vaille, les travaux progressent pendant deux années, jusqu'à ce que, en raison de compressions budgétaires (4), le CNES décide en 1969 d'arrêter le projet ! C'est une grosse déception pour tous les participants à ce programme ambitieux et novateur, à commencer par moi-même. Heureusement certaines expériences pourront être récupérées sur d'autres satellites ou lancées en fusées, mais le système informatique original de gestion de l'ensemble ne verra pas le jour.

Un autre projet prendra place dans les programmes d'alors du CNRS, celui des « Années du soleil calme ». Après l'Année géophysique internationale, qui avait étudié en 1957-59 l'environnement terrestre dans une situation solaire particulièrement active, il semblait intéressant de reprendre les études dans l'environnement solaire calme qui caractérisait la fin des années 1960 et en profitant des nouvelles techniques disponibles. J'étais alors membre de la section d'Astronomie et géophysique du Comité national de la recherche scientifique, organisme du CNRS chargé de proposer la gestion scientifique d'une discipline et d'assurer la gestion de ses chercheurs, et celle-ci m'avait élu à sa présidence. La section fit accepter le projet par la direction du CNRS et parmi les propositions présentées, je me trouve concerné par une expérience de conjugaison magnétique à plus basse latitude, entre le sud de la France et la côte australe de l'Afrique du sud. Je dois assurer la coordination de plusieurs expérimentations, l'une venant du GRI et concernant des sondages ionosphériques simultanés, sous la responsabilité de Charlie Tæb, une autre proposée par le CNET et vérifiant l'existence d'une propagation des ondes radioélectriques « guidées » par le champ magnétique, sous ma responsabilité, une troisième proprement magnétique que conduit Bernard Schlich de l'Institut de physique du globe,

une dernière concernant les ondes de très grandes longueurs sous la responsabilité de Jean Delloue de l'Ecole normale supérieure.

Un contact est pris avec les géophysiciens d'Afrique du sud, un pays qui n'est heureusement pas encore entré en « apartheid », mais où les tensions raciales sont déjà sensibles, et une expédition est montée avec eux pour installer notre matériel dans un observatoire situé à une centaine de kilomètres à l'est du Cap. A quatre, chercheurs et techniciens, nous montons non sans difficultés toutes ces « manips » qui vont tourner pendant plusieurs mois sous la surveillance de techniciens français.

Dans le cadre du même programme global, j'aurais l'opportunité de participer à une expérience en vol aérien. A l'occasion d'une éclipse de soleil sur l'Afrique, le CNET propose un sondage de l'ionosphère équatorial, en suivant l'éclipse en avion, sous la responsabilité de Guy Vasseur et Paul Vila. Nous trouvons, à l'Institut géographique national de Creil, des avions où, chose rare, les responsables acceptent d'installer des expériences et, après avoir positionné une station fixe à Ouagadougou, le vol peut avoir lieu lors de l'éclipse de 1970.

Un troisième projet, où je suis particulièrement impliqué, est celui d'un sondeur à diffusion en région polaire. Les régions de haute latitude sont les lieux privilégiés d'observation des relations soleil-terre qui, pour la plupart, subissent l'influence du champ magnétique terrestre, lui-même déformé par le « vent solaire », mais aboutissant aux pôles magnétiques proches des pôles géographique. L'Europe bénéficie d'une situation privilégiée, grâce au *gulf stream*, pour accéder à ces latitudes par la Scandinavie. Conscients des possibilités des sondeurs à diffusion, nous imaginons la moisson d'informations qu'il serait possible de récolter avec un sondeur polaire.

Nous en parlons à des collègues américains qui s'enthousiasment pour le projet, mais ne voient pas comment y participer financièrement. Je trouve un accueil beaucoup plus concret chez les géophysiciens allemands, G. Haerendel notamment, et une écoute assez attentive chez les britanniques, W. Beynon en particulier. Quant aux pays scandinaves et finnois, je vais contacter les labos nordiques, T. Hagfors à Tromsø, B. Hultquist à Kiruna et O. Ranta à Rovaniemi. Ils sont tout disponibles, mais ne peuvent prétendre participer fortement à l'investissement. Tous ces contacts nous paraissent cependant suffisamment positifs pour que nous décidions de rédiger un projet.

Un séminaire réunit en Forêt noire tous les scientifiques européens et américains concernés et nous aboutissons, en une semaine, à un projet assez



complet, y compris dans l'estimation de l'investissement et du fonctionnement (2). Le projet est tristatique, avec un pied dans chacun des labos nordiques, tout en conservant en même temps les possibilités d'un fonctionnement en radar. Nous avons même trouvé un directeur, en la personne d'un scientifique norvégien, Tor Hagfors, arrivant des labos de Boston, et un nom de baptême porteur, *Eiscat*.

Il reste à trouver le financement ! Chacun se lance dans la consultation de ses autorités nationales. En jouant, en France, sur le doublon CNRS-CNET, j'obtiens sans trop de peine des promesses intéressantes et, finalement, en mettant en commun les possibilités de tous les pays concernés, l'accueil est assez positif pour un grand projet européen. *Eiscat* verra le jour quelques années plus tard et apportera une moisson de données nouvelles dont profiteront tous les chercheurs. Le succès sera tel que, en 1998, une extension aura lieu encore plus haut en latitude, avec un quatrième pied dans le Spitzberg.

Je quitterai la recherche spatiale en 1970, en même temps que mes responsabilités auprès du CNRS, pour une position à la direction scientifique du CNET qui vient d'être créée par son directeur Jacques Dondoux. En m'éloignant de cette aventure qui fut exaltante à plus d'un titre, je suis conduit à réfléchir à ses résultats et, en particulier, à la justification du support d'une telle activité essentiellement scientifique par un centre de recherche technique comme le CNET. Si les premiers sont certains, comme le montre la réputation acquise internationalement, la seconde paraît moins évidente à un esprit étranger à la recherche.

Dans une publication d'alors (3), je montre combien la recherche scientifique telle que nous l'avons voulue, c'est-à-dire s'appuyant sur les compétences acquises au CNET pour explorer un domaine nouveau, a exercé un effet novateur dans plusieurs domaines d'activités, parce que sa nature même pose des problèmes plus avancés que la recherche technique. J'en trouve des illustrations dans le domaine des logiciels particulièrement ou dans celui des contraintes d'environnement ou de fiabilité. Je dois ici rendre hommage aux directeurs successifs du CNET, Pierre Marzin, Louis-Joseph Libois et Jacques Dondoux, pour avoir compris cette importance de mêler activités scientifiques et activités techniques dans un même ensemble, l'une et l'autre se fortifiant mutuellement. Leur séparation conduit au contraire à une certaine stérilité, comme l'a montré par exemple l'idée bureaucratique des Soviétiques d'installer un centre de recherche scientifique

en Sibérie loin de bases techniques ou industrielles. Mais l'avenir montrera qu'il est malheureusement bien difficile de tirer des leçons de l'histoire.

- (1). H. Booker et J. Gordon, *Incoherent scattering in the high atmosphere*, J. of Geophys. Research, 1960
- (2). \*\*\*, *A European incoherent scatter facility in the auroral zone*, brochure, juin 1974.
- (3). F. du Castel, *Dix années de recherche spatiale*, L'écho des recherches, 1970.
- (4). Et peut-être l'intervention de directeurs quelque peu malmenés en mai 1968 et constatant la présence d'acteurs des événements dans le projet *Roseau*.

*(à suivre dans le prochain Supplément)*



## Note de lecture

### *L'imaginaire d'Internet*

Patrice Flichy

Ed. La Découverte, 2001

par Michel Atten

Le développement d'Internet, comme toute grande innovation sociale, technique, technologique ou toute découverte ou avancée scientifique, voit de façon concomitante émerger une floraison de discours et récits. C'est à l'analyse de ces textes que Patrice Flichy consacre son livre.

Laissant de côté les interventions dites technophiles (produites ceux qui prennent à la lettre leur admiration pour avancer leurs espérances d'un Internet source de solution aux maux contemporains – de la crise de l'école à celle de la démocratie –) et celles qualifiées de technophobes (qui font de l'Internet une menace pour la culture, la liberté, voire la civilisation), les deux séries relevant davantage d'interventions récentes et de jugements normatifs, P. Flichy s'attache à des textes, des récits, des débats plus anciens et directement corrélés, voire précédant la construction des innovations technologiques ou l'invention des usages. Son objectif est donc de penser ces discours comme participant au processus d'innovation, comme une de ses composantes, comme traduisant un imaginaire d'une technique. En bref, « essayer d'expliquer comment une société est en train de basculer dans un nouveau domaine technique ».

S'appuyant et reprenant à son compte des concepts élaborés et inter-corrélés par Paul Ricoeur à propos de la pensée politique du XIX<sup>ème</sup> siècle – mythe, utopie et idéologie –, P. Flichy propose de distinguer trois phases dans un processus continu. En premier lieu, celle produite par la dimension subversive de l'utopie, qui explore les possibles, à travers la multiplication des projets plus ou moins juxtaposés ou opposés. Leur tenants appartiennent à des mondes sociaux différents, voire disjoints qui, parfois mais pas toujours, se rencontrent et échangent.

En un second temps, les modèles imaginés et ébauchés se transforment (ou pas) en projets : phase de confrontation des possibles aux réalisables, d'expérimentation, de maquettage comme disent les ingénieurs, aussi bien sous forme de dispositifs que de forme d'échanges, d'usages. Et le fait que la part du logiciel dans Internet soit grande contribue, assure l'auteur, à la duplication et à la circulation accélérée de l'innovation, permettant de « voir » pour ainsi dire, l'interaction conception-usage, souvent difficilement saisissable. Une deuxième phase qui assure un tri radical entre pure fantasmagorie et utopie-projet en devenir. Cette interaction entre concepteurs et usagers conduit donc à l'introduction de nouveaux acteurs et, par là-même de nouveaux mondes sociaux qui produisent un déplacement du discours utopique.

On entre dès lors dans une troisième phase, par un nouveau déplacement : l'expérience réussie est valorisée, reprise et popularisée : actions qui ont pour effet de la détacher du contexte social initial qui l'a produite, ce que R. Barthes qualifie de mythe et qui, en retour, transforme l'utopie en idéologie : oublieuse de ce qui pourrait la gêner, rejetant les pistes alternatives, l'idéologie technicienne débouche sur une solidification d'un nouveau système technique, rendue possible par la mobilisation des acteurs, concepteurs et usagers, industriels et opérateurs, afin d'asseoir la légitimité du nouveau système.

P. Flichy se propose alors de mettre en œuvre ces outils en analysant deux séries de textes. La première est choisie parmi la production d'universitaires, spécialistes ou non d'informatique et considérés comme les pères des autoroutes de l'information, d'Internet et de la réalité virtuelle. La seconde série est tirée d'articles publiés par la plus grande et plus célèbre revue « branchée » des nouvelles technologies des années 1990, *Wired*, auxquels sont joints des livres des mêmes gourous et une sélection de grands *news* américains (*Time*, *Newsweek* et *Business Week*).

D'un tel choix découlent les chapitres des deux parties du livre : dans la première, portant essentiellement sur des textes produits entre 1960 et le début des années 1990, sont exposés l'utopie (fantasmagorique ?) des autoroutes de l'information, la construction d'Internet comme idéal de la communauté scientifique, le rôle des « communautés », ou la production d'un autre imaginaire et enfin, le basculement du mythe d'Internet à la nouvelle utopie du cyber-espace ; dans la seconde, centrée sur les années 1990, est tracée la genèse de bon nombre des notions dominantes aujourd'hui – du nouvel âge de la communication aux rapports entre corps et virtuel, en passant par la fin du politique et la nouvelle économie – à

partir des articles du corpus analysé et considéré comme source essentielle de ces imaginaires.

L'approche de P. Flichy, de par son positionnement initial, est féconde. La seule façon d'être attentif aux effets d'après-coup, aux visions *a posteriori*, est de chercher les sources, de suivre les trajectoires initiales des divers acteurs, des différents représentants de mondes sociaux souvent disjoints. Et de ce point de vue, l'examen d'une série de mondes, qu'ils soient directement politiques ou communautaires, qu'ils relèvent des arts ou des lettres, des milieux techniques ou technologiques souligne la richesse et l'étendue des parties en présence dans un tel phénomène d'innovation, la multiplicité des initiatives, la multiplication des réseaux et usages disparates, « locaux » quoique pouvant connecter des utilisateurs distant de milliers de kilomètres.

Nous terminerons cette revue par trois remarques. La première a trait au choix initial : si l'examen de la seule scène américaine est légitime – on ne peut pas tout examiner en même temps et partout –, il nous paraît évident que le phénomène Internet ne peut être réduit à une seule aire géographique comme une lecture rapide pourrait le laisser penser. Sans mésestimer ni la puissance de ce pays, ni le leadership de son industrie informatique, ni sa puissance de recherche, ni le dynamisme de ses contrées avancées, californienne et autres, il est possible, pratiquement à chaque étape, de voir des interactions, souvent très importantes, avec bien d'autres contrées du monde. A titre d'exemple parmi d'autres ( J. Abbate en donne un exemple, britannique, à propos du mode paquet ), la Journée d'études organisée en décembre 2000 par l'AHTI (sous presse) a souligné de façon claire le rôle de l'expérience française baptisée Cyclades dans l'élaboration américaine du protocole TCP/IP. Le débat n'est pas ici idéologique mais d'observation. La lunette employée par P. Flichy lui donne une image ample, riche, mais il faut savoir qu'avec un autre instrument, les images seraient bien différentes.

Notre seconde remarque sera d'ordre méthodologique. Si nous sommes d'accord avec l'auteur et avec Paul Ricoeur pour ne pas opposer utopie ou idéologie, comme manifestation de l'imaginaire, au réel, à la réalité ou aux « faits » qui sont toujours construits, il nous semble qu'il manque une autre confrontation qui est celle des discours, des récits et des faire et savoir-faire. Il y a une interaction constante des dires avec l'expérience, la pratique. C'est cette confrontation incessante, quotidienne qui produit des déplacements et de nouveaux discours, de nouveaux

imaginaires. A toute les étapes, il y a une tension entre les idéaux, l'imaginaire et les pratiques effectives.

Enfin, mais le débat n'est pas nouveau, nous avons des difficultés à croire à une construction d'Internet, réseau de réseau à partir d'Arpanet, comme produit de l'idéal de la communauté scientifique simplement « financé » par la DARPA/IPTO. Aux références citées par P. Flichy ( P. Edwards, A. Norberg & J. O'Neil ) il faudrait ajouter, entre autres, le travail important de S. W. Leslie (*The Cold War and American Science* ) sur l'implication « militaires » des équipes universitaires à travers les exemples du MIT et de Stanford, non seulement en budget, mais en orientation des recherches, en classification des travaux, etc., en bref, une analyse fine des pratiques universitaires américaines dans le cadre du complexe militaire-industriel-académique de l'époque de la guerre froide. Au delà des mots ( le réseau « galactique » de J. C. R. Licklider flaire bon la guerre des étoiles ), la fin des années 1960 et le début des années 1970 voient émerger un réseau, Arpanet, conçu et financé par les forces armées américaines pour relier des universités et centres de recherches en contrat avec les militaires et bientôt géré par la DCA, Defense Communication Agency, pour l'ensemble des Forces Armées. Unification donc des systèmes de communications des divers intervenants sur un champ de bataille, dans un contexte de concurrence systématique entre les diverses composantes de l'Armée américaine utilisant chacun son propre système, incompatible les uns avec les autres parce qu'ils sont produits par des constructeurs informatiques en concurrence, nous paraît un vecteur d'innovation très fort. Que le réseau de la DCA donne lieu à des débordements, à l'immixtion de « civils » par la suite, et à une séparation dans les années 1980, cela est une autre histoire. Et, au delà de ce point, la question centrale nous paraît être la charnière entre multiplication de réseaux (militaires ou civils, universitaires ou commerciaux, locaux, nationaux ou internationaux), chacun rendu possible par l'implication de machines, d'ordinateurs d'un seul constructeur, à la construction d'un réseau de type universel, galactique. Et que, sur ce point encore, les militaires américains soient le fer de lance ne nous étonne guère.

En revanche, si par Internet on désigne la multiplication des usages, la floraison des imaginaires, décrits dans la deuxième moitié du livre de P. Flichy et situés dans la seconde moitié des années 1980 et dans les années 1990, cela est bien le produit des universitaires, artistes, écrivains, ingénieurs-utopistes, en bref de représentants de l'élite de la société civile.

## Table des matières

Présentation, par Michel Atten et François du Castel.....	1
Journée d'étude : <i>L'évolution de la gestion dans les grandes organisations, 1955-75</i> .....	3
La CCMC, première société de service en comptabilité, par Michel Bossard.....	3
L'utilisation du temps réel par la CCMC à la fin des années 1960, par Jacques Planté.....	10
L'évolution de la gestion dans les PTT, 1960-70, par André Darrigrand.....	14
Gestion industrielle d'entreprise dans une administration : la Direction générale des télécommunications, par Michel Feneyrol.....	19
Point de vue syndical sur les réformes de gestion de la DGT dans les années 1960-70, par Pierre Le Morvan.....	29
L'évolution de la gestion dans les industries des télécommunications, 1960-70, par Pierre Chavance.....	34
Compléments .....	39



Communication : <i>Stations terriennes de télécommunication par satellite, 1960-74</i> , par Marcel Thué.....	43
Thèse : <i>L'informatique en France de la deuxième guerre mondiale au plan calcul</i> , par Pierre-Eric Mounier-Kuhn (extraits).....	53
Thèse : <i>Entre informatique et organisation, la construction socio-technique de l'informatisation d'une grande entreprise</i> , par François Hochereau (résumé, 1 <sup>o</sup> partie).....	75
Témoignage : <i>Souvenirs du Centre national d'études des télécommunications</i> , par François du Castel (1 <sup>o</sup> partie).....	99
Note de lecture : <i>L'imaginaire d'Internet</i> , de Patrice Flichy .....	119
Table des matières.....	123