

Bell Laboratoires

Nokia Bell Labs, communément appelé **Bell Labs**, est une société américaine de recherche et développement industriel appartenant à l'entreprise technologique finnoise Nokia. Son siège social est situé à Murray Hill, dans le New Jersey, et l'entreprise exploite plusieurs laboratoires aux États-Unis et dans le monde.



Le siège social de Bell Labs à Murray Hill, dans le New Jersey, en 2012

Ancienne filiale de l'[American Telephone and Telegraph Company](#) (AT&T), les Laboratoires Bell et leurs chercheurs sont reconnus pour le développement de la radioastronomie, du transistor, du laser, de la cellule photovoltaïque, du dispositif à couplage de charge (CCD), de la théorie de l'information, du système d'exploitation Unix et des langages de programmation B, C, C++, S, SNOBOL, AWK, AMPL, entre autres, tout au long du XXe siècle. Onze prix Nobel et cinq prix Turing ont été décernés pour les travaux réalisés aux Laboratoires Bell.

Les Laboratoires Bell trouvent leur origine dans l'organisation complexe du conglomérat téléphonique Bell System.

Le laboratoire a commencé à fonctionner à la fin du XIXe siècle sous le nom de [Western Electric Engineering Department](#), situé au 463 West Street à New York. Après des années de développement d'innovations en télécommunications, le département a été transformé en Bell Telephone Laboratories en 1925 et placé sous la propriété partagée de [Western Electric](#) et de l'[American Telephone and Telegraph Company](#).

Dans les années 1960, le laboratoire et le siège social de l'entreprise ont été transférés à Murray Hill, dans le New Jersey.

Parmi ses anciens élèves figurent de nombreux scientifiques et ingénieurs de renommée mondiale.

[Avec la dissolution du Bell System](#), Bell Labs est devenue une filiale d'AT&T Technologies en 1984, ce qui a entraîné une baisse drastique de son financement. En 1996, AT&T a séparé AT&T Technologies, qui a été rebaptisée Lucent Technologies, en utilisant le site de Murray Hill comme siège social. Bell Laboratories a été scindé, AT&T conservant des parties sous le nom d'AT&T Laboratories. En 2006, Lucent a fusionné avec la société de télécommunications française Alcatel pour former Alcatel-Lucent, qui a été acquise par Nokia en 2016.

Origine et lieux historiques

Les recherches personnelles de Bell après le téléphone.

En 1880, lorsque le gouvernement français décerna à [Alexander Graham Bell](#) le prix Volta de 50 000 francs pour l'invention du téléphone (équivalent à environ 10 000 dollars américains à l'époque, ou environ 340 000 dollars aujourd'hui), il utilisa le prix pour financer le laboratoire Volta (également connu sous le nom de « laboratoire Alexander Graham Bell ») à Washington, DC en collaboration avec Sumner Tainter et le cousin de Bell, Chichester Bell. Le laboratoire était connu sous le nom de Volta Bureau, Bell Carriage House, Bell Laboratory et Volta Laboratory.



Le bâtiment Volta Bureau de Bell datant de 1893 à Washington, DC

Bell se concentrait sur l'analyse, l'enregistrement et la transmission du son. Il consacra les profits considérables du laboratoire à la recherche et à l'éducation, favorisant ainsi la diffusion des connaissances relatives aux personnes sourdes. Cela aboutit à la fondation du Volta Bureau (vers 1887) au domicile de son père, le linguiste Alexander Melville Bell, à Washington. La remise à voitures située au 1527, 35e Rue Nord-Ouest devint leur siège social en 1889.

En 1893, Bell construisit un nouveau bâtiment à proximité, au 1537 35th Street NW, spécialement pour abriter le laboratoire. Ce bâtiment fut déclaré monument historique national en 1972.

Après l'invention du téléphone, Bell a conservé un rôle relativement distant au sein du système Bell dans son ensemble, mais a continué à poursuivre ses propres intérêts de recherche personnels.

Antécédent précoce

La [Bell Patent Association](#) a été fondée par Alexander Graham Bell, [Thomas Sanders](#) et [Gardiner Hubbard](#) lors du dépôt des premiers brevets pour le téléphone en 1876.

La Bell Telephone Company, première compagnie de téléphone, fut fondée un an plus tard. Elle fut ensuite intégrée à l'American Bell Telephone Company. En 1884, l'American Bell Telephone Company crée le département mécanique à partir du département électrique et des brevets formé un an plus tôt. L'American Telephone and Telegraph Company et sa propre filiale ont pris le contrôle d'American Bell et du Bell System en 1899.

American Bell détenait une participation majoritaire dans [Western Electric](#) (qui était la branche de fabrication de l'entreprise) tandis qu'AT&T effectuait des recherches sur les fournisseurs de services.

Changements d'organisation formelle et de localisation



Le bâtiment des laboratoires Bell , construit au 463 West Street à New York en 1925

En 1896, Western Electric acheta une propriété au 463 West Street pour centraliser les fabricants et les ingénieurs qui fournissaient à AT&T des technologies telles que des téléphones, des commutateurs téléphoniques et des équipements de transmission.

Au début du XXe siècle, plusieurs laboratoires d'importance historique furent créés. En 1915, les premières transmissions radio furent réalisées depuis une cabane à Montauk, Long Island . La même année, des tests furent effectués sur le premier radiotéléphone transocéanique dans une maison du comté d'Arlington, en Virginie . Un laboratoire de réception radio fut établi en 1919 dans le quartier de Cliffwood , dans le canton d'Aberdeen, dans le New Jersey . De plus, en 1919, un site d'études de transmission fut établi à Phoenixville, en Pennsylvanie , où fut construite, en 1929, la ligne coaxiale destinée aux premiers tests de transmission longue distance à différentes fréquences.

Le 1er janvier 1925, Bell Telephone Laboratories, Inc. fut créée afin de consolider les activités de développement et de recherche dans le domaine des communications et des sciences connexes du système Bell.

La propriété fut partagée à parts égales entre Western Electric et AT&T. La nouvelle entreprise comptait 3 600 ingénieurs, scientifiques et employés de soutien. Ses 37 000 m² (400 000 pieds carrés) furent agrandis par la construction d'un nouveau bâtiment occupant environ un quart de pâté de maisons.

Le premier président du conseil d'administration fut [John J. Carty](#) , vice-président d'AT&T, et le premier président fut Frank B. Jewett , également membre du conseil d'administration, qui y resta jusqu'en 1940. Les opérations étaient dirigées par EB Craft, vice-président exécutif et ancien ingénieur en chef chez Western Electric.

Au début des années 1920, quelques installations extérieures et des installations de développement de communications radio furent aménagées.

En 1925, des parcelles d'essai furent établies à Gulfport, dans le Mississippi , où de nombreux échantillons de poteaux téléphoniques furent installés pour la préservation du bois. Sur le site de Deal, dans le New Jersey , des travaux furent menés sur la radiotéléphonie navire-terre.

En 1926, dans le quartier de Whippany , dans le canton de Hanover, dans le New Jersey , un terrain fut acquis et aménagé pour le développement d'un émetteur de radiodiffusion de 50 kilowatts.

En 1931, Whippany s'agrandit de 30 hectares provenant d'une propriété voisine.

En 1928, un terrain de 6,1 hectares fut loué à Chester, dans le canton de Chester, dans le New Jersey , pour des essais en extérieur, mais l'installation devint inadaptée à ces fins.

En 1930, le site de Chester nécessita l'achat de 34 hectares supplémentaires pour un nouveau laboratoire de développement de plantes en extérieur. Avant la création de Chester, une parcelle d'essai similaire à celle de Gulfport fut installée à Limon, dans le Colorado , en 1929. Les trois parcelles d'essai de Gulfport, Limon et Chester étaient des installations extérieures destinées à l'application de produits de préservation et à la prolongation de l'utilisation des poteaux téléphoniques.

De plus, en 1929, les laboratoires Deal furent agrandis pour atteindre 84 hectares (208 acres). Cette extension permit d'accroître les capacités d'étude des transmissions radio.

Au début des années 1930, trois installations furent créées, dédiées aux expériences de radiocommunications et aux tests chimiques.

En 1939, le laboratoire de chimie de Summit, dans le New Jersey , était installé depuis près de dix ans dans un bâtiment de trois étages. Il menait des expériences sur la corrosion, utilisant divers fongicides pour tester des câbles, des composants métalliques et du bois.

En 1929, un terrain fut acheté dans le canton de Holmdel, dans le New Jersey , pour y installer un laboratoire de réception radio afin de remplacer le site de Cliffwood , en activité depuis 1919.

En 1930, le site de Cliffwood cessa ses activités avec la création de Holmdel.

En 1930, un site fut créé dans le canton de Mendham, dans le New Jersey , afin de poursuivre le développement de récepteurs radio plus loin du site de Whippany et d'éliminer les interférences des émetteurs de ce site.

Le site de Mendham travaillait sur des équipements de communication et des récepteurs de radiodiffusion. Ces appareils étaient utilisés par les services de la marine, de l'aviation et de la police. Le site réalisait également des mesures de fréquence de précision, des mesures d'intensité de champ et des analyses d'interférences radio.

Au début des années 1940, les ingénieurs et scientifiques des Bell Labs ont commencé à déménager vers d'autres endroits, loin de la congestion et des distractions environnementales de la ville de New York, et en 1967, le siège social des Bell Laboratories a été officiellement transféré à Murray Hill, dans le New Jersey .

Parmi les derniers sites des Laboratoires Bell dans le New Jersey figuraient Holmdel Township , Crawford Hill , le site d'essais de Deal , Freehold , Lincroft , Long Branch , Middletown , Neptune Township , Princeton , Piscataway , Red Bank , Chester Township et Whippany . Parmi ceux-ci, Murray Hill et Crawford Hill existent toujours (les sites de Piscataway et Red Bank ont été transférés et sont maintenant exploités par Telcordia Technologies et le site de Whippany a été acheté par Bayer).

Le plus grand groupe de personnes de l'entreprise se trouvait dans l'Illinois , à Naperville - Lisle , dans la région de Chicago, qui comptait la plus forte concentration d'employés (environ 11 000) avant 2001. Il y avait également des groupes d'employés à Indianapolis (Indiana), Columbus (Ohio) , North Andover (Massachusetts) , Allentown (Pennsylvanie) , Reading (Pennsylvanie) et Breinigsville (Pennsylvanie) , Burlington (Caroline du Nord) (années 1950-1970, puis transféré à Greensboro dans les années 1980) et Westminster (Colorado) . Depuis 2001, de nombreux anciens sites ont été réduits ou fermés.

L'ancien complexe Bell Labs Holmdel , situé à environ 20 miles au sud de New York, dans le New Jersey

Le laboratoire de recherche et développement Bell de Holmdel , une structure de 180 000 m² (1 900 000 pieds carrés) située sur un terrain de 191 ha (473 acres), a fermé ses portes en 2007. Ce bâtiment en verre réfléchissant a été conçu par Eero Saarinen . En août 2013, Somerset Development a racheté le bâtiment, avec l'intention de le réaménager en un projet mixte commercial et résidentiel. Un article de 2012 exprimait des doutes quant au succès du site nouvellement baptisé Bell Works, mais plusieurs locataires importants avaient annoncé leur intention d'y emménager d'ici 2016 et 2017.

Informations sur l'emplacement du complexe immobilier (code)

Chester (CH) – North Road, Chester Township, New Jersey (commencé en 1930, site d'essai extérieur pour la préservation de poteaux téléphoniques de petite taille, équipement lié au bois, mécanisme de pose de câbles pour le premier câble vocal sous-marin, recherche pour la transmission en boucle, Lucent Technologies a fait don d'un terrain pour le parc)

Crawford Hill (HOH) – Crawfords Corner Road, Holmdel , NJ (construit dans les années 1930, actuellement utilisé comme exposition et bâtiment vendu, antenne cornet utilisée pour la théorie du « Big Bang »)

Red Hill (HR) – situé à la sortie 114 de la Garden State Parkway (480 Red Hill Rd, Middletown, NJ), le bâtiment qui abritait autrefois des centaines de chercheurs des Bell Labs est désormais utilisé par le Memorial Sloan Kettering

Holmdel (HO) – 101 Crawfords Corner, Holmdel , NJ (construit entre 1959 et 1962, structures plus anciennes dans les années 1920, actuellement un bâtiment privé appelé

Bell Works, a découvert des émissions radio extraterrestres, des recherches sur les câbles sous-marins, des systèmes de transmission par satellite Telstar 3 et 4) ; a fourni des bureaux à environ 8 000 travailleurs dans les années 1980 (atteignant un pic d'environ 9 000 en 1982) ; bâtiment en verre prisé avec un intérieur creux conçu par Eero Saarinen ; un château d'eau blanc à trois pieds construit pour ressembler à un transistor marque la longue allée d'entrée de cette installation.

Indian Hill (IH) – 2000 Naperville Road, Naperville, IL (construit en 1966, actuellement Nokia, a développé une technologie et des systèmes de commutation)

Indian Hill New (IHN) – 1960 Lucent Lane, Naperville, IL (construit en 2000 par Lucent Technologies pour la croissance du complexe Indian Hill Bell Labs. Le bâti acier et en verre, d'une superficie de 613 620 pieds carrés (57 007 m²) et doté de 900 places de parking, a été vendu par Nokia pour 4,8 millions de dollars en avril 20 L'acheteur, Franklin Partners, a acquis le site de 41 acres (17 ha) pour l'entreposage, mais il a été décidé de démolir le bâtiment pour une planification future approuvée. La passerelle piétonne menant au bâtiment Indian Hill a été démolie en tant qu'entreprise distincte. La salle de conférence et les scènes du hall du bâtiment ont été filmées en juillet 2010, alors qu'Alcatel-Lucent était propriétaire, pour le film de Ron Howard, Le Dilemme.)

Indian Hill Park (IHP) – 200 Park Pl, Naperville, IL (Installation louée jusqu'à la consolidation de Lucent Technologies sur le site d'Indian Hill.)

Indian Hill South (IX) – Naperville, IL (Installation louée jusqu'à la consolidation de Lucent Technologies sur le site d'Indian Hill.)

Indian Hill West (IW) – Naperville, IL (installation louée jusqu'à la consolidation de Lucent Technologies sur le site d'Indian Hill.)

Murray Hill (MH) – 600 Mountain Ave, Murray Hill, NJ (construit entre 1941 et 1945, actuellement Nokia, a développé un transistor, un système d'exploitation UNIX et un langage de programmation C, une chambre anéchoïque, plusieurs sections du bâtiment ont été démolies)

Network Software Center (NSC et/ou NW) – 2500-2600 Warrenville Rd, Lisle, IL (Construit au milieu des années 1970. Propriété détenue par AT&T Bell Labs, puis Lucent Technologies a construit un bâtiment supplémentaire dans les années 2000. Lors de la consolidation d'Alcatel-Lucent sur le site d'Indian Hill, les bâtiments ont été mis en vente et vendus à Navistar en 2010.)

Short Hills (HL) – 101-103 JFK Parkway, Short Hills, NJ (Divers services tels que les comptes fournisseurs, les achats informatiques, le personnel des ressources humaines, la paie, les télécommunications et le groupe gouvernemental, ainsi que le centre informatique des systèmes d'administration Unix. Les bâtiments existent sans passerelle aérienne entre les deux bâtiments et deux sociétés différentes des services bancaires et d'analyse commerciale sont situées.)

Summit (SF) – 190 River Road, Summit, NJ (le bâtiment faisait partie des opérations logicielles UNIX et est devenu UNIX System Laboratories, Inc. En décembre 1991, USL a fusionné avec Novell. L'emplacement est une société bancaire.)

West St () – 463 West Street, New York, NY (construit en 1898, de 1925 à décembre 1966 comme siège des Bell Labs, films parlants expérimentaux, nature ondulatoire de la matière, radar)

Whippany (WH) – 67 Whippany Road, Whippany, NJ (construit dans les années 1920, démoli et partiellement reconstruit sous le nom de Bayer, a effectué des recherches et développements militaires, des recherches et développements sur le radar, le guidage du missile Nike et le son sous-marin, Telstar 1, les technologies sans fil)



Les laboratoires Whippany Bell ont appartenu à AT&T du milieu des années 1920 à 1996. Lucent Technologies y a appartenu de 1996 à 2006 et Alcatel-Lucent de 2006 à 2009 (fermeture). Les bâtiments ont été vendus et démolis en 2010, à l'exception de deux bâtiments reconvertis pour Bayer Healthcare.

Liste des laboratoires Bell (1974)

L'annuaire d'entreprise de Bell Labs de 1974 répertoriait 22 laboratoires aux États-Unis, situés à :

Allentown – Allentown, Pennsylvanie
Atlanta – Norcross, Géorgie
Parc du Centenaire – Piscataway, NJ
Chester – Chester, New Jersey
Columbus – Columbus, OH
Crawford Hill – Holmdel, New Jersey
Denver – Denver, Colorado
Grand Forks-MSR – Cavalier, Dakota du Nord [Site radar de site de missiles (MSR)]
Grand Forks-PAR – Cavalier, Dakota du Nord [Site du radar d'acquisition périmétrique (PAR)]
Centre Guilford – Greensboro, Caroline du Nord
Holmdel – Holmdel, New Jersey
Indianapolis – Indianapolis, Indiana
Indian Hill – Naperville, Illinois
Kwajalein – San Francisco, Californie
Madison – Madison, New Jersey
Vallée de Merrimack – North Andover, MA
Murray Hill – Murray Hill, New Jersey
Centre de la rivière Raritan – Piscataway, NJ
Lecture – Reading, PA
Syndicat – Union, New Jersey
Centre de service Warren – Warren, NJ
Whippany – Whippany, New Jersey

Liste des laboratoires Bell (2024)

Le site Web 2024 de Nokia Bell Labs présente 10 laboratoires, situés à :

Anvers – (Copernicuslaan 50, 2018 Anvers, Belgique)
Budapest – (Skypark 8A, Bókay János utca 36-42, 1083, Budapest, Hongrie)
Cambridge – (Broers Building, 21 JJ Thomson Avenue, Cambridge, CB3 0FA, Royaume-Uni)
Espoo – (Karaportti 3 FI-02610, Espoo, Finlande)
Munich – (Werinherstrasse 91 81541, Munich, Allemagne)
Murray Hill – (600 Mountain Avenue, Murray Hill, New Jersey 07974-0636) (Siège social mondial)
Oulu – (Kaapelitie 4, 90620 Oulu, Finlande)
Paris – (12 rue Jean Bart, 91300 Massy) Paris-Saclay, Nozay, France
Shanghai – (No.388 Ningqiao Road, Pudong Jinqiao, Shanghai 201206 Chine)
Stuttgart – (Magirusstraße 8, 70469 Stuttgart, Allemagne)

Sunnyvale, en Californie, aux États-Unis, et Tampere, en Finlande, ont également été mentionnés comme lieux de recherche sans informations supplémentaires.

Le site des Bell Labs de Naperville, dans l'Illinois, près de Chicago, était considéré comme le centre d'innovation de Chicago et a accueilli le deuxième événement annuel Algorithm World de Nokia en 2022.

Découvertes et développements

Les laboratoires Bell étaient, et sont, considérés par beaucoup comme le premier centre de recherche de son type, développant une large gamme de technologies révolutionnaires, notamment la radioastronomie, le transistor, le laser, la théorie de l'information, le système d'exploitation Unix, les langages de programmation C et C++, les cellules solaires, le dispositif à couplage de charge (CCD) et de nombreuses autres technologies et systèmes de communication optiques, sans fil et filaires.

années 1920

En 1924, Walter A. Shewhart, physicien aux Laboratoires Bell, proposa la carte de contrôle comme méthode permettant de déterminer si un processus était en état de contrôle statistique. Les méthodes de Shewhart constituèrent la base du contrôle statistique des processus (CSP) : l'utilisation d'outils et de techniques statistiques pour gérer et améliorer les processus. Ce fut l'origine du mouvement moderne du contrôle qualité, notamment de la méthode Six Sigma .

En 1926, les laboratoires inventent un système de cinéma à son synchrone , en concurrence avec Fox Movietone et DeForest Phonofilm .

En 1927, une équipe Bell dirigée par Herbert E. Ives réussit à transmettre de Washington à New York des images télévisées longue distance de 128 lignes du secrétaire au Commerce Herbert Hoover . En 1928, le bruit thermique d'une résistance fut mesuré pour la première fois par John B. Johnson , dont Harry Nyquist fournit l'analyse théorique ; on parle aujourd'hui de bruit Johnson-Nyquist . Dans les années 1920, le chiffrement à tampon unique fut inventé par Gilbert Vernam et Joseph Mauborgne aux laboratoires Bell. Claude Shannon , des laboratoires Bell, démontra plus tard son inviolabilité.

En 1928, Harold Black inventa le système de rétroaction négative couramment utilisé dans les amplificateurs. Plus tard, Harry Nyquist analysa la règle de conception de Black pour la rétroaction négative. Ces travaux furent publiés en 1932 et devinrent connus sous le nom de critère de Nyquist .

années 1930

En 1931, Karl Jansky posa les bases de la radioastronomie lors de ses travaux sur les origines des ondes statiques dans les communications à ondes courtes longue distance . Il découvrit que des ondes radio étaient émises depuis le centre de la galaxie .

En 1931 et 1932, les laboratoires ont réalisé des enregistrements expérimentaux haute fidélité, longue durée et même stéréophoniques de l'Orchestre de Philadelphie , dirigé par Leopold Stokowski .

En 1933, des signaux stéréo ont été transmis en direct de Philadelphie à Washington, DC

En 1937, le vocodeur , un dispositif de compression électronique de la parole, ou codec, et le Voder , le premier synthétiseur vocal électronique , ont été développés et démontrés par Homer Dudley , le Voder étant présenté à l'Exposition universelle de New York de 1939. Le chercheur de Bell, Clinton Davisson, a partagé le prix Nobel de physique avec George Paget Thomson pour la découverte de la diffraction des électrons , qui a contribué à jeter les bases de l'électronique à l'état solide .

années 1940

Au début des années 1940, la cellule photovoltaïque fut développée par Russell Ohl . En 1943, Bell développa SIGSALY , le premier système de transmission numérique de la parole brouillée, utilisé par les Alliés pendant la Seconde Guerre mondiale . Le décrypteur britannique Alan Turing visita les laboratoires à cette époque, travaillant sur le cryptage de la parole et rencontrant Claude Shannon .

Le département d'assurance qualité des Bell Labs a fourni au monde et aux États-Unis des statisticiens tels que Walter A. Shewhart , W. Edwards Deming , Harold F. Dodge , George D. Edwards , Harry Romig, RL Jones, Paul Olmstead, EGD Paterson et Mary N. Torrey . Pendant la Seconde Guerre mondiale, le Comité technique d'urgence – Contrôle qualité, composé principalement de statisticiens des Bell Labs, a joué un rôle déterminant dans l'amélioration des procédures d'acceptation des munitions et d'échantillonnage des matériaux de l'armée et de la marine.

En 1947, le transistor , sans doute l'invention la plus importante des laboratoires Bell, fut inventé par John Bardeen , Walter Houser Brattain et William Bradford Shockley (qui par la suite partagèrent le prix Nobel de physique en 1956). La même année, Douglas H. Ring des laboratoires Bell introduisit l'idée d'utiliser des « cellules » hexagonales pour réutiliser les fréquences en radiotéléphonie mobile , jetant ainsi les bases théoriques des réseaux cellulaires modernes . La même année, Richard Hamming inventa les codes de Hamming pour la détection et la correction des erreurs . Pour des raisons de brevets, son résultat ne fut publié qu'en 1950.

En 1948, Claude Shannon publia dans le Bell System Technical Journal « Une théorie mathématique de la communication », l'un des ouvrages fondateurs de la théorie de l'information . Ce texte s'appuyait en partie sur les travaux antérieurs des chercheurs de Bell, Harry Nyquist et Ralph Hartley , mais allait bien plus loin. Les laboratoires Bell introduisirent également une série de calculateurs de plus en plus complexes au cours de la décennie. Shannon fut également le fondateur de la cryptographie moderne avec son article de 1949 « Théorie de la communication des systèmes secrets » .

Calculatrices

Modèle I : Une calculatrice de nombres complexes , achevée en 1939 mise en service en 1940, pour effectuer des calculs de nombres complexes

Modèle II : Ordinateur relais / Interpolateur relais, Septembre 1943, pour interpoler les points de données des profils de vol (nécessaires aux tests de performance d'un directeur de tir). Ce modèle a introduit la détection d'erreur (auto-vérification).

Modèle III : Calculateur balistique, juin 1944, pour les calculs de trajectoires balistiques.

Modèle IV : Détecteur d'erreur Mark II, mars 1945, un ordinateur balistique amélioré.

Modèle V : Ordinateur électromécanique à usage général, dont deux exemplaires ont été construits, en juillet 1946 et en février 1947 .

Modèle VI : 1949, un modèle V amélioré.

années 1950

Les années 1950 ont également vu des développements basés sur la théorie de l'information . Le développement central concernait les systèmes à code binaire . Les efforts se sont concentrés sur la mission première de soutenir le système Bell grâce à des avancées techniques, notamment le système à porteuses N, le relais radio micro-ondes TD , la numérotation directe à distance , le répéteur E , le relais à ressort et le système de commutation Crossbar numéro cinq .

En 1952, William Gardner Pfann a révélé la méthode de fusion de zone , qui a permis la purification des semi-conducteurs et le dopage de niveau.

En 1953, Maurice Karnaugh a développé la carte de Karnaugh , utilisée pour la gestion des expressions algébriques booléennes .

En janvier 1954, les Laboratoires Bell construisirent l'un des premiers ordinateurs entièrement transistorisés, TRADIC ou TRADIC Flyable, pour l'US Air Force, équipé de 10 358 diodes à point de contact au germanium et de 684 transistors à cartouche Bell Labs Type 1734 Type A. L'équipe de conception était dirigée par l'ingénieur électricien Jean Howard Felker, avec James R. Harris et Louis C. Brown (« Charlie Brown ») comme ingénieurs principaux du projet, qui débuta en 1951. L'appareil ne prenait que 3 pieds cubes et consommait 100 watts pour sa conception compacte et peu gourmande en énergie, comparé aux tubes à vide de l'époque. L'appareil pouvait être installé dans un bombardier B-52 Stratofortress et pouvait effectuer jusqu'à un million d'opérations logiques par seconde. Le programme flyable utilisait une feuille de Mylar perforée, au lieu du panneau de connexion amovible.

En 1954, la première cellule solaire moderne a été inventée aux laboratoires Bell.

En 1955, Carl Frosch et Lincoln Derick ont découvert la passivation de surface des semi-conducteurs par le dioxyde de silicium.

En 1956, TAT-1 , le premier câble de communication transatlantique destiné à transmettre des conversations téléphoniques, a été posé entre l'Écosse et Terre-Neuve dans le cadre d'un effort conjoint d'AT&T, de Bell Laboratories et de compagnies de téléphone britanniques et canadiennes.

En 1957, Max Mathews créa MUSIC , l'un des premiers programmes informatiques à jouer de la musique électronique . Robert C. Prim et Joseph Kruskal développèrent de nouveaux algorithmes gourmands qui révolutionnèrent la conception des réseaux informatiques .

En 1957, Frosch et Derick, utilisant le masquage et le préépôt, ont pu fabriquer des transistors à effet de champ en dioxyde de silicium ; les premiers transistors planaires, dont le drain et la source étaient adjacents sur la même surface. Ils ont démontré que le dioxyde de silicium isolait et protégeait les plaquettes de silicium, tout en empêchant la diffusion des dopants dans la plaquette.

En 1958, un article technique d'Arthur Schawlow et Charles Hard Townes a décrit pour la première fois le laser .

Suite aux recherches de Frosch et Derick, Mohamed Atalla et Dawon Kahng ont proposé un transistor MOS au silicium en 1959 et ont démontré avec succès un dispositif MOS fonctionnel avec leur équipe des Bell Labs en 1960. Leur équipe comprenait EE LaBate et EI Povilonis qui ont fabriqué le dispositif ; MO Thurston, LA D'Asaro et JR Ligenza qui ont développé les processus de diffusion, et HK Gummel et R. Lindner qui ont caractérisé le dispositif.

KE Daburlos et HJ Patterson des Bell Laboratories ont poursuivi les travaux de C. Frosch et L. Derick et ont développé un procédé similaire au procédé planaire de Hoerni à peu près à la même époque.

JR Ligenza et WG Spitzer ont étudié le mécanisme des oxydes développés thermiquement, ont fabriqué une pile Si/ SiO 2 de haute qualité et ont publié leurs résultats en 1960.

années 1960

Le 1er octobre 1960, la station de Kwajalein fut annoncée comme site d'essai du programme Nike Zeus . M. RW Benfer fut le premier directeur à arriver peu après le 5 octobre pour participer au programme. Les laboratoires Bell ont conçu de nombreux éléments majeurs du système et mené des recherches fondamentales sur les réseaux d'antennes à balayage à commande de phase.

Le brevet du microphone électret, une invention de Gerhard Sessler et James West.

En décembre 1960, Ali Javan , physicien titulaire d'un doctorat de l'Université de Téhéran, en Iran, avec l'aide de Rolf Seebach et de ses associés William Bennett et Donald Heriot, a réussi à faire fonctionner le premier laser à gaz , le premier laser à lumière continue, fonctionnant avec une précision et une pureté de couleur sans précédent.

En 1962, Gerhard M. Sessler et James E. West inventent le microphone à électret . La même année, la vision de John R. Pierce sur les satellites de communication se concrétise avec le lancement de Telstar .

Le 10 juillet 1962, la NASA lançait le vaisseau spatial Telstar, conçu et construit par les Laboratoires Bell. La première retransmission télévisée mondiale eut lieu le 23 juillet 1962, avec une conférence de presse du président Kennedy.

Au printemps 1964, la construction d'un centre de systèmes de commutation électronique fut planifiée aux Laboratoires Bell, près de Naperville, dans l'Illinois. En 1966, le bâtiment s'appellerait Indian Hill, et les travaux de développement de l'ancienne division de commutation électronique de Holmdel et de la division Systems Equipment

Engineering y seraient confiés à des ingénieurs de Western Electric Hawthorne Works. Environ 1 200 personnes étaient prévues pour les travaux à l'achèvement des travaux en 1966, et leur effectif a atteint un pic de 11 000 avant la réduction des effectifs de Lucent Technologies en octobre 2001.

En 1966, le laser au dioxyde de carbone a été inventé par Kumar Patel et la découverte/le fonctionnement du laser Nd:YAG a été démontré par Joseph E. Geusic et al. Les expériences de Myriam Sarachik ont fourni les premières données confirmant l'effet Kondo. Les recherches de Philip W. Anderson sur la structure électronique des systèmes magnétiques et désordonnés ont permis une meilleure compréhension des métaux et des isolants, ce qui lui a valu le prix Nobel de physique en 1977.

En 1965, Penzias et Wilson ont découvert le fond diffus cosmologique, ce qui leur a valu le prix Nobel de physique en 1978.

Frank W. Sinden, Edward E. Zajac, Ken Knowlton et A. Michael Noll ont réalisé des films d'animation par ordinateur du début au milieu des années 1960. Ken Knowlton a inventé le langage d'animation par ordinateur BEFLIX. Noll a créé la première œuvre d'art numérique par ordinateur en 1962.

En 1966, le multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (OFDM), une technologie clé des services sans fil, a été développé et breveté par RW Chang.

En décembre 1966, le site de New York a été vendu et est devenu le complexe communautaire des artistes de Westbeth.

En 1968, l'épitaxie par jets moléculaires a été développée par JR Arthur et AY Cho ; l'épitaxie par jets moléculaires permet de fabriquer des puces semi-conductrices et des matrices laser une couche atomique à la fois.

En 1969, Dennis Ritchie et Ken Thompson ont créé le système d'exploitation UNIX pour les systèmes de commutation de télécommunications et l'informatique générale. C'est également la même année que Willard Boyle et George E. Smith ont inventé le dispositif à couplage de charge (CCD), qui leur a valu le prix Nobel de physique en 2009.

De 1969 à 1971, Aaron Marcus, le premier graphiste impliqué dans l'infographie, a recherché, conçu et programmé un prototype de système de mise en page interactif pour le Picturephone.

années 1970

Le langage de programmation C a été développé en 1972.

Les années 1970 et 1980 ont vu de plus en plus d'inventions liées à l'informatique aux laboratoires Bell dans le cadre de la révolution de l'informatique personnelle.

Dans les années 1970, la technologie des principaux centraux téléphoniques a évolué, passant des relais électromécaniques à barres croisées et de la logique à transistors discrets aux systèmes de commutation hybrides à couches épaisses et à logique transistor-transistor (TTL) à programmation enregistrée développés par Bell Labs ; aux [systèmes de commutation électroniques TOLL \(ESS\) 1A / #4](#) et aux centraux téléphoniques locaux 2A produits dans les installations Bell Labs de Naperville et de Western Electric Lisle, dans l'Illinois. Cette évolution technologique a considérablement réduit les besoins en espace au sol. Le nouveau ESS était également doté de son propre logiciel de diagnostic dont la maintenance ne nécessitait qu'un aiguilleur et plusieurs techniciens de châssis.

Vers 1970, les laboratoires Bell ont développé le câble coaxial 22 brins. Ce câble coaxial à 22 brins offrait une capacité totale de 132 000 appels téléphoniques. Auparavant, un câble coaxial à 12 brins était utilisé pour les systèmes à portuseuse L. Ces deux types de câbles étaient fabriqués dans l'usine Western Electric de Baltimore, sur des machines conçues par un ingénieur principal en développement de Western Electric.

En 1970, A. Michael Noll a inventé un système tactile à retour de force, couplé à un écran informatique stéréoscopique interactif.

En 1971, un système amélioré de priorité des tâches pour les systèmes de commutation téléphonique informatisés pour le trafic téléphonique a été inventé par Erna Schneider Hoover, qui a reçu l'un des premiers brevets logiciels pour ce système.

En 1972, Dennis Ritchie a développé le langage de programmation compilé C pour remplacer le langage interprété B, qui a ensuite été utilisé dans une réécriture d'UNIX. Le langage AWK a également été conçu et implémenté par Alfred Aho, Peter Weinberger et Brian Kernighan des Laboratoires Bell. La même année, Marc Rochkind a inventé le système de contrôle de code source.

En 1976, les systèmes de fibre optique ont été testés pour la première fois en Géorgie.

La production de leur premier microprocesseur conçu en interne, le BELLMAC-8, a commencé en 1977. En 1980, ils ont présenté le premier microprocesseur 32 bits à puce unique, le Bellmac 32 A, qui est entré en production en 1982.

En 1978, le système d'exploitation propriétaire Oryx/Pecos a été développé de toutes pièces par Bell Labs afin de faire fonctionner les équipements de commutation PBX à grande échelle d'AT&T. Il a d'abord été utilisé avec le système phare d'AT&T, le System 75, et jusqu'à très récemment, il a été utilisé dans toutes ses variantes, y compris les commutateurs Definity G3 (Generic 3), désormais fabriqués par Avaya.

années 1980

Dans les années 1980, le système d'exploitation Plan 9 des Bell Labs a été développé, étendant le modèle UNIX. Le Radiodrum, un instrument de musique électronique tridimensionnel, a également été inventé.

En 1980, la technologie de téléphonie cellulaire numérique TDMA a été brevetée.

Fin 1981, l'utilisation interne par le centre de recherche Bell Labs d'un terminal appelé Jerq a conduit les concepteurs Rob Pike et Bart Locanthi, Jr. à renommer le terminal Blit pour le système d'exploitation UNIX. Il s'agissait d'un terminal graphique bitmap programmable utilisant plusieurs couches de fenêtres ouvertes, commandé par un clavier et une souris numérique rouge à trois boutons. Il fut plus tard connu sous le nom de terminal AT&T 5620 DMD pour les ventes commerciales. Le Blit utilisait le microprocesseur Motorola 68000, tandis que le terminal Teletype/AT&T 5620 Dot Mapped Display utilisait le microprocesseur Western Electric WE32000.

Le prix Bell Labs Fellows a été lancé en 1982 pour récompenser et honorer les scientifiques et ingénieurs qui ont apporté une contribution remarquable et durable à la R&D chez AT&T. En 2021, 336 personnes ont reçu cette distinction.

Ken Thompson et Dennis Ritchie ont également été boursiers des Bell Labs en 1982. Ritchie a commencé en 1967 aux Bell Labs dans le département de recherche sur les systèmes informatiques. Thompson a commencé en 1966. Les deux co-inventeurs du système d'exploitation UNIX et du langage C ont également reçu des décennies plus tard le prix japonais 2011 de l'information et des communications.

En 1982, l'effet Hall quantique fractionnaire a été découvert par Horst Störmer et les anciens chercheurs des Laboratoires Bell Robert B. Laughlin et Daniel C. Tsui ; ils ont par conséquent remporté un prix Nobel en 1998 pour cette découverte.

En 1984, les premières antennes photoconductrices pour le rayonnement électromagnétique picoseconde ont été démontrées par Auston et d'autres. Ce type d'antenne est devenu un composant important de la spectroscopie temporelle térahertz. La même année, l'algorithme de Karmarkar pour la programmation linéaire a été développé par le mathématicien Narendra Karmarkar. La même année, un accord de cession signé en 1982 avec le gouvernement fédéral américain a entraîné la scission d'AT&T, et Bellcore (désormais iconectiv) a été séparée de Bell Laboratories afin de fournir les mêmes fonctions de R&D aux opérateurs locaux nouvellement créés. AT&T était également limitée à l'utilisation de la marque Bell uniquement en association avec Bell Laboratories. Bell Telephone Laboratories, Inc. est devenue une société détenue à 100 % par la nouvelle unité d'AT&T Technologies, l'ancienne Western Electric. Le commutateur 5ESS a été développé lors de cette transition.

La Médaille nationale de la technologie a été décernée à Bell Labs, la première société à recevoir cet honneur en février 1985.

En 1985, Steven Chu et son équipe ont utilisé le refroidissement laser pour ralentir et manipuler les atomes. La même année, Robert Fourer, David M. Gay et Brian Kernighan ont développé le langage de modélisation AMPL (A Mathematical Programming Language) aux Laboratoires Bell. La même année, les Laboratoires Bell ont reçu la Médaille nationale de la technologie pour leur contribution aux systèmes de communication modernes, et ce, pendant des décennies.

En 1985, le langage de programmation C++ a eu sa première version commerciale. Bjarne Stroustrup a commencé à développer C++ aux Laboratoires Bell en 1979 comme une extension du langage C original.

Arthur Ashkin a inventé des pinces optiques qui saisissent particules, atomes, virus et autres cellules vivantes grâce à leurs doigts laser. Une avancée majeure a eu lieu en 1987, lorsqu'Ashkin a utilisé ces pinces pour capturer des bactéries vivantes sans les endommager. Il a immédiatement commencé à étudier les systèmes biologiques à l'aide de ces pinces optiques, aujourd'hui largement utilisées pour étudier les mécanismes de la vie. Il a reçu le prix Nobel de physique (2018) pour ses travaux sur les pinces optiques et leur application aux systèmes biologiques.

Au milieu des années 1980, les départements Systèmes de transmission des Bell Labs ont développé des systèmes de communication longue distance par fibre optique hautement fiables, basés sur SONET, ainsi que des techniques d'exploitation réseau qui ont permis des communications à très haut débit et quasi instantanées sur tout le continent nord-américain. Des systèmes de gestion du trafic à sécurité intégrée et en cas de catastrophe ont renforcé l'utilité de la fibre optique. Il existait une synergie entre les systèmes de fibre optique terrestres et maritimes, bien qu'ils aient été développés par des divisions différentes de l'entreprise. Ces systèmes sont toujours utilisés aujourd'hui aux États-Unis.

Charles A. Burrus a été nommé membre des Bell Labs en 1988 pour son travail au sein du personnel technique. Auparavant, il avait reçu en 1982 le prix AT&T Bell Laboratories Distinguished Technical Staff Award. Charles a débuté en 1955 aux Bell Labs de Holmdel et a pris sa retraite en 1996, après avoir été consultant chez Lucent Technologies jusqu'en 2002.

En 1988, le TAT-8 est devenu le premier câble transatlantique à fibre optique. Les laboratoires Bell de Freehold, dans le New Jersey, ont développé la fibre de 1,3 micron, le câble, l'épissure, le détecteur laser et le répéteur à 280 Mbit/s, pour une capacité de 40 000 appels téléphoniques.

À la fin des années 1980, constatant que les modems à bande vocale approchaient la limite de débit binaire de Shannon, Richard D. Gitlin, Jean-Jacques Werner et leurs collègues ont réalisé une avancée majeure. Ils ont inventé la DSL (ligne d'abonné numérique), technologie permettant la transmission de mégabits sur des lignes téléphoniques en cuivre installées, ouvrant ainsi la voie à l'ère du haut débit.

années 1990

John Mayo, des Bell Labs, a reçu la médaille nationale de la technologie en 1990.

En mai 1990, Ronald Snare a été nommé AT&T Bell Laboratories Fellow pour ses « contributions exceptionnelles au développement du réseau de signalisation par canal

commun et des points de transfert de signaux à l'échelle mondiale ». Ce système est entré en service aux États-Unis en 1978.

Au début des années 1990, des approches visant à augmenter la vitesse des modems à 56 K ont été explorées aux Bell Labs, et les premiers brevets ont été déposés en 1992 par Ender Ayanoglu, Nuri R. Dagdeviren et leurs collègues.

Le scientifique W. Lincoln Hawkins a reçu en 1992 la Médaille nationale de la technologie pour son travail effectué aux Bell Labs.

En 1992, Jack Salz, Jack Winters et Richard D. Gitlin ont fourni la technologie fondamentale pour démontrer que les réseaux d'antennes adaptatives au niveau de l'ém du récepteur peuvent augmenter considérablement la fiabilité (via la diversité) et la capacité (via le multiplexage spatial) des systèmes sans fil sans augmenter la bande passante. Par la suite, le système BLAST proposé par Gerard Foschini et ses collègues a considérablement augmenté la capacité des systèmes sans fil. Cette technologie, connue aujourd'hui sous le nom de MIMO (Multiple Input Multiple Output), a été un facteur important dans la normalisation, la commercialisation, l'amélioration des performances et la croissance des systèmes LAN cellulaires et sans fil.

Amos Joel a reçu en 1993 la Médaille nationale de la technologie.

Deux scientifiques des laboratoires Bell d'AT&T, Joel Engel et Richard Frenkiel, ont reçu la Médaille nationale de la technologie en 1994.

En 1994, Federico Capasso, Alfred Cho, Jerome Faist et leurs collaborateurs ont inventé le laser à cascade quantique. La même année, Peter Shor a conçu son algorithme factorisation quantique.

En 1996, Lloyd Harriott et son équipe ont inventé la lithographie électronique SCALPEL, qui permet d'imprimer des caractéristiques sur la largeur des atomes sur des puces électroniques. Dennis Ritchie et d'autres ont créé le système d'exploitation Inferno, une mise à jour de Plan 9, en utilisant le nouveau langage de programmation concurrent Limbo. Un moteur de base de données hautes performances (Dali) a été développé, qui est devenu DataBlitz.

En 1996, AT&T a cédé Bell Laboratories, ainsi que la plupart de ses activités de fabrication d'équipements, à une nouvelle société nommée Lucent Technologies. AT&T a conservé un petit nombre de chercheurs qui composaient l'équipe des AT&T Labs nouvellement créés.

Lucy Sanders fut la troisième femme à recevoir le prix Bell Labs Fellow en 1996, pour ses travaux sur la création d'une puce RISC permettant d'augmenter le nombre d'appels téléphoniques grâce à l'utilisation de logiciels et de matériel sur un seul serveur. Elle débuta en 1977 et fut l'une des rares femmes ingénieures des Bell Labs.

En novembre 1997, Lucent a planifié l'implantation de Bell Laboratories au Yokosuka Research Park à Yokosuka, au Japon, pour développer un système cellulaire à accès multiple par répartition en code à large bande de troisième génération (W-CDMA).

En 1997, le plus petit transistor alors utilisable (60 nanomètres, 182 atomes de large) a été construit. En 1998, le premier routeur optique a été inventé.

Rudolph Kazarinov et Federico Capasso ont reçu le prix Rank d'optoélectronique le 8 décembre 1998.

En décembre 1998, Ritchie et Thompson ont également reçu la Médaille nationale de la technologie pour leurs travaux réalisés pour les Bell Labs avant Lucent Technologies. La récompense leur a été remise par le président américain William Clinton en 1999 lors d'une cérémonie à la Maison Blanche.

21e siècle

L'année 2000 fut une année active pour les Laboratoires, au cours de laquelle des prototypes de machines à ADN furent développés ; l'algorithme de compression géométrique progressive rendit possible la communication 3D à grande échelle ; le premier laser organique alimenté électriquement fut inventé ; une carte à grande échelle de la matière noire cosmique fut compilée ; et le F-15 (matériau), un matériau organique qui rend possibles les transistors en plastique, fut inventé.

En 2002, le physicien Jan Hendrik Schön a été licencié après la découverte de données frauduleuses dans ses travaux. Il s'agissait du premier cas de fraude connu aux Bell Labs.

En 2003, le laboratoire d'ingénierie biomédicale du New Jersey Institute of Technology a été créé à Murray Hill, dans le New Jersey.

En 2004, Lucent Technologies a décerné à deux femmes le prestigieux prix Bell Labs Fellow. Magaly Spector, directrice du groupe INS/Network Systems, a été récompensée pour ses contributions scientifiques et technologiques exceptionnelles et soutenues dans les domaines de la physique du solide, des matériaux III-V pour les lasers à semi-conducteurs, des circuits intégrés à l'arséniure de gallium, ainsi que pour la qualité et la fiabilité des produits utilisés dans les systèmes de transport optique à haut débit pour les communications haut débit de nouvelle génération. Eve Varma, responsable technique du groupe MNS/Network Systems, a été récompensée pour ses contributions soutenues aux réseaux numériques et optiques, notamment en matière d'architecture, de synchronisation, de restauration, de normalisation, d'exploitation et de contrôle.

En 2005, Jeong H. Kim, ancien président du groupe réseau optique de Lucent, est revenu du monde universitaire pour devenir président de Bell Laboratories.

En avril 2006, Lucent Technologies, la société mère de Bell Laboratories, a signé un accord de fusion avec Alcatel. Le 1er décembre 2006, la société issue de la fusion, Alcatel-Lucent, a démarré ses activités. Cet accord a suscité des inquiétudes aux États-Unis, où Bell Laboratories travaille sur des contrats de défense. Une société distincte, LGS Innovations, dotée d'un conseil d'administration américain, a été créée pour gérer les contrats gouvernementaux américains sensibles de Bell Laboratories et de Lucent.

En mars 2019, LGS Innovations a été rachetée par CACI.

En décembre 2007, la fusion des anciens Laboratoires Lucent Bell et Alcatel Recherche et Innovation a été annoncée. Il s'agissait de la première période de croissance après de nombreuses années de pertes d'effectifs progressives, dues à des licenciements et des scissions, qui ont entraîné une brève fermeture de l'entreprise.

En février 2008, Alcatel-Lucent a perpétué la tradition des Bell Laboratories en décernant ce prestigieux prix à ses contributeurs techniques exceptionnels. Martin J. Glapa, ancien directeur technique de la division Communications par câble de Lucent et directeur des technologies avancées, s'est vu remettre par Jeong H. Kim, président d'Alcatel-Lucent Bell Labs, le prix Bell Labs Fellow 2006 en architecture réseau, planification réseau et services professionnels, plus particulièrement dans les systèmes de télévision par câble et les services haut débit, qui ont connu des succès commerciaux significatifs pour Alcatel-Lucent. Glapa est titulaire d'un brevet et a co-rédigé l'article technique de 2004 intitulé « Optimal Availability & Security For Voice Over Cable Networks » et l'article de 2008 « Impact of bandwidth demand growth on HFC networks » publié par l'IEEE.

Cependant, en juillet 2008, il ne restait plus que quatre scientifiques engagés dans la recherche en physique, selon un rapport de la revue scientifique Nature.

Le 28 août 2008, Alcatel-Lucent a annoncé qu'elle se retirait des sciences fondamentales, de la physique des matériaux et de la recherche sur les semi-conducteurs, et qu'elle se concentrerait plutôt sur des domaines plus immédiatement commercialisables, notamment les réseaux, l'électronique à haut débit, les réseaux sans fil, la nanotechnologie et les logiciels.

En 2009, Willard Boyle et George Smith ont reçu le prix Nobel de physique pour l'invention et le développement du dispositif à couplage de charge (CCD).

Rob Soni a été membre du Alcatel-Lucent Bell Labs Fellow en 2009, cité pour son travail visant à conquérir des marchés sans fil pour les clients nord-américains et pour avoir contribué à définir des réseaux sans fil 4G avec des architectures système transformatrices.

années 2010

Le panneau d'entrée de Nokia Bell Labs au siège social de l'entreprise dans le New Jersey de 2016 à 2022

Gee Rittenhouse, ancien directeur de la recherche, a quitté son poste de directeur de l'exploitation de la division Logiciels, services et solutions d'Alcatel-Lucent en février 2013 pour devenir le 12e président de Bell Labs.

Le 4 novembre 2013, Alcatel-Lucent a annoncé la nomination de Marcus Weldon au poste de président des Bell Labs. Sa mission était de replacer les Bell Labs à l'avant-garde de l'innovation dans les technologies de l'information et des communications en se concentrant sur la résolution des principaux défis du secteur, comme ce fut le cas lors des grandes périodes d'innovation des Bell Labs par le passé.

Le 20 mai 2014, Michel Combes, PDG d'Alcatel-Lucent, a annoncé l'ouverture d'un site Bell Labs à Tel Aviv, en Israël, d'ici l'été. L'équipe de recherche des Bell Labs serait dirigée par Danny Raz, informaticien israélien et ancien élève des Bell Labs. Les recherches des Bell Labs porteraient sur les technologies de « cloud networking » pour les communications. Le site emploierait une vingtaine de chercheurs universitaires.

En juillet 2014, Bell Labs a annoncé avoir battu « le record de vitesse de l'Internet à haut débit » avec une nouvelle technologie baptisée XG-FAST qui promet des vitesses de transmission de 10 gigabits par seconde.

En 2014, Eric Betzig a partagé le prix Nobel de chimie pour ses travaux en microscopie à fluorescence super-résolue qu'il a commencé à poursuivre alors qu'il était aux Bell Labs dans le département de recherche en physique des semi-conducteurs.

Le 15 avril 2015, Nokia a accepté d'acquiescer Alcatel-Lucent, la société mère de Bell Labs, dans le cadre d'un échange d'actions d'une valeur de 16,6 milliards de dollars. Leur premier jour d'opérations combinées était le 14 janvier 2016.

En septembre 2016, Nokia Bell Labs, en collaboration avec la Technische Universität Berlin, Deutsche Telekom T-Labs et l'Université technique de Munich, ont atteint un débit de données d'un téra-bit par seconde en améliorant la capacité de transmission et l'efficacité spectrale lors d'un essai sur le terrain de communications optiques avec une nouvelle technique de modulation.

Antero Taivalsaari est devenu membre des Bell Labs en 2016 pour son travail spécifique.

En 2017, Dragan Samardzija a reçu le titre de Bell Labs Fellow.

En 2018, Arthur Ashkin a partagé le prix Nobel de physique pour ses travaux sur « les pinces optiques et leur application aux systèmes biologiques qui ont été développés aux Bell Labs dans les années 1980 »

années 2020

En 2020, Alfred Aho et Jeffrey Ullman ont partagé le prix Turing pour leurs travaux sur les compilateurs, en commençant par leur mandat chez Bell Labs entre 1967 et 1969.

Le 16 novembre 2021, Nokia a présenté la cérémonie de remise des prix Bell Labs Fellows 2021, à six nouveaux membres (Igor Curcio, Matthew Andrews, Bjorn Jelonnek, Ed Harstead, Gino Dion, Esa Tiirola) au Nokia Batvik Mansion, en Finlande.

En décembre 2021, le directeur de la stratégie et de la technologie de Nokia a décidé de réorganiser Bell Labs en deux entités fonctionnelles distinctes : Bell Labs Core

Research et Bell Labs Solutions Research. Bell Labs Core Research est chargé de créer des technologies disruptives à un horizon de 10 ans. Bell Labs Solutions Research recherche des solutions à court terme susceptibles d'offrir des opportunités de croissance à Nokia.

Les lauréats Nokia 2022 des Bell Labs ont été honorés le 29 novembre 2022 lors d'une cérémonie dans le New Jersey. Cinq chercheurs ont été intronisés, sur un total de 341 lauréats depuis la création du prix par AT&T Bell Labs en 1982. Un membre était originaire du New Jersey, deux de Cambridge (Royaume-Uni) et deux de Finlande, représentant les sites d'Espoo et de Tampere.

Le 11 décembre 2023, Nokia a annoncé l'ouverture d'un centre de recherche ultramoderne à New Brunswick, dans le New Jersey. Le déménagement prévu des Bell I Murray Hill, dans le New Jersey, vieux de 80 ans, aurait lieu avant 2028. Le nouveau bâtiment serait certifié LEED Or. Le site de Murray Hill a accueilli des recherches emblématiques sur diverses innovations historiques pour AT&T Corp., Lucent Technologies, Alcatel-Lucent et Nokia.

Pour illustrer l'évolution majeure de la commutation dans les années 1950 :

voici deux études : la première des *laboratoires Bell* qui ont été les pionniers dans le domaine, puis la deuxième vision concernant *la France* en particulier.

I - Aux Etats-Unis - LA REPRÉSENTATION DE BELL LABS SUR LA COMMUTATION COMME INFORMATIQUE (OU PAS) de KIM W. TRACY, ROSE-HULMAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY.

À la fin des années 1920, il était clair que pour que le réseau téléphonique puisse évoluer, davantage d'automatisation était nécessaire pour prendre en charge le réseau téléphonique en pleine croissance. Dans les années 1930, Stibitz et d'autres ont commencé à travailler sur la construction d'une série de machines à relais pour prendre en charge divers aspects de cette automatisation. À la fin des années 1940, il devenait clair pour les Bell Labs que la commutation était une forme de calcul et que l'automatisation informatique serait nécessaire pour répondre au besoin croissant d'évolutivité du réseau téléphonique. Mon affirmation est que les Bell Labs ont continué à croire que la commutation était un calcul, mais l'ont dépeint différemment au fil du temps en raison de pressions réglementaires et juridiques externes dues au statut de monopole du système Bell.

Ce document couvre l'évolution de la vision des Bell Labs et la représentation de la commutation au fil du temps.

En examinant des articles présentés par Bell Labs et d'autres documents internes, je compare la façon dont la commutation a évolué d'un problème « informatique » pour être présentée comme un « contrôle de programme enregistré » de la commutation.

Cette séparation de l'informatique est devenue urgente car le décret de consentement de 1956 a rendu difficile pour le système Bell de poursuivre toute activité autre que le système téléphonique et les contrats militaires.

Les Bell Labs ont continué à produire de nombreux systèmes informatiques à l'appui du système téléphonique, mais ont continué à faire attention à la manière dont cela était présenté au public. De plus, lorsque le réseau téléphonique est passé des systèmes de commutation analogiques aux systèmes de commutation numériques, les Bell Labs ont continué à promouvoir le contrôle des programmes stockés même s'il est devenu encore plus informatisé. Dans le même temps, Bell Labs et AT&T ont non seulement continué à faire d'importantes recherches en informatique, mais ont intensifié leurs efforts pour pénétrer plus pleinement le marché de l'informatique, comme avec son achat de NCR en 1991.

1. Introduction

Les Bell Labs étaient désireux d'appliquer les technologies informatiques et électroniques en évolution au système Bell, en particulier pour permettre au système Bell d'être en mesure de gérer les demandes en croissance rapide sur le réseau téléphonique. Au milieu des années 1940 et dans les années 1950, les Bell Labs avaient entrepris de multiples efforts pour déterminer comment la commutation électronique pouvait être développée.

À la fin des années 1940, le groupe de recherche sur la commutation dirigé par Deming Lewis étudiait l'utilisation du PCM (Pulse Code Modulation) comme moyen de numériser la parole et de construire des systèmes pour tirer parti de l'électronique non seulement pour les systèmes de contrôle, mais aussi pour la commutation, notamment dans l'ESSEX (Experimental Solid State Exchange).

Depuis que le transistor a été récemment inventé en 1947, il y avait un empressement à appliquer cette technologie une fois qu'elle deviendrait suffisamment fiable pour remplacer les tubes à vide, qui étaient considérés comme moins fiables et gourmands en énergie que les relais. D'autres efforts de Bell pour appliquer l'électronique à la commutation téléphonique sont venus du groupe Bell Labs Systems Engineering, dirigé par Ken McKay. Ces efforts d'ingénierie des systèmes ont été réalisés dans ce qui est devenu le système ESS n° 1 installé pour la première fois à Morris, dans l'Illinois en 1960.

Des pressions externes ont également été exercées avec le décret de consentement de 1957 interdisant effectivement à AT&T de concourir dans le secteur informatique. Il fallait donc s'assurer que la commutation téléphonique ne soit pas perçue comme une activité informatique. Les Bell Labs ont produit un certain nombre d'histoires liées à leurs contributions à l'informatique.

Une histoire récemment redécouverte à partir de 1961 avait une longue histoire de commutation par rapport aux histoires ultérieures. Le reste de cette histoire interne de 1961 était très similaire dans son contenu aux efforts ultérieurs. En conséquence, cette divergence avec la façon dont la commutation téléphonique était incluse (ou non) dans l'histoire informatique des Bell Labs m'a incité à rechercher si le changement dans la façon dont la commutation téléphonique était représentée de l'informatique à être qualifié de contrôlé par programme stocké.

2. Histoires informatiques des laboratoires Bell

Le premier document décrivant les contributions des laboratoires Bell à l'informatique est un rapport interne de 71 pages des laboratoires Bell datant de 1961. (WD Lewis éd. Contributions du système Bell aux ordinateurs et au traitement de l'information. Mémoire interne des laboratoires Bell, apparemment non publié, 10 juillet 1961).

Ce document comporte une section détaillée (5 pages incluant les références) sur la commutation téléphonique ainsi que d'autres sections sur les domaines de l'informatique qui sont restés dans l'histoire ultérieure des Bell Labs. Ce document non publié semble être un rapport préparé pour Ken G. McKay (vice-président de l'ingénierie des systèmes de 1959 à 1962) et William (Bill) O. Baker (alors vice-président de la recherche des Bell Labs et plus tard président des Bell Labs). "Le système Bell n'est pas dans le domaine de l'informatique commerciale", a-t-il déclaré et expliqué plus en détail : il s'intéresse de plus en plus à la commutation électronique, à la transmission de données et aux techniques numériques pour la transmission de la voix et de la télévision. Elle doit aussi continuer à assumer les tâches militaires pour lesquelles elle est particulièrement qualifiée. Pour ces raisons, il continuera d'être un contributeur majeur dans les domaines du calcul numérique et du traitement de l'information.

Le document d'histoire de l'informatique de 1961 a été édité par W. Deming Lewis, qui dirigeait la recherche sur la commutation et les sections sont rédigées par ceux qui ont joué un rôle principal dans les technologies qu'ils décrivent. Au moment de ce document, Baker était vice-président pour la recherche (de 1955 à 1973) et soutenait également la recherche informatique en tant que vice-président. Ce document a été trouvé par Ed Eckert comme la demande de cet auteur en novembre 2021 dans les papiers de Bill Baker à Murray Hill avec les initiales de Baker et de Ken McKay en haut. Bill Baker a ensuite fortement soutenu la recherche informatique pendant son mandat de président des Bell Labs (1973-1979).

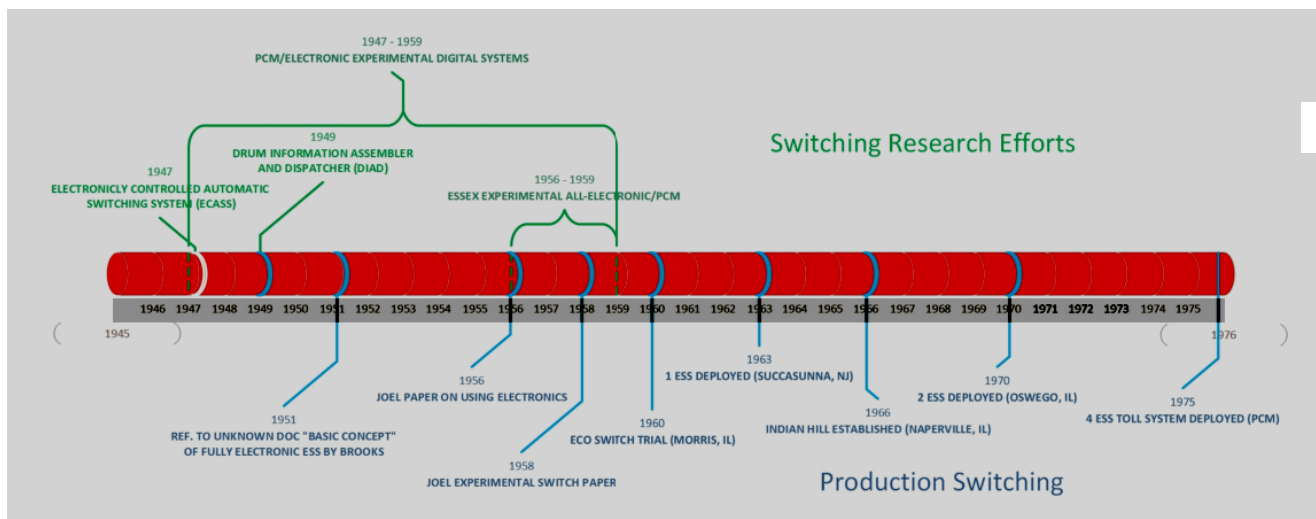
Des histoires ultérieures pour commémorer le 50e anniversaire de la fondation des Bell Labs en 1925 ont été créées au début des années 1980. Ces histoires comprenaient un document interne sur le rôle des Bell Labs dans l'informatique par Holbrook et Brown qui a ensuite été développé par Brown, Holbrook et Doug McIlroy pour un public externe. Ce dernier document a également été quelque peu révisé. Tous ces documents ultérieurs ne disent presque rien sur la commutation téléphonique, par rapport à l'Histoire de 1961.

De plus, Amos Joel, Jr. (que nous avons appelé le père de la commutation électronique au sein des Bell Labs) a également édité le volume d'histoire de la commutation de 1982 de A History of Engineering and Science in the Bell System. Joel a joué un rôle important dans la transition de la commutation téléphonique vers l'utilisation de l'électronique, en particulier dans la création du bureau central électronique Morris (ECO) et du système de commutation électronique n° 1 (ESS). Par conséquent, l'histoire de la commutation téléphonique est devenue complètement séparée de l'histoire de l'informatique dans ces livres publiés à l'extérieur et même dans le folklore interne des Bell Labs.

3. La commutation électronique aux Bell Labs

Les Bell Labs ont fait plusieurs incursions pour intégrer l'électronique dans la commutation. Avant la commutation électronique, les systèmes pas à pas et crossbar étaient les principales plates-formes de commutation téléphonique électromécanique. Dans les années 1940, Bell a commencé à envisager d'utiliser l'électronique pour automatiser la commutation. Après 1947, le transistor était considéré comme encore plus prometteur que les tubes à vide. L'une des principales décisions était d'automatiser ou non entièrement le réseau de commutation avec l'électronique. L'automatisation du réseau de commutation nécessiterait de passer à quelque chose comme le multiplexage temporel (TDM) et donc d'abandonner l'utilisation de connexions physiques de bout en bout (alors appelées «commutation par répartition spatiale») à l'aide de commutateurs électromécaniques. L'utilisation de TDM serait plus facilement activée en encodant les signaux dans quelque chose comme PCM (Pulse Code Modulation) qui utilisait l'échantillonnage pour traduire les appels vocaux analogiques en flux binaires de données.

Pour une chronologie approximative des premiers efforts de commutation électronique aux Bell Labs assemblés par cet auteur, veuillez vous référer à la figure suivante :



Cette chronologie est séparée en efforts déployés par l'unité de recherche en commutation (notés en vert et au-dessus de la chronologie) et les efforts de commutation de production menés par l'unité d'ingénierie des systèmes (notés en bleu et en dessous de la chronologie).

Commençant en 1947, le premier effort fut le système de commutation automatique à commande électronique (ECASS) qui utilisait des tubes thermoïniques (sous vide), des relais secs et des diodes à gaz à cathode froide pour remplacer les opérateurs humains.

L'ECASS a continué à utiliser des connexions physiques de bout en bout, plutôt que de les remplacer par TDM et PCM.

Un système téléphonique automatique utilisant une mémoire à tambour magnétique, le Drum Information Assembler and Dispatcher (DIAD) en 1949 a commencé à ressembler étroitement à un système informatique en utilisant une mémoire et une commande électronique séparées. Le DIAD "peut être considéré comme une sorte d'ordinateur". DIAD a utilisé environ 1 100 tubes à vide et 2 200 diodes au germanium.

L'unité de recherche sur la commutation a également participé au développement du PCM, le considérant comme la clé du multiplexage temporel. L'Experimental Solid State Exchange (ESSEX) de la recherche sur la commutation a mis en œuvre le PCM dans un système entièrement à semi-conducteurs qui comprenait les éléments de commutation. L'ESSEX a démontré que de tels systèmes entièrement électroniques étaient réalisables et pouvaient être considérés comme une forme spécialisée d'ordinateur. Ce n'est qu'en 1975 qu'il deviendra la conception de commutateur de production utilisée dans le système Bell avec le 4ESS. Lewis note qu'un ingénieur système, Chester E. Brooks, avait eu l'idée d'un commutateur entièrement électronique, en 1951, mais la seule référence donnée était un article de Fortune de 1958 par Bello où la prédiction était que d'ici 1980, le système Bell utiliserait une commutation à semi-conducteurs basée sur PCM et TDM (ce qui s'est avéré être à peu près correct). Du côté de la commutation de production des Bell Labs, Amos Joel Jr. a documenté les utilisations possibles de l'électronique pour contrôler le réseau de commutation en 1956.

Il a ensuite proposé un "commutateur" expérimental qui a mis en œuvre ces idées dans un système pratique parallèlement aux travaux de recherche sur l'ESSEX. Joel a pu s'appuyer sur cette idée pour déployer un essai sur le terrain réussi en 1960 à Morris, dans l'Illinois (parfois appelé le commutateur Morris ou alternativement le bureau central électronique, ECO). Cet essai réussi à Morris a ensuite été transformé en une version de production qui est devenue le système ESS n° 1. Cette commutation de production est devenue l'histoire publique largement acceptée de la commutation ainsi que celle partagée au sein des Bell Labs. Il n'est pas étonnant que Joel ait été considéré comme le père de la commutation électronique au sein des Bell Labs. Il faudra attendre le commutateur interurbain 4ESS et le commutateur local 5ESS pour qu'une structure de commutation entièrement électronique et numérique soit déployée dans le système Bell.

Chester E. Brooks était l'auteur de un certain nombre de brevets américains, dont un pour un "système de commutation téléphonique automatique électronique" déposé le 19 novembre 1956 (brevet américain numéro 3 120 581) qui décrit les opérations du système, y compris l'utilisation du binaire pour les circuits de contrôle. Une recherche préliminaire de documents internes de Bell Labs par Brooks vers 1951 n'a pas encore fourni ces documents, mais cet auteur est convaincu qu'ils existaient.

Notez que le livre Engineering and Operations in the Bell System était principalement destiné à être un document de formation pour les nouveaux ingénieurs des Bell Labs et a été délivré à chaque nouvel ingénieur.

4. Évolution du passage de l'informatique au contrôle des programmes enregistrés.

En 1953, Deming Lewis (qui était rédacteur en chef du rapport sur l'histoire de l'informatique des Bell Labs de 1961 a directement lié les ordinateurs électroniques à la commutation téléphonique et a détaillé les relations entre eux. Un article de Claude Shannon en 1949 détaillait les besoins en mémoire d'un central téléphonique en termes de "bits", un terme récemment inventé en 1947 par Tukey. Dans un article de 1979 de John Pierce où il revient sur l'histoire de la commutation et son rôle, il relie les efforts pour développer et pousser le PCM comme un moyen de rendre possible la commutation entièrement électronique. a été fait non seulement avec Pierce mais aussi avec Shannon et Oliver comme indiqué dans où ils ont laissé entendre que le PCM permettrait une commutation téléphonique entièrement électronique. Les premiers systèmes de commutation électroniques ont fait une comparaison directe avec un ordinateur, en particulier le DIAD qui a été lancé en 1949 et la description contient un chiffre qui assimile le système à un ordinateur avec la seule différence que l'ALU (unité logique arithmétique) a été remplacée par le « réseau de connexion » ou la matrice de commutation. Voir la figure ci dessous pour ce diagramme du document DIAD.

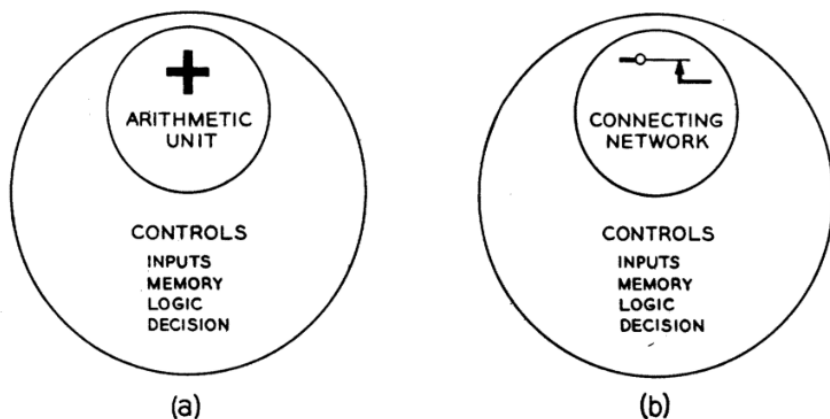


Figure de l'article DIAD 1952 comparant le passage à l'informatique .

Lewis poursuit en faisant une comparaison directe qui, selon lui, est particulièrement forte pour le DIAD. Il dit également que l'ECASS, un système antérieur qui a débuté en 1947, était également similaire à un ordinateur. Il fait une comparaison directe avec les Harvard Mark I et II et les ordinateurs relais Bell montrant une forte ressemblance fonctionnelle avec ces systèmes de commutation électroniques. Lewis poursuit en disant que les contributions entre l'informatique et la commutation vont dans les deux sens, la commutation étant susceptible de contribuer aux "dispositifs informatiques, à la fiabilité et aux systèmes utilisant deux ordinateurs ou plus". Ces exemples démontrent que la pensée, en particulier au sein de l'équipe de Lewis dans la recherche sur la commutation, était que l'informatique et la commutation étaient des technologies

complémentaires et qui se chevauchaient.

Le groupe d'ingénierie système de Joel au sein des laboratoires Bell s'efforçait de fournir des systèmes de commutation pratiques capables de gérer l'utilisation croissante du réseau téléphonique. Ce groupe était l'unité d'ingénierie des systèmes qui était plus directement responsable du déploiement d'un réseau fonctionnel. Amos Joel avait également proposé d'utiliser des composants électroniques comme dans et proposé un système qui n'incluait pas la numérisation du réseau de commutation mais plutôt uniquement pour le contrôle, tout comme le modèle DIAD avait utilisé. Il a ensuite utilisé ce même modèle dans le système de commutation expérimental déployé à l'Illinois en 1960 et dans l'ESS n° 1. Fait intéressant, dans un article du magazine Fortune en 1958, les Bell Labs semblent avoir déjà décidé de reporter la fabrication d'un réseau de commutation entièrement numérique jusqu'en 1980, en utilisant le PCM comme cela a été proposé dans l'ESSEX à la fin des années 1950 par les chercheurs en commutation des Bell Labs. Dans le travail de Joel en ingénierie des systèmes, il semble clair qu'ils s'étaient installés sur un modèle de contrôle de programme stocké de commutation qui durerait jusqu'au milieu des années 1970 déploiement du 4ESS pour la commutation interurbaine utilisant PCM. Il est donc logique que le contrôle des programmes stockés différencie l'approche de Joel du modèle entièrement numérique sur lequel la recherche sur la commutation avait travaillé et qu'elle considérait comme l'avenir.

Cette terminologie de "contrôle de programme enregistré" s'est poursuivie même après que le système de commutation soit devenu entièrement électronique et numérique à la fin des années 1970 et 1980 avec le 4ESS et le 5ESS. Au moment du 4ESS, du 5ESS et de la cession de 1984, la terminologie de «commande de programme stocké» était enracinée dans la culture d'ingénierie du système de commutation et il n'était guère nécessaire de la changer pour devenir un «ordinateur spécialisé» ou des termes similaires qui sont plus directement informatisés.

Jusqu'en 1966, les dirigeants d'AT&T, y compris le président Romnes, continuaient à dire des choses comme "le système téléphonique est lui-même un ordinateur".

5. Conclusion Au début du développement de la commutation électronique chez Bell Labs, la commutation téléphonique était considérée comme une forme spécialisée d'informatique. Avec les efforts concurrents au sein des laboratoires pour développer un système de commutation entièrement électronique par rapport à un système de commutation partiellement électronique, il était logique d'appeler la version qui ne remplaçait pas le réseau de commutation "commande de programme stocké", car elle contrôlait le réseau de commutation. La version partiellement électronique l'a emporté, en grande partie pour des raisons pratiques de fiabilité et de coût. La situation a été compliquée par le décret de consentement de 1956 en exigeant qu'AT&T n'entre pas dans le secteur de l'informatique, ce qui explique pourquoi les historiens de commutation téléphonique et d'informatique ont été présentés séparément au monde extérieur aux Bell Labs. Au moment où Bell a déployé une version entièrement électronique dans les années 1970, le terme était tellement ancré dans la culture des ingénieurs de commutation chez Bell Labs qu'il n'était tout simplement pas logique de changer, en particulier avec la pression continue de ne pas sembler être dans le marché de l'informatique.

6. Remerciements J'aimerais remercier plusieurs personnes qui ont contribué à trouver l'histoire de l'informatique des Bell Labs en 1961.

Tom Misa m'avait poussé du coude pendant des années qu'un tel document existait et j'ai finalement pris sur moi de faire de mon mieux pour voir s'il existait. J'ai contacté Al Aho qui m'a référé à Brian Kernighan qui m'a ensuite référé à A. Michael Noll. Noll avait parcouru les papiers de Bill Baker et avait créé un site Web avec certains de ses papiers. Noll m'a ensuite référé à Ed Eckert de Nokia Bell Labs qui a pu trouver le document dans les papiers de Baker à l'emplacement des Bell Labs à Murray Hill, NJ.

Les données de ces documents sont reprises pour commenter et illustrer la page "[naissance de la commutation électronique](#)" de ce site.

II - En France

Chargé de recherche à l'Institut d'histoire moderne et contemporaine (CNRS) et chargé de cours à l'Université de Paris IV, Pascal Griset est spécialiste de l'histoire des télécommunications. Il prépare une histoire des techniques aux 19 et 21 siècles. Il vient de publier La croissance économique en France au 19e siècle (A.. Colin) en collaboration avec Alain Beltran.+

LE DÉVELOPPEMENT DU TÉLÉPHONE EN FRANCE DEPUIS LES ANNÉES 1950 de Pascal Griset

1989 POLITIQUE DE RECHERCHE ET RECHERCHE D'UNE POLITIQUE

Comment est-on passé du « 22 à Asnières » au téléphone installé dans les voitures particulières ?

Question de maîtrise technologique et de développement industriel, pensons-nous d'abord. Ce serait pourtant sous-estimer l'importance des choix politiques, les enjeux mentaux et quelques problèmes de souveraineté nationale...

La lutte pour le contrôle des télécommunications est un enjeu central pour la détermination des rapports de force entre les Etats et les entreprises à l'orée du 21e siècle. La France à travers ses entreprises fait partie des adversaires qui ont déjà brisé quelques lances sur un terrain pouvant sembler plus ouvert par la dérégulation intervenue aux Etats-Unis. La France est donc présente, avec ses atouts et ses handicaps, dans cet affrontement où ne sont acceptés que les meilleurs. Pourtant, au-delà des paramètres financiers et technologiques, l'évaluation du potentiel français doit également intégrer une analyse des rapports entretenus entre les pouvoirs publics et les entreprises privées dans ce domaine, monopole d'Etat.

Le développement du téléphone en France après la seconde guerre mondiale montre combien les choix en matière de télécommunications peuvent être l'enjeu de rivalités politiques, mais il révèle aussi les qualités et les limites d'un modèle français de politique industrielle.

Une politique de recherche et l'industrialisation pour l'indépendance nationale.

La société française n'a intégré que très lentement l'importance des télécommunications pour son avenir économique et culturel. Dès la fin des années 1950, les différentes dimensions du problème apparaissaient pourtant clairement. Le développement du téléphone intégrait tout d'abord d'importants enjeux techniques. Le passage des techniques électromécaniques aux techniques électroniques en commutation fut une révolution sans précédent entraînant une impitoyable sélection entre les entreprises et les nations, seules quelques-unes, pour des raisons à la fois techniques et financières, pouvant assumer ce grand saut. Le téléphone est également, à double titre, un enjeu industriel.

L'industrie des télécommunications est devenue une industrie de pointe. Son développement s'intègre dans celui de l'industrie électronique et spatiale, avec les synergies que l'on devine avec le domaine militaire. Les investissements sont colossaux, mais les profits, pour les rares gagnants, sont à leur mesure. Deuxième aspect, l'équipement d'un pays en télécommunications modernes et bon marché est un élément majeur qui participe à la compétitivité des entreprises dans tous les domaines.

Enfin, découlant des éléments précédents, le téléphone et son industrie sont un extraordinaire enjeu politique. Enjeu de politique internationale, car la maîtrise des réseaux de télécommunications internationaux est un élément décisif dans la politique étrangère d'une grande puissance ; enjeu de politique intérieure, car aucune politique industrielle cohérente ne peut se faire en dehors des télécommunications, et tout gouvernement doit donc avoir un contrôle assez étroit de l'évolution de ce secteur.

L'histoire des années 1950 à 1990 nous révèle que des acteurs aux conceptions et aux intérêts différents, voire divergents, étaient concernés par cette activité : l'administration, les industriels, les politiques, les « usagers »... de plus en plus... « consommateurs ». L'administration des PTT était présente à la fois par ses services d'exploitation et par son centre de recherche, le CNET. Les services d'exploitation avaient pour principale préoccupation le développement des capacités du réseau qu'ils géraient. Leur importance dans les processus de décision ne fut pas négligeable, mais ce fut surtout le Centre national d'étude des télécommunications (CNET) qui pesa de tout son poids dans la définition de la politique française des télécommunications. Créé en 1944, confirmé par le gouvernement provisoire, le CNET était une structure interministérielle qui ne prit une véritable importance qu'à partir de 1954 lorsqu'une réforme lui permit de trouver son unité sous la houlette des PTT. Dès lors, sous la direction de Pierre Marzin, le Centre se consacra à sa véritable mission, définie par les textes fondateurs, en s'attachant à coordonner les activités de l'industrie française des télécommunications (1).

Cette industrie était bien faible au regard des besoins d'une grande nation industrialisée. Si dans le domaine des transmissions l'industrie française réussissait à conserver une part importante du marché intérieur, celui de la commutation était en revanche totalement contrôlé par les technologies étrangères. Les deux filiales de ITT, la CGCT et LMT, et la société Ericsson accaparaient au début des années 1960 plus de 65 % des commandes de l'Etat en matériel de commutation (2). Le pouvoir politique mis très longtemps à considérer le téléphone comme une priorité pour le pays. On rattachait volontiers celui-ci aux activités de loisir plus qu'aux biens d'équipements industriels. Les télécommunications furent négligées par le plan Monnet et il fallut attendre l'été 1947 pour qu'une commission de modernisation des télécommunications soit créée. Le programme prévu en 1948 par celle-ci ne fut jamais appliqué. Ce ne fut qu'à partir du 6e et surtout du 7e Plan que les télécommunications furent considérées comme prioritaires (3). Il est vrai que jusqu'à la fin des années 1960 la pression de la demande fut étonnamment faible. Les députés en campagne électorale se voyaient réclamer des écoles, des hôpitaux, pas le téléphone. En 1970, le retard de la France en matière d'équipement téléphonique était donc dramatique. Sa densité téléphonique était de 7,8 lignes principales pour cent habitants contre 11,1 pour l'Italie, 12,3 pour la RFA, 15,3 pour le Royaume-Uni, 33,3 pour les Etats-Unis et 40,9 pour la Suède. Le taux d'automatisation, qui était de 100 % aux Etats-Unis, en Allemagne ou en Italie, de 99 % en Belgique et en Grande-Bretagne, dépassait à peine 75 % en France. Les délais de raccordement étaient extrêmement longs, le téléphone était un luxe : Fernand Raynaud pouvait sans succès chercher à joindre le 22 à Asnières...

1. Une histoire du CNET, à laquelle nous avons collaboré dans le cadre du Centre de recherche en histoire de l'innovation (Paris IV), est à l'heure actuelle sous presse et une

large partie des informations a été collectée lors d'interviews des principaux ingénieurs et responsables des télécommunications à l'occasion de cette recherche. Nous remercions tout particulièrement Messieurs Cotten, Docquier, Letellier, Libois, Lucas, Marzin. Des documents d'archives ont également appuyé notre démarche. Ils ne sont pas répertoriés et leur consultation est à l'heure actuelle impossible.

2. L'International Telegraph and Telephone Company disposait du marché des télécommunications hors des frontières de l'Union. Ses filiales françaises impliquées dans la commutation étaient la Compagnie générale de construction téléphonique (CGCT) et le Matériel téléphonique (LMT).

3. Voir L.-J. Libois, « La planification française et les télécommunications », rapport au Colloque Bernard Gregory, sur « Science et décision », Paris, 1979.

Les débuts de la commutation électronique : le pari technologique

Les centraux de commutation, qui sont au réseau téléphonique ce que l'échangeur est au réseau autoroutier, ont été, au cœur de l'évolution technologique du téléphone, l'enjeu mécanique le plus important. Au début des années 1950, la commutation électromécanique était arrivée au bout de son évolution avec le système Crossbar. En Grande-Bretagne et aux Etats-Unis, l'idée d'utiliser l'électronique en commutation commençait à apparaître. En 1956, le Post Office pouvait annoncer la création d'un centre de recherche sur la commutation électronique. Le choix des Britanniques s'était porté sur le « temporel », c'est-à-dire un système où l'ensemble des fonctions de commutation était assuré par l'électronique. Quelques mois plus tard, en mars 1957, les Bell Laboratories (centre de recherches d'ATT) annonçaient la construction d'un centre expérimental de commutation électronique.

Leur choix technologique (4) était cependant différent puisqu'ils avaient choisi le « spatial ». L'électronique n'y intervient que pour commander des systèmes électromécaniques. L'option anglaise entraînait donc une rupture complète avec les anciens systèmes, alors que les Américains avaient choisi une évolution permettant d'envisager une introduction plus rapide de la nouvelle technologie dans les réseaux opérationnels. Les rapports entre ATT et le CNET avaient toujours été très cordiaux. Au fil des accords, portant notamment sur des échanges de brevets, les ingénieurs du CNET avaient fréquemment rencontré leurs homologues américains dans les fantastiques laboratoires Bell. Trois ingénieurs du CNET étaient donc présents au symposium organisé par ATT. De retour en France, ils informaient Pierre Marzin, directeur du Centre, des projets américains. Ingénieur parmi les plus brillants de l'avant-seconde guerre mondiale, P. Marzin rêvait d'un téléphone totalement français, affranchi de la tutelle américaine. Pressentant les extraordinaires potentialités d'une filière électronique en commutation, il créa, en avril 1957, un nouveau département du CNET appelé RME, recherche sur les machines électroniques. Sa mission : concevoir un système français de commutation électronique. Il en confia la direction à Louis-Joseph Libois. Le rôle leader en commutation électronique échappait donc au service commutation du CNET, à la grande déconvenue de ses ingénieurs. Pierre Marzin voulait des hommes totalement détachés de la commutation classique pour créer un système réellement nouveau, il cassait les routines des structures en place, créait un groupe totalement concerné par la nouvelle technologie, liait la carrière de ces hommes à la réussite de leur mission. Cette audace s'avéra payante : ces hommes nouveaux croyaient en l'électronique alors que peu de « commutants », ils l'admirent plus tard, auraient misé sur le succès à moyen terme de cette révolution technologique. Les avantages de l'électronique étaient pourtant considérables : « Elle apporte des avantages substantiels : la réduction du volume et du poids, la facilité d'entretien si le matériel est bien conçu et la diminution de puissance d'alimentation » (5), estimait le directeur du Laboratoire central des télécommunications dès 1956.

Le travail des ingénieurs de RME commença par une période de recherche libre destinée à explorer sans a priori les différentes démarches envisageables. Les premières expériences anglo-saxonnes servirent ainsi d'une certaine manière à déterminer « ce qu'il ne fallait pas faire » et toutes les options du CNET s'éloignèrent des choix américains et britanniques. Une première étape vit la réalisation de deux prototypes ANTINEA (1958-1960) et ANTARES (1961-1963). Ils permirent d'évaluer à leur juste mesure les problèmes liés à la nature des composants électroniques et aux méthodes de programmation. Les grandes orientations dans ces domaines fondamentaux purent ainsi être déterminées.

A la fin des années 1950, malgré le développement des transistors, l'électronique reposait encore dans de nombreux cas sur les lampes à vide. Ainsi, ce fut avec des lampes que les Britanniques tentèrent la mise au point de leur central temporel. Ce prototype, que certains n'hésitèrent pas à surnommer « l'usine à gaz », était extrêmement volumineux et peu performant. Il nécessitait un système de climatisation et termina sa carrière en 1963, véritable diplodocus témoin de cette préhistoire de la commutation électronique. Les Britanniques furent ainsi « fâchés » avec le temporel pour deux décennies. Dans le cadre moins ambitieux de la commutation spatiale, les Américains adoptèrent des diodes à gaz dans le premier central réalisé à Morris dans l'Illinois (novembre 1960). Le choix des composants s'avérait donc déterminant pour l'efficacité, la faisabilité du système, mais également pour sa rentabilité. P. Lucas, ingénieur dans l'équipe RME, explique ainsi les grandes options qui inspirèrent les choix français en la matière : « La politique suivie à cette époque fut de chercher à utiliser des composants dont la diffusion probable devait être la plus large possible, c'est-à-dire de coller le plus possible aux technologies de l'informatique dont le marché serait certainement plus large que celui de la communication » (6). Quelle lucidité dans ce choix alors qu'à cette époque les Américains, il est vrai plus favorisés en matière de crédits, développaient des composants spécifiques très coûteux !

La programmation des centraux, autre élément clef, s'avéra être d'une extrême complexité. Ce ne fut que très lentement que les problèmes furent évalués dans toutes leurs dimensions, et les retards de mise au point des systèmes, lorsqu'ils survinrent, furent bien souvent dus à une sous-estimation du temps nécessaire à la programmation. Le programme du central de Morris comportait déjà 50 000 instructions.

Parallèlement à la recherche, l'industrialisation était préparée grâce à la mise en place de structures de coopération avec les industriels. Depuis 1959, l'administration et les industriels avaient en effet joint leurs efforts en matière de commutation au sein d'une société d'économie mixte, la SOCOTEL(7). Le CNET, de par ses statuts, coordonnateur de l'industrie des télécommunications en France, jouait un rôle important dans cet organisme. Invités par le CNET à se joindre à l'effort effectué en matière de commutation électronique, les industriels, qu'ils soient purement français ou filiales d'ITT, se montrèrent très réservés, voire hostiles à cette orientation. Lors de la réunion des membres de SOCOTEL, le 15 décembre 1960, un projet de recherche portant sur le spatial, le SE 400, fut rejeté en raison de l'opposition des industriels qui le jugeaient trop ambitieux. Cette journée reste dans bien des mémoires comme un événement marquant. Les débats furent tellement tendus qu'aucun compte rendu n'en fut réalisé.

4. ATT (American Telegraph and Telephone Company). Cette gigantesque entreprise disposait jusqu'au début des années 1980 d'un monopole sur les communications téléphoniques aux Etats-Unis. Elle ne pouvait en revanche pas exporter, ce secteur étant réservé à l'International Telegraph and Telephone (ITT).

5. G. Goudet, conférence faite à la Société des radioélectriciens, le 20 octobre 1956, publiée dans UOnde électrique, mars 1957.

6. P. Lucas, « Les progrès de la commutation électronique dans le monde », Commutation et électronique, 44, janvier 1974.

7. SO. CO. TEL : « Société mixte pour le développement de la technique de la Commutation dans le domaine des Télécommunications ». Voir H. Docquier, SOCOTEL, Expérience de coopération Etat-Industrie, Paris, SOCOTEL, 1987, 183 p. Henri Docquier est l'ancien directeur de cette société.

Les industriels étaient préoccupés avant tout par le marché français et donc par les contrats des années à venir, qui portaient sur des équipements uniquement électromécaniques (système Crossbar). Leurs ambitions et celles du CNET qui voulait mettre en œuvre une politique à long terme s'accordaient mal. Le projet refusé par SOCOTEL fut dès lors entièrement assumé par RME et, selon P. Lucas, « entra dans la clandestinité ». Rebaptisé SOCRATE, il devint la première réalisation de commutation électronique opérationnelle en France. Il représentait un progrès essentiel dans le domaine de la commutation spatiale. Tout en poursuivant le développement de ces centraux « spatiaux », les ingénieurs du CNET, mis en confiance et forts de leur expérience, purent envisager le développement d'un système complètement électronique dit « temporel ». Si de nombreux contrats d'études furent passés avec les industriels, l'essentiel du travail de recherche sur le temporel fut réalisé au sein des laboratoires du CNET (8).

Le premier prototype de central temporel relié au réseau, PLATON, fut installé à Perros-Guirec le 26 janvier 1970. C'était une première mondiale. Pierre Marzin aimait raconter que les remarques du boucher de la commune sur la qualité des communications l'informaient sur l'avancement de mise au point du central avant même que les rapports de ses ingénieurs n'arrivent sur son bureau. Cette boutade souligne bien l'extrême importance des essais en exploitation réelle pour tout système de commutation, leur caractère parfois décourageant tant de problèmes difficiles à soupçonner en laboratoire pouvant apparaître. PLATON montra la faisabilité technologique de la commutation temporelle ; il restait à en réaliser l'industrialisation.

8. Les problèmes généraux liés au financement de la recherche par les commandes publiques sont abordés par Christian Dilleman, « Les commandes publiques, stratégies et politiques, » Notes et études documentaires, novembre 1977, 120 p.

Une politique industrielle conquérante

Le CNET orienta la CIT, Compagnie industrielle des téléphones, filiale de la CGE, vers la technologie la plus en pointe, le temporel, quitte à réaliser pour elle l'essentiel de l'effort de recherche. Il semble que la filiale de la CGE, malgré l'intérêt porté au projet par Ambroise Roux, accueillit la proposition avec peu d'enthousiasme. Les conditions «

très favorables » proposées par le CNET forcèrent pourtant ces quelques réticences. Pour mener à bien ce projet, le problème du transfert de technologie était posé. Transmettre des plans, des instructions à CIT aurait été totalement inefficace car la structure d'accueil n'était pas suffisamment solide pour en tirer parti. Une filiale de CIT, la SLE (Société lanionnaise d'électronique) fut donc chargée d'assumer la responsabilité de cette industrialisation. Certains ingénieurs ayant développé le système au sein du CNET « désertèrent » celui-ci pour rejoindre la SLE... avec la bénédiction de leurs supérieurs. Travaillant d'abord de manière très marginale au sein de la CIT, la SLE réussit progressivement l'intégration du programme temporel au sein de l'entreprise. La démarche suivie lors de cette étape cruciale du développement du temporel fut donc très pragmatique. Structure légère, la SLE était parfaitement adaptée à son objectif. Elle joua parfaitement son rôle d'interface entre le CNET et la CIT. Le développement études donna, sans modification fondamentale, le central E10 (9).

9. Outre son réseau de connexion temporel, le central E10 possédait deux caractéristiques d'avant-garde : les fonctions de commutation étaient réparties entre plusieurs processeurs spécialisés et les fonctions de gestion ne concernant pas directement l'écoulement du trafic étaient exécutées par un calculateur commun à plusieurs unités de commutation.

Loin de constituer des « logiques » successives, la politique de recherche et la politique industrielle étaient donc bien présentes conjointement dans les orientations prises par r. Marzin dès la fin des années 1950 (10). En confiant à une entreprise française l'innovation technologique radicale que constituait le temporel, le CNET avait forgé une arme destinée à écarter les filiales d'ITT — celle-ci n'ayant pas suivi l'évolution technologique du temporel — au moment des choix d'équipements. C'était une option risquée, car elle engageait la principale entreprise française dans une voie difficile. Elle était cependant la seule possibilité d'échapper à l'influence prépondérante des capitaux étrangers dans la commutation française et laissait entrevoir de véritables possibilités de développement pour les exportations. Dès 1972, la baisse constante du prix des composants électroniques et la progression rapide des études permettaient au CNET d'être optimiste : « La commutation temporelle arrive plus tôt que ne l'avaient prévu la plupart des techniciens. Sans doute faut-il s'en féliciter, car ainsi pourrions-nous hâter la transformation du réseau en un réseau universel permettant d'acheminer indifféremment de la parole et des données » (11).

Le CNET n'entendait pas pour autant donner un monopole à la filiale de CGE. Dès 1973, l'appel à un autre fournisseur était prévu : « Il est proposé d'engager un second constructeur dans la production et l'installation de centraux E10 à partir du programme 1975 », pouvait-on lire dans un rapport. Ce texte poursuivait — et ces quelques mots contiennent l'aboutissement d'une démarche de plusieurs années : « Le choix est à faire entre les sociétés du groupe ITT (LMT, CGCT), STE, SAT et AOIP. Les premières sont à écarter car elles ont choisi de s'attaquer à un créneau différent du marché avec le modèle Eli » (12).

10. Dans une table ronde consacrée à l'histoire du CNET en 1983, A. Bertho envisageait l'histoire du Centre comme la succession de trois « logiques », une logique d'exploitation (1953-1958) précédant une logique de recherche (1958-1968) débouchant finalement sur une logique de développement (1968-1974). Cette perspective nous semble masquer la véritable démarche de Pierre Marzin qui mit, dès la fin des années 1950, la recherche au service d'un grand projet de restructuration industrielle.

11. C. Abraham, « Situation de la commutation électronique en France et dans le monde », rapport pour le département Commutation électronique et automatismes du CNET, 16 mai 1972.

12. Note du CNET à l'attention de Monsieur le ministre des PTT, 6 novembre 1973. La note évoquait ensuite l'AOIP comme susceptible d'assurer une partie de la fabrication prévue. La place de cette entreprise, qui est une coopérative ouvrière, est bien particulière dans les projets de l'administration. Très sévère à son égard, Jacques Darmon estime : « Son inaptitude à suivre l'évolution rapide de la technologie, son incapacité à attaquer les marchés étrangers, ses coûts de production trop élevés ont rapidement mis l'entreprise hors d'état de soutenir une concurrence ouverte », Jacques Darmon, Le grand dérangement, Paris, J.-C. Lattes, 1985, p. 171.

La logique technique devait donc réduire tout « naturellement » la place de LMT et de la GCGT, leur participation à l'équipement du pays passant obligatoirement par une licence sur le matériel temporel. Forte de cette avance technologique, la CIT devait donc se trouver en position de force sur les marchés étrangers. Son matériel, accepté par une administration importante, disposerait d'une crédibilité considérable, ses coûts de production ne seraient pas alourdis par le versement de royalties à une entreprise étrangère. Pour la première fois depuis son arrivée sur le marché français, ITT allait donc se trouver en état d'infériorité technologique face à une entreprise française. La modernisation, en fait le véritable développement tant attendu du réseau téléphonique français pourrait s'appuyer sur une technologie nationale.

Mettre fin au sous-développement téléphonique du pays

Il restait à concrétiser ces projets, car, tandis que le CNET réalisait cet effort considérable de recherche, l'équipement du pays en téléphone suivait toujours son rythme d'escargot. Ce fut en fait lors de la présidence de Georges Pompidou que les décisions furent enfin prises pour combler un retard de plus en plus ridicule et pénalisant pour un pays industrialisé. Le rôle de Yves Guéna, ministre des PTT, fut important pour débloquer certaines pesanteurs, la nomination du directeur du CNET, Pierre Marzin, à la tête de l'administration des télécommunications montrant à tous que l'avenir devait être fondé sur une technologie française.

Le premier problème à résoudre était celui du financement du programme d'équipement. Pour cela, l'emprunt fut retenu comme la meilleure solution et des sociétés de financement furent créées pour mobiliser l'épargne vers le téléphone. La décision fut prise à la fin de l'année 1969 par la loi autorisant la création des sociétés de financement des télécommunications. L'agrément conjoint des PTT et du ministère des Finances intervint le 24 décembre 1969. Joyeux Noël pour le téléphone puisque cette organisation, bien que son efficacité fut parfois contestée, constitua la base de tout son développement futur] (13)
Quatre sociétés furent créées : FINEXTEL en février 1970, CODETEL en janvier 1971, AGRITEL en juin 1972, CREDITEL en octobre 1972.

Pour permettre à l'administration d'être mieux à même d'assumer le développement du téléphone, des réformes de structures furent également réalisées. La création en 1968 de la Direction générale des télécommunications (DGT), la suppression en 1971 du Secrétariat général aux PTT amorçaient l'émancipation des télécommunications, leur plus grande indépendance par rapport aux Postes, dans une administration dont l'unité était cependant préservée. Ainsi, pour la première fois en 1970, le budget des Postes et celui des Télécommunications furent présentés séparément.

Une importante réflexion sur le rôle et l'organisation de l'administration fut également menée. En février 1974, la commission de contrôle parlementaire sur le téléphone rendait un rapport dont les conclusions ne pouvaient qu'entraîner une profonde réforme de l'organisation des télécommunications françaises. « L'activité du ministère des PTT a incontestablement un caractère industriel et commercial... Il faudrait envisager de le scinder en deux administrations distinctes, postes et services financiers d'une part, télécommunications d'autre part. Pour ces dernières un établissement public des télécommunications serait créé », estimaient les députés. Loin d'être destiné à un oubli rapide, ce projet avait reçu un accueil tout à fait positif à l'Élysée : Bernard Esambert, conseiller de Georges Pompidou, avait convaincu le Président et ce dernier était favorable à la réalisation de cette réforme. Bien entendu, des difficultés pouvaient être attendues de la part des syndicats, certaines grèves l'avaient démontré, et il est certain que la mise en place d'un tel changement aurait été délicate (14). Il reste que la volonté politique était affirmée et que ces propos ont un air très familier pour qui suit les débats sur les télécommunications en 1989 ! Au début de l'année 1974 tout semblait donc être en place pour que le plan mis en œuvre par le CNET puisse enfin aboutir. Des structures de financement étaient en place, une entreprise française disposait d'une avance technologique de plusieurs années sur ITT, une administration des télécommunications plus autonome laissait entrevoir des structures plus souples pour gérer le développement du téléphone.

13. Voir C.-H. Cotten, «Recours au marché Revue française des télécommunications, numéro 1.

14. Voir à ce propos E. Quéré, La crise du téléphone : ses causes, les solutions, Paris, Fédération CGT des Postes et télécommunications, mars 1976.

La révolution d'octobre

Nous reprenons ici l'expression la plus couramment utilisée à propos de cette période par le personnel du CNET.

Le décès de Georges Pompidou et les élections présidentielles de 1974, en bouleversant les données politiques, entraînèrent une remise en cause complète de ces projets. Le Conseil des ministres du 16 octobre 1974 annonçait la nomination d'un nouveau directeur général des Télécommunications. Gérard Théry remplaçait Louis-Joseph Libois, le « père » de la commutation électronique française. La nouvelle équipe bouleversa la stratégie mise en place. L'attitude des ingénieurs du Centre lors des années précédentes fut très critiquée. Il leur fut reproché d'avoir été juges et parties dans les contrats d'études passés avec les industriels mais surtout, plus fondamentalement, le CNET fut accusé d'avoir outrepassé ses attributions et d'avoir déterminé par ses options technologiques la politique industrielle de la DGT.

La nouvelle génération de décideurs, arrivée au pouvoir grâce à l'élection de Valéry Giscard d'Estaing, abordait les problèmes de manière totalement différente. Son expérience n'était pas celle de l'Occupation. Elle retenait essentiellement des années 1960 et du début des années 1970 la vision d'une industrie française peu dynamique, surprotégée par une administration excessivement tolérante vis-à-vis des retards et des surcoûts trop souvent observés. A la philosophie économique de Georges Pompidou, encore très interventionniste dans son désir de créer une industrie française capable de lutter à l'échelle internationale, succédait une philosophie plus libérale, du moins dans ses discours. Enjeu industriel essentiel, les télécommunications furent profondément touchées par ce changement de cap lié certes à des considérations économiques mais dont les

motivations politiques de la nouvelle équipe au pouvoir n'étaient pas absentes. La structure de l'administration fut considérablement modifiée, le rôle et la place du CNET transformés. Le Centre ne dépendait plus directement de la DGT mais d'une nouvelle structure, la Direction des affaires industrielles et internationales (DAII). Celle-ci prenait en main la définition des objectifs industriels, le CNET étant limité à la recherche fondamentale et appliquée. Les ingénieurs du CNET devaient chercher et non décider... La nomination à la tête de la DAII de Jean-Pierre Souviron, ingénieur en chef des Mines, semblait bien montrer que l'heure de la « mise au pas » avait sonné pour le CNET.

De plus, l'un des principes qui avait structuré le CNET à sa création, la liaison entre recherche et contrôle du matériel, fut abandonné. « En politisant le problème des industriels et en modifiant le régime de contrôle des prix, l'administration a donc enlevé au CNET une fonction qu'il remplissait bien par le passé (15) ». En l'espace de quelques semaines, « l'ensemble de l'organisation qui permettait au CNET de maîtriser le processus d'innovation se trouve remis en cause. Et cela est grave lorsque l'on sait le temps qu'il a fallu pour former des équipes de recherche de haut niveau, c'est-à-dire capables de dominer le processus d'innovation » (16).

Toute la logique qui soutenait le développement du téléphone en France était donc bouleversée. Les orientations destinées à développer une industrie nationale par la dynamique de la recherche étaient abandonnées.

15. Alain Le Diberder, *La production des réseaux de télécommunications*, Paris, Economica, 1983.

16. M. Nouvion, *U automatization des télécommunications*, Lyon, Presses universitaires de Lyon, 1982, p. 303. Cette rupture entre contrôle technique et recherche n'a rien d'anecdotique, elle ne correspond pas à une lutte entre services pour quelques prérogatives. Elle peut entraîner une efficacité diminuée pour les chercheurs, qui perdent le contact avec les équipes de l'industrie. Quant aux contrôleurs, il leur est plus difficile de se maintenir par la recherche au niveau des équipes qu'ils sont amenés à superviser. M. Nouvion peut à ce propos émettre l'hypothèse selon laquelle « ces décisions prises trahissent une méconnaissance assez profonde des processus par lesquels sont introduits l'innovation... ».

Un choix technologique discuté et une organisation industrielle hésitante

Le principal argument justifiant le démantèlement du projet industriel du CNET — qualifié de « politique de l'Arsenal » — s'appuyait sur le désir d'obtenir, grâce à la mise en place d'un marché concurrentiel, l'équipement téléphonique du pays à un prix moins élevé. Une consultation fut organisée pour cela en 1975. L'application de stricts critères de rentabilité fit préférer le spatial au temporel, ce dernier étant jugé encore trop cher et peu fiable. Plusieurs systèmes furent mis en compétition mais aucun n'était contrôlé par des brevets français. La CIT, orientée depuis des années vers le temporel, ne disposait d'aucun projet sérieux en ce domaine. Elle dut s'associer en catastrophe avec le japonais NEC pour proposer du spatial. En fait, les entreprises les mieux placées dans cette compétition étaient les filiales d'ITT, grâce au système de commutation spatial (Metaconta qui deviendra le 11F finalement adopté) mis au point avec l'aide des ingénieurs du CNET au sein de SOCOTEL... La voie de garage se transformait en allée royale. Le choix du spatial prenait à contre-pied la CIT et plaçait ITT en position de supériorité technologique. Un comble après vingt ans d'efforts destinés à écarter grâce au rapport de force technologique la multinationale du marché français ! Les conséquences d'un tel choix apparurent très vite. Il condamnait l'industrie française de la commutation à de nouvelles décennies de dépendance vis-à-vis des Américains. Malgré leur « libéralisme », les nouveaux responsables ne pouvaient assumer une telle responsabilité devant l'opinion et les parlementaires. Une nouvelle tactique devait cependant être définie puisque l'outil technique élaboré depuis des années avait été écarté. La politique de secours fut longue à se dessiner ; pendant plusieurs mois, la politique industrielle des PTT navigua, c'est le moins que l'on puisse dire, « dans le flou le plus complet » (17). Aucun choix clair ne semblait pouvoir être pris : « Les dirigeants des sociétés s'interrogent sur les alliances souhaitées par le ministère de l'Industrie et de la recherche tandis que les pouvoirs publics, Elysées et PTT, paraissent eux-mêmes attendre que les industriels leur proposent des accords », pouvait-on lire dans la presse (18). Ce fut en mai que le plan fut finalement arrêté et exécuté. Le gouvernement opta pour la plus dirigiste des politiques en imposant aux partenaires industriels l'entrée de Thomson sur le marché du phone, ce groupe achetant une filiale d'ITT et la filiale d'Ericson en France. Thomson bénéficia d'un appui total du gouvernement pour se tailler rapidement une place en ce domaine qu'elle avait abandonné au terme d'un accord signé avec ITT... en 1927 (19). Présentée comme le moyen de diminuer l'importance d'ITT en France, l'arrivée de Thomson était aussi un épisode des luttes entre industriels français et impliquait pour CIT un recul certain. Elle marquait la rupture des accords Thomson-CGE de 1969, le « Yalta de l'électronique française » qui réservait à CGE le domaine du téléphone. L'arrivée brutale de Thomson dans le téléphone public suscita de nombreuses interrogations à une époque où l'ancien conseiller du président Pompidou, Ambroise Roux, connaissait, à travers le groupe qu'il dirigeait, la CGE, de nombreux revers. L'hebdomadaire *Le Point* évoquait même des explications échappant à la simple logique industrielle et technique : « Dans ses principales activités, la CGE vient de perdre tantôt ses espérances, tantôt son leadership. Echec industriel ou cabale politique ?... Dans ce pays où tout commence et tout finit par des airs politiques, il en est que l'on chante sur plus d'un registre, le gouvernement, V.G.E. en tête, entend casser les reins à celui qui fut l'ami de Georges Pompidou » (20). Les négociations furent difficiles, ITT n'accepta de vendre sa filiale LMT qu'en étant assurée qu'une partie du marché français lui serait réservée. La « reddition d'ITT » proclamée par la presse prenait en fait pour de nombreux observateurs l'allure d'une victoire :

— ITT conservait la maîtrise des brevets clefs sur les centraux spatiaux.

— Les « royalties » que Thomson devrait verser à ITT lorsqu'elle voudrait exporter rendrait son matériel fatalement plus coûteux que celui, presque identique, vendu directement par ITT.

— La part de marché français réservée à ITT allait garnir les carnets de commande de sa filiale française et lui permettait d'envisager, forte de la référence apportée par une telle commande, de s'attaquer à d'autres marchés étrangers, notamment les pays arabes.

— Enfin, LMT fut vendu au prix fort, 160 millions de dollars. Quatre ans plus tard, l'action LMT était cotée à 50 % de ce prix d'achat !

17. G. Pasturel dans *L'Usine nouvelle* du 29 janvier 1976.

18. Henry d'Armagnac dans *Le Nouveau Journal* du 3 février 1976 reflète parfaitement l'impression de totale indécision, non seulement sur les buts, mais également sur les responsabilités à prendre pour la réorganisation de l'industrie des télécommunications.

19. Thomson était entré dans l'industrie téléphonique en 1904 par l'acquisition des établissements Postel-Vinay. Après un accord avec ITT en 1925, où Thomson gardait la majorité de la Compagnie des téléphones, Thomson-Houston ITT reprend l'ensemble du capital en 1927.

20. *Le Point*, 17 mai 1976.

Le choix spatial fut présenté comme étant une position d'attente, permettant de laisser au temporel le temps de mûrir et de profiter d'une baisse sur le prix des composants. L'argument, apparemment logique, semblait écarter le problème des investissements à réaliser pour développer de front deux systèmes différents au sein de plusieurs groupes industriels. Une dernière tentative pour réaliser l'unité technique de la commutation française fut effectuée par les ingénieurs du CNET. Ils s'attachèrent à définir un modèle de central temporel unique, le EI, pouvant être fabriqué par CIT et Thomson. Encore une fois les ingénieurs se mêlèrent de politique industrielle... Ce projet allait complètement à l'encontre des plans de la DAII bien que le choix d'un système unique permettait de maintenir la concurrence en répartissant les marchés entre plusieurs constructeurs (21). Ce type de concurrence orchestrée par l'administration, la DAII n'en voulait pas. Elle désirait deux constructeurs totalement autonomes ayant chacun leur indépendance technologique. Ainsi, ce ne fut que lorsque Thomson fut capable de présenter sur le marché un central temporel compétitif, le MT 20, que de nouveau le cap fut mis vers le temporel dans un partage du marché entre Thomson et CIT. Cette nouvelle orientation intervenait à peine deux ans après la consultation de 1975 alors que les unités de production pour le spatial étaient à peine prêtes ! Le spatial, présenté a posteriori comme une solution transitoire « en attendant » le temporel, donna en fait à Thomson le temps nécessaire pour mettre en place sa propre technique en ce domaine... au prix d'investissements inutiles et d'une perte de temps extrêmement préjudiciable pour CIT par rapport à la concurrence étrangère. La politique menée depuis 1974 s'avérait catastrophique : comme l'écrivait J.-M. Quatrepoint, « les pouvoirs publics ont fait de la concurrence et de l'internationalisation leurs maîtres mots. Mais le mieux n'est-il pas l'ennemi du bien ? Il est des moments, surtout dans les technologies de pointe, où il faut arrêter une politique et s'y tenir. La concurrence est une bonne chose si elle ne tourne pas à l'imbroglio » (22).

21. Lors de la définition du projet E10, le CNET dans une note au ministre avait bien précisé ce qu'il entendait par « système unique » : « Tous les exploitants, dans tous les pays du monde, ont une préférence pour le système unique. La définition de ce qu'ils entendent par là peut varier ; cependant, système unique signifie au minimum, d'une part, un seul matériel, pour chaque application et, d'autre part, système construit par plusieurs fournisseurs, de manière à faire jouer la concurrence », note du CNET à l'attention de Monsieur le ministre des PTT, 6 novembre 1973.

22. *Le Monde* du 30 juillet 1976.

Des résultats décevants et le retour du champion national

La sanction économique de la nouvelle politique fut particulièrement lourde. A l'exportation, la France perdit beaucoup de temps, près de trois ans. S'il est vrai que l'introduction du temporel dans un réseau n'est pas toujours facile, l'avance technologique prise par la France fut comblée par ses principaux concurrents. Certes, de beaux succès furent enregistrés mais ils étaient sans commune mesure avec ceux que l'on pouvait espérer, compte tenu de l'avance du E10 (et de son évolution pour les grands centres

urbains, le E12) sur les systèmes étrangers. Georges Pebereau avait évoqué ces risques en 1976 : « Si l'industrialisation du système E12 prenait un retard d'un an à 18 mois sur le calendrier, cela en serait fait des espérances sur le plan mondial... Le matériel

E12 doit être fabriqué tel qu'il est conçu actuellement» (23). Au niveau national, la concurrence ne s'instaura pas vraiment. Les prix payés par l'administration n'enregistrèrent aucune évolution favorable pour celle-ci. Certains purent même estimer que la séparation entre la recherche et le contrôle du matériel réalisée en 1975, en privant le C d'un atout essentiel, détériora la position de l'administration face à ses fournisseurs.

Le retrait de Thomson de l'industrie du téléphone à l'automne 1983 confirma qu'il n'y avait pas en France la place pour deux groupes en ce domaine. Malgré un très important effort de recherche et la qualité des résultats obtenus, Thomson fut obligé de disperser ses efforts et ne put réellement rentabiliser ceux-ci. D'énormes investissements furent ainsi perdus. « Au lieu de consacrer l'ensemble de ses moyens techniques et financiers au développement du système MT (temporel), Thomson les a dispersés sur cinq systèmes différents de commutation... Cette accumulation de développements simultanés ne pouvait conduire qu'à la catastrophe ... C'est par centaines de millions de francs qu'il faut mesurer l'effet de cette absence de priorité. (24) » L'abandon de Thomson, qui a cédé à CIT ses activités téléphoniques, a renvoyé de fait la structure de l'industrie télécommunications à ce qu'elle devait être dans les projets mis au point avant 1974. Il est tentant d'expliquer ce revirement par le changement politique intervenu en 1981 et la nationalisation des deux grands groupes industriels Thomson-CSF et CGE. En fait, les nationalisations « n'ont joué dans la genèse de l'accord qu'un rôle marginal » (25). L'intérêt des deux groupes fut prépondérant. Alain Gomez pour Thomson et Georges Peberau pour CGE tirèrent simplement les conséquences des choix catastrophiques de 1975. Dans une situation financière plus que préoccupante, Thomson devait absolument se débarrasser d'activités déficitaires. CGE sut en profiter pour devenir le seul groupe industriel du téléphone en France par sa filiale portant désormais le nom d'Alcatel-Thomson. Analysant les raisons de cet accord, Georges Pebereau déclarait d'ailleurs : « Avant la crise on pouvait gérer des conglomérats, après il faudra se concentrer sur ses métiers » (26)

En lisant dans la presse de cette deuxième année de la première présidence de François Mitterrand, à propos du nouveau montage industriel : « C'est avec près de dix ans de retard ce que souhaitaient faire les hommes de Georges Pompidou », il est tentant de penser que, bien qu'éloignés par leurs camps politiques, les deux présidents se retrouvent, à travers le temps, dans leur volonté de mener une politique industrielle, garante de l'indépendance nationale (27).

Marcel Proust, consommateur pionnier, évoquait déjà le téléphone, cet appareil « où naîtrait si spontanément sur les lèvres de l'écouteuse un sourire d'autant plus vrai qu'il sait n'être pas vu » (28). Sa diffusion fut pourtant particulièrement difficile en France. Son histoire, intimement mêlée à celle de la culture française, rythmée par l'évolution des rapports entre l'administration, l'Etat et l'industrie privée, souligne les effets pervers du monopole d'Etat dans un domaine où, comme l'écrivait joliment J.-J. Chiquelin, « l'enchevêtrement des relations entre l'administration et le privé est d'une luxuriance toute amazonienne ». Le monopole n'est cependant qu'une donnée. Il ne détermine pas fatalement un climat inhibant pour l'industrie. L'exemple de la politique mise en œuvre par P. Marzin montre qu'une administration consciente des intérêts généraux du pays et de son industrie peut être capable de mettre en place un projet ambitieux et dynamique et de le mener à bien lorsqu'elle ne se contente pas de gérer des positions acquises et le pouvoir de services inamovibles. A l'heure où des choix décisifs se présentent pour l'avenir des télécommunications françaises, il semble bien que les idées toutes faites sur le sacro-saint service public ou la miraculeuse séparation de l'entreprise et de l'Etat doivent être laissées de côté. C'est sur un monopole, celui d'ATT, que la puissance des télécommunications américaines fut fondée et l'unanimité ne se réalise pas, loin de là, sur la pertinence de son démantèlement. De même les spéculations sur la déréglementation paraissent exagérer un phénomène dont les conséquences restent encore bien modestes. Les expériences passées et les nouvelles données apparues dans les années 1980 laissent supposer que la France devra adopter quelques principes simples pour se donner toutes les chances du succès. Définir clairement et durablement les responsabilités respectives du secteur privé et de l'administration, quelles que soient leurs parts respectives. Déterminer pour le long terme les choix politiques afin que ne pèsent plus sur les industries les risques de changement de cap intempestifs. Ces facteurs institutionnels ne doivent cependant pas éclipser les paramètres économiques et technologiques. Pour être en mesure de répondre aux défis que représentent les énormes besoins financiers de la recherche et l'internationalisation des marchés, les alliances avec les grands de l'industrie mondiale ne pourront être évitées. Cette dernière remarque se trouve d'ailleurs confortée par le rôle croissant joué par l'informatique dans les télécommunications. D'importantes restructurations industrielles en découleront fatalement, l'accord CGE-ITT l'a récemment démontré.

23. Georges Pebereau, *déclaration à Y Agence nouvelle, 8 juillet 1976.*

24. Jacques Darmon, *op. cit.*, p. 94.

25. J.-M. Quatrepoint dans *Le Monde* du 9 septembre 1983.

26. *Déclaration de G. Pebereau au Quotidien de Paris* du 15 septembre 1983.

27. *Le Matin* du 9 septembre 1983.

28. M. Proust cité par P. Carré, « Proust, le téléphone et la modernité », *Revue française des télécommunications*, janvier 1988, p. 55-64.
Quel avenir pour les communications françaises?

Au-delà du domaine des télécommunications, l'histoire industrielle et technique de la France est éclairée par cette étude du téléphone. Les principes pouvant guider l'organisation de la recherche-développement apparaissent par exemple plus clairement. Pour que celle-ci se déroule dans de bonnes conditions, l'existence de la structure responsable, qu'elle soit privée ou d'Etat, doit être liée à la réussite du projet qu'elle entreprend. En créant spécialement RME pour la recherche en commutation électronique, Pierre Marzin avait posé les bases psychologiques de la réussite du projet. Cette capacité à rompre avec les situations acquises est rare en notre pays ! Au cœur de ces problèmes, le rôle décisif de l'innovation dans les rapports de force entre Etats et entre entreprises apparaît. Certes, le poids financier, les structures commerciales sont des éléments essentiels mais lorsque une innovation apporte un progrès réel ou des économies substantielles, elle peut entraîner d'importantes modifications dans les rapports de force au sein d'une branche industrielle. En ce qui concerne spécifiquement les télécommunications, l'innovation technologique nous semble bien ouvrir de courtes périodes durant lesquelles de nouvelles frontières se dessinent entre les groupes industriels. Cette période terminée, les rapports de force se stabilisent pour une période bien plus longue. Il reste que pour profiter pleinement de ce mécanisme, l'entreprise doit y être préparée par une politique de recherche ambitieuse et doit s'engager dans la phase d'industrialisation avec détermination, la vitesse d'introduction de l'innovation sur le marché étant cruciale.

Malgré les occasions perdues, le bilan de l'administration des Télécommunications et de l'industrie française est pourtant positif. Thomson-Alcatel, au sein du groupe CGE, est un candidat sérieux pour les compétitions internationales et a déjà remporté de beaux succès à l'exportation. La France est enfin dotée d'un téléphone moderne complété par de nombreux services dont le Minitel n'est pas le moindre. Recentré sur ses points forts, Thomson a remporté un succès prometteur en vendant son système RITA à l'armée américaine, faisant la preuve de son avance technologique dans les systèmes sophistiqués. L'administration des Télécommunications a su considérablement évoluer pour s'adapter à ses nouveaux objectifs. Une véritable « culture d'entreprise » propre à France-Télécoms, formée autant par les orientations générales que par la réflexion d'un personnel très qualifié sur sa mission, s'est forgée durant cette période (28). Dotées d'un énorme potentiel scientifique et d'un savoir-faire au tout premier rang mondial, les télécommunications françaises, quels que soient leur organisation et statut futur, devront penser à l'échelle planétaire et se doter de structures où intérêt général, indépendance nationale et compétitivité ne seront pas incompatibles.

28. *Sans adhérer aux explications freudiennes de L. Virol, nous pensons avec lui que durant cette période une véritable « identité » de l'administration des télécommunications s'est forgée. Son étude est certainement une clef pour comprendre l'évolution de ce secteur. La réflexion menée par les ingénieurs des télécommunications sur l'avenir de la DGT et du monopole forme, par exemple, un élément très important pour réfléchir aux solutions d'avenir.* L. Virol, « L'administration face à l'évolution de la demande, des techniques et des mentalités », dans A. Giraud, J.-L. Missika, D. Wolton (dir.), *Les réseaux pensants*, Paris, Masson, 1978.

QUELQUES ÉLÉMENTS TECHNIQUES

Pour que deux correspondants puissent communiquer, leur voix doit être transportée tout au long de lignes téléphoniques. Les moyens utilisés pour cela, et tout particulièrement les câbles, relèvent de la « transmission ». Il n'y a cependant pas que deux abonnés, le réseau en comprend des millions et il n'est pas question de relier directement chaque abonné à tous les autres abonnés par un fil. Il faut donc acheminer les communications sur des voies de tailles différentes, les orienter vers le bon destinataire. Le central de commutation est l'élément essentiel de cette distribution des messages, sorte de gare de triage du réseau téléphonique. L'autre grand domaine technique du téléphone est donc la « commutation ».

Le Crossbar fut après la seconde guerre mondiale le modèle de central de commutation le plus développé. Lorsque un abonné appelle son correspondant, la bonne destination est sélectionnée par des systèmes de barres se croisant (Crossbar) en fonction du numéro composé sur le combiné. A chaque numéro correspond une position différente.

L'électronique a donné aux techniques de commutation de nouvelles possibilités. Le central de commutation spatial n'est que partiellement électronique, il sélectionne toujours la bonne connection dans l'espace par le croisement de barres métalliques. Il est en fait un central Crossbar dont les performances sont améliorées grâce à des calculateurs électroniques.

Le central de commutation temporel est lui totalement électronique. Il sélectionne la bonne connection grâce à des systèmes électroniques commandés par des programmes informatiques. Il rompt totalement avec la technologie Crossbar, aucune pièce mécanique n'est en mouvement, la dimension de sélection n'est plus l'espace mais le temps, la gestion est totalement informatisée.

La commutation temporelle permet de mettre en place le Réseau numérique à intégration de service (RNIS) qui transmettra sur un réseau unique l'ensemble des informations : voix, images, données informatiques.