

**Naissance et développement de l'informatique dans le
Réseau des Laboratoires des Ponts et Chaussées.
Serge Savoysky, D ès Sc**

Sommaire :

LES RACINES DE L'INFORMATIQUE	2
L'INFORMATIQUE CENTRALISEE	2
L'INFORMATIQUE DISTRIBUEE	4
Les origines incertaines	4
Les pionniers	5
Les microprocesseurs	6
Les micro-ordinateurs	6
La migration vers les systèmes distribués...	7
... et le mouvement contraire	7
Les éléments finis	8
LES SYSTEMES OUVERTS	8
L'aspect du réseau informatique	8
L'intégration des services	9
RECHERCHE ET NORMALISATION	9

LES RACINES DE L'INFORMATIQUE

Informatique est un néologisme français du début des années soixante ; les techniques de traitement de l'information qu'il désigne sont toutefois plus anciennes. Il existait avant cette époque, au LCPC¹ comme ailleurs, des machines et instruments de toutes sortes qui étaient les outils de ces techniques. Leurs performances furent malheureusement toujours inférieures à ce que nos prédécesseurs exigeaient d'eux.



En 1949, les « cerveaux électroniques », comme on les appelait, existaient depuis peu et certains n'étaient même pas tout à fait électroniques ; ils se trouvaient non seulement en Grande Bretagne et aux USA, mais aussi en quelques exemplaires, en Allemagne de l'Ouest et en France, c'est à dire et ce n'était pas un hasard, parmi les principales nations belligérantes de la seconde guerre mondiale : elles furent largement utilisées, notamment pour le chiffre et la balistique. C'étaient de curieuses machines où d'antiques relais côtoyaient de

L'édification des principes de construction et d'utilisation de ces vénérables équipements est une longue histoire. Elle est jalonnée de quelques événements remarquables dont le dernier est certainement la synthèse que fit von Neumann de l'état des connaissances de son temps, accompagnée de l'exposé d'une machine banalisant les notions d'instruction et de donnée. A partir de cette idée et grâce à l'électronique, les progrès furent fulgurants et continuent de l'être. Dans cet élan, la stabilité des principes patiemment acquis reste remarquable : tous les ordinateurs du monde, hormis quelques prototypes de recherche, sont encore et toujours des machines de « von Neumann ». Les générations actuelles d'utilisateurs, éblouies par le foisonnement de brillantes innovations, oublient généralement les racines profondes de l'informatique ; il fut toutefois heureux que ces bases solides existassent pour conforter dans leurs travaux les acteurs de ce déferlement technique.

dispositifs extravagants. Seules quelques spécialistes, souvent ceux qui les avaient construites, étaient capables de s'en servir. Mais l'électronique précipita les événements et de nos jours, au LCPC comme ailleurs, il n'est guère possible de trouver un secteur d'activité où n'intervienne pas l'informatique.

L'information alimente la connaissance ; la connaissance crée l'information. Acquisition, gestion, traitement, transport et restitution de l'information sont les fonctions essentielles de ce cycle ; l'informatique les assure avec un niveau de qualité et des performances qui expliquent son succès en tous domaines : les activités scientifiques spécifiques au LCPC mais aussi celles, générales, qui existent dans toutes entreprises, comme la documentation ou la gestion décrites par ailleurs.

Les équipements de l'informatique forment dans leur ensemble notre système d'information. Ce système change continuellement car il dépend de multiples critères en perpétuel examen : besoins des usagers, état courant de la technique, compétences disponibles, élans enthousiastes des uns ou attentismes prudents et passifs des autres, budgets, règlements, etc.... Tout cela bouillonne dans nos établissements depuis une trentaine d'années - une carrière pour certains - en faveur ou au détriment de l'informatique selon les sensibilités ; ces débuts, à qui n'ont pas été épargnés les cahots, sont denses en événements.

Il y eut ainsi trois grandes époques, enchevêtrées diversement dans le temps selon les unités du LCPC ou du Réseau : l'informatique centralisée, la révolution de l'informatique distribuée, enfin l'ère des systèmes ouverts qui ne fait que commencer.

L'INFORMATIQUE CENTRALISEE

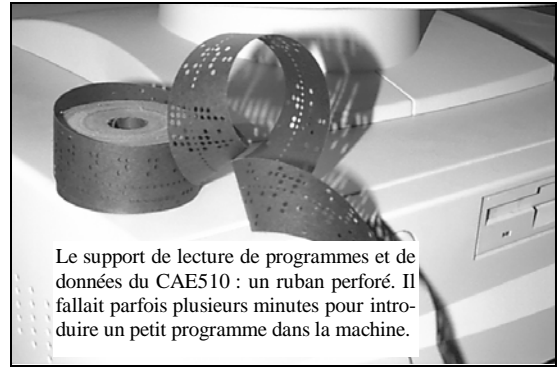
Tout commença en 1963, lorsque le LCPC eut recours, pour la première fois, à une société de services pour adapter à un *Control Data 3600* et exploiter un programme provenant des Etats-Unis, destiné au calcul d'un modèle de chaussée.

¹ Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

Deux ans plus tard, à la suite d'un appel d'offres, le LCPC fut l'un des premiers services du Ministère à s'équiper d'un ordinateur CAE 510, considéré à l'époque comme une machine de taille « moyenne » (appréciation que le développement ultérieur conduit à nuancer fortement !). Les débuts furent consacrés à effectuer des calculs numériques ; le rôle de l'informaticien au LCPC était d'aider l'utilisateur à exprimer ses modèles en programmes de calcul exécutables. Ce fut à cette époque la tâche du Service de Mathématiques, qui s'aperçut rapidement que l'insuffisance des moyens de calcul existant auparavant avait laissé sans solution de nombreux problèmes d'analyse numérique ; d'où obligation de consacrer une partie de l'activité à la recherche dans cette branche de l'analyse, mission qui s'ajouta à celle de l'assistance.

Mais la notion d'assistance et de conseil resta essentielle dans l'organisation, qui s'inspira dès le début de principes originaux.

Nouvel outil au service de la recherche fondamentale et appliquée, l'informatique ne devait pas être l'apanage des informaticiens ; ceux-ci avaient essentiellement un rôle de formation et d'assistance technique vis à vis des chercheurs, à qui incombait la tâche de rédiger les programmes dont ils avaient besoin. Les usagers étaient peu nombreux et les premiers ordinateurs d'un maniement relativement délicat pour ceux qui décidaient d'en pénétrer les arcanes. A cette époque, programmer consistait le plus souvent à exprimer à la machine des séquences d'ordres élémentaires concernant les mémoires de rangement et les registres de calcul ; c'était le langage de la machine et le texte ainsi exprimé perdait toute signification apparente dans le domaine de l'application : il n'était plus « lisible ».



Le support de lecture de programmes et de données du CAE510 : un ruban perforé. Il fallait parfois plusieurs minutes pour introduire un petit programme dans la machine.

Michel Rabéchault (†1985) rédigea un manuel de programmation en *Algol* qui fut sans doute le premier ouvrage de ce genre dans le Ministère. Il fut sans doute aussi l'un des premiers professeurs d'informatique de notre Etablissement et de l'ENPC.

Or le CAE 510 possédait un traducteur d'*Algol* 60, l'un des premiers langages symboliques avec lequel il devenait possible de rédiger des algorithmes sous la forme de textes simultanément lisibles pour l'utilisateur et interprétables par la machine. Des cours de programmation dans ce langage furent immédiatement organisés par le LCPC et quelques usagers commencèrent à fréquenter assidûment la salle de calcul : les Mathématiques bien évidemment, la Mécanique des Sols, la Chimie, les Chaussées et d'autres encore. Chaque usager prenait la machine en main lorsque son tour était venu, selon un plan d'occupation vite surchargé. Par la suite *Algol* 60 n'eut pas la même faveur que son contemporain *Fortran* ; il tomba en désuétude mais sa courte existence contribua notablement à l'insertion de ces nouvelles techniques au LCPC.

Le succès de l'informatique dans le Ministère suscita la création rapide de cinq grands centres de traitement : dans les CETE² d'Aix, de Bordeaux de Lyon, au SETRA, enfin à l'IRT ; ce dernier, le Centre Informatique Recherche (CIR), était commun à l'ENPC³, l'IRT⁴, le LCPC. Le premier schéma directeur de 1970/71 partageait ce monde entre CII et IBM.

L'ordinateur central CII 10070 fut installé au CIR à Arcueil. Le LCPC était relié à ce Centre par un parc de terminaux lourds et légers qui se multiplièrent et se diversifièrent rapidement au fil des ans. La gestion de ce centre était supervisée par un Comité d'Orientation, qui eut souvent à arbitrer de sérieux conflits dus aux aléas inévitables de fonctionnement, en ces temps encore héroïques.

Les principes appliqués par le Service des Mathématiques continuèrent d'inspirer le Service d'informatique qui fut créé le 16 septembre 1979 ; un groupe de correspondants de l'informatique des différentes unités du LCPC fut immédiatement créé ; il existe toujours et contribua largement à concrétiser dans les actions quotidiennes les principes décentralisateurs. Un comité directeur de l'informatique au LCPC avait la difficile tâche d'évaluer les programmes d'équipements et d'en suivre la réalisation : l'ambition des usagers, dans ces années d'expansion technique exceptionnelle, dépassait régulièrement les possibilités budgétaires et les arbitrages pour les partages d'équipements entre Paris, Orly et, par la suite Nantes, furent incessants.

La louable détermination de l'Administration de veiller au confort des usagers de l'informatique motiva en 1976 l'affectation d'un jeune TPE à Nantes : R. Thome ; il devait y assurer l'assistance technique. Or, il n'y avait sur place que deux agents du LCPC, logés à l'étroit dans la baraque du chantier dont ils avaient le contrôle. Point de chercheur à assister, point de local, point d'équipement... Il y avait seulement à l'écart, au milieu des ronces une mesure au toit presque inexistant qui devait devenir plus tard la pimpante cantine du Centre de Nantes. Après un bon déjeuner en compagnie de son chef de service, il s'en fut provisoirement chez nos collègues du CETE de Nantes. Il est toujours au Centre de Nantes et il y dispose de locaux spacieux, bien équipés et visités journellement par de nombreux chercheurs. Il a aussi vingt ans de plus.

² Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement.

³ Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

⁴ Institut de Recherche des Transports.

En raison de la spécificité de certains travaux et pour éviter l'encombrement, le LCPC eut également recours, en plus du CIR, à d'autres ordinateurs : celui du CIRCE, implanté à l'Université d'Orsay, celui de l'Université Paris 6 à Jussieu.

Il fallut organiser les files d'utilisateurs, car elles s'allongeaient. Il y eut initialement le service au guichet dans le centre, puis à partir de terminaux lourds en petit nombre. Les travaux de développement ou d'exploitation étaient soumis à la machine sur place ou à distance. Cela se nommait le « *remote batch* ». Consécutivement on multiplia les terminaux légers. Ce furent au début de simples Télétypes : trois au LCPC à la fin de 1970, puis des écrans avec clavier répartis entre Paris, Orly et Nantes ; il y en avait une bonne cinquantaine au début de 1980. Les travaux ainsi acheminés étaient traités en temps partagé (ou « *time sharing* » en version originale). L'utilisateur conversait ainsi avec la machine centrale pour tout travail nécessitant des interactions répétées entre l'homme et la machine : programmation, mise au point, préparation de données, interprétation d'expérience etc. ; en bref, toutes activités désormais possibles aujourd'hui, avec des stations de travail ou des machines de bureau installées devant l'utilisateur, et non pas à plusieurs kilomètres de distance, et utilisées sans partage. Il fallait pour soutenir une telle organisation un système d'exploitation de l'ordinateur central assez sophistiqué et adaptable en fonction de la répartition des terminaux, de leur nombre, de leur nature et de l'usage qui en était fait. Toutes ces données évoluaient continuellement avec la population des utilisateurs, au grand désarroi des équipes systèmes. On s'achemina ainsi vers de véritables monstres, servis par des équipes de spécialistes voués à un type de machine ; une grande partie de leur capacité de traitement était utilisée à la seule fin de se gérer elle-même. Toute augmentation brutale dans la charge de travail pouvait entraîner un effondrement du système.

Le développement parallèle de l'informatique dans les Laboratoires Régionaux, qui dépendaient en général des moyens des CETE dont ils faisaient partie, fut coordonné, à partir de 1973, par le Service d'Informatique du LCPC. De plus, en mai 1975 fut créé pour le réseau un groupe de « correspondants informatiques », distinct du précédent mais oeuvrant avec le même esprit. Son action fut renouvelée en 1987, dans le cadre du schéma directeur de l'informatique élaboré en 1986. Son rôle d'information réciproque entre informaticiens et utilisateurs fut déterminant dans l'organisation de journées d'informatiques qui contribuèrent largement à la banalisation de l'informatique dans le Réseau.

Les élèves de l'ENPC aimaient l'informatique au point de ne jamais sécher cet enseignement ; c'est du moins l'impression qu'ils donnaient : lorsqu'un cours commençait à l'École, une vingtaine de consoles en temps partagé étaient simultanément activées. Il était alors fermement recommandé aux utilisateurs du LCPC, Paris, Orly et Nantes de surseoir à leurs travaux, sinon le système « s'effondrait ».

Aix en Provence. 22-24 Janvier 1975.
Conduite de processus. Puyricard, 13-17 mars 1978.
Interfaces, microprocesseurs. Rouen, 17-18 mars 1979.
Interfaces, microprocesseurs. Toulouse, 20-21 mars 1980.
Interfaces, microprocesseurs. Angers, 17-18 mars 1981.
Logiciels. Clermont-Ferrand, 16-18 novembre 1982.
Télématique, télémesure, Bureautique. Strasbourg 4-6 juin 1985.
Lyon, 1987.
Informatique et qualité. Peros-Guirec, 1990.
Télématique. Colmar, octobre 1993.

L'INFORMATIQUE DISTRIBUEE

Les origines incertaines

La notion d'informatique distribuée est floue. Sans intention de manier le paradoxe, l'informatique des origines semblait distribuée. Les utilisateurs de la fin des années 50 et du tout début des années 60 conservent généralement le souvenir de très petits cercles de praticiens passionnés par cette nouvelle technique, venant de différents horizons et partageant sans difficulté les services de quelques engins coûteux. Dans ces petits groupes, tout le monde se connaissait et s'entraidait ; personne n'avait le sentiment d'être un point anonyme dans une nébuleuse d'utilisateurs gravitant autour d'un système vorace en travaux. Par contre cette manière de travailler avait développé le goût et parfois aussi la nécessité de travailler en interaction avec un moyen de traitement réservé. Le CAE 510 utilisé dans cet esprit avait indubitablement développé cette mentalité au LCPC.

Au moment de la création des grands centres de traitement du ministère, organisés pour drainer un maximum de travaux quelle que fussent leurs natures, cet attachement presque instinctif et exclusif des pionniers à l'outil de calcul restait incontestablement tangible.

Par exemple, la machine qui fut choisie par le LCPC pour assurer les fonctions de terminal lourd du CII 1070 était un IBM 360/20. La liaison ne fut jamais réalisée ; ne sourions pas : l'aventure était tech-

niquement possible et par la suite les informaticiens du service d'informatique et d'autres du réseau réalisèrent des connexions bien plus complexes. Mais cette machine *IBM* fut choisie surtout parce qu'elle permettait d'effectuer sans sortir du LCPC des traitements de gestion. Ces procédures de traitement feraient sourire aujourd'hui par leur rusticité et le CII1070 aurait certainement permis de réaliser des applications bien plus sophistiquées ; mais la sécurité prévalut au yeux des gestionnaires du LCPC et les modifications successives du système d'exploitation central depuis le vieux système du CII1070 venant de la compagnie *Univac*, jusqu'à l'abandon du moderne *Multix* sur l'IRIS 80 bi-processeur leur donna raison.

Ce n'est pas tout : le CIR choisit, pour les applications d'infographie interactive, un *CDC1700*. Cette machine préfigurait approximativement les stations de travail *Unix* par ses modalités d'utilisation pour le dessin ; elle n'avait donc aucun caractère centralisateur. Elle fut beaucoup appréciée de ses premiers usagers et permit d'accomplir de grands progrès dans les applications d'infographie, notamment en Mécanique des Sols. Sa puissance de traitement et ses performances, sa convivialité, étaient bien entendu très en dessous de ce que les usagers obtiennent habituellement de la moindre des stations actuelles. Or le CII10070 était juste à côté avec une capacité de traitement bien meilleure et l'idée vint chez certains de connecter les deux machines.

En 1970 nous utilisions donc déjà des équipements distribués hétérogènes et nous songions à les intégrer dans un système commun qui aurait été qualifié d'ouvert vingt ans plus tard. Le prix de ces interfaçages et de leur maintien en l'état quelles que soient les évolutions ultérieures des machines connectées fit renoncer à ce projet. Dix ans plus tard, l'interconnexion d'équipements hétérogènes devenait définitivement un travail de routine, conséquence d'un rapport de recherche rédigé par J.-Y. Toudic et Leroy (CECP⁵ Rouen). Mais c'était encore un travail minutieux de programmation que l'utilisateur devait accomplir lui-même, cas par cas. Aujourd'hui le logiciel nécessaire à l'intégration en réseau est livré avec la machine par le constructeur.

Les pionniers

En matière d'acquisition de mesures et de conduite de processus, l'informatique avait un vaste et passionnant domaine d'application. L'automatique est une technique ancestrale que l'industrie et la recherche modernes ont toujours utilisée. Des constructeurs, connus dans le domaine des automatismes industriels et de l'instrumentation scientifique, bien avant la naissance de l'informatique, ajoutèrent tout naturellement et immédiatement dans leurs catalogues des ordinateurs conçus pour fonctionner en interaction avec leurs équipements classiques de mesurage et de contrôle de processus. Les mêmes constructeurs occupent toujours ce marché prospère.

Il est bien difficile sinon impossible d'affirmer en toute certitude dans quel laboratoire et pour quelle application la première de ces machines fit son apparition. En toute certitude il y eut de nombreux équipements *Hewlett-Packard* dans les unités du Réseau des LPC⁶, calculateurs et centrales de mesures associées, puis un Multi-8 d'Intertechnique au Centre de Trappes.

Un colloque sur la qualité des travaux routiers en 1970 provoqua l'appel à l'informatique, recherchée pour augmenter la quantité et la qualité des mesures. Sous l'impulsion de Charles Parey, Directeur des Programmes du LCPC, le Service d'Informatique reçut en 1972 la mission d'organiser et de suivre ces projets

L'*IBM360/20* souleva des problèmes administratifs sans commune mesure avec l'importance de cet équipement ; Mais cette machine assurait l'ordonnement des salaires du personnel avec une telle fiabilité que la Direction du LCPC, le Service du personnel et le Service d'Informatique refusaient avec un bel ensemble à l'abandonner.

Il y eut cependant une erreur de commise : le Chef du personnel eut un certain mois son salaire subitement ramené à quelques dizaines de francs. Sans rentrer dans les détails techniques, l'affaire était grave. C'était un signal d'alarme : le système, corseté dans une organisation rigide héritée de la mécanographie, atteignait ses limites infranchissables ; il fallait donc, bon gré mal gré, passer à une autre solution.

Presque toutes les personnes au courant de cette mésaventure rirent, y compris la victime qui avait beaucoup d'humour. Ne rirent point : les informaticiens chargés de mettre en place rapidement la solution de rechange et les Directeurs qui eurent à mettre en place la solution financière correspondante.

La « paie » fut promené alors de centre de traitement en centre de traitement, accompagnée de ceux qui en avait la charge. Ils se souviennent en particulier d'une paie délicate, car il avait été nécessaire de modifier de nombreuses règles, toutes modifications communiquées comme il se doit au dernier moment. Elle fut terminée à une heure, le matin de sa remise à la paie ; c'était en janvier, ils travaillaient depuis le matin précédent au CERCHAR près de Creil, en pleine campagne noyée dans un brouillard épais et givrant. Lorsque tout fut terminé, la 504 diesel de service frigorifiée refusa obstinément de retourner au bercail.

La paie réintégra finalement le PCPC en 1982 sur un Mini6 « distribué ».

Exercice : quelle est la date de l'invention du distributeur automatique de boissons ?
Corrigé en fin de texte.

⁵ Centre d'Etude et de Construction de Prototypes.

⁶ Laboratoires des Ponts et Chaussées.

dans le réseau des LPC. Le Service d'Informatique contribua à la conception, aux consultations et négociations de marchés, enfin aux suivis des réalisations des premiers automates d'essais ou de contrôle des LPC : la SEMR⁷ à Blois, les essais de mécanique des sols dans les LR⁸ de Toulouse, Aix, Nancy, Bordeaux, Trappes, etc.

Le flou de la notion de distribution subsiste : un ordinateur de conduite de processus était un équipement distribué à l'échelle du ministère ; mais à l'échelle du laboratoire où il était installé, c'était encore à cette époque un système centralisant toutes les fonctions. Cela apparaissait clairement lorsqu'on ouvrait les trappes qui protégeaient les ribambelles de câbles rayonnant autour de la machine. Or, la rencontre de l'instrumentation, des techniques de programmation et du temps réel nécessite des méthodes et moyens de travail particuliers ; il fallut les exposer aux nouveaux usagers se lançant dans de telles opérations : selon les principes initiaux qui étaient valables également dans ce domaine, le Service d'Informatique ne se substitua jamais aux usagers dans le travail de développement. Un séminaire fut organisé en conséquence à Puyricard, puis à Paris, ensuite dans des CIFP. Il en résulta enfin, d'une manière plus systématique, le cours d'automatique de la voie d'approfondissement de l'informatique à l'ENTPE, lequel fut enseigné de 1984 à 1995.

Cette orientation fut facilitée grâce aux progrès rapides des petits équipements de l'informatique industrielle, puis des microprocesseurs et du prolongement révolutionnaire de ces derniers dans ce qui allait vite se diffuser largement sous le nom de micro-informatique.

Les microprocesseurs

Les microprocesseurs étaient disponibles sur le marché ; encore fallait-il les programmer. Un équipement de la sorte était généralement composé d'une simple carte supportant un microprocesseur, sa mémoire et éventuellement les interfaces qui lui étaient nécessaires pour fonctionner en interaction avec le dispositif physique. Un tel équipement, conçu et configuré pour l'exploitation, est absolument impropre au développement des logiciels qui lui sont nécessaires ; ce fait reste inchangé aujourd'hui. Quatre ateliers de développement (des micro-ordinateurs spécialisés) furent acquis et distribués dans quatre unités : les deux Ateliers de Prototypes, le Service de Physique, le Service d'Informatique.

Les gains en qualité et en quantité des équipements d'acquisition de données ainsi réalisés furent remarquables ; une exposition organisée à Rouen en 1979 puis reproduite à Toulouse en 1980 convainquit ses visiteurs de la valeur de l'informatique dans ce domaine. Cela entraîna immédiatement le besoin de perfectionner les moyens nécessaires à la gestion de ces masses d'informations scientifiques. Parallèlement, les progrès des télécommunications entraînèrent, très rapidement, le développement de la téléinformatique, favorisant, selon les nécessités, la délocalisation des ressources ou leur partage. Pour suivre cette évolution, l'atelier du Service d'Informatique fut utilisé notamment pour programmer les lecteurs de cassettes, indispensables à l'acheminement des données vers les centres de traitement gérant les bases communes qui se constituaient.

Les micro-ordinateurs

On peut faire remonter à 1975 l'arrivée de la micro-informatique dans le réseau, arrivée qui allait effectivement changer à un point qu'on ne soupçonnait pas beaucoup de méthode de travail. En 1975 en effet, le réseau des LPC se dotait de son premier micro-ordinateur : c'était un Mical⁹ R2E-N au LR Bordeaux qui servit en 1976 au contrôle de qualité du béton dans le chantier autoroutier de Langon. Pour la petite histoire, cette pièce de musées, toujours en ordre de marche est actuellement exposée sur le stand Bull d'INFORMAT au

Le Mical n'avait ni imprimante, ni clavier, ni écran. L'équipe d'informaticiens du LR de Bordeaux dut lui connecter une Télétype. Pour introduire le programme il fallait composer à l'aide de clés, bit par bit, l'adresse du premier mot à charger en mémoire.

La légende veut que cette Télétype eût une triste fin. La poussière à forte teneur en ciment se déposait un peu partout sur le chantier. Et il faisait très chaud dans la baraque où l'engin officiait. Un technicien altéré qui vérifiait la composition du béton s'imprimant devant lui, bouscula un peu trop la canette de bière qu'il débouchait ; le liquide fusa vers les délicats organes de la Télétype. Cela fit un bon béton armé.

⁷ Station d'essais de Matériels Routiers.

⁸ Laboratoire Régional ou Laboratoires Régionaux.

⁹La société devint par la suite une filiale de la CII puis de Bull.

CNIT avec une plaque portant la mention « prêt LCPC ». Le seul autre exemplaire connu est exposé au Musée des Techniques de Boston !

Les micros suivants, moins rustiques, sous système d'exploitation *CP/M*, servirent essentiellement à faire de l'acquisition de mesures, vu leur souplesse d'utilisation. Cette époque a vu également fleurir des *AppleII* ; des cours de programmation « en temps réel » furent organisés pour ces équipements par le Service d'Informatique avec le concours de professeurs de Paris-6 ; certains de ces équipements, d'ailleurs, sont encore en service aujourd'hui dans le réseau.

La véritable révolution est arrivée vers le milieu de la décennie 80, lorsque *IBM* a commercialisé son *Personal Computer (PC)* sous système d'exploitation *MS/DOS*, un dérivé de *CP/M*. Plus que par la nouveauté qu'il représentait, c'est la multitude de logiciels commercialisés à des prix abordables qui fit la joie des utilisateurs libérés des trop nombreuses contraintes de production et d'exploitation. Cette révolution déstabilisa un certain temps la profession d'informaticien ; néanmoins, ce passage fut relativement bien supporté par les informaticiens du LCPC et, d'une façon générale de leurs collègues dans d'autres laboratoires, étant donné les fonctions essentielles dans ces milieux, d'assistance, de formation et de conseil qu'ils avaient à assurer et qu'ils assurent toujours...

La migration vers les systèmes distribués...

Plusieurs raisons contribuèrent à diversifier les applications de l'informatique avec ces équipements : l'une d'elles n'est d'ailleurs autre que les difficultés rencontrées dans le fonctionnement pratique du CIR. Toutefois si le micro programmable s'est ainsi effacé progressivement devant le micro utilisable, c'est surtout grâce à sa batterie de logiciels prêts à l'emploi : les logiciels de Bureautique, traitements de texte, tableaux, gestionnaires de bases de données ont ainsi fait leur apparition à côté des logiciels scientifiques.

Les LPC n'ont pas échappé à cette évolution. Il l'ont même accompagnée et dans certains cas précédée avec tous les avantages que l'on peut imaginer, mais aussi avec des effets pervers. On a vu fleurir ainsi des logiciels spécifiques mis au point dans différents endroits, tous censés dépouiller les mesures du même appareil. En 1983, on dénombrerait par exemple neuf logiciels différents censés dépouiller les mesures du même APL25.

En 1978, S. Savoysky, chef du Service d'Informatique du LCPC écrivait : « actuellement la tendance est à la mise en œuvre de moyens ou petits systèmes spécifiques à une application. Les configurations de matériels et logiciels sont de plus en plus hétérogènes, ce qui remet en cause nos méthodes de travail, ainsi que les procédures administratives ».

... et le mouvement contraire

L'informatique « centralisée » n'en continua pas moins d'être utilisée dans les calculs scientifiques. Les ingénieurs apprenaient, grâce à un important effort de formation initiale dans les Ecoles, à se servir des langages de programmation, particulièrement le *Fortran*. L'ordinateur central, débarrassé de la foule de petites applications fortement interactives avec l'utilisateur put fournir à cette population croissante d'utilisateurs un service de meilleure qualité pour les travaux de développement et d'exploitation de calculs scientifiques. Les terminaux de l'ordinateur central étaient eux aussi bien améliorés ; le système devenait capable de traiter interactivement en périphérie des travaux préparatoires et d'absorber dans le site central tous les longs calculs exempts d'intervention humaine.

Enfin il faut bien considérer que le partage de ressources est parfois une spécification de l'application et nécessite alors un site central commun : messagerie, bases communes de données, services d'assistance, atelier logiciels, bibliothèques de programmes, etc. L'informatique centralisée évolua donc vers l'usage de systèmes centralisés puissants mais spécialisés bénéficiant d'une plus grande souplesse dans le choix des sites en raison des progrès des matériels et de la télématique. Le premier calculateur scientifique appartenant à cette nouvelle classe fut un ND installé au LCPC en 1982. Là encore la nuance entre informatique centralisée et distribuée devient subtile.

Les éléments finis

Il ressort de l'inventaire des logiciels publié annuellement par le service d'informatique que la quasi totalité des unités a bénéficié très rapidement de cette organisation. Deux classes de produits peuvent être identifiées : l'une est celle des grands logiciels ou systèmes modulaires, comportant des milliers d'instructions et nécessitant des systèmes de traitement performants et riches en mémoires ; l'autre est composée de programmes de plus petite taille, intégrés dans un ensemble plus vaste de tâches ne relevant pas obligatoirement de l'informatique, avec mise en œuvre de moyens de dialogue avec le système de traitement. Dans cette production, les logiciels conçus avec la méthode des éléments finis occupent une place particulière par l'ampleur des moyens qu'ils nécessitent pour leur développement et leur exploitation.

- ici, texte de Humbert -

LES SYSTEMES OUVERTS

La notion de système ouvert est apparue discrètement dans la plupart des organismes scientifiques par ce que tout simplement la coopération de chercheurs appartenant à des équipes différentes conduisait à la coopération de leurs équipements. Le système CAMAC de la recherche nucléaire, véritable prototype de l'informatique ouverte, eut ainsi une renommée mondiale. Plus modestement le réseau des LPC eut besoin en 1979 d'un lecteur enregistreur de cassettes « intelligent » susceptible de communiquer avec n'importe quel ordinateur du ministère depuis des sites d'acquisition de mesures déterminés en fonction de critères d'utilisateurs et non pas d'informaticiens. Nous sommes certainement bien loin de la richesse et de la variété des réseaux tels que nous les connaissons aujourd'hui mais l'idée était là.

La deuxième phase de la révolution micro-informatique, l'ère des réseaux, s'est enclenchée vers la fin des années 1980 dans ce climat favorable et le Réseau des LPC la vit encore aujourd'hui. Elle a permis notamment aux informaticiens du réseau d'affirmer leur légitimité en intégrant les micro-ordinateurs dans le système d'informatique « officiel » du laboratoire et dans les grands réseaux scientifiques *Unix* qui s'étaient construits parallèlement. En même temps des mesures d'ordre furent prises par DPS/IS pour homogénéiser les choix et les usages des micro-ordinateurs et des logiciels.

Aujourd'hui, en 1993, le LCPC compte près de 400 micro-ordinateurs dont beaucoup d'entre eux travaillent en réseau. Ces micros sont de plus en plus utilisés en Bureautique et vu l'accroissement de leur puissance servent également à faire des dépouillements, voire même des traitements de mesures dont certains sont très sophistiqués. Les calculs scientifiques proprement dits, dont l'exemple typique repose sur l'usage du code calcul aux éléments finis CESAR-LPC s'effectuent sur stations de travail : le réseau *Unix* commun au LCPC et à l'INRETS compte maintenant près de 150 stations et est ouvert sur les réseaux informatiques mondiaux, comme InterNet.

Trente ans après l'installation du CAE 510 au LCPC, vingt ans après les premières journées d'informatique du réseau des LPC, à Aix en Provence, l'informatique est devenue un outil universel banal, cela grâce aux évolutions conjuguées de l'informatique et de la télématique. Le paysage de l'informatique au LCPC et dans le réseau est d'une grande richesse et le décrire est une affaire difficile.

L'aspect du réseau informatique

Une approche pragmatique de la typologie des équipements découle de l'observation directe et continue de la situation des équipements dans leur organisation progressive en réseau ; trois niveaux furent ainsi considérés depuis 1985 par commodité :

- Le premier niveau est celui des systèmes dédiés à un usager ou à un groupe restreint d'usagers - personnes ou procédés physiques - directement connectés. Ces systèmes assurent localement l'exécution de fonctions fréquemment requises dans un site donné : saisie d'informations de gestion, calcul de bureau d'étude, acquisition de données physiques, etc. Dans cette classification, la taille et la complexité de la configuration importent peu. Le critère de classification est fondé sur la performance de l'outil pour les fonctions requises et sa disponibilité locale pour les usagers se trouvant sur le site réalisant l'osmose de l'informatique et des usagers. Ce peuvent donc être : des microsystèmes intégrés à un équipement de laboratoire, un ordinateur de bureau affecté à une personne.
- Le second niveau est celui des équipements partagés dans une même unité du réseau des LPC, assurant localement des fonctions intéressant des usagers de l'unité : calculateur scientifique pour l'exécution de modèles numériques, machine de DAO, ordinateur pour la gestion, etc.
- Le troisième niveau est celui des équipements partagés entre plusieurs laboratoires ou autres organismes : systèmes des centres du ministère pour les bases de données, la messagerie etc.

Une approche fonctionnelle plus rigoureuse fait appel à la notion de « couches de services », analogue, en plus simple (2 couches seulement), à celle qui a été développée par l'ISO pour décrire tout système en réseau (qui en nécessite 7). La première couche concerne un système virtuel de logiciels tel que le voient les usagers depuis les points d'accès, avec ses liaisons possibles ; la seconde couche concerne les matériels supportant ces logiciels, là où ils se trouvent avec leurs liaisons.

L'intégration des services

De nombreuses réflexions ont dû être apportées pour atteindre l'objectif de la constitution de réseaux « ouverts » autorisant l'interconnexion de systèmes hétérogènes, afin de limiter la disparité excessive dans les équipements et d'assurer la cohérence de ce qui reste malgré tout disparate..

Si l'on aborde maintenant l'informatique de gestion et la Bureautique au LCPC, des objectifs généraux ont été définis en 1982 ; d'une part gérer les productions et les ressources du LCPC et d'autre part constituer un réseau Bureautique permettant aux différents utilisateurs de communiquer, les deux systèmes devant par ailleurs pouvoir communiquer entre eux, partager des ressources, accéder aux banques de données publiques ou privées.

Le système de gestion, qui s'est substitué aux méthodes mécanographiques utilisées auparavant, est constitué de cinq éléments principaux : suivi des fiches élémentaires d'actions de recherche, comptabilité générale, comptabilité administrative, comptabilité budgétaire, comptabilité analytique, à quoi devait s'ajouter la gestion du personnel.

D'autre part, un réseau Bureautique de la direction, ouvert vers l'extérieur, prend en compte diverses fonctions telles que l'agenda électronique, le courrier électronique, le suivi de dossiers, la gestion de fichiers, les organigrammes et tableaux, l'archivage, l'accès aux bases de données, le traitement de texte, etc.

De nombreuses difficultés ont dû être surmontées pour permettre à chaque poste de travail de communiquer avec les autres, y compris les ordinateurs centraux. Les choix ont été fortement influencés par diverses contraintes : remplacement du central téléphonique, problème de locaux, coûts. La modification des anciennes méthodes de travail posa aussi des problèmes. Mais l'évolution entreprise conduit à profiter pleinement des nouvelles techniques et à réduire les tâches administratives au profit de la recherche.

RECHERCHE ET NORMALISATION

La pratique d'une activité de services relatifs à un domaine technique encore neuf, conjuguée à la fréquentation permanente de chercheurs, incita plusieurs collaborateurs du service à rechercher eux-mêmes des solutions aux problèmes qui leur étaient posés ; il s'en suivit une véritable activité de recherche en informatique.

En matière de gestion de données, les besoins vont de la simple gestion de fichiers associés à une activité de recherche ou de contrôle jusqu'à l'administration et l'exploitation des banques de données qui se constituèrent rapidement. En 1975, cette activité était encore embryonnaire et fortement empirique dans tous les milieux ; les besoins des LPC étant pressants, il fallut supporter des travaux de recherche et de développement ; les résultats en furent certainement limités mais ils permirent néanmoins de répondre aux usagers les plus impatients avant qu'ils se satisfassent des produits industriels, une dizaine d'années plus tard,

Une action de recherche en informatique fut créée en 1978. Son rôle initial était essentiellement pratique et consistait à combler rapidement certaines lacunes en équipement que les industriels, dans leur fuite en avant, laissaient derrière eux. Le GSC avait un rôle recouvrant celui du groupe des correspondants du réseau qui fut provisoirement mis en sommeil. Puis les lacunes gênantes furent comblées par des produits industriels notablement plus efficaces : ces travaux de développement de matériels et de logiciels d'intérêt général devinrent inutiles et vers 1982 l'action de recherche devint essentiellement méthodologique ; ses activités concernèrent tout d'abord les langages puis évoluèrent vers les questions de spécification et de validation d'application, rejoignant ainsi les questions de qualité. Le volet « informatique » du manuel qualité du réseau des LPC est issu de ces travaux. L'évolution correspondante des objectifs du GSC provoqua la remise en service du groupe des correspondants du réseau.

Ces recherches furent convenablement guidée puis encadrée dans ses débuts et pour certains de ses aspects par des organismes universitaires s'intéressant à ces travaux : Institut de Recherche en Informatique et Automatique (IRIA)¹⁰, Université Pierre et Marie Curie (Paris-VI), *Imperial College of Science and Technology (London)*.

La qualité de membre de l'AFCEC du LCPC implique la participation de collaborateurs du service à ses manifestations ainsi qu'à celles des deux grandes fédérations internationales de sociétés savantes dont cette association est membre : *International Federation of Information Processing (IFIP)*, *International Federation of Automation and Control (IFAC)*. Le LCPC est également représenté à l'*Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* et à l'UTE. Les travaux réalisés au LCPC furent donc présentés à différents congrès, colloques, et publiés : ils suscitèrent également des enseignements en France et à l'étranger et des thèses. Le LCPC était représenté à la Commission Générale des technologies de l'Information de l'Afnor ; son représentant fut à diverses reprises membres de la délégation française aux réunions du Comité plénier de l'ISO.

La structure assez rigide de l'IFAC, fédération d'associations, fut vraisemblablement le motif qui poussa certains membres de ses associations adhérentes à se réunir informellement tout en lui restant fidèle. Un atelier international sur les systèmes industriels fut créé par l'Université de *Purdue à Lafayette* vers la fin des années 60. Sa branche européenne fut créée en 1974 et, bien que sans existence légale, fut néanmoins subventionnée par la CCE. Cet atelier européen, reconnu par les associations précitées ainsi que par les organismes de normalisation avec, en tête, l'ISO et l'IEC, fut longtemps un creuset où universitaires et hommes de terrain réunis, contribuèrent à la conceptions de normes qui faisaient alors totalement défaut. Le LCPC participa ainsi aux expertises européennes ayant contribué au choix du langage *Ada*, à la demande du maître d'ouvrage, le Département US de la Défense. Suite à ces travaux, le LCPC et l'*Imperial College* répondirent conjointement au premier appel d'offres lancé par la CCE en informatique, en prélude aux programmes Esprit. Acceptés il formèrent le "*Ada study group on specification*" patronné par la CCE de 1981 à 1984 ; ce groupe publia ses travaux à l'issue de son contrat.

Il y eut ainsi dans les années 70 et 80 une volonté européenne politique d'associer des universitaires et des usagers à la production des normes afin de contrebalancer l'influence prépondérante des constructeurs. Cette volonté existe toujours mais nous possédons maintenant un patrimoine mondial de normes et son enrichissement est désormais moins vital pour les progrès de l'informatique. Ce fut une façon adroite de défendre les intérêts des usagers « consommateurs » et les informaticiens du LCPC y contribuèrent, même si ne ce fut que pour une modeste part. L'existence des systèmes ouverts, dont tous les usagers bénéficient, n'est possible aujourd'hui que grâce à ces synergies d'informaticiens d'universités et d'entreprises.

Exercice : Au début de notre ère. L'engin fut décrit par Héron d'Alexandrie. Il fallut tout de même attendre l'informatique dix neuf siècles plus tard pour que la machine devienne banale.

