

Deux modules provenant d'un ordinateur CDC Cyber

Les objets du mois sont deux circuits électroniques provenant d'un super-ordinateur construit par Control Data Corporation. Il s'agit de pièces provenant de la gamme « Cyber » de cette firme. L'origine exacte de ces modules n'est pas claire : des pièces similaires sont recensées dans d'autres collections¹ comme provenant d'une machine Cyber 170, mais nous n'avons pas trouvé de trace d'une telle machine à l'ULB. Par contre, dans les années 1980 et 1990, l'ULB possédait un CDC Cyber 180/855 ; l'on peut aussi supposer que ces modules en proviennent.

Avant de nous intéresser à ces pièces, commençons par les remettre dans leur contexte. Nous sommes en 1956 et trois scientifiques, John Bardeen (1908-1991)², Walter Brattain (1902-1987)³ et William Shockley (1910-1989)⁴ reçoivent le prix Nobel de physique pour une invention faite dix plus tôt : le transistor. Un transistor est un composant électronique composé de matériaux semi-conducteurs et qu'on peut comprendre comme une sorte d'interrupteur⁵ que l'on peut commander électriquement (autrement dit, on utilise l'électricité pour ouvrir ou fermer cet interrupteur). Avec ces propriétés, les transistors ont rapidement remplacé leurs prédécesseurs, les tubes électroniques, ces sortes de grosses ampoules qu'on trouvait dans les radios et téléviseurs de nos ancêtres. Les tubes étaient gros, fragiles, chauffaient et consommaient beaucoup d'énergie. Les transistors sont petits, plus solides, chauffent moins et consomment moins. Les tubes étaient utilisés dans les premiers ordinateurs pour exécuter les programmes mais, à la fin des années 1950, ils sont remplacés par les transistors pour les raisons évoquées ci-avant. Cette nouvelle technologie permet des ordinateurs plus puissants, plus compacts et plus fiables... C'est une tendance qui s'est poursuivie jusqu'à aujourd'hui, où l'on intègre aisément plusieurs milliards de transistors microscopiques dans un circuit intégré de la taille de l'ongle d'un pouce.

Mais revenons à 1956 : le transistor est maintenant un composant que l'on peut fabriquer de façon efficace et à bas coût. Plusieurs entreprises se forment donc pour les exploiter dans l'informatique. C'est le cas de Control Data Corporation, fondée en 1957 par William Norris (1911-2006)⁶ à Minneapolis. Très vite, Norris est rejoint par Seymour Cray (1925-1996)⁷, qui va rapidement devenir le principal atout de CDC. Dans cette entreprise, Cray va introduire une série d'idées qui vont révolutionner la conception des ordinateurs et permettre d'exploiter au mieux le potentiel des transistors pour construire des *super-ordinateurs*. Cela aboutira à la série d'ordinateurs CDC 6000 : au moment de leur introduction sur le marché en 1964, les CDC 6600 étaient les ordinateurs les plus rapides au monde. Très largement plus rapides : de trois à dix fois plus que la concurrence selon les sources, et ce jusqu'en 1969, année où ils furent détrônés par un autre CDC !

Les ordinateurs CDC sont donc très vite devenus incontournables pour les laboratoires militaires et de recherche qui avaient besoin de puissance de calcul, car il n'y avait rien d'équivalent qui soit disponible sur le marché. L'ULB a d'ailleurs acquis un premier ordinateur CDC 6400, qui était installé dans le bâtiment O (centre de calcul, avenue Buyl). Les archives de l'ULB en ont conservé une photo (fig. 2). Cet ordinateur a été mis à jour à plusieurs reprises, puis remplacé par un CDC 7600 et, enfin, par un CDC Cyber 180/855.

¹ Voir par exemple la collection d'informatique d'Erlangen, à l'Université d'Erlangen-Nuremberg (<https://iser.wiswi.de/wiswi/get?uri=https%3A//iser.wiswi.de/64c90e0a8d96f>).

² Physicien américain, seule personne à avoir reçu le prix Nobel de physique à deux reprises !

³ Physicien américain.

⁴ Physicien américain, responsable du groupe qui a inventé le transistor au Bell Labs.

⁵ Les transistors ont d'autres applications, notamment pour l'amplification des signaux.

⁶ Businessman américain, qui a travaillé pour Westinghouse et Sperry Rand Corporation avant de fonder CDC.

⁷ Informaticien et ingénieur en électricité, considéré comme un des principaux contributeurs au domaine des « super-ordinateurs ».

Mais quel était le secret de ces ordinateurs que Seymour Cray avait, avec son équipe, réussi à mettre en œuvre ? Cela tient en un mot : le *parallélisme*. Tentons d'expliquer cela. Un ordinateur est composé essentiellement de trois « blocs » : un processeur pour exécuter les instructions des programmes, une mémoire⁸ pour stocker le programme lui-même ainsi que les données qu'il manipule et des « entrées/sorties » qui permettent à l'ordinateur d'acquérir des données⁹ ou de les transmettre au monde extérieur¹⁰. Naturellement, la mémoire et les entrées/sorties sont au service du processeur, qui fait appel à eux en fonction des besoins du programme, comme un chef d'orchestre qui fait jouer une partition à ses musiciens. Sur un ordinateur du début des années 1960, le processeur est donc complexe et les communications entre ces différents « blocs » peuvent être un facteur de ralentissement. Par exemple, dans un programme typique, le processeur doit d'abord superviser le transfert des données depuis les entrées vers la mémoire, *puis* traiter les données, *puis* superviser le transfert des résultats obtenus en mémoire vers les sorties. L'idée mise en œuvre par Cray consiste à concevoir le processeur non pas comme un seul bloc, mais comme un ensemble constitué d'un « processeur principal », qui effectue uniquement les calculs sur les données présentes dans la mémoire, et d'une série de « processeurs périphériques » (une dizaine), qui se chargent des transferts de données nécessaires *en même temps* que le processeur principal effectue des calculs. Comme le processeur principal a un rôle limité, sa conception en est simplifiée et on peut le rendre plus efficace. Ce processeur principal est lui-même découpé en plusieurs étages successifs, qui peuvent aussi fonctionner en parallèle, de façon à pouvoir exécuter plusieurs instructions à la fois – on appelle cela un *pipeline*. Ces idées sont encore exploitées aujourd'hui dans nos processeurs modernes.

Ce sont toutes ces idées novatrices qui ont fait des super-ordinateurs CDC des machines incontournables dans les domaines nécessitant de grandes puissances de calcul. En 1972, Cray quitte CDC et fonde sa propre entreprise, *Cray Research Inc.*, qui, à son tour, fabriquera les ordinateurs les plus rapides en monde... à tel point que la blague suivante était populaire dans le milieu : « Question : quelle firme fabrique l'ordinateur le plus rapide ? Réponse : celle où travaille Seymour Cray ! » L'ULB fera aussi l'acquisition d'un super-ordinateur Cray, un X/MP, mais cette histoire nous emmènerait trop loin de notre objet du mois...

Alors, à quoi ressemble un CDC Cyber ? Le *Hardware Reference Manual*¹¹ nous en donne une idée ; la figure 3 montre l'ordinateur CDC Cyber 180 vu de haut : trois grandes armoires d'environ 2m50 de long et 2m de haut sur 60cm de profondeur. Il s'agit d'une des configurations possibles, avec un processeur principal (*Processor* sur l'image), la mémoire centrale (*Memory*) et la section d'entrée/sorties avec les processeurs périphériques (*I/O*), qui comprend le *Dead Start Panel* permettant d'initialiser la machine. On remarquera aussi des systèmes de refroidissement (*Cooling system*), car la machine devait être refroidie en permanence pour éviter d'endommager les délicats composants électroniques. Sur certains modèles, le refroidissement se faisait par... une circulation d'eau, ce qui fait que le manuel d'installation¹² comprend des images (un peu cocasses pour un ordinateur) d'installation de tuyauterie (voir fig. 4).

⁸Il s'agit de la mémoire centrale, souvent appelée RAM.

⁹Dans les années 60 cela se faisait à l'aide de cartes perforées, aujourd'hui ce serait plutôt le clavier, la souris, la clef USB, le SSD...

¹⁰Via une imprimante, un écran...

¹¹Control Data Corporation. *Hardware Reference Manual*, publication numéro 60469290, 1985

(http://bitsavers.informatik.uni-stuttgart.de/pdf/cdc/cyber/cyber_170_180_Models_Hardware_Ref_Mans/84x_85x_860/60469290E_Cyber_180_Model_835-860_990_Cyber_170_State_Hw_Reference_198505.pdf).

¹²Control Data Corporation, *Installation and checkout*, publication numéro 60463420, 1987

(http://bitsavers.informatik.uni-stuttgart.de/pdf/cdc/cyber/cyber_170_180_Models_Hardware_Ref_Mans/84x_85x_860/60463420B_Cyber_845S_855S_840A_850A_860A_Installation_and_Checkout_198701.pdf).

Dans ces grandes armoires, la construction de l'ordinateur est modulaire : les fonctions sont découpées en modules simples, qu'on peut facilement remplacer si besoin est. Nos deux objets du mois sont des modules de la section « mémoire » (fig. 5). On remarquera que la construction est très particulière : contrairement aux circuits imprimés classiques, où les composants sont posés sur la surface d'une seule « carte », nous avons ici deux cartes qui se font face, avec les composants pris « en sandwich » à l'intérieur (fig. 6). Ce type de construction est appelé « *cordwood*¹³ » et avait été choisi dans les premiers CDC pour diminuer autant que faire se peut la distance que le signal électrique doit parcourir. À l'arrière des modules, on remarque une série de connecteurs électriques d'où partaient des câbles qui reliaient les modules entre eux. À l'intérieur des modules, les « puces » électroniques sont posées sur des lamelles de métal, qui ont pour fonction de dissiper la chaleur vers le châssis qui supportait ces modules, lequel était refroidi par le système dont nous avons parlé plus haut.

Le Musée de l'Informatique de la National Yang Ming Chiao Tung University de Taiwan présente, sur YouTube, une vidéo (en langue chinoise) qui montre un CDC Cyber 170 préservé, où l'on reconnaît les mêmes modules que les nôtres. On peut s'y faire une bonne idée de la façon dont ces modules étaient installés et connectés : <https://youtu.be/9ty9ijZgSiU>

La série Cyber marque la fin de la lignée d'ordinateurs construits et vendus par CDC. Dans les années 1990, les stations de travail individuelles deviennent de plus en plus puissantes et les super-ordinateurs les plus rapides sont fabriqués par la société fondée par Cray... Aujourd'hui, les super-ordinateurs sont conçus en faisant fonctionner, en parallèle, de nombreux ordinateurs simples, basés sur du matériel très proche de nos ordinaires PC de bureau¹⁴... L'idée du parallélisme, dont Cray et CDC ont été les pionniers, reste donc toujours centrale pour obtenir des machines performantes. CDC sera finalement scindée en plusieurs entreprises, qui, en 1999, auront toutes été rachetées.

Remerciements

L'auteur tient à remercier le Service des Archives de l'ULB, en particulier Renaud Bardez, Michèle Gray et Johanne Raya Ruiz.

Il tient aussi à remercier le Prof. Raymond Devillers et Patrick Isbendjian pour leurs conseils et leurs souvenirs partagés.

¹³ Cela se réfère à une technique de construction, dite « de bois cordé », qui consiste à ériger un mur en empilant des bûches dont les sections sont visibles à la surface du mur.

¹⁴ À l'heure d'écrire ces lignes, l'ordinateur le plus puissant est l'Hewlett Packard Enterprise El Capitan, du laboratoire Lawrence Livermore en Californie (USA). Il comporte 43 808 processeurs fabriqués par AMD (<https://www.llnl.gov/article/52061/lawrence-livermore-national-laboratorys-el-capitan-verified-worlds-fastest-supercomputer>).