



L'EPFL et les superordinateurs: trente ans d'histoire

Vincent.Keller@epfl.ch, EPFL, expert applicatif, CADMOS
 Et Appoline.Raposo@epfl.ch, EPFL – Domaine IT, rédacteur a.i.

In June 1994, in a paper signed by the honorable Werner Schwarz from Cray Research Switzerland, the Flash informatique described the decision to present two Cray supercomputers in the alleys of the Centre Midi: the Cray XMP/48 and the Cray-2, which have both been decommissioned recently. Twenty years after, IBM offers the BlueGene/P to the Bolo Museum. This is for us the opportunity to come back on the History of scientific computing at EPFL. And, what is prepared for the future.

En Juin 1994, sous la plume de l'excellent Werner Schwarz de Cray Research Suisse, le Flash informatique décrivait la décision d'exposer deux superordinateurs dans les couloirs du Centre Midi de l'Ecole¹. Il s'agissait alors du Cray XMP/48 en provenance du CERN et du Cray-2 tout juste mis au rebut. Près de vingt ans après, IBM offre le BlueGene/P au Musée Bolo². L'occasion de revenir sur l'histoire des machines qui ont fait le Calcul Scientifique à l'EPFL.

Alors, le premier ordinateur au monde, c'est lequel ?

Pour être appelée **ordinateur**, une machine doit posséder quelques caractéristiques définies dans les années 1950 (1951, selon le Petit Robert): «Un ordinateur est une machine électronique de traitement numérique de l'information exécutant à grande vitesse les instructions d'un programme enregistré». Un **superordinateur** possède lui quelques caractéristiques supplémentaires selon le même Petit Robert (définition de 1985): «Un supercalculateur est un ordinateur de très grande puissance de calcul, possédant des temps de cycles d'instructions très courts, des ressources importantes et la possibilité d'effectuer des opérations en parallèle».

Sans remonter très loin dans le temps, à l'époque des Pascaline et des machines mécaniques ou électromécaniques développées dans l'arrière-boutique berlinoise des parents de Konrad Zuse en 1937 par ce dernier, et sans rentrer dans le débat stérile de savoir quel était le premier ordinateur (et qui l'a inventé), citons la machine qui est considérée par beaucoup – dont le soussigné – comme l'un des premiers ordinateurs: le **Manchester Mark 1** en 1948. Développé à l'Université de Manchester par F.C. Williams et Tom Kilburn sur la base des travaux du mathématicien hon-

grois John Von Neumann (resté célèbre pour l'architecture qu'il a théorisé et qui est encore à la base des ordinateurs modernes), le Manchester Mark 1 possède toutes les caractéristiques d'un ordinateur moderne. Sa programmation différait puisqu'elle était effectuée par des liaisons physiques et son électronique ne traitait que des entiers.



Manchester Mark 1

En 1947, les laboratoires Bell Labs aux États-Unis présentent le premier transistor. Il faudra attendre huit années pour voir le premier ordinateur fonctionnel débarrassé de ses tubes à vide et remplacés par des transistors. L'Université de Manchester, encore elle, présente le premier prototype d'un ordinateur moderne: 92 transistors et 550 diodes permettant des instructions à la vitesse prodigieuse – pour l'époque – de 125 Khz. Ce fut le tournant. Notons que la Suisse n'est pas en reste dans le développement précoce des ordinateurs. Entre 1948 et 1955, Ambros Speiser, alors à l'ETH Zürich (il est ensuite parti fonder le centre de recherche d'IBM Rüschlikon) et son équipe développent le tout premier ordinateur 100 % helvétique: **ERMETH** (*Elektronische Rechenmaschine der ETH*) doté de 2000 tubes à vide, de 6000 diodes et d'une mémoire pesant 1.5 tonne et à la capacité prodigieuse de 27.5 KB. Cette machine importante est aujourd'hui présentée au musée de la communication de Berne.



musée de la communication de Berne – ERMETH

¹ dit-archives.epfl.ch/FI94/6-94-page15.html

² flashinformatique.epfl.ch/spip.php?article2708

1965: Seymour Cray, CDC et les superordinateurs

Parmi les grands architectes qui sont restés dans l'Histoire du design des ordinateurs, il y a évidemment les Alan Turing, Gene Amdahl ou Richard Grimsdale. Mais celui qui est encore considéré aujourd'hui comme l'inventeur même des superordinateurs c'est un ingénieur brillant travaillant pour Control Data Corporation (CDC): Seymour Cray. Et c'est en 1965 que le monde a pu imaginer pour la première fois, la puissance de ce qui est aujourd'hui considéré comme la troisième voie de la recherche scientifique: la simulation numérique. Seymour Cray était un ingénieur électricien avec de solides bases mathématiques. De par cette formation idéale, il savait décrire parfaitement les ressources nécessaires aux algorithmes des applications. Et par conséquent, comment il fallait construire une machine qui saurait fournir ces ressources au mieux. Le résultat obtenu, considéré comme le premier supercalculateur du monde, fut le **CDC 6600**. Une machine parallèle (un processeur principal et 10 processeurs périphériques) capable d'atteindre 1 Mflops (entre 2 et 4 fois meilleur que des ordinateurs de taille similaire). Le premier exemplaire de la série fut livré au CERN à Genève le 14 janvier 1965.

Malheureusement, dès la fin des années 1960, les finances de CDC n'étant pas au beau fixe, les projets techniques proposés par Seymour Cray, dont le successeur du 6600, ont été mis en standby. Seymour a donc décidé de quitter CDC pour fonder en 1972, quelques kilomètres plus loin que son ancien employeur, une nouvelle compagnie: Cray Research Inc. Accompagné de quelques anciens de chez CDC, il a développé le mythique **Cray 1** capable d'atteindre la performance hallucinante de 136 MFlops. Le premier exemplaire est installé à Los Alamos National Laboratory en 1976.

Début des superordinateurs à l'EPFL

Le tout premier système installé à l'EPUL, dans le pavillon Rose-neck de l'avenue de Cour à Lausanne, est une Stantec Zebra avec son code simple; c'était en 1958.

En 1964, le Centre de calcul électronique de l'EPUL installe un ordinateur **IBM 7040** avec un système IBSYS, dans un petit bâtiment sis à l'avenue de Cour.

En 1972, le Centre de Calcul de l'EPFL s'agrandit et construit le nouveau Centre de Calcul pour y accueillir sa première machine Control Data, la **CDC Cyber 7326** et son système SCOPE 3.3. Lui succéderont la **CDC Cyber 170/720** et son système NOS/BE en 1980 et, en 1983, dans les nouveaux locaux de la première étape du campus d'Ecublens, deux **CDC Cyber 170/855** et leur système NOS qui tourneront jusqu'en 1990.

Après l'ère CDC, début 1986, l'EPFL entre dans l'ère Cray Research avec un **Cray 1 S/2000**. Le GASOV (groupe d'applications scientifiques sur ordinateurs vectoriels) composé de 35 personnes a été mis en place pour apporter un support aux utilisateurs de ce premier PHP (*Processeur à Haute Performance*). Aujourd'hui, cette machine, partiellement désossée, est visible à l'entrée des locaux du DIT.

En 1987, les Chambres Fédérales décident d'un crédit extraordinaire de 40 millions de francs suisses pour garder la Suisse dans la course parmi les leaders mondiaux du calcul scientifique. Ces 40 millions doivent servir à l'achat d'un **Cray X-MP/28** à deux processeurs par l'ETH Zürich et d'un exemplaire du tout nouveau **Cray 2 à très grande mémoire** (2 GB) par l'EPFL, ces deux machines étaient complémentaires; le GASOV et son homologue zurichois conseillaient les utilisateurs de faire tourner leurs programmes sur l'une ou l'autre des machines selon leur nature. Le Cray 2 est installé en 1988 et fonctionnera pendant cinq années. Aujourd'hui, il est visible avec sa fontaine au Musée Bolo.

En avril 1994, une *machine massivement parallèle* avec ses 128 processeurs et sa performance crête de 19.2 GFlops, un Cray T3D, entre à l'EPFL. Le T3D n'étant pas directement adressable, toutes les opérations doivent transiter par sa machine hôte, soit le Cray YMP M94: Pascal. Il sera mis hors tension en avril 1999.

Ère des IBM BlueGene

Dès le milieu des années 2000, un projet scientifique d'une ampleur mondiale commence à se faire connaître. Dirigé par un professeur de l'EPFL, Henry Markram, il vise à simuler rien moins que le fonctionnement d'un cerveau humain. Pour cela, l'équipe du professeur Markram doit disposer de la machine la plus puissante du marché. L'EPFL fait donc l'acquisition du supercalculateur **IBM BlueGene/L** en 2005. Doté de 8'192 cœurs, la machine atteint une performance de 18.2 TFlops sur le benchmark synthétique HPL ce qui en fait la machine la plus rapide jamais installée en Suisse et la neuvième machine la plus rapide du monde. Ce record vient d'être battu au moment où nous mettons sous presse³. L'idée de la firme IBM est de relier énormément de noeuds de calcul fonctionnant à basse fréquence et donc consommant beaucoup moins d'énergie autour d'un réseau d'interconnexion rapide et évolutif. Le BlueGene/L de l'EPFL est définitivement arrêté en 2009 et offert au centre Edmond and Lily Safra International Institute de Neurosciences à Natal au Brésil. Il est remplacé par le successeur **IBM BlueGene/P⁴** du consortium CADMOS regroupant les universités de Lausanne et de Genève ainsi que l'EPFL pour une vision lémanique du calcul scientifique.

L'IBM BlueGene/P fonctionnera de 2009 à 2013 sur des projets des trois partenaires universitaires. Il était composé de quatre racks regroupant 16'384 cœurs pour une performance crête de 47.7 TFlops. Mise au rebut en 2013, cette machine a été offerte par IBM au Musée Bolo. Elle y est depuis exposée en état de fonctionnement grâce au travail patient de quelques passionnés qui ont su lui redonner vie⁵ aux côtés du Cray 2, du T3D et du XT4 offert par le Centre Suisse de Calcul Scientifique (CSCS) en attente de réveil. Dès le début de 2013, c'est la troisième génération des superordinateurs IBM BlueGene qui exécute les simulations les plus demandées en temps calcul de l'arc lémanique: un **IBM BlueGene/Q** capable d'une performance de 189 TFlops. Cela en fait la machine la plus puissante jamais installée à l'EPFL. Nul doute que ce titan rejoindra le Musée Bolo à la fin de sa vie. D'ici là, faites un tour au Musée Bolo et embrassez 30 ans d'histoire du calcul scientifique à l'EPFL d'un seul coup d'oeil. ■

³ www.top500.org/lists/2013/11/

⁴ actualites.epfl.ch/index.php?module=procontent&func=display&tid=2368&newlang=eng

⁵ www.ibm.com/news/ch/fr/2013/11/05/j969989t82786t67.html