Jeudi 28 mars 2024

Article de Jean-Louis Gouzien sur « La NASA et les ordinateurs personnels » :

La NASA et les ordinateurs personnels

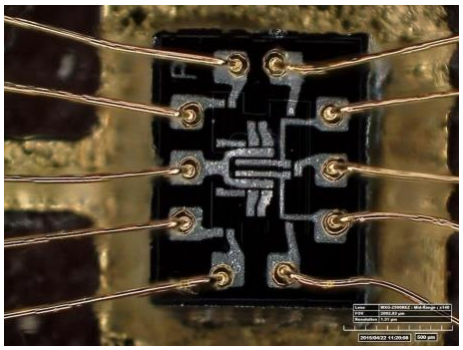
Flânant un samedi matin dans une brocante, mon regard a été attiré par un ordinateur portable qui occupait le fond d'une caisse. Il était noir, siglé IBM « Thinkpad », tout en métal, il ressemblait à une grande boîte de cigare. Je trouvais que c'était un bel objet, en plus il éveillait ma curiosité. En échange d'une très petite somme, je suis reparti avec.

Thinkpad 760 et ses 4 modules

De retour chez moi, quelle ne fut pas ma surprise en l'ouvrant : Le clavier, qui était facilement détachable, laissait apparaître 4 modules dont je faisais l'hypothèse qu'ils pouvaient être rapidement changés. À qui et à quoi ce modèle pouvait-il être destiné ? À des militaires ? À des traders ? Certainement à des gens qui devaient être dépannés très vite.

Recherchant sur Internet des informations sur le modèle (Thinkpad 760) je découvre que la NASA en était équipée et que la navette Atlantis, les stations MIR et l'ISS en étaient dotées. Mon acquisition avait donc un lien avec l'espace, ce qui m'incitait à m'informer plus avant sur le rapport entre la NASA et les ordinateurs portables.

Depuis sa création en 1958, la NASA utilisait des ordinateurs dans ses salles de commande. Au fil du temps, les tubes qui les équipaient avaient fait place à une transistorisation, mais il restait que ces équipements avaient la taille de plusieurs armoires ! Or, la course à la Lune, annoncée dans le fameux discours de JFK en 1961, exigeait de réguler quantité de paramètres de commande et d'alunissage en même temps, ce qui était quasiment impossible pour les futurs astronautes. Seul un ordinateur avait cette capacité. Mais le matériel devait être petit et léger, ce qui n'était pas le cas des gros ordinateurs 360/375 d'IBM.



Les circuits intégrés d'Apollo 11

La NASA cherchait donc un matériel, que l'on pourrait qualifier aujourd'hui de micro-ordinateur, pour équiper les modules Apollo. Elle s'est alors adressé au *Massachusetts Institute of Technology* (*MIT*) *Laboratory* dirigé par Charles Dropper. Le MIT Laboratory mit plusieurs années pour réaliser un appareil, le « BLOCK 1 », équipé d'un programme dédié à la mission lunaire. La société SPERRY en a assuré la fabrication, en utilisant, c'était une innovation, les premiers circuits intégrés (CI) gravés dans du silicium : des portes logiques NOR à 3 entrées groupées par 2, comprenant 8 transistors. Le « BLOCK I » en contenait 4100. Il fut monté une première

fois, dans la capsule Apollo 1, malheureusement sans succès, à cause de la triste fin que nous connaissons.
Très vite, une deuxième version, le « BLOCK II » fut élaborée sous le nom d'AGC (Apollo Guidance computer). Il utilisait 2800 doubles portes logiques, dont les caractéristiques à l'époque peuvent aujourd'hui nous faire sourire. Il avait une puissance électrique de 55 w, mesurait 61x32x17cm et pesait quand même 32 kg !
Il gérait 21 instructions en mots de 16 bits et était équipé d'un CPU de 1 MHz. Il était multitâches (6), avait 72 ko de mémoire morte (ROM) et 4 ko de mémoire vive (RAM). La gestion des paramètres d'entrées et d'affichage utilisait une console « Display and keyboard » (DSKY) dotée du premier affichage à cristaux liquides.
La programmation de l'AGC était en « assembleur », un langage de programmation qui a une grande rapidité du traitement des informations. L'entrée des données dans le DSKY utilisait 3 touches : des verbes (touche VERB) et des mots (Touche NOUN), une entrée (touche ENTR) et un clavier numérique.
La communication homme/machine se faisait par le biais d'actions préprogrammées, codées par des nombres à deux chiffres, gérant les actions (verbes) et les informations (mots). Par exemple, le code pour tester le bon fonctionnement des voyants était 35. Il fallait entrer VERB 35 ENTR et pour connaître le temps restant en énergie électrique, il fallait entrer : VERB 16 NOUN 36 ENTR

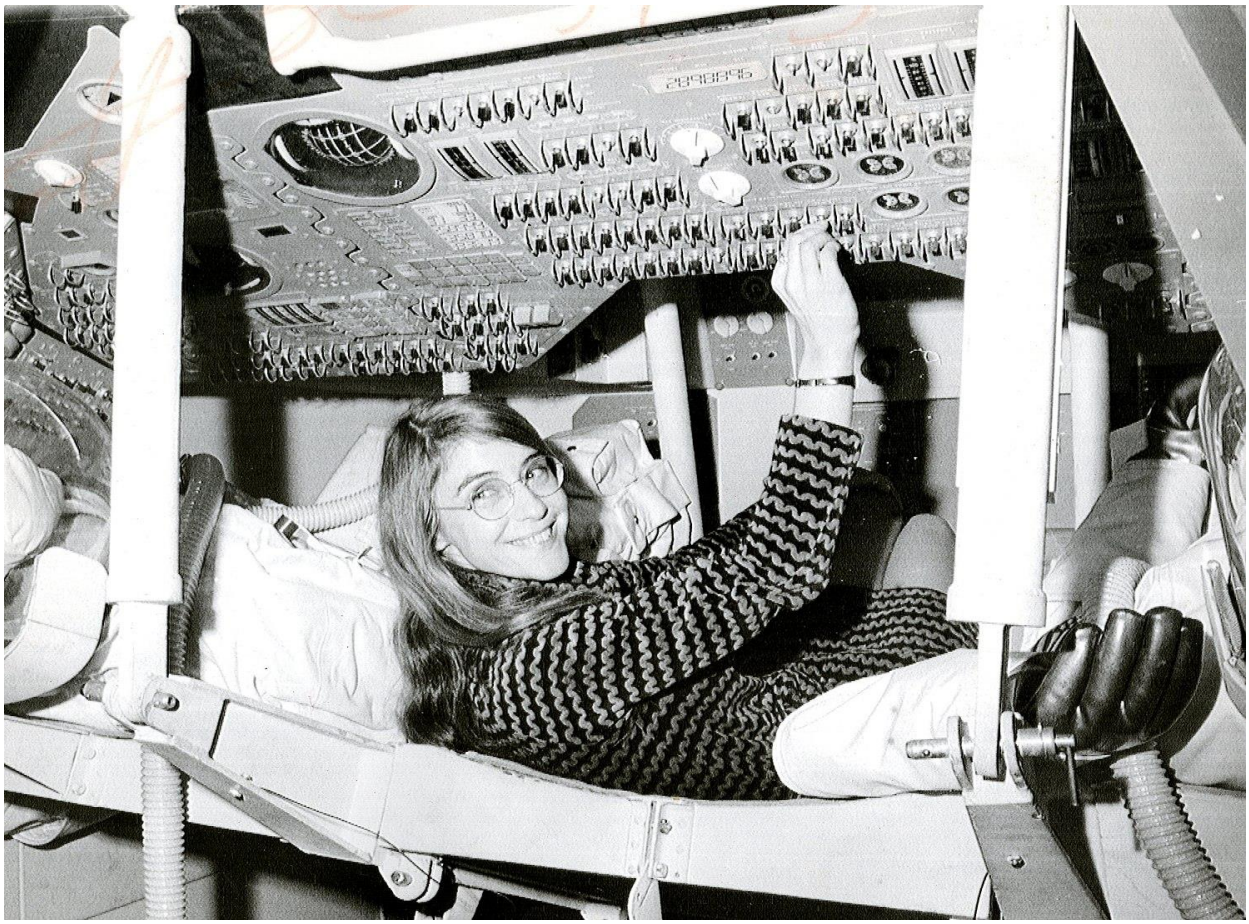
L'AGC d'Apollo 11

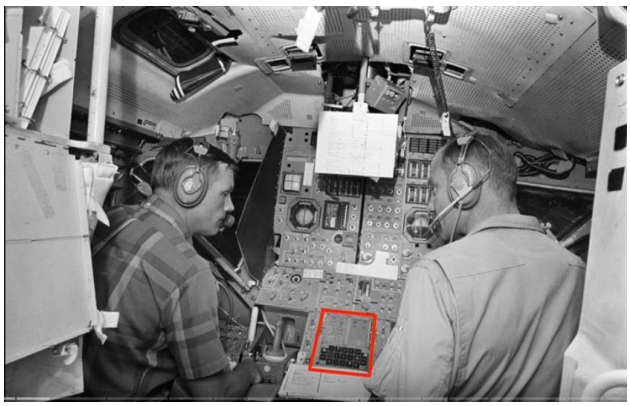
La console d'affichage et de commande DSKY

Rien de plus simple, il suffisait de mémoriser les codes et leur correspondance d'action (VERB) et d'information (NOUN). Par sécurité, en cas d'oubli, les principaux codes et leur correspondance d'action et d'information étaient gravés sur une plaque placée à hauteur d'yeux.

Le programme, en multiprocessing, avait été réalisé, dès 1961, par Margaret Hamilton du MIT assistée de 350 chercheurs. L'ensemble des dossiers empilés du programme avaient la hauteur de sa taille ! La mémoire morte du programme, pour être non destructible, était réalisée physiquement avec des fils passant dans des tores. Il fallait 10 mois pour la câbler. On est loin du DOS programmé qu'utilisent nos ordinateurs personnels.
La programmation en assembleur assurait un redémarrage rapide et son mode de programmation de type « hiérarchique » permettait un décrochage des tâches secondaires quand il avait une surcharge de travail, conservant les processus indispensables.
Les deux ordinateurs de vol d'Apollo avaient pour objet de tenir les astronautes informés de la teneur en oxygène et en gaz carbonique à l'intérieur des modules. Ils contrôlaient les

quantités d'eau et de carburant disponibles. Au moment de l'alunissage, c'est un AGC qui gérait le radar qui évaluait la distance séparant le vaisseau de la surface de la Lune, les gyroscopes, l'accéléromètre et les autres capteurs indiquaient aux astronautes la position exacte du module dans l'environnement spatial.
L'AGC sera utilisé pour la première fois dans la mission Apollo 11 en 1969. On peut dire que la programmation de Margaret Hamilton a sauvé la mission, car lors de l'approche lunaire, l'AGC a été saturé 5 fois, mais il a pu « rebooter » rapidement à chaque fois, continuant de gérer les paramètres principaux d'alunissage. C'est ce qui a permis de mettre le pied sur la Lune.





L'AGC intégré dans les panneaux de commande des modules Apollo.

Les caractéristiques hiérarchiques, propres à l'AGC, ont donc sauvé la mission et permis à Neil Armstrong de commander l'orientation de l'atterrisseur tandis que l'AGC contrôlait la descente pour un alunissage réussi.
Le MIT avait développé 2 AGC : l'un était situé dans le module de commande et constituait le centre du système de guidage, de navigation et de contrôle du vaisseau. Le second était dans le module lunaire et permettait de contrôler l'alunissage et l'ascension retour jusqu'au module de commande ainsi que l'amarrage.
En consultant les photos d'archives, on constate que l'AGC est présent sur tous les

clichés des modules des missions Apollo, et ce, jusqu'à la dernière mission Apollo 17 en 1972. Au fil du temps, de nouveaux besoins liés à l'apparition des navettes et des stations spatiales ont exigé que les astronautes soient équipés d'un « Personnal Computer » portable, léger. C'est IBM qui sera choisi par la NASA pour fournir les ordinateurs portables embarqués. En 1992, la compagnie avait sorti un modèle portable, le « Thinkpad 700 » qui avait belle allure. De couleur noire, en magnésium fibre de carbone, il comportait le premier « Track point » sur son clavier. Son esthétique était le fruit de la réflexion de deux « designers », un Allemand, Richard Sapper et un Japonais Kasuhiki Yamasaky. Et, surtout, il avait été conçu pour être fiable. Il était modulaire, pour être facilement et rapidement réparable : Le clavier se soulevait et tous ses modules étaient extractibles : DD, batterie, lecteur de disquettes.

La NASA adoptera d'abord le modèle 750C. C'est lui qui, en 1993, équipera la navette Endeavour et la station MIR. Il était équipé d'un CPU 80486 SL 33 MHz, et supportait 36 Mo de RAM, un DD de 340 Mo. Il était doté d'un écran VGA de 9,2'', d'un Windows 3.1 et pesait 2,5 kg.

Les « Thinkpad NASA » étaient des modèles du commerce avec un boîtier en titane, juste un peu modifiés : Ajout de Velcro pour ne jamais flotter dans la station, vernis protégeant les circuits imprimés, alimentation 28V : tension d'alimentation des matériels dans l'espace.

Après avoir subi une batterie de tests sur la résistance aux vibrations, aux rayons cosmiques, et même aux coups de marteau sur l'écran ! (Tout danger potentiel pour les astronautes devant être écarté), les Thinkpad IBM seront les premiers ordinateurs personnels à obtenir la certification de vol à bord de l'ISS. Après le 750, le modèle 755 est apparu, puis, en 1995 est arrivé le 760 qui utilisait un nouveau CPU, plus puissant, plus rapide, le pentium 1. Six versions du Thinkpad ont successivement été produites entre 1995 et 1998 (C, L, E, EL, XL, D/L). Pour l'ISS, la NASA a choisi le modèle le plus élaboré, i le XD (un XL avec un lecteur CD). Il comprenait un CPU Pentium 1 de 166 MHz, une DRAM de 104 MB, un DD de 3 GB, un écran 12,1'' de 1024x768, et une batterie Li-Ion. Il pesait 2,9 kg. Tous les modèles de Thinkpad étaient modulaires.

Appareils robustes les Thinkpad IBM ont participé à 31 lancements de navettes. En 1997, le Thinkpad 760 équipera la navette Atlantis, la station MIR, puis l'ISS. En 1998, 54 Thinkpad étaient dans l'espace dont certains avaient fait plusieurs voyages.

Le modèle que j'ai découvert est un 760EL. Il a été construit en février 1997. Livré avec Windows 95, il a été upgradé avec Windows 98 en 2000.

Son prix public, à l'époque était de 4700 $ ce qui correspond à environ 10 000 $ en 2024.

Ses caractéristiques : Un CPU Pentium 1 de 133 MHz, un DD 1,98 GB, 64 MO de RAM, un écran de 12''1 de 800x600. Ce n'est pas un XD embarqué, mais ça lui ressemble, comme un jumeau !

Certes, il n'a pas voyagé dans l'espace, mais peut-être aurait-il pu, si Thomas Pesquet était né plus tôt. En tout cas, malgré ses 27 ans d'âge il a démarré et fonctionné comme au premier jour.

Il méritait bien un fond d'écran avec une photo d'Atlantis !

En 1995 « Thinkpad IBM » a été racheté par le chinois Lenovo qui fournit toujours la NASA. Il y a quelques années, un puissant ordinateur quantique à fait son apparition dans l'ISS, un « Dewave » 100 Qbits. Contrairement aux Thinkpad, il lui faudra un moment pour devenir un « Personal Computer » ! Mais ça c'est une autre histoire…

Si vous voulez en savoir plus : Olivier Poncet : https://www.emaxilde.net/talks/l-agc-retour-sur-l-ordinateur-qui-a-amene-l-humanite-sur-la-lune/#/4/1/3
Remise en état d'un AGC en 35 séquences ! Apollo guidance computer restauration : https://www.youtube.com/watch?v=2KSahAoOLdU&list=PL-_93BVApb59FWrLZfdlisi_x7-Ut_-w7&index=1
DEVFEST de Nantes, présentation de l'AGC :
https://www.youtube.com/watch?v=OWmcNQj4CQs
Le système informatique embarqué :
http://www.de-la-terre-a-la-lune.com/apollo.php?page=technos_cm_systeme_informatique