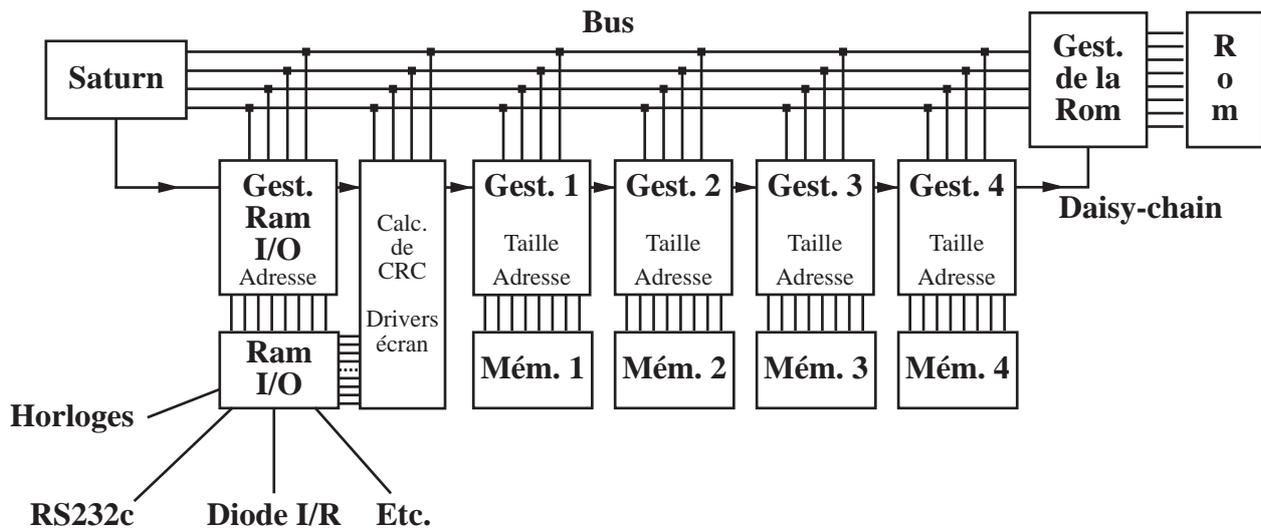


Quelle mémoire ! (1)

Les calculatrices de la série HP48 sont capables de gérer une grande quantité de mémoire... Mémoire vive, mémoire morte, Ram des entrées/sorties, cartes enfichables... Tout cela s'enchevêtre en tous sens ! Nous allons découvrir comment la HP48 gère toutes ces mémoires. Dans ce premier article, nous allons étudier la mémoire de la HP48 depuis le "hardware" (c'est à dire la carte électronique de la HP48) jusqu'au niveau logiciel le plus bas (le langage-machine)...



- Schéma fonctionnel de la mémoire de la HP48 -

→ LE BUS

* *Le bus : une série de fils...*

L'épine dorsale de l'électronique de la HP48 est le bus. Il s'agit simplement de 4 fils (ou, plus exactement, de 4 "pistes" situés sur la carte électronique). Son seul point commun avec les transports en commun est sa capacité à véhiculer des informations. Comme le bus comporte 4 fils, les informations sont transmises quartet par quartet (4 bits sont transférés en parallèle).

Son rôle est de relier le microprocesseur (le Saturn) aux différents périphériques qu'il commande et, en particulier, aux différentes mémoires contenues dans la calculatrice...

* *Informations circulant sur le bus*

Divers messages peuvent transiter sur le bus : ce sont des demandes d'informations (qu'y a-t-il d'écrit à une adresse donnée), des réponses, des ordres (de configuration, d'écriture) ainsi que des commandes dont la signification dépend du périphérique récepteur (ce sont les fameuses "bus commands" du SATURN : BUSCB, BUSCC et BUSCD).

* *La technique de "daisy-chaining"*

Les différents périphériques sont chaînés entre eux par un fil supplémentaire, la "daisy-chain". Ce fil indique au

périphérique qu'il doit prendre en compte un message sur le bus.

Concrètement, lorsque le Saturn désire communiquer avec un périphérique, il émet un message sur le bus, puis il active la "daisy-chain". Le premier périphérique (le gestionnaire de Ram I/O) interprète alors le message. Si ce message lui est destiné il le traite. Sinon il active la "daisy-chain" du module suivant, lui signifiant ainsi que le message est peut-être pour lui... Et ainsi de suite jusqu'au dernier périphérique (le gestionnaire de Rom).

On peut en déduire une notion de priorité entre les différents périphériques : plus un périphérique est proche du Saturn, plus il est prioritaire (c'est pourquoi la Ram I/O a priorité sur le premier gestionnaire de mémoire et ainsi de suite jusqu'à la Rom qui est la moins prioritaire des mémoires).

→ LES GESTIONNAIRES

Pour chacune des mémoires (Ram I/O, Ram interne...), on trouve un gestionnaire. Ce gestionnaire est toujours présent, même si la mémoire correspondante est absente de la machine (par exemple, le gestionnaire de carte 1 ne fait pas partie de la carte elle-même, qui ne contient que la mémoire).

* *Le rôle des différents gestionnaires*

Chaque gestionnaire remplit deux rôles :

- Il connaît l'adresse de début et la taille de sa mémoire, ce qui lui permet de déterminer si une

demande de lecture ou d'écriture le concerne ou non. Ces deux valeurs peuvent être fixes ou réglables (voir plus loin). Les gestionnaires peuvent se trouver dans plusieurs états (configuré, non configuré, en cours de configuration) ;

- Il réalise l'interface entre le bus (4 bits) et les mémoires proprement dites (8 bits).

* *Le gestionnaire de Ram I/O*

Seule son adresse de début peut être fixée, elle est arrondie modulo #100h. Il ne peut être que dans deux états : configuré (état normal) ou non-configuré.

Ce module est lui-même relié à divers périphériques (horloge, écran, prise RS232c...), ainsi qu'au bus lui-même (par à travers les drivers écran et le calculateur de CRC qui calcule une somme de contrôle sur les données transitant sur le bus, en provenance des 4 gestionnaires de mémoire et de la Rom).

* *Les gestionnaires de mémoire*

Ces quatre gestionnaires sont configurables en taille et en adresse. La taille minimale est arrondie modulo #1000h quartets (minimum : #1000h), l'adresse de départ doit être un multiple de la taille. Trois états sont possibles : configuré (état normal), non configuré (ni taille, ni adresse de départ), en cours de configuration (taille configurée, adresse de départ non configurée).

Lorsque la taille configurée est inférieure à la taille réelle de la mémoire, seul son début est accessible. Si la taille configurée est supérieure, plusieurs copies de la mémoire sont vues par le Saturn (en adresse de début, adresse de début + taille réelle...).

Les quatre gestionnaires de mémoire correspondent aux mémoires suivantes :

- La mémoire interne : c'est le gestionnaire n° 1 qui la gère ;
- Le gestionnaire de bancs (HP48 G/GX) : gestionnaire 2. Cette zone spéciale de mémoire permet de sélectionner le banc actif d'une carte multi-bancs en port 2, en lisant à une adresse correspondant au banc désiré ;
- Les cartes enfichables : elles sont gérées par les gestionnaires 2 et 3 dans le cas des HP48 S/SX, par les gestionnaires 3 et 4 dans le cas des HP48 G/GX ;
- Le module "fantôme" (HP48 S/SX uniquement) : c'est un gestionnaire non utilisé sur ces machines, qui est configuré à l'adresse #D0000h, pour une taille de #1000h quartets (taille minimale).

* *Le gestionnaire de Rom*

Ce gestionnaire n'est configurable ni en taille (toujours 512 Ko), ni en adresse (toujours #0h).

Dans le cas des HP48 S/SX, la taille réelle de la Rom est de 256 Ko. C'est pourquoi on trouve 2 copies de la mémoire morte (la première commence en #0h, la seconde en #80000h).

Dans le cas des HP48 G/GX, la Rom occupe bien 512 Ko, mais, pour des raisons de compatibilité avec les HP48 S/SX, peut être forcée à se comporter comme une Rom de 256 Ko (donc dupliquée en #80000h). Cette "pseudo-configuration" de la Rom s'effectue à l'aide du bit 3 du quartet #129h (Ram I/O).

* *Quelques conséquences*

La conséquence directe de cette organisation, est l'existence de "mémoire cachée" : si deux gestionnaires partagent un même espace d'adressage, la mémoire visible pour cet espace commun sera celle du gestionnaire le plus prioritaire.

Ainsi la Ram I/O, normalement configurée à l'adresse #100h, cache-t-elle 64 quartets de la Rom, la Ram interne en cache aussi une partie (en configuration normale : la zone #70000h-#7FFFFh pour les HP48 S/SX, #80000h-#8FFFFh pour les HP48 G et #80000h-#BFFFFh pour les HP48 GX).



AGIR SUR LA MEMOIRE

Nous avons vu que différents types de messages transitaient sur le bus. En utilisant ces messages au travers des instructions du Saturn, nous pouvons agir sur les mémoires, ou, plus exactement, sur les gestionnaires :

* *Le plus simple : lire et écrire*

Ce sont les deux opérations les plus simples : on demande la lecture ou l'écriture d'informations à une adresse donnée (contenue dans le registre D0 ou D1). Ce sont les instructions de la forme Reg=DATn c et DATn=Reg c (où Reg est un des 4 registres A, B, C et D, n vaut 0 ou 1 et c est le champ sur lequel porte l'opération).

Ces instructions sont converties en commandes du bus par le Saturn et exécutées par le gestionnaire concerné.

* *Configurer les gestionnaires*

Diverses instructions s'adressent directement aux gestionnaires. On peut :

- déconfigurer tous les gestionnaires : l'instruction RESET ordonne à l'ensemble des gestionnaires (le pouvant) de se placer en état de déconfiguration ;
- déconfigurer un gestionnaire donné en plaçant dans C champ A une adresse dans son espace d'adressage et en appelant l'instruction UNCNFG (en général, on utilise l'adresse de début).
Remarque : si l'adresse correspond à l'espace d'adressage de deux gestionnaires, c'est le gestionnaire le plus prioritaire qui exécutera la commande ;
- inversement, on peut donner un ordre de configuration à un gestionnaire. Cet ordre s'adresse au premier module non complètement configuré (non configuré ou en cours de configuration) grâce à l'instruction CONFIG.

Il convient de placer dans le champ A de C les données nécessaires à la configuration :

- la taille, en complément à 2, pour une configuration en taille (pour le premier ordre de configuration d'un des 4 gestionnaires de mémoire) ;
- l'adresse de départ pour la (première et seule) configuration de la Ram I/O, ainsi que pour la seconde configuration des 4 gestionnaires de mémoire.
- identifier le premier module non-configuré ou en cours de configuration grâce à C=ID qui renvoie dans C champ A un identifiant de ce module, de son état et de son ancienne configuration (dans l'état normal de la machine, tous les gestionnaires sont configurés, on obtient #0000h).

* *Quelques précautions à prendre :*

La première des précautions est d'interdire les interruptions (par GOSBVL #01115h). Attention, il ne faut pas oublier de les ré-autoriser après reconfiguration de la mémoire (par GOSBVL #010E5h).

La seconde précaution est simple : ne jamais scier la branche sur laquelle on est assis. Autrement dit : ne jamais déconfigurer le gestionnaire correspondant à la zone mémoire où se trouve votre programme...

En particulier, l'instruction RESET ne vous sera pas d'une grande utilité.



CONCLUSION

Dans cet article, nous avons vu le niveau le plus bas de la gestion mémoire de la HP48. Dans le prochain nous l'étudierons à un niveau plus élevé, plus proche de l'utilisateur : comment la HP48 utilise-t-elle toute cette mémoire ?

En attendant, pour ceux qui veulent des exemples concrets de programmes utilisant les instructions de bas niveau étudiées ici, les programmes HRPEEK, qui permet la lecture de la cachée (HP48 S/SX et G/GX), BPEEK et BPOKE, qui permettent de lire ou d'écrire sur les différents bancs d'une carte multi-bancs en port 2 (HP48 GX) des livres Voyage au centre de la HP48 (S/SX ou G/GX) reprendront à vos attentes...

P.C.