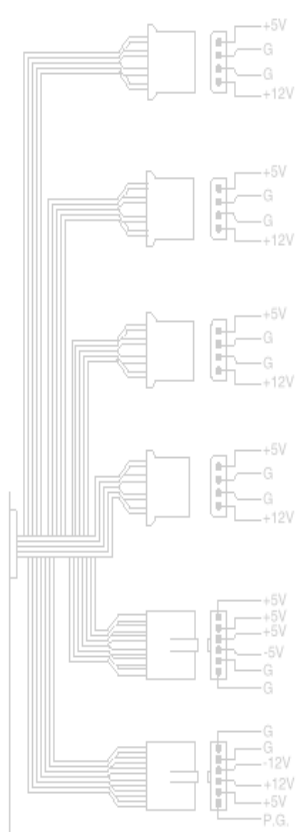
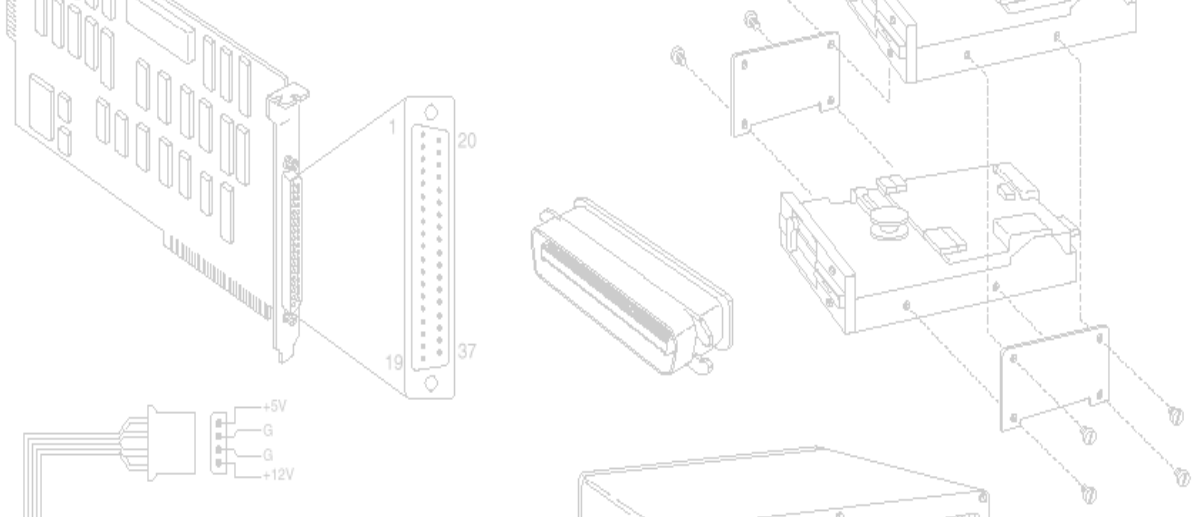
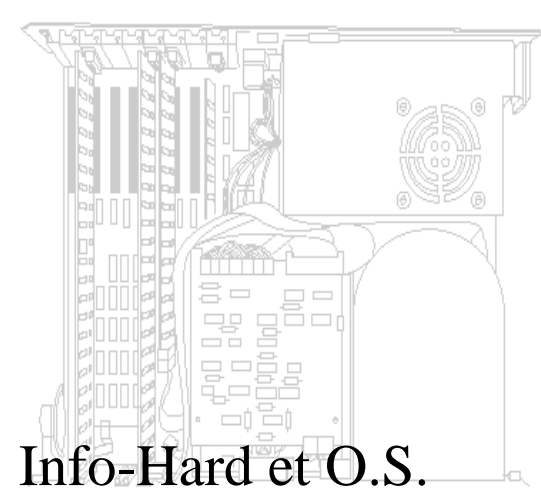
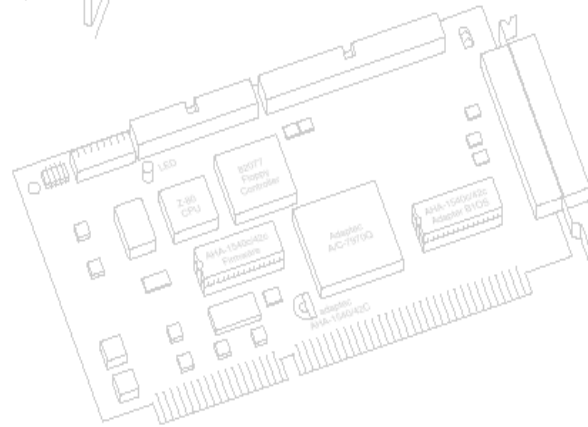
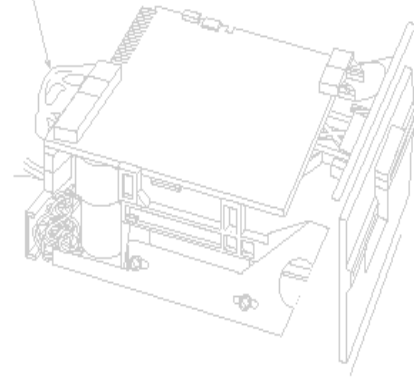


I-CH I-CH I-CH I-CH I-CH I-CH I-CH I-CH I-CH I-CH



Les mémoires vives



Info-Hard et O.S.



Info-Hard et O.S.

Nous avons vu qu'il existe plusieurs types principaux de mémoire :

- la mémoire vive (RAM) à partir de laquelle travaille le microprocesseur. Rappelons que la mémoire vive est volatile,
- la mémoire morte (ROM) contient les instructions nécessaires pour le démarrage de l'ordinateur et une partie du système d'exploitation. Elle est définitivement figée lors de sa fabrication,
- la mémoire de masse sert au stockage des données et des programmes. Elle n'est pas volatile car elle n'est pas sensible aux interruptions de l'alimentation électrique.

Temps d'accès :

Nous savons qu'un microprocesseur interroge la mémoire vive (RAM). Il y puise des instructions de traitement et des données à traiter. La mémoire vive est un ensemble de circuits électroniques. La qualité de ceux-ci est liée à la vitesse à laquelle ils sont capables d'envoyer leurs données vers le processeur. Il s'agit du délai entre la demande d'une donnée et son arrivée sur le bus de données du microprocesseur.

Le temps d'accès à un circuit de mémoire vive est de l'ordre de 60 à 10 ... 4 nanosecondes ($60 \text{ ns} = 60 \times 10^{-9} \text{ s}$). De même, on mesure le temps d'accès à une information enregistrée sur un support de mémoire de masse (disquette, disque dur, etc.). Pour qu'un disque dur réponde à une requête de lecture/écriture, un délai moyen de 7 à 10 millisecondes est nécessaire. Le temps d'accès moyen du disque dur en question est donc 7 à 10 ms (suivant les disques). En ce qui concerne les temps d'accès, une disquette est encore cent fois plus lente qu'un disque dur qui est lui-même un million de fois plus lent que la mémoire vive...

Explications détaillées des différents types de mémoire :

Parité ou sans Parité :

La différence principale entre la mémoire avec parité et la mémoire sans parité est que la mémoire avec parité a la capacité de détecter les erreurs sur un bit et d'arrêter le système tandis que la mémoire sans parité ne fournit aucune détection d'erreur.

Mémoire ECC (Auto-correctrice) :

La mémoire ECC est une mémoire plus avancée qui peut automatiquement détecter et corriger l'erreur sans arrêter le système. Elle peut également arrêter le système quand il y a plus d'une erreur qui est détectée. Cependant, la mémoire ECC exige plus de temps système pour enregistrer les données que la mémoire avec parité donc elle provoque une dégradation des performances du système.

Dynamic Random Access Memory (DRAM) : (ou RAM dynamique)

La DRAM est un type de mémoire qui exige d'être **constamment rafraîchi** pour garder sa charge et conserver les données intactes. Ce rafraîchissement est la cause principale des longs temps d'accès.

La DRAM n'est pas exactement un type de mémoire en soit mais plutôt une famille, celle des mémoires *dynamiques* par opposition à la mémoire *statique*.. La DRAM prend la forme de circuits intégrés, les petites puces qui composent une barrette. Les premières barrettes **SIMM** disposaient de **30 broches** et supportaient **8 bits de données**. Les barrettes **SIMM** plus récentes comportent **72 broches** et fonctionnent en **32 bits**. Cela explique pourquoi avec un Pentium dont le *bus* externe adresse 64 bits de données, il faut obligatoirement monter les barrettes SIMM par paire (pour obtenir ces 64 bits) sur ce que l'on appelle un banc.

Synchronous DRAM (SDRAM) : / Barrettes **DIMM** 168 broches

La SDRAM se distingue de la DRAM ordinaire par l'utilisation d'une interface synchrone. Dans la mémoire standard DRAM, une adresse est identifiée seulement quand des signaux de RAS ou de CAS sont générés alors que dans la SDRAM, la sélection des adresses de la mémoire est verrouillée sur des transitions du signal d'horloge ce qui améliore fortement les débits. La SDRAM génère séquentiellement un série d'adresses qui utilisent le mode en rafale continue de données ce qui permet des accès successifs sur une rangée à chacun des cycles d'horloge. La SDRAM est lue en séquence de 5-1-1-1. De plus, la SDRAM peut fonctionner à des fréquences de bus supérieures à 100 MHz.

Le débit maximum de la mémoire de SDRAM est de l'ordre de 528 MB/sec .

Double Data Rate SDRAM (SDRAM DDR) : / Barrettes **DIMM** 168 broches

La DDR RAM est une autre variante de la mémoire SDRAM. La différence principale entre la SDRAM et la DDR SDRAM est que la DDR SDRAM a la capacité d'utiliser aussi bien la montée que la descente du signal d'horloge pour transférer les données, ce qui a pour conséquence de doubler ses performances de transfert de données.

Direct Rambus DRAM (DRDRAM) : / Barrettes **RIMM** 184 broches

La RDRAM était d'un concept entièrement nouveau qui utilisait une nouvelle architecture de module de mémoire comportant beaucoup moins de broches. Ses principales caractéristiques sont: une vitesse très élevée, une architecture synchrone, l'utilisation du flanc montant et descendant des cycles d'horloge. Puisque chacun des aspects de sa structure interne comme la longueur des conducteurs et les capacités inter-broches ont été rigoureusement redéfinis, ce type de mémoire pouvait offrir des rendements très élevés.

L'avantage principal avec la Rambus est que des contrôleurs peuvent être conçus pour utiliser 2 ou même 4 canaux en parallèle.

Ce type de RAM n'a pas eu le succès escompté probablement à cause de son prix et de sa consommation d'énergie.

Double Data Rate SDRAM (SDRAM DDR2 & DDR3) : / Barrettes **DIMM** 168 broches

L'évolution des performances en vitesse des couples « processeurs / chipsets » a entraîné le développement standardisé des **SDRAM DDR2** puis des **DDR3** qui sont les deux types de RAM les plus utilisées maintenant.

DRAM Memory Module and Bus Standards/Bandwidth (Past, Current, and Future)

Module Standard	Module Format	Chip Type	Clock Speed (MHz)	Cycles per Clock	Bus Speed (MT/s)	Bus Width (Bytes)	Transfer Rate (MBps)
FPM	SIMM	60ns	22	1	22	8	177
EDO	SIMM	60ns	33	1	33	8	266
PC66	SDR DIMM	10ns	66	1	66	8	533
PC100	SDR DIMM	8ns	100	1	100	8	800
PC133	SDR DIMM	7/7.5ns	133	1	133	8	1,066
PC1600	DDR DIMM	DDR200	100	2	200	8	1,600
PC2100	DDR DIMM	DDR266	133	2	266	8	2,133
PC2400	DDR DIMM	DDR300	150	2	300	8	2,400
PC2700	DDR DIMM	DDR333	166	2	333	8	2,667
PC3000	DDR DIMM	DDR366	183	2	366	8	2,933
PC3200	DDR DIMM	DDR400	200	2	400	8	3,200
PC3500	DDR DIMM	DDR433	216	2	433	8	3,466
PC3700	DDR DIMM	DDR466	233	2	466	8	3,733
PC4000	DDR DIMM	DDR500	250	2	500	8	4,000
PC4300	DDR DIMM	DDR533	266	2	533	8	4,266
PC2-3200	DDR2 DIMM	DDR2-400	200	2	400	8	3,200
PC2-4300	DDR2 DIMM	DDR2-533	266	2	533	8	4,266
PC2-5400	DDR2 DIMM	DDR2-667	333	2	667	8	5,333
PC2-6400	DDR2 DIMM	DDR2-800	400	2	800	8	6,400
PC2-8500	DDR2 DIMM	DDR2-1066	533	2	1,066	8	8,533
PC3-6400	DDR2 DIMM	DDR3-800	400	2	800	8	6,400
PC3-8500	DDR2 DIMM	DDR3-1066	533	2	1,066	8	8,533
RIMM1200	RIMM-16	PC600	300	2	600	2	1,200
RIMM1400	RIMM-16	PC700	350	2	700	2	1,400
RIMM1600	RIMM-16	PC800	400	2	800	2	1,600
RIMM2100	RIMM-16	PC1066	533	2	1,066	2	2,133
RIMM2400	RIMM-16	PC1200	600	2	1,200	2	2,400
RIMM3200	RIMM-32	PC800	400	2	800	4	3,200
RIMM4200	RIMM-32	PC1066	533	2	1,066	4	4,266
RIMM4800	RIMM-32	PC1200	600	2	1,200	4	4,800

MT/s = Megatransfers per second
MBps = Megabytes per second
ns = Nanoseconds (billionths of a second)
FPM = Fast Page Mode
EDO = Extended data out

SIMM = Single inline memory module
DIMM = Dual inline memory module
RIMM = Rambus inline memory module
SDR = Single data rate
DDR = Double data rate

Les besoins en mémoire vive :

Ajouter plus de mémoire à un ordinateur est une façon très efficace d'obtenir une augmentation de performance notable. La quantité de mémoire nécessaire pour que votre ordinateur fonctionne efficacement dépend de beaucoup de facteurs. Parmi ces facteurs, les programmes et les applications que vous utilisez sont de la première importance. Quelques applications fonctionnent très bien sur des systèmes ayant seulement 256 MB de mémoire

tandis que d'autres sont beaucoup plus exigeantes. Les programmes graphiques exigent souvent plus de 32 MB de mémoire embarquée spécialement sur la carte graphique pour fonctionner efficacement. D'autre part, si vous prévoyez utiliser plusieurs applications simultanément, vous devriez installer au moins 512 MB de mémoire RAM (Windows XP) sinon vous risquez d'utiliser fréquemment le fichier d'échange du disque dur, ce qui diminuera considérablement les performances du système.

Mémoire cache ou antémémoire :

La mémoire cache, également appelée antémémoire, est un sous-système de mémoire à accès ultra-rapide (< 4 ns), distinct de la mémoire vive et dans lequel sont copiés, avec leurs adresses, des données ou des éléments de programme qui résident en mémoire vive (RAM) et qui sont fréquemment utilisés.

Bref, en conservant les données de la mémoire vive auxquelles le microprocesseur accède le plus souvent, la mémoire cache accélère l'accès à ces données.

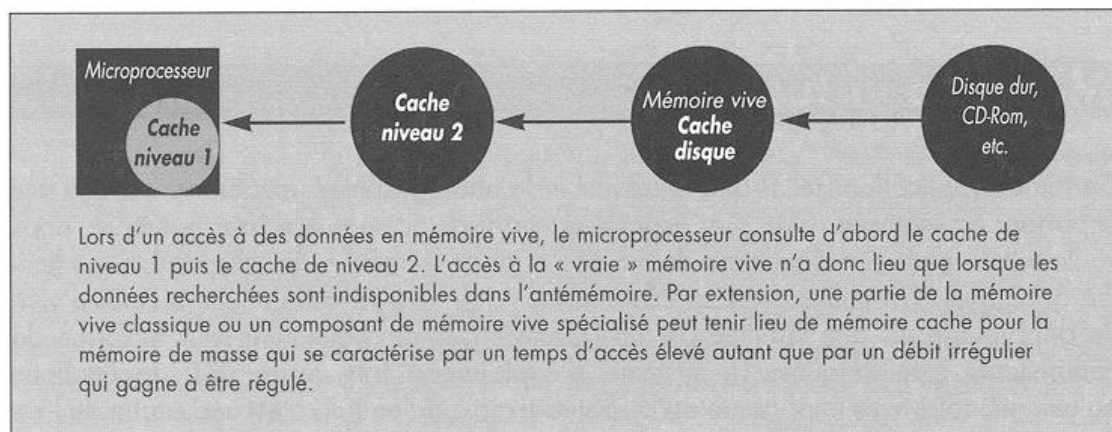
Contrairement à la mémoire vive principale, la mémoire cache (**SRAM** pour *Static RAM*) conserve les données qui y sont inscrites. Elle n'a donc pas besoin de rafraîchissement, ce qui évite les états d'attente du processeur.

Lorsque le processeur spécifie une adresse dans la RAM, le cache vérifie s'il n'a pas déjà cette adresse, auquel cas c'est lui qui fournit la donnée, dans le cas contraire, la donnée est obtenue par un accès normal en mémoire vive.

On distingue deux niveaux de mémoire cache placés entre les registres du microprocesseur et la mémoire vive. Les microprocesseurs modernes (Pentium, PowerPC) disposent d'une mémoire cache interne dite de **niveau 1** (L1) - dite cache processeur - dont la capacité est relativement faible (2x16 Ko sur les Pentium MMX, 32 ko sur PowerPC 604, 64 ko sur PowerPC 604e, etc.).

La seconde mémoire cache de **niveau 2** (L2) est externe et donc un peu plus lente. Depuis l'arrivée du Pentium, il est impossible de se passer de mémoire cache externe avec une quantité d'au moins 256 Ko.! Elle se trouve maintenant intégrée dans le processeur.

Gageons, qu'un niveau 3 extérieur au microprocesseur apparaîtra alors !



Mémoire cache disque :

Il existe un autre type de mémoire cache appelé cache disque. Son but consiste aussi à diminuer le temps d'accès à des données mais il s'agit ici de celles placées en mémoire de masse. Le cache disque peut être une zone de la mémoire vive ou un circuit spécialisé indépendant de la RAM classique. Il contient les données du disque dur auxquelles l'utilisateur accède le plus souvent.

Rappelons que le temps d'accès à un composant de mémoire vive est de l'ordre de 10 ns tandis que le temps d'accès à un disque dur est de l'ordre de 10 ms.

Notons que des composants de mémoire dédié au cache disque sont intégrés aux lecteurs et graveurs de CD-Rom ainsi qu'aux disques durs AV (optimisés pour le multimédia). Dans ce cas, le cache disque améliore le temps d'accès mais surtout, il **régule le débit du périphérique** de mémoire de masse et permet d'obtenir un débit de données constant.

Mémoires tampon :

Les mémoires tampon ou *buffers*, enregistrent des données de façon temporaire en attendant leur traitement. Il ne s'agit pas pour autant de mémoire cache puisqu'il n'est pas question ici de conserver une copie de données se trouvant également ailleurs en mémoire. Comme nous l'avons dit, il s'agit ici de conserver les données qui se présentent en attendant que le périphérique destinataire puisse les traiter. La plupart des interfaces de périphériques font appel à des *buffers*. Par exemple, la mémoire de clavier est une petite mémoire - de type mémoire vive - stockant les derniers caractères saisis au clavier en attendant qu'ils soient traités : c'est le « tampon de clavier ».

De même, lors de l'impression d'un document, l'ordinateur envoie des données vers une imprimante matricielle beaucoup trop rapidement pour que celle-ci puisse les imprimer. Les informations sont donc transférées de la mémoire vive normale vers une mémoire tampon, d'où les données ressortiront au compte-gouttes ou plutôt, avec un rythme correspondant au débit du périphérique destinataire. Le programme chargé de distribuer les données à l'imprimante en fonction du débit toléré par celle-ci est un *spooler*.

Mémoire virtuelle :

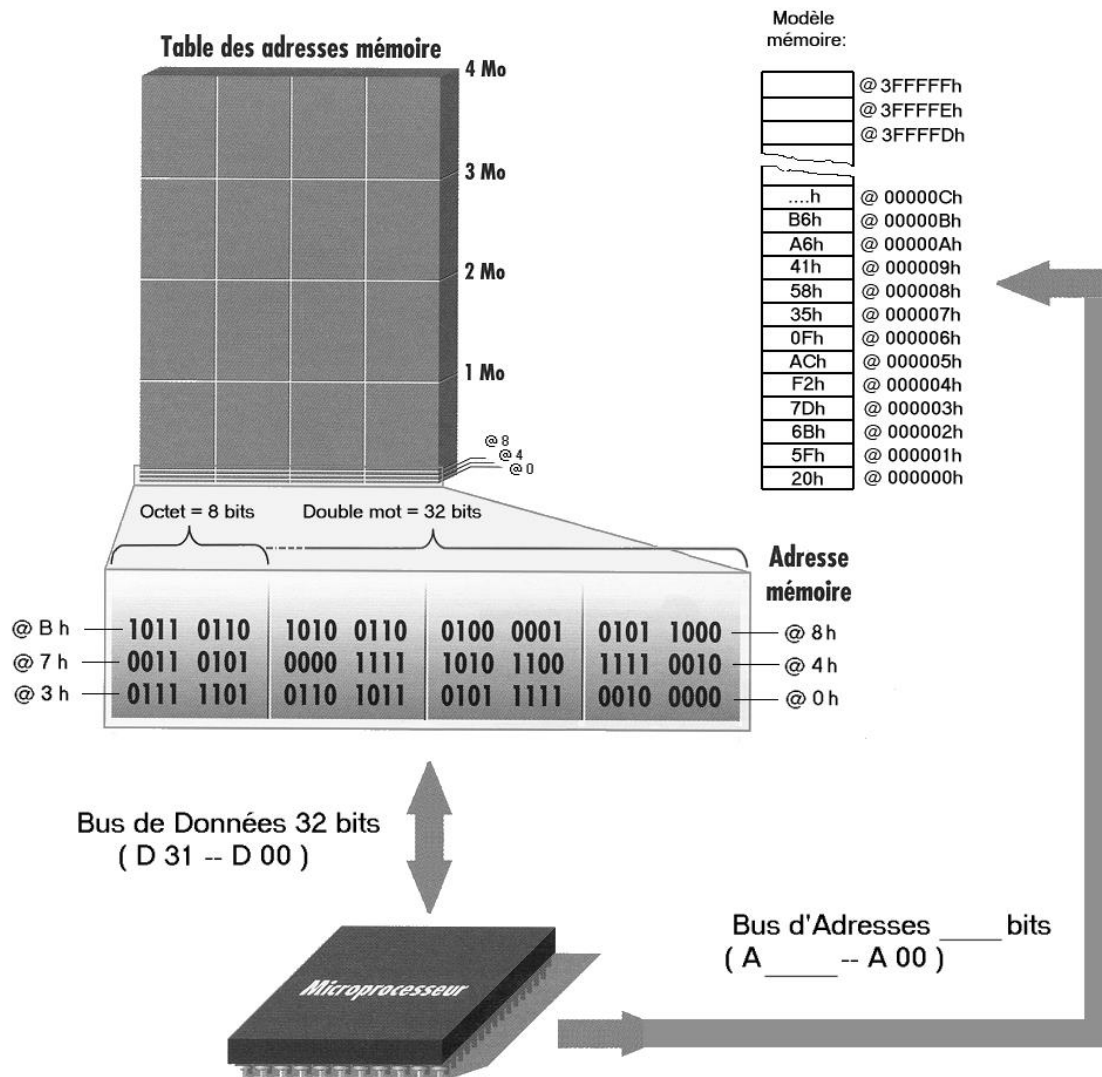
Certaines applications telles que la retouche de photographies, exigent un espace très important en mémoire vive. Cet espace est parfois indisponible, par exemple, nous voulons manipuler un document de 160 Mo et notre mémoire vive disponible est limitée à 100 Mo. On utilise dans ce cas une mémoire vive virtuelle. Cette mémoire vive de dépannage est dite virtuelle car elle n'existe pas physiquement sous la forme de composants électroniques. Le système d'exploitation fait croire aux applications qu'une mémoire vive importante est disponible alors qu'en fait, c'est une partie de l'espace libre sur le disque dur qui va être utilisé comme de la mémoire vive. Les applications accèdent à la mémoire virtuelle à travers des adresses virtuelles qui sont traduites en adresses physiques par un dispositif spécialisé. La pagination et la segmentation sont deux façons courantes de réaliser et de contrôler la mémoire virtuelle, d'où l'appellation mémoire paginée. La mémoire virtuelle a cependant un inconvénient de taille : son temps d'accès est celui du disque dur et non celui de la mémoire vive classique d'où un ralentissement très important de la machine. Le principe de la mémoire vive virtuelle fait jouer au disque dur le rôle de la mémoire vive.

Disque virtuel :

Inversement, il est possible de créer en mémoire vive un disque virtuel. A condition de disposer d'une mémoire vive très importante, il peut être intéressant de disposer d'un disque dur virtuel dont le temps d'accès est celui de la mémoire vive. Une partie de la mémoire vive sera dans ce cas réservée à la simulation d'un disque dont le contenu sera sauvegardé sur le vrai disque dur à la fin de la séance de travail. L'utilisation d'un disque virtuel apporte un certain confort de travail car il n'y a plus d'attente lors des accès au disque mais il présente un gros inconvénient puisque le contenu du disque virtuel en mémoire vive est perdu en cas de plantage de l'ordinateur.

EXERCICE :

Cette figure représente les accès à la mémoire d'un microprocesseur :



- 1) A combien de Bytes de cette mémoire le microprocesseur peut-il accéder simultanément ? : _____
- 2) Quel est le code contenu à l'adresse 9 ? : _____
- 3) Combien cette mémoire comporte-t-elle exactement d'octets ? : _____
- 4) Combien de bits (au minimum) sont-ils nécessaires au bus d'adresses ? : _____
- 5) Quelle est l'adresse du dernier Byte de cette mémoire (en hexa) ? : _____
- 6) Pour quel type de processeur l'organisation de cette mémoire est-elle la mieux adaptée ? :

Processeur : 8 bits* / 16 bits* / 32 bits* / 64 bits* / 128 bits*

(* entourez la bonne réponse)