

Semaine 10 – Questions sur la gestion de la mémoire – Solutions

1. Qu'est-ce que la MMU? Expliquez son rôle. Est-ce un composant matériel?

Réponse : MMU : Memory Management Unit. Unité de gestion de la mémoire, permettant notamment de traduire les adresses virtuelles en adresses physiques. Oui, la MMU est un composant matériel du processeur qui réalise la conversion d'adresses.

2. Qu'est-ce que le TLB? Expliquez son rôle. Où trouve-t-on le TLB?

Réponse : TLB : Translation Lookaside Buffer. La MMU est doté d'une mémoire associative appelée TLB qui agit comme une mémoire cache. Il mémorise les informations sur les dernières pages référencées par le processus en cours d'exécution. Les processeurs sont tous équipés d'une MMU et d'un TLB.

3. Quelles informations retrouve-t-on dans le TLB? Donnez un exemple.

Réponse : Chaque entrée contient :

- Un bit de validité,
- Un bit de modification,
- Des bits de protection,
- Un numéro de page (mémoire virtuelle),
- Un numéro de cadre (mémoire physique).

Les bits de validité sont remis à 0 lors d'un changement de contexte.

Bit de validité	Bit de modification	Bits de protection	Numéro de page	Numéro de cadre
1	0	...	1	4
1	0	...	0	3
1	0	...	4	2

4. Dans un système paginé, les pages font 256 mots mémoire et on autorise chaque processus à utiliser au plus 4 cadres de la mémoire centrale. On considère la table des pages suivante du processus P1 :

Page	0	1	2	3	4	5	6	7
Cadre	011	001	000	010	100	111	101	110
Présence	oui	non	oui	non	non	non	oui	non

- a) Quelle est la taille de l'espace d'adressage du processus P1?

Réponse : L'espace d'adressage du processus est l'espace d'adressage virtuel formé par les pages. Comme il y a 8 pages, la taille de l'espace virtuel est de $8 \times 256 = 2048$ mots (=2Kio).

- b) De combien de mémoire vive dispose ce système?

Réponse : Comme les cadres sont numérotés sur 3 bits, il y a $2^3 = 8$ cadres. On prend comme hypothèse que la taille d'un cadre est égale à la taille d'une page donc la mémoire physique est de $8 \times 256 = 2048$ mots (=2Kio).

- c) Calculez les adresses réelles correspondant aux adresses virtuelles suivantes : 240, 546, 1578, 2072

Réponse : La conversion d'une adresse virtuelle en adresse réelle est réalisée de la façon suivante :

- 1) Calcul du numéro de la page et du déplacement dans la page.
- 2) Recherche dans la table des pages de l'entrée qui correspond à la page de façon à en déduire le numéro du cadre.
- 3) L'adresse physique (réelle) est obtenue en ajoutant le déplacement à l'adresse physique de début du cadre.

240 : page = 0 et déplacement = 240. D'après la table des pages, le cadre correspondant est 3. L'adresse physique = $3 \times 256 + 240 = 1008$

546 : page = 2 et déplacement = 34. D'après la table des pages, le cadre correspondant est 0. L'adresse physique est = $0 \times 256 + 34 = 34$

1578 : page = 6 et déplacement = 42. D'après la table des pages, le cadre correspondant est 5. L'adresse physique est = $5 \times 256 + 42 = 1322$

2072 : est en dehors de l'espace d'adressage virtuel du processus qui est de 2048 mots (=2Kio).

d) Que se passe-t-il si P1 génère l'adresse virtuelle 770?

Réponse : Il s'agit d'une adresse située dans la page 3. Or d'après la table des pages, cette page n'est pas présente en mémoire (bit de présence = 0). Une référence à cette adresse provoquera donc un défaut de page.

5. On a un système avec 3 cadres et un processus qui référence dans cet ordre les pages de son espace d'adressage virtuel :

2	3	2	1	5	2	4	5	3	2	5	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Appliquez chacune des politiques de remplacement de page ci-dessous. Pour chaque politique, calculez le nombre de défauts de page :

a) Belady (Optimal)

Réponse :

2	2	2	2	2	2	4	4	4	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
			1	5	5	5	5	5	5	5	5
X	X		X	X		X			X		

X : défaut de page, mémoire non pleine => stocke la page dans un cadre libre

X : défaut de page, mémoire pleine => remplacement de page pour libérer un cadre

Défauts de page : 3+3 = 6

b) FIFO

Réponse :

2	2	2	2	5	5	5	5	3	3	3	3
	3	3	3	3	2	2	2	2	2	5	5
			1	1	1	4	4	4	4	4	2
X	X		X	X	X	X		X		X	X

Défauts de page : 3+6 = 9

c) LRU

Réponse :

2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
			1	1	1	4	4	4	2	2	2
X	X		X	X		X		X	X		

Défauts de page : $3+4 = 7$

6. On considère la table des segments suivante pour un processus P1 :

Segment	Base	Limite
0	540	234
1	1254	128
2	54	328
3	2048	1024
4	976	200

Le format de l'adresse virtuelle est : (numéro de segment, déplacement)

- a) Calculez les adresses réelles correspondant aux adresses virtuelles suivantes (vous signalerez éventuellement les erreurs d'adressage) : (0, 128), (1, 100), (2, 465), (3, 888), (4, 100)

Réponse : L'adresse physique s'obtient en ajoutant l'adresse de base du segment au déplacement dans le segment, mais à condition que le déplacement ne soit pas supérieur à la taille du segment moins 1 (on compte le déplacement en partant de 0).

(0, 128) : déplacement valide ($128 < 234$). L'adresse physique = $540 + 128 = 668$.

(1, 100) : déplacement valide ($100 < 128$). L'adresse physique = $1254 + 100 = 1354$.

(2, 465) : déplacement invalide ($465 > 328$). Erreur d'adressage.

(3, 888) : déplacement valide ($888 < 1024$). L'adresse physique = $2048 + 888 = 2936$.

(4, 100) : déplacement valide ($100 < 200$). L'adresse physique = $976 + 100 = 1076$.

- b) L'adresse virtuelle (4, 200) est-elle valide? Justifiez.

Réponse : Non, déplacement invalide ($200 > 200$). Les déplacements valides sont dans l'intervalle [0-199]. Erreur d'adressage.