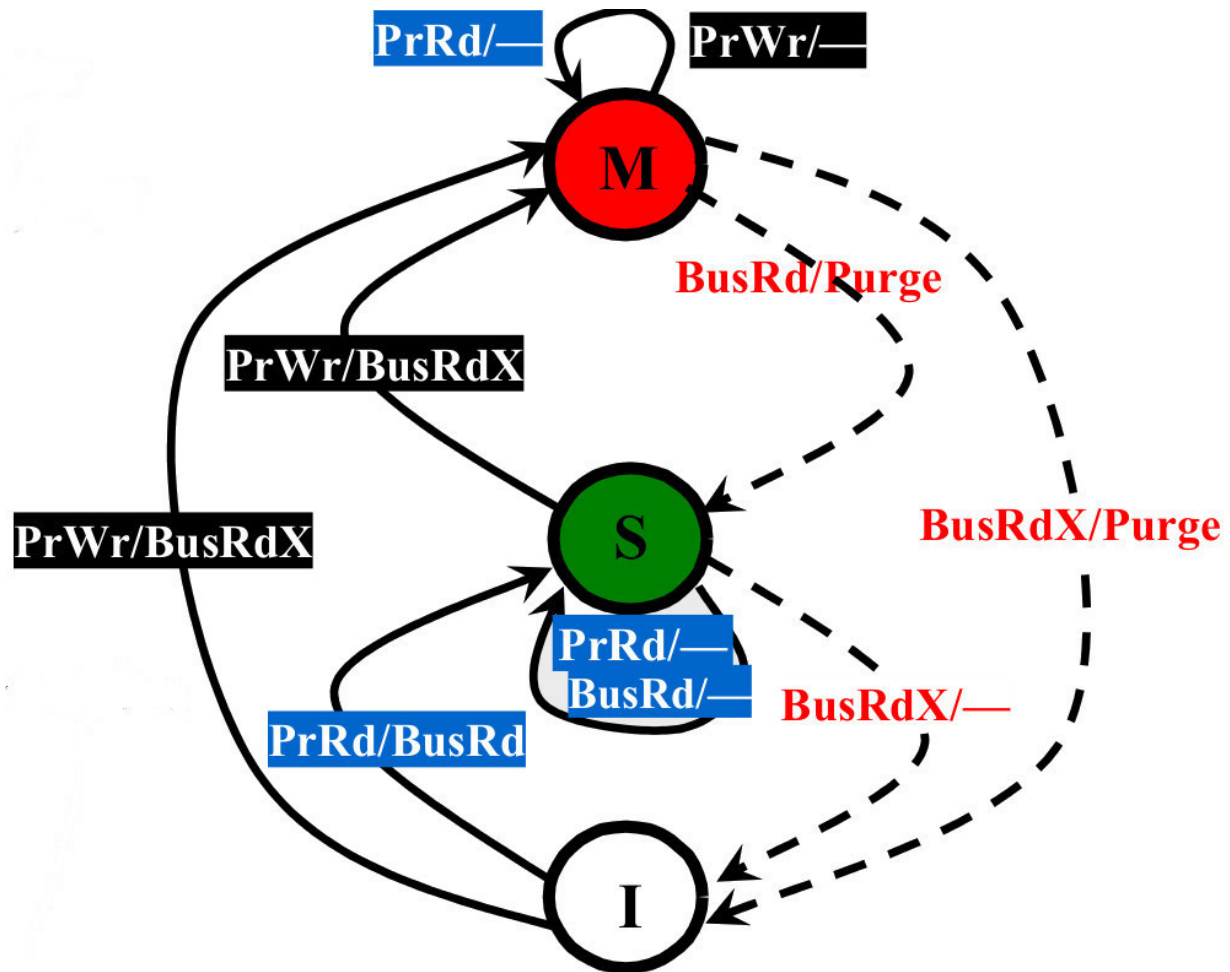


TD n°4

Exercice 1

Question 1



Question 2

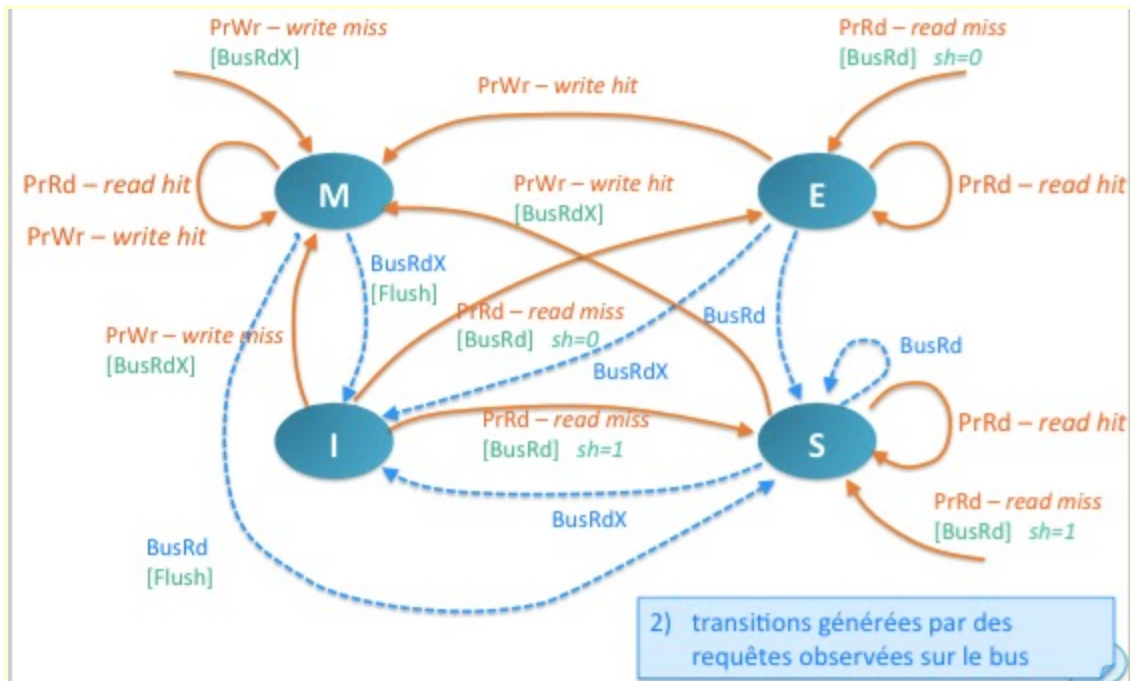
Proc	Opération	n°bloc	Cache n°1		Cache n°2		Commentaires
Init	Init	Init	N° Bloc	état	N° Bloc	état	
			-		-		
			-		-		
			-		-		
			-		-		
			-		-		

P1	Lecture	0	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	-	I	-	I	-	I	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	-	I	-	I	-	I	-	I	Rdmiss- BusRd(0)
			N° Bloc	état																					
			0	S																					
			-	I																					
			-	I																					
-	I																								
N° Bloc	état																								
-	I																								
-	I																								
-	I																								
-	I																								
P1	Écriture	0	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>M</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	M	-	I	-	I	-	I	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	-	I	-	I	-	I	-	I	WrHit-BusRdX(0)
			N° Bloc	état																					
			0	M																					
			-	I																					
			-	I																					
-	I																								
N° Bloc	état																								
-	I																								
-	I																								
-	I																								
-	I																								
P2	Lecture	0	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	-	I	-	I	-	I	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	-	I	-	I	-	I	Rdmiss-BusRd(0)
			N° Bloc	état																					
			0	S																					
			-	I																					
			-	I																					
-	I																								
N° Bloc	état																								
0	S																								
-	I																								
-	I																								
-	I																								
P1	Lecture	0	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	-	I	-	I	-	I	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	-	I	-	I	-	I	RdHit
			N° Bloc	état																					
			0	S																					
			-	I																					
			-	I																					
-	I																								
N° Bloc	état																								
0	S																								
-	I																								
-	I																								
-	I																								
P2	Lecture	1	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	Rdmiss-BusRd(1)												
			N° Bloc	état																					
0	S																								
N° Bloc	état																								
0	S																								

			<table><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	-	I	-	I	-	I	<table><tr><td>1</td><td>S</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	1	S	-	I	-	I									
-	I																								
-	I																								
-	I																								
1	S																								
-	I																								
-	I																								
P1	Écriture	1	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr><tr><td>1</td><td>M</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	1	M	-	I	-	I	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr><tr><td>1</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	1	I	-	I	-	I	Wrmiss-BusrRdXx(1)
N° Bloc	état																								
0	S																								
1	M																								
-	I																								
-	I																								
N° Bloc	état																								
0	S																								
1	I																								
-	I																								
-	I																								
P1	Lecture	1	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr><tr><td>1</td><td>M</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	1	M	-	I	-	I	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr><tr><td>1</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	1	I	-	I	-	I	RdHit
N° Bloc	état																								
0	S																								
1	M																								
-	I																								
-	I																								
N° Bloc	état																								
0	S																								
1	I																								
-	I																								
-	I																								
P1	Lecture	4	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>4</td><td>S</td></tr><tr><td>1</td><td>M</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	4	S	1	M	-	I	-	I	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr><tr><td>1</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	1	I	-	I	-	I	RdMiss-BusRd(4)
N° Bloc	état																								
4	S																								
1	M																								
-	I																								
-	I																								
N° Bloc	état																								
0	S																								
1	I																								
-	I																								
-	I																								
P1	Écriture	5	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>4</td><td>S</td></tr><tr><td>5</td><td>M</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	4	S	5	M	-	I	-	I	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr><tr><td>1</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr><tr><td>-</td><td>I</td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	1	I	-	I	-	I	Wrmiss-BusRdX(5) Flush(1)
N° Bloc	état																								
4	S																								
5	M																								
-	I																								
-	I																								
N° Bloc	état																								
0	S																								
1	I																								
-	I																								
-	I																								

P2	Écriture	5	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>4</td><td>S</td></tr><tr><td>5</td><td>I</td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	N° Bloc	état	4	S	5	I					<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>S</td></tr><tr><td>5</td><td>M</td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	N° Bloc	état	0	S	5	M					Wrmiss-BusRdX(5) Flush(5)
N° Bloc	état																								
4	S																								
5	I																								
N° Bloc	état																								
0	S																								
5	M																								
P2	Écriture	4	<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>4</td><td>S</td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	N° Bloc	état	4	S							<table><tr><td>N° Bloc</td><td>état</td></tr><tr><td>0</td><td>M</td></tr><tr><td>5</td><td>M</td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	N° Bloc	état	0	M	5	M					WrHit-BusRdX-0)
N° Bloc	état																								
4	S																								
N° Bloc	état																								
0	M																								
5	M																								

Exercice 2



Opération	Transaction sur le bus	Bloc fourni par ...	État dans cache 1	État dans cache 2	État dans cache 3
-----------	------------------------	---------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Proc	L/E	Bloc			a	b	c	a	b	c	a	b	c
-	-	-	-	-	I	I	I	I	I	I	I	I	I
1	L	a	BusRd(\overline{SH})	M	E	I	I	I	I	I	I	I	I
1	E	a	X	X	M	I	I	I	I	I	I	I	I
2	L	b	BusRd(\overline{SH})	M	M	I	I	I	E	I	I	I	I
3	L	c	BusRd(\overline{SH})	M	M	I	I	I	E	I	I	I	E
1	E	a	X	X	M	I	I	I	E	I	I	I	E
2	L	a	BusRd(SH)	C1	S	I	I	S	E	I	I	I	E
3	E	a	BusRdX	C1, C2	I	I	I	I	E	I	M	I	E
1	L	c	BusRd(SH)	C3	I	I	S	I	E	I	M	I	S
3	E	c	BusRdX	X	I	I	I	I	E	I	M	I	M
1	E	a	BusRdX	C3	M	I	I	I	E	I	I	I	M
3	L	a	BusRd(SH)	C1	S	I	I	I	E	I	S	I	M
2	E	b	X	X	S	I	I	I	M	I	S	I	M
1	L	b	BusRd(SH)	C2	S	S	I	I	S	I	S	I	M
3	L	b	BusRd(SH)	C1 ou C2	S	S	I	I	S	I	S	S	M
3	E	b	BusRdX	X	S	I	I	I	I	I	S	M	M

Exercice 3

Question 1 :

Circonstance	Transaction	Nombre de transactions sur le bus
NP → NP	-	
NP → I	-	
NP → E	Rdmiss-BusRd(\SH)	70
NP → S	Rdmiss-BusRd(SH)	70
NP → M	Wrmiss-BusRdX	70
I → NP	Remplacement d'un bloc	
I → I	-	70
I → E	Rdmiss - BusRd(/SH)	70
I → M	Wrmiss - BusRdX	70
E → NP	Remplacement	0
E → I	BusRdX	0
E → E	RdHit	0
E → M	WrHit	0
E → S	BusRd	0
S → NP	Remplacement	0
S → I	BusRdX	0
S → E	-	0
S → S	RdHit	0
S → M	WrHit-BusRdX	6
M → NP	remplacement - Flush	70
M → I	BusRdX - Flush	70
M → E	-	0
M → S	BusRd - flush	70
M → M	RdHit WrHit	0

Question 2 :

$$T = 70 * (26,25 + 2.6 + 15.14 + 0,3 + 0,0008 + 19,02 + 0,0001 + 1,55) + 6 * 1,11$$

$$T = 4\,546,9 \text{ octets (4364,923 plutôt non)}$$

200 M d'instructions par seconde

99,7 M de références mémoire pour 376,5 M d'instructions

Question 3

$$\text{NbInstructionsParSec} * \text{nbRefefrencesEnMemoire}$$

$$= 200\,000\,000 * 99\,700\,000 / 376\,500\,000 = 52\,960\,000 \text{ réf mem/s}$$

$$1000 \rightarrow 4546,9$$

$$52\,960\,000 \rightarrow 52\,960 * 4546,9 = 241 \text{ Mo/s}$$

$$241 * 16 = 3.8 \text{ Go/s}$$

$$16 \text{ processeurs} = 16 * \text{puissanceParCoeur} = 3,8 \text{ Go/s}$$

Exercice 4

1 élément = 4 octets

bloc = 64 octets (16 éléments)

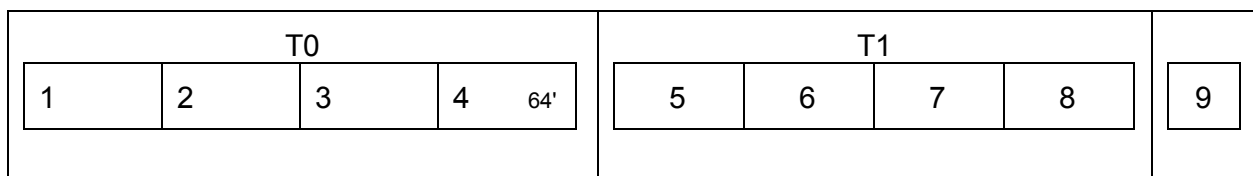
temp[1] à l'adresse 64

8 threads = 512 éléments

1 thread calcule = $512 / (8 * 16) = 4$ blocs

Question 1

1 thread écrit dans 4 blocs mais en lit 6 : les 4 dans lesquels il écrit + les 2 « hors champ »



Un thread écrit dans 4 blocs

Un thread lit 6 blocs

Application numérique :

Modifie les blocs 5 à 8

Lit les blocs 4 à 9

$$\text{temp}[s] = (\text{temp}[s-1] + \text{temp}[s+1]) / 2$$

Question 2

Opération	n°bloc	État du bloc dans les caches				Commentaires
		avant		après		
		c0	c1	c0	c1	

(A)	lecture de <i>temp</i> [64]	4	I	I	I	E	read miss - BusRd(/S)
(A)	lecture de <i>temp</i> [66]	5	I	I	I	E	read miss - BusRd(/S)
(A)	écriture de <i>temp</i> [65]	5	I	E	I	M	write hit
(B)	lecture de <i>temp</i> [65]	5	I	M	I	M	read hit
(B)	lecture de <i>temp</i> [67]	5	I	M	I	M	read hit
(B)	écriture de <i>temp</i> [66]	5	I	M	I	M	write hit
(C)	lecture de <i>temp</i> [64]	4	M	I	S	S	read miss - BusRd(S) - Flush par c0
(C)	lecture de <i>temp</i> [66]	5	S	S	S	S	read hit
(C)	écriture de <i>temp</i> [65]	5	S	S	I	M	write hit - BusRdX

Exercice 5

Question 1

65536 pixels

1 pixel = 1 octet

256 niveaux de gris

$65536/16384 = 4$ threads

État du bloc dans les caches

Boucle	Opération	Transaction bus	Cache0 avant	Cache3 avant	Cache0 après	Cache3 après
1ère boucle	PO lit <code>img[0]</code>	BusRd(/S)	I	I	E	I
	PO lit <code>hp[0][0]</code>	BusRd(/S)	I	I	E	I
	PO écrit <code>hp[0][0]</code>	X	E	I	M	I
	PO lit <code>img[1]</code>	X	E	I	E	I
	PO lit <code>hp[0][12]</code>	BusRd(/S)	I	I	E	I
	PO écrit <code>hp[0][12]</code>	X	E	I	M	I
	PO lit <code>img[32]</code>	BusRd(/S)	I	I	E	I
	PO lit <code>hp[0][6]</code>	X	M	I	M	I
	PO écrit <code>hp[0][6]</code>	X	M	I	M	I
2nd boucle	PO lit <code>hp[0][0]</code>	X	M	I	M	I
	PO lit <code>hp[3][0]</code>	BusRd(S)	I	M	S	S
	PO écrit <code>hc[0]</code>	BusRdX	I	I	M	I
	PO lit <code>hp[0][1]</code>	X	M	I	M	I
	PO lit <code>hp[3][1]</code>	X	S	S	S	S
	PO écrit <code>hc[1]</code>	X	M	I	M	I

Question 2

1 thread :

- boucle 1 :

lit 16 384 octets = 2^{14} . Or un bloc occupe 2^5 octets donc $2^{14}/2^5 = 2^9 = 512$ BusRd

lit 256 elements de hp (4 octets) \rightarrow 1024 octets = 2^{10} . Or un bloc occupe 2^5 octets

donc $2^{10}/2^5 = 2^5 = 32$ BusRd

écrit dans 2^5 blocs \rightarrow en MSI : 32 BusRdX et en MESI : 0 transaction

- boucle 2 :

T0 :

lit hp[0][0... 63] \rightarrow 0 transaction

lit hp[1][0... 63] \rightarrow 8 BusRd

lit hp[2][0... 63] \rightarrow 8 BusRd

lit hp[3][0... 63] \rightarrow 8 BusRd

écrit hc[0... 63] \rightarrow 8 BusRdX

Total du nombre de transactions pour un thread :

en MSI : 40 BusRdX + 512 + 32 + 24 BusRd = 40 + 568 = 608

transactions

en MESI : 8 BusRdX + 512 + 32 + 24 BusRd = 8 + 568 = 576

transactions

Volume de données total sur le bus **pour 4 threads** :

en MSI : $4 * ((568 \text{ BusRd} * 36) + (32 \text{ BusRd}^1 * 4) + (8 \text{ BusRdX}^2 * 36)) =$

$82944 + 128 = 83\,072$ octets

en MESI : $4 * ((568 \text{ BusRd} * 36) + (8 \text{ BusRdX} * 36)) = 82944$ octets

¹ Boucle 1

² Boucle 2