Ordonnancement

Valeran MAYTIE

Exercice 1 – Questions de cours

- 1. temps d'arrivé : plus il est arrivé il y a longtemps plus il est prioritaire
 - temps d'exécution moyen : prioritaire si l'ordinateur à besoins de faire des calculs
 - utilisation des périphériques : prioritaire si les interface graphiques sont important
- 2. Peu efficace : Les processus de calcul bloquent le processeur
 - Peu réactif : Les petits processus attendent longtemps
- 3. Moyenne exponentielles des cycles précédents :
 - $\bullet \ P_t$: la durée estimée au temps t
 - $\bullet \ R_t$: duréee réelle au temps t

$$P_{t+1} = \alpha P_t + (1 - \alpha) R_t$$

Généralement $\alpha = 0.5$

- 4. Car le changement de processus à un coût.
- 5. Temps d'attente moyen plus élevé
 - Beaucoup de commutation
- 6. Il est efficace dès que la durée réelle de 80% des processus est inférieur au quantum

Exercice 2 - Problème de base

1. FIFO:

0.	$P_1 = 1P_2, P_3$	$_{3} 2 P_{4}$	$3 P_5$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	6
	·		P1	1	·	· ·		·	P2			Р3		P4		P5	

Temps d'attente moyen :

$$\frac{0+6+10+11+12}{5} = \frac{39}{5} = 7.8$$

2. Plus court d'abord :

0P		$1P_2, P_3 2 P_4$	$3 P_5$	4 5	ϵ	5 - 7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	21	P3	P5	P4			P2					P1			

Temps d'attente moyen:

$$\frac{9+5+0+2+0}{5} = \frac{16}{5} = 3.2$$

3. Round-robin (q = 3):

(P_1	$1P_2, P_3 2 P_4$	$3P_5$	4	5	6	7	8	9 1	ĻO	11	12 1	3 1	4 1	5 1	6
		P1		F	2	I	P3		P4		P1		P5	P2	P1	

Temps d'attente moyen:

$$\frac{9+10+5+6+10}{5} = \frac{40}{5} = 8.0$$

4. Plus court d'abord > Round-Robin > FIFO

Exercice 3 – Problème de base

1. FIFO:

$0P_1, P_2 1$	$2P_3$ 3	$4P_4$	5	$6 P_5$	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		P1				P2		Р3				P4				P5

Temps d'attente moyen :

$$\frac{0+8+7+7+11}{5} = \frac{33}{5} = 6.6$$

1	P_2 1	$\frac{2P_3}{P1}$	3	$4P_4$	5	$6 P_5$	7 P4	8	9	10 P	11 5	12	13 P1	14	15 P	$\frac{16}{2}$	17 P3	
Temr	os d'att		noven				1.4			1 1	<u>- ا</u>		1.1			<u>- </u>	10	
rem	os a an	епте п	loyen .				7 +	-15 + 1	4 + 0	+4_	$\frac{40}{5} = 8$							
								5			5							
Plus $0P_1$,	court d	$\frac{1' ext{abord}}{2_{P_3}}$		$4 P_4$	5	$6 P_5$	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
P:			P3	174	P4	P	_	<u> </u>	P4	10		1,2	10	P		10		
	os d'att			'														
1							10 -	+0+0	+1+	$\frac{0}{0} = \frac{1}{0}$	$\frac{1}{5} = 2.2$	2						
								5		Ę	5							
	ıd-robir	, –	,	4.5	٠	C D		0	0	10	11	10	10	1.4	1 5	1.0	177	
$0P_1$	$\frac{P_2}{P_1}$	P_3	_	$\frac{4P_4}{P1}$	5	$\frac{6P_5}{P_3}$	7	8 P4	9	10 P1	11 P5	12	13 P4	14	15 P1	16	$\frac{17}{P4}$	
Т						1.0		14		11	1.0	<u>' </u>	14		1 1		14	
reml	os d'att	еше п	ioyen :				8+	-2 + 3	+8+	5 26	$\frac{3}{5} = 5.2$							
								5		$-=\frac{1}{5}$	- = 5.2							
Plus	court d	l'abord	l > Or	donnan	ceme	nt par	priorite	é > Ro	und-re	obi > I	FIFO							
naian	1 D _v	ioritós	dynar	niques e	ot E/9	2												
	court-d			mques (≂υ Ľ / λ	J												
	Court-C $P_2 \stackrel{1}{\downarrow} P_3$	rabore 2	ı: 3	$4P_4$	5	6	7	$8P_5$	9	10	$11P_{6}$	12	13	14	1,5	16	1,7	
			P2				P4			P	23				I	25		
-	·																	
19	20	21	22	2,3	24	25	26	27	28	29	30	31	32	3,3	3,4	35		
			P6		24	25	26	2.7	28	29	30 P1	3,1	32	3,3	34	35		
	20 os d'att		P6		24	25		•			P1		32	3,3	34	35		
			P6		24	25		•					32	3,3	3,4	35		
Temp	os d'att	cente m	P6 noyen :		24	25		•			P1		32	3,3	3,4	35		
Temp	os d'att	tente m \mathbf{n} (q =	P6 noyen :	:			25+0	0 + 7 + 6	2+5	+7=	$\frac{P1}{5} = 9$).2					1,7	
Temp	os d'att	tente m \mathbf{n} (q =	P6 noyen :	:			25+0	0 + 7 + 6	2+5	+7=	P1).2					1 ₇ 7	
Temp	os d'att	tente m \mathbf{n} (q =	P6 noyen: 2): 3 P2	:			25+0	0 + 7 + 6	2+5	+7=	$\frac{P1}{5} = 9$).2					1 ₇ 7	
Temp	os d'att ad-robin $P_2 \downarrow P_3$ P_1 $P_2 \downarrow P_3$	tente m \mathbf{n} (q =	P6 noyen: 2): 3 P2 22	4 P ₄	5 P3	6 25	25+0	$0 + 7 + 6$ $8 P_5$	2+5	$\frac{+7}{10} = \frac{10}{29}$	$\frac{P1}{5} = 9$	31	13 P3	14	15 P1 34		1 ₇ 7	
Temp Roun $(P_1,$	os d'att nd-robin P ₂ 1 P ₃ P1	Sente mon $(q = \frac{2}{q})$	P6 noyen: 2): 3 P2	4 P4	5 P3	6	25 + 0 7 P1	0+7+6	9 P2	+7=	$\frac{P1}{5} = 9$ $\frac{1}{1}P_6$ $P4$	9.2	13 P3	14	15 P1	16	1 ₇ P5	
Temp Roun 0P1,	os d'att ad-robin $P_2 \downarrow P_3$ P_1 $P_2 \downarrow P_3$	zente n n (q = 2	P6 noyen: 2): 3 P2 22 P6	4 P4 23 P:	5 P3	6 25 P1	25 + 0 7 P1 26	$0 + 7 + 6$ $8 P_5$ 27 P_5	2 + 5 9 P2	$\frac{+7}{10} = \frac{10}{29}$	$P1$ $\frac{46}{5} = 9$ $\frac{11P_6}{P4}$ 30	31 P1	13 P3	14	15 P1 34	16	1 ₇ 7	
Temp Roun 0P1,	os d'att ad-robin $P_2 \downarrow P_3$ P_1 Q_0 P_2	zente n n (q = 2	P6 noyen: 2): 3 P2 22 P6	4 P4 23 P:	5 P3	6 25 P1	25 + 0 7 P1 26	$0 + 7 + 6$ $8 P_5$ 27 P_5	2 + 5 9 P2	$\frac{+7}{10} = \frac{10}{29}$	$\frac{P1}{5} = 9$ $\frac{1}{1}P_6$ $P4$	31 P1	13 P3	14	15 P1 34	16	17 P5	
Temp $\begin{array}{c c} \hline & & \\ \hline & & $	os d'att nd-robin $P_2 \downarrow P_3$ P_1 Q_0 P_2 os d'att	cente n (q = 2 21 cente n	P6 noyen: 2): 3 P2 22 P6 noyen:	4 P4 23 P:	5 P3	6 25 P1	25 + 0 7 P1 26	$0 + 7 + 6$ $8 P_5$ 27 P_5	2 + 5 9 P2	$\frac{+7}{10} = \frac{10}{29}$	$P1$ $\frac{46}{5} = 9$ $\frac{11P_6}{P4}$ 30	31 P1	13 P3	14	15 P1 34	16	1 ₇ 7	
Roun 19 Temp	os d'att ad-robin $\frac{P_2 \downarrow P_3}{P1}$ $\frac{20}{P2}$ os d'att	tente n $\mathbf{q} = \frac{2}{2}$ $\mathbf{z} = \mathbf{q}$ tente n $\mathbf{q} = \mathbf{q}$	P6 noyen: 2): 3 P2 22 P6 noyen: 2):	23 P:	5 P3 24 3	6 25 P1	$25 + 0$ $\frac{7}{P1}$ 26 $\frac{1}{1} + 14 = 0$	$ \begin{array}{c c} 0 + 7 + \\ \hline 8 P_5 \\ \hline \hline 27 \\ \hline P5 \\ + 17 + \\ \hline 6 \end{array} $	2 + 5 9 $P2$ 28 $6 + 19$	$\frac{+7}{10} = \frac{10}{29}$ P6	$\frac{P1}{\frac{46}{5}} = 9$ $\frac{11P_6}{P4}$ $\frac{30}{6} = \frac{46}{6} = 9$	31 P1 = 15.6	13 P3 32 F	33	15 P1 34 P6	35		
Roun 19 Temp	os d'att nd-robin $P_2 \downarrow P_3$ P_1 Q_0 P_2 os d'att	tente n $\mathbf{q} = \frac{2}{2}$ $\mathbf{z} = \mathbf{q}$ tente n $\mathbf{q} = \mathbf{q}$	P6 noyen: 2): 3 P2 22 P6 noyen: 2):	4 P4 23 P:	5 P3 24 3	6 25 P1	25 + 0 7 P1 26	$ \begin{array}{c c} 0 + 7 + \\ \hline 8 P_5 \\ \hline \hline 27 \\ \hline P5 \\ + 17 + \\ \hline 6 \end{array} $	2 + 5 9 P2	$\frac{+7}{10} = \frac{10}{29}$	$P1$ $\frac{46}{5} = 9$ $\frac{11P_6}{P4}$ 30	31 P1 = 15.6	13 P3	14	15 P1 34	16	1,7 P5	
Roun 19 Temp	os d'att ad-robin $\frac{P_2 \downarrow P_3}{P1}$ $\frac{20}{P2}$ os d'att	tente n $\mathbf{q} = \frac{2}{2}$ $\mathbf{z} = \mathbf{q}$ tente n $\mathbf{q} = \mathbf{q}$	P6 noyen: 2): 3 P2 22 P6 noyen: 2):	23 P:	5 P3 24 3	6 25 P1	$25 + 0$ $\frac{7}{P1}$ 26 $\frac{1}{1} + 14 = 0$	$ \begin{array}{c c} 0 + 7 + \\ \hline 8 P_5 \\ \hline \hline 27 \\ \hline P5 \\ + 17 + \\ \hline 6 \end{array} $	2 + 5 9 $P2$ 28 $6 + 19$	$\frac{+7}{10} = \frac{10}{29}$ P6	$\frac{P1}{\frac{46}{5}} = 9$ $\frac{11P_6}{P4}$ $\frac{30}{6} = \frac{46}{6} = 9$	31 P1 = 15.6	13 P3 32 F	33	15 P1 34 P6	35		
Roun 19 Temp	os d'att ad-robin $\frac{P_2 \downarrow P_3}{P1}$ $\frac{20}{P2}$ os d'att	tente n $\mathbf{q} = \frac{2}{2}$ $\mathbf{z} = \mathbf{q}$ tente n $\mathbf{q} = \mathbf{q}$	P6 noyen: 2): 3 P2 22 P6 noyen: 2):	23 P:	5 P3 24 3	6 25 P1	$25 + 0$ $\frac{7}{P1}$ 26 $\frac{1}{1} + 14 = 0$	$ \begin{array}{c c} 0 + 7 + \\ \hline 8 P_5 \\ \hline \hline 27 \\ \hline P5 \\ + 17 + \\ \hline 6 \end{array} $	2 + 5 9 $P2$ 28 $6 + 19$	$\frac{+7}{10} = \frac{10}{29}$ P6	$\frac{P1}{\frac{46}{5}} = 9$ $\frac{11P_6}{P4}$ $\frac{30}{6} = \frac{46}{6} = 9$	31 P1 = 15.6	13 P3 32 F	33	15 P1 34 P6	35		
Temp Roun $ \begin{array}{c c} & & \\ & $	os d'att nd-robin $P_2 \downarrow P_3$ P_1 P_2 P_3 P_4 P_2 P_4 P_5 P_6 P_6 P_7 P_8 P_8 P_8 P_8 P_8 P_8 P_8 P_8	tente m $\begin{array}{c} \text{n } (q = \frac{2}{2}) \\ \text{tente m} \\ \text{n } (q = \frac{2}{2}) \\ \text{21} \end{array}$	P6 noyen: 2): 3 P2 22 P6 noyen: 2): 3	23 P:	5 P3 24 3	6 25 P1 27	25 + 0 7 P1 26 $1 + 14 = 7$	$ \begin{array}{c c} 0 + 7 + \\ \hline 8 P_5 \\ \hline \hline 27 \\ \hline P5 \\ + 17 + \\ \hline 6 \\ \hline 8 P_5 \end{array} $	2 + 5 9 $P2$ 28 $6 + 19$ 9	$\frac{+7}{10} = \frac{10}{29}$ $\frac{29}{P6}$ $\frac{10}{10}$	$ \frac{P1}{\frac{46}{5}} = 9 $ $ \frac{11P_{6}}{P4} $ $ = \frac{46}{6} = 9 $ $ \frac{11P_{6}}{6} $	31 P1 = 15.6	13 P3 32 F	14 33 25	15 P1 34 P6	16 35		
Roun 19 Roun Roun 19 Roun 19 Roun 19 Roun	os d'att ad-robin $P_2 \downarrow P_3$ P_1 Q_0 P_2 os d'att ad-robin $P_2 \downarrow P_3$ Q_0 ad-robin	tente m $ \begin{array}{c} \text{n } (q = \frac{2}{2}) \\ \text{n } (q = \frac{2}{2}) \\ \text{n } (q = \frac{2}{2}) \end{array} $	P6 noyen: 2): 3 P2 P6 noyen: 22 P6 noyen: 2): 3 22 2):	23 P:	5 P3 24 3	6 25 P1 6	25 + 0 7 P1 26 $1 + 14 = 7$	$ \begin{array}{c c} 0 + 7 + \\ \hline 8 P_5 \\ \hline \hline 27 \\ \hline P5 \\ + 17 + \\ \hline 6 \\ \hline 8 P_5 \\ \hline 27 \end{array} $	2+5 9 $P2$ 28 $6+19$ 9	$\frac{+7}{10} = \frac{10}{29}$ $\frac{29}{P6}$ $\frac{10}{10}$	$ \begin{array}{c} P1 \\ \hline 46 \\ \hline 5 \\ \hline 11P_6 \\ \hline P4 \\ \hline \hline 30 \\ \hline = \frac{46}{6} = \\ \hline 11P_6 \\ \hline 30 \\ \hline 30 \\ \hline 30 \\ \hline 40 \\ \hline 30 \\ \hline 30 \\ \hline 40 \\ \hline 30 \\ \hline 40 \\ 30 \\ \hline 40 \\ 4$	31 P1 = 15.6	13 P3 32 F	14 33 25	15 P1 34 P6	16 35		
Roun 19 Roun Roun 19 Roun 19 Roun 19 Roun	os d'att nd-robin $P_2 \downarrow P_3$ P_1 P_2 P_3 P_4 P_2 P_4 P_5 P_6 P_6 P_7 P_8 P_8 P_8 P_8 P_8 P_8 P_8 P_8	tente m $ \begin{array}{c} \text{n } (q = \frac{2}{2}) \\ \text{n } (q = \frac{2}{2}) \\ \text{n } (q = \frac{2}{2}) \end{array} $	P6 noyen: 2): 3 P2 P6 noyen: 22 P6 noyen: 2): 3 22 2):	23 P:	5 P3 24 3	6 25 P1 27	25 + 0 7 P1 26 1 + 14 - 7	$ \begin{array}{c c} 0 + 7 + \\ \hline 8 P_5 \\ \hline \hline 27 \\ \hline P5 \\ + 17 + \\ \hline 6 \\ \hline 8 P_5 \end{array} $	2+5 9 $P2$ 28 $6+19$ 9	$\frac{+7}{29} = \frac{10}{P6}$ $\frac{29}{P6} + 17$ $\frac{10}{29}$	$ \frac{P1}{\frac{46}{5}} = 9 $ $ \frac{11P_{6}}{P4} $ $ = \frac{46}{6} = 9 $ $ \frac{11P_{6}}{6} $	31 P1 = 15.6	13 P3 32 F	14 33 25	15 P1 34 P6	16 35 16	1,7	
Roun 19 Roun Roun 19 Roun 19 Roun 19 Roun	os d'att ad-robin $P_2 \downarrow P_3$ P_1 Q_0 P_2 os d'att ad-robin $P_2 \downarrow P_3$ Q_0 ad-robin	tente m $ \begin{array}{c} \text{n } (q = \frac{2}{2}) \\ \text{n } (q = \frac{2}{2}) \\ \text{n } (q = \frac{2}{2}) \end{array} $	P6 noyen: 2): 3 P2 P6 noyen: 22 P6 noyen: 2): 3 22 2):	23 P:	5 P3 24 3	6 25 P1 6	25 + 0 7 P1 26 1 + 14 - 7	$ \begin{array}{c c} 0 + 7 + \\ \hline 8 P_5 \\ \hline \hline 27 \\ \hline P5 \\ + 17 + \\ \hline 6 \\ \hline 8 P_5 \\ \hline 27 \end{array} $	2+5 9 $P2$ 28 $6+19$ 9	$\frac{+7}{29} = \frac{10}{P6}$ $\frac{29}{P6} + 17$ $\frac{10}{29}$	$ \begin{array}{c} P1 \\ \hline 46 \\ \hline 5 \\ \hline 11P_6 \\ \hline P4 \\ \hline \hline 30 \\ \hline = \frac{46}{6} = \\ \hline 11P_6 \\ \hline 30 \\ \hline 30 \\ \hline 30 \\ \hline 40 \\ \hline 30 \\ \hline 30 \\ \hline 40 \\ \hline 30 \\ \hline 40 \\ 30 \\ \hline 40 \\ 4$	31 P1 = 15.6	13 P3 32 F	14 33 25	15 P1 34 P6	16 35 16	1,7	

Exercice 5 – Priorités dynamiques et E/S

1. Plus court-d'abord :

($P_1, P_2 $	$2 P_3$	3	$\frac{4}{1}P_{4}$	5	6	$7 P_5$	8	9	10	1,1	12	13	14	1/2	5 1	6
		P1				P4		P5				P2				Р3	

17	18	19	20	21	22	23
			Р3			

Temps d'attente moyen :

$$\frac{0+9+15+0+1}{5} = \frac{25}{5} = 5$$

2. Round-robin (q = 2):

($P_1, P_2 $ 1	2	$\frac{3}{4}P_3$	$4P_4$	5	6	$7 P_5$	8	9	10	11	12	13	1	4 1	5 1	6
	P1		P2		Р3	I	P1		P2		P4		Р3		P5	P2	

1	7 1	8 19	20	21	22	23
	P2	P4			P3	

Temps d'attente moyen :

$$\frac{4+11+13+11+7}{5} = \frac{46}{5} = 9.2$$

3. Round-robin priorité (q = 2):

($P_1, P_2 \stackrel{1}{\downarrow}$	$\frac{3}{2}$ $\frac{7}{2}$ $\frac{7}{2}$	$\frac{4}{4}P_4$ 5	$\frac{3}{7}P_5$	3 9 1	0 1	1 12 1	3 14 1	5 16
	P1	P2	Р3	P4	Р3	P5	P1	P4	Р3

1	7 1	8 19) 20) 2	1 22	2 23
	Р3	P:	2	Р3	P2	2

Temps d'attente moyen :

$$\frac{9+15+10+7+3}{5} = \frac{44}{5} = 8.8$$

4. Roud-Robin E/S (q = 2):

($P_1, P_2 $ 1	$\frac{2}{3}P_3$	$4P_4$	5 (j i	$7P_5$	8	9 1	.0 1	1 1	2 1	3 1	4	15	16
	P1	P2		P3	P4		P3	P5	P4	P1	Р	3		P4	7

1	7 1	8 1	9 20	0 2	1 2	2 23
	P1	Р	2	Р3	Р	2

Temps d'attente moyen :

$$\frac{10+16+10+1+2}{5} = \frac{39}{5} = 7.8$$

Exercice 6 – Système à deux processeurs

 $1. \ \, Plus\ court\ d'abord:$

(P_1	$1 P_4$	$\frac{2}{1}P_{3}$	3	4	$5P_5$	$6P_2$	7	8	3 9	9	10	1,1	12	13	3
		P1	-		Р3		P5)		P2			P4			

Temps d'attente moyen :

$$\frac{0+2+1+8+2}{5} = \frac{13}{5} = 2.6$$

2. Round-Robin (q = 2):

					8				
	P1	P4	P1	Р3	P4	P5	P2	P	5

Temps d'attente moyen :

$$\frac{2+5+3+4+4}{5} = \frac{18}{5} = 3.6$$

3. Plus court d'abord 2 processeurs :

(P_1	$1 P_4$	$\frac{2}{1}P_3$. :	} 4	4 :	$5P_5$	$6P_2$	7	8	3	9	10	1	1	1_{2}	13
		P1				P4		P2	2								
		P4	:	Р	3			P	5								

Temps d'attente moyen:

$$\frac{0+1+0+0+0}{5} = \frac{1}{5} = 0.2$$

4. Roud-Robin (q = 2) 2 processeurs :

(P_1	$1 P_4$	$2 P_3$	3 4	4 5	\tilde{P}_5	$6P_2$	7	8	9	10	11	12	13
	F	P1	F	23	Р	4	P2							
		F	P4	P1			P5							

Temps d'attente moyen:

$$\frac{1+0+0+1+0}{5} = \frac{2}{5} = 0.4$$

Exercice 7 – 1. Windows Round-Robin (q = 2):

- quantum consommé, intérompu, priorité −1
- interompu avant la fin, priorité ne change pas, reprend avec le même quantum
- \bullet après une E/S, priorité +2

(P_1	1	$_{1}^{2}P_{3}$	3 4	5	$6P_4$	7	$ \begin{array}{c} P_5 \\ P_6 \end{array} $	9 10	11	12	1,3	1	4 1	5
		P1	P3	P2		P1	P4	P5	P1		P1		P4	P5	

1	6 1	7 18	1,9	9 2	0 21	22	23	3 24	25	26	27	28	29	30	31
	P2	P6	;	P1	P6		P1			P4				P6	

Temps d'attente moyen :

$$\frac{8+13+0+6+0+16}{6} = \frac{43}{6} \simeq 7.2$$

- 2. Linux/MacOS X (q = 2):
 - quantum consommé, intérompu, priorité -1
 - lorsque tous les processus prêts ont une priorité de 0, on modifi toutes les priorités :

nouvelle priorité =
$$\frac{\text{priorité acutelle}}{2} + \text{priorité initiale}$$

0	P_1 P_2	1	$2P_3$	3 4	5	$6 P_4$	7	$\begin{array}{c} P_5 \\ P_6 \end{array}$	9 1	0 1	1 12	13	14 1	15
Ī		P1	P3	P2	2	P1	P4	P5	P4	P2	P1	P6	P5	1

1	6 1	7	18	1,9	20	2	1 2	2	23 2	24 2	25	26 2	27	28 2	29	30	31
	P6		P1	T	P4		P1]	P6	P1		P4		P6		P4	

Temps d'attente moyen :

$$\frac{10+8+0+8+0+14}{6} = \frac{40}{6} \simeq 6.7$$