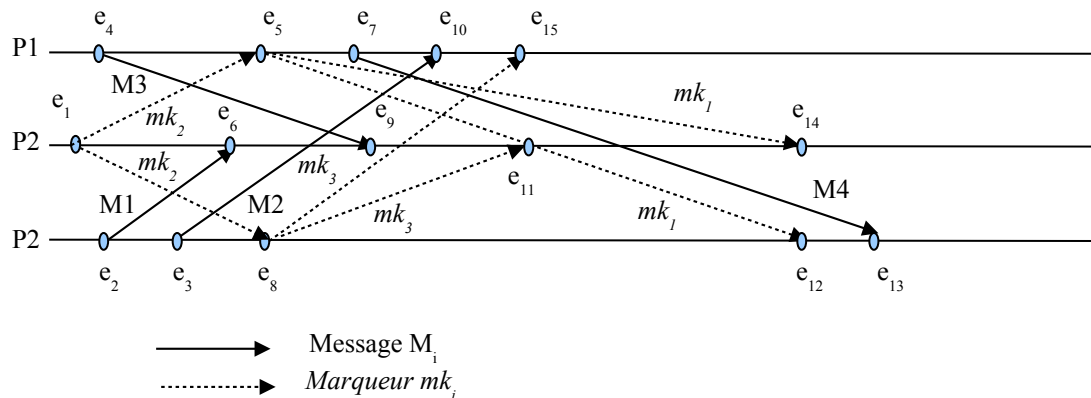


1. Algorithme de Chandy et Lamport

1.1. Appliquer l'algorithme de Chandy et Lamport (dont le texte est rappelé en annexe 1), au scénario suivant d'échange de messages entre trois processus P1, P2 et P3. Pour cela compléter le tableau en annexe 2.



Remarque : pour chaque processus P1, P2, P3, « c(i) / reçu(i) » représente le contenu du canal en entrée en provenance de  $P_i$  et « reçu(i) » le booléen associé à la réception du marqueur sur ce canal.

Événement	e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7
enreg_état <sub>1</sub>	FAUX				VRAI		
C(2)/reçu(2)					$\emptyset, V$		
C(3)/reçu(3)					$\emptyset, F$		
Action				E(M3)	R(mk <sub>2</sub> ), D(mk <sub>1</sub> ) enreg. el <sub>1</sub>		E(M4)
enreg_état <sub>2</sub>	VRAI						
C(1)/reçu(1)						$\emptyset, F$	
C(3)/reçu(3)						{M1}, F	
Action	D(mk <sub>2</sub> ) enreg. el <sub>2</sub>					R(M1)	
enreg_état <sub>3</sub>					,		
C(1)/reçu(1)							
C(2)/reçu(2)							
Action		E(M1)	E(M2)				

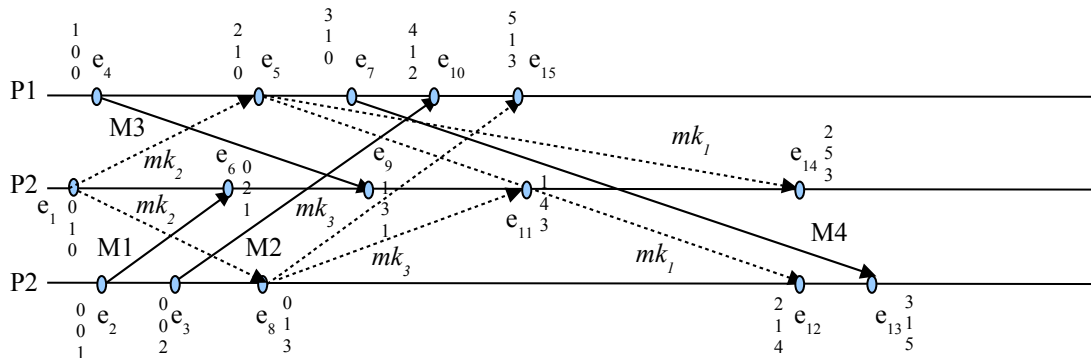
Événement	e8	e9	e10	e11	e12	e13	e14
enreg_état <sub>1</sub>							
C(2)/reçu(2)			∅, V				∅, V
C(3)/reçu(3)			{M2}, F				{M2}, V
Action			R(M2)				R(mk <sub>3</sub> ) envoi à P <sub>c</sub>
enreg_état <sub>2</sub>							
C(1)/reçu(1)		{M3}, F		{M3}, F		{M3}, V	
C(3)/reçu(3)		{M1}, F		{M1}, V		{M1}, V	
Action		R(M3)		R(mk <sub>3</sub> )		R(mk <sub>1</sub> ) envoi à P <sub>c</sub>	
enreg_état <sub>3</sub>	VRAI						
C(1)/reçu(1)	∅, F				∅, V		
C(2)/reçu(2)	∅, V				∅, V		
Action	R(mk <sub>2</sub> ), D(mk <sub>3</sub> ) enreg. e <sub>l3</sub>				R(mk <sub>1</sub> ) envoi à P <sub>c</sub>		

1.2. On suppose que les états relevés par les processus sont envoyés à un processus collecteur P<sub>c</sub> qui recueille l'état global. Indiquer les états des canaux c<sub>ij</sub> reçus par P<sub>c</sub>.

c <sub>ij</sub>	j=1	j=2	j=3
i=1		{M3}	∅
i=2	∅		∅
i=3	{M2}	{M1}	

## 2. Coupures cohérentes et estampillage vectoriel de Lamport

2.1. On associe un estampillage vectoriel de Lamport aux événements du scénario de l'exercice 1. Indiquer les valeurs de toutes estampilles.



2.2. Indiquer la coupure ( $e_i, e_j, e_k$ ) correspondant aux états locaux enregistrés par P1, P2 et P3 qui ont été envoyés à  $P_c$ . Montrer que cette coupure est cohérente en utilisant la caractérisation par l'estampillage vectoriel de Lamport.

$$C_1 = (e_5, e_1, e_8)$$

$$EV(C_1) = (2, 1, 3)$$

$$EV(e_5) = (2, 1, 0) ; EV(e_1) = (0, 1, 0) ; EV(e_8) = (0, 1, 3) ;$$

$$\text{On a bien } EV(C_1) = \text{Max} (EV(C_i)) \text{ pour } i = 5, 1, 8$$

Donc la coupure est cohérente.

2.3. Donner un exemple de coupure incohérente en justifiant au moyen de l'estampillage vectoriel de Lamport

Par exemple :

$$C_2 = (e_{10}, e_6, e_2)$$

$$EV(C_2) = (4, 2, 1)$$

$$EV(e_{10}) = (4, 1, 2) ; EV(e_6) = (0, 2, 1) ; EV(e_2) = (0, 0, 1) ;$$

$$\text{Ici } EV(C_2) < \text{Max} (EV(C_i)) \text{ pour } i = 10, 6, 2 : (4, 2, 1) < (4, 2, 2)$$

Donc la coupure est incohérente.

2.4. Preuve : montrer que dans le cas général de  $n$  processus  $P_1, \dots, P_n$  reliés par des canaux FIFO, l'algorithme de Chandy et Lamport garantit que l'état global ( $e_{l_1}, e_{l_2}, \dots, e_{l_n}$ ) envoyé au processus  $P_c$  constitue une coupure cohérente. Pour cela vous pouvez raisonner par l'absurde.

#### Preuve

Supposons que la coupure correspondant à ( $e_{l_1}, e_{l_2}, \dots, e_{l_n}$ ) n'est pas cohérente. Cela signifie qu'il existe un processus  $P_i, i \in [1, n]$  tel que  $e_{l_i}$  contient un événement  $e_{ix}$  correspondant à la réception d'un message  $M$ , dont l'émission n'est pas captée dans l'état  $e_{l_j}$  du processus émetteur  $P_j$ . Soit  $e_{jy}$  l'événement correspondant à l'émission de  $M$  par  $P_j$ .

Puis que  $e_{jy}$  n'est pas capté dans  $e_{l_j}$ , cela signifie que  $e_{jy}$  est postérieur à l'envoi du marqueur  $mk_j$  par le processus  $P_j$  (en effet l'envoi du marqueur a lieu lorsque le processus capte son état local). Or les canaux étant FIFO par hypothèse, le marqueur  $mk_j$  devrait atteindre le processus  $P_i$  **avant** le message  $M$ , puisque son envoi est antérieur à celui de  $M$ . On aboutit donc à une **contradiction**, puisque si tel était le cas, la réception de  $M$  par  $P_i$  serait postérieure à celle du marqueur, et donc l'événement  $e_{ix}$  ne serait pas capté dans  $e_{l_i}$ .

Donc la coupure ne peut pas être incohérente.