


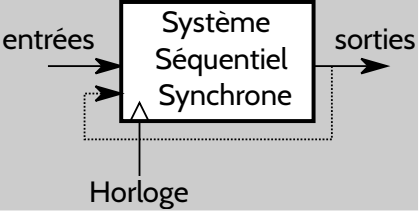
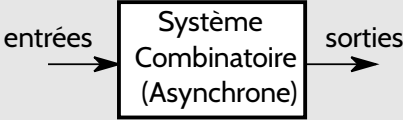
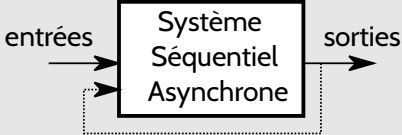
Électronique Numérique

Machines synchrones à états - Séquenceurs

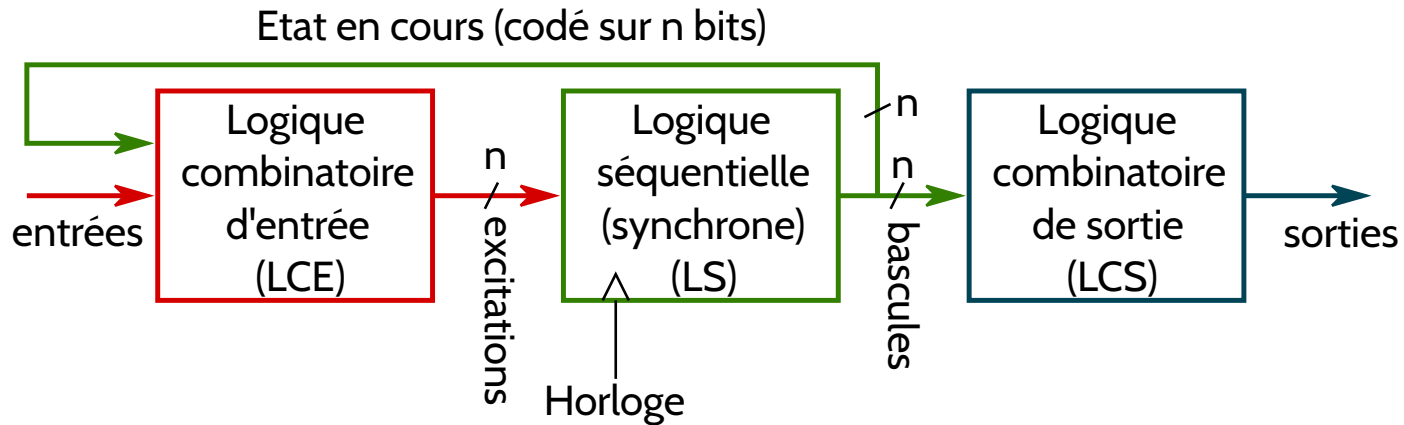
Quelques définitions

- Synchrones / Asynchrones
 - Synchrones : évolue au front d'un signal appelé Horloge
 - Asynchrones : ne dépend pas d'un signal d'Horloge
- Combinatoire / Séquentiel
 - Combinatoire : le signal de sortie dépend uniquement des entrées
 - Séquentiel : le signal de sortie dépend des entrées mais aussi des sorties en cours

Quelques définitions

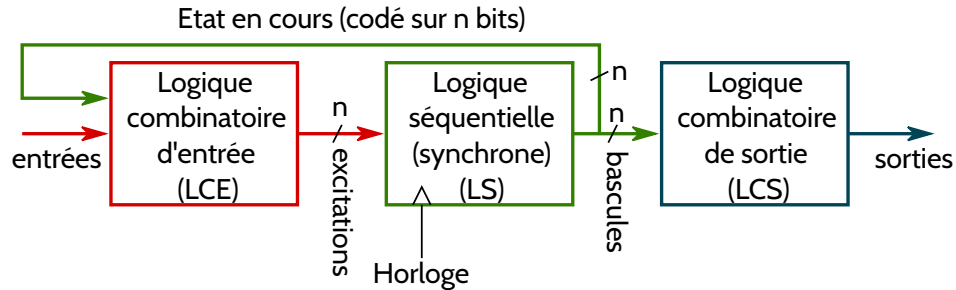
	Combinatoire	Séquentiel
Synchrone		
Asynchrone		

Structure d'un séquenceur

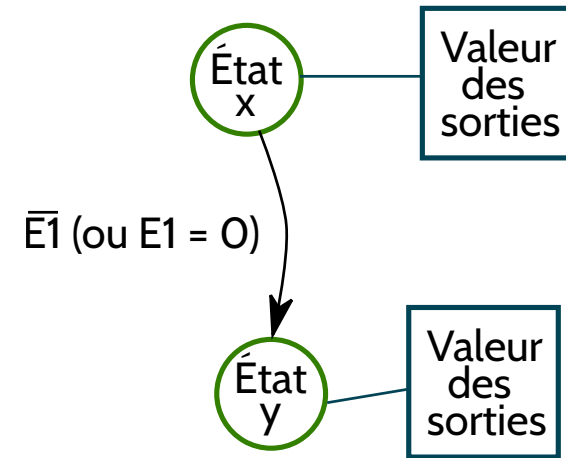


- Cette structure est aussi appelée une **machine de Moore**
- Le nombre d'états est fini : 2^n , on parle de machine à états finis

Graphe des états

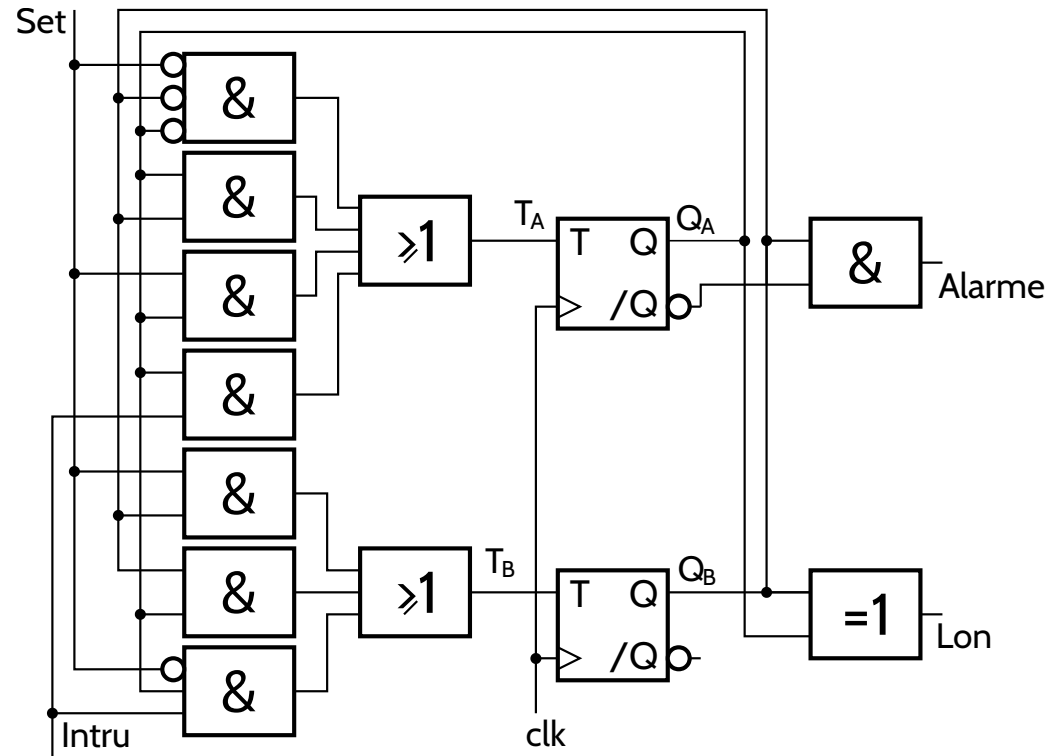


- 2^n états possibles
- Chaque état est décrit par une bulle : il correspond à une combinaison unique des sorties des bascules
- Une flèche reliant 2 états représente une transition synchrone (front d'horloge)
- Le passage d'un état à un autre peut être conditionné à des valeurs sur les entrées
- À chaque état, on écrit les valeurs des sorties



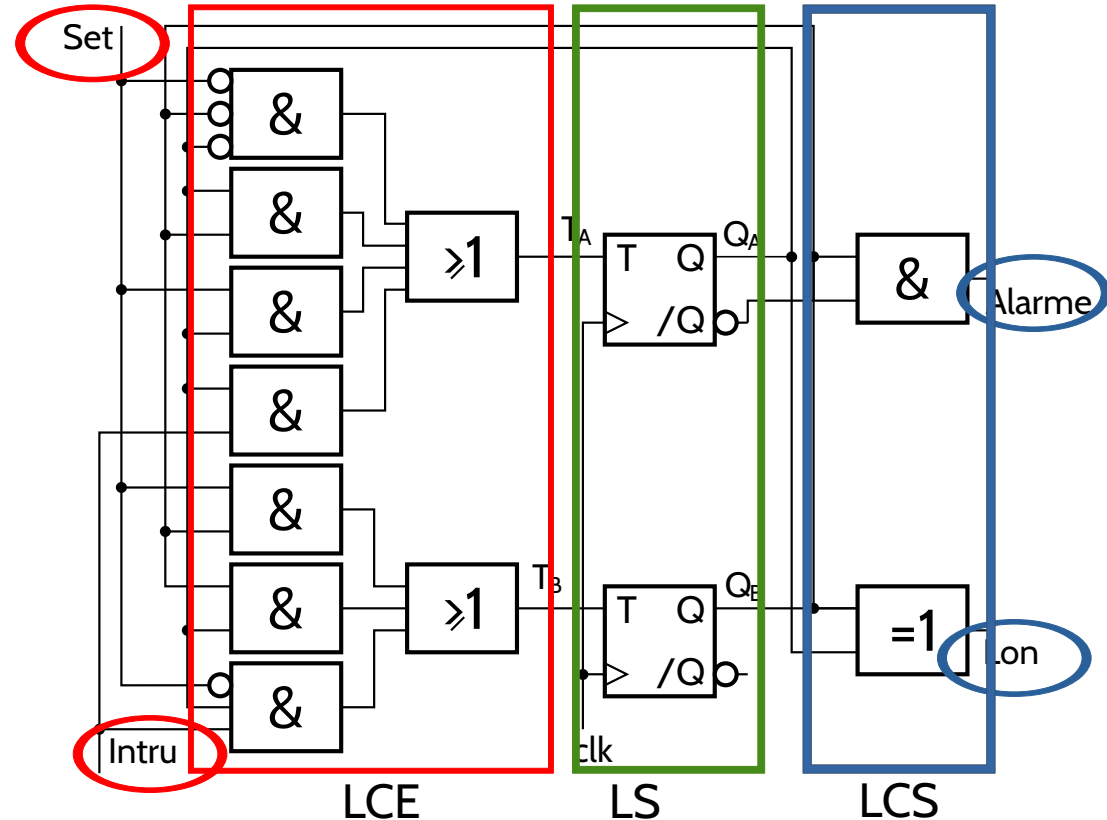
Analyse d'un séquenceur

- 1 – Repérer les entrées et les sorties du séquenceur, les blocs L.C.E, L.S et L.C.S



Analyse d'un séquenceur

- 1 - Repérer les entrées et les sorties du séquenceur, les blocs L.C.E, L.S et L.C.S

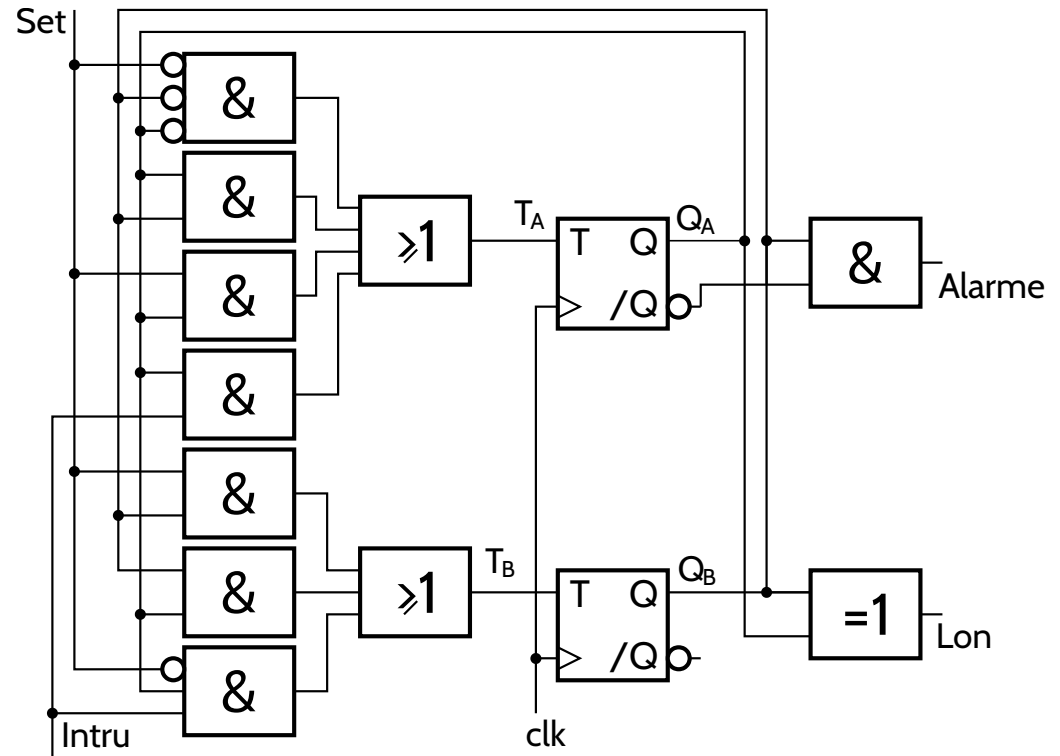


Analyse d'un séquenceur

- 2 - Établir l'équation de chaque excitation

$T_A =$

$T_B =$

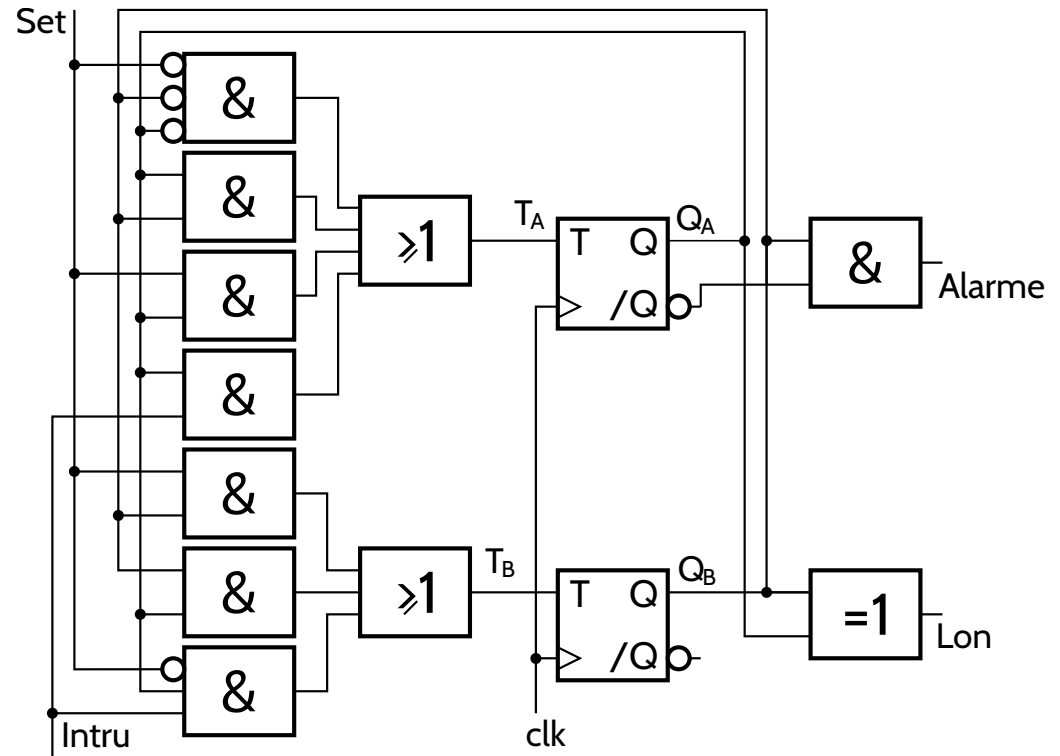


Analyse d'un séquenceur

- 2 - Établir l'équation de chaque excitation

$$T_A = \overline{\text{Set}} \cdot \overline{Q_B} \cdot \overline{Q_A} + Q_A \cdot Q_B + \text{Set} \cdot Q_A + \text{intru} \cdot Q_A$$

$$T_B = \overline{\text{Set}} \cdot \text{Intru} \cdot Q_A + Q_A \cdot Q_B + \text{Set} \cdot Q_B$$



Analyse d'un séquenceur

- 3 - Dresser le bilan des excitations des bacules, soit la table des excitations :

$$T_A = \overline{\text{Set}} \cdot \overline{Q_B} \cdot \overline{Q_A} + Q_A \cdot Q_B + \text{Set} \cdot Q_A + \text{intru} \cdot Q_A$$

$$T_B = \overline{\text{Set}} \cdot \text{Intru} \cdot Q_A + Q_A \cdot Q_B + \text{Set} \cdot Q_B$$

T_B, T_A

Set, Intru \ Q_B, Q_A	0, 0	0, 1	1, 1	1, 0
0, 0	T_B, T_A	T_B, T_A	T_B, T_A	T_B, T_A
0, 1	T_B, T_A	T_B, T_A	T_B, T_A	T_B, T_A
1, 1	T_B, T_A	T_B, T_A	T_B, T_A	T_B, T_A
1, 0	T_B, T_A	T_B, T_A	T_B, T_A	T_B, T_A

Analyse d'un séquenceur

- 3 - Dresser le bilan des excitations des bacules, soit la table des excitations (L.C.E):

$$T_A = \overline{\text{Set}} \cdot \overline{Q_B} \cdot \overline{Q_A} + Q_A \cdot Q_B + \text{Set} \cdot Q_A + \text{intru} \cdot Q_A$$

$$T_B = \overline{\text{Set}} \cdot \text{Intru} \cdot Q_A + Q_A \cdot Q_B + \text{Set} \cdot Q_B$$

T_B, T_A

Set, Intru \ Q_B, Q_A	0, 0	0, 1	1, 1	1, 0
0, 0	0, 1	0, 0	1, 1	0, 0
0, 1	0, 1	1, 1	1, 1	0, 0
1, 1	0, 0	0, 1	1, 1	1, 0
1, 0	0, 0	0, 1	1, 1	1, 0

Analyse d'un séquenceur

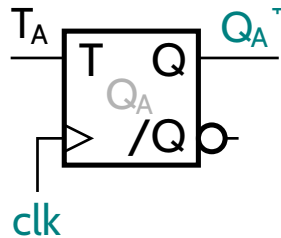
- 4 - La table des états futurs ou table des transitions

- Soit les valeurs de Q_B et Q_A après le front d'horloge, appelées Q_B^+ et Q_A^+

- Remarque : pour une bascule D cette table est identique à la table des excitations !

T_B, T_A

Set, Intru \ Q_B, Q_A	0,0	0,1	1,1	1,0
0,0	0,1	0,0	1,1	0,0
0,1	0,1	1,1	1,1	0,0
1,1	0,0	0,1	1,1	1,0
1,0	0,0	0,1	1,1	1,0



Q_B^+, Q_A^+ Représente un état présent

Set, Intru \ Q_B, Q_A	0,0	0,1	1,1	1,0
0,0	$Q_B Q_A^+$	$Q_B Q_A^+$	$Q_B Q_A^+$	$Q_B Q_A^+$
0,1	$Q_B Q_A^+$	$Q_B Q_A^+$	$Q_B Q_A^+$	$Q_B Q_A^+$
1,1	$Q_B Q_A^+$	$Q_B Q_A^+$	$Q_B Q_A^+$	$Q_B Q_A^+$
1,0	$Q_B Q_A^+$	$Q_B Q_A^+$	$Q_B Q_A^+$	$Q_B Q_A^+$

États futurs après le front montant de H

Analyse d'un séquenceur

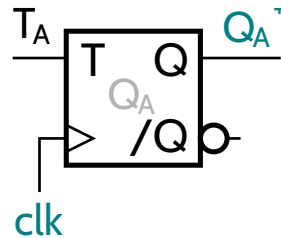
- 4 - La table des états futurs ou table des transitions

- Soit les valeurs de Q_B et Q_A après le front d'horloge, appelées Q_B^+ et Q_A^+

- Remarque : pour une bascule D cette table est identique à la table des excitations !

T_B, T_A

Set, Intru \ Q_B, Q_A	0,0	0,1	1,1	1,0
0,0	0,1 0,0 1,1 0,0			
0,1	0,1 1,1 1,1 0,0			
1,1	0,0 0,1 1,1 1,0			
1,0	0,0 0,1 1,1 1,0			



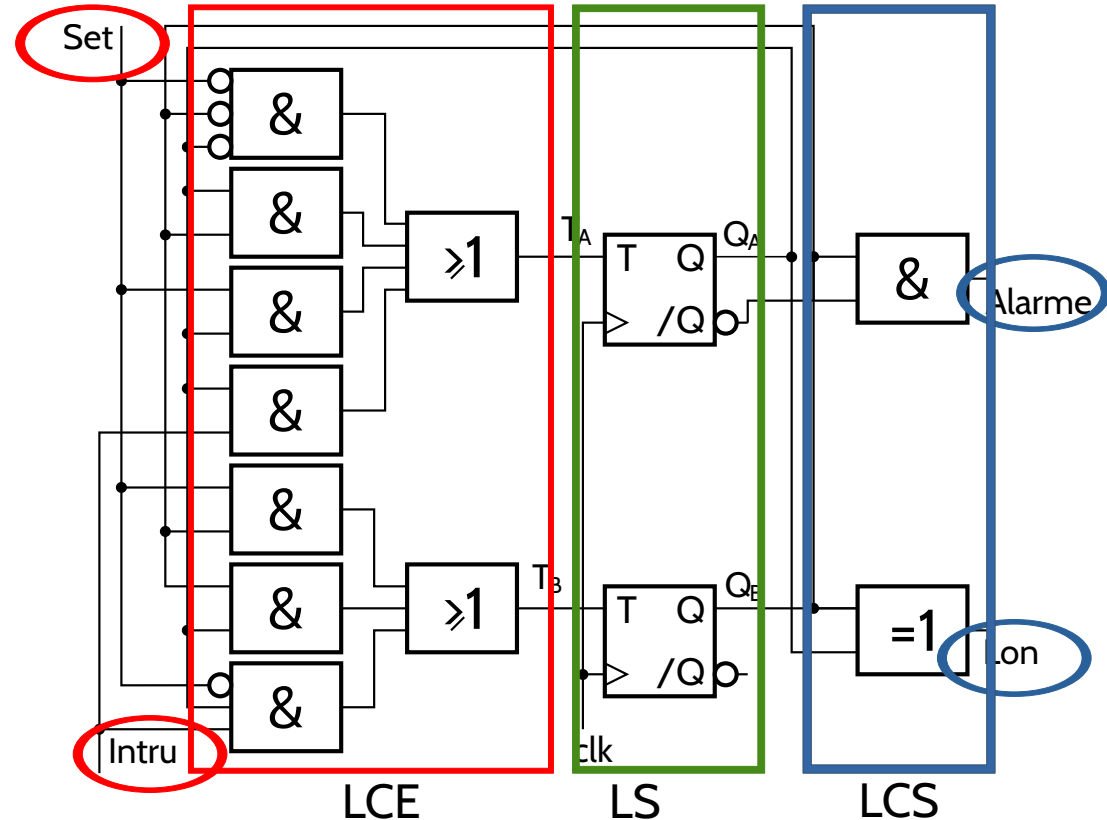
Q_B^+, Q_A^+

Set, Intru \ Q_B, Q_A	0,0	0,1	1,1	1,0
0,0	0,1 0,1 0,0 1,0			
0,1	0,1 1,0 0,0 1,0			
1,1	0,0 0,0 0,0 0,0			
1,0	0,0 0,0 0,0 0,0			

Analyse d'un séquenceur

- 5 - On dresse la table de vérité des sorties

Alarme =
Lon =

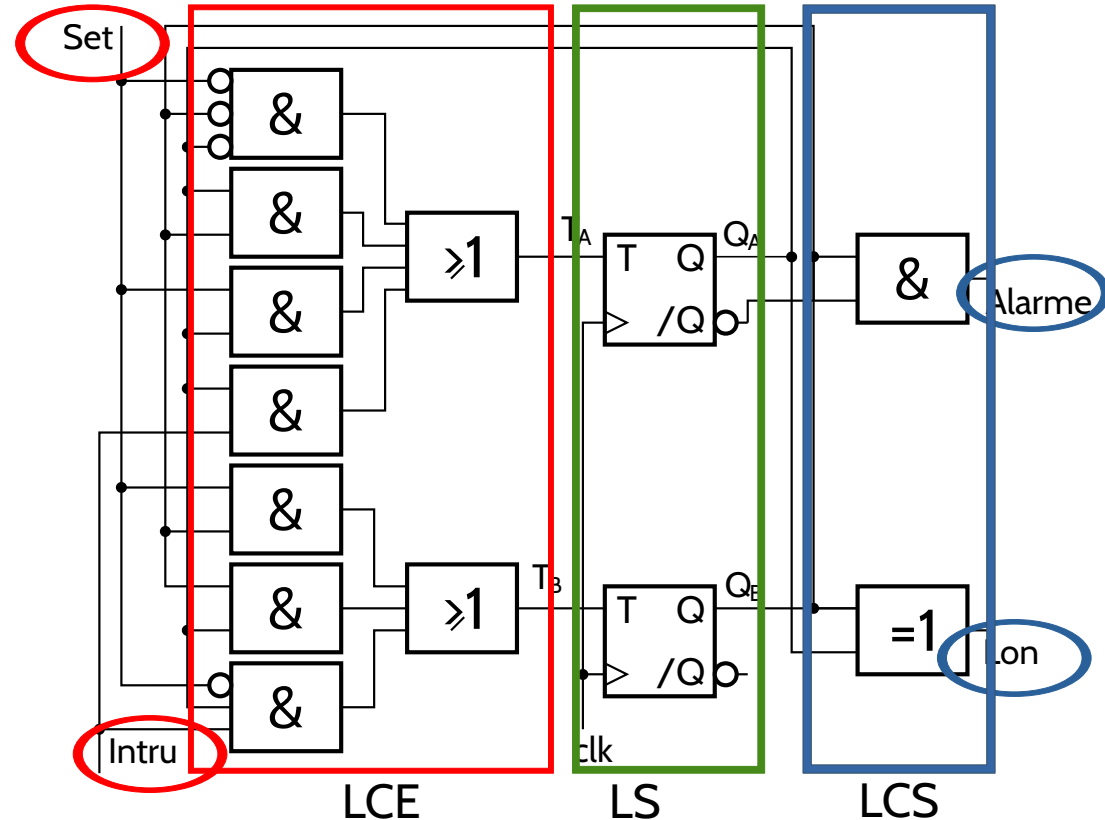


Analyse d'un séquenceur

- 5 - On dresse la table de vérité des sorties

$$\text{Alarme} = Q_B \cdot \overline{Q_A}$$

$$\text{Lon} = Q_A \oplus Q_B$$



Analyse d'un séquenceur

- 6 – Construire le graphe des états ayant 2^n états avec la table des états futurs

Q_B^+, Q_A^+

Q_B, Q_A \ Set, Intru	0, 0	0, 1	1, 1	1, 0
0, 0	0, 1	0, 1	0, 0	1, 0
0, 1	0, 1	1, 0	0, 0	1, 0
1, 1	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0
1, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0

Analyse d'un séquenceur

- 6 – Construire le graphe des états ayant 2^n états avec la table des états futurs

		Q_B^+, Q_A^+			
		0, 0	0, 1	1, 1	1, 0
Set, Intru	0, 0	0, 1	0, 1	0, 0	1, 0
	0, 1	0, 1	1, 0	0, 0	1, 0
	1, 1	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0
	1, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0
	1, 0	0, 0	0, 0	0, 0	0, 0

4 États (2^2)

État
0,0

État
0,1

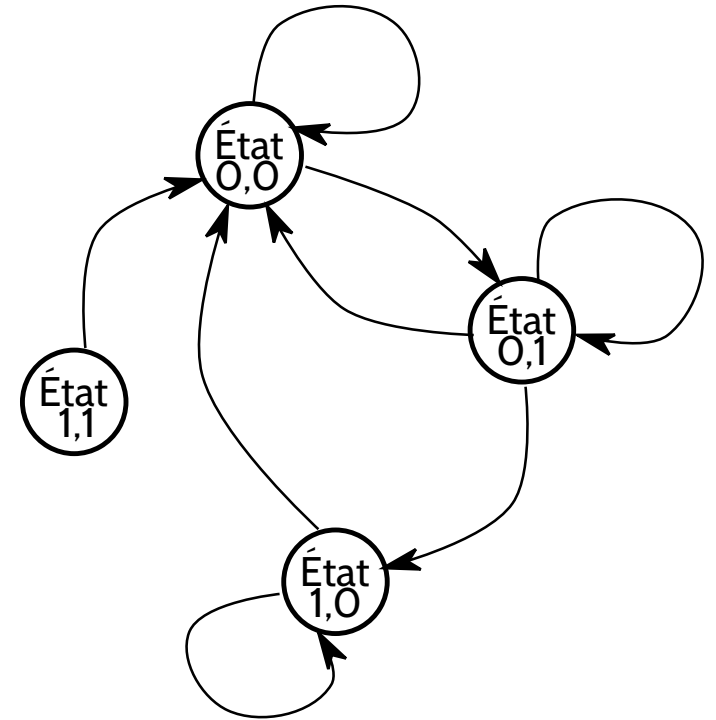
État
1,1

État
1,0

Analyse d'un séquenceur

- 6 - Construire le graphe des états ayant 2^n états avec la table des états futurs

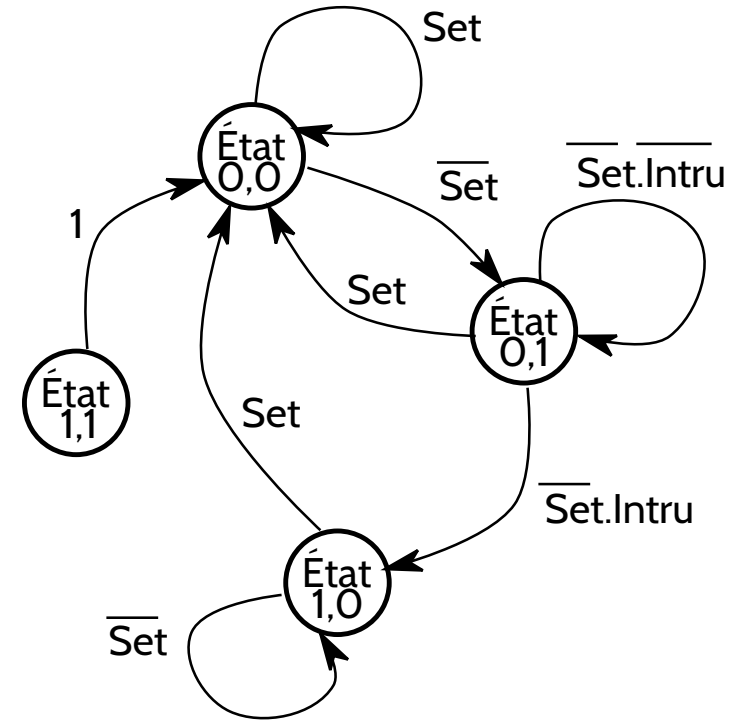
Set, Intru	Q_B^+, Q_A^+				
	Q_B, Q_A	0, 0	0, 1	1, 1	1, 0
0, 0		0, 1	0, 1	0, 0	1, 0
0, 1		0, 1	1, 0	0, 0	1, 0
1, 1		0, 0	0, 0	0, 0	0, 0
1, 0		0, 0	0, 0	0, 0	0, 0



Analyse d'un séquenceur

- 6 - Construire le graphe des états ayant 2^n états avec la table des états futurs

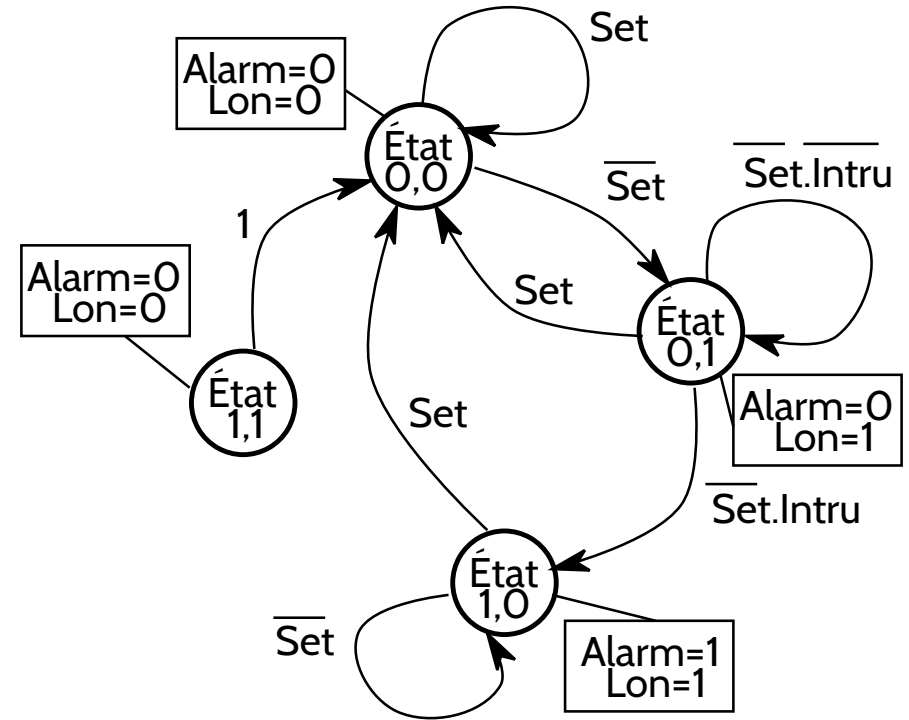
		Q_B^+, Q_A^+			
		$0, 0$	$0, 1$	$1, 1$	$1, 0$
Set, Intru	$0, 0$	$0, 1$	$0, 1$	$0, 0$	$1, 0$
	$0, 1$	$0, 1$	$1, 0$	$0, 0$	$1, 0$
	$1, 1$	$0, 0$	$0, 0$	$0, 0$	$0, 0$
	$1, 0$	$0, 0$	$0, 0$	$0, 0$	$0, 0$
		$0, 0$	$0, 0$	$0, 0$	$0, 0$



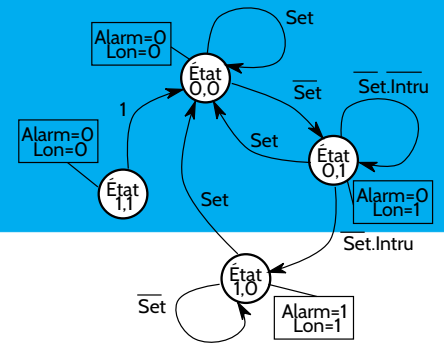
Analyse d'un séquenceur

- 6 - Construire le graphe des états ayant 2^n états avec la table des états futurs

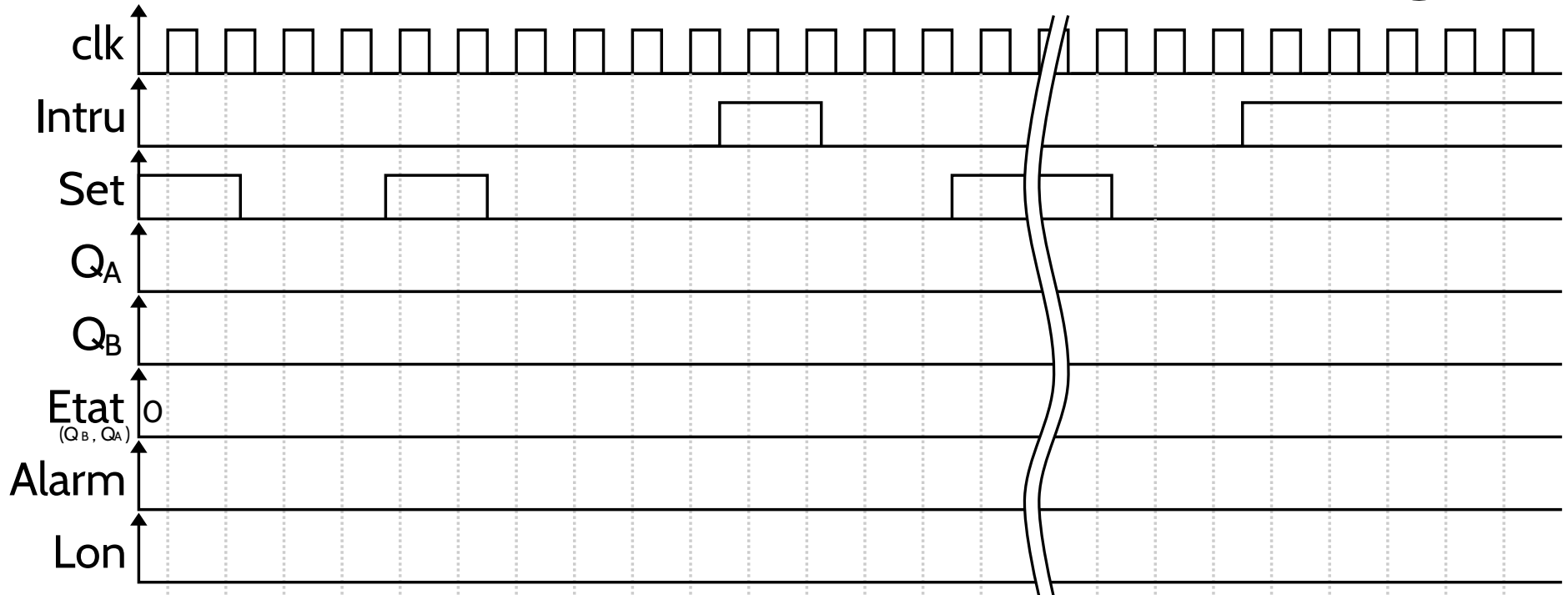
$$\text{Alarme} = Q_B \cdot \overline{Q_A}$$
$$\text{Lon} = Q_A \oplus Q_B$$



Analyse d'un séquenceur

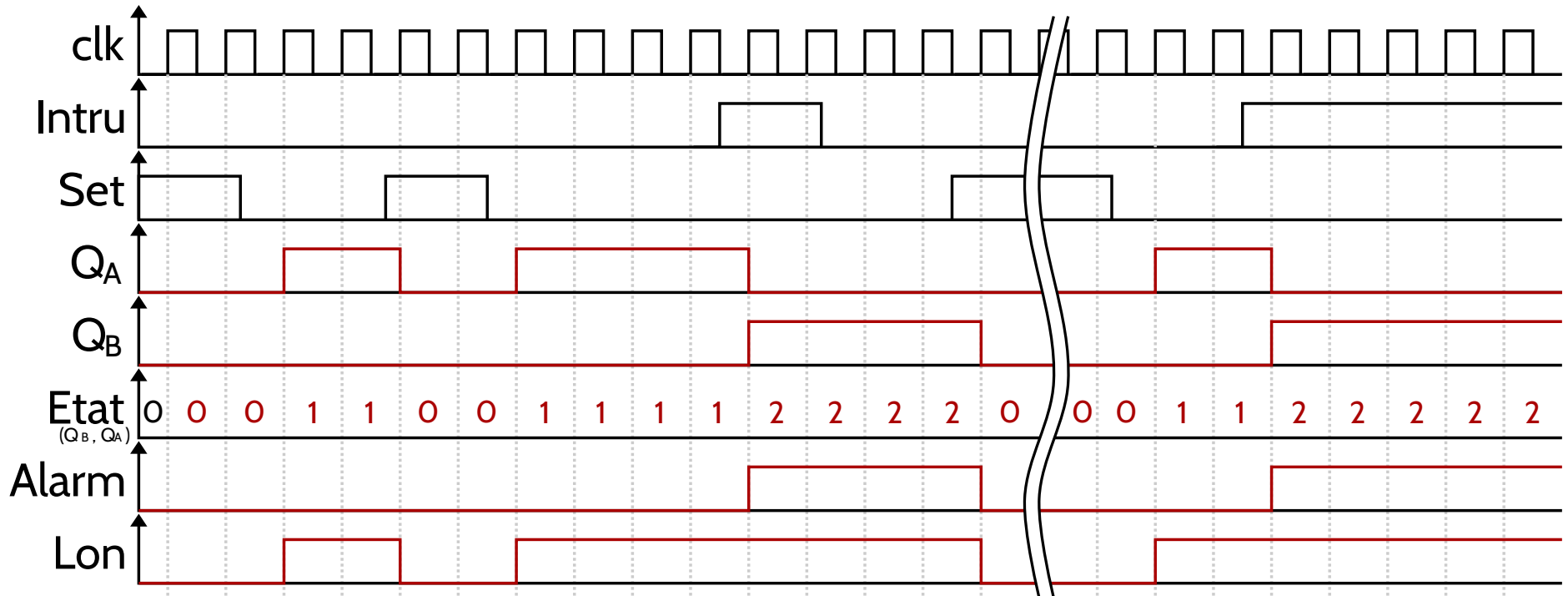


- 7 - Chronogrammes

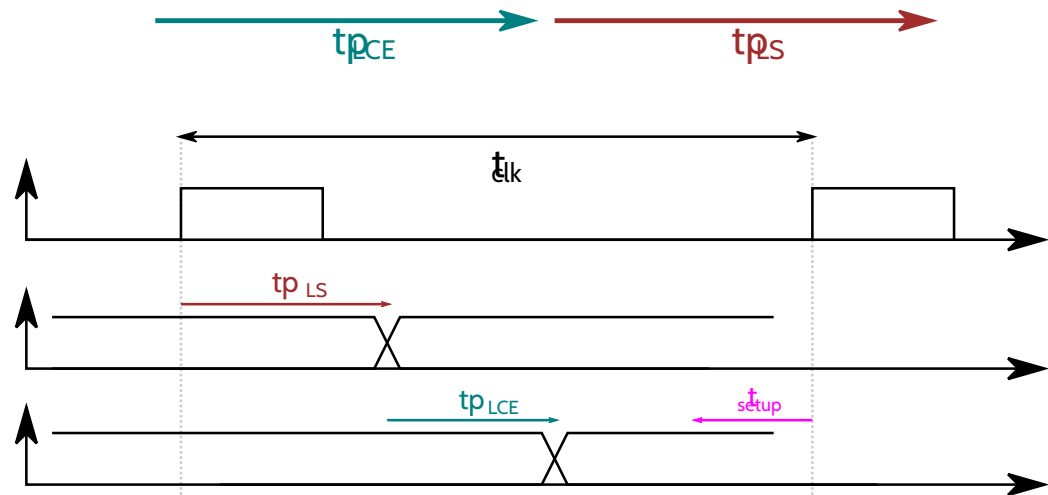
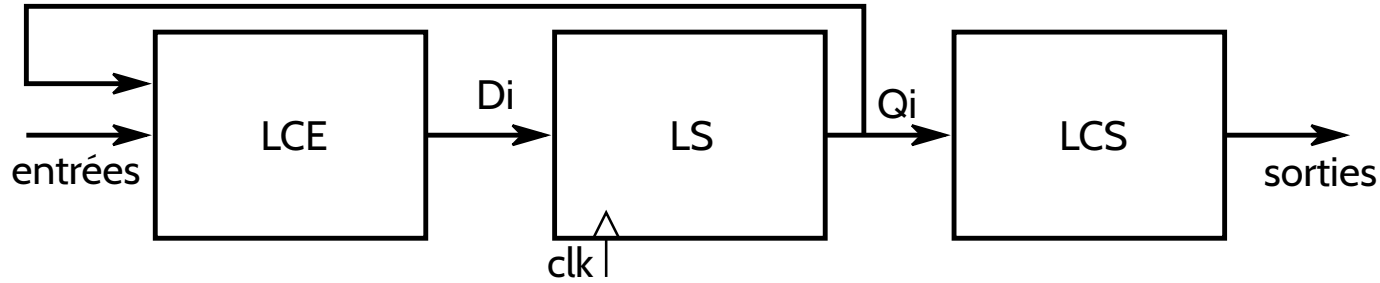


Analyse d'un séquenceur

- 7 - Chronogrammes



Contraintes temporelles : Freq. Max.



$$t_{clk} > t_{ps} + t_{p_{LCE}} + t_{setup}$$

t_{setup} : temps de prépositionnement de Di (stabilisation des signaux) avant front montant de clk.