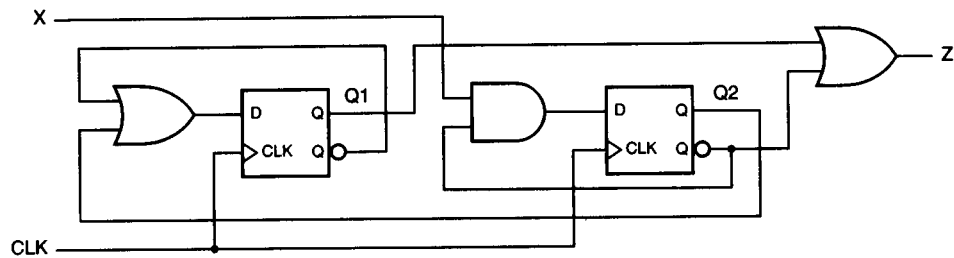


# Automne-1999, partiel II

## Question1

Établissez le diagramme d'état complet pour le circuit suivant. Note: X = entrée externe et CLK = signal d'horloge, il y a 2 bascules 'D'. Les sorties du circuit sont directement les sorties des bascules.



**Solution avec  $Q_2 = \text{MSB}$**

1) Écrire les équations, du circuit on a

$$D_1 = Q_2 + \overline{Q_1} \quad \text{et} \quad Z = Q_1 + \overline{Q_2}$$

$$D_2 = X \cdot \overline{Q_2}$$

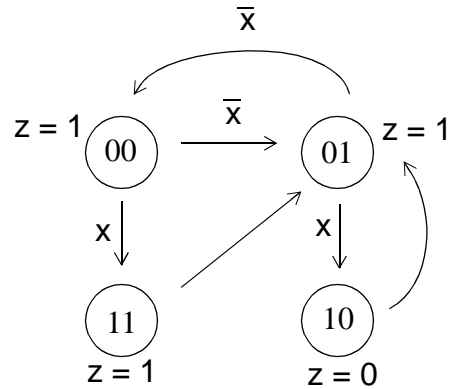
2) Table PS-NS (état présent - état suivant)

	PS		Z		stimulation		NS	
	X	$Q_2$	$Q_1$	Z	$D_2$	$D_1$	$Q_2$	$Q_1$
0)	0	0	0	1	0	1	0	1
1)	0	0	1	1	0	0	0	0
2)	0	1	0	0	0	1	0	1
3)	0	1	1	1	0	1	0	1
4)	1	0	0	1	1	1	1	1
5)	1	0	1	1	1	0	1	0
6)	1	1	0	0	0	1	0	1
7)	1	1	1	1	0	1	0	1

$$Q_1 + \overline{Q_2} \quad \nearrow$$

selon table 6-1 on a que  $Q_{N+1} = D_N$  pour Flip Flop "D"

### 3) Diagramme d'état



On obtient le diagramme de la table PS-NS

### Question 1 : *Solution* avec $Q_1 = \text{MSB}$


Q1 : Écrire les équations du circuit, on a:

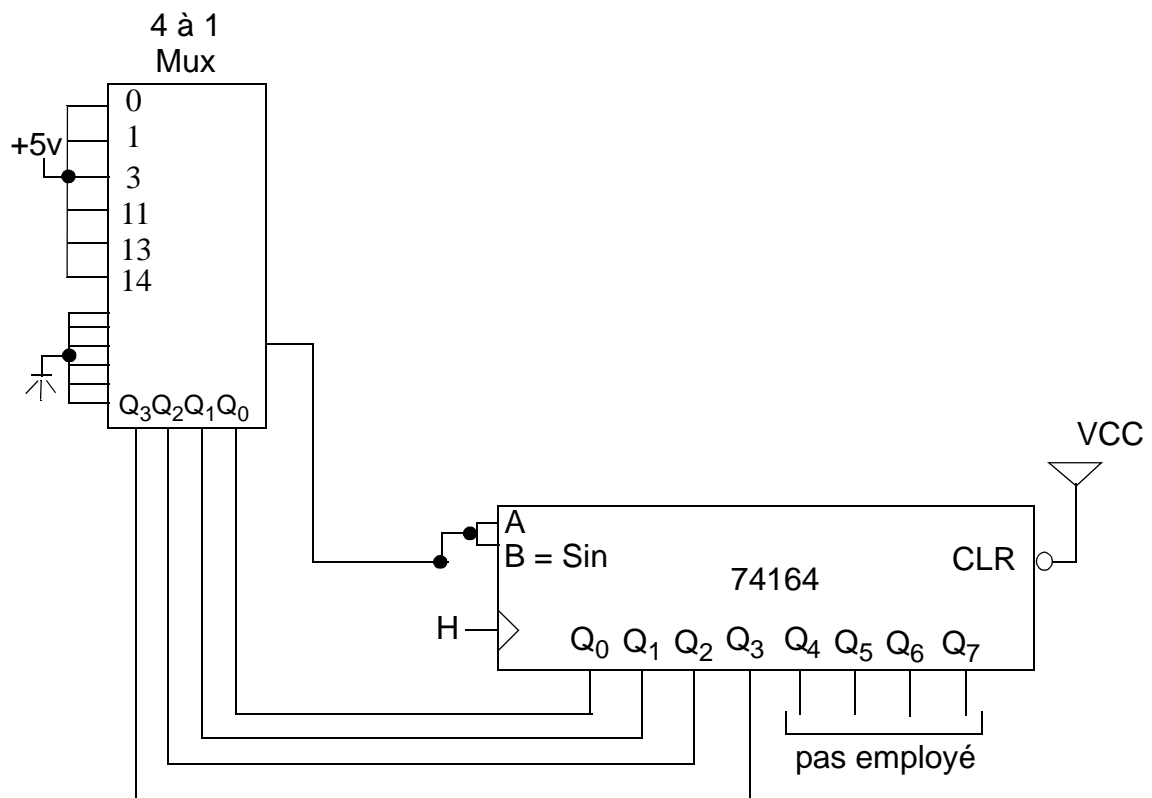
$$D_1 = Q_2 + \overline{Q_1} \quad \text{et} \quad Z = Q_1 + \overline{Q_2}$$

$$D_2 = X\overline{Q_2}$$

2° table PS-NS

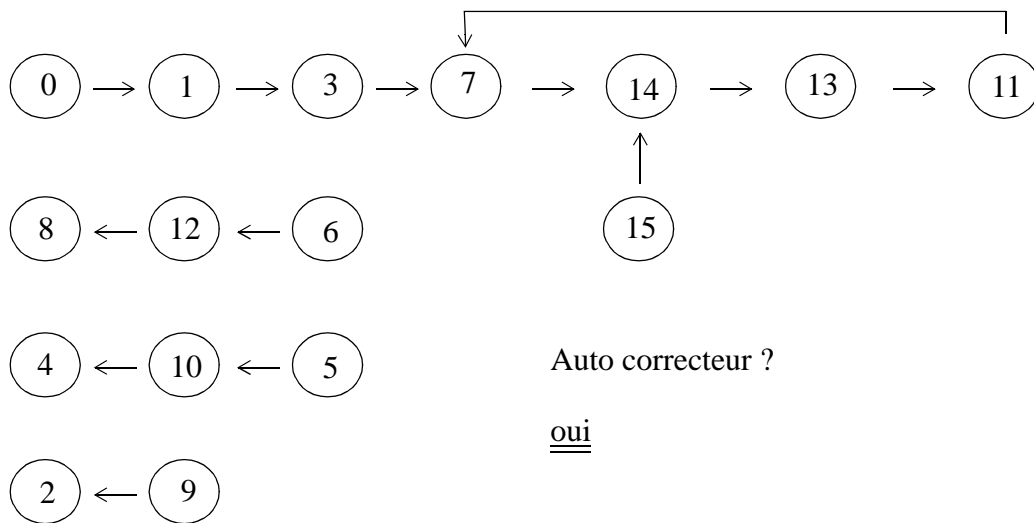
pareil bascule D

								
PS		Sortie		Stimulation		NS		
	X	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Z	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>
0)	0	0	0	1	1	0	1	0
1)	0	0	1	0	1	0	1	0
2)	0	1	0	1	0	0	0	0
3)	0	1	1	1	1	0	1	0
4)	1	0	0	1	1	1	1	1
5)	1	0	1	0	1	0	1	0
6)	1	1	0	1	0	1	0	1
7)	1	1	1	1	1	0	1	0



**Solution:**

Séquence ?



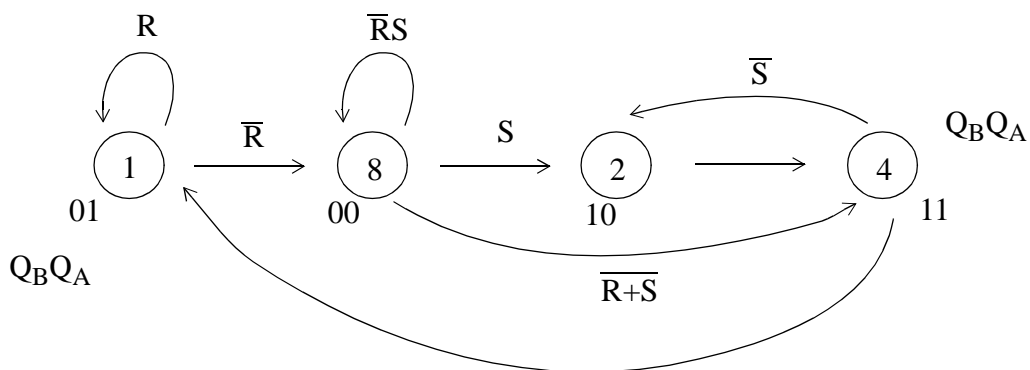
Auto correcteur ?

oui

### Question 3

On vous demande de faire le design du circuit qui implante le diagramme d'état suivant. Il faut employer un nombre minimum de bascules JK. On tolère un décodeur pour les sorties.

- Table PS->NS avec explications et méthodes des variables conditionnelles vue en classe (0 pt si autre méthode employée).
- Équations de stimulation des bascules
- Schéma complet du circuit.



**Solution:**

1) 4 états conc 2 FF suffisent, appelons-les  $Q_B Q_A$

	État demandé					État synthétisé	Décodage
(1)	0	0	0	1	->	0 1	On voit
(8)	1	0	0	0	->	0 0	$Q_B = Q_1$
(2)	0	0	1	0	->	1 0	$Q_A = Q_0$
(4)	0	1	0	0	->	1 1	et on ajoute (4) en décodant
	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$		$Q_B$ $Q_A$	$[Q_B \cdot Q_A]$

2) Table PS - NS (état présent -> état suivant), variables conditionnelles

PS		NS		Stimulation			
$Q_B$	$Q_A$	$Q_B$	$Q_A$	$J_B$	$K_B$	$J_A$	$K_A$
0	0	$\overline{R+S}$	$\overline{R+S}$	$\overline{R+S}$	X	$\overline{R+S}$	X
0	1	0	R	0	X	X	$\overline{R}$
1	0	1	1	X	0	1	X
1	1	$\overline{S}$	S	X	S	X	$\overline{S}$

Justification côté NS

État 01, directions possibles :

	01	Si	R
U	00	Si	$\overline{R}$
<hr/>			
	0R		

État 00, directions possibles

	00	Si	$\overline{R}S$
	10	Si	S
U	11	Si	$\overline{R+S}$
<hr/>			
	$\overline{R+S}$	$\overline{R+S}$	

Note U = Union

État 11, directions possibles : État 10 -> inconditionnel

	01	Si	S
U	10	Si	$\overline{S}$
<hr/>			
	$\overline{S}S$		

Justification, côté stimulation

$$\begin{array}{c}
 \text{J} \quad K \\
 \text{- transition} \quad 0 \rightarrow \overline{R+S} \quad \left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow 1 \text{ si } \overline{R+S} = 1 \Rightarrow 1 \quad X \\ 0 \rightarrow 0 \text{ si } \overline{R+S} = 0 \Rightarrow 0 \quad X \end{array} \right\} \quad \begin{array}{cc} J & K \\ \overline{R+S} & X \end{array}
 \end{array}$$

idem (pas inversé)

- transition  $0 \rightarrow 0 \Rightarrow \begin{matrix} J & K \\ 0 & X \end{matrix}$ , (table 6.1)

- transition  $1 \rightarrow R \Rightarrow \begin{matrix} J & K \\ X & \bar{R} \end{matrix}$   $\left\{ \begin{array}{l} 1 \rightarrow 1 \text{ si } R = 1 \Rightarrow X \ 0 \\ 1 \rightarrow 0 \text{ si } R = 0 \Rightarrow X \ 1 \end{array} \right.$

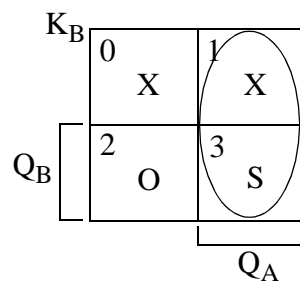
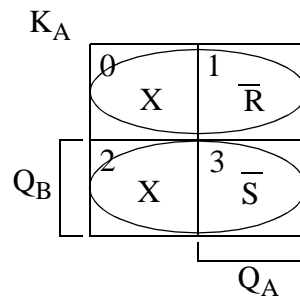
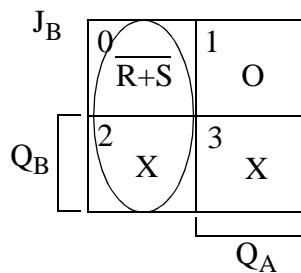
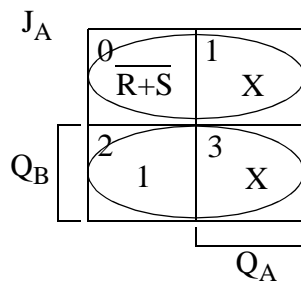
inverse

- transition  $1 \rightarrow 1 \Rightarrow \begin{matrix} J & K \\ X & 0 \end{matrix}$ , (table 6.1)

- transition  $0 \rightarrow 1 \Rightarrow \begin{matrix} J & K \\ 1 & X \end{matrix}$ , (table 6.1)

- transition  $1 \rightarrow S$  idem à  $1 \rightarrow R$  avec  $R = S$   
 $1 \rightarrow \bar{S}$  idem à  $1 \rightarrow R$  avec  $R = \bar{S}$

### 3) Table de Karnaugh



$$J_A = (\overline{R+S}) \overline{Q_B} + Q_B$$

$$K_A = \bar{R} \overline{Q_B} + \bar{S} Q_B$$

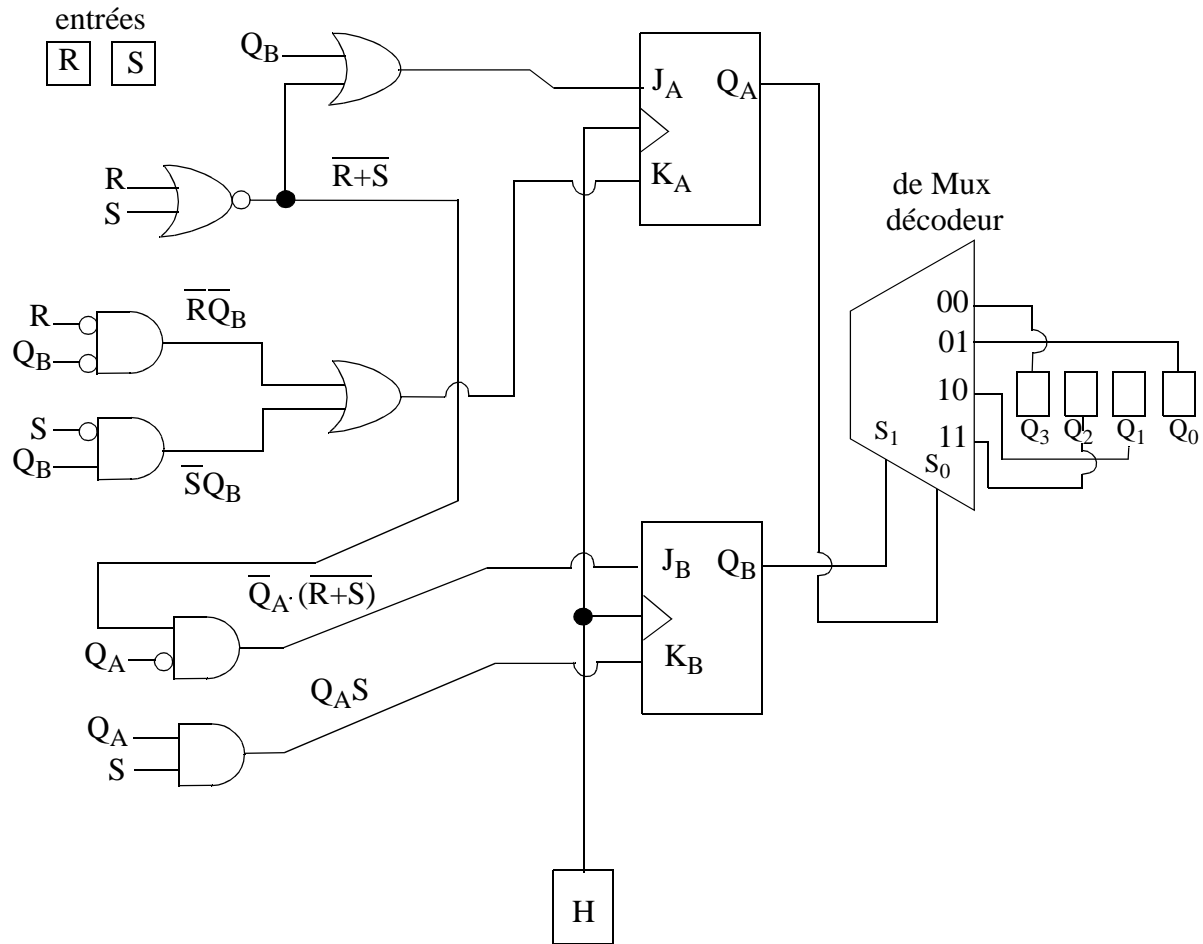
Rappel  $X + \bar{X}Y = X + Y$  (ad jonction)

$$J_A = Q_B + \overline{R+S}$$

$$K_B = Q_A S$$

$$J_B = \overline{Q_A} (\overline{R+S})$$

4) Circuit :



5) décodage des sorties, se fait avec un décodeur simple (DEMUX):

Entrées		Sorties			
QB	QA	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0
1	1	0	1	0	0

## Question 4

On vous demande de réaliser un module de commande pour une minuterie simple en employant un CB4CLED, voir figure. Il y a 3 entrées (boutons-poussoir) U, S, A. Les sorties sont la sonnette H (activée si  $H = 1$ ) et aussi l'affichage (vous assumer qu'un décodeur 7 segment est à votre disposition, vous avez aussi accès à une horloge de 1 Hz).

La minuterie permet de réaliser les séquences suivantes: 1  $\rightarrow$  0, 2  $\rightarrow$  1  $\rightarrow$  0, 3  $\rightarrow$  2  $\rightarrow$  1  $\rightarrow$  0.

(pour simplifier, le problème ce sont les seules séquences possibles).

La sonnette est activée à la fin de chaque séquence, pour une période d'horloge.

Le fonctionnement de la minuterie est le suivant:

1° on pousse sur U pour sélectionner la valeur de départ (0, 1, 2, 3; la valeur affichée s'incrémente de 1 chaque fois qu'on pousse sur U, au de là de 3 on retombe à 00).

2° on pousse sur S pour faire démarrer la minuterie.

\* Si on appuie sur A, il y a retour à 0.

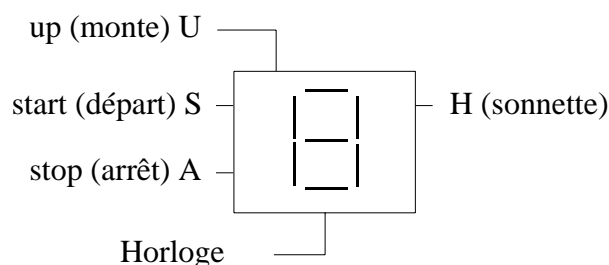
\* A tout moment l'affichage 7 segments présente le compte courant (soit 0, 1, 2, 3).

\* La minuterie fonctionne même si on relâche les boutons poussoirs, dès que leur valeur est enregistrée au prochain coup d'horloge.

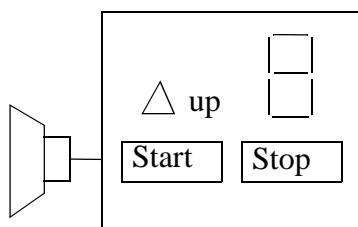
**On vous demande:**

- Établir le diagramme d'état
- Donnez la table des actions, de commandes et de données
- Dessinez le plan complet du circuit sans simplifier les multiplexeurs

Fournissez les explications requises.



Minuterie simple



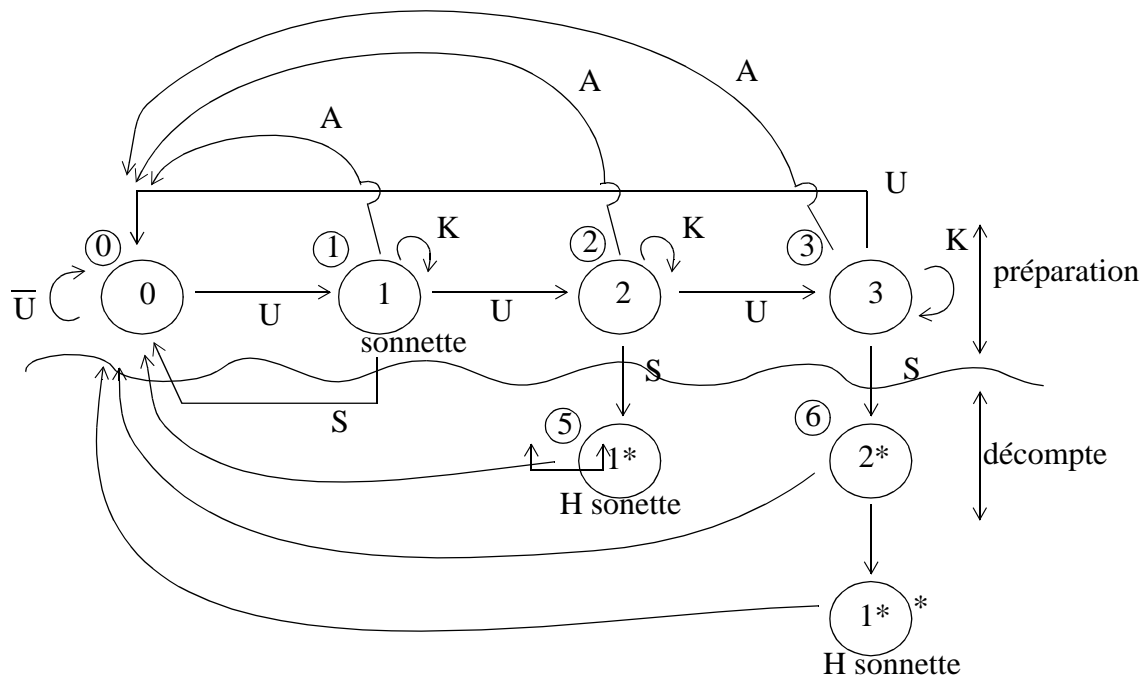
- Minuterie compte 1  $\rightarrow$  0, 2  $\rightarrow$  1  $\rightarrow$  0, 3  $\rightarrow$  2  $\rightarrow$  1  $\rightarrow$  0
- Assumer un décodeur 7 segments disponible
- Horloge 1 Hz disponible
- Fonctionnement a) Sélectionner le chiffre de départ avec  $\Delta$   
b) Presser sur **Start**
- Dès que **Stop** pressé  $\Rightarrow$  retour à 0



Entrées U-UP } bouton-poussoir  
 S- Start } à être pressé pendant 1 sec-min  
 A-Stop (Arrêt) } pour signal reconnu valide

Sorties H - Sonnerie (Haut-parleur), active si H = 1  
 bits pour l'affichage

Solution (diagramme) :



à l'état 0, la seule variable d'intérêt = U

État 1, 2, 3 : variables U, A, S impliquées et 4 directions possibles

		Actions possibles						
		U	S	A	Up	Arrêt	Start	Sur place
X		0	0	0				1
		0	0	1			1	
		0	1	0		1		
		0	1	1	–	–	–	–
		1	0	0	1			
X		1	0	1	–	–	–	–
X		1	1	0	–	–	–	–
X		1	1	1	–	–	–	–

cas impossibles on ne presse pas 2 boutons en même temps (ils n'existent pas).

Note:  $\overline{\overline{U}\overline{A}\overline{S}} = \overline{U + A + S} = K$

Définition des bits			Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>0</sub>
(0)	0	->	0	0	0	0
(1)	1	->	0	0	0	1
(2)	2	->	0	0	1	0
(3)	3	->	0	0	1	1
(5)	1*	->	0	1	0	1
(6)	2*	->	0	1	1	0
(9)	1**	->	1	0	0	1

↙ bits cachés

7 états 0, 1, 2, 3, 1\*, 2\*, 1\*\*

Comme 1 est répété 3 fois, il nous faut 2 bits cachés!

=> 4 bits au total

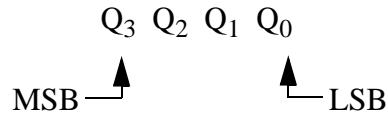


Table des actions :

L = Load

CE = Count Enable

				Q <sub>1</sub>	
		Q <sub>3</sub>			Q <sub>2</sub>
	0	1	3	2	
	CE	L,CE	L	CE	
	X <sup>4</sup>	L <sup>5</sup>	X <sup>7</sup>	L <sup>6</sup>	Autres états => don't care X
	X <sup>12</sup>	X <sup>13</sup>	X <sup>15</sup>	X <sup>14</sup>	
	X <sup>8</sup>	L <sup>9</sup>	X <sup>11</sup>	X <sup>10</sup>	
					Q <sub>0</sub>

Table du Load :

O	A+S	A+S	A+S
X	1	X	A
X	X	X	X
X	1	X	X

Table de CE :

U	U	O	U
X	O	X	O
X	X	X	X
X	O	X	X

Table Up/Down :

1	1	X	1
X	X	X	X
X	X	X	X
X	X	X	X

=> U/D toujours à 1

Table des Datas :

D<sub>3</sub>

X	O	O	O
X	O	X	$\overline{A}$
X	X	X	X
X	O	X	X

D<sub>2</sub>

X	O	S	S
X	O	X	O
X	X	X	X
X	O	X	X

D<sub>1</sub>

X	O	S	O
X	O	X	O
X	X	X	X
X	O	X	X

D<sub>0</sub>

X	O	O	S
X	O	X	$\overline{A}$
X	X	X	X
X	O	X	X

À l'état 1, directions possibles

0	Si	A	L	=>	$A \leftrightarrow L$	
1	Si	K	CE	=>	$K \leftrightarrow CE = 0$	
					$\overline{K} \leftrightarrow CE = 1$	
2	Si	U	CE	=>	$U \leftrightarrow CE = 1$	
					$U \leftrightarrow CE$	
0	Si	S	L	=>	$S \leftrightarrow L$	

pas compte donc  $\overline{K} \rightarrow CE$  compte

=>  $A + S \leftrightarrow L$  et  $\overline{K} + U \leftrightarrow CE$  en fait on pourrait mettre  $CE \leftrightarrow U$

(pareil pour état 2 et 3)

État 5, 9 : Load inconditionnel

Table des datas:

À l'état 2, directions possibles

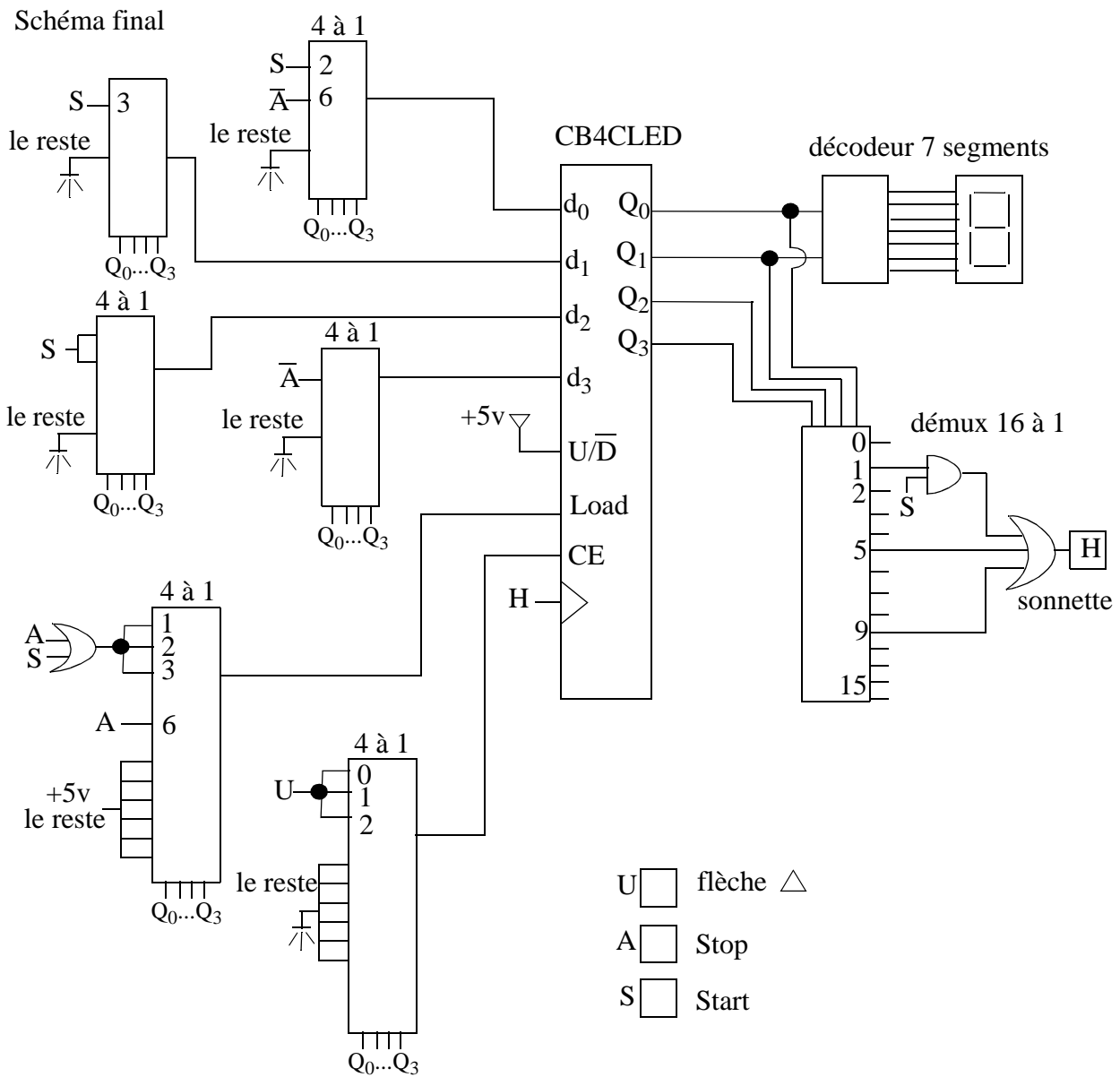
	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>	
	0	0	0	0	si A
U	0	1	0	1	si S
	0	S	0	S	

À l'état 3, directions possibles

	0	0	0	0	si A
U	0	1	1	0	si S
<hr/>					
	0	S	S	0	

À l'état 6, directions possibles

	0	0	0	0	si A
U	1	0	0	1	si S
<hr/>					
	$\bar{A}$	0	0	$\bar{A}$	



On emploie des mux 4 à 1, plusieurs pourraient être simplifiés

Pour la sonnette, on l'active aux états 1, 1\*, 1\*\*

