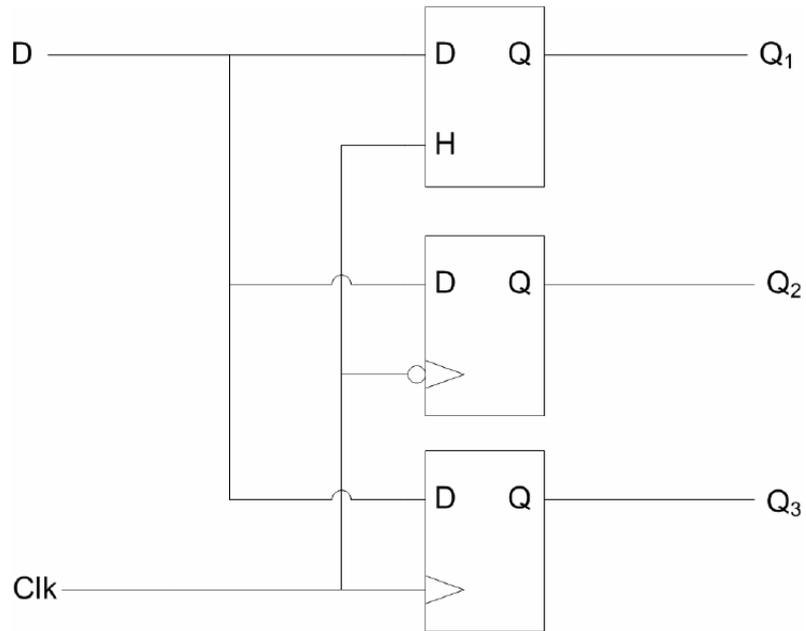
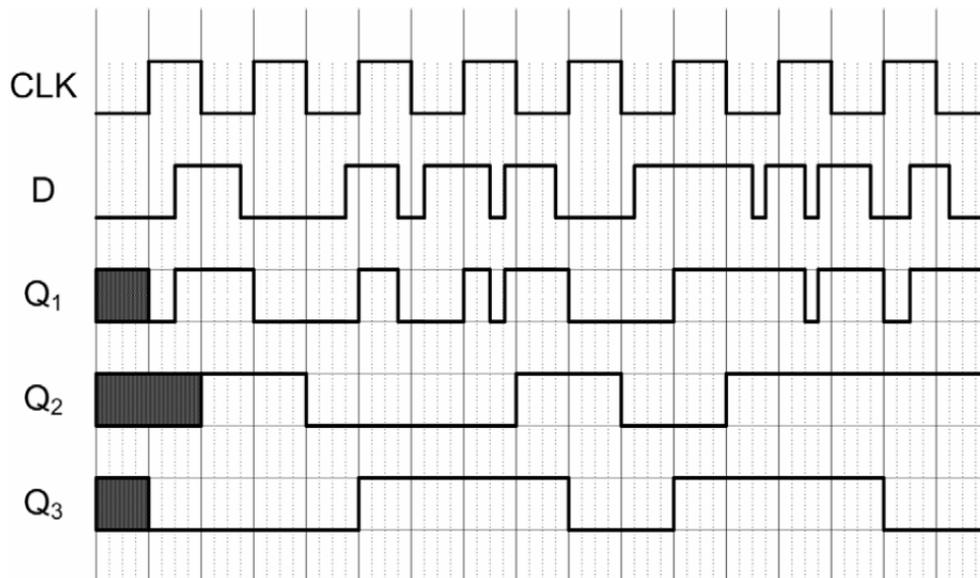


**Question 1 (3 pts, 10 min)**

Considérant le circuit suivant :

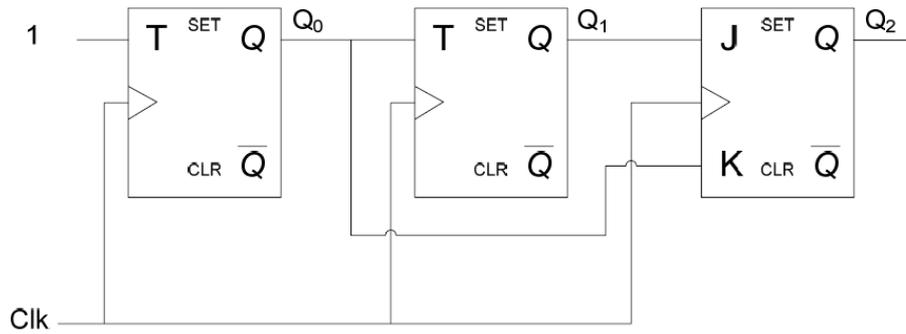


Où  $Q_1$ ,  $Q_2$  et  $Q_3$  sont respectivement les sorties d'une bistable D, d'une bascule maître-esclave D et d'une bascule D, compléter le chronogramme suivant :

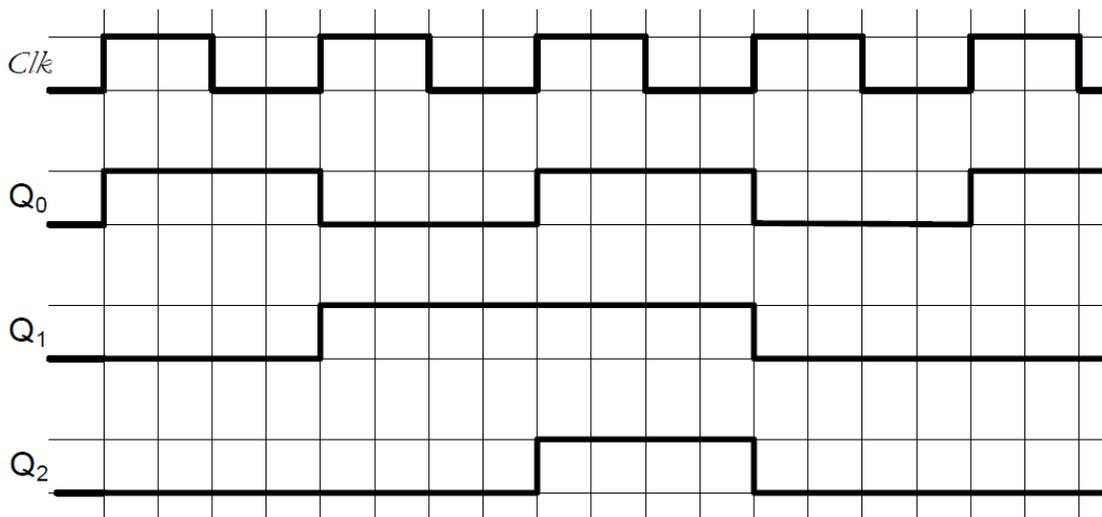


**Question 1 — Chronogramme (15 min — 6 pts)**

Considérant le circuit suivant composé de bascules T :

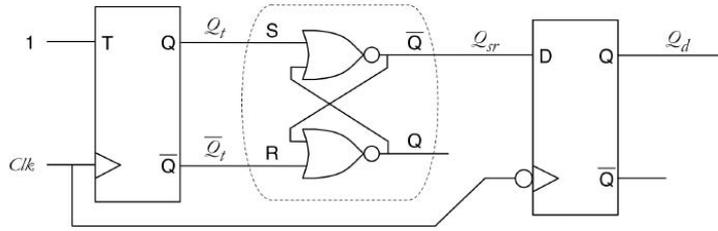


Compléter le chronogramme qui suit. Toutes les bascules sont initialisées à 0.

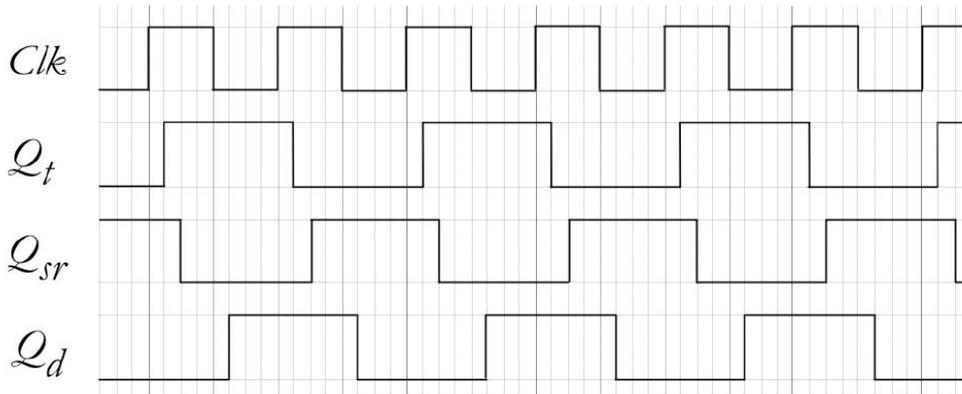


### Question 3 — Chronogramme (4 pts — 15 min)

Considérez le circuit suivant composé de bascules T et D et d'une bistable SR:



Complétez le chronogramme qui suit. Prenez garde au signal d'horloge de la bascule D. Prenez en compte le temps de propagation des bascules et de la bistable, tel qu'indiqué dans l'exemple ci-dessous :



## Compteurs : corrigés

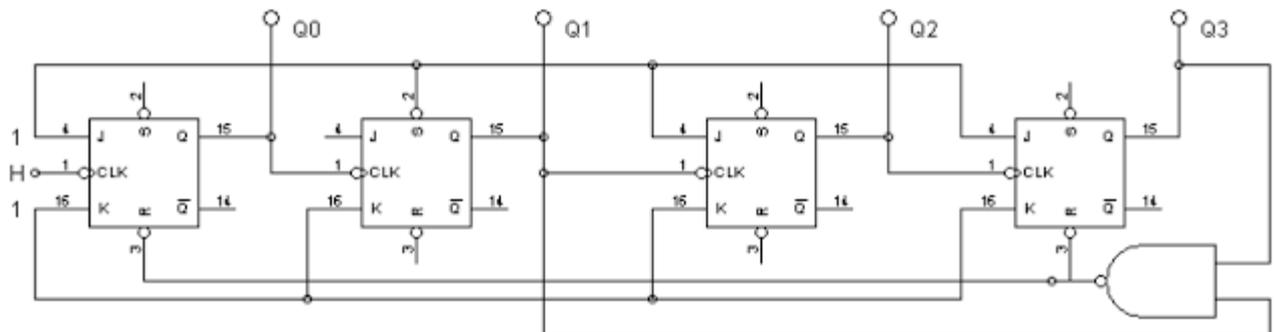
### SOLUTION EXERCICE 1

On va utiliser la bascule JK 7476 pour réaliser les compteurs.

#### 1. Compteur asynchrone modulo 10

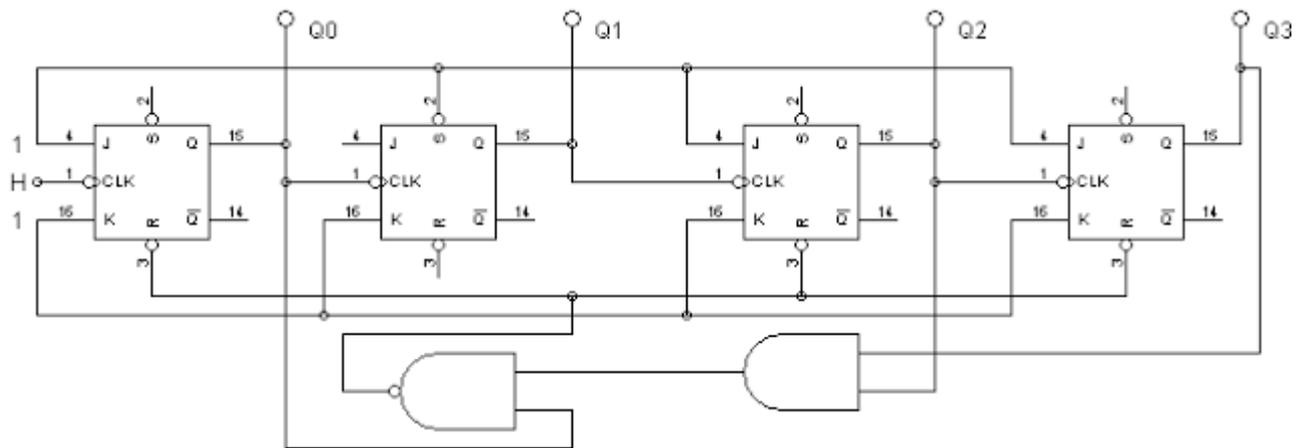
état	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	0	0	0	0

On se sert de l'état 10 (1010 ou  $Q_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0$ ) pour remettre le compteur à zéro. Et puisque c'est la première fois qu'on a  $Q_3 = 1$  et  $Q_1 = 1$ , alors on utilise seulement  $Q_3Q_1$  pour remettre les bascules  $Q_3$  et  $Q_1$  à zéro (les bascules  $Q_2$  et  $Q_0$  passent automatiquement à zéro).



## 2. Compteur asynchrone modulo 13

On se sert de l'état 13 (1101 ou  $Q_3Q_2Q_1\bar{Q}_0$ ) pour remettre le compteur à zéro (la remise à zéro se fait par application du niveau zéro sur l'entrée R). Et puisque c'est la première fois qu'on a  $Q_3 = Q_2 = Q_0 = 1$ , alors on utilise seulement  $Q_3Q_2Q_1$  pour remettre les bascules  $Q_3$ ,  $Q_2$  et  $Q_0$  à zéro (la bascule  $Q_1$  passe automatiquement à zéro).



### 3. Compteur synchrone modulo 10

J	K	Q
0	0	Q0
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q0}$

Pour réaliser des compteurs synchrones à base des bascules JK, on utilise la table suivante :

Etat présent Q <sub>n</sub>	Etat future Q <sub>n+1</sub>	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

X : indifférent (X = 0 ou X = 1)

Etat	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	0	0	0	0

Q3			
P	F	J3	K3
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	1	1	X
1	1	X	0
1	0	X	1

Q2			
P	F	J2	K2
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X
0	1	1	X
1	1	X	0
1	1	X	0
1	1	X	0
1	1	X	0
1	0	X	1
0	0	0	X
0	0	0	X

Q1			
P	F	J1	K1
0	0	0	X
0	1	1	X
1	1	X	0
1	0	X	1
0	0	0	X
0	1	1	X
1	1	X	0
1	0	X	1
0	0	0	X
0	0	0	X
0	0	0	X

Q0			
P	F	J0	K0
0	1	1	X
1	0	X	1
0	1	1	X
1	0	X	1
0	1	1	X
1	0	X	1
0	1	1	X
1	0	X	1
1	0	X	1
0	1	1	X
0	1	1	X
1	0	X	1

**P : présent F : future**

**A partir de la table Q<sub>0</sub>J<sub>0</sub> K<sub>0</sub> on peut tirer J<sub>0</sub> = K<sub>0</sub> = 1**

		Q1		Q0
	0	2	3	1
Q3	8	10	11	9
	12	14	15	13
Q2	4	6	7	5

Les cases 10 à 15 ne sont pas utilisées (compteur modulo 10).

On peut, donc, les remplir par des X.

		Q1		Q0
Q3		X	X	
	X	X	X	X
Q2				

J1		Q1		Q0
	0	X	X	1
Q3	0	X	X	0
	X	X	X	X
Q2	0	X	X	1

$$J_1 = K_1 = Q_0 \bar{Q}_3$$

K1		Q1		Q0
	X	0	1	X
Q3	X	X	X	X
	X	X	X	X
Q2	X	0	1	X

J2		Q1		Q0
	0	0	1	0
Q3	0	X	X	0
	X	X	X	X
Q2	X	X	X	X

$$J_2 = K_2 = Q_0 Q_1$$

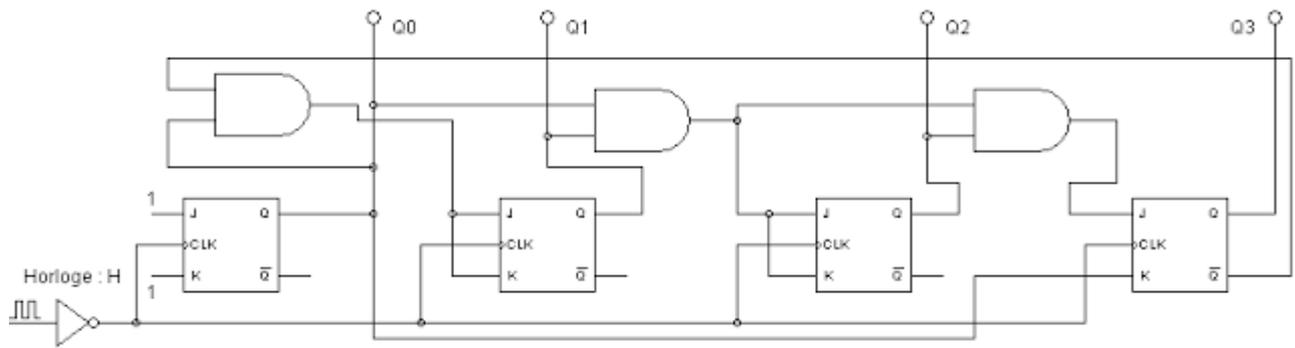
K2		Q1		Q0
	X	X	X	X
Q3	X	X	X	X
	X	X	X	X
Q2	0	0	1	0

J3		Q1	Q0
	0	0	0
Q3	X	X	X
	X	X	X
Q2	0	0	1

$$J_3 = Q_0 Q_1 Q_2$$

$$K_3 = Q_0$$

K3		Q1	Q0
	X	X	X
Q3	0	X	1
	X	X	X
Q2	X	X	X



## SOLUTION EXERCICE 2

Compteur synchrone modulo 8 à base des bascules D

	Qi présent			Qi future = Di		
Etat	Q2	Q1	Q0	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0
2	0	1	0	0	1	1
3	0	1	1	1	0	0
4	1	0	0	1	0	1
5	1	0	1	1	1	0
6	1	1	0	1	1	1
7	1	1	1	0	0	0
8	0	0	0			

		Q1		Q0
	0	2	3	1
Q2	4	6	7	5

$$D_0 = \bar{Q}_0$$

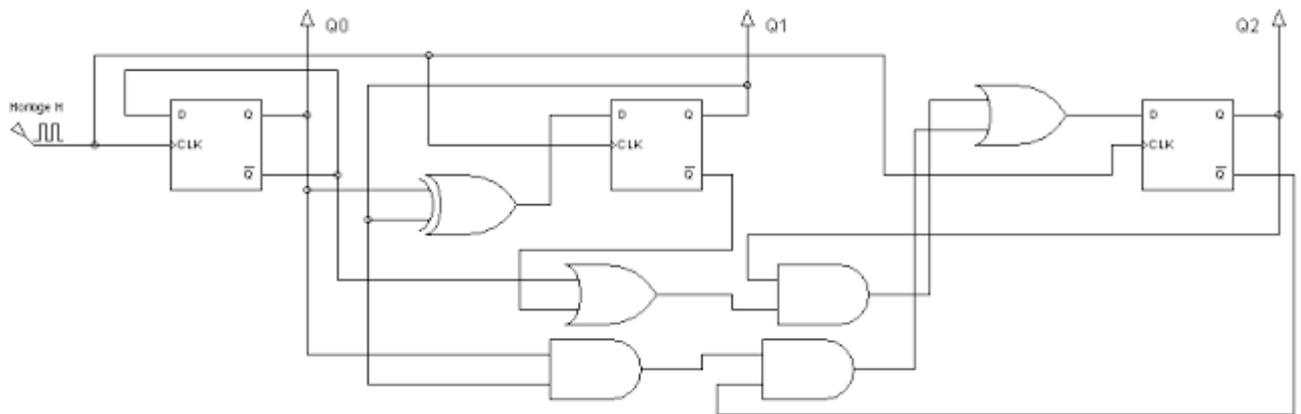
D0		Q1		Q0
	1	1	0	0
Q2	1	1	0	0

D1		Q1		Q0
	0	1	0	1
Q2	0	1	0	1

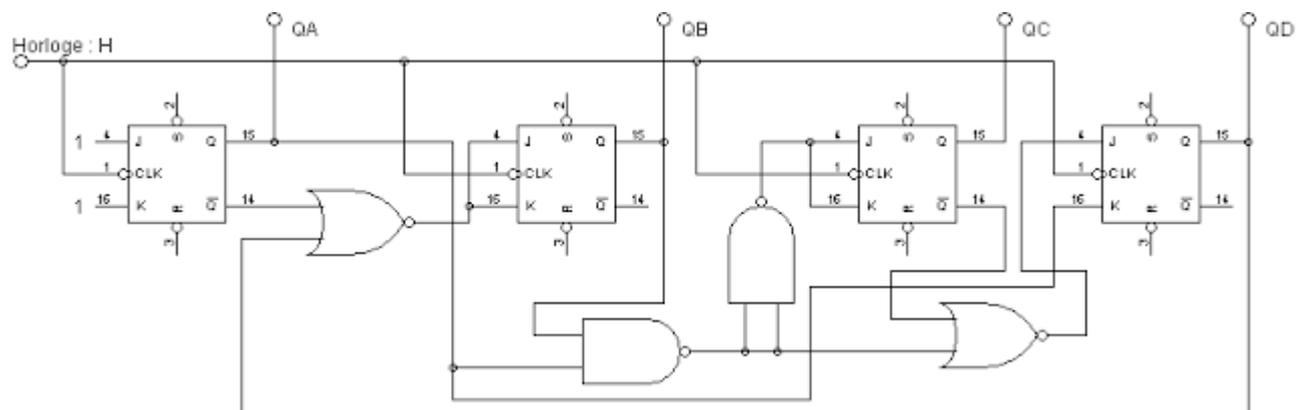
$$D_1 = \bar{Q}_0 Q_1 + Q_0 \bar{Q}_1$$

$$D_2 = \bar{Q}_0 Q_2 + \bar{Q}_1 Q_2 + Q_0 Q_1 \bar{Q}_2$$

D2		Q1		Q0
	0	0	1	0
Q2	1	1	0	1

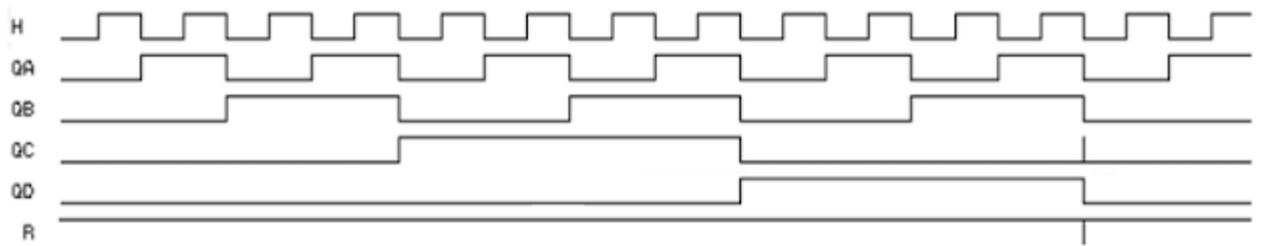
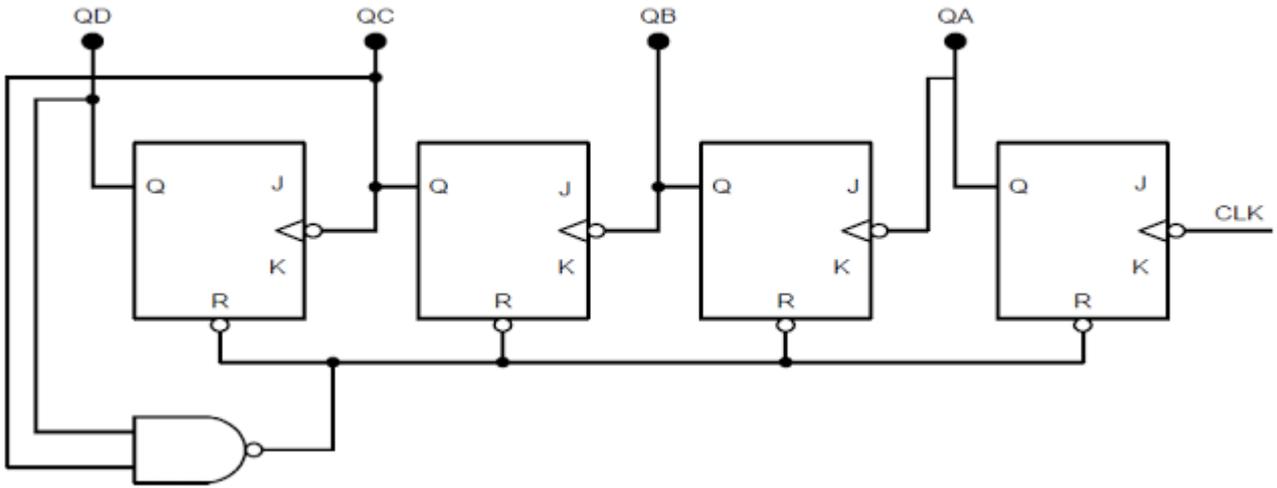


### SOLUTION EXERCICE 3



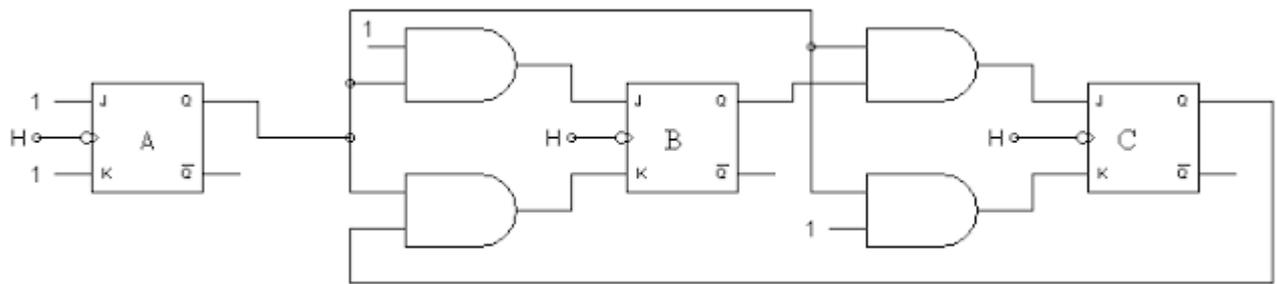
1.  $J_A = K_A = 1$     $J_B = K_B = \overline{Q_A + Q_D}$     $J_C = K_C = Q_A Q_B$     $J_D = \overline{Q_A Q_B} + Q_C$     $K_C = Q_A$





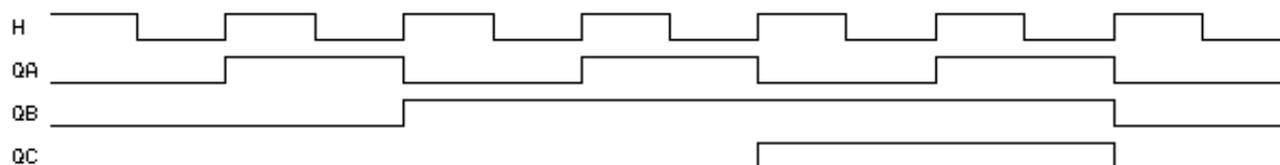
On a un compteur asynchrone modulo 12.

**SOLUTION EXERCICE 6**



1.  $J_A = K_A = 1$   $J_B = Q_A$   $K_B = Q_A Q_C$   $J_C = Q_A Q_B$   $K_C = Q_A$

2.



3. D'après les chronogrammes, ce compteur a pour modulo 6

Fréquence	Rapport cyclique
$f_C = f_H / 6$	$\alpha_C = 2 / 6 = 33,3\%$
$F_B = f_H / 6$	$\alpha_B = 4 / 6 = 66,6\%$
$F_A = f_H / 2$	$\alpha_A = 1 / 2 = 50\%$