

# ELECTRONIQUE NUMERIQUE

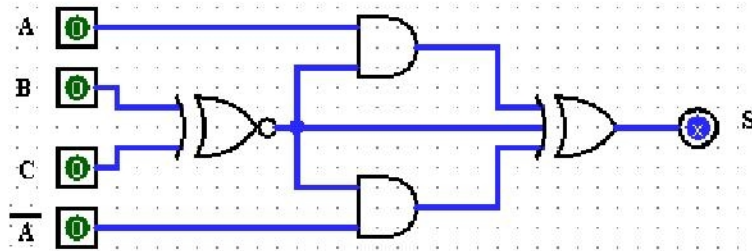
*Contrôle Finale + Rattrapage corrigés  
2015-2016*

WWW.FACEBOOK.COM/SMIA.STUDIES



S M I A  
S T U D I E S

1. Montrer que la sortie S du circuit ci-dessous est toujours nulle indépendamment des entrées.



2. On désire réaliser un système logique de contrôle de passage de véhicules sur un pont qui ne peut pas supporter plus de 10 tonnes. Le pont est doté de deux barrières A et B, une sur chaque côté. On désigne par a et b respectivement les poids des véhicules se présentant aux barrières A et B. Pa et Pb sont deux variables logiques (capteurs) qui indiquent la présence (ou absence) des véhicules devant les barrières A et B. Un capteur C1 permet de comparer les poids a et b :  $a \leq b$  ou  $a > b$ . Un second capteur C2 permet de comparer (a+b) et 10 tonnes :  $a+b \leq 10$  tonnes ou  $a+b > 10$  tonnes.

Codage des variables d'entrées :

Pa = 1 s'il y a présence d'un véhicule a devant la barrière A, Pa = 0 sinon,

Pb = 1 s'il y a présence d'un véhicule b devant la barrière B, Pb = 0 sinon,

$a > b$  correspond à C1 = 1 et  $a \leq b$  correspond à C1 = 0,

$a+b > 10$  tonnes correspond à C2 = 1 et  $a+b \leq 10$  tonnes correspond à C2 = 0.

Codage des variables de sorties :

Les deux sorties du système, notées A et B, décrivent l'état des barrières:

A = 1 si la barrière A est ouverte, A = 0 sinon. B = 1 si la barrière B est ouverte, B = 0 sinon.

Les conditions de fonctionnement du système sont les suivantes :

- Si un seul véhicule se présente, on ouvre la barrière correspondante à condition que son poids soit inférieur ou égal à 10 tonnes.
  - Si deux véhicules sont présents :
    - Si  $(a+b) \leq 10$  tonnes, les deux barrières A et B s'ouvrent,
    - Si  $(a+b) > 10$  tonnes, seulement la barrière correspondant au véhicule le plus léger s'ouvre.
  - Si l'un ou les deux capteurs C1 et C2 sont défectueux, les 2 barrières resteront fermées (par exemple : pas de véhicule présent devant la barrière A (Pa = 0) et il y a un véhicule devant la barrière B (Pb = 1) et pourtant nous avons C1 = 1 qui correspond à  $a > b$ ).
- a. Dressez la table de vérité des deux fonctions logiques de sortie A et B,
- b. Déterminer les formes disjonctives simplifiées des deux sorties (utiliser la méthode de Karnaugh),
- c. Réaliser les deux fonctions de sortie en utilisant:
- c1. uniquement des portes NAND à deux entrées,

c2. des multiplexeurs 16 vers 1,

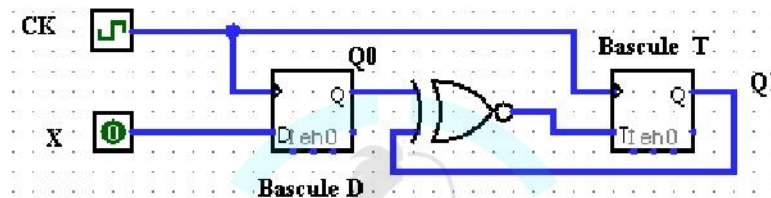
c3. des décodeurs 1 parmi 16.

3. Circuit arithmétique : A et B sont deux variables logiques codées respectivement sur 2 et 4 bits :  $A = A_1 A_0$  et  $B = B_3 B_2 B_1 B_0$ .

a. Donner le circuit logique qui effectue la multiplication binaire  $A \times B$  en utilisant des portes AND à deux entrées et des additionneurs complets d'un bit (pour réaliser une addition parallèle). Stocker le résultat de la multiplication dans un registre « R » à entrées/sorties parallèles en choisissant le nombre adéquat de bascules de type D. Mettre en évidence les bits d'états suivants : CF, SF, ZF.

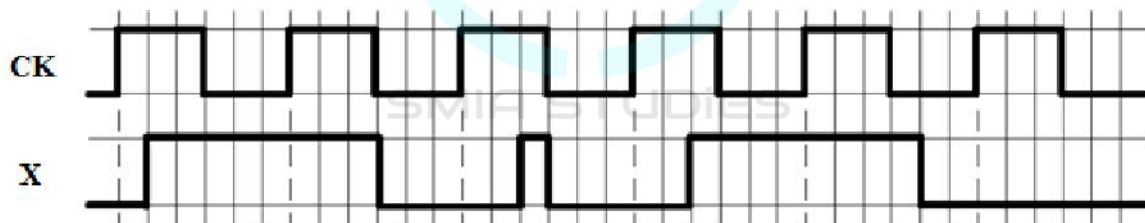
b. Interpréter le résultat stocké dans le registre « R » si  $CF = 1$ ,  $SF = 0$  et  $ZF = 0$ ,

4. Soit le circuit séquentiel suivant:



a. Donner la forme canonique de l'entrée de la bascule T, indiquer le front actif des bascules.

b. Les deux bascules sont initialisées à 0 à  $t = 0$ , tracer les chronogrammes de Q0 et Q1 en fonction du front actif de l'horloge et en utilisant les chronogrammes présentés ci-dessous.



c. Donner le circuit équivalent si on remplace la porte XNOR par une porte XOR.



## EX1 :

Soit  $X = B \oplus C$  alors  $S = AX \oplus X \oplus \overline{A}X = X(A \oplus 1 \oplus \overline{A}) + \overline{X}(0 \oplus 0 \oplus 0)$   
 $= X(A \oplus A) + \overline{X}(0) = X(0) + \overline{X}(0) = 0$

## EX2 :

- a. Dressez la table de vérité des deux fonctions logiques de sortie A et B,

a. en entrée :  $P_A$  et  $P_B$  et  $C_1 \rightarrow \begin{cases} = 1 & \text{si } a > b \end{cases} \begin{cases} = 0 & \text{si } a \leq b \end{cases}$   
 $C_2 \rightarrow \begin{cases} = 1 & \text{si } (a+b) > 10T \end{cases} = 0 \text{ sinon}$

$P_A$  et  $P_B = 1$  si voiture

en sortie les barrières A et B

$P_A$	$P_B$	$C_1$	$C_2$	A	B
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	0	1

(pas de voiture)  
 (capteur 2 défaillant)  
 (c1 défaillant)  
 (c1 et c2 défaillant)  
 (une voiture poids < 10T)  
 (trop lourd)  
 (c1 défaillant)  
 (c2 défaillant)  
 (c1 défaillant)  
 (Idem)  
 (a < 10T OK)  
 (trop lourd)  
 (2 voitures légères)  
 (a léger)  
 (2 voitures légères)  
 (b léger)

- b. Déterminer les formes disjonctives simplifiées des deux sorties (utiliser la méthode de Karnaugh),

b.

$C_1 \backslash P_A P_B$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	0	1	0
11	0	0	0	0
10	0	0	1	1

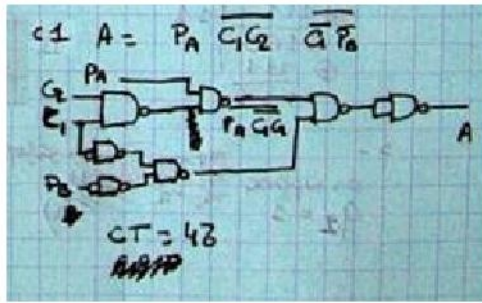
$A = P_A P_B \overline{C_1} + P_A C_1 \overline{C_2}$

$C_2 \backslash P_A P_B$	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	0	0	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	0

$B = \overline{C_1} \overline{C_2} P_B + P_A P_B C_1$

- c. Réaliser les deux fonctions de sortie en utilisant:

- c1. uniquement des portes NAND à deux entrées,



Même principe pour la sortie B

c2. des multiplexeurs 16 vers 1,  
voir EX1 et EX2 TD n°3

c3. des décodeurs 1 parmi 16.  
voir EX1 et EX2 TD n°3

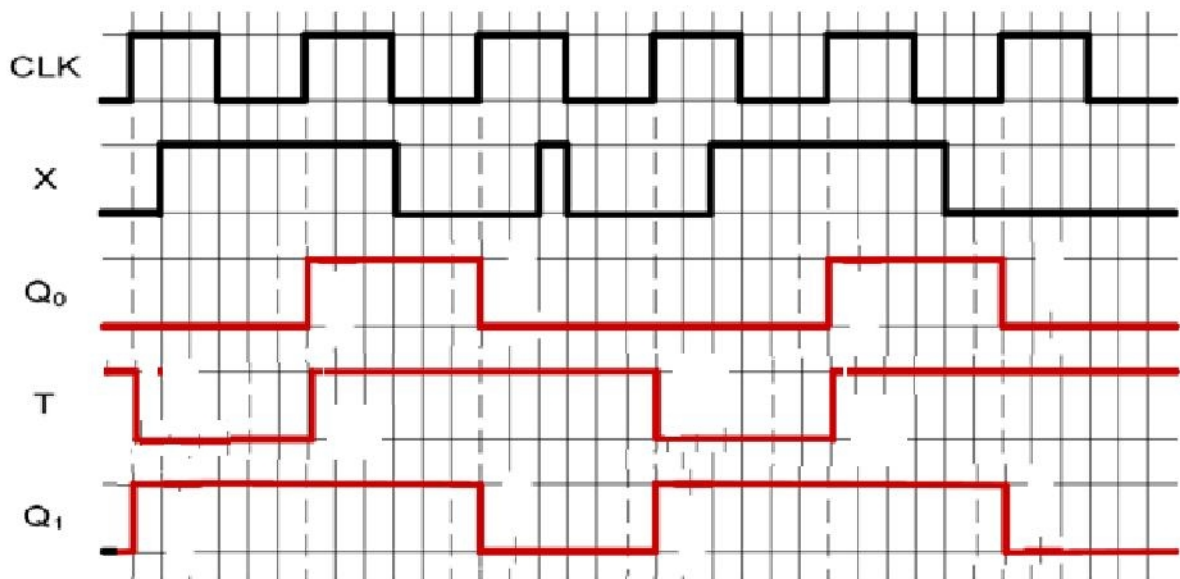
### EX3.

Il est similaire à l'exercice n° 5 traité dans la série de TD n°2.

### EX4.

a)  $T = \overline{Q_0 \oplus Q_1}$ , les bascules sont actives au front montant de CK

b)

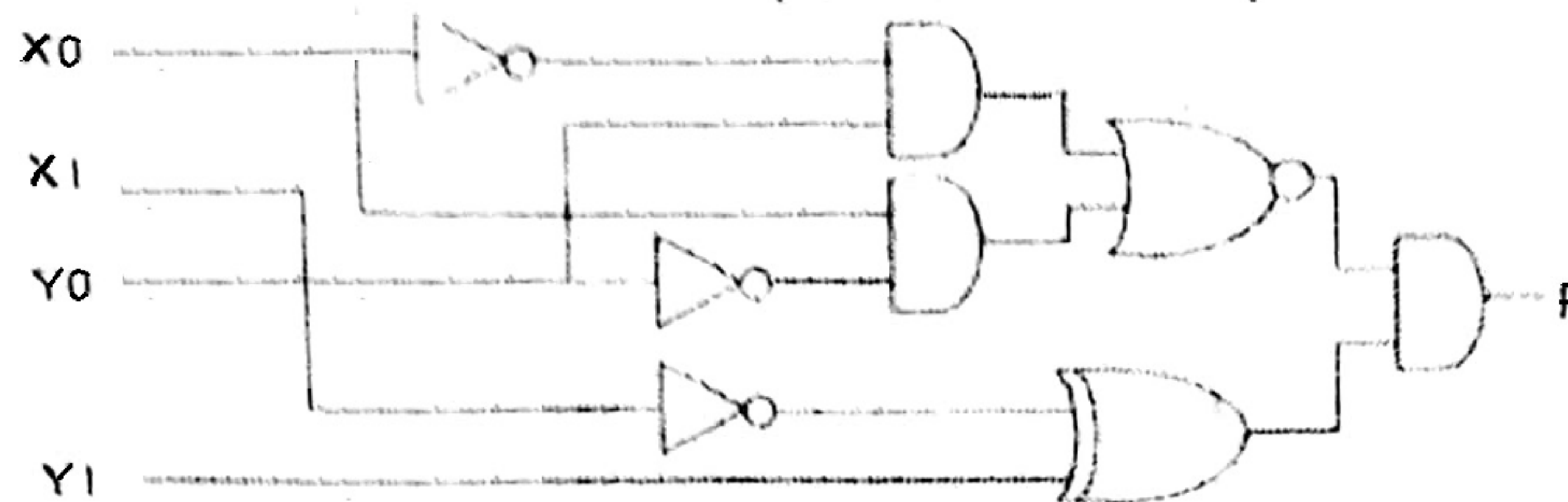


c) le circuit équivalent si on remplace la porte XNOR par une porte XOR est une bascule D





**EX1.** Extraire la forme canonique de la fonction logique  $F$  à partir du circuit logique ci-dessous. Simplifier cette fonction et déduire l'opération effectuée par ce circuit



**EX2.** Un contrôle de qualité est effectué sur des briques dans une usine. Chaque brique possède quatre variables de qualité : son poids "P", sa longueur "L", sa largeur "l" et son épaisseur "e". Les valeurs de ces quatre variables sont mesurées sur chaque brique et elles sont classées en trois catégories :

- Qualité A: elle est égale à "1" si le poids "P" et deux variables au moins sont correctes.
- Qualité B: elle est égale à "1" si le poids "P" seul est incorrect ou bien le poids "P" est correct et deux variables au moins sont incorrectes.
- Qualité C: elle est égale à "1" si le poids "P" et une ou plusieurs variables sont incorrectes.

Il est à noter que le codage des entrées est effectué comme suit :

"1" correspond à une variable d'entrée correcte et "0" à une variable d'entrée incorrecte.

a. Dressez la table de vérité des fonctions logiques de sortie (A, B et C) en fonction des entrées (P, L, l et e).

b. Déterminer les formes disjonctives simplifiées des sorties (utiliser la méthode de Karnaugh)

**EX3.** On désire comparer les valeurs des bits a, b, c (considérées dans cet ordre) aux valeurs des bits x, y, z (également considérées dans cet ordre) pour détecter la coïncidence suivante :

$$a = x, b = y \text{ et } c = z$$

Déterminer la forme canonique de la fonction logique  $F$  satisfaisant la condition suivante :

$F = 1$  si il y a une coïncidence,  $F = 0$  sinon. Déduire le circuit logique correspondant.

**EX4.** En utilisant un décodeur (1 parmi 8) et deux portes logiques à deux entrées, réaliser les fonctions  $F1$ ,  $F2$  définies par la table de vérité suivante:

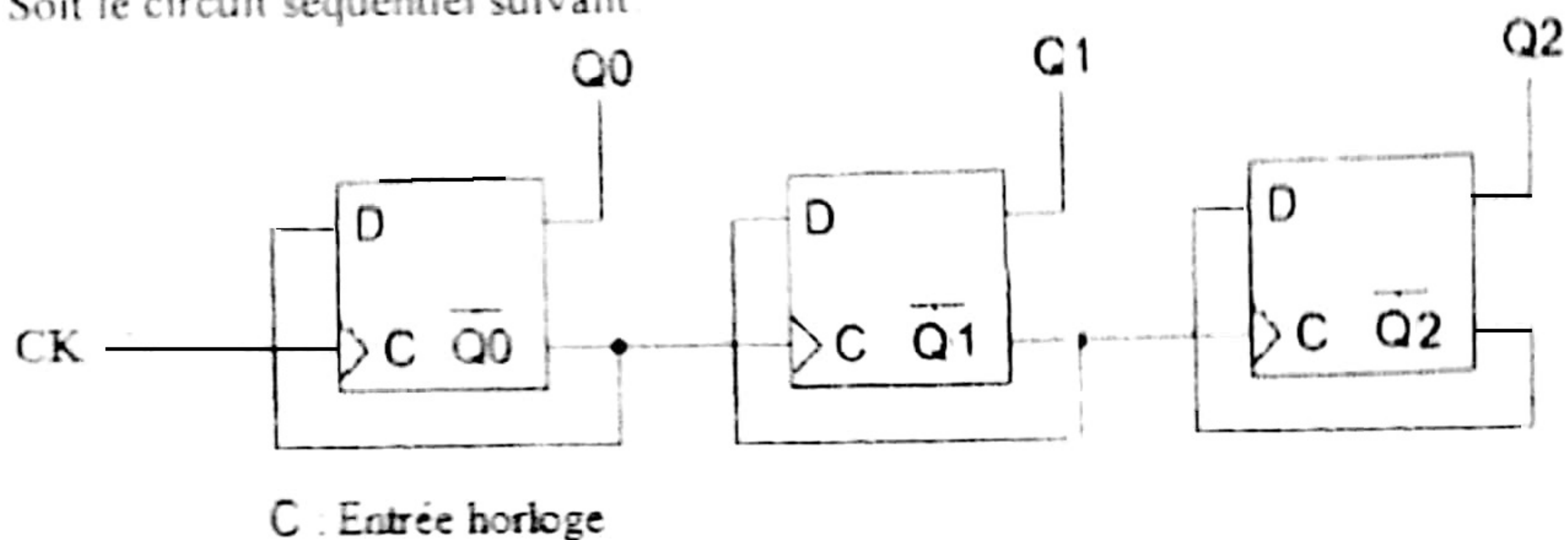
A	B	C	F1	F2
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	0



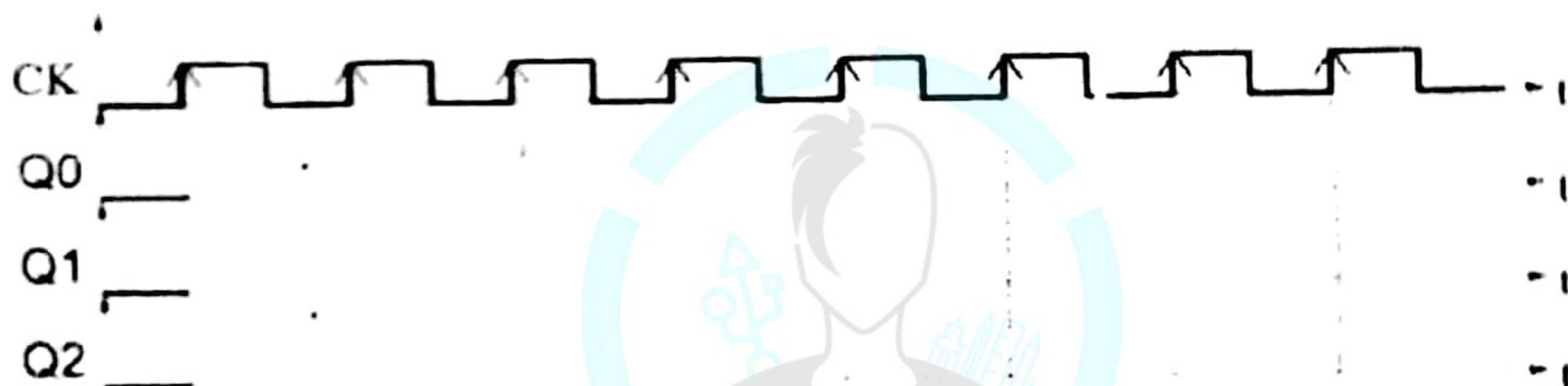
**EX5.** Réaliser un multiplexeur 8 vers 1 à partir de deux multiplexeurs 4 vers 1 et d'un multiplexeur 2 vers 1

**EX6.** En utilisant un minimum de portes logiques, construire une bascule D à partir d'une bascule T et une bascule T à partir d'une bascule D

**EX7.** Soit le circuit séquentiel suivant :



a. Compléter les chronogrammes des sorties Q0, Q1 et Q2 :



b. Déduire le nombre d'impulsions de CK pour avoir  $Q0 = 1$ ,  $Q1 = 1$  et  $Q2 = 0$ .