

## Les bascules

## TABLE DES MATIERES :

1.	INTRODUCTION.....	3
2.	LES BASCULES.....	3
3.	BASCULE R-S.....	3
3.1	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT. ....	3
3.1.1	Schéma. ....	3
	Table de vérité. ....	4
3.2	REPRÉSENTATION NORMALISÉE. ....	4
3.3	CHRONOGRAMMES ASSOCIES. ....	5
4.	VERROU D (LATCH D OU TRANSPARENT LATCH). ....	5
4.1	REPRESENTATION NORMALISEE. ....	5
4.2	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT. ....	6
4.2.1	Table de vérité. ....	6
4.3	CHRONOGRAMMES ASSOCIES. ....	7
5.	BASCULE D (FLIP-FLOP).....	7
5.1	REPRESENTATION NORMALISEE. ....	7
5.2	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT. ....	7
5.2.1	Table de vérité. ....	7
5.3	CHRONOGRAMMES ASSOCIES. ....	8
6.	BASCULE JK. ....	8
6.1	REPRESENTATION NORMALISEE. ....	8
6.2	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT. ....	9
6.2.1	Table de vérité. ....	9
6.3	CHRONOGRAMMES ASSOCIES ....	9
7.	COMPTEURS/DECOMPTEURS.....	10
7.1	EXEMPLE DE REPRESENTATION DE COMPTEURS.....	10
7.2	FONCTIONNEMENT DES COMPTEURS/DECOMPTEURS.....	10
7.2.1	COMPTEURS BINAIRES.....	10
7.2.2	COMPTEURS DECIMAUX (COMPTEUR BCD). ....	12
7.2.3	MODE SYNCHRONE.....	13
7.2.4	MODE ASYNCHRONE.....	14
8.	APPLICATIONS. ....	15
8.1	DIVISEUR PAR 2 AVEC BASCULE D. ....	15
8.1.1	Schéma. ....	15
8.1.2	Chronogrammes associés. ....	15
8.1.3	Travail demandé. ....	15
8.2	DIVISEUR PAR 2 AVEC BASCULE JK.....	16
8.2.1	Schéma. ....	16
8.2.2	Chronogrammes associés. ....	16
8.2.3	Travail demandé. ....	16

## 1 INTRODUCTION.

La logique combinatoire présente des sorties qui, à un instant donné, ne dépendent que des valeurs présentes sur les entrées. La logique séquentielle prend en considération les conditions antérieures à l'instant donné, ce qui permet de réaliser des dispositifs à mémoire.

## 2 LES BASCULES.

Les bascules sont de manière générale des bistables, ce qui permet d'obtenir des niveaux logiques stables sur leur sorties (soit "1" ou "0").

Elles réalisent de ce fait une fonction mémoire temporaire permettant ainsi de stocker des informations. Ces dernières pouvant être aussi annulées à tout moment.

Bistable: Qui possède deux états stables. En logique ceci se traduit par les états logiques "1" ou "0".

Monostable: Qui possède un seul état stable, l'autre état est temporaire.

## 3 BASCULE R-S.

La bascule R-S constitue le point mémoire de base. Elle comporte deux entrées R et S et deux sorties Q et  $\bar{Q}$ .  $\bar{Q}$  étant toujours le complément de Q.

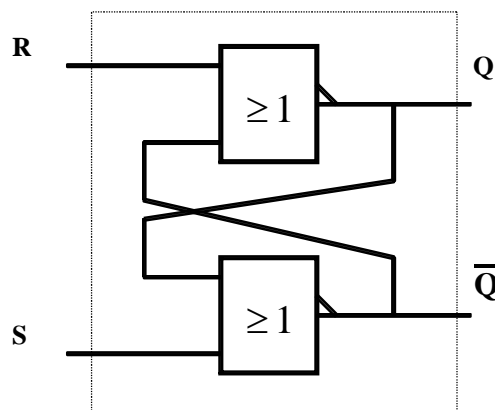
Les lettres R et S proviennent des initiales de deux mots anglo-saxons:

- **R** signifiant Reset qui veut dire replacer (dans l'état initial),
- **S** signifiant Set qui veut dire placer (dans un état),

### 3.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.

Exemple de bascule RS réalisée à partir de deux opérateurs logiques de type OU-NON à deux entrées.

#### 3.1.1 Schéma.



### 3.1.2 Table de vérité.

La table de vérité ci-dessous montre le fonctionnement de La bascule RS.

entrée	entrée	sortie	sortie
R	S	$Q_n$	$\overline{Q}_n$
0	0	$Q_n - 1$	$\overline{Q}_n - 1$
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	?	?

### 3.1.3 Explication:

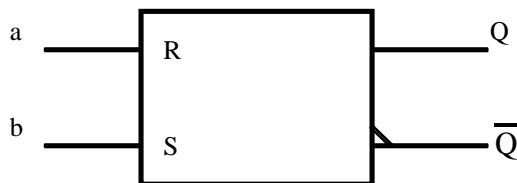
Le cas  $R=0$  et  $S=0$  correspond à la mémorisation de l'information. La sortie ne change pas d'état par rapport au précédent  $Q_n=Q_{n-1}$ .

L'entrée S permet de fixer la sortie Q à "1".

L'entrée R permet de fixer la sortie Q à "0".

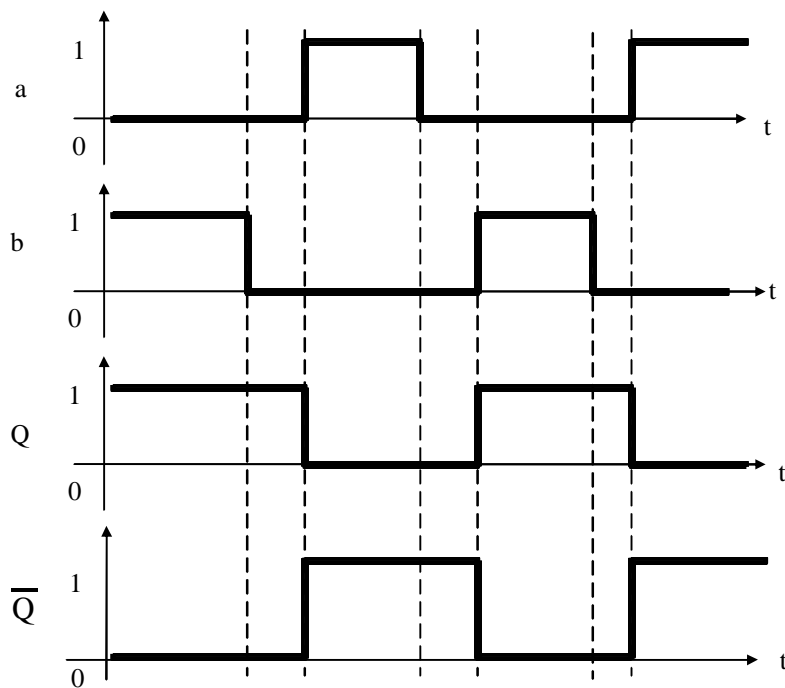
Remarque: L'application de  $S=1$  et  $R=1$  est un cas indéterminé, qu'il est interdit d'utiliser dans les applications.

### 3.2 REPRÉSENTATION NORMALISÉE.



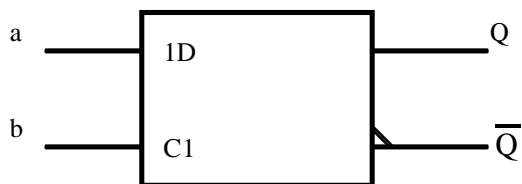
### 3.3 CHRONOGRAMMES ASSOCIES.

#### Chronogrammes de la bascule RS.



### 4 VERROU D (LATCH D OU TRANSPARENT LATCH).

#### 4.1 REPRESENTATION NORMALISEE.



a et b sont des variables d'entrées.

C est une entrée de synchronisation (entrée d'horloge). elle permet de synchroniser le fonctionnement du verrou D.

Notion de dépendance.

Le chiffre 1 affecté sur les entrées C et D signifie que l'entrée D ne sera active que si l'entrée C est activée au préalable. Le fonctionnement de l'entrée D est conditionné par l'état de l'entrée C.

## 4.2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.

### 4.2.1 Table de vérité.

La table de vérité ci-dessous montre le fonctionnement du verrou D.

entrée	entrée	sortie	sortie
D	C	$Q_n$	$\overline{Q}_n$
a	b		
0	0	$Q_n - 1$	$\overline{Q}_n - 1$
1	0	$Q_n - 1$	$\overline{Q}_n - 1$
0	1	0	1
1	1	1	0

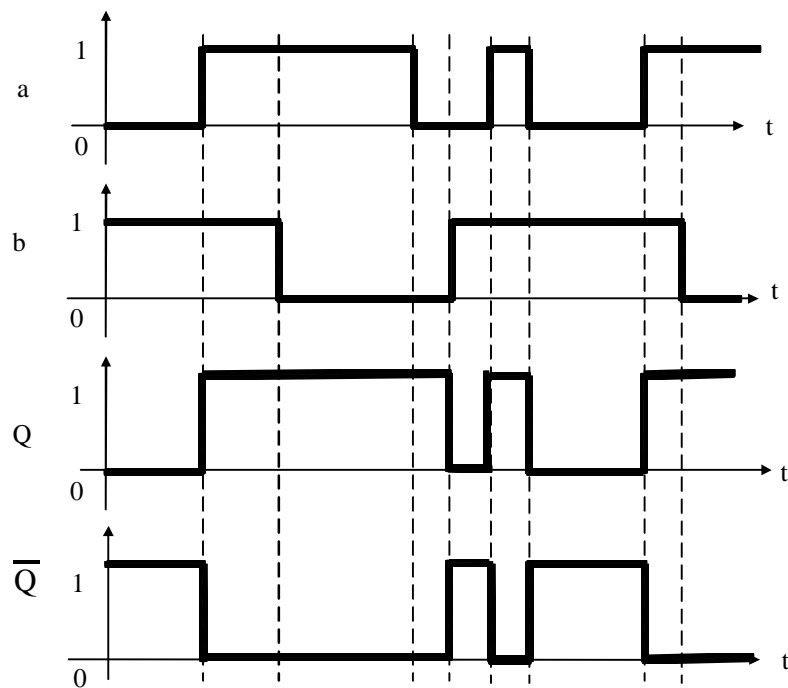
### 4.2.2 Explication:

La sortie Q suit l'information présente sur l'entrée D tant que l'entrée C est au niveau logique haut.

Quand l'entrée d'horloge (C) est à l'état logique "0", la sortie Q garde en mémoire le niveau logique que possédait D au moment de la transition de C de "1" vers "0" et ceci jusqu'à ce que C prenne à nouveau la valeur "1".

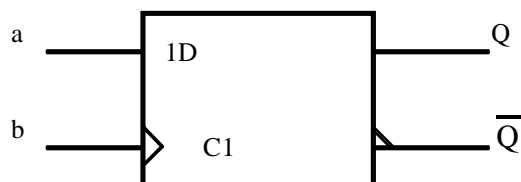
### 4.3 CHRONOGRAMMES ASSOCIES.

#### Chronogrammes du verrou D.



## 5 BASCULE D (FLIP-FLOP).

### 5.1 REPRESENTATION NORMALISEE.



#### Remarque:

Ce symbole signifie que l'entrée est dynamique et qu'elle est activée sur une transition montante 0→1

### 5.2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.

#### 5.2.1 Table de vérité.

La table de vérité ci-dessous montre le fonctionnement de la bascule D.

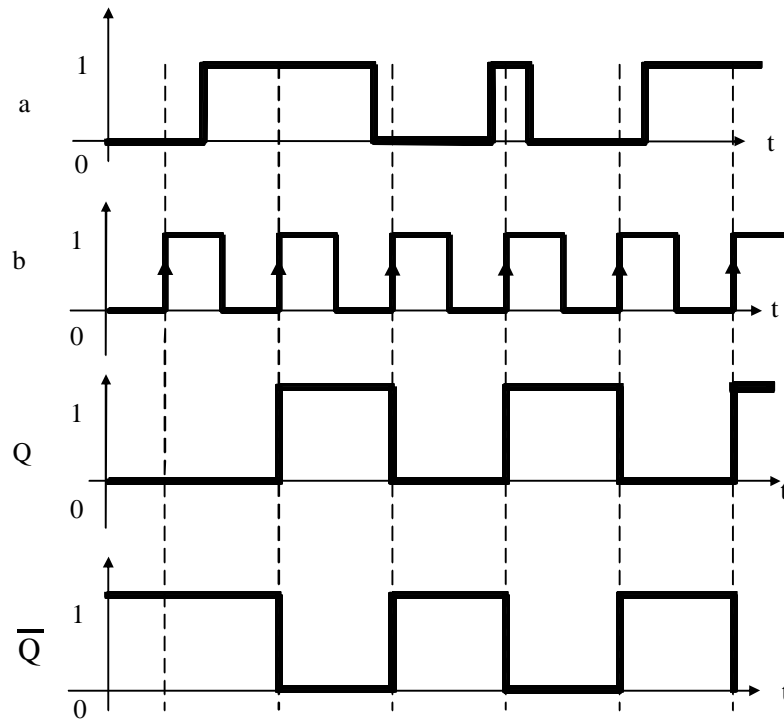
entrée	entrée	sortie	sortie
D	C	$Q_n$	$\bar{Q}_n$
a	b		
X	↓	$Q_{n-1}$	$\bar{Q}_{n-1}$
1	↑	1	0
0	↑	0	1

### 5.2.2 Explication:

La sortie Q prend l'information a présente en D au moment de l'apparition d'un front montant sur l'entrée C (b passe de 0 à 1) et seulement à cet instant. Le reste du temps Q garde l'information en mémoire jusqu'au prochain front montant sur C.

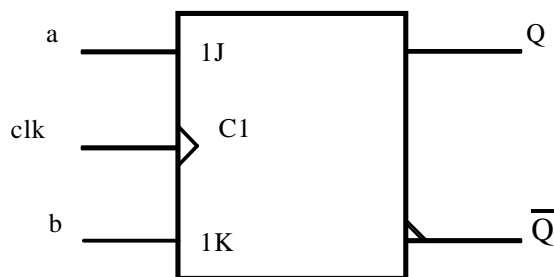
### 5.3 CHRONOGRAMMES ASSOCIES.

Chronogrammes d'une bascule D.



## 6 BASCULE JK.

### 6.1 REPRESENTATION NORMALISEE.



Remarque:

Les entrées J et K sont des entrées normalisées et synchrones avec celle de C.



## 6.2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.

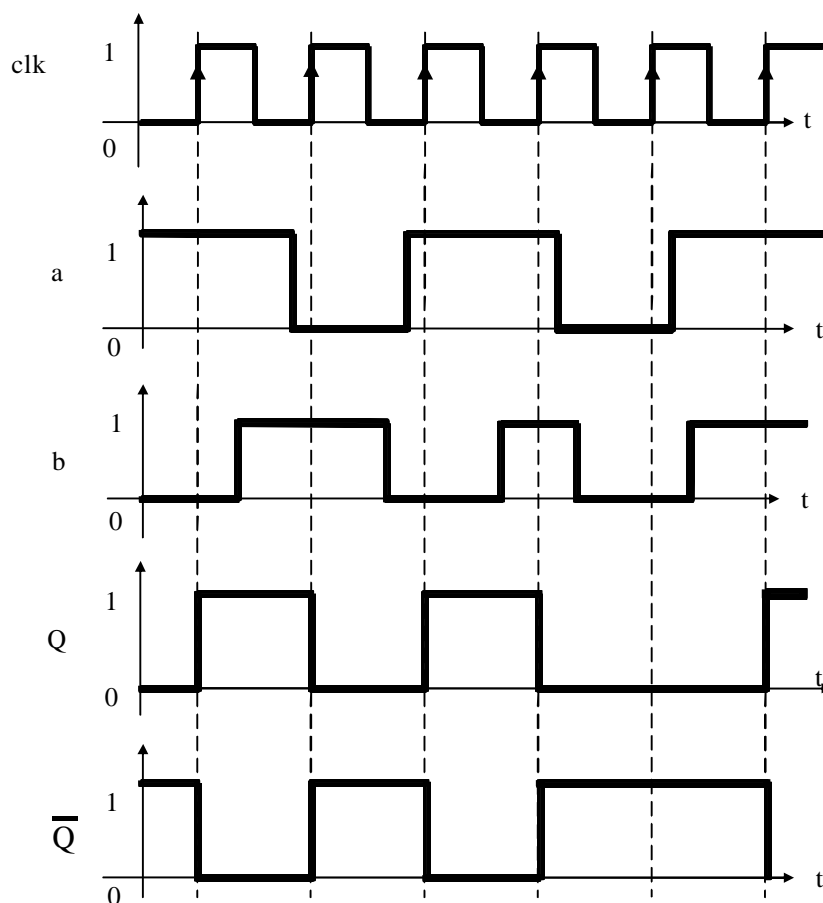
### 6.2.1 Table de vérité.

La table de vérité ci-dessous montre le fonctionnement de la bascule JK.

entrée	Entrée	entrée	sortie	sortie	
J	K	C	Q <sub>n</sub>	$\overline{Q}_n$	Fonctionnement
a	b	clk			
X	X	↓	Q <sub>n-1</sub>	$\overline{Q}_{n-1}$	Mémoire
0	0	↑	Q <sub>n-1</sub>	$\overline{Q}_{n-1}$	Mémoire
1	0	↑	1	0	Set
0	1	↑	0	1	Reset
1	1	↑	$\overline{Q}_{n-1}$	Q <sub>n-1</sub>	Toggle

## 6.3 CHRONOGRAMMES ASSOCIES

Chronogrammes d'une bascule JK.

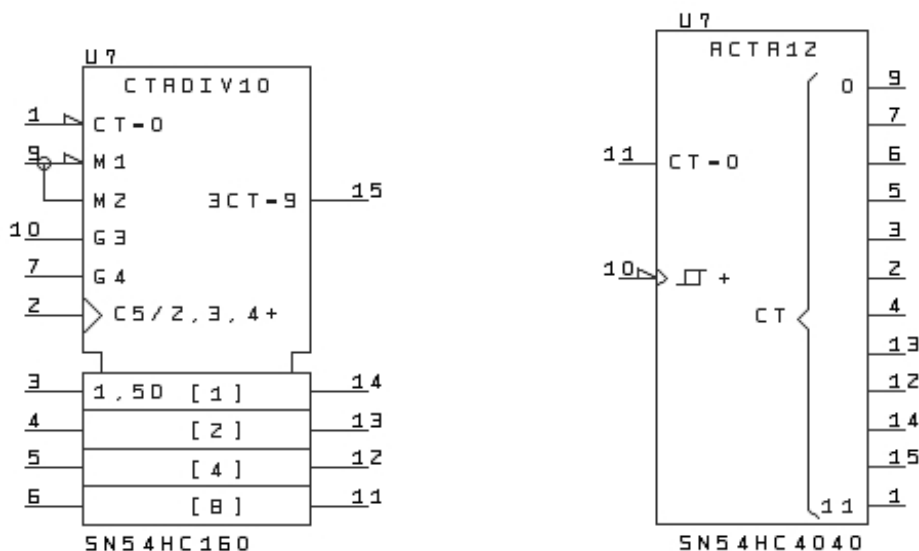


## 7 COMPTEURS/DECOMPTEURS.

Les compteurs et/ou décompteurs sont constitués d'un agencement interne de bascules et d'opérateurs logiques qui, selon leur câblage, permet de réaliser un comptage et/ou un décomptage. Selon le type de compteur/décompteur désiré cet agencement diffère.

Certains circuits possèdent une (ou des) entrée(s) qui permet(tent) de sélectionner le mode comptage ou le mode décomptage en fonction du niveau logique appliqué sur ces dites entrées, ce sont des circuits compteur/décompteur.

### 7.1 EXEMPLE DE REPRESENTATION DE COMPTEURS.



### 7.2 FONCTIONNEMENT DES COMPTEURS/DECOMPTEURS.

Il existe

deux types de comptage/décomptage: BINAIRE ou DECIMAL,

et

deux modes de comptage/décomptage: SYNCHRONE ou ASYNCHRONE.

#### 7.2.1 COMPTEURS BINAIRES.

Un compteur est dit "compteur binaire" lorsque le compteur effectue un comptage binaire, c'est à dire que l'ensemble des états logiques que peuvent prendre les sorties du compteur forme des mots ou des nombres binaires 11001101.

Exemple:

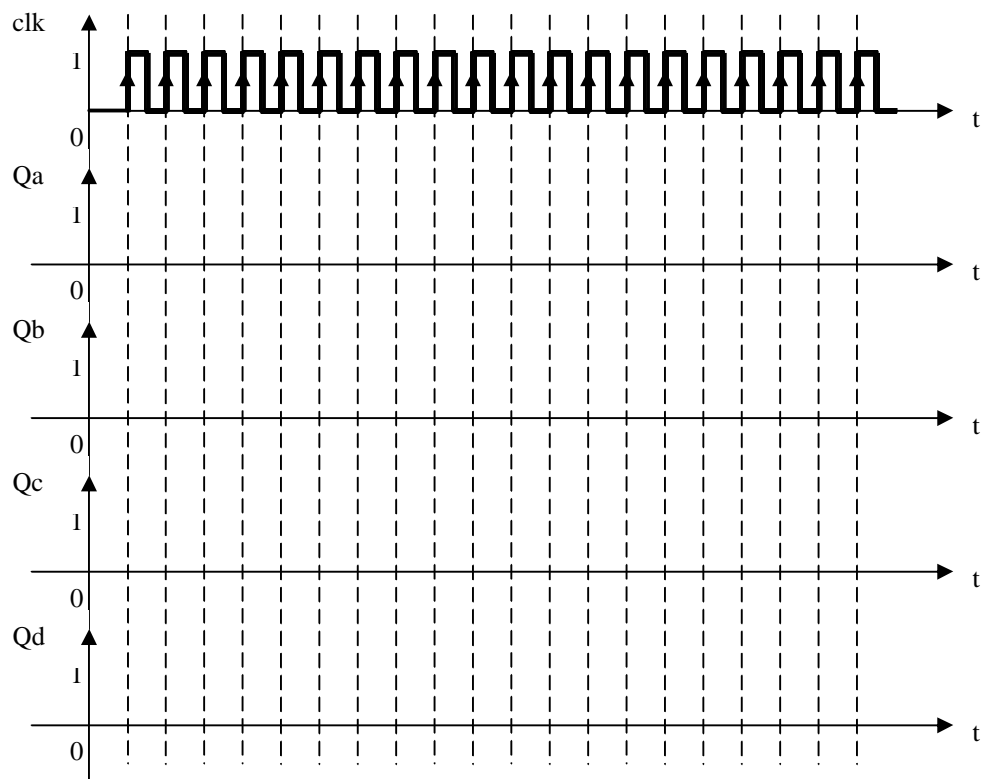
Si un compteur possède 4 sorties Qa, Qb, Qc et Qd, le nombre de code possible sera  $2^4 = 16$ .

Le compteur peut compter jusqu'à 15: 0, 1, 2, 3, ..., 15.

Tableau des valeurs pour un compteur à 4 sorties.

Sorties du compteur					Sorties du compteur				
Qd	Qc	Qb	Qa		Qd	Qc	Qb	Qa	
0	0	0	0	0	1	0	0	0	8
0	0	0	1	1	1	0	0	1	9
0	0	1	0	2	1	0	1	0	10
0	0	1	1	3	1	0	1	1	11
0	1	0	0	4	1	1	0	0	12
0	1	0	1	5	1	1	0	1	13
0	1	1	0	6	1	1	1	0	14
0	1	1	1	7	1	1	1	1	15

Chronogrammes associés.



## 7.2.2 COMPTEURS DECIMAUX (COMPTEUR BCD).

Un compteur est dit "compteur décimal" ou "compteur BCD" lorsque le nombre de mots binaires possibles fournis par ses sorties est au plus de dix, cela signifie que le compteur ne pourra compter au delà de la valeur 9, et donc la prochaine valeur correspondra à la valeur de départ 0.

Un compteur décimal possède 4 sorties binaires Qa, Qb, Qc et Qd comme un compteur binaire. Mais le nombre de codes possibles en sortie ne sera que de 10, du code 0000bin=0déc au code 1001bin=9déc.

Nota: Compteur BCD signifie Compteur Binaire Codé Décimal.

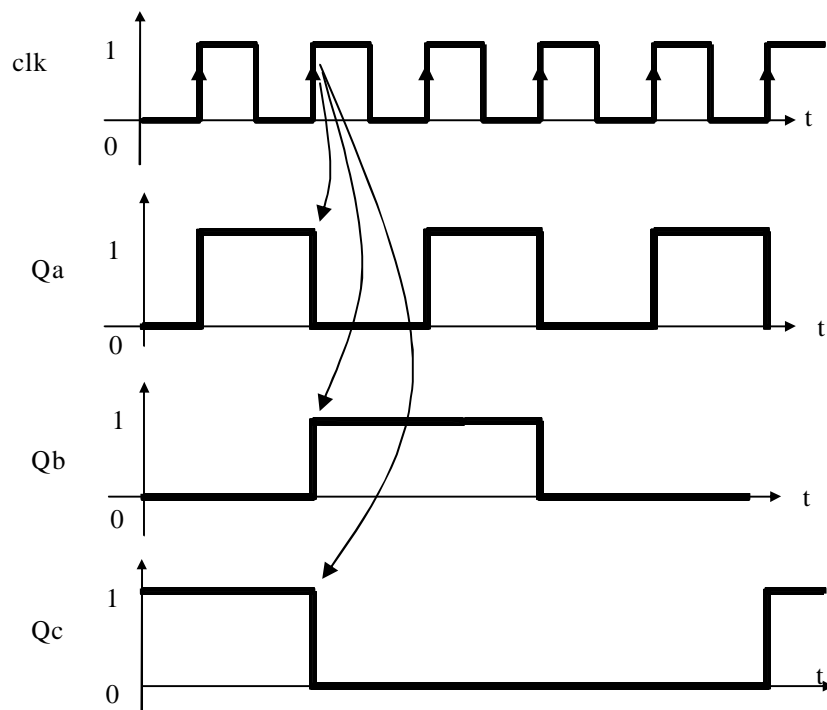
Tableau des valeurs pour un compteur BCD à 4 sorties.

Sorties du compteur					Sorties du compteur				
Qd	Qc	Qb	Qa		Qd	Qc	Qb	Qa	
0	0	0	0	0	0	1	1	0	6
0	0	0	1	1	0	1	1	1	7
0	0	1	0	2	1	0	0	0	8
0	0	1	1	3	1	0	0	1	9
0	1	0	0	4	0	0	0	0	0
0	1	0	1	5	0	0	0	1	1

### 7.2.3 MODE SYNCHRONE.

Un "Compteur Synchrone" signifie que les bascules qui composent le compteur sont synchronisées par le même signal (signal d'horloge) et donc "basculent" au même instant. Par conséquent le changement d'état des différentes sorties ( $Q_a$ ,  $Q_b$ , ...,  $Q_n$ ) que composent le compteur ne peut s'effectuer qu'à des instants identiques.

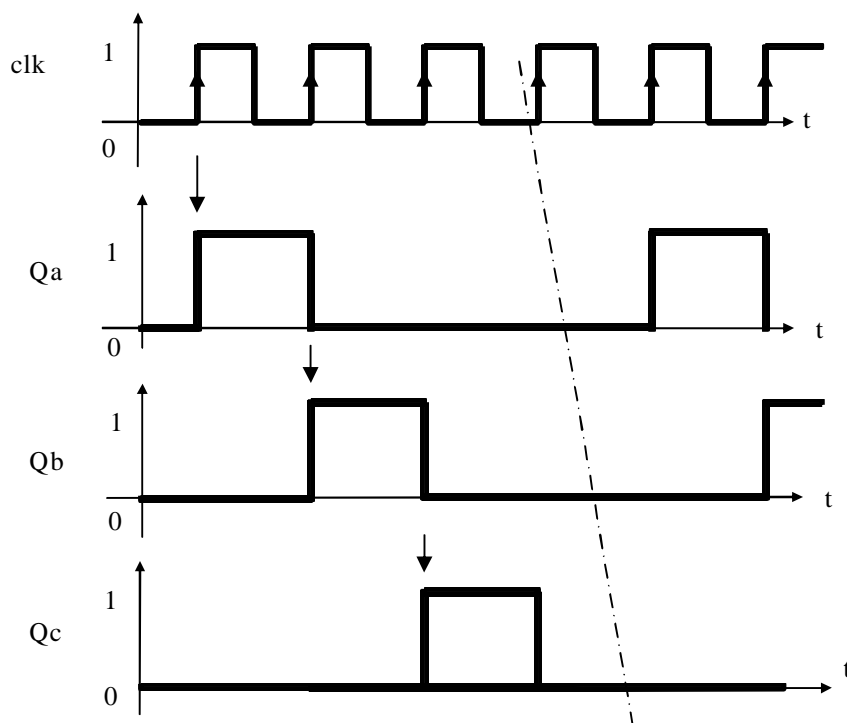
Chronogrammes.



## 7.2.4 MODE ASYNCHRONE.

Un "Compteur Asynchrone" signifie que les "basculements" des bascules du compteur s'effectuent les uns après les autres. Le changement d'état de la sortie d'une bascule autorisera le changement d'état de la sortie de la bascule suivante et ainsi de suite. C'est un fonctionnement dit en cascade. La conséquence de ce type de fonctionnement est que le changement d'état des sorties du compteur ne s'effectue pas à des instants réguliers.

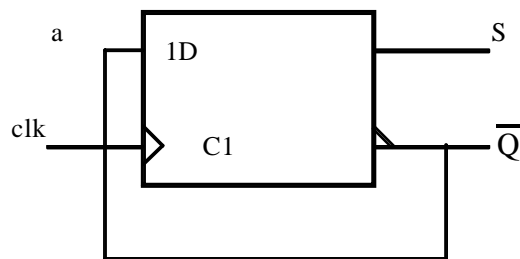
Chronogrammes.



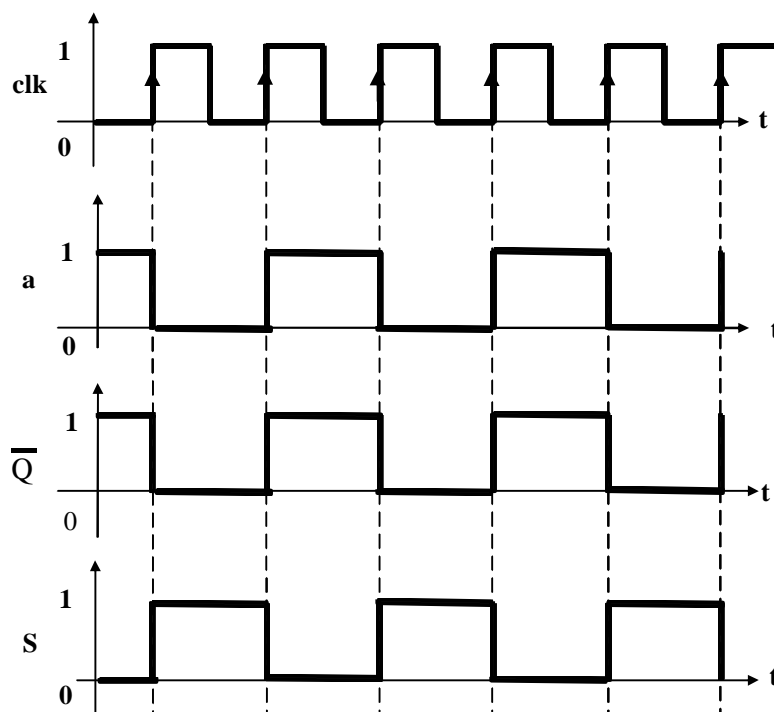
## 8 APPLICATIONS.

### 8.1 DIVISEUR PAR 2 AVEC BASCULE D.

#### 8.1.1 Schéma.



#### 8.1.2 Chronogrammes associés.



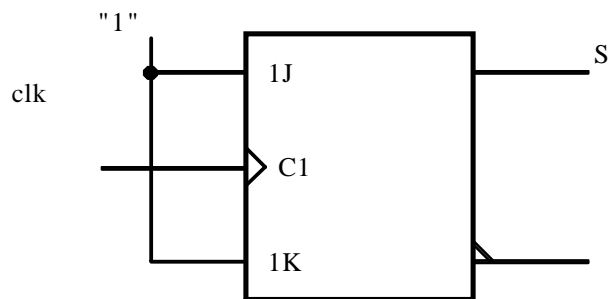
#### 8.1.3 Travail demandé.

Conditions initiales: à l'instant  $t=0$ ,  $Q=S=1$

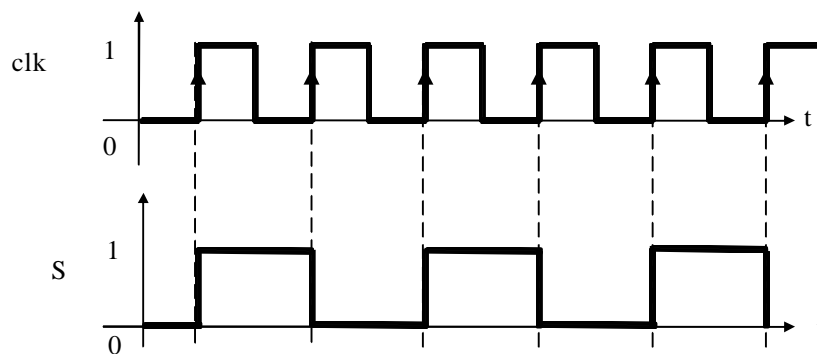
- Il vous appartient de représenter et de compléter les chronogrammes ci-dessus. Montrer que la fréquence  $F_S$  est bien divisée par 2 par rapport à celle  $F_{clk}$ .

## 8.2 DIVISEUR PAR 2 AVEC BASCULE JK.

### 8.2.1 Schéma.



### 8.2.2 Chronogrammes associés.



### 8.2.3 Travail demandé.

Conditions initiales: à l'instant  $t=0$ ,  $Q=S=1$

- Il vous appartient de représenter et de compléter les chronogrammes ci-dessus.  
Montrer que la fréquence  $F_S$  est bien divisée par 2 par rapport à celle  $F_{clk}$ .