

# CHAPITRE A3 : LOGIQUE SÉQUENTIELLE

## LECON A3.1 : LES SYSTÈMES SÉQUENTIELS (LES BASCULES)

### I- Fonction mémoire (Rappels)

#### 1- Introduction :

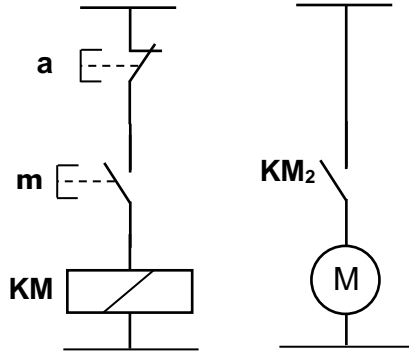
☉ **Activité de découverte** : Commande d'un moteur (M) par deux boutons poussoirs marche (m) et arrêt (a)

- Logique .....

**Table de vérité :**

m	a	M
0	0	
1	0	
0	0	
0	1	
1	1	

**Schéma électrique à contacts :**



Pour la même combinaison d'entrée (00) on a obtenu la même sortie, il s'agit donc d'un système .....

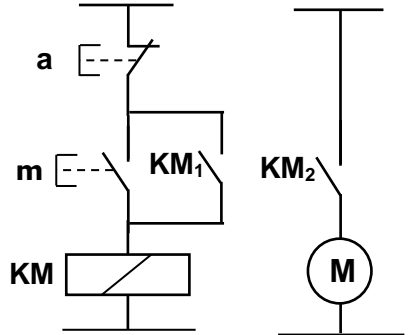
**KM** : Bobine du contacteur  
**KM<sub>1</sub>** et **KM<sub>2</sub>** contacts du contacteur **KM**

- Logique .....

**Table de vérité :**

m	a	M
0	0	
1	0	
0	0	
0	1	
1	1	

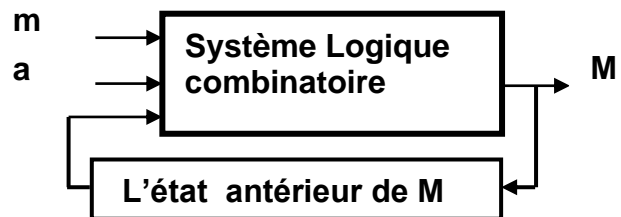
**Schéma électrique à contacts :**



Pour la même combinaison d'entrée (00) on a obtenu deux sorties différentes, il ne s'agit pas donc d'un système combinatoire mais d'un système .....

### 2- Définition :

Dans un système combinatoire les sorties dépendent **uniquement** des variables d'entrée, alors dans un système séquentiel, l'état des **sorties** dépend à la fois **des variables d'entrée** et de **l'état antérieur (précédent) des sorties**.



### 3- Mémoire :

Une mémoire est un système séquentiel, elle est commandée par une ou deux entrées. Elle possède deux sorties nommées Q et  $\bar{Q}$ .

Elle mémorise continuellement dans le temps la dernière information reçue (soit 1 soit 0). La mémoire est très utilisée dans les calculatrices, les unités de traitement de l'information puisque c'est elle qui permet de stocker temporairement ou en permanence les données traitées.

Il existe trois types de technologie pour la fonction mémoire :

- Electromagnétique : Relais
- Pneumatique : mémoire pneumatique
- électronique : **Bascule** ; les bascules les plus courantes sont de 4 types RS, JK, D et T

On distingue deux modes de fonctionnement des bascules : **asynchrone** et **synchrone**.

## II- Les bascules asynchrones :

### 1- Bascule RS asynchrone

La bascule est dite **asynchrone** si la sortie ou l'état de mémorisation dépend à tout instant de l'état simultané des entrées.

La bascule **RS** comporte deux entrées **R** et **S** et deux sorties **Q** et  $\bar{Q}$ .

#### Activité 1 : Bascule RS

1)- Câbler le logigramme de la **figure 2** sur un simulateur logique ou sur une plaque d'essais.

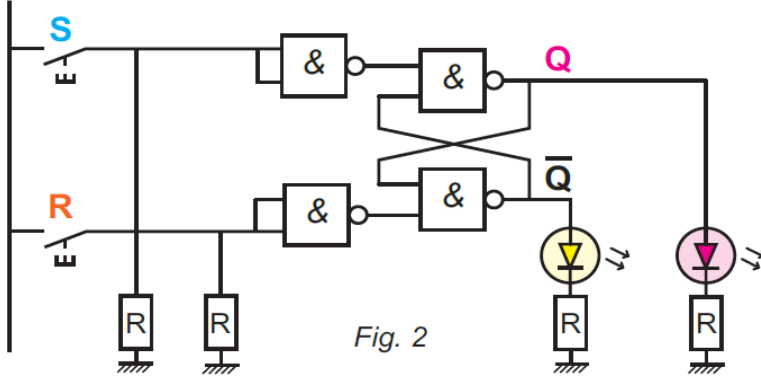


Fig. 2

2)- Actionner les boutons S et R dans l'ordre donné dans le tableau suivant:

S	R	$Q_n$	$Q_{n+1}$	Commentaire
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

### 3)- Analyse de fonctionnement

Répondre aux questions suivantes:

a- Quelle est la fonction du bouton **S**?

.....

b- Quelle est la fonction du bouton **R**?

.....

c- La bascule **RS**, mémorise-t-elle son état antérieur?

.....

.....

#### a- Table de vérité réduite

R	S	$Q_{n+1}$	Remarques
0	0		
0	1		
1	0		
1	1	-	<b>interdit</b>

d- Quels sont les états des sorties **Q** et  $\bar{Q}$  obtenus en actionnant simultanément S et R?

.....

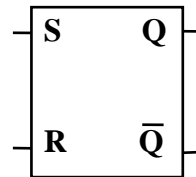
.....

e- Pourquoi appelle-t-on cet état de fonctionnement un «état indéfini»?

.....

.....

#### b- Symbole



**S** : Set (mise à .....)

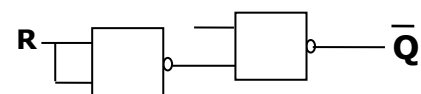
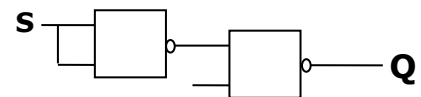
**R** : Reset (mise à .....)

### c- Equation et logigrammes :

- cases vides utilisées « 1 » (**Mémoire à marche prioritaire**)

RS		$Q_n$			
		00	01	11	10
$Q_n$	0				
	1				

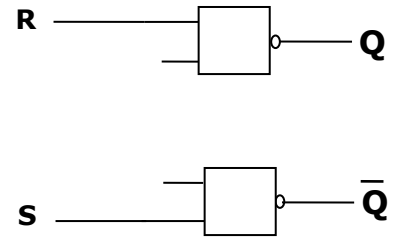
$Q_{n+1}$



$Q_{n+1} =$  .....

- cases vides non utilisées « 0 » (Mémoire à arrêt prioritaire)

RS		RS			
		00	01	11	10
Q <sub>n</sub>	0				
	1				
					Q <sub>n+1</sub>



Q<sub>n+1</sub> = .....

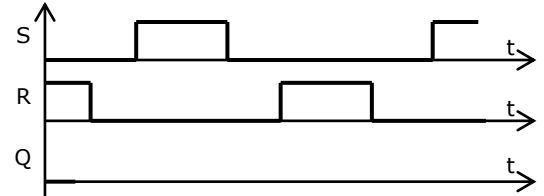
**d-Diagramme de fluence:**



**e-Table de transition :**

	S	R
Enclenchement (ε)		
Déclenchement (δ)		
Maintient à 0 (μ <sub>0</sub> )		
Maintient à 1 (μ <sub>1</sub> )		

**f-Chronogrammes :**



**2- Bascule  $\bar{S} \bar{R}$  asynchrone :**

Les entrées de chaque bascule R-S sont actives sur un niveau bas

**Table de vérité :**

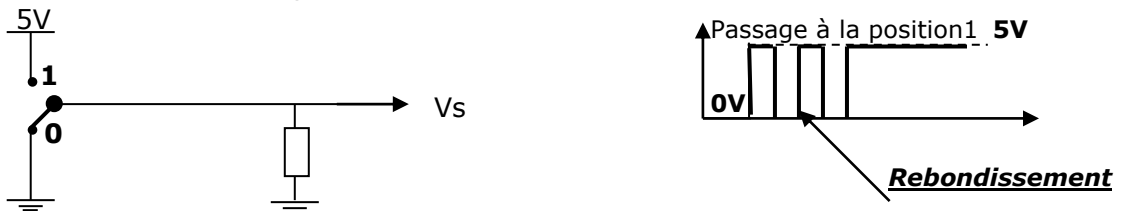
$\bar{S}$	$\bar{R}$	Q <sub>n+1</sub>
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

**Réalisation industrielle :**

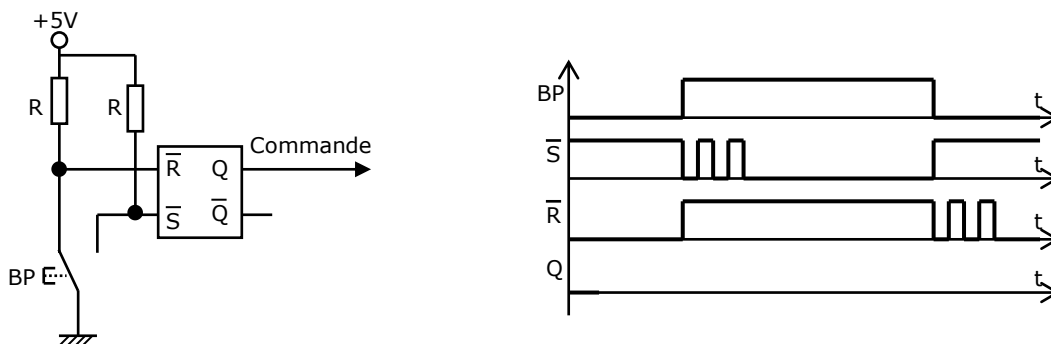
- 74LS118 : 6 bascules RS (TTL)
- SFC74LS279E : 4bascules RS (TTL)
- HEF4043B : 4bascules RS (CMOS)

**3- Résolution des problèmes de rebondissement d'un contact :**

Il est pratiquement impossible de construire un interrupteur mécanique dans lequel il n'y aurait qu'une seule transition entre deux tensions, à cause du phénomène de rebondissement des contacts.



Une bascule RS peut être utilisée pour supprimer ce rebondissement qui dure généralement quelques millisecondes, mais qui peut être très gênant pour certaines applications.



### III- Bascules synchrones :

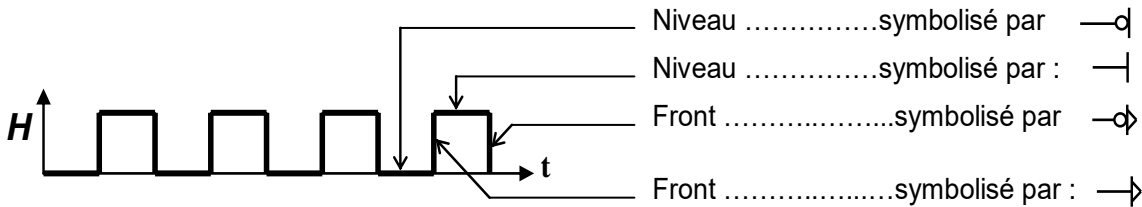
#### 1- Généralités

##### a- Définition

Le changement d'état d'une sortie d'un système séquentiel synchrone dépend de l'état des entrées de commande à la présence d'un signal actif de synchronisation appelé **signal d'horloge** (H ou T ou CLK). Alors que dans un système séquentiel asynchrone la sortie change d'état seulement à chaque action sur l'une des entrées de commande.

##### b- Modes d'action du signal d'horloge :

Une horloge est un montage électronique fournissant des signaux réguliers dans le temps.



#### 2- Bascule RS synchrone ou RSH

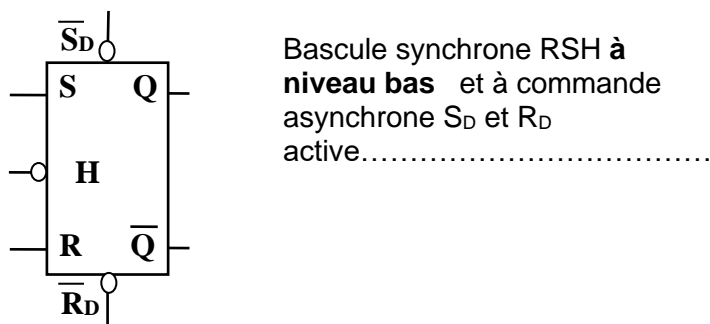
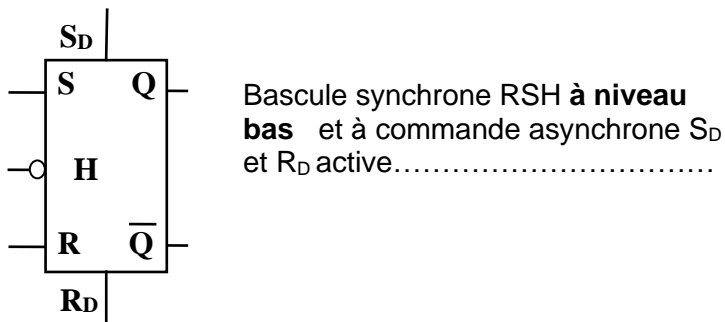
##### a- Symboles :

Les bascules synchrones possèdent généralement des entrées de commande asynchrone nommées  $S_D$  et  $R_D$  encore appelées entrées de forçage indépendantes du signal d'horloge.

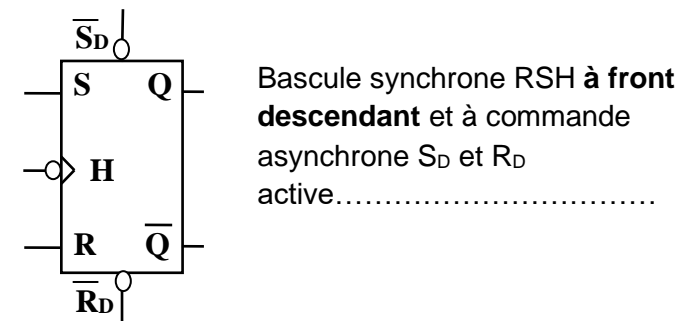
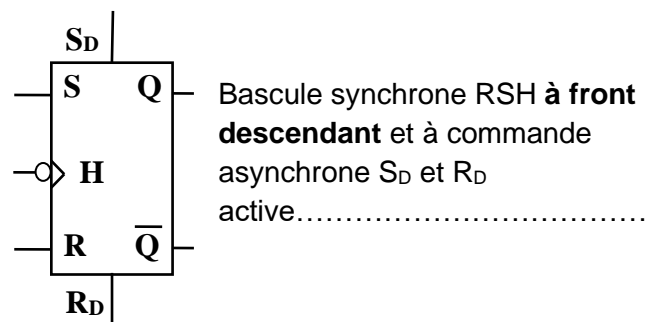
$S_D$  : **Set Direct** ou **Preset** : forçage à 1

$R_D$  : **Reset Direct** ou **Clear** : forçage à 0

##### Bascules à commande par **niveau d'horloge**



##### Bascules à commande par **front d'horloge**



## b- Table de vérité

### ☺ Activité 2 : Bascule RSH

1)- Câbler le logigramme de la **figure 3** sur simulateur logique ou sur une plaque d'essais.

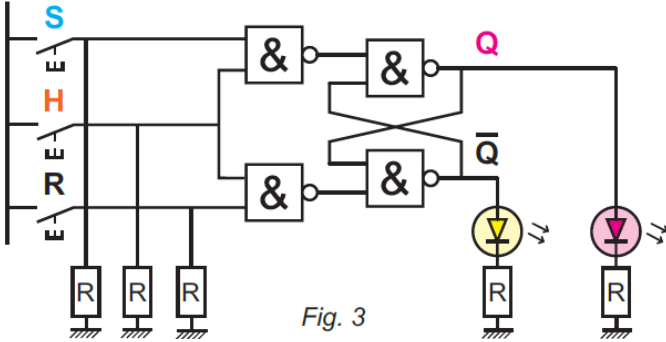


Fig. 3

2)- Actionner les boutons S et R dans l'ordre donné dans le tableau suivant:

S	R	H	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

3)- Répondre aux questions suivantes:

a- Quelle est la condition d'enclenchement ?

.....

b- Quelle est la condition de déclenchement ?

.....

c- Quelles sont les conditions permettant à la sortie Q de maintenir l'état (0 logique)?

.....

d- Quelles sont les conditions permettant à la sortie Q de maintenir l'état (1 logique)?

.....

e- Agir simultanément sur les boutons S, R et H. Observer les valeurs des sorties Q et  $\bar{Q}$ . Qu'appelle-t-on cet état de fonctionnement?

.....

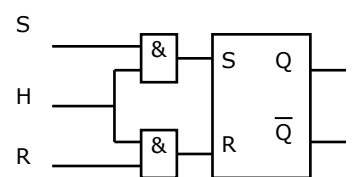
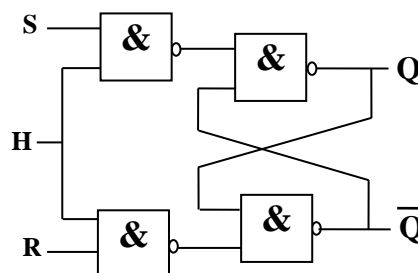
2)- A partir des données précédentes, compléter le tableau suivant:

Fonctionnement	S <sub>D</sub>	R <sub>D</sub>	$\bar{S}_D$	$\bar{R}_D$	H	R	S	Q <sub>n+1</sub>	Commentaires
<b>Synchrone</b>	0	0	1	1	0	x	x		
	0	0	1	1		0	0		
	0	0	1	1		0	1		
	0	0	1	1		1	0		
	0	0	1	1		1	1	-	Interdit (à ne pas employer)
<b>Asynchrone</b>	1	0	0	1	x	x	x		
	0	1	1	0	x	x	x		
	1	1	0	0	x	x	x	-	Etat instable

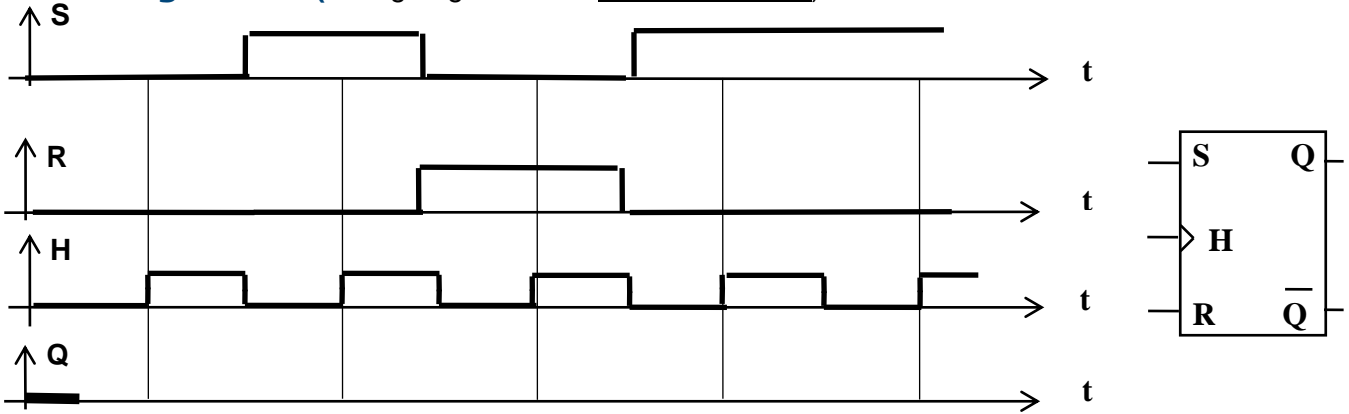
## c- Logigramme d'une bascule RSH à commande par niveau d'horloge

SR	00	01	11	10
HQ <sub>n</sub>				

Q<sub>n+1</sub>=.....



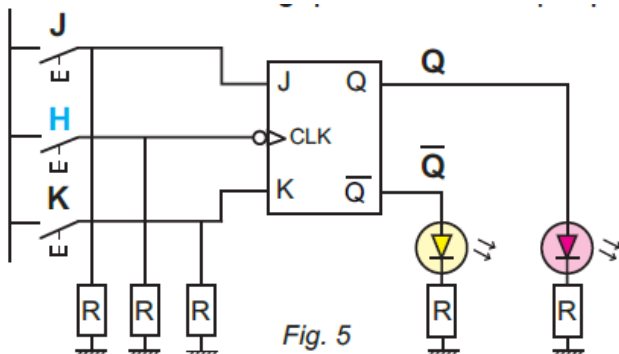
**d- Chronogramme** (horloge agissant sur un front montant)



**3- Bascule synchrone JK**

**Activité 3 : Bascule JKH**

1)- Câbler le logigramme de la figure 5 sur simulateur logique ou sur une plaque d'essais. Agir sur les boutons J, K et H et compléter le tableau suivant :



H	J	K	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
	0	0	0	
	0	0	1	
	0	1	0	
	0	1	1	
	1	0	0	
	1	0	1	
	1	1	0	
	1	1	1	

2)- Répondre aux questions suivantes:

a- Quelles sont les conditions d'enclenchement ?

.....  
 .....

b- Quelles sont les conditions de déclenchement ?

.....  
 .....

c- A quel instant de transition de H se sont déroulés les changements d'états?

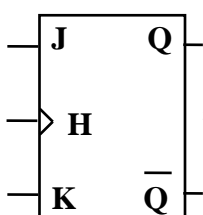
d- Mettre J= 1 et K=1, puis manipuler le bouton H. Quel est le comportement de la bascule à chaque front d'horloge?:

**Définition :** La bascule JK synchrone possède deux entrées J (Enclenchement) et K (déclenchement) et une entrée horloge H. cette bascule élimine la condition indéterminée de la bascule RS.

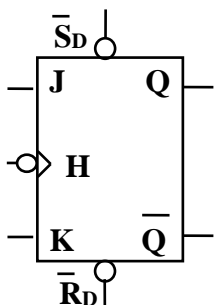
Si J=K=1 on aura basculement (  $Q_{n+1} = \overline{Q_n}$  )

J: Jump (sauter)                      K: Knock Down (tomber)

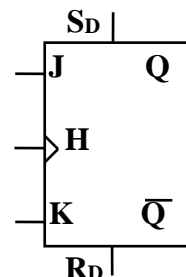
**a- Symboles :**



Bascule JK synchrone à front montant



Bascule JK synchrone à front descendant et à commande asynchrone



Bascule JK synchrone à front montant et à commande asynchrone

### b- Table de vérité

$\overline{S_D} = \overline{R_D} = \dots\dots\dots$ ( $S_D = R_D = \dots\dots\dots$ )		H	J	K	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>	Remarques
		0	0	0	0		
		0	0	1	1		
		0	1	0	0		
		0	1	1	1		
		1	0	0	0		
		1	0	1	1		
		1	1	0	0		
		1	1	1	1		

### c- Equation de la bascule JK

JK	00	01	11	10
Q <sub>n</sub> = 0				
Q <sub>n</sub> = 1				

Q<sub>n+1</sub> = .....

### d- Table de vérité réduite :

J	K	Q <sub>n+1</sub>	Remarques
			Mémorisation
			Mise à 1
			Mise à 0
			Commutation

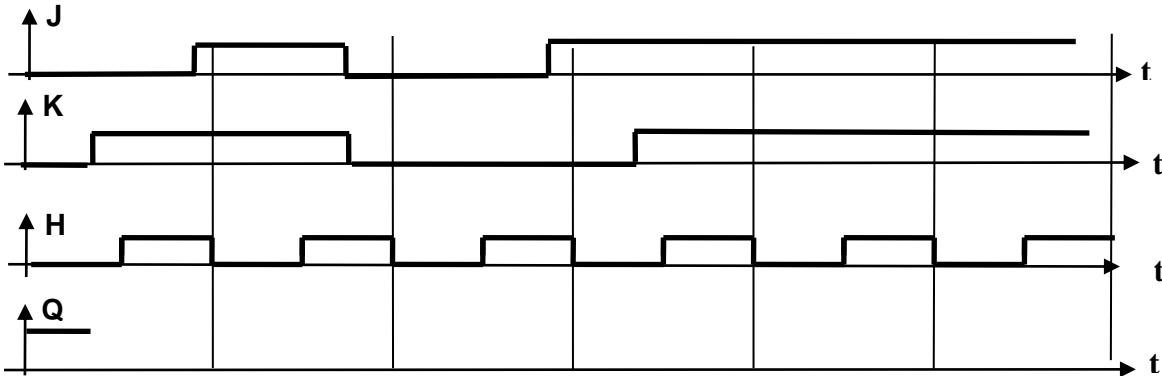
### e- Table de vérité symbolique simplifiée :

J	K	Remarques	
		μ <sub>0</sub>	Mémorisation de 0
		μ <sub>1</sub>	Mémorisation de 1
		ε	Enclenchement
		δ	Déclenchement

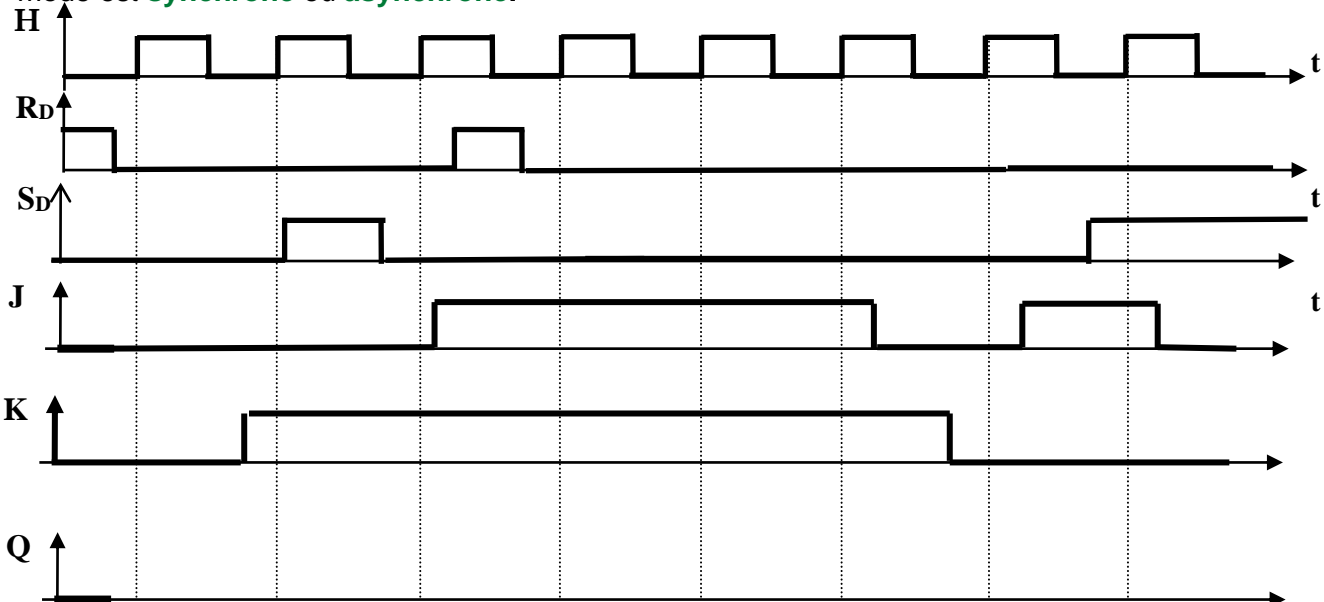
### f- Diagramme de fluence



### g- Chronogramme (horloge agissant sur un front descendant).



⊙ **Activité :** Compléter le chronogramme suivant (horloge agissant sur un front montant). Indiquer si le mode est **synchrone** ou **asynchrone**.



**Réalisation industrielle :**

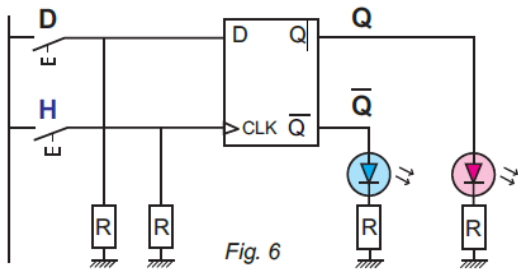
Famille TTL : 74LS76, 74LS78, 74LS111, 74LS113, 74LS376...

Famille CMOS : 4027, 4095, 4096...

**4- Bascule synchrone D**

**Activité 3 : Bascule D**

1)- Câbler le logigramme de la figure 6 sur simulateur logique ou sur une plaque d'essais. Agir sur les boutons D et H puis compléter le tableau suivant :



H	D	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
↑	0	0	
↑	0	1	
↑	1	0	
↑	1	1	

2)- Répondre aux questions suivantes:

a- Quelle est la condition d'enclenchement?

b- Quelle est la condition de déclenchement ?

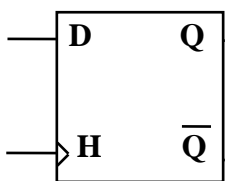
c- A quel instant de transition du signal d'horloge H se sont déroulés les changements d'états de la bascule? :

d- Débrancher le bouton poussoir D. Brancher l'entrée D de la bascule à sa sortie Q-bar. Agir sur le bouton H plusieurs fois et identifier les états de la sortie Q. Quel est le comportement de la bascule à chaque front d'horloge ?

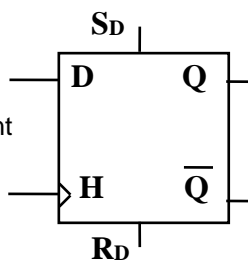
**Définition :**

La **basculer synchrone D** est une bascule à une seule entrée D (Data = Donnée) et une entrée H d'horloge. La sortie Q prend la même valeur que celle présente à l'entrée D quand le signal d'horloge effectue une transition.

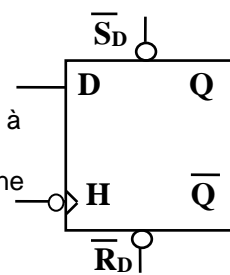
**a- Symboles**



Bascule D synchrone à front montant



Bascule D synchrone à front montant et à commande asynchrone



Bascule D synchrone à front descendant et à commande asynchrone complémentée

**b- Table de vérité**

$\bar{R}_D = \bar{S}_D = \dots (S_D = R_D = \dots)$		
D	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

**c- Equation**

$Q_{n+1} = \dots$

**d- Table de vérité symbolique**

D	Remarques	
$\mu_0$		Mémorisation de 0
$\mu_1$		Mémorisation de 1
$\varepsilon$		Enclenchement
$\delta$		Déclenchement

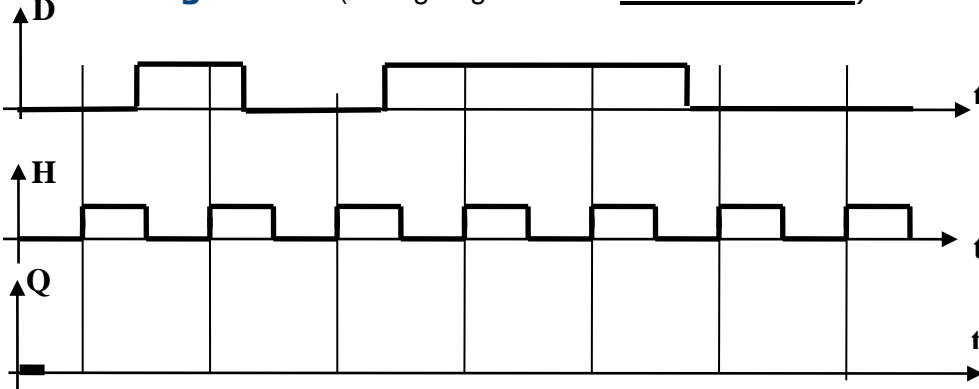


## e- Diagramme de fluence

0

1

## f- Chronogramme (horloge agissant sur un front montant)

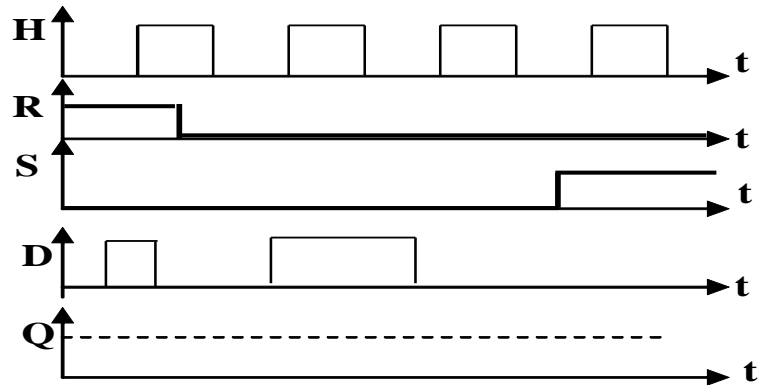
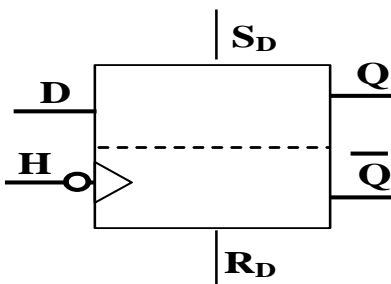


### Réalisation industrielle :

Famille TTL : 74LS74,  
74LS75, 74174, 74175,  
74273...

Famille CMOS : 4013,  
40175...

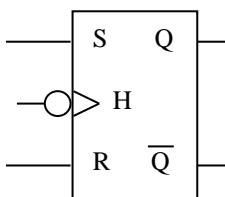
☉ **Activité** : Compléter le chronogramme de bascule D : (horloge agissant sur un front descendant). Indiquer les modes de fonctionnement **synchrone** ou **asynchrone**.



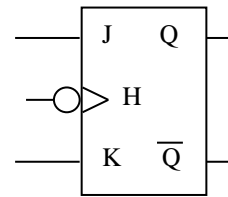
### Remarque :

On peut réaliser une bascule D synchrone à partir des bascules JK ou RS en ajoutant un inverseur sur les entrées K ou R.

#### Partons d'une bascule RS



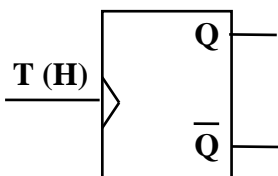
#### Partons d'une bascule JK



## 5- Bascule T

La bascule T synchrone est déclenchée par le signal d'horloge H ; l'unique entrée T commande l'état de la bascule. La sortie Q change d'état chaque fois que l'entrée T passe à l'état logique 1 et conserve son état le reste du temps.

### a- Symbole



### b- Table de vérité

H (T)	Q <sub>n+1</sub>
0	

H (T)	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>
0	0	
1	0	
0	1	
1	1	

### c- Equation

### d- Diagramme de fluence

### e- Table de vérité symbolique

	T	0	1
$Q_n$	0		
	1		
		$Q_{n+1}$	

0

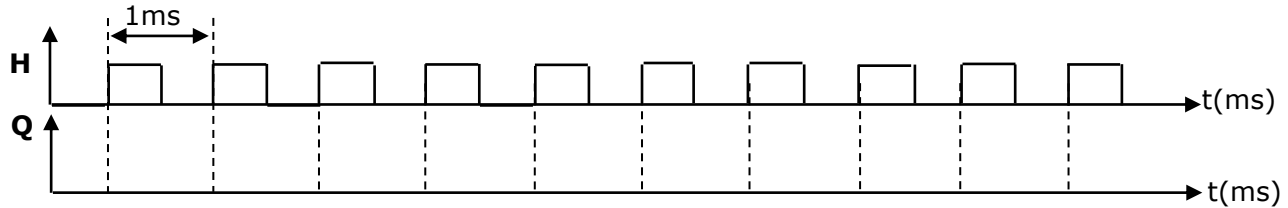
1

T	Remarques	
$\mu_0$		Mémorisation de 0
$\mu_1$		Mémorisation de 1
$\varepsilon$		Enclenchement
$\delta$		Déclenchement

$Q_{n+1} = \dots\dots\dots$

### e- Chronogramme (horloge agissant sur un front montant)

1- Compléter la sortie **Q** initialement nulle.



2- Compléter le tableau suivant

	Période T (ms)	Fréquence f (Hz)
Entrée d'horloge H		
Sortie Q		

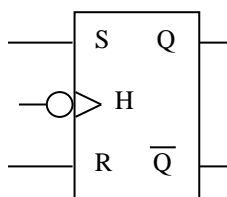
3- Compléter alors la phrase suivante :

La bascule **T** est un diviseur de fréquence par.....

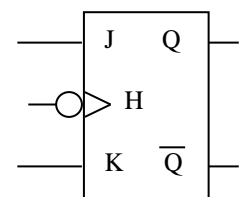
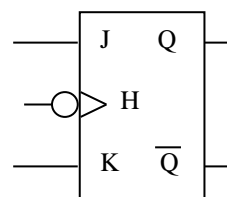
#### Remarque :

On peut réaliser une bascule **T** synchrone à partir des bascules **JK**, **RS** ou **D**

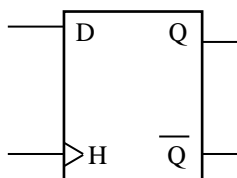
#### Partons d'une bascule RS



#### Partons d'une bascule JK



#### Partons d'une bascule D



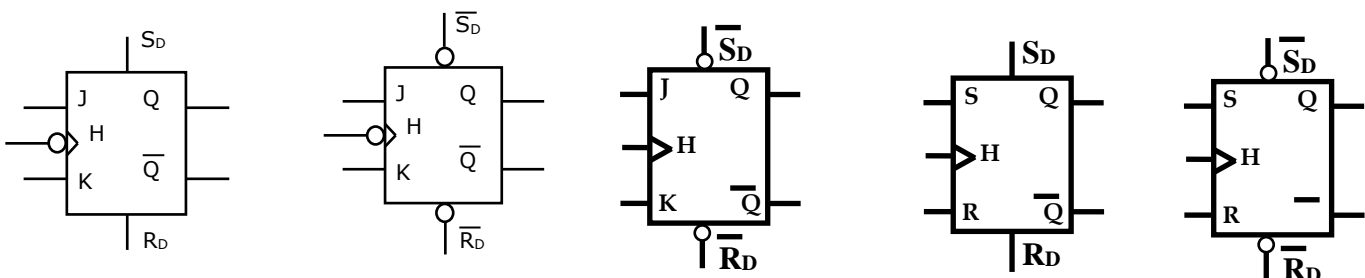
**Conclusion:** la bascule **JK** est capable de remplacer les trois autres bascules (RS, D, T), on dit qu'elle est universelle

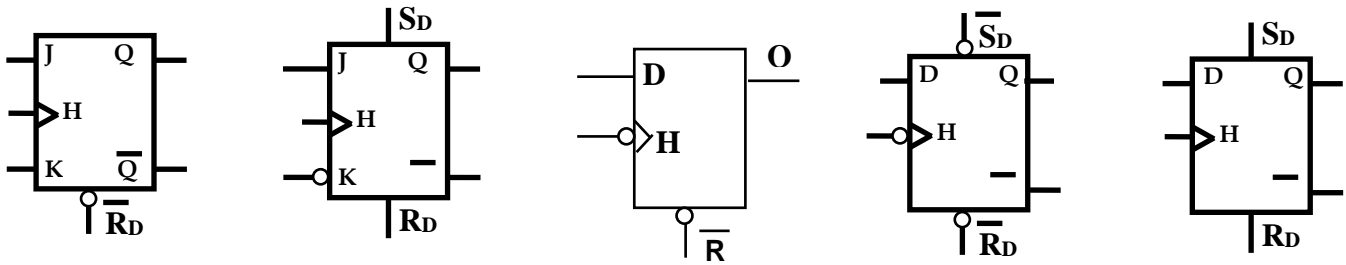
**I- Tableau récapitulatif de fonctionnement des différentes bascules (RS, JK, D et T)**

Type	Symbole	Table de vérité	Table de transition	Diagramme de fluence																																			
<b>Bascule RS Asynchrone</b>		<table border="1"> <tr><th>S</th><th>R</th><th>Q<sub>n+1</sub></th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>Q<sub>n</sub></td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>--</td></tr> </table>	S	R	Q <sub>n+1</sub>	0	0	Q <sub>n</sub>	1	0	1	0	1	0	1	1	--	<table border="1"> <tr><th>Q<sub>n</sub></th><th>Q<sub>n+1</sub></th><th>S</th><th>R</th></tr> <tr><td>ε</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>δ</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>μ<sub>0</sub></td><td>0</td><td>0</td><td>∅</td></tr> <tr><td>μ<sub>1</sub></td><td>1</td><td>1</td><td>∅</td></tr> </table>	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>	S	R	ε	0	1	0	δ	1	0	1	μ <sub>0</sub>	0	0	∅	μ <sub>1</sub>	1	1	∅	
S	R	Q <sub>n+1</sub>																																					
0	0	Q <sub>n</sub>																																					
1	0	1																																					
0	1	0																																					
1	1	--																																					
Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>	S	R																																				
ε	0	1	0																																				
δ	1	0	1																																				
μ <sub>0</sub>	0	0	∅																																				
μ <sub>1</sub>	1	1	∅																																				
<b>Bascule RS synchrone</b>		<table border="1"> <tr><th>S</th><th>R</th><th>Q<sub>n+1</sub></th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>Q<sub>n</sub></td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>--</td></tr> </table>	S	R	Q <sub>n+1</sub>	0	0	Q <sub>n</sub>	1	0	1	0	1	0	1	1	--	<table border="1"> <tr><th>Q<sub>n</sub></th><th>Q<sub>n+1</sub></th><th>S</th><th>R</th></tr> <tr><td>ε</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>δ</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>μ<sub>0</sub></td><td>0</td><td>0</td><td>∅</td></tr> <tr><td>μ<sub>1</sub></td><td>1</td><td>1</td><td>∅</td></tr> </table>	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>	S	R	ε	0	1	0	δ	1	0	1	μ <sub>0</sub>	0	0	∅	μ <sub>1</sub>	1	1	∅	
S	R	Q <sub>n+1</sub>																																					
0	0	Q <sub>n</sub>																																					
1	0	1																																					
0	1	0																																					
1	1	--																																					
Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>	S	R																																				
ε	0	1	0																																				
δ	1	0	1																																				
μ <sub>0</sub>	0	0	∅																																				
μ <sub>1</sub>	1	1	∅																																				
<b>Bascule JK synchrone</b>		<table border="1"> <tr><th>J</th><th>K</th><th>Q<sub>n+1</sub></th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>Q<sub>n</sub></td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>Q<sub>n</sub></td></tr> </table>	J	K	Q <sub>n+1</sub>	0	0	Q <sub>n</sub>	1	0	1	0	1	0	1	1	Q <sub>n</sub>	<table border="1"> <tr><th>Q<sub>n</sub></th><th>Q<sub>n+1</sub></th><th>J</th><th>K</th></tr> <tr><td>ε</td><td>0</td><td>1</td><td>∅</td></tr> <tr><td>δ</td><td>1</td><td>∅</td><td>1</td></tr> <tr><td>μ<sub>0</sub></td><td>0</td><td>0</td><td>∅</td></tr> <tr><td>μ<sub>1</sub></td><td>1</td><td>1</td><td>∅</td></tr> </table>	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>	J	K	ε	0	1	∅	δ	1	∅	1	μ <sub>0</sub>	0	0	∅	μ <sub>1</sub>	1	1	∅	
J	K	Q <sub>n+1</sub>																																					
0	0	Q <sub>n</sub>																																					
1	0	1																																					
0	1	0																																					
1	1	Q <sub>n</sub>																																					
Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>	J	K																																				
ε	0	1	∅																																				
δ	1	∅	1																																				
μ <sub>0</sub>	0	0	∅																																				
μ <sub>1</sub>	1	1	∅																																				
<b>Bascule D synchrone</b>		<table border="1"> <tr><th>D</th><th>Q<sub>n+1</sub></th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	D	Q <sub>n+1</sub>	0	0	1	1	<table border="1"> <tr><th>Q<sub>n</sub></th><th>Q<sub>n+1</sub></th><th>D</th></tr> <tr><td>ε</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>δ</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>μ<sub>0</sub></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>μ<sub>1</sub></td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>	D	ε	0	1	δ	1	0	μ <sub>0</sub>	0	0	μ <sub>1</sub>	1	1															
D	Q <sub>n+1</sub>																																						
0	0																																						
1	1																																						
Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>	D																																					
ε	0	1																																					
δ	1	0																																					
μ <sub>0</sub>	0	0																																					
μ <sub>1</sub>	1	1																																					
<b>Bascule T synchrone</b>		<table border="1"> <tr><th>T</th><th>Q<sub>n+1</sub></th></tr> <tr><td>0</td><td>Q<sub>n</sub></td></tr> <tr><td>1</td><td>Q<sub>n</sub></td></tr> </table>	T	Q <sub>n+1</sub>	0	Q <sub>n</sub>	1	Q <sub>n</sub>	<table border="1"> <tr><th>Q<sub>n</sub></th><th>Q<sub>n+1</sub></th><th>T</th></tr> <tr><td>ε</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>δ</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>μ<sub>0</sub></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>μ<sub>1</sub></td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>	T	ε	0	1	δ	1	1	μ <sub>0</sub>	0	0	μ <sub>1</sub>	1	0															
T	Q <sub>n+1</sub>																																						
0	Q <sub>n</sub>																																						
1	Q <sub>n</sub>																																						
Q <sub>n</sub>	Q <sub>n+1</sub>	T																																					
ε	0	1																																					
δ	1	1																																					
μ <sub>0</sub>	0	0																																					
μ <sub>1</sub>	1	0																																					

**Remarque :**

En général les bascules synchrones comportent deux entrées supplémentaires dites asynchrones, qui sont prioritaires par rapport aux entrées synchrones, elles sont encore appelées : entrées de forçage à 1 (**S<sub>D</sub>** : set direct) et de forçage à 0 (**R<sub>D</sub>** : reset direct).





Il ya d'autre cas que je n'ai pas situé.

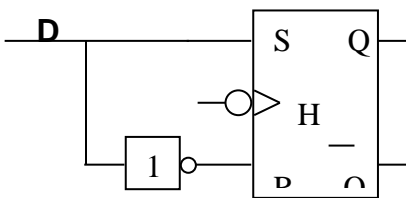
**II- Bascules équivalentes :**

**1- Réalisation d'une bascule D :**

On peut réaliser une bascule **D** synchrone à partir des bascules **JK** ou **RS** en ajoutant un inverseur sur les entrées **K** ou **R**.

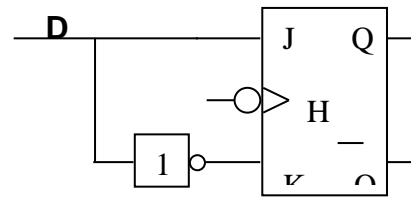
**Partons d'une bascule RS**

$S=D$  et  $R=\bar{D}$



**Partons d'une bascule JK**

$J=D$  et  $K=\bar{D}$

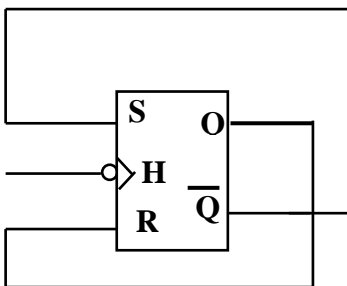


**2- Réalisation d'une bascule T :**

On peut réaliser une bascule **T** synchrone à partir des bascules **JK**, **RS** ou **D**

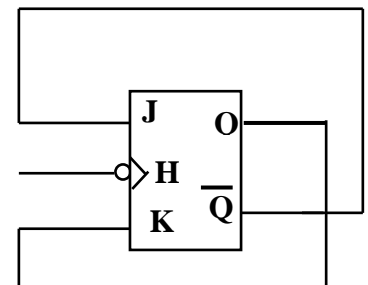
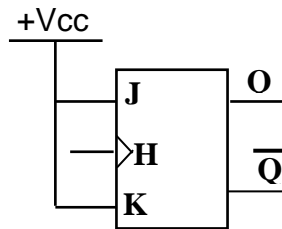
**Partons d'une bascule RS**

$S=\bar{Q}$  et  $R=Q$



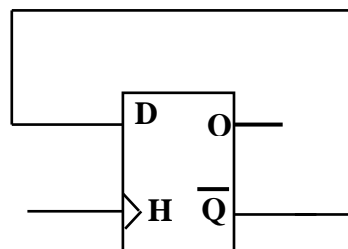
**Partons d'une bascule JK**

$J=1$  et  $K=1$  ou bien  $J=\bar{Q}$  et  $k=Q$



**Partons d'une bascule D**

$D=\bar{Q}$



**Conclusion:** la bascule **JK** est capable de remplacer les trois autres bascules (RS, D, T), on dit qu'elle est universelle