

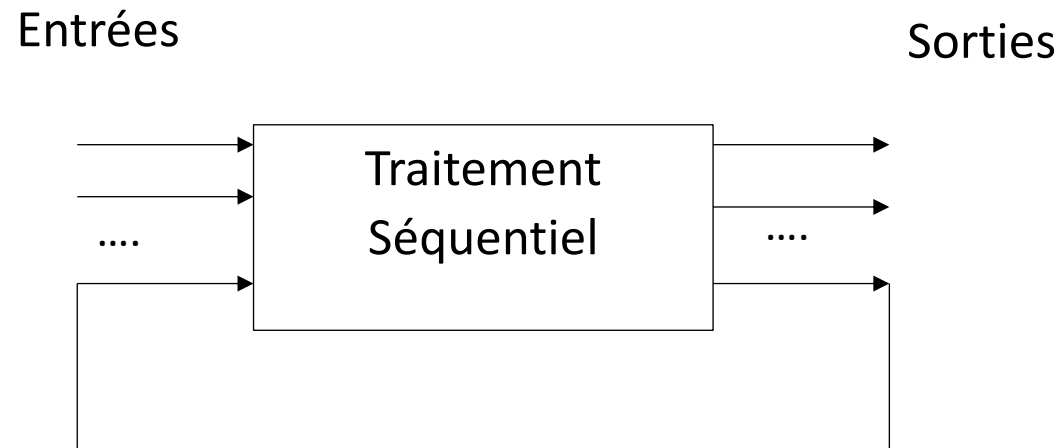
# Les systèmes logiques séquentiels

**Définitions**

**Bascules**

# Définitions

- Un système est dit séquentiel lorsque la ou les sorties dépendent de la combinaison des variables d'entrée et de l'état précédent des sorties.



# Définitions Remarques

- Une même cause (même combinaison des entrées) peut engendrer des sorties différentes ;
- Le temps peut-être une cause déclenchante ;
- La sortie peut persister si la cause disparaît.

• **Nous avons :**

$$Si = f(e1, \dots, ej, \dots, s1, \dots, sl, \dots, t)$$

# Définitions

- **Chronogramme**

- ✓ Un chronogramme est une représentation de l'évolution d'un signal ou du fonctionnement d'un système en fonction du temps.

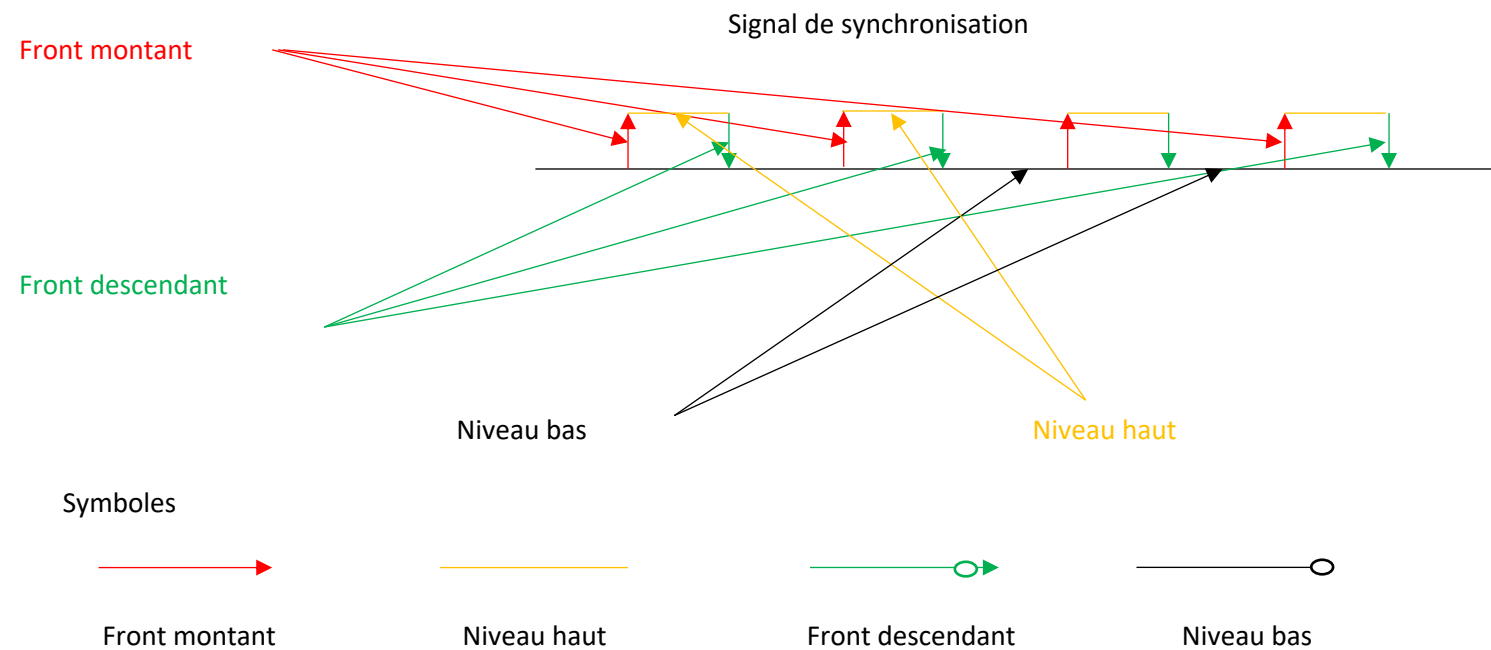
# Définitions

- **Fonctionnement synchrone ou asynchrone**

- ✓ Un fonctionnement est dit synchrone à un événement extérieur lorsque la prise en compte de l'évolution des entrées ne s'effectue qu'à des instants précis de l'événement extérieur.
- ✓ Le fonctionnement est dit asynchrone si l'évolution des entrées est prise en compte dès son arrivée.
- ✓ Cette notion de synchronisation est surtout utilisée dans le fonctionnement des bascules et constituants mémoires pour synchroniser plusieurs composants entre eux.

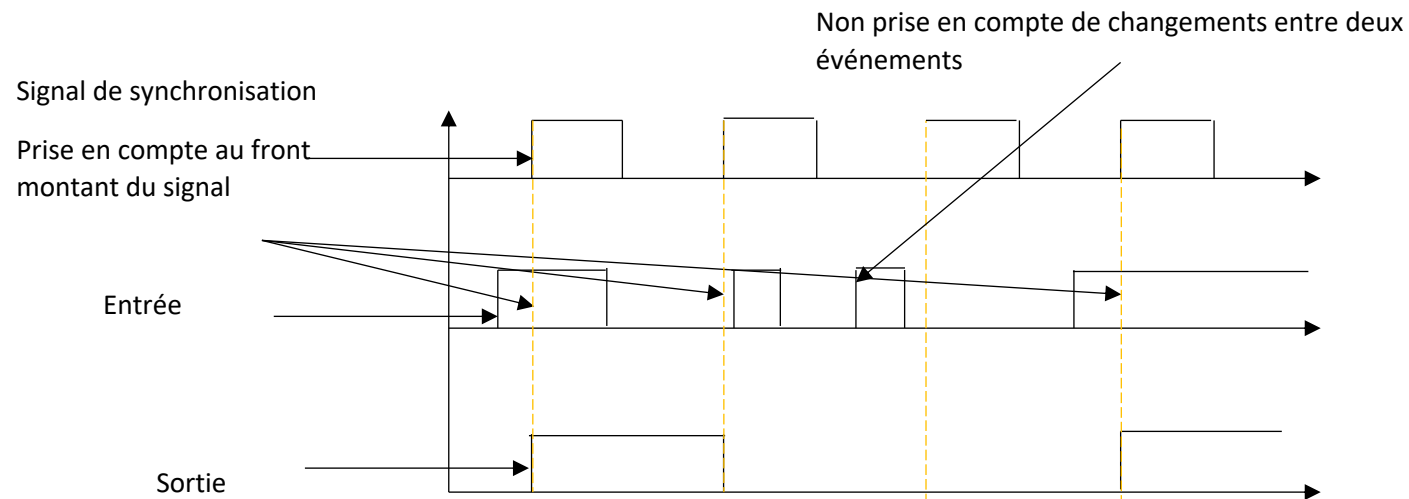
# Définitions

- Évènements de synchronisation



# Définitions

- **Exemple : Notion de chronogramme**
- Soit un circuit séquentiel avec une seule entrée et une seule sortie. On supposera que la sortie suit l'entrée au front montant de l'horloge.



# Bascules

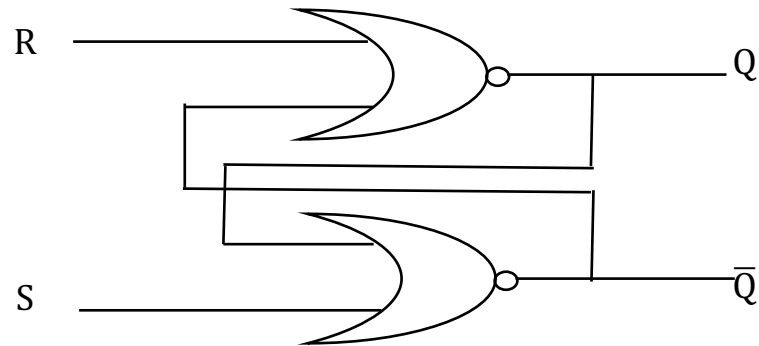
- **Définitions**

- ✓ On les appelle bascules bistables car ces bascules ont deux états stables ('0' et '1'). Ceci signifie que s'il n'y a pas intervention sur les bascules, celles-ci restent verrouillées sur leur dernier état.
- ✓ Une bascule a pour rôle de mémoriser une information élémentaire. C'est une mémoire à 1 bit. Elle possède deux sorties complémentaires  $Q$  et  $\bar{Q}$ .



# Bascules

- **Bascule RS à l'aide des portes NOR**



# Bascules

- Tables de vérité
- NOR

X	Y	$\overline{X + Y}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

# Bascules

- Tables de vérité

- RS

S	R	$Q$	$\bar{Q}$
0	0	$Q$	$\bar{Q}$ Mémoire
0	1	0	1 RAZ = Remise à 0
1	0	1	0 Set= Mise à 1
1	1	X	X Interdit

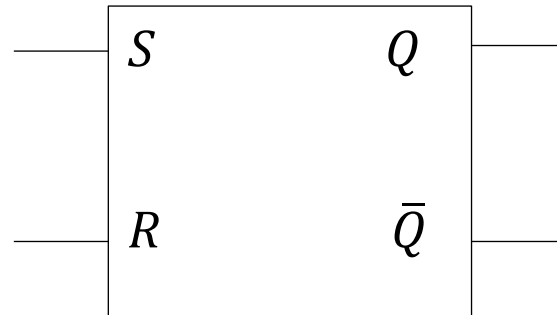
# Bascules

- **Remarques**

- ✓ Si on applique  $S=1$  et  $R=0$ , on impose l'état des sorties  $Q$  et  $\bar{Q}$  à 1 et 0 respectivement. ( $S = \text{Set} = \text{Mise à 1}$ ,  $R=\text{RAZ} = \text{Remise à Zéro}$ ).
- ✓ Cet état se maintient lorsque les deux entrées reviennent à 0.
- ✓ La configuration  $S = 1$  et  $R = 1$  est à proscrire car ici, elle provoque la remise à zéro des deux sorties complémentaires  $Q$  et  $\bar{Q}$  ce qui est inconsistent avec l'algèbre de Boole.

# Bascules

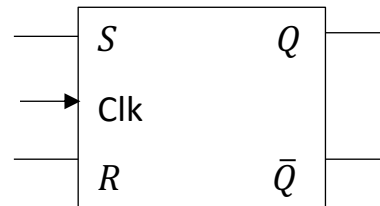
- **Symbole**



# Bascules

- **Bascales RST, RS-CLOCK ou RSH**

- ✓ La bascule RST est une bascule RS pour laquelle les entrées S et R ne sont prises en compte qu'en coïncidence avec un signal de commande fourni par une horloge. Nous avons alors une bascule synchrone.



Bascule RS sensible au front montant

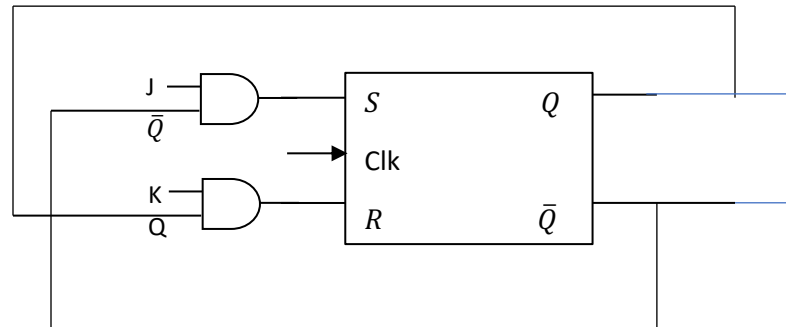
# Bascules

- **Bascule JK**

- ✓ C'est une bascule RST sur laquelle on autorise la combinaison  $J=K=1$ .  
On la réalise en connectant la sortie  $\bar{Q}$  par l'intermédiaire d'une porte ET à l'entrée S et en connectant la sortie Q toujours par l'intermédiaire d'une porte ET à l'entrée R. (JK= valet/ roi, J=Jokey, K=King).

# Bascules

- Circuit à partir de la bascule RS:





# Bascules

- Table de vérité

$$\checkmark \begin{cases} S = J\bar{Q} \\ R = KQ \end{cases}$$

$J_{n-1}$	$K_{n-1}$	$Q_{n-1}$	$\bar{Q}_{n-1}$	S	R	$Q_n$	$\bar{Q}_n$
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1
1	0	0	1	1	0	1	0
1	0	1	0	0	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	0
1	1	1	0	0	1	0	1

# Bascules

- **Remarque**

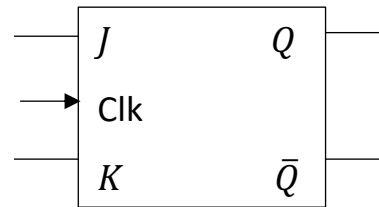
- ✓ La combinaison  $S = R = 1$  n'est jamais rencontrée.

- **Table de vérité réduite**

J	K	$Q$	$\bar{Q}$	
0	0	$Q$	$\bar{Q}$	Mémoire
0	1	0	0	RAZ = Remise à 0
1	0	1	1	Set= Mise à 1
1	1	$\bar{Q}$	$Q$	Basculement

# Bascules

- **Symbole**

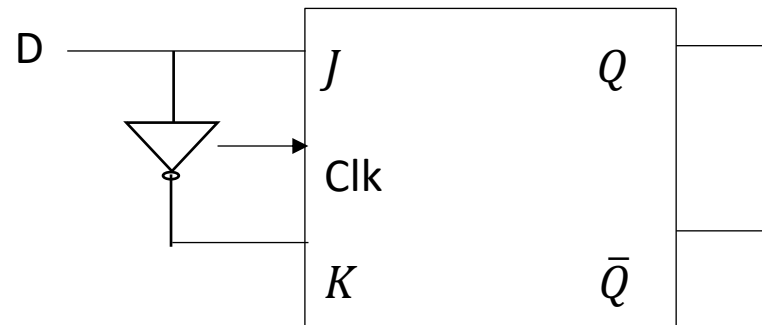


Bascule JK sensible au front montant

# Bascules

- **Bascule D**

- ✓ Une bascule D (Delay) est obtenue à partir d'une bascule JK en ayant simultanément une donnée sur l'entrée J et son inverse sur l'entrée K.



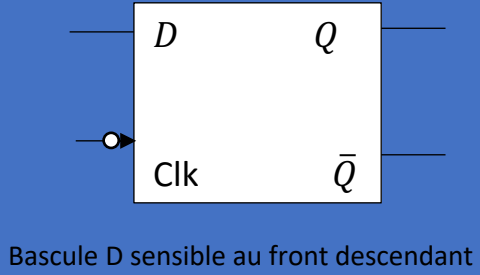
# Bascules

- A partir de la table de vérité de la bascule JK, nous pouvons écrire :

$$\begin{cases} D_{n-1} = 1 \Rightarrow J_{n-1} = 1 \Rightarrow K_{n-1} = 0 \Rightarrow Q_n = 1 \\ D_{n-1} = 0 \Rightarrow J_{n-1} = 0 \Rightarrow K_{n-1} = 1 \Rightarrow Q_n = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow Q_n = D_{n-1}$$

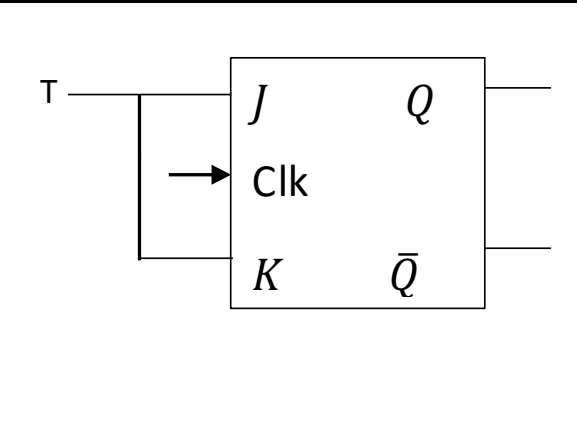
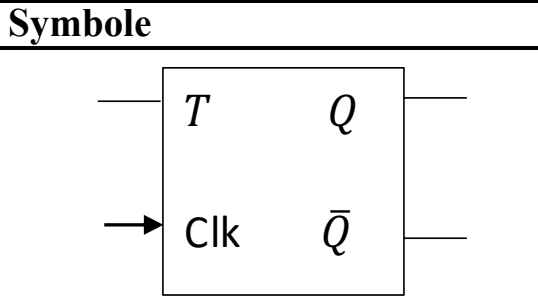
# Bascules

Symbole	Table de vérité	
 <p>Bascule D sensible au front descendant</p>	$D$	$Q$
	0	0
	1	1

# Bascules

- **Bascule T**

- ✓ Dans une bascule JK, nous constatons que si  $J=K=1$ , l'état de la sortie est inversé à chaque cycle d'horloge. Une bascule T (Trigger) est obtenue à partir d'une bascule JK en injectant la même donnée dans les entrées J et K.

	Symbole		Table de vérité	
			$T$	$Q$
	Bascule T sensible au front montant		0	$Q$
			1	$\bar{Q}$

# Bascules Tables de transition

- Bascule RS

$Q_{-}$	Q	R	S	R	S
0	0	0	0	X	0
		1	0		
0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	0	X
		0	1		



# Bascules Tables de transition

- Bascule RS

$Q_{-}$	Q	R	S
0	0	X	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	X

# Bascules Tables de transition

- Bascule JK

$Q_{-}$	Q	J	K	J	K
0	0	0	0	0	X
		0	1		
0	1	1	0	1	X
		1	1		
1	0	0	1	X	1
		1	1		
1	1	0	0	X	0
		1	0		

# Bascules Tables de transition

- Bascule JK

$Q_{-}$	Q	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

# Bascules

- Bascule D

$Q_{-}$	Q	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

# Bascules

- Bascule T

$Q_-$	Q	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

# Bascules Chargement des bascules

- Bascule RS

A	$Q_-$	$Q$	R	S	$S = A$ $R = \bar{A}$
0	0	0	X	0	
0	1	0	1	0	
1	0	1	0	1	
1	1	1	0	X	

# Bascules Chargement des bascules

- Bascule JK

A	$Q_{-}$	Q	J	K
0	0	0	0	X
0	1	0	X	1
1	0	1	1	X
1	1	1	X	0

$$J = A$$
$$K = \bar{A}$$

# Bascules Chargement des bascules

- Bascule D

A	$Q_-$	$Q$	D
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	1	1
1	1	1	1

$D = A$



# Bascules Chargement des bascules

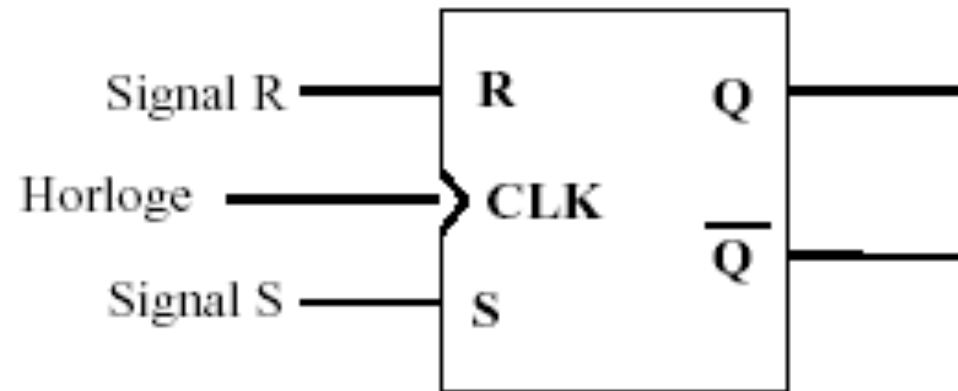
- Bascule T

A	$Q_-$	$Q$	T
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	1	1
1	1	1	0

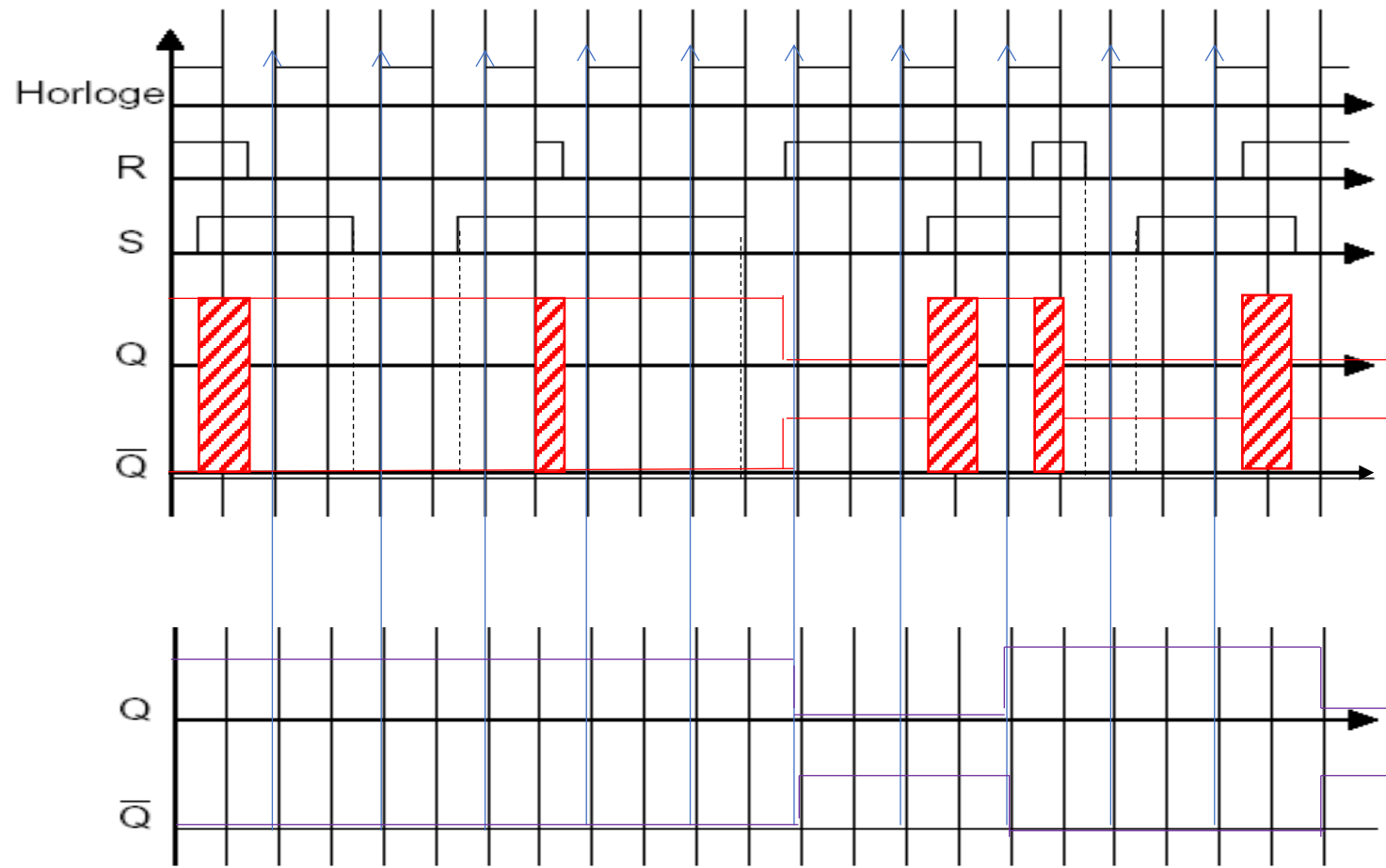
$$T = A \oplus Q_-$$

# Bascules Chronogrammes

- Importante information EI :  $Q = 1, \bar{Q} = 0$ .
- **Bascule RS**



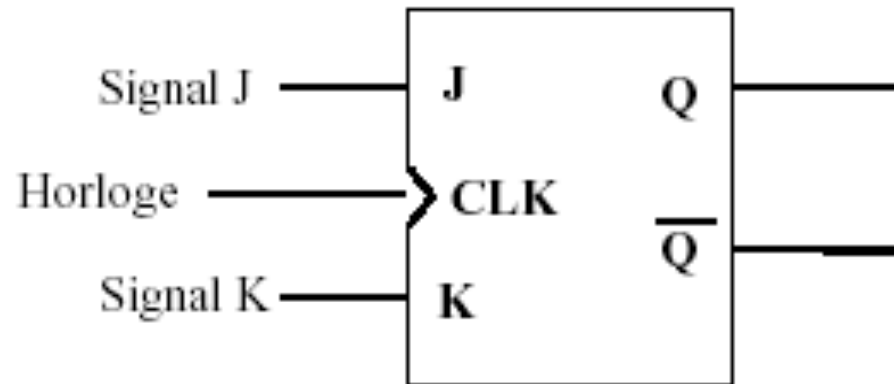
# Bascules Chronogrammes



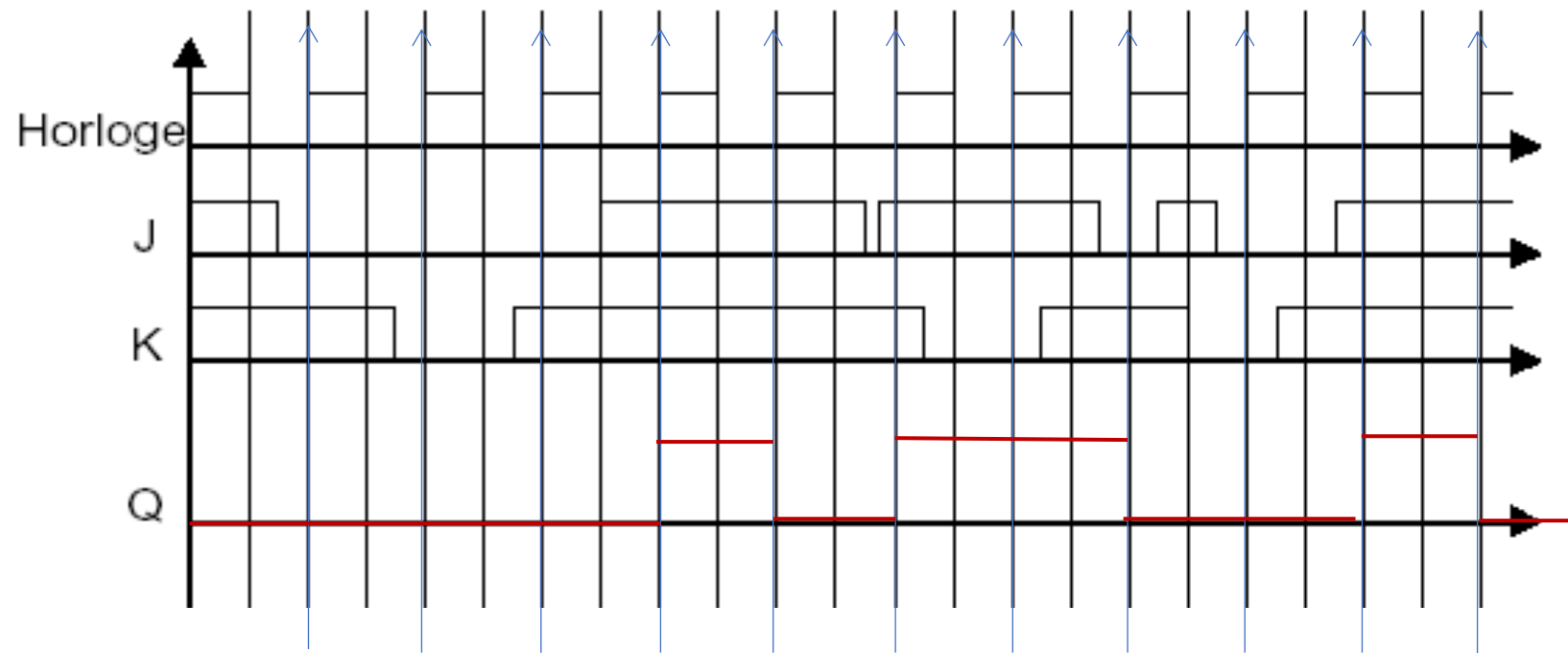
# Bascules Chronogrammes

- Bascule JK
- État initial :

$Q=0$



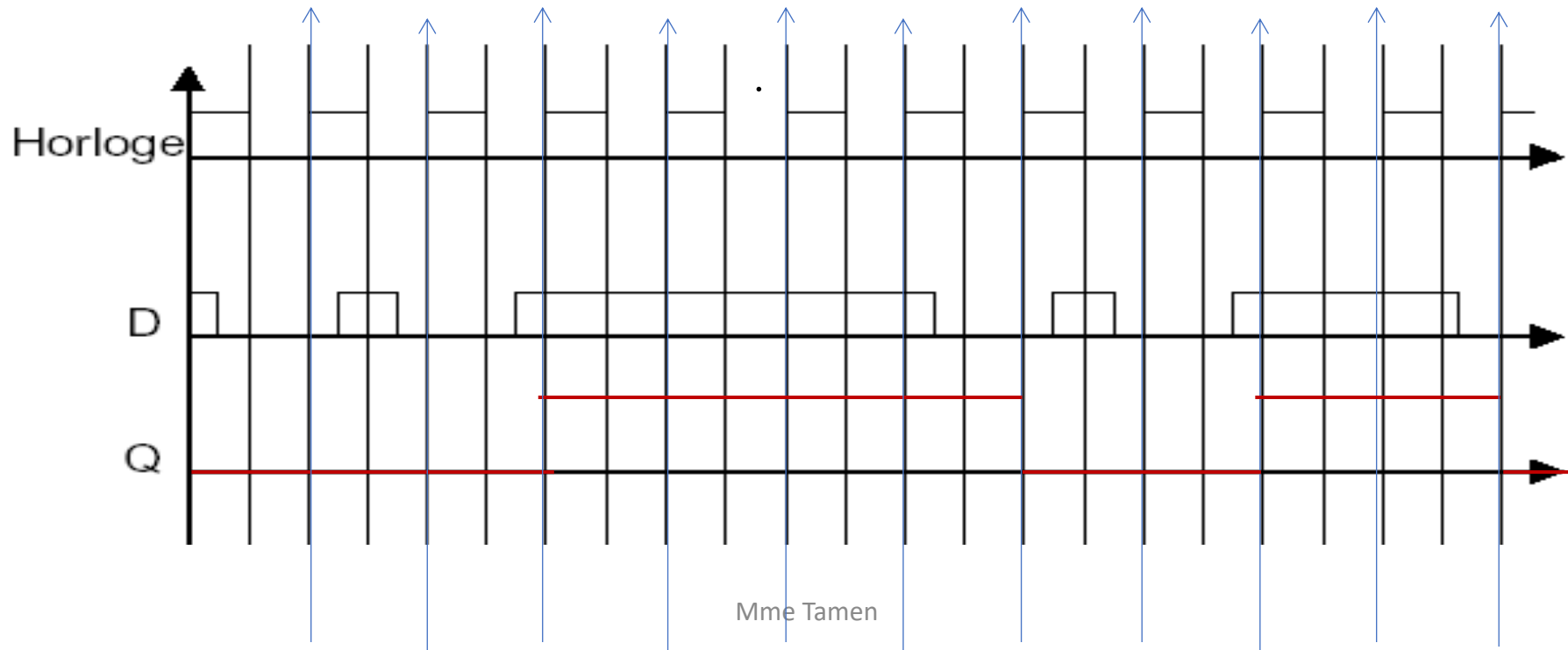
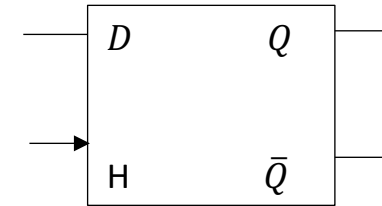
# Bascules Chronogrammes



# Bascules Chronogrammes

- État initial :

$Q=0$



# Bascules Entrées asynchrones Clear et Preset

- Les entrées asynchrones (car à utiliser en absence de signal d'horloge) Pr (Preset) et Cr (Clear) permettent d'assigner l'état initial de la bascule, par exemple à la mise sous tension pour éviter tout aléa. En fonctionnement normal ces deux entrées doivent être maintenues à 1. Lorsque le signal d'horloge est inhibé, nous avons la table de vérité suivante :

Pr	Cr	Q
1	1	Q
0	1	1
1	0	0