

# Les Bascules

Les bascules (flips-flops) sont des circuits à deux états stables (ce qui les fait encore appeler bistable). Ce sont des circuits qui sont utilisés pour mémoriser l'état de signaux d'entrée, états qui sont alors disponibles en permanence à la sortie des bascules.

Il existe 4 types de bascules : R-S, R-S-H D, J-K.

## 1. Les bascules asynchrones

Les bascules qui sont décrites ci-dessus sont dites asynchrones (ou bascules non synchronisées). Pour ce type de bascules le chargement d'état de la sortie se produit au moment où la combinaison des valeurs d'entrée est changée (en négligeant les temps de propagation).

### 1. Les bascules R-S avec des opérateurs NOR (Bascules RS par défaut)

La notation  $Q_{n-1}$ ,  $Q_n$  et  $Q_{n+1}$  représente l'état interne du composant aux instants avant, maintenant et après.

Schéma	Symbole	Table de vérité																				
		<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>R</th> <th>S</th> <th><math>Q_{n+1}</math></th> <th><math>\overline{Q_{n+1}}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>Q_n</math></td> <td><math>\overline{Q_n}</math></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	R	S	$Q_{n+1}$	$\overline{Q_{n+1}}$	0	0	$Q_n$	$\overline{Q_n}$	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0
R	S	$Q_{n+1}$	$\overline{Q_{n+1}}$																			
0	0	$Q_n$	$\overline{Q_n}$																			
0	1	1	0																			
1	0	0	1																			
1	1	0	0																			

R – entrée de remise à zéro (reset)  $\Rightarrow Q=0$

S – entrée de mise à un (set)

Si  $R=S=0$ , état mémoire, les sorties conservent leurs états antérieurs.

Si  $R=S=1$ , forçage des sorties à 0,  $Q=0$ , combinaison inutilisée.

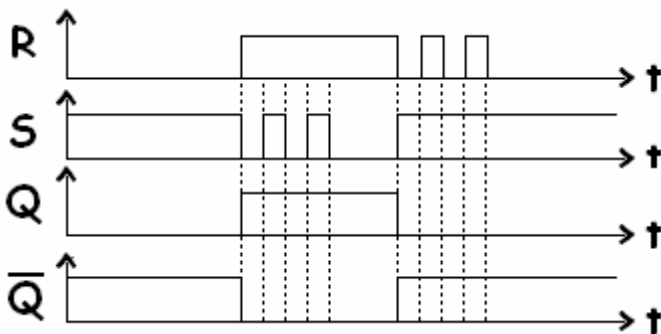
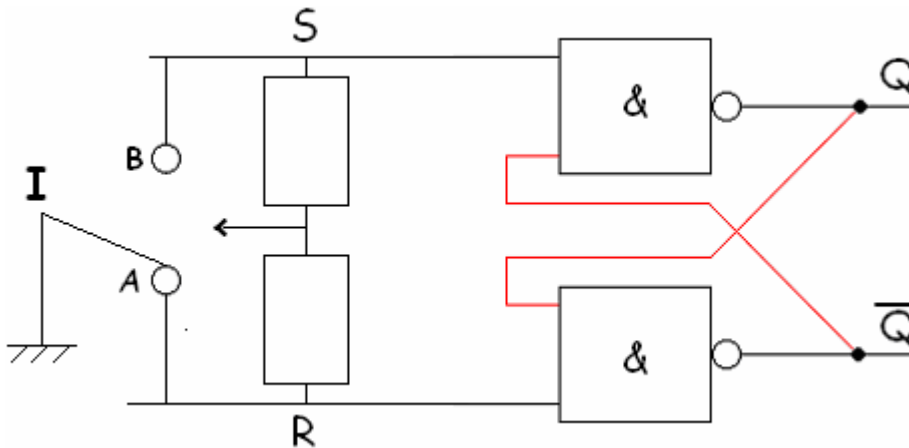
### 2. Les bascules R-S avec des opérateurs NAND (RS NAND)

Schéma	Symbole	Table de vérité																				
		<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>R</th> <th>S</th> <th><math>Q_{n+1}</math></th> <th><math>\overline{Q_{n+1}}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td><math>Q_n</math></td> <td><math>\overline{Q_n}</math></td> </tr> </tbody> </table>	R	S	$Q_{n+1}$	$\overline{Q_{n+1}}$	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	$Q_n$	$\overline{Q_n}$
R	S	$Q_{n+1}$	$\overline{Q_{n+1}}$																			
0	0	1	1																			
0	1	0	1																			
1	0	1	0																			
1	1	$Q_n$	$\overline{Q_n}$																			

R – entrée de remise à zéro (reset) => Q=0  
S – entrée de mise à un (set)  
Si R=S=0, état mémoire, les sorties conservent leurs états antérieurs.  
Si R=S=1, forçage des sorties à 0, Q=0, combinaison inutilisée.

### 3. Exemple d'application anti-rebond

Initialement, I est sur la position A, au passage de A vers B, il se produit des rebonds et donc, le contact se trouve un grand nombre de fois entre les positions A et B.  
De la même manière lorsque l'inverseur I passe de B vers A, il se produit le même phénomène.



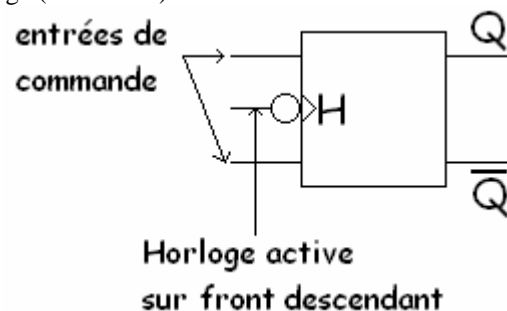
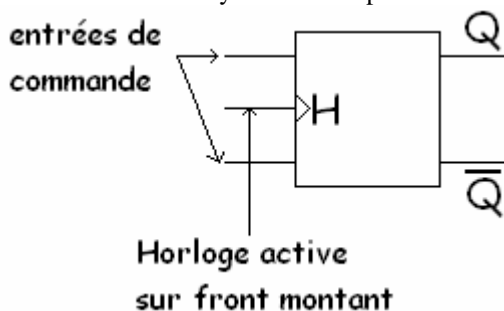
### 4. Références des circuits TTL et CMOS à bascules R-S

TTL : 74xx118 ; 74xx119 ; 74xx279  
CMOS : 4043 ; 4004

## II. Bascules synchrones

Ce sont des bascules pour lesquelles le changement d'état de la sortie, qui correspond à une nouvelle combinaison des valeurs d'entrées, ne peut s'effectuer que lorsque qu'un signal de contrôle appelé signal d'horloge prend lui même la valeur donnée.

Toutes les bascules synchrones disposent d'une entrée d'horloge (H ou CLK).



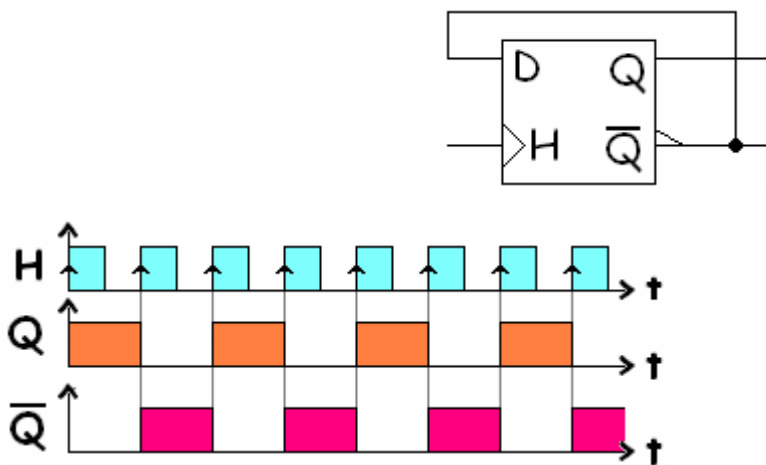
### 1. Les bascules R-S-H (RSH)

Schéma	Symbole	Table de vérité																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>H</th> <th>R</th> <th>S</th> <th><math>Q_{n+1}</math></th> <th><math>\overline{Q_{n+1}}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>↑</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>Q_n</math></td> <td><math>\overline{Q_n}</math></td> </tr> <tr> <td>↑</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>↑</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>↑</td> <td>1</td> <td>1</td> <td colspan="2">Interdit</td> </tr> </tbody> </table>	H	R	S	$Q_{n+1}$	$\overline{Q_{n+1}}$	↑	0	0	$Q_n$	$\overline{Q_n}$	↑	0	1	0	1	↑	1	0	1	0	↑	1	1	Interdit	
H	R	S	$Q_{n+1}$	$\overline{Q_{n+1}}$																							
↑	0	0	$Q_n$	$\overline{Q_n}$																							
↑	0	1	0	1																							
↑	1	0	1	0																							
↑	1	1	Interdit																								

### 2. Les diodes D synchrones

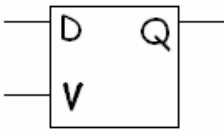
Symbole	Table de vérité																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>H</th> <th>D</th> <th><math>Q_{n+1}</math></th> <th><math>\overline{Q_{n+1}}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>X</td> <td><math>Q_n</math></td> <td><math>\overline{Q_n}</math></td> </tr> <tr> <td>↑</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>↑</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>x : état indifférent Qn : état mémoire</p>	H	D	$Q_{n+1}$	$\overline{Q_{n+1}}$	X	X	$Q_n$	$\overline{Q_n}$	↑	0	0	1	↑	1	1	0
H	D	$Q_{n+1}$	$\overline{Q_{n+1}}$														
X	X	$Q_n$	$\overline{Q_n}$														
↑	0	0	1														
↑	1	1	0														

Exemple d'utilisation d'une bascule D diviseur de fréquence par 2 :



On a la relation entre les périodes  $TQ = 2 * TH$ . Donc la relation entre les fréquences  $FQ = FH/2$ .

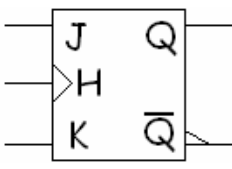
### 3. Les bascules D Verrou ou D Latch

Symbole	Table de vérité												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>D</th> <th>V</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>0</td> <td>Q</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>x : état indifférent</p>	D	V	Q	X	0	Q	0	1	0	1	1	1
D	V	Q											
X	0	Q											
0	1	0											
1	1	1											

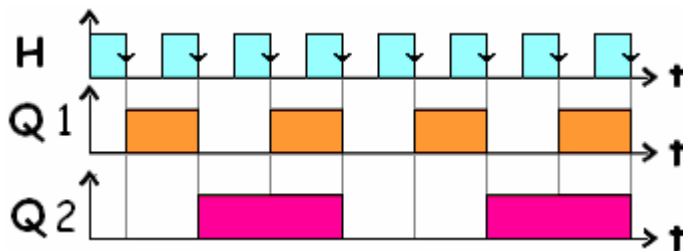
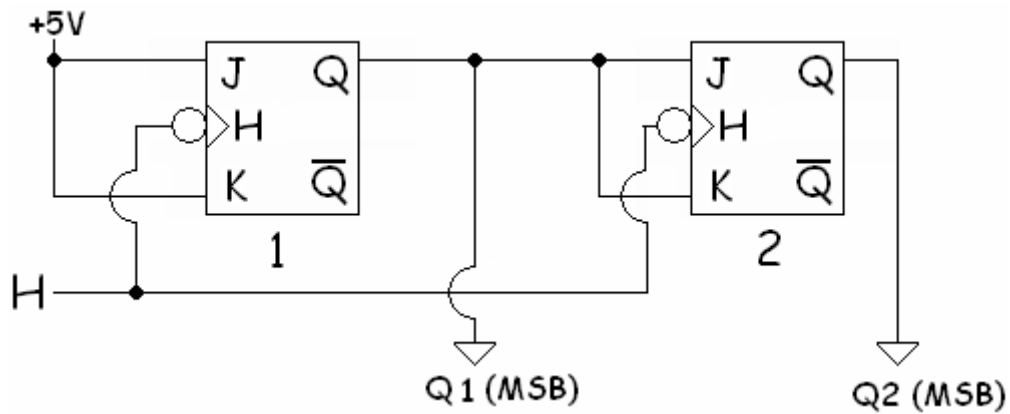
La sortie Q suit l'entrée D tant que l'entrée V est à 1.

Si l'entrée V est à 0, alors la sortie Q ne bouge pas, la bascule est verrouillée. D'où le nom de bascule Verrou.

### 4. Les bascules J-K (JK)

Symbole	Table de vérité																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>H</th> <th>J</th> <th>K</th> <th>Q<sub>n+1</sub></th> <th>Q̄<sub>n+1</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>Q<sub>n</sub></td> <td>Q̄<sub>n</sub></td> </tr> <tr> <td>↓</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>Q<sub>n</sub></td> <td>Q̄<sub>n</sub></td> </tr> <tr> <td>↓</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>↓</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>↓</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>Q̄</td> <td>Q</td> </tr> </tbody> </table> <p>x : état indifférent</p>	H	J	K	Q <sub>n+1</sub>	Q̄ <sub>n+1</sub>	0	X	X	Q <sub>n</sub>	Q̄ <sub>n</sub>	↓	0	0	Q <sub>n</sub>	Q̄ <sub>n</sub>	↓	0	1	0	1	↓	1	0	1	0	↓	1	1	Q̄	Q
H	J	K	Q <sub>n+1</sub>	Q̄ <sub>n+1</sub>																											
0	X	X	Q <sub>n</sub>	Q̄ <sub>n</sub>																											
↓	0	0	Q <sub>n</sub>	Q̄ <sub>n</sub>																											
↓	0	1	0	1																											
↓	1	0	1	0																											
↓	1	1	Q̄	Q																											

Exemple d'utilisation d'une bascule J-K compteur synchrone modulo 4 :



On a bien un cycle de comptage qui commence à 00 et qui fini à 11 ; puis qui recommence à 00 jusqu'à 11 etc...

Il y a quatre valeurs différentes d'où le nom de compteur modulo 4.

Pour compter sur quatre valeurs (ici de 0 à 3) ; on a besoin de deux bascules.

Nous pouvons généraliser cela :

Pour faire un compteur 'modulo  $2^n$ ' on utilise n bascules.