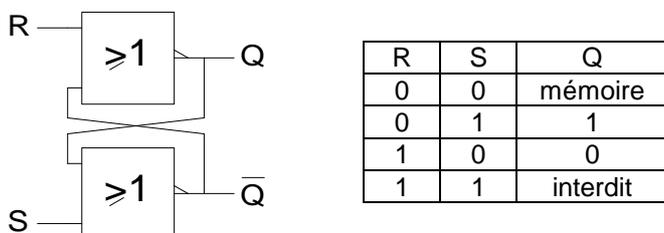


BASCULES ET COMPTEURS

1. BASCULES

1.1 Bascule RS

On peut la réaliser à partir de portes NON ET ou NON OU, par exemple ou encore sous forme intégrée.



Bascule RS à portes NON OU (NOR)

La borne R, active au niveau 1, est l'entrée de remise à zéro (reset) de la sortie Q.

La borne S, active au niveau 1, est l'entrée de mise à un (set) de la sortie Q.

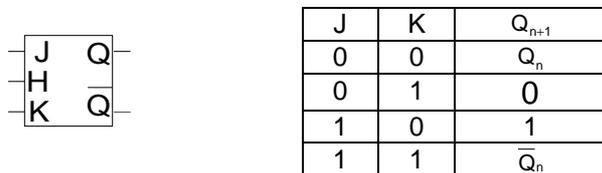
Les sorties sont complémentaires.

Lorsque les deux entrées sont à zéro, les sorties restent dans l'état précédent la mise à zéro de l'entrée R ou de l'entrée S, d'où le nom d'état "mémoire".

Porter simultanément les deux entrées au niveau au niveau 1 n'a pas de sens, car on ne peut vouloir à la fois $Q = 0$ et $Q = 1$. Mais, de plus, les sorties ne seraient plus complémentaires, puisqu'au niveau zéro toutes les deux, et lors du passage à zéro des entrées, l'état des sorties ne serait plus déterminé.

1.2 Bascule JK

Afin de lever l'ambiguïté précédente on fait appel à un signal d'horloge, appliqué en H.



Q_{n+1} donne l'état de la sortie à l'instant t_{n+1} par rapport à ce qu'il était à l'instant t_n , c'est à dire avant le front d'horloge.

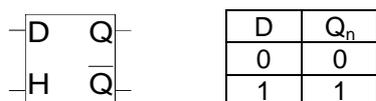
Les entrées J et K ont le même rôle que les entrées R et S de la précédente bascule mais leur effet en sortie n'a lieu qu'après la réception d'un front d'horloge.

Lorsque les deux entrées sont au niveau 1, la sortie Q change d'état à chaque front d'horloge. C'est ainsi que l'on réalise un diviseur de fréquence par deux.

Remarque : généralement les circuits comportent également des entrées asynchrones de mise à zéro et de mise à un, qui permettent de forcer la sortie Q respectivement aux niveaux 0 et 1.

1.3 BASCULE D

1.3.1 Bascule D déclenchée sur front d'horloge



La sortie recopie l'entrée D lors d'un front d'horloge.

1.3.2 Bascule D à verrouillage

Dans ce cas la sortie Q suit l'entrée D seulement si le changement a lieu lorsque l'horloge est au niveau un, dans le cas contraire, la sortie reste dans son état précédent.

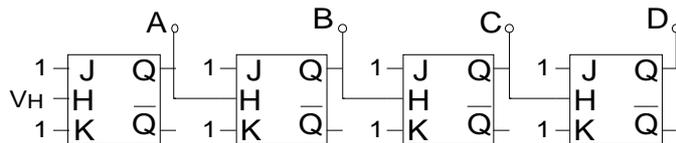
2. COMPTEURS

2.1 Compteurs asynchrones

2.1.1 Compteur binaire

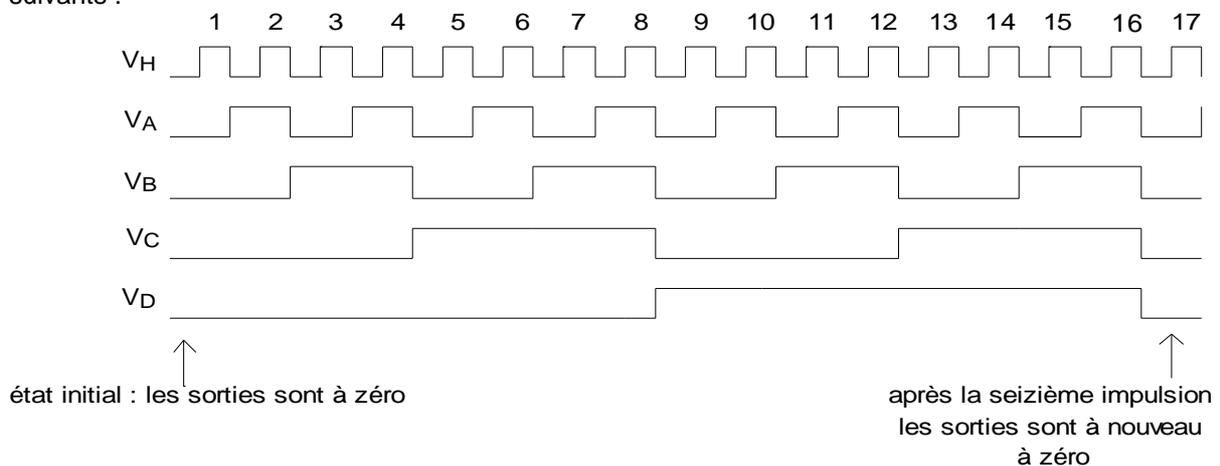
Un compteur binaire modulo 2 peut être réalisé indifféremment avec une **bascule JK** dont les **entrées J et K** sont maintenues à 1 ou avec une bascule **D** (déclenchée sur front) dont **la sortie complémentaire est reliée à l'entrée D**, la fréquence du signal de sortie étant deux fois plus faible que celle du signal d'horloge.

Pour obtenir un compteur modulo 2^n , on montera en cascade n bascules, la sortie Q du premier étant reliée à l'entrée H du suivant.



Un compteur binaire modulo 16 nécessite donc 4 bascules, la sortie de la dernière bascule repassant à zéro dès la 16^{ième} impulsion.

En supposant que les bascules JK sont sensibles à un front négatif, on obtient les chronogrammes suivants :

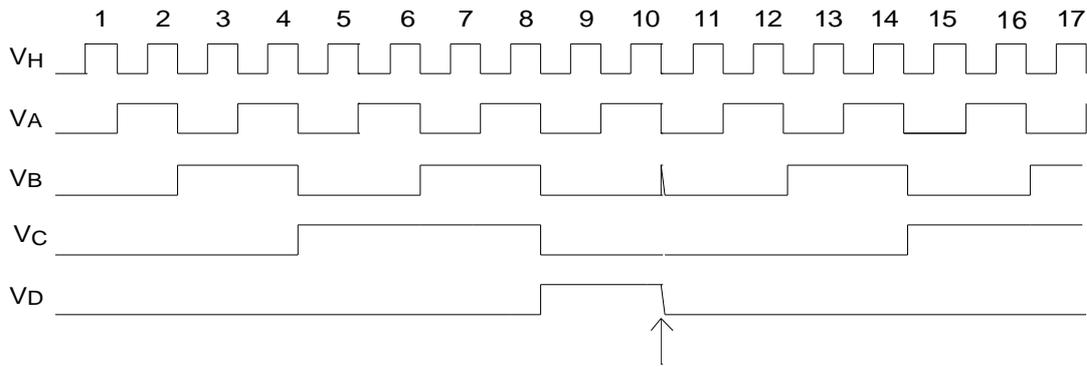
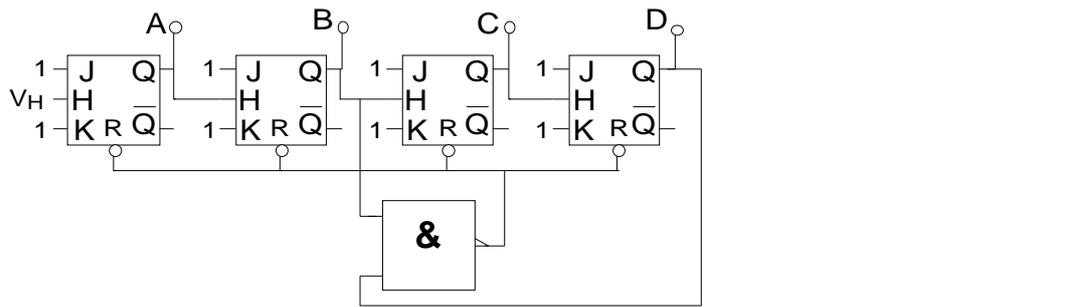


Dans un tel compteur, le signal d'horloge de la seconde bascule est le signal de sortie de la première et ainsi de suite. Du fait du temps de propagation du signal à travers chaque bascule, le front négatif de v_A est retardé par rapport à celui de v_H . Il en est de même pour les signaux en B, C et D. Aucune des bascules ne commutant au même instant, le compteur est dit *asynchrone*.

2.1.2 Compteur modulo n

Pour réaliser un compteur modulo n où n n'est pas une puissance de 2 on réalise la même structure que précédemment mais on utilise l'entrée de remise à zéro asynchrone pour forcer le compteur à repasser à zéro avant la 2^n ième impulsion.

Si l'on désire, par exemple réaliser un compteur modulo 10, il faut utiliser quatre bascules (3 ne permettent de compter que jusqu'à 8) et les remettre toutes à zéro lorsque le nombre 10, soit 1010 en binaire, est affiché en sortie. En supposant que la remise à zéro est active au niveau bas, on effectuera une remise à zéro en appliquant les sorties D et B aux entrées d'une porte NON ET dont la sortie est reliée aux entrées de remise à zéro des bascules.



le compteur est remis à zéro dès la dixième impulsion

L'impulsion, de courte durée sur la sortie B ne pose pas de problème si les sorties commandent un afficheur mais serait gênante si la sortie B devait attaquer d'autres circuits logiques.

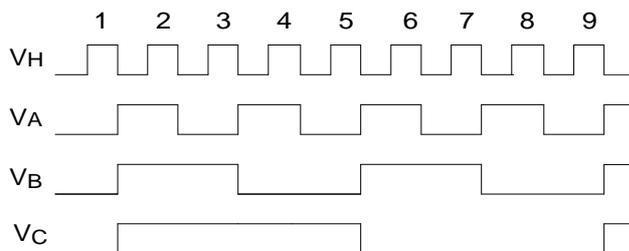
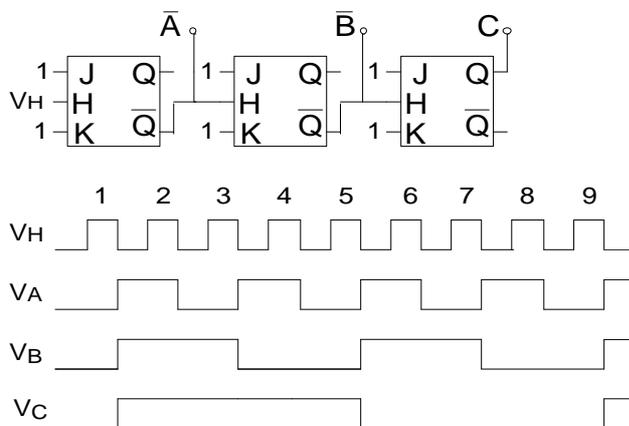
2.1.3 Décompteur asynchrone

Considérons les états de sortie successifs d'un décompteur trois bits :

	C	B	A
0	0	0	0
7	1	1	1
6	1	1	0
5	1	0	1
4	1	0	0
3	0	1	1
2	0	1	0
1	0	0	1
0	0	0	0

Par rapport au compteur, on constate que la bascule B commute sur les fronts positifs de la sortie A, de même la bascule C commute sur les fronts positifs de la sortie B.

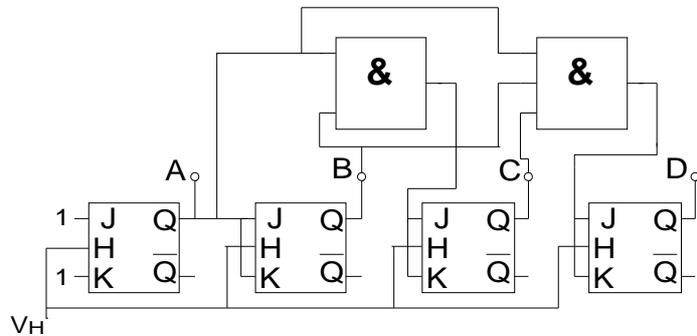
Pour obtenir un décompteur à partir d'un compteur, il faut donc inverser les signaux v_A et v_B avant de les appliquer aux bascules suivantes, ou bien utiliser les sorties \bar{A} et \bar{B} .



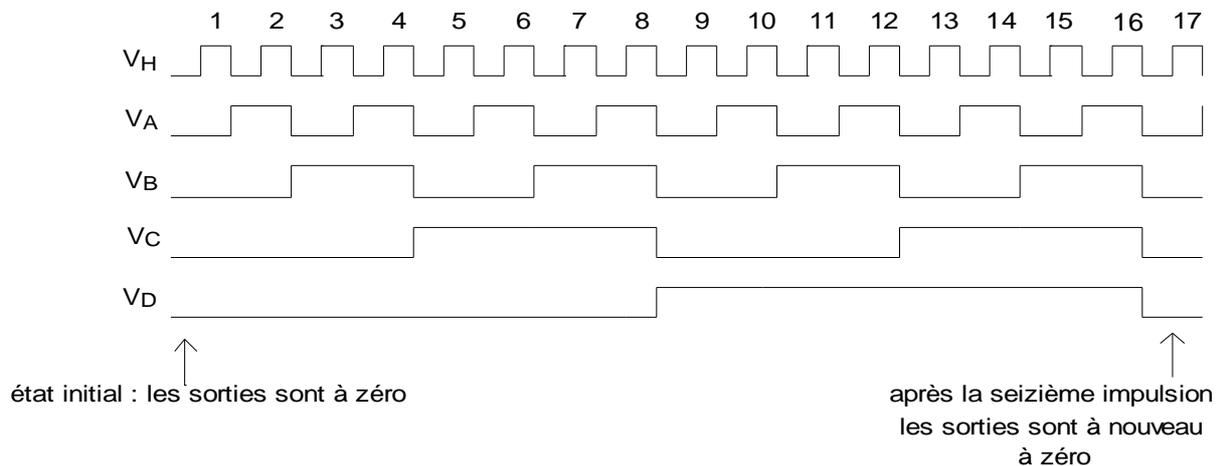
2.2 Compteurs synchrones

Les temps de propagation t_p s'ajoutant, le signal de sortie de la n ème bascule est retardé de $n.t_p$. Ce retard augmentant avec le nombre de bascules, les compteurs asynchrones seront vite limités en fréquence. D'autre part, des états intermédiaires de durée t_p apparaissent et peuvent être à l'origine de dysfonctionnements.

Pour pallier ce problème, on réalise des compteurs synchrones, pour lesquels le signal d'horloge est commun à toutes les bascules.



La bascule A étant la seule à devoir commuter sur chaque front négatif d'horloge, les entrées JK des autres bascules ne doivent être portées au niveau 1 qu'aux instants où elles doivent commuter.



Si on tient compte des temps de propagation, on s'aperçoit que la sortie A n'est pas encore au niveau 1 lors du premier front négatif de l'horloge alors qu'il est encore au niveau 1 lors du deuxième.

Il suffit donc de relier la sortie A aux entrées JK de la deuxième bascule pour qu'elle ne commute que sur le second front négatif.

Pour que la troisième bascule ne commute que sur le front négatif de la quatrième impulsion, il faut que les sorties A et B soient simultanément à 1, d'où l'utilisation d'une porte NON ET à deux entrées. Par le même raisonnement, on est amené à utiliser une porte NON ET à trois entrées A, B, C dont la sortie est reliée aux entrées JK de la dernière bascule.