

Circuits Séquentiels

- introduction :

- * Des circuits qui ont une entrée → Sortie t
- mémoire** • Sortie $Q(t)$ ↗ la sortie dépend à la fois des variables d'entrée de l'état antérieur des sorties

* L'élément de base de la logique séquentielle est: **la bascule** (flip-flop)

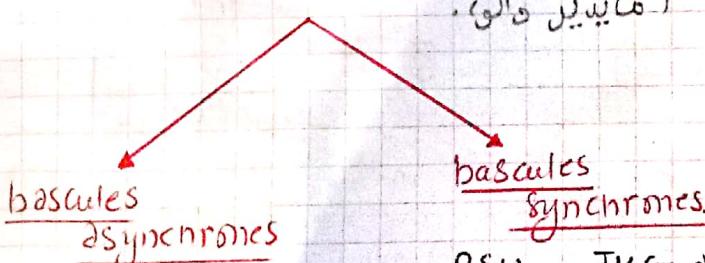
les bascules peuvent être **asynchrone** ou **synchrones**, constituées de portes logiques

* **C.S asynchrones:** les sorties changent d'état dès qu'il y a un changement des états d'entrées.

* **C.S synchrones:** les sorties changent d'état après avoir eu une autorisation d'un signal

de synchronisation appelé "Horloge".

ex: $H=1 \rightarrow$ notre système travaille et mémorise (الجهاز يعمل وينتسب) $H=0 \rightarrow$ mémorisation (الجهاز ينتسب)



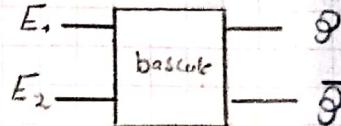
RS - D - T - JK

2. **des bascules:** ex: $\overline{Q_+} = \bar{R} Q_+ + S$

Sont à mémoriser une information elle est un système séquentiel constitué par une ou deux entrées

et deux sorties complémentaires.

bascule bistable.



Les bascules asynchrones:

* **bascule RS:**

$$S = 1 \quad R = 0 \quad Q_+ = 1 \quad \text{Q}_+ \text{ mise } \checkmark$$

$$R = 1 \quad S = 0 \quad Q_+ = 0 \cdot 1 \quad \overline{Q}_+ = 1 \quad \overline{Q}_+ \text{ mise } \checkmark$$

$$S = R = 0 \quad Q_+ = Q \quad \text{mémorisation}$$

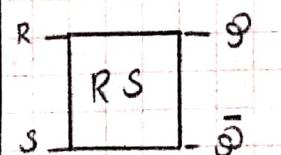
$$S = R = 1 \quad \text{état interdit.}$$

$$Q_+ = \overline{Q}_+ = 1 \quad \text{qui n'est pas logique.}$$

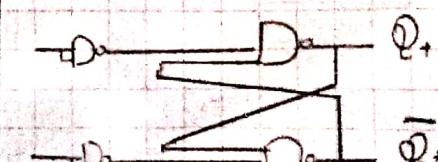
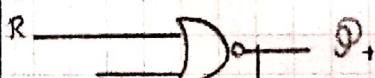
TV:

R	S	Q	Q_+	\overline{Q}_+
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	x	x
1	1	1	x	x

$$\boxed{Q_+ = \bar{R} Q_+ + S}$$



Logigramme:



Bascule D:

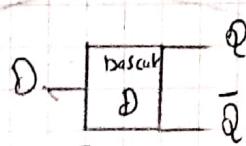
un appui sur $D \rightarrow$ mise à 1 de Q_+ .

un relâchement de $D \rightarrow$ mise à 0 de Q_+ .

TV:

whatever l'état Q

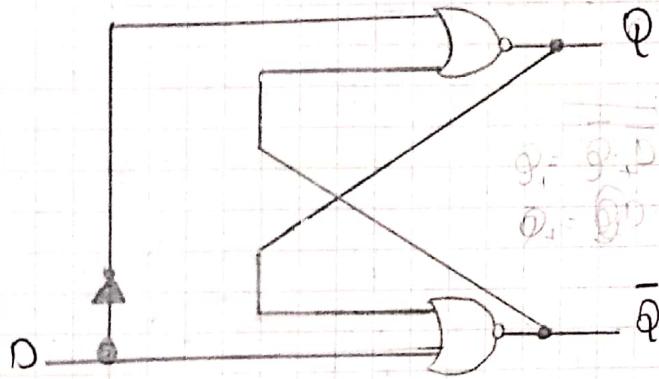
D	Q_-	Q_+	\bar{Q}_+
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	1	0



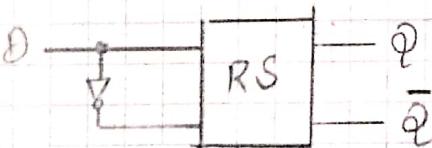
D'où:

$$Q_+ = D. \quad \text{---(*)}$$

Logigramme: (avec des portes NOR)



D: $S=D$, $R=\bar{D}$ dans l'équation de la bascule RS on obtient une bascule D.



* Table d'excitation \rightarrow on devine

* Logigramme de bascule D avec les portes NOR & fait de la même méthode que la bascule RS.

X
=

Bascule JK: contrairement à la

bascule RS. Dans la bascule JK.

la condition $J=K=1$ ne donne pas lieu à une condition indéterminée.

mais par contre la bascule passe à l'état opposé. {enlève l'ambiguité de la bascule RS.}

$$J=1, \quad Q_+ = 1$$

$$K=1 \quad \begin{cases} J=1 \\ K=0 \end{cases} \quad Q_+ = 0 \quad \bar{Q}_+ = 1$$

$$K=J=0 \quad Q_+ = Q \quad \text{mémorisation}$$

$$K=J=1 \quad Q_+ = \bar{Q} \quad \text{état opposé}$$

TV:

J	K	Q_-	Q_+	\bar{Q}_+
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1

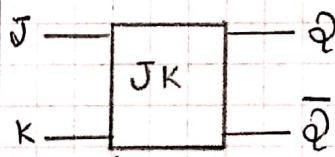
} mémorisation.

} $K=1 \quad \begin{cases} J=1 \\ J=0 \end{cases} \quad \bar{Q}_+ = 1$

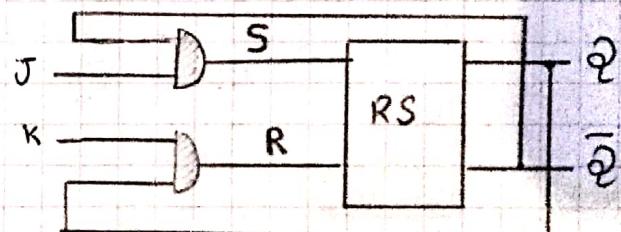
} $J=1 \quad \begin{cases} K=0 \\ K=1 \end{cases} \quad Q_+ = 1$

} état opposé.

$$Q_+ = J\bar{Q} + \bar{K}Q. \quad \text{---(**)}$$



Dans l'équation (**) on mettant $S=J\bar{Q}$ et $R=KQ$ on obtient (**).



- * Bascule T: elle est obtenue en reliant les entrées J et K d'une bascule JK
- $T=0 \rightarrow$ mémorisation
- $T=1 \rightarrow$ basculement.

T	Q	Q_+	\bar{Q}_+
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

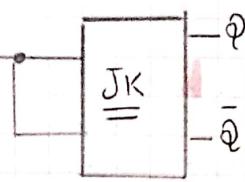
} mémorisation.

} basculement.

$$Q_+ = \overline{J} \bar{Q} + \overline{K} Q$$

$$T \quad \quad \quad T$$

$$Q_+ = T \oplus Q$$



- Bascule T -

mode de synchronisation:

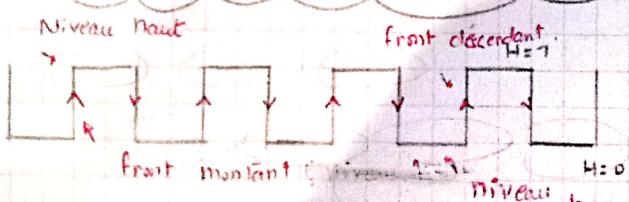
* L'Horloge n'apparaît jamais dans les équations.

Il existe deux modes de synchronisation:

- mode de mémorisation
- mode de basculement

des bascules synchrones:

la bascule est synchrone quand ses sorties ne changent d'état que si un signal supplémentaire est appliqué sur une entrée : c'est l'horloge (H ou CLK).



Synchronisation sur niveau haut:

RSH: D_+ même chose pour les sorties bas

$H=0$: La sortie garde l'état précédent. (mémorisation)

$H=1$: la bascule RS fonctionne normalement.

Synchronisation sur le niveau bas:

C'est l'inverse!

$H=1$: mémorisation

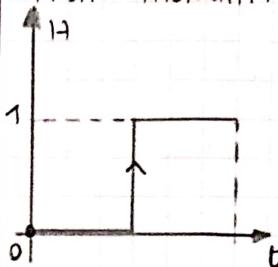
$H=0$: fonctionnement normal de la bascule.

Remarque: Ce type de synchronisation (sur niveau) a beaucoup d'inconvénients.

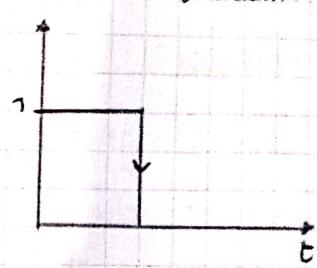
Synchronisation sur front

Synchronisation sur front:

front montant:



front descendant:



H

D_+

H

D_+

Fonctionnement: quelle soit J et K

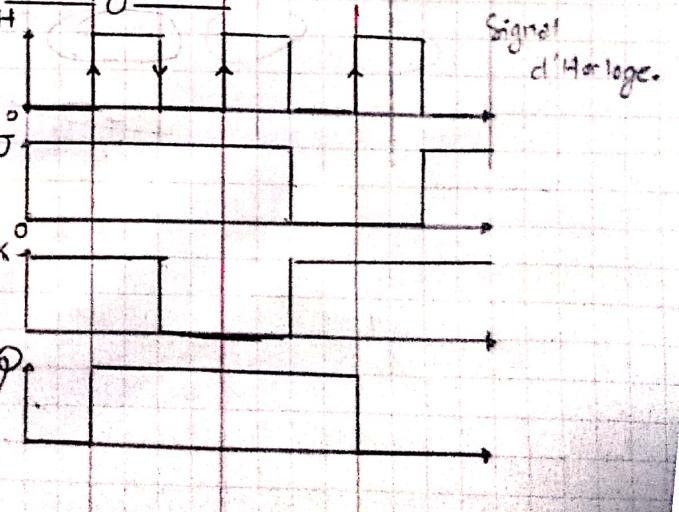
H	J	K	Q_+	\bar{Q}_+
0	x	x	Q	\bar{Q}
1	x	x	Q	\bar{Q}
↓	x	x	Q	\bar{Q}
↑	0	0	Q	\bar{Q}
↑	0	1	0	1
↑	1	0	1	0
↑	1	1	\bar{Q}	Q

mémorisation

mémorisation

basculement

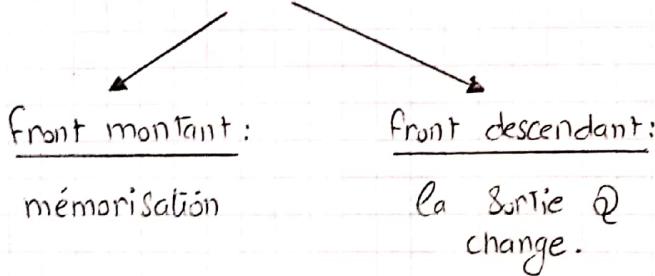
Chronogramme:



* bascule JK maître esclave : "Synchronisation par bordure" afin d'éviter les problèmes de synchronisation sur front et sur niveau. on construit des bascules qui fonctionnent de la façon suivante :

front montant: la bascule mémoirise l'état des entrées J et K présent à cet instant, mais sa sortie Q ne change pas d'état. La bascule garde l'état de J et K jusqu'à **front descendant** suivant où elle effectue les changements d'état prévus au moment du **front montant**.

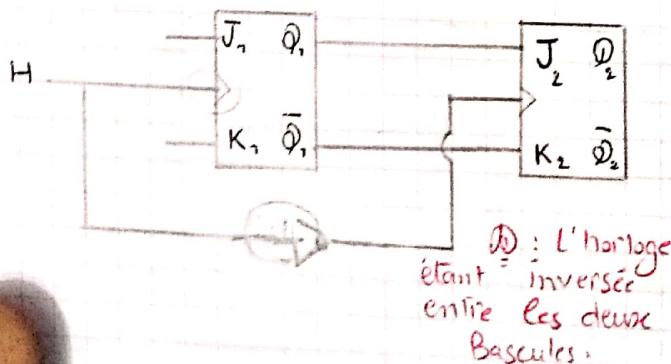
Autrement dit:



et pour obtenir ce résultat, on utilise deux bascules JK.

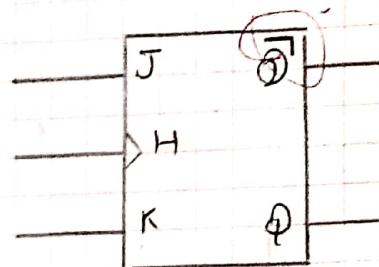
1^{ère} appelée **Maître** (mémorise)

2^{ème} appelée **Esclave** (exécute les ordres du maître)

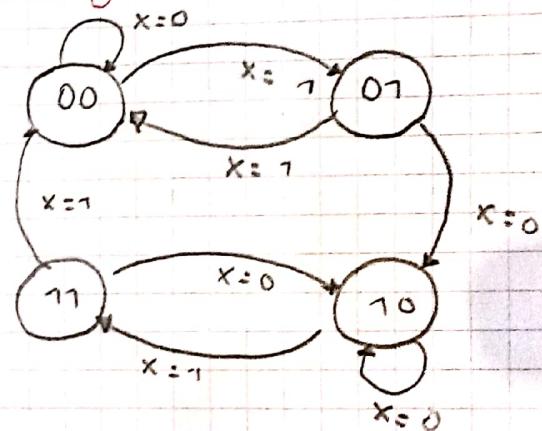


① :

symbole d'une bascule JK maître esclave:



* **Diagramme d'états:**

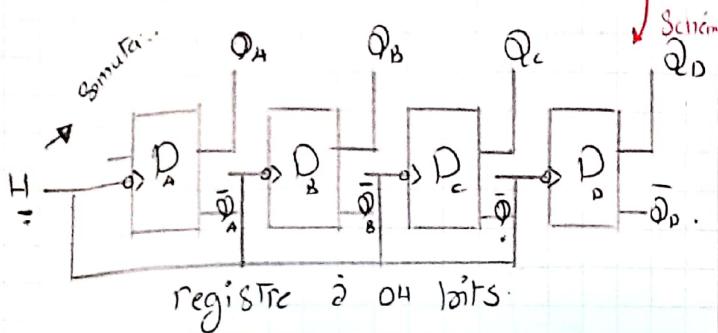


② YouTube : informatique avec mahseur

3 - Les registres

Un registre est un ensemble de **cellules mémoire** pouvant de stocker des informations binaires.

une bascule D permettant de stocker un bit, donc on obtient un registre de 4 bits en juxtaposant 4 bascules D identiques et H reliée entre eux.



case mémoire = une bascule.
nombre de bit = nombre de bascules
mémoriser l'information
Registre → Décaler l'information
à gauche à droite circulaire
- Les données peuvent être lues / écrites au même temps (parallèle) ou l'une après l'autre (série)
- Les registres sont classés selon
nombre de bit mode de fonctionnement

modes de fonctionnement :

Des registres à entrées parallèles et

Sorties parallèles : **Pipo**

- entrées parallèles et

Sorties séries : **Piso**

- entrées séries et sorties

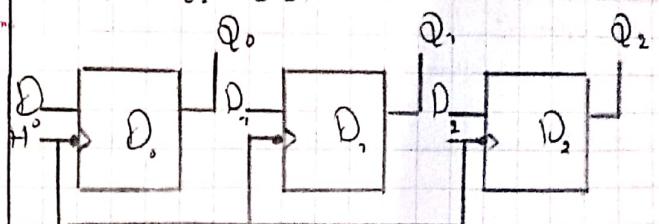
Parallèles : **Sipo**

- Entrées séries et sorties

Séries : **Siso**

* registre de mémorisation: Pipo

il possède des entrées parallèles et des sorties parallèles. On lance les entrées (D_0, D_1 et D_2) et au passage du **premier front actif**, les entrées seront **transmis** aux sorties ($Q_0 = D_0, Q_1 = D_1, Q_2 = D_2$).



Hey! on peut introduire un signal de validation R. $R=0 \rightarrow$ ~~lire~~
 $R=1 \rightarrow$ lire ✓.

Dans un registre de décalage, l'état de la bascule de rang i est transmis à la bascule de rang $i+1$.

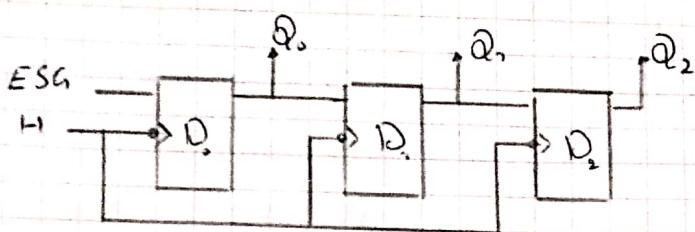
* registre de décalage: si l'on

vient **transférer des données** d'une case mémoire dans celle de droite à gauche. Faut **interconnecter** les bascules entre elles: on obtient alors un registre de décalage.

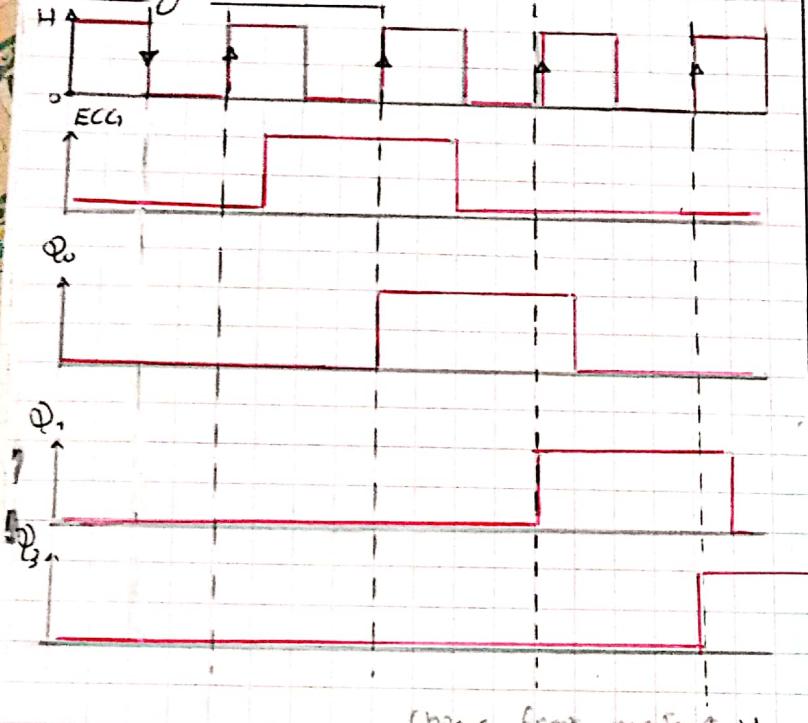
→ un registre de décalage possède une **seule entrée série (ES)** qui sera **transmis** d'une bascule à une autre à chaque front actif.

* registre de décalage à droite

il possède une entrée série gauche (ESG). et le décalage se fait de gauche vers droite.

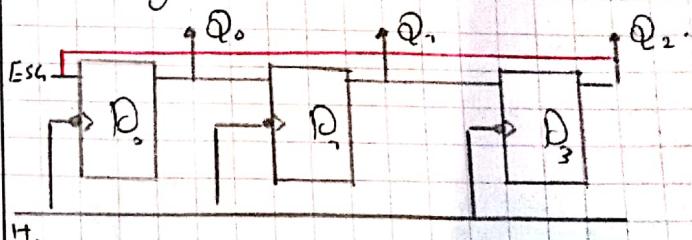


chronogramme d'un registre de décalage à droite :



* registre de décalage circulaire :

De base, il est formé par un registre de décalage (à droite ou à gauche) en reliant l'entrée série (ESG ou ESP) avec la dernière sortie de registre.

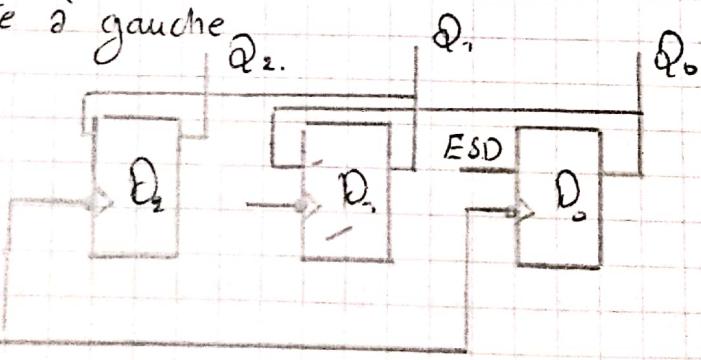


* à chaque coup d'Horloge, un nouveau bit est présenté, et ceux déjà chargés sont décalés d'un rang.

* une information stockée dans un registre de décalage peut être lue en série ou en parallèle.

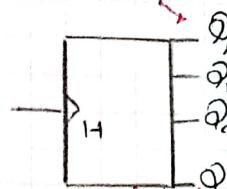
* registre de décalage à gauche :

il possède une entrée série droite (ESD) et le décalage se fait de droite à gauche.



4. les compteurs :

un compteur est un circuit qui compte des impulsions et qui affiche sur ses sorties le nombre d'impulsions qu'il a reçues depuis le début de la période de temps.



- Compteur sur 4 bit synchronisé au front montant -

il y a deux types de

compteurs :

synchrones

asynchrones.

les termes synchrones & asynchrones n'ont pas la même signification que pour les bascules et les deux types de compteurs sont réalisés avec des bascules synchrones. Horloge et déclenchement

* des compteurs asynchrones :

→ les événements ne possèdent aucune relation entre eux. Les bascules formant un compteur ne changent pas d'état au même temps, car elles ne sont pas reliées au même signal d'horloge. Le déclenchement périodique se fait uniquement sur la première bascule du compteur. Le déclenchement des autres bascules

* compteur possède N états différents (appelé compteur modulo N)

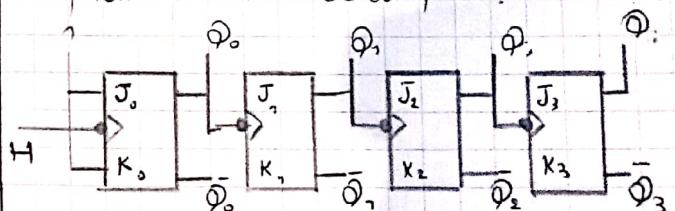
* fonctionne d'une manière cyclique (il revient à l'état initial F0).

* "compteur est constitué de n bascules (2^n = N).

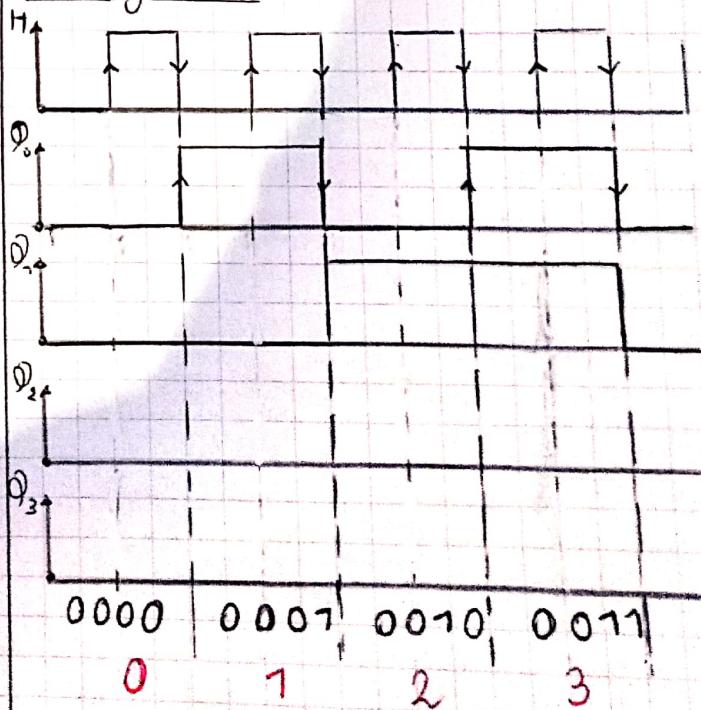
* classification du compteur :



Se fait proche en proche de sorte que la sortie Q_n ou \bar{Q}_n sera appliquée à l'horloge H_{n+1} . Selon que l'on travaille au front \uparrow ou \downarrow et selon que l'on veut obtenir "un compteur" ou "un décompteur".



chronogramme :



④ : on peut réaliser le même compteur en utilisant des bascules synchronisées sur front montant dont l'horloge H sera reliée à la sortie $\overline{Q_{in}}$.

* des compteurs synchrones

Ce terme synchrone fait référence à des événements qui possède une relation temporelle fixe l'un par rapport à l'autre. "Toutes les bascules sont synchronisées avec la même Horloge".

