

UNIVERSITÉ CHOUAIB DOUKKALI
Ecole Supérieure de Technologie
Sidi Bennour

Cours: Physique pour l'Informatique
« Logique séquentielle »

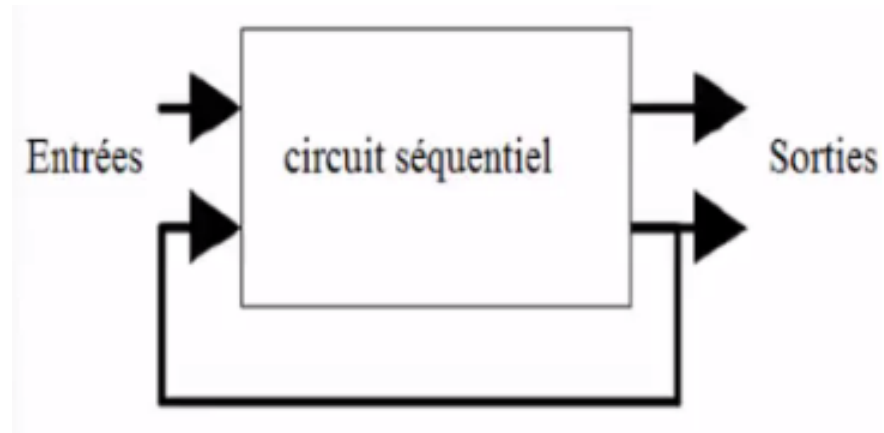
Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Définition :

Circuits séquentiels

- Un circuit séquentiel est un circuit dont les sorties dépendent non seulement de l'état des entrées mais aussi de l'état antérieur de certaines sorties (**notion de mémorisation**).
- C'est un circuit dont le temps intervient dans la définition des sorties.

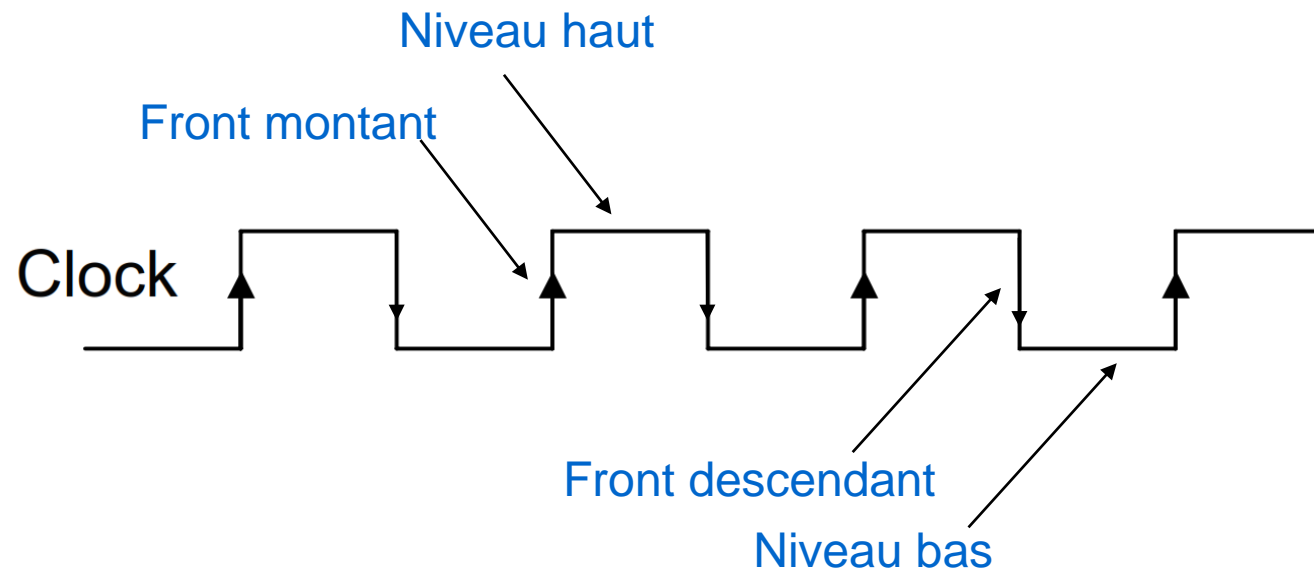


Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Horloge:

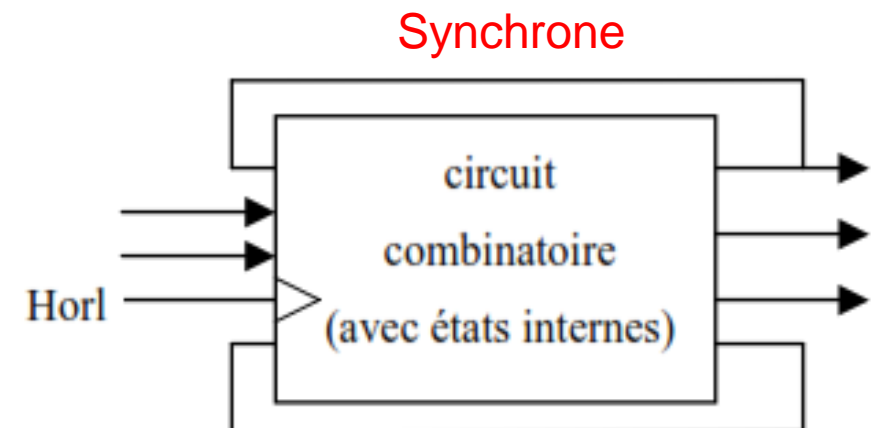
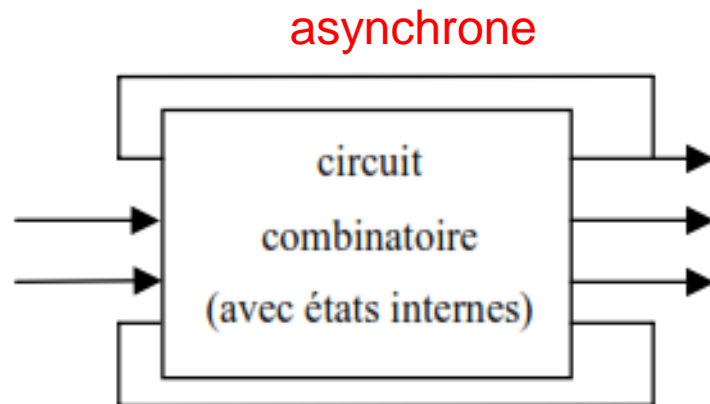
Composant passant régulièrement et indéfiniment d'un niveau **haut (1)** à un niveau **Bas (0)** par la génération simultanée des impulsions des signaux électriques.



Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

- **Le circuit séquentiel asynchrone:** Les sorties du montage peuvent changer à tout moment dès qu'une ou plusieurs entrées changent après un temps de propagation qui peut être différent pour chaque sortie.
- **Le circuit séquentiel synchrone:** Le changement sur les sorties se produit après le changement d'état (front montant ou descendant) d'un signal maître, l'horloge. Les entrées servent à préparer le changement d'état, mais ne provoquent pas de changement des sorties. Tout changement d'état interne du montage est synchronisé sur le front actif de l'horloge.



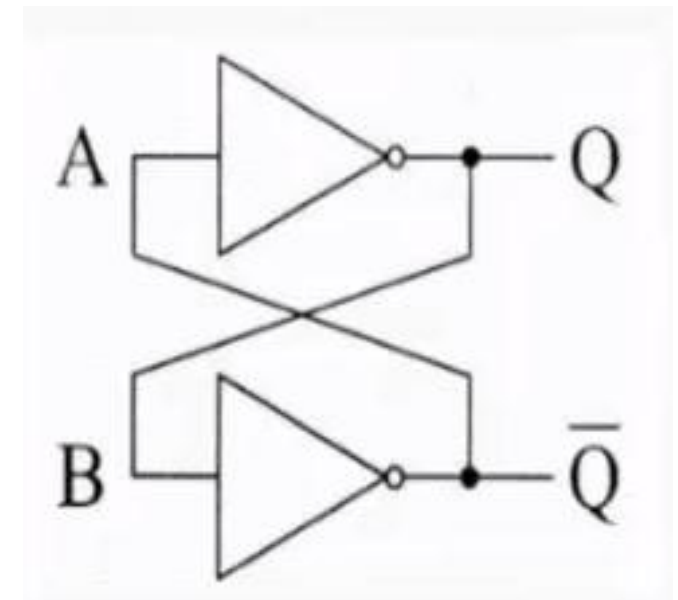
Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Les Bascules

- Système bistable (deux états '0' et '1') permettant de mémoriser une information élémentaire, il représente une mémoire à 1 bit ayant 2 états:
- Q et \bar{Q} , il utilise un mécanisme de verrou (latch)
- On peut vérifier que les états sont cohérents

$$\begin{aligned} (Q = 1) &\Rightarrow (B = 1) \Rightarrow (\bar{Q} = 0) \Rightarrow (A = 0) \Rightarrow \\ (Q = 1) \text{ Et } (Q = 0) &\Rightarrow (B = 0) \Rightarrow (\bar{Q} = 1) \Rightarrow \\ (A = 1) &\Rightarrow (Q = 0) \end{aligned}$$



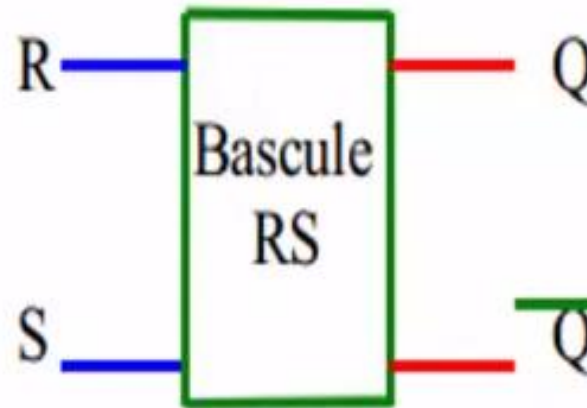
Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

La Bascule RS

- C'est une bascule à deux entrées R (Reset : remise à zéro) et S (Set : mise à un) tels que : Si les deux entrées sont inactives ----- $\rightarrow Q_+ = Q$
 - ✓ Si R est active seule $Q_+ = 1$
 - ✓ Si R est active seule $Q_+ = 0$
- Un cas à éviter si les deux entrées sont actives à la fois car dans ce cas on obtient:

$$Q_{t+1} = Q_{t+1} = 0$$



Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

La Bascule RS

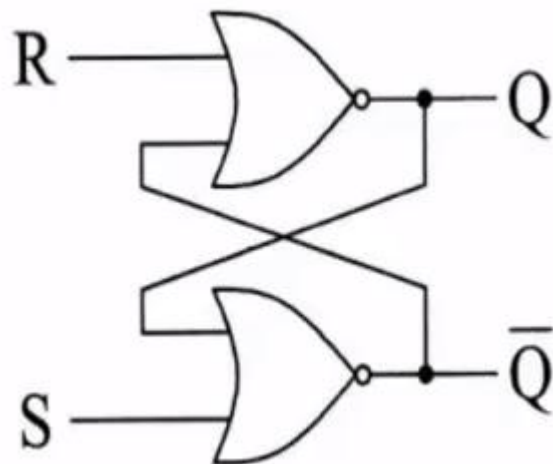
R	S	Q_+	\bar{Q}_+
0	0	Q	\bar{Q}
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	X	X

Pas de changement « mémorisation »

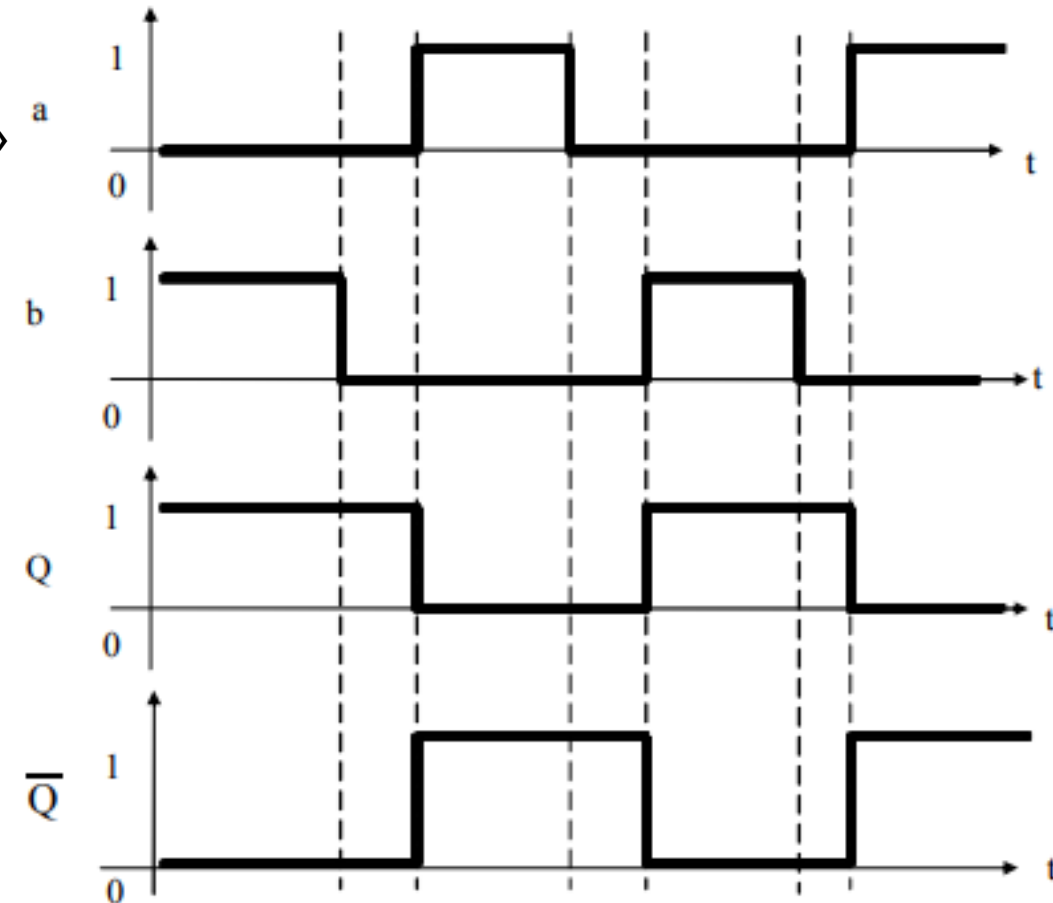
S active : remise à 1

R active : remise à 0

Cas interdit



Chronogrammes de la bascule RS



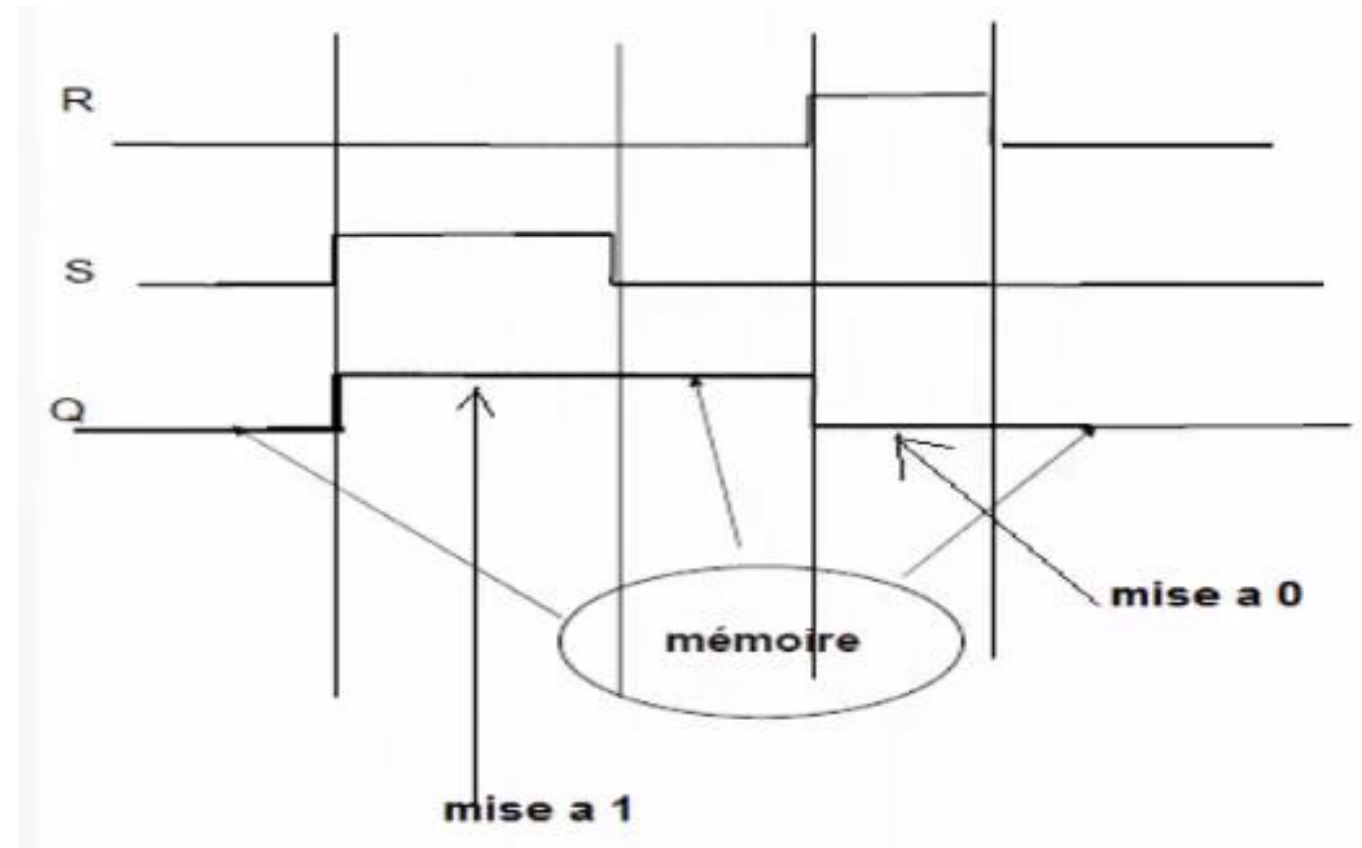
Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

La Bascule RS

Table de transition (excitation)

Q	Q+	R	S
0	0	X	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	X

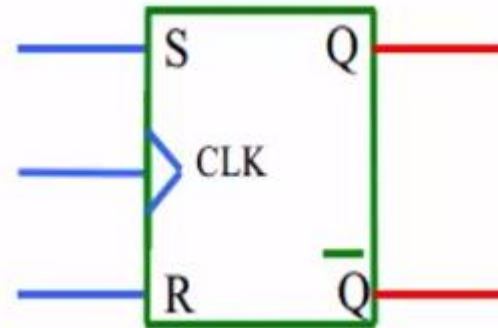


Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

La Bascule RSH

- C'est une bascule RS synchronisée par un signal d'horloge H (niveau haut en général) .
- Cette bascule souffre toujours d'un état interdit et elle a un état de mémorisation en plus.

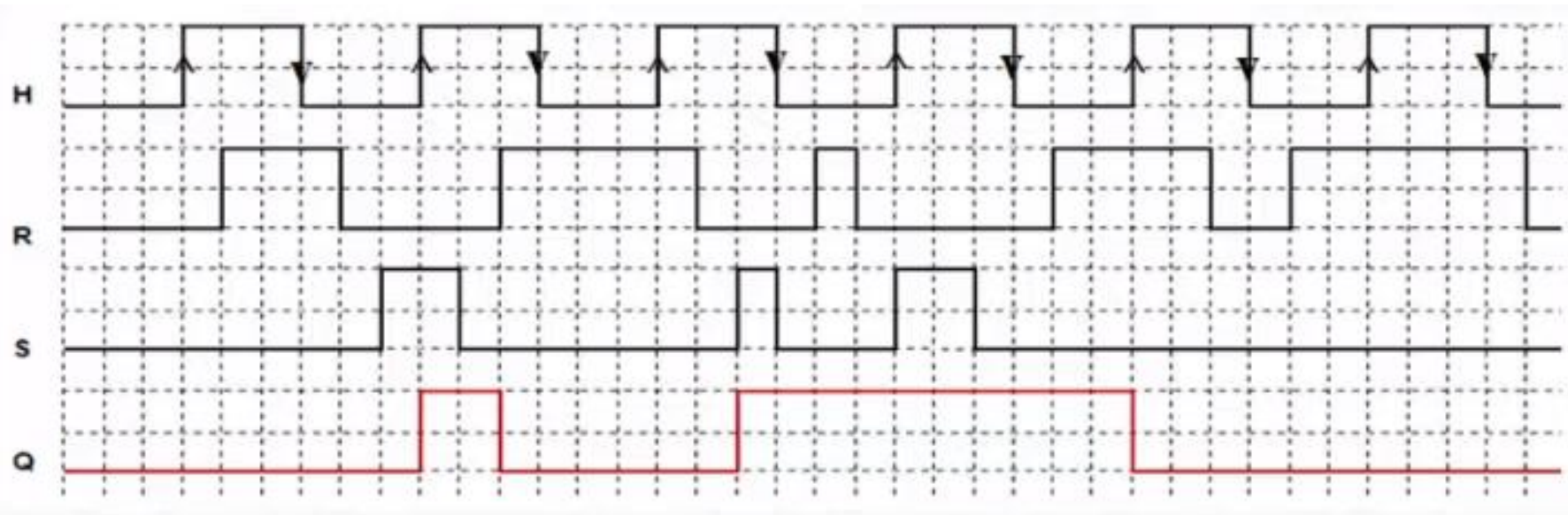


Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

La Bascule RSH en niveau haut ($H = 1$)

- Lorsque $H = 0$, la bascule est dans l'état mémoire.
- Lorsque $H = 1$, la bascule fonctionne comme une bascule RS.



H	R	S	$Q +$	$\overline{Q} +$
0	X	X	Q	\overline{Q}
1	0	0	Q	\overline{Q}
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	1	x	x

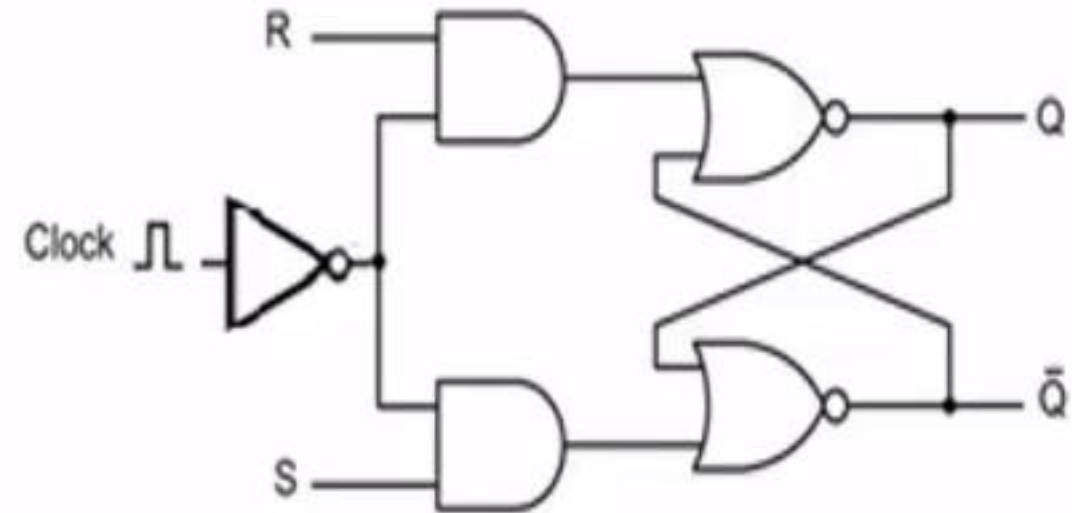
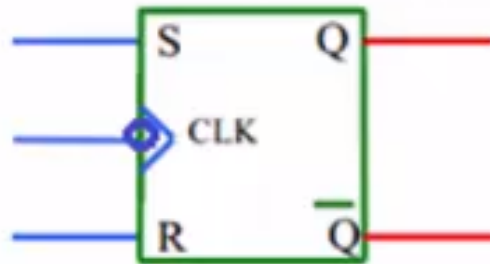
Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

La Bascule RSH en niveau bas ($H = 0$)

- Lorsque $H = 1$, la bascule est dans l'état mémoire.
- Lorsque $H = 0$, la bascule fonctionne comme une bascule RS.

H	R	S	$Q +$	$\overline{Q} +$
0	X	X	Q	\overline{Q}
1	0	0	Q	\overline{Q}
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	1	x	x



Unité 1: Informatique Industrielle

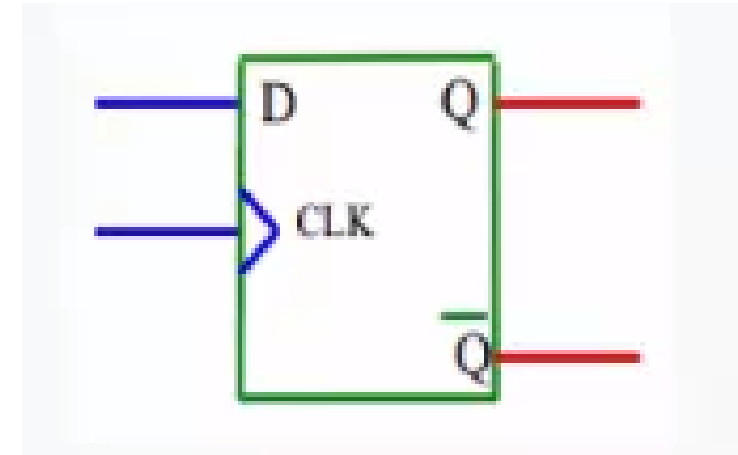
Logique séquentielle

La Bascule D (Data)

- Elle est conçue sur le même principe que la RSH. Obtenue à partir d'une bascule RSH en ne considérant que les deux combinaisons **(R,S) = (0,1)** et **(1,0)**.
- Les entrées R et S sont remplacé par D et D, d'où elle ne traite pas les cas **(0,0)** et **(1,1)**.
- En conséquence, elle élimine le deuxième cas de mémorisation et le cas interdit de la bascule RSH.
- Selon le mode de la synchronisation, Il existe deux types de la bascule D:
 - ✓ Bascule D active sur le niveau (Bascule D-latch)
 - ✓ Bascule D active sur le front (Bascule Normale)

H	R	S	$Q+$	$\overline{Q+}$
1	X	X	Q	\overline{Q}
0	0	0	Q	\overline{Q}
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	1	x	x

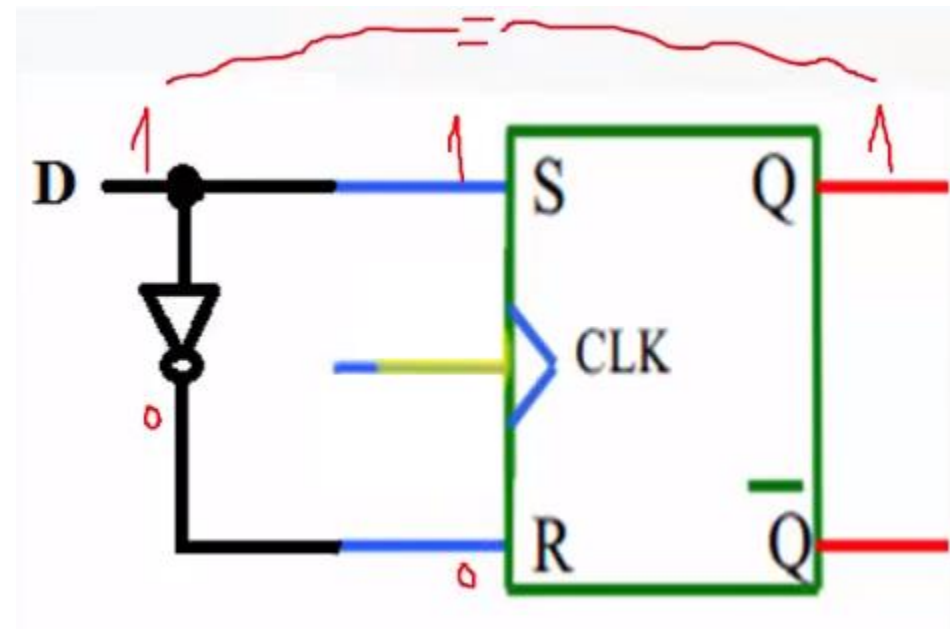
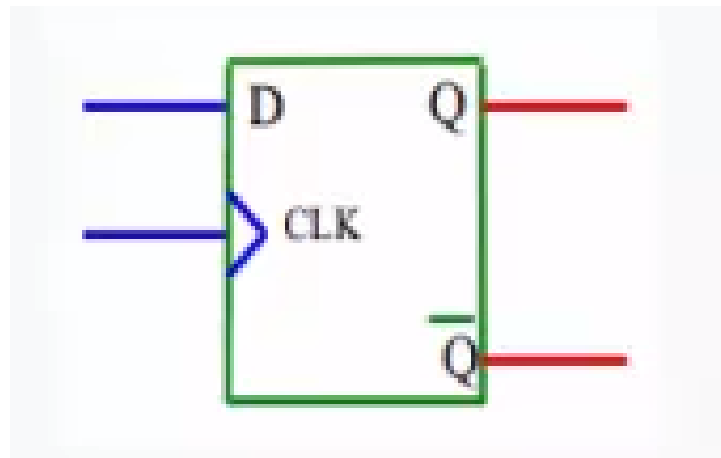
Pour H=0



Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

La bascule D (Data)



Unité 1: Informatique Industrielle

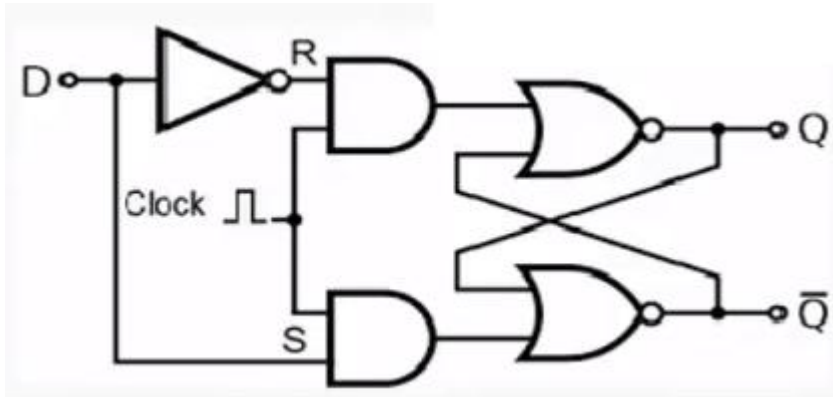
Logique séquentielle

Type 1: Bascule D-latch fonctionne sur le niveau (haut H=1).

Cette table de vérité peut être interprété comme suit:

si $H=0$ alors $Q+ = Q$ (mémorisation)

si $H = 1$ alors $Q+ = D$, donc on peut représenter sa table de vérité de la manière suivante:



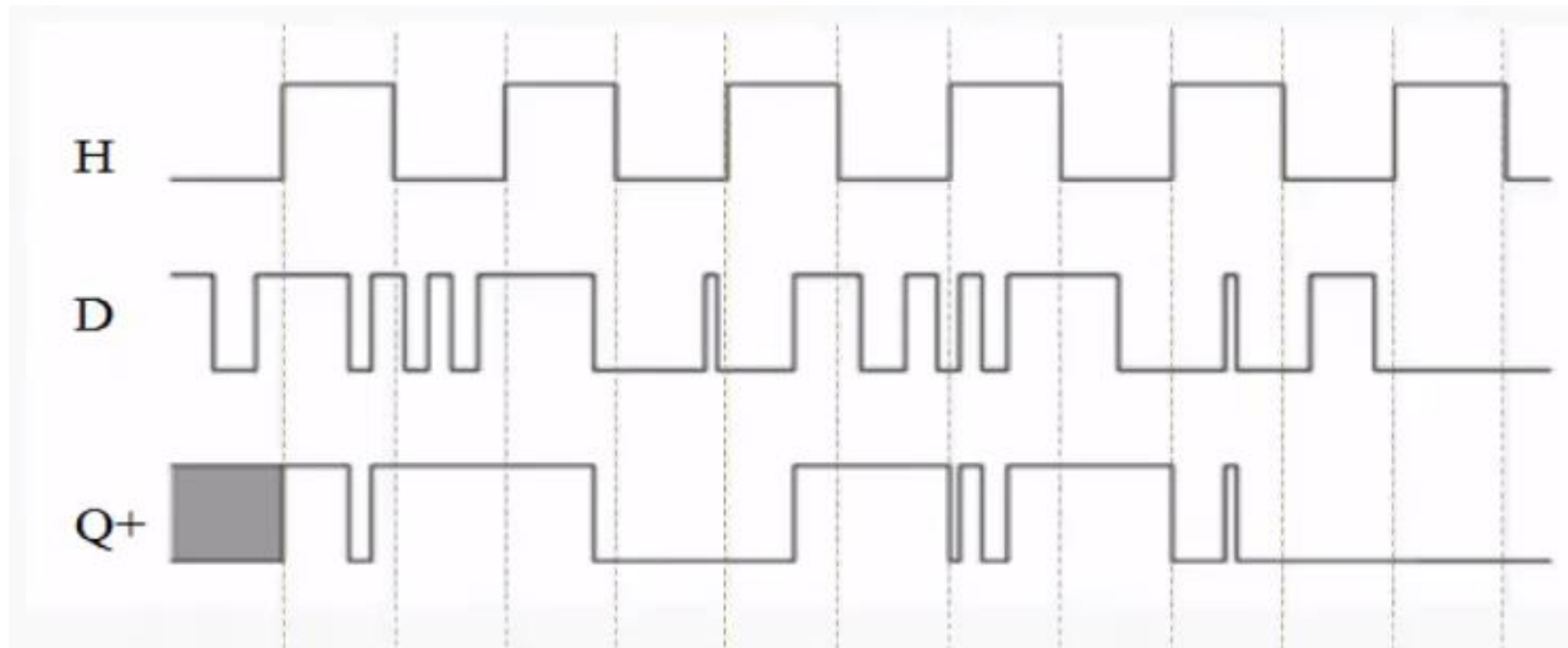
H	D	$Q+$	$\overline{Q+}$
0	X	Q	\overline{Q}
1	0	0	1
1	1	1	0

H	$Q+$	$\overline{Q+}$
0	Q	\overline{Q}
1	D	\overline{D}

Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Chronogramme Bascule D-latch :



Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Bascule D-latch : Table de transition (excitation)

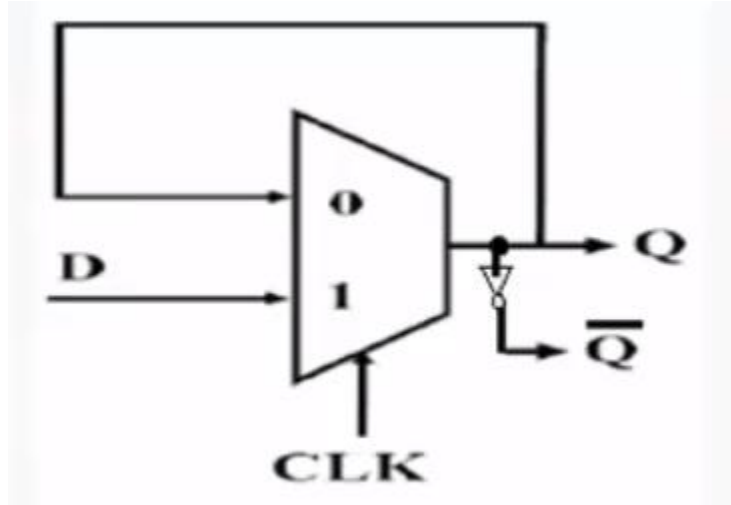
Q	Q ⁺	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Unité 1: Informatique Industrielle

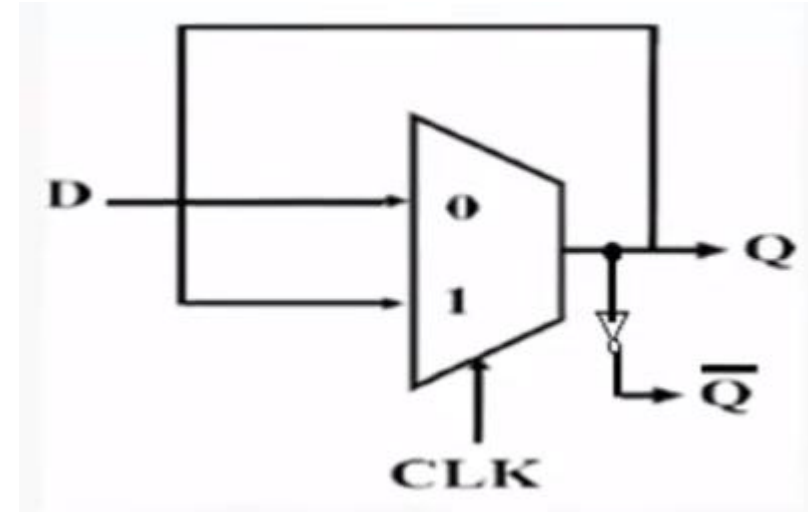
Logique séquentielle

Exercice: Réaliser une bascule D à l'aide d'un multiplexeur 2 vers 1

H



En niveau haut



En niveau bas

Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

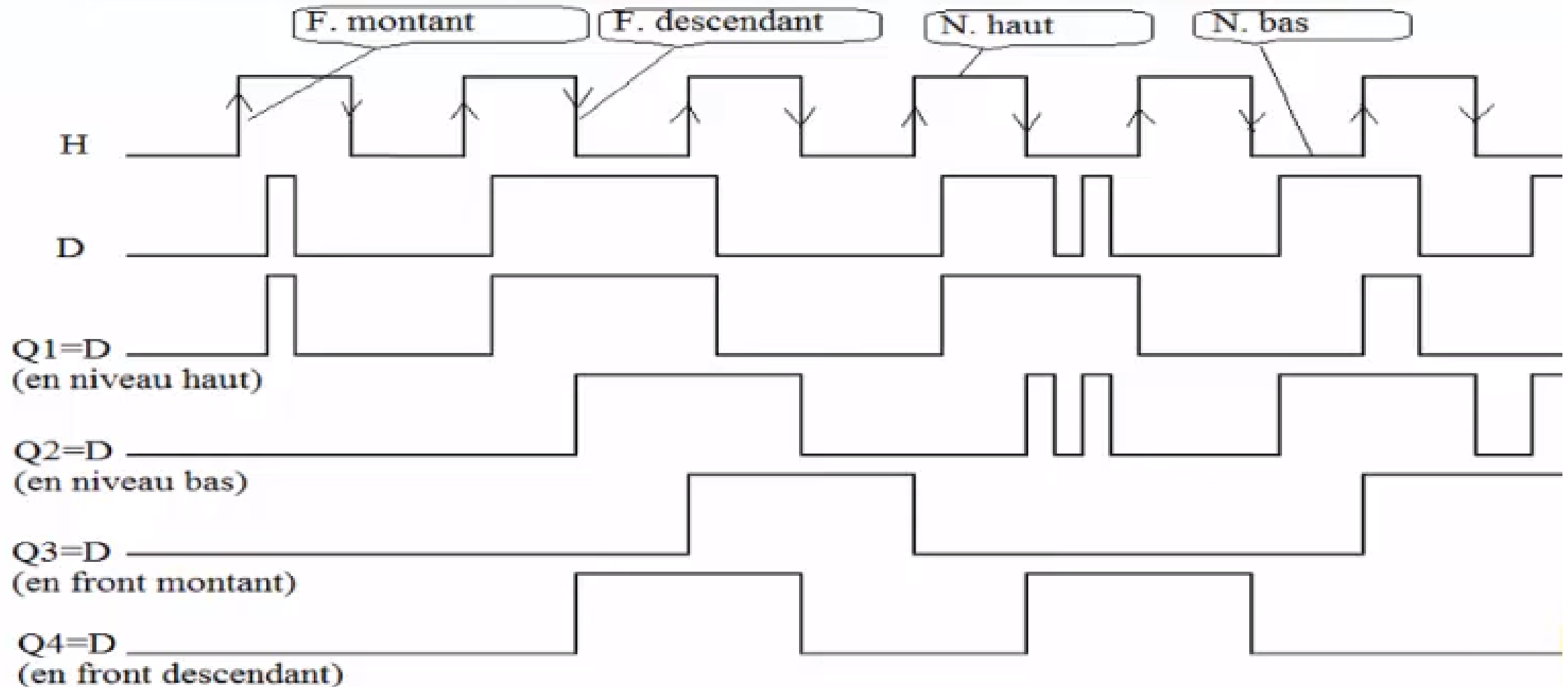
Bascule D normale

- La sortie Q est calculée en front, donc l'information D doit être stable juste avant l'arrivée du front de l'horloge.

Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Chronogramme des différentes Bascules D

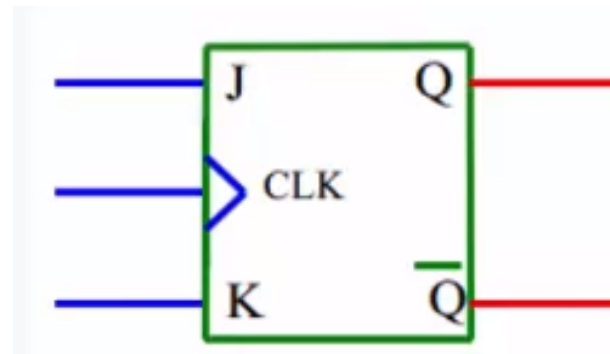


Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

La Bascule JK

- C'est une Bascule synchrone (généralement en front d'horloge), offrant les fonctions: **mémorisation, mise à 0, mise à 1, et assurant en plus la fonction basculement (inversement des sorties)**
- La bascule JK est la bascule la plus complète, offrant tous les modes de fonctionnement que l'on peut demander à une bascule.

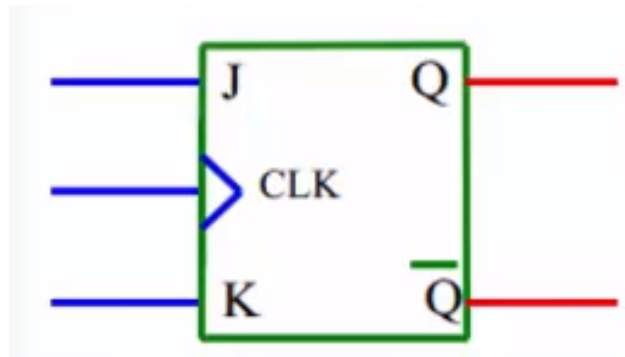


Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

La Bascule JK

Table de vérité d'une Bascule JK en front montant

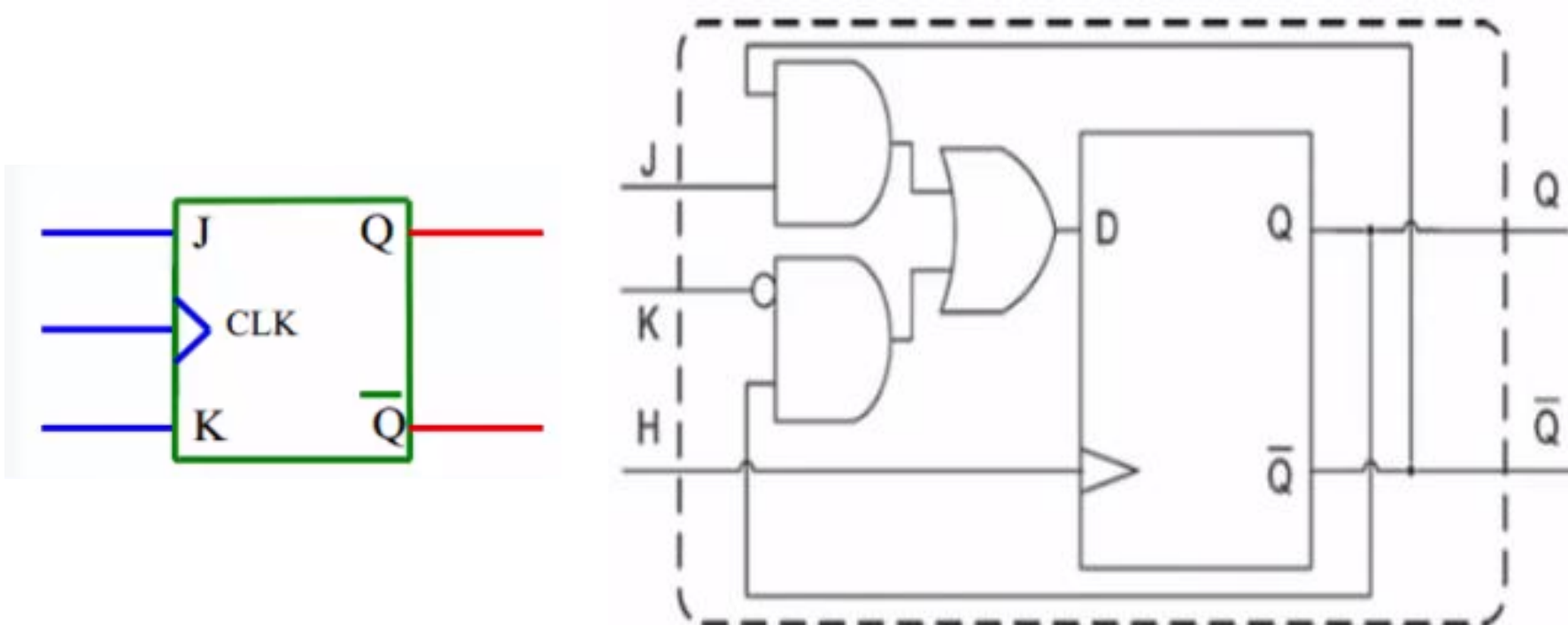


H	J	K	Q_+	$\overline{Q_+}$	Observation
0/1	x	x	Q	\overline{Q}	Mémorisation
↑	0	0	Q	\overline{Q}	Mémorisation
↑	0	1	0	1	Mise à 0
↑	1	0	1	0	Mise à 1
↑	1	1	\overline{Q}	Q	Basculement

Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Réalisation d'une Bascule JK a l'aide d'une bascule D



Test1: avec $j=0$ et $k=0$
--- $\rightarrow D = Q$

Test2: avec $j=0$ et $k=1$
--- $\rightarrow D = Q = 0$

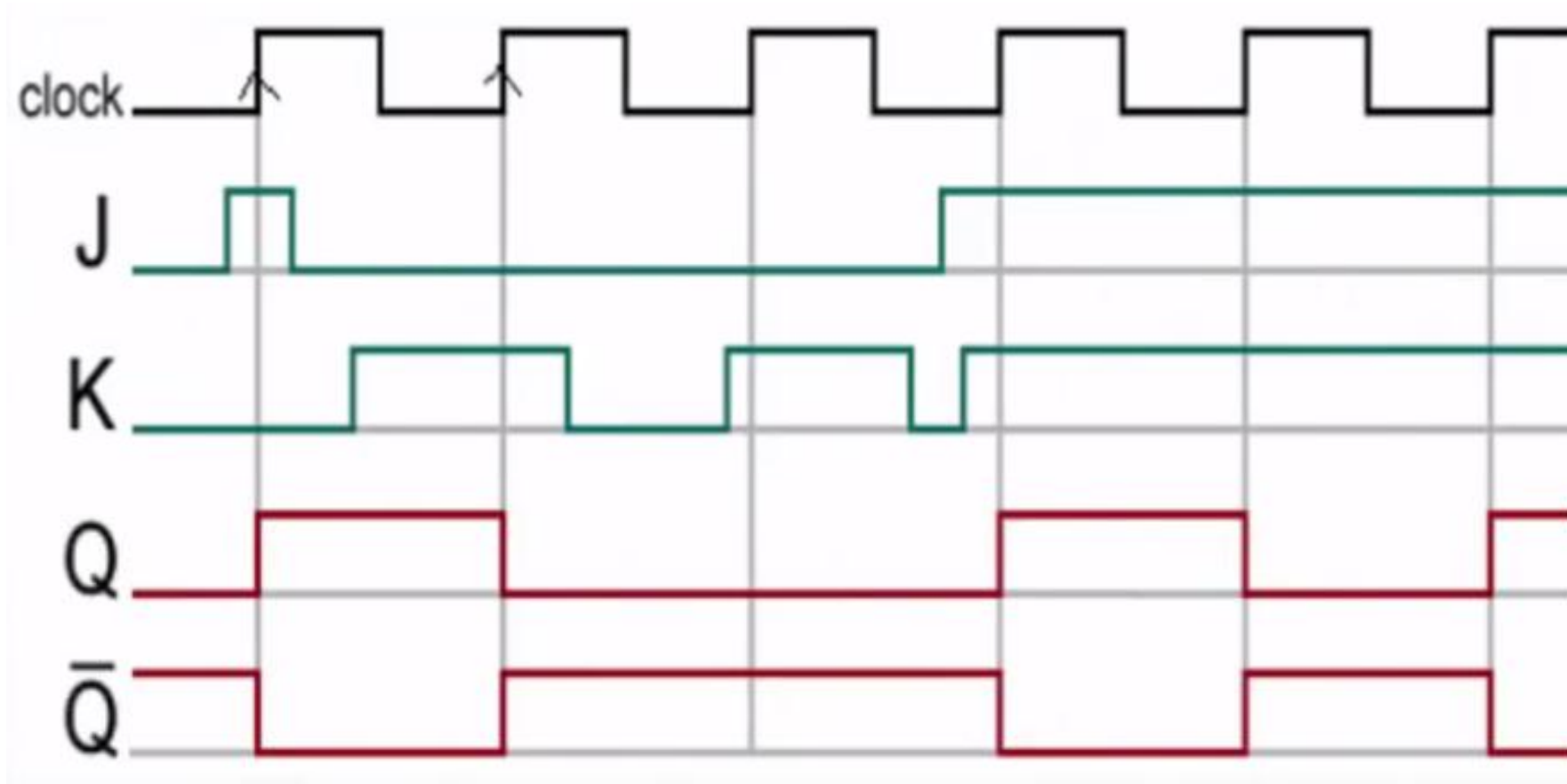
Test3: avec $j=1$ et $k=0$
--- $\rightarrow D = Q = 1$

Test4: avec $j=1$ et $k=1$
--- $\rightarrow D = \bar{Q}$

Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Chronogramme d'une bascule JK en front montant (trouver Q et /Q)



Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

La Bascule JK

Pour représenter Q_+ en fonction de J et K, on doit établir sa table vérité détaillée comme suit:

Entrées			Sortie
J	K	Q	Q_+
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Tableau de Karnaugh

Q \ JK	0	1
00	0	1
01	0	0
11	1	0
10	1	1

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

Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Table de transition (excitation) pour Bascule JK

Q	Q ⁺	J	K
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Table de transition (excitation) pour Bascule JK

Q	Q+	J	K		
0	0	0	x	0	0
0	1	1	x	0	1
0	1	1	x	1	1
0	1	1	x	1	0
1	0	x	1	1	1
1	0	x	1	0	1
1	1	x	0	0	0
1	1	x	0	1	0

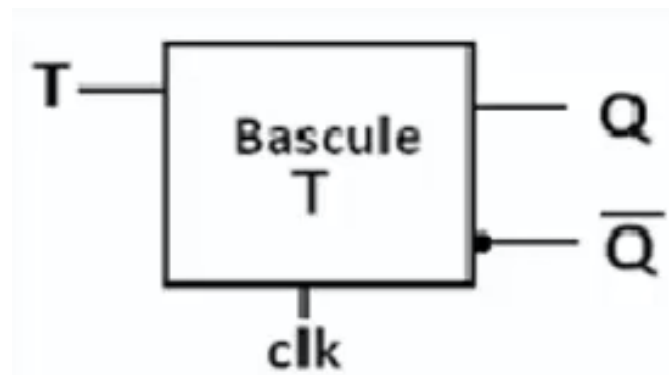
La Bascule T (toggle)

C'est une bascule qui fonctionne généralement en front de l'horloge avec entrée T, elle a seulement deux fonctions:

- Mémorisation ($Q+ = Q$) si $T=0$

Et

- Basculement ($Q+ = \overline{Q}$) si $T = 1$.



Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

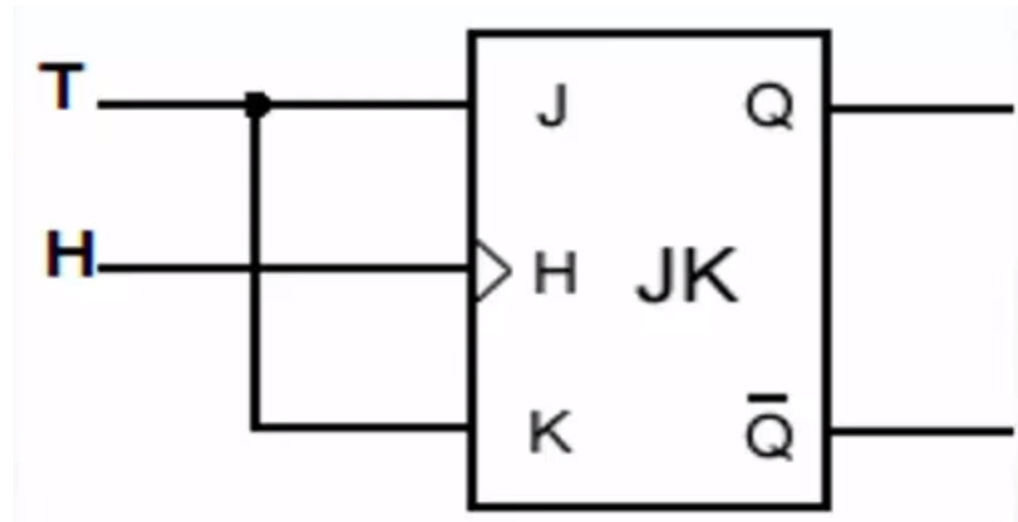
Table de vérité

H	T	Q_+	$\overline{Q_+}$	observation
0/1	X	Q	\overline{Q}	Etat mémoire
↑	0	Q	\overline{Q}	Mémorisation
↑	1	\overline{Q}	Q	Basculement

Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

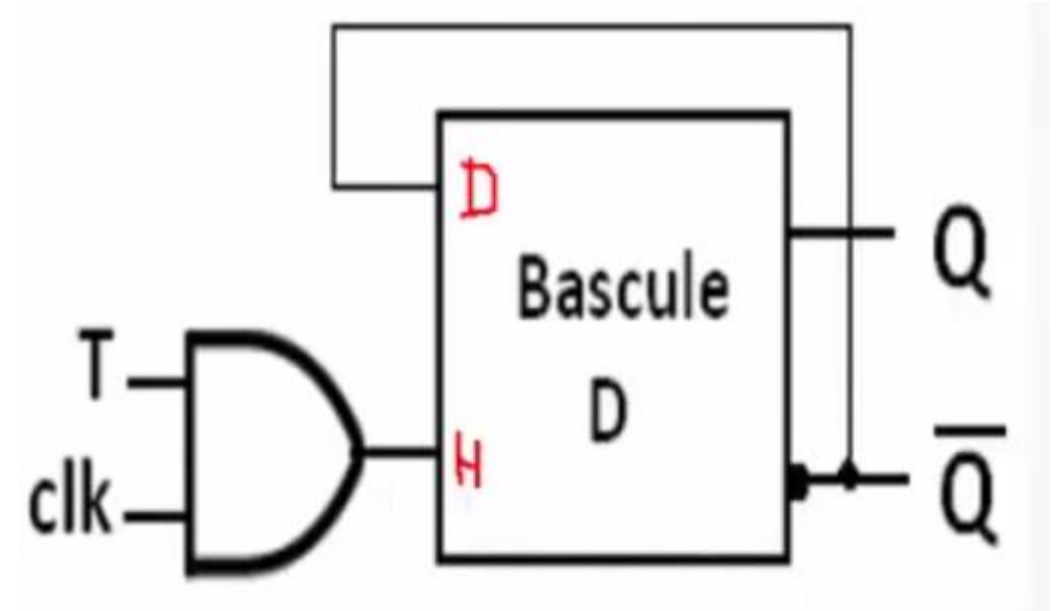
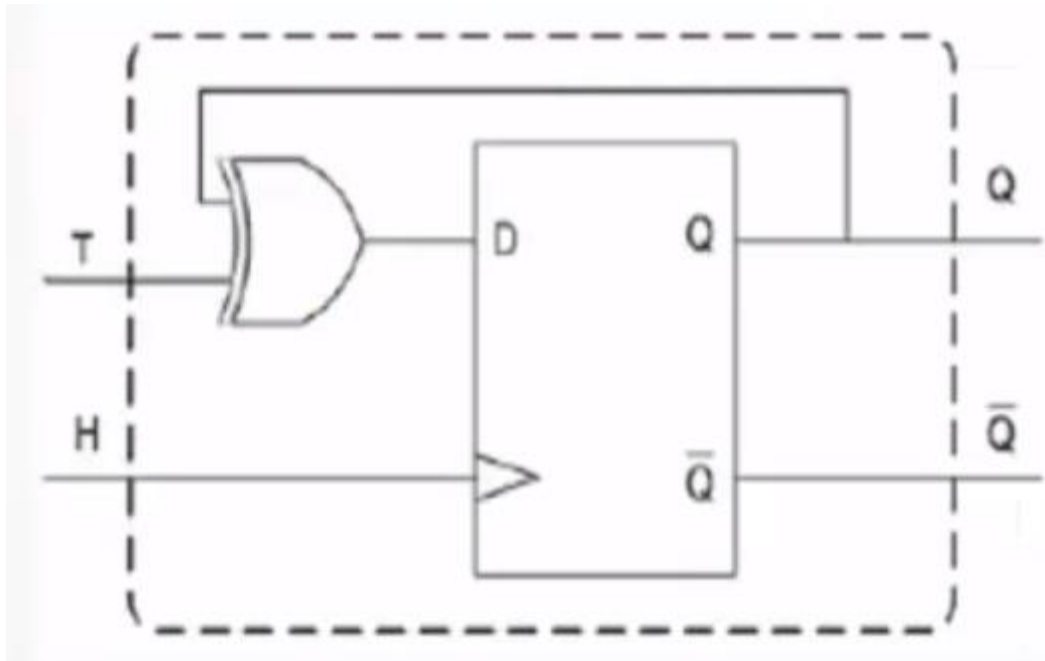
Réalisation d'un Bascule T à l'aide d'une Bascule JK



Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Réalisation d'un Bascule T à l'aide d'une Bascule D

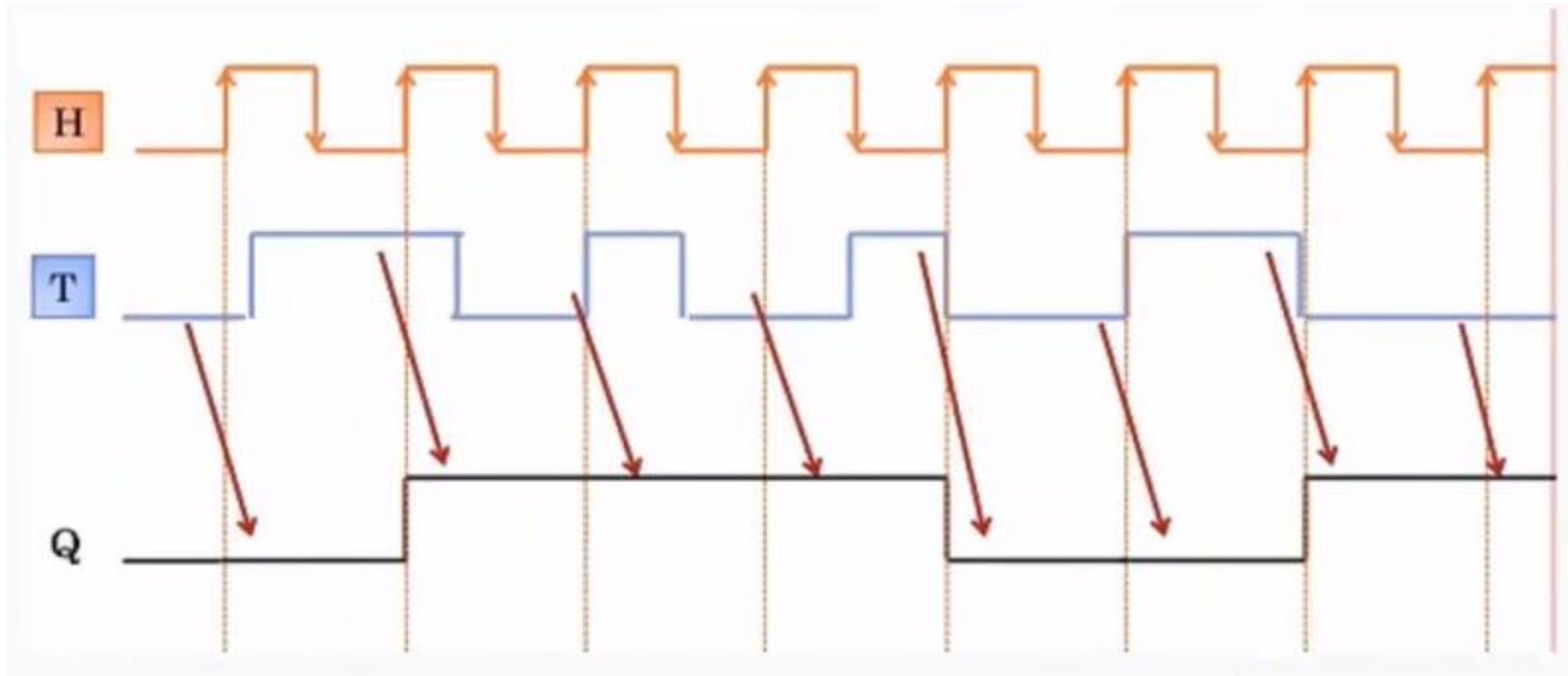


$$T \text{ sor } Q = (\neg T \cdot Q) + (T \cdot \neg Q)$$

Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Chronogramme d'une bascule T en front montant



Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Table de transition (excitation)

Q	Q+	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Unité 1: Informatique Industrielle

Logique séquentielle

Exercice: réalisez une bascule T à l'aide d'un Mux 2 --- > 1 en front montant