



# DUT-IDIA Semestre 1

# Module Architecture des Ordinateurs

# Chapitre IV

# LOGIQUE SÉQUENTIELLE

**Pr : Mustapha Johri**

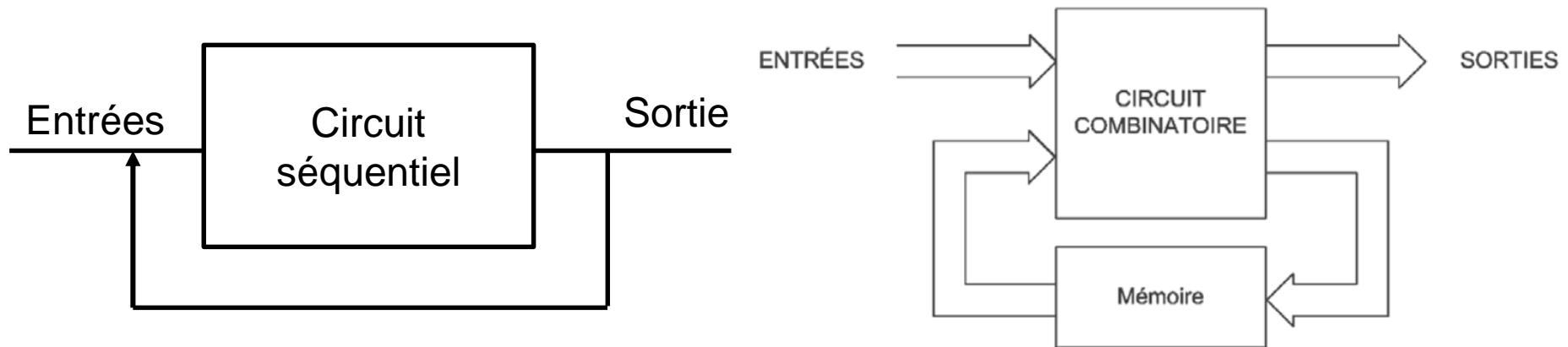
**Année Universitaire: 2024 - 2025**

# I. Les circuits séquentiels

## □ Principe

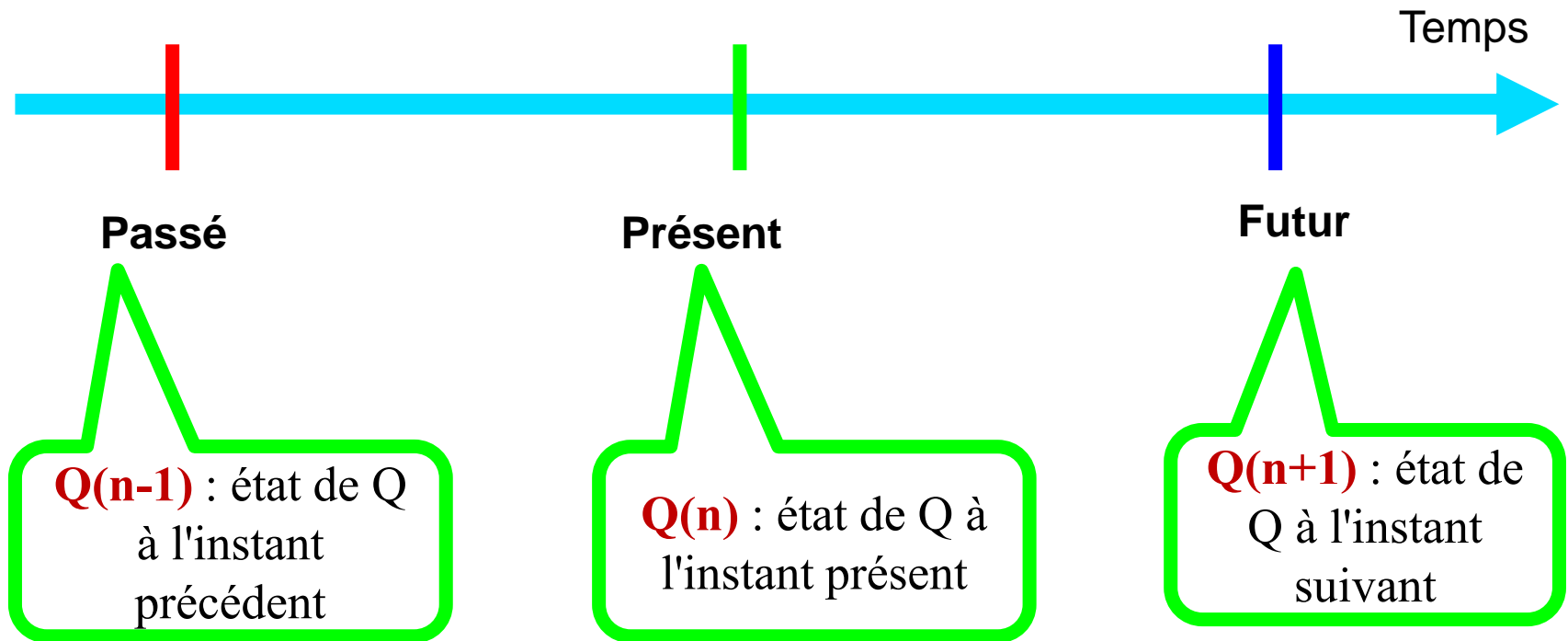
Dans les **circuits séquentiels**, l'état des **variables de sortie** dépend non seulement de l'état des **variables d'entrée** mais aussi de **l'état précédant** des **variables de sortie**.

Le système se souvient du passé en enregistrant les états précédents de ses sorties, faisant appel pour cela, à des variables internes, ou **mémoires**.



# I. Les circuits séquentiels

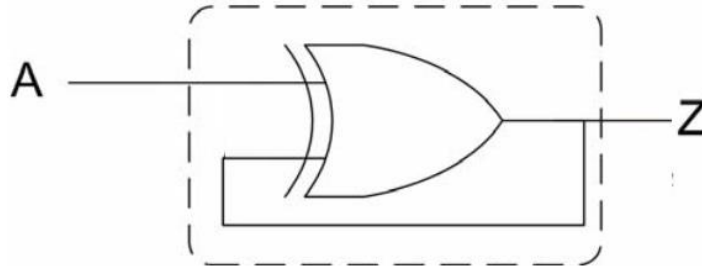
- Comment noter un état de sortie **Q** dans un circuit séquentiel?



- Pour déterminer l'état présent en sortie, il faut connaître :
  - L'état des entrées.
  - L'état passé de la sortie.

# I. Les circuits séquentiels

□ **Exemple :** Soit le circuit suivant, trouver l'expression de la sortie puis donner sa table de vérité :



$$Z_{n+1} = A \oplus Z_n$$

A	$Z_n$	$Z_{n+1}$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Réduction  
→

A	$Z_{n+1}$
0	$Z_n$
1	$\overline{Z_n}$

← Mémorisation

# I. Les circuits séquentiels

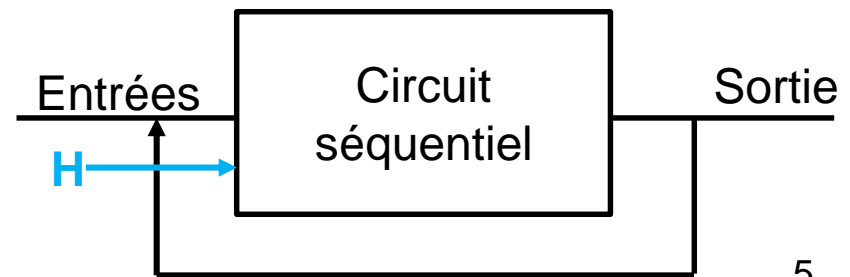
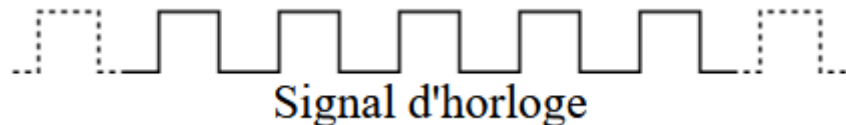
Les systèmes séquentiels sont classés en **2 catégories** :

## ❑ Circuits séquentiels asynchrones :

Dans les circuits séquentiels **asynchrones**, les **sorties changent** d'états dès qu'il y a **changements des états des entrées**.

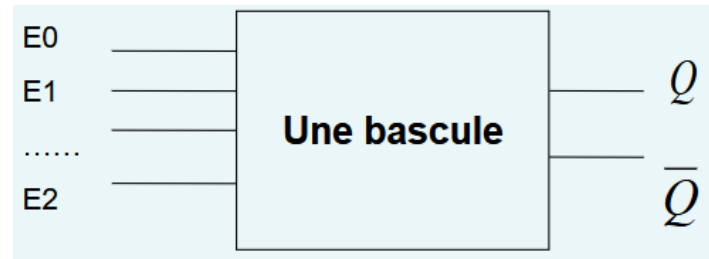
## ❑ Circuits séquentiels synchrones :

- ✓ Dans ce type de circuits les **sorties changent d'états** après avoir eu une **autorisation** d'un **signal** de **synchronisation** appelé souvent signal « **Horloge** » noté **H** ou **CLK**.
- ✓ Un signal d'horloge est un **signal carré** périodique.

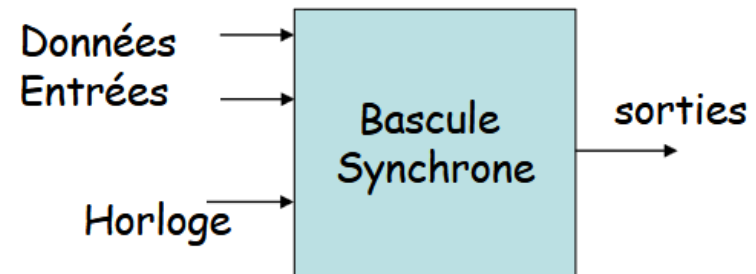
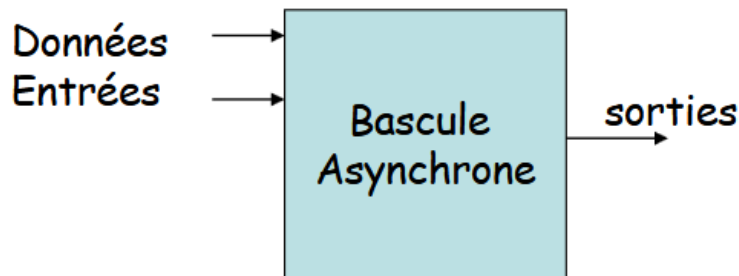


## II. Les Bascules

- Une bascule est l'élément de base de la logique séquentielle. C'est une **mémoire** élémentaire qui permet de mémoriser une information d'un seul bit (0 ou 1).
- Chaque bascule possède **des entrées** et **deux sorties**  $Q$  et  $\bar{Q}$



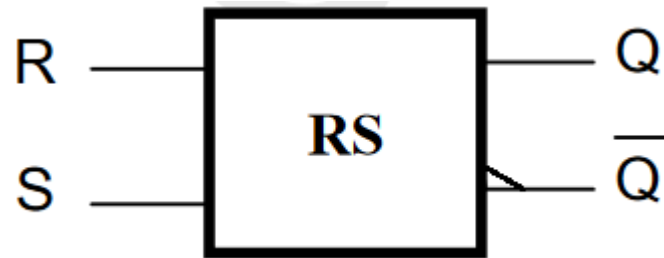
- La bascule **peut conserver son état** pendant une durée quelconque, même si la combinaison des **signaux d'entrée** ayant provoqué cet état de sortie **disparaît**.
- On trouve les **basculs synchrones** et des **basculs asynchrones**.



## II. Bascules

### □ Bascule RS

La bascule R-S constitue le point mémoire de base. Elle comporte deux entrées R et S et deux sorties  $Q$  et  $\overline{Q}$ .  $\overline{Q}$  étant toujours le complément de  $Q$ .



### □ Fonctionnement

- L'entrée S permet la **mise à 1** de la sortie  $Q$ , l'entrée R permet sa mise à 0.
- L'action simultanée ( $S=R=1$ ) donne un état **indéterminé**.

# 1. Bascule RS

## □ Principe du bascule RS

R	S	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
0	1	1
1	0	0
1	1	$\Phi$

mémorisation

Mise à 1

Mise à 0

Interdit

Tableau de Karnaugh :

RS \ Q	Q	
	0	1
00	0	1
01	1	1
11	$\Phi$	$\Phi$
10	0	0

Table de vérité

R	S	$Q_n$	$Q_{n+1}$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	$\Phi$
1	1	1	$\Phi$

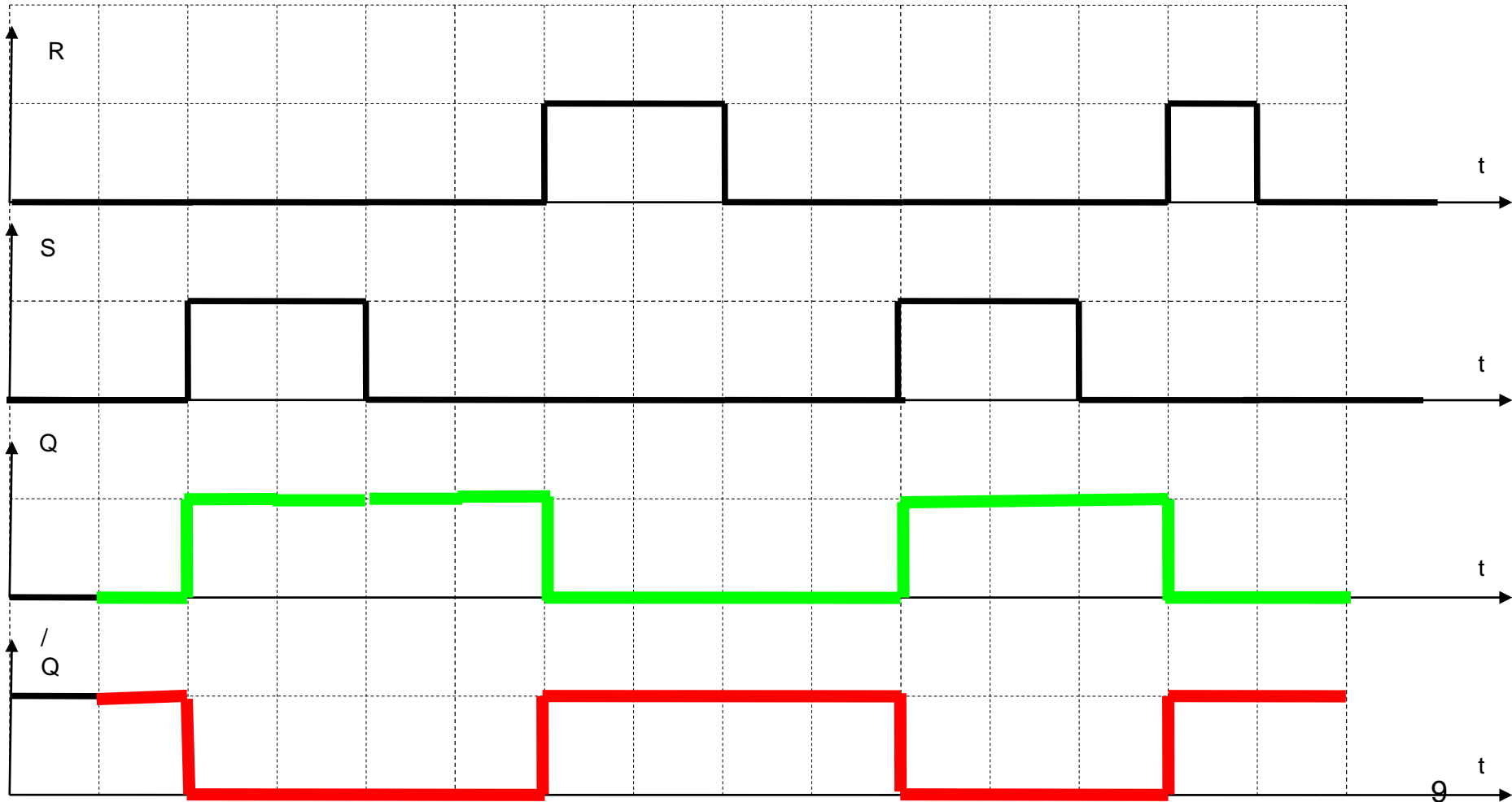
## Equation logique de sortie

$$Q_{n+1} = S + Q_n \cdot \bar{R}$$



# 1. Bascule RS

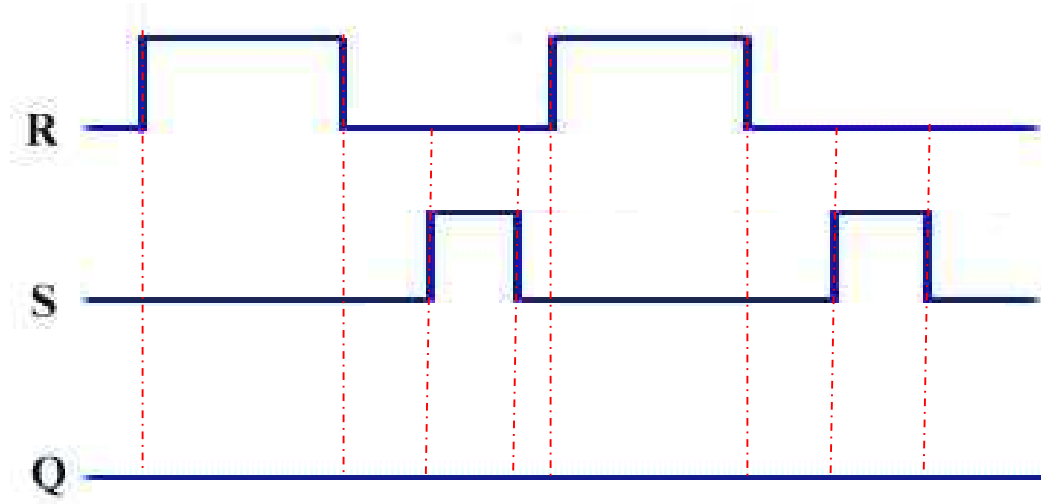
- Exploiter le fonctionnement de la bascule RS pour compléter ce chronogramme.



# 1. Bascule RS

## □ Exercice :

Déterminer le chronogramme de la sortie Q dans le cas suivant :




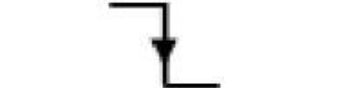


## 2. Bascule RSH

- C'est une bascule RS dont la prise en compte de l'état des entrées est synchronisée par **une horloge**.

### □ Modes d'action du signal d'horloge

- Il existe quatre modes d'actions ou de synchronisation d'horloge connus par les symboles suivants :

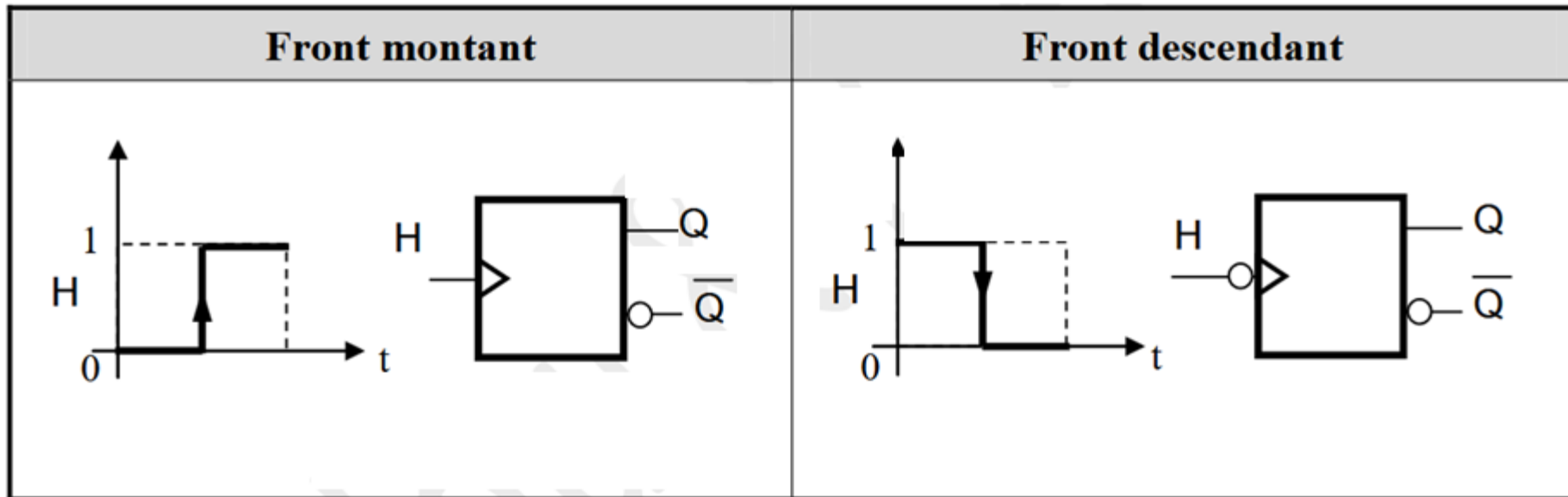
Symbole	Désignation
	Niveau Haut
	Niveau Bas
	Front montant
	Front descendant

## 2. Bascule RSH

### □ Modes d'action du signal d'horloge

- Dans la suite du cours on s'intéresse qu'aux bascules commandée par **front d'horloge**.

✚ Symbole :



## 2. Bascule RSH

### □ Bascule **RSH** à commande sur front montant

La bascule RSH est une bascule **synchrone** dont les entrées n'influent pas sur l'état de sortie tant l'horloge n'est pas au front montant.

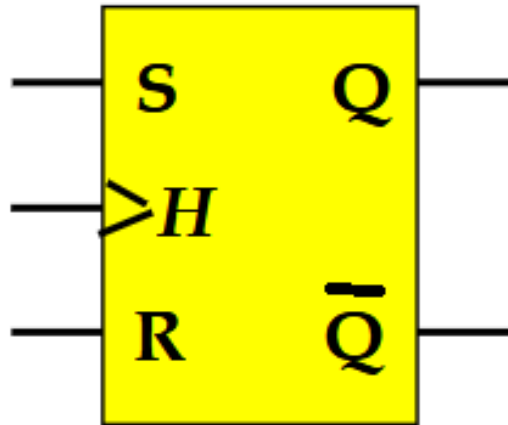






Table de vérité

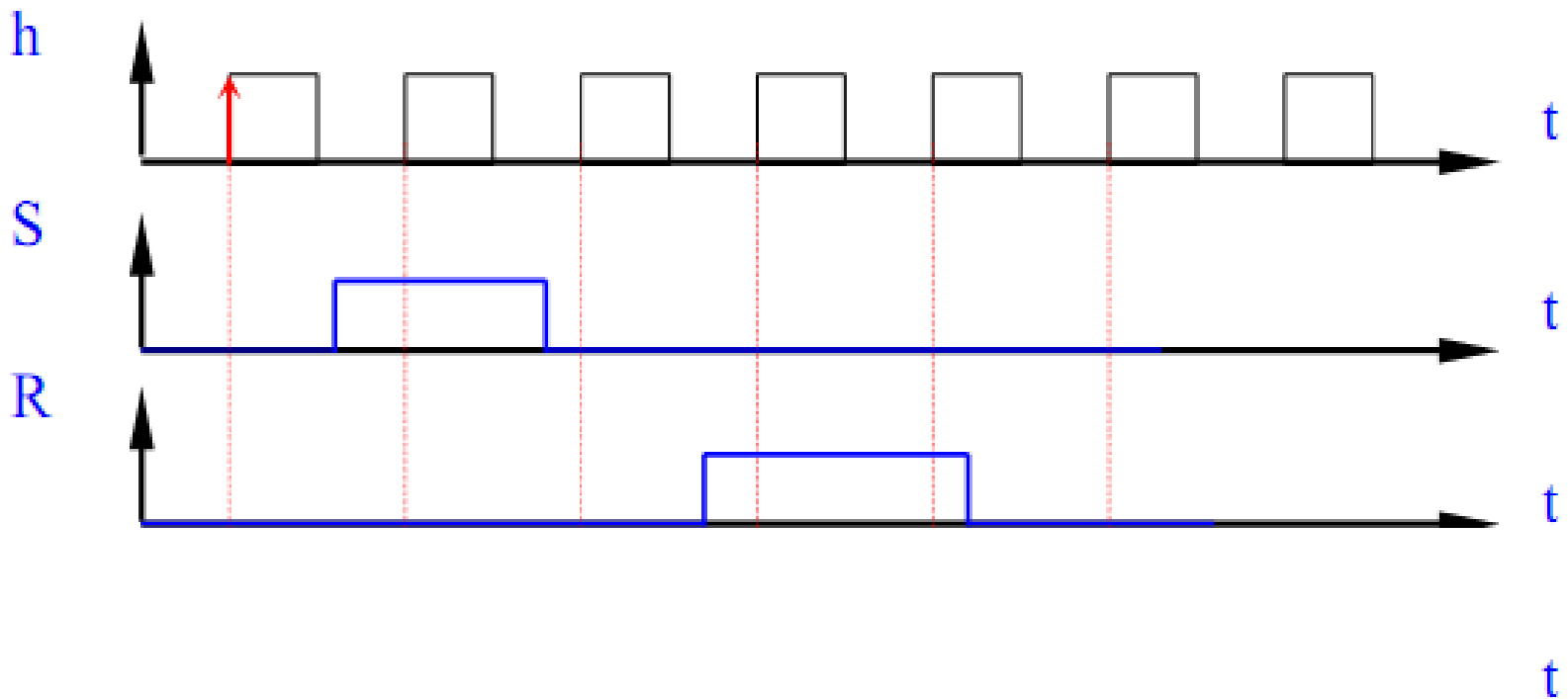
H	S	R	$Q_{n+1}$
X	X	X	$Q_n$
	0	0	$Q_n$
	0	1	0
	1	0	1
	1	1	$\Phi$

$$RSH = \begin{cases} RS, & \text{si il y'a un front montant} \\ \text{Mémorisation}, & \text{sinon} \end{cases}$$

## 2. Bascule RSH

### □ Exercice

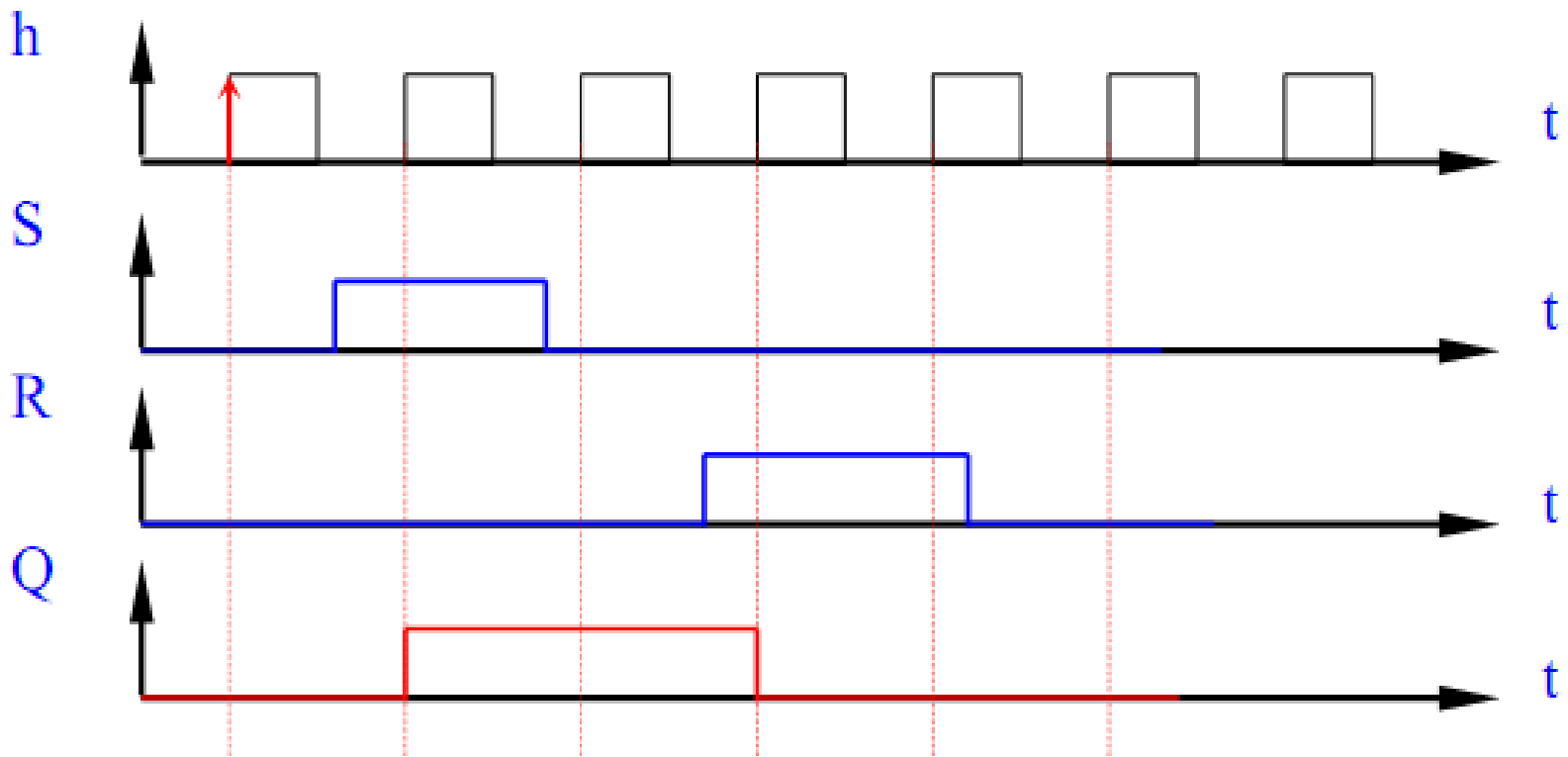
Déterminer le chronogramme de la sortie Q dans le cas suivant :



## 2. Bascule RSH

### □ Exercice

Déterminer le chronogramme de la sortie Q dans le cas suivant :

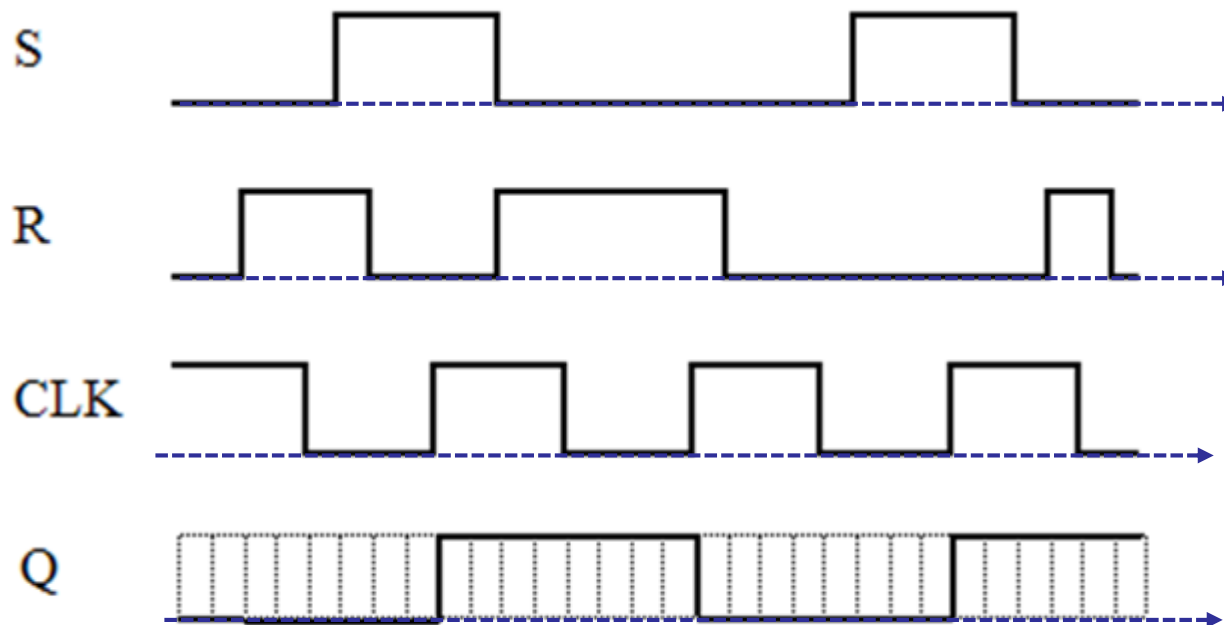


## 2. Bascule RSH

### □ Exercice :

Déterminer le chronogramme de la sortie Q activer sur :

- a) le front montant
- b) Le front descendant

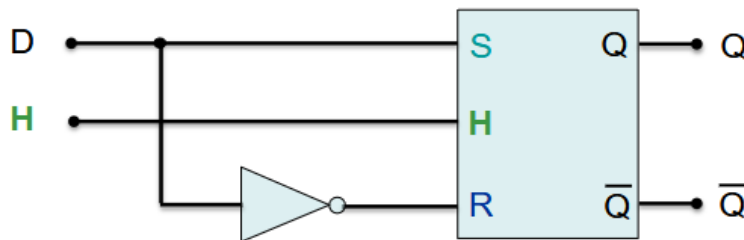


le front montant

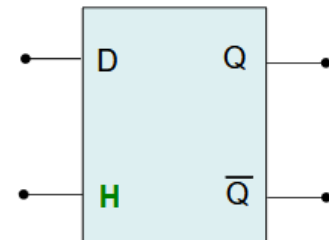


### 3. Bascule D

La **bascule D** est une bascule **synchrone** (avec une entrée d'horloge) à une seule entrée de donnée : l'entrée **D** (**Data=Donnée**). Elle supprime la combinaison interdite de la bascule RS, en ne gardant que les 3 fonctions utiles : **Mémorisation, mise à 1, mise à zéro**



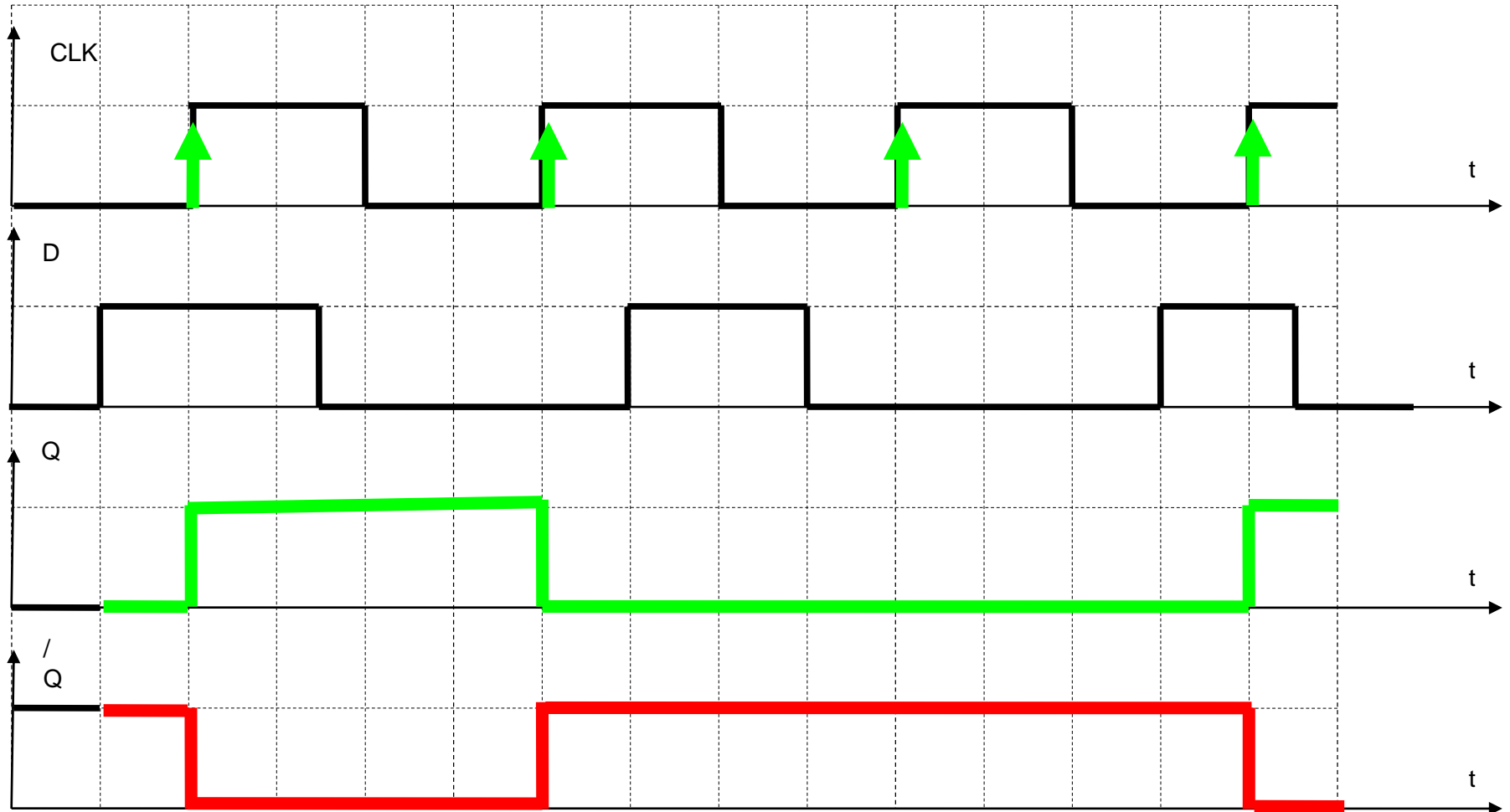
Symbole :



H	D	$Q_{n+1}$	Mode
X	X	$Q_n$	Verrouillée
↑	0	0	Transparent
↑	1	1	Transparent

### 3. Bascule D

□ Exercice : Trouver le chronogramme de la sortie Q

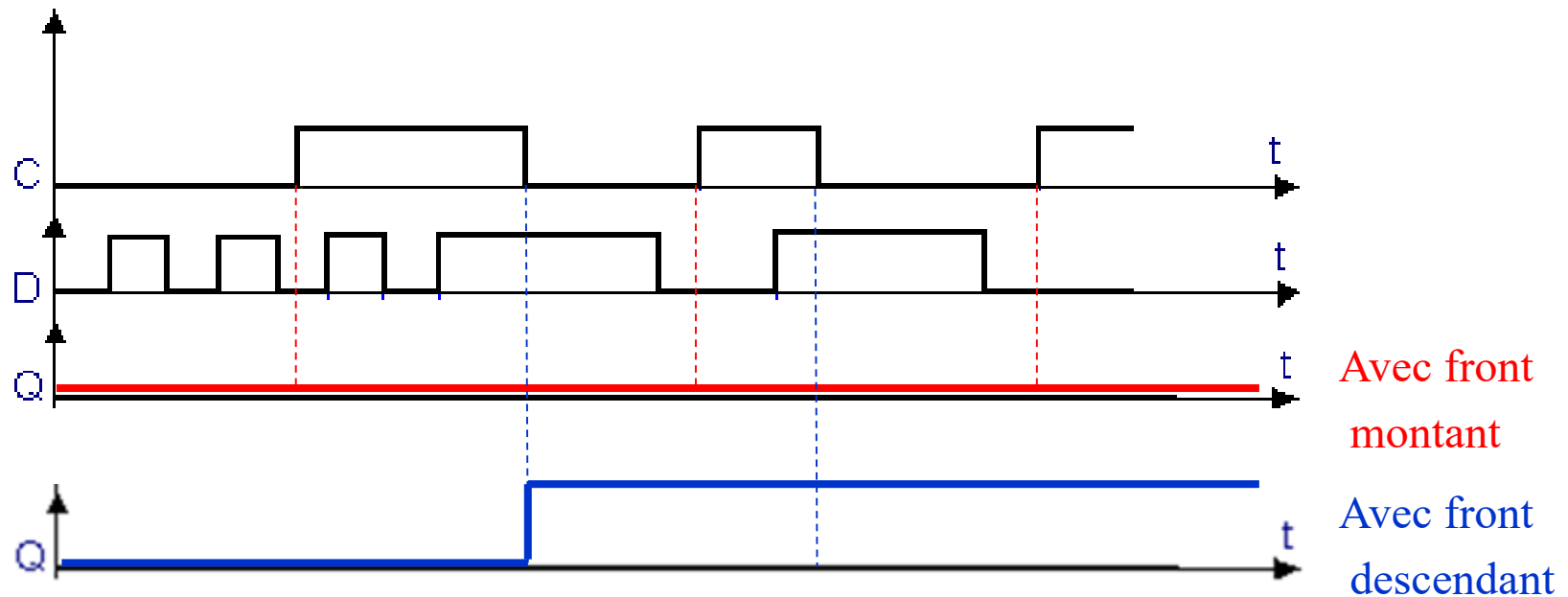


### 3. Bascule D

#### □ Exercice :

Déterminer le chronogramme de la sortie Q dans le cas d'une

- Bascule D activer sur le front montant
- Bascule D activer sur le front descendant

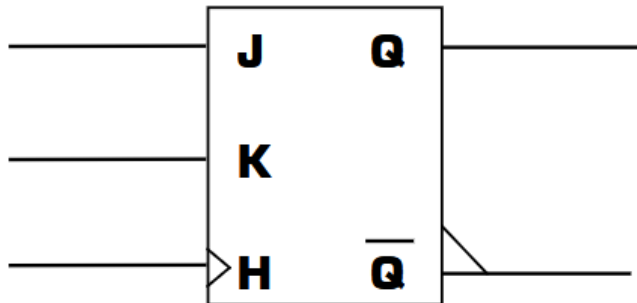


## 4. Bascule JK

C'est une bascule **synchrone**, offrant les fonctions **mémorisation**, **mise à 0**, **mise à 1** (les 3 fonctions de la bascule D), et assurant en plus la fonction **basculement** ( $R=S=1 \rightarrow Q_{n+1} = \overline{Q_n}$ ).

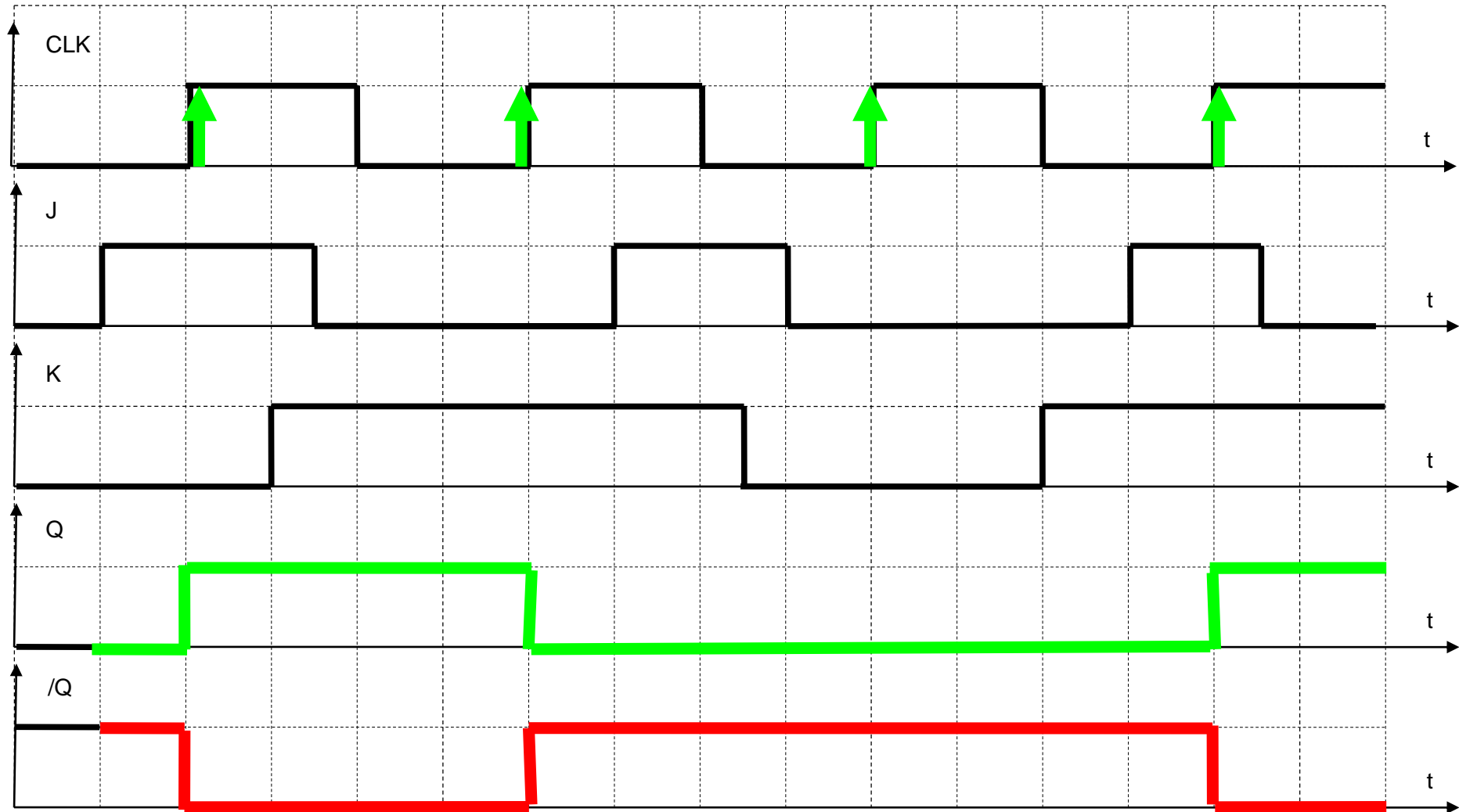
Table de vérité :

Symbole :



H	J	K	$Q_{n+1}$
X	X	X	$\overline{Q_n}$
↑	0	0	$Q_n$
↑	0	1	0
↑	1	0	1
↑	1	1	$\overline{Q_n}$

## 4. Bascule JK



## 4. Bascule JK

### □ Exercice :

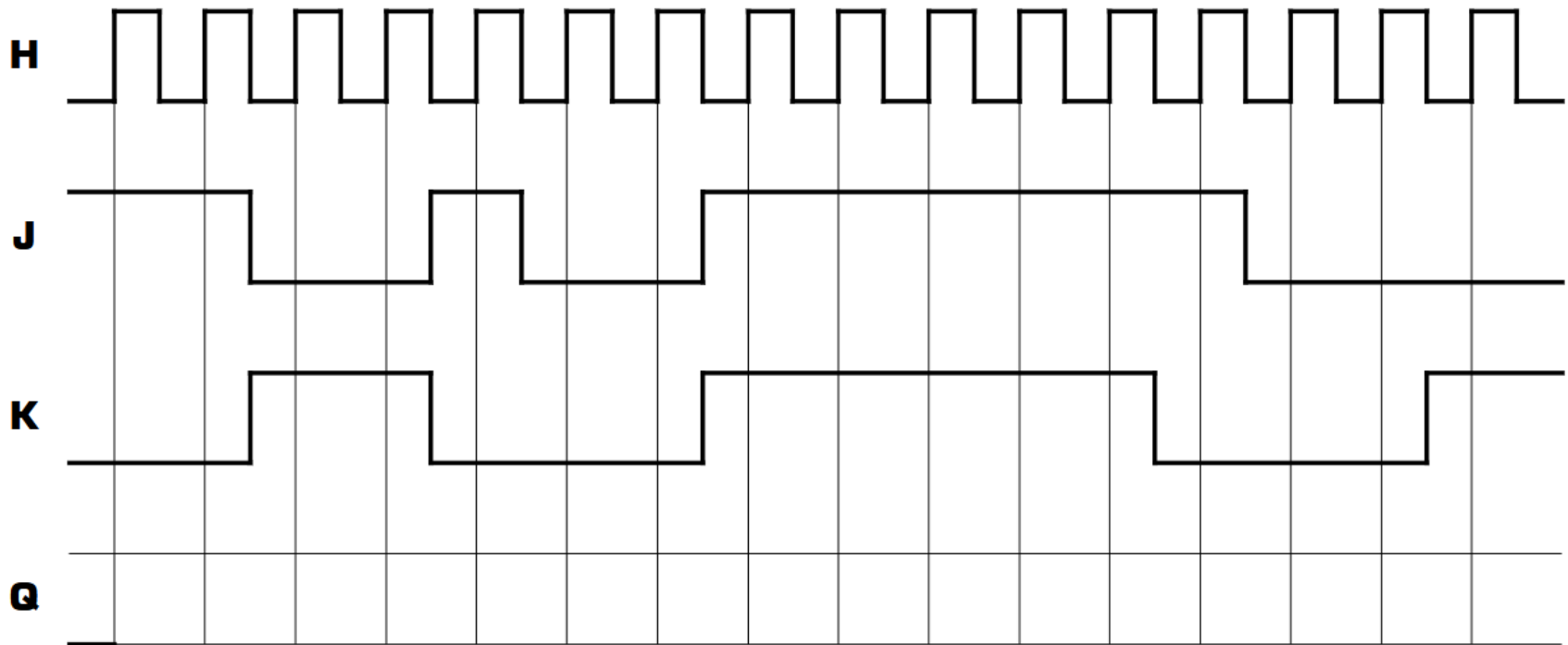
Déterminer le chronogramme de la sortie Q dans le cas suivant:



## 4. Bascule JK

### □ Exercice :

Exemple de chronogrammes d'une bascule JK active sur *front montant* :



**FIN**