

# Architecture des ordinateurs

## TD 6 : Circuits séquentiels

Arnaud Giersch, Benoît Meister et Frédéric Vivien

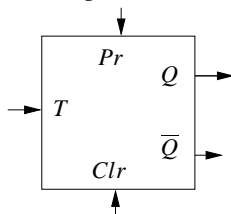
### 1. Bascules $T$

On considère une bascule dont la table de vérité est la suivante. On considère que  $\epsilon$  est petit par rapport à un cycle d'horloge.

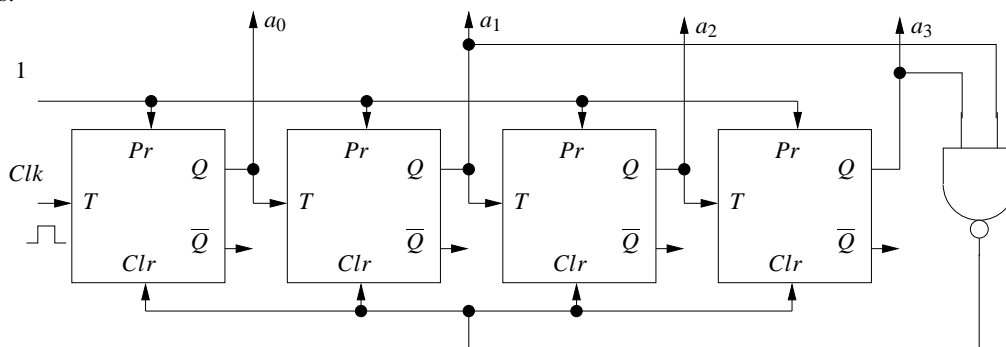
| $Pr$ | $Clr$ | $T$ | $Q_{t-\epsilon}$ | $\overline{Q_{t-\epsilon}}$ | $Q_t$          | $\overline{Q_t}$ |
|------|-------|-----|------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| 0    | 0     | $x$ | $y$              | $\overline{y}$              | #              | #                |
| 0    | 1     | $x$ | $y$              | $\overline{y}$              | 1              | 0                |
| 1    | 0     | $x$ | $y$              | $\overline{y}$              | 0              | 1                |
| 1    | 1     | 0   | $y$              | $\overline{y}$              | $\overline{y}$ | $y$              |
| 1    | 1     | 1   | $y$              | $\overline{y}$              | $y$            | $\overline{y}$   |

Dans cette table, les entrées  $Pr$  et  $Clr$  signifient respectivement **P**reset et **C**lear ; elles sont actives sur niveau bas. L'entrée  $T$  reçoit un signal d'horloge et est active sur niveau bas. Les variables  $x$  et  $y$  prennent indifféremment les valeurs 0 ou 1. Le symbole # signifie qu'il est impossible de déterminer la valeur logique de la variable auquel il se réfère. La présence du symbole # correspond au cas où les deux signaux  $Pr$  et  $Clr$  sont simultanément actifs, ce qui est interdit.

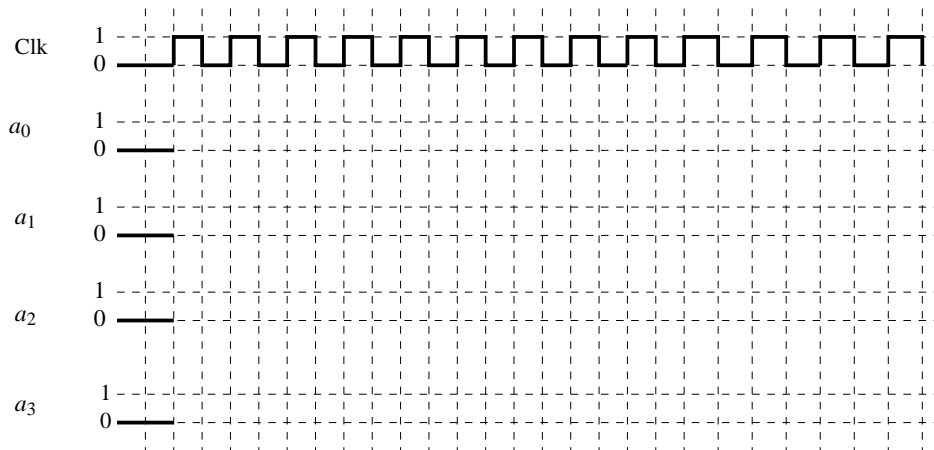
Ce type de bascule est appelée **basculé T** («  $T$  » pour *time*). À l'instar d'une bascule  $D$ , l'activation d'une bascule  $T$  peut se faire sur les fronts montants ou descendants du signal d'entrée. Cela permet qu'il n'y ait qu'un changement d'état par cycle d'horloge ( $Q_t$  dépend de  $Q_{t-\epsilon}$  et non de  $Q_{t-1}$ ). Ici, l'activation de notre bascule  $T$  se fera sur front descendant. Une telle bascule est représentée de la manière suivante.



On considère à présent le dispositif constitué de quatre bascules  $T$  montées en cascade selon le schéma ci-dessous.



- (a) Compléter le chronogramme suivant en supposant que le temps de traversée d'une bascule  $T$  est  $\epsilon$  et que le temps de traversée d'une porte logique NAND est négligeable (par rapport à  $\epsilon$ ).



(b) Quelle est la signification de la représentation décimale du nombre binaire  $a_3a_2a_1a_0$  ? Quelle est la fonction du dispositif ?

## 2. Feux de circulation

On veut faire un circuit gérant les feux de circulation d'un croisement entre deux routes, de directions Nord/Sud et Est/Ouest. Les feux, qui sont soit rouges (signal de valeur 0) soit verts (signal de valeur 1), passent alternativement d'une couleur à l'autre. Lorsqu'un piéton souhaite traverser le croisement, il appuie sur un bouton pour faire passer *tous* les feux au rouge.

- Modéliser le bouton pour les piétons à l'aide de deux bascules D : lorsque le piéton appuie sur le bouton, cela fait passer son entrée  $x$  de la valeur 1 à la valeur 0 pendant un temps supérieur à un cycle d'horloge.  $x$  revient ensuite à la valeur 1. A la pression du bouton, sa sortie  $y$  doit produire un signal à 0 pendant un cycle d'horloge puis revenir à 1 (sa valeur normale). On supposera dans tout l'exercice que le temps de passage des portes logiques est négligeable devant la durée d'un cycle, et que les bascules se déclenchent sur front descendant. Montrer la validité du circuit à l'aide d'un chronogramme.
- On veut à présent modéliser le circuit mettant tous les feux au rouge pendant un cycle, à la réception du signal donné par l'interrupteur. À l'aide d'une bascule JK dont l'horloge est synchronisée avec celle du bouton piéton, construire 3 circuits différents, distingués par le feu que l'on met au vert après le passage du piéton :
  - Celui de la direction Nord/Sud.
  - Celui qui était vert avant qu'on appuie sur le bouton.
  - Celui qui était rouge avant qu'on appuie sur le bouton.