

**TP5 « Circuits Logiques »**

**« Applications Bascules »**

L'objectif de ce TP est de découvrir les composants principaux de la logique séquentielle : les bascules. Après une découverte par l'expérience des bascules en utilisant les possibilités interactives du logiciel de simulation électronique Proteus, vous devrez appliquer vos acquis dans différents problèmes.

**I. Définitions**

**Logique séquentielle** : en logique combinatoire l'état de sortie est une fonction déterminée par l'état des entrées. En logique séquentielle l'état des entrées ne suffit pas toujours pour connaître l'état de la sortie. Il faut parfois connaître l'entrée antérieure de la sortie.

**Bascules** : une bascule est un dispositif électronique susceptible de changer d'état binaire sur commande et conserver cette état jusqu'à l'apparition d'un autre signal. Ce dispositif constitue donc une mémoire (exemple : dans un ascenseur lorsque nous appuyons sur le bouton 6, cette information est gardée en mémoire jusqu'à ce que l'ascenseur soit arrivé au 6ème étages).

**II. Application 2 : Montage à bascule T**

Soit un compteur modulo 8 du diagramme de transition ci-dessous, en se basant sur vos connaissances de cours et TP :

1. Déterminer la table d'état du compteur
2. A partir de la table d'état déterminer les bascules et le nombre de bascules à utiliser et l'équation de chaque bascule.
3. Réaliser le logigramme du compteur à base de bascules T sur Proteus ISIS :

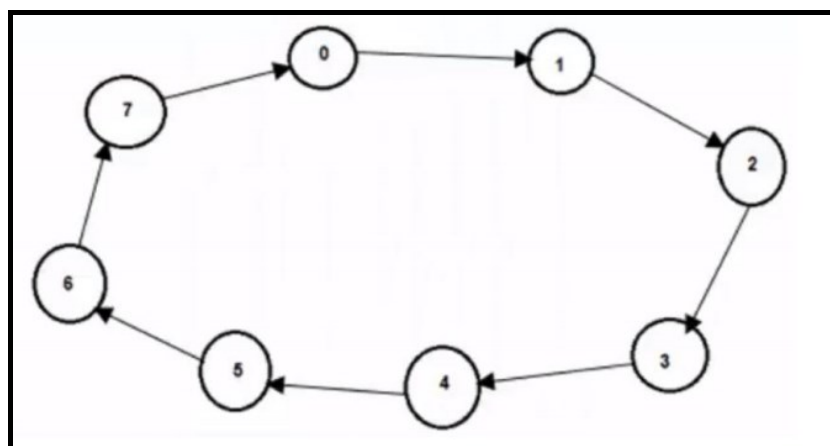


Figure 1. Diagramme du compteur

### III. Application 1: Montage à bascules D

4. Réalisez le Montage 1 utilisant 3 bascules D 4013, un feu tricolore TRAFFIC LIGHTS et un générateur d'état logique monostable LOGICTOGGLE. Dans cette première application le composant TRAFFIC LIGHTS remplace 3 sondes logiques et ne représente pas des feux tricolores de circulation.

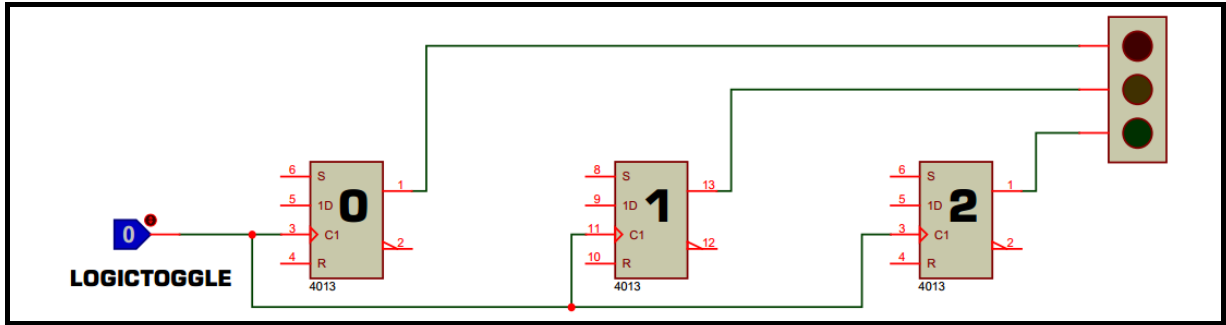


Figure 2. Montage 1

Dans ce montage :

- La LED rouge du feu tricolore est allumée si  $Q_0=1$
- La LED orange du feu tricolore est allumée si  $Q_1=1$
- La LED verte du feu tricolore est allumée si  $Q_2=1$
- Le générateur LOGICTOGGLE envoie un front montant sur les entrées d'horloge des 3 bascules à la fois.
- Le signal envoyé par le générateur LOGICTOGGLE sur les entrées d'horloge sera appelé H.
- Pour chaque bascule la sortie principale prendra l'état de son entrée D à chaque front d'horloge : Si on appuie sur le LOGICTOGGLE alors  $Q_n = D_n$  pour les 3 bascules simultanément.

5. Connectez dans votre montage les entrées D des 3 bascules comme sur le Montage 2 afin que leur équation soit :

- $D_0 = \neg Q_1$
- $D_1 = \neg Q_2$
- $D_2 = Q_0$

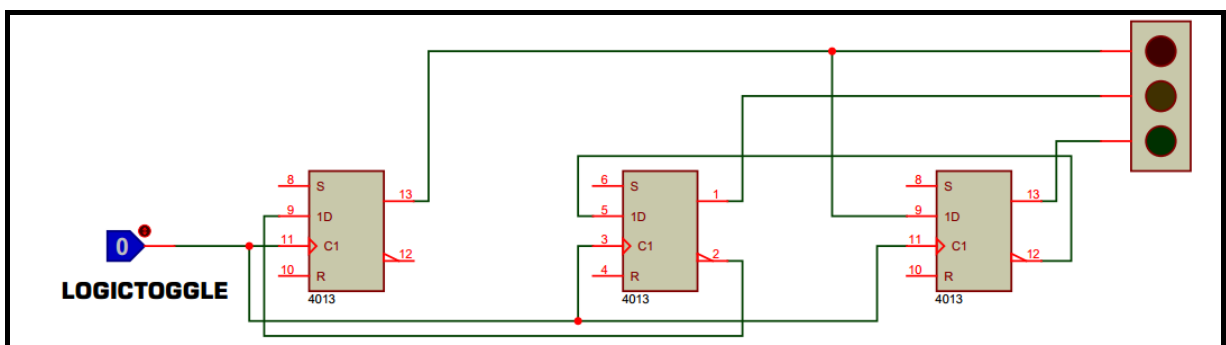


Figure 3. Montage2

6. Lancez la simulation, envoyez des fronts montants sur les entrées d'horloge des bascules en cliquant sur le générateur LOGICTOGGLE, observez l'évolution des 3 LED puis répondez aux questions suivantes.

Lorsque les 3 LED sont éteintes, quel est l'état de chaque entrée D ?

D0 = ..... D1 = ..... D2 = .....

En déduire l'état des 3 LED après l'envoi d'un front montant sur H alors que les 3 LED sont éteintes :

- La rouge :            allumée            éteinte
- La orange :        allumée            éteinte
- La verte :           allumée            éteinte

Lorsque Q0=1, Q1=1 et Q2=0, quel est l'état de chaque entrée D ?

D0 = ..... D1 = ..... D2 = .....

En déduire l'état des 3 LED après l'envoi d'un front montant sur H alors que Q0=1, Q1=1 et Q2=0 :

- La rouge :            allumée            éteinte
- La orange :        allumée            éteinte
- La verte :           allumée            éteinte

Lorsque Q0=0, Q1=1 et Q2=1, quel est l'état de chaque entrée D ?

D0 = ..... D1 = ..... D2 = .....

En déduire l'état des 3 LED après l'envoi d'un front montant sur H alors que Q0=0, Q1=1 et Q2=1 :

- La rouge :            allumée            éteinte
- La orange :        allumée            éteinte
- La verte :           allumée            éteinte

7. Arrêtez puis relancez la simulation et relevez les chronogrammes des 3 sorties Q0, Q1 et Q2 à partir du début (les 3 sorties étant toutes à zéro à l'origine) :

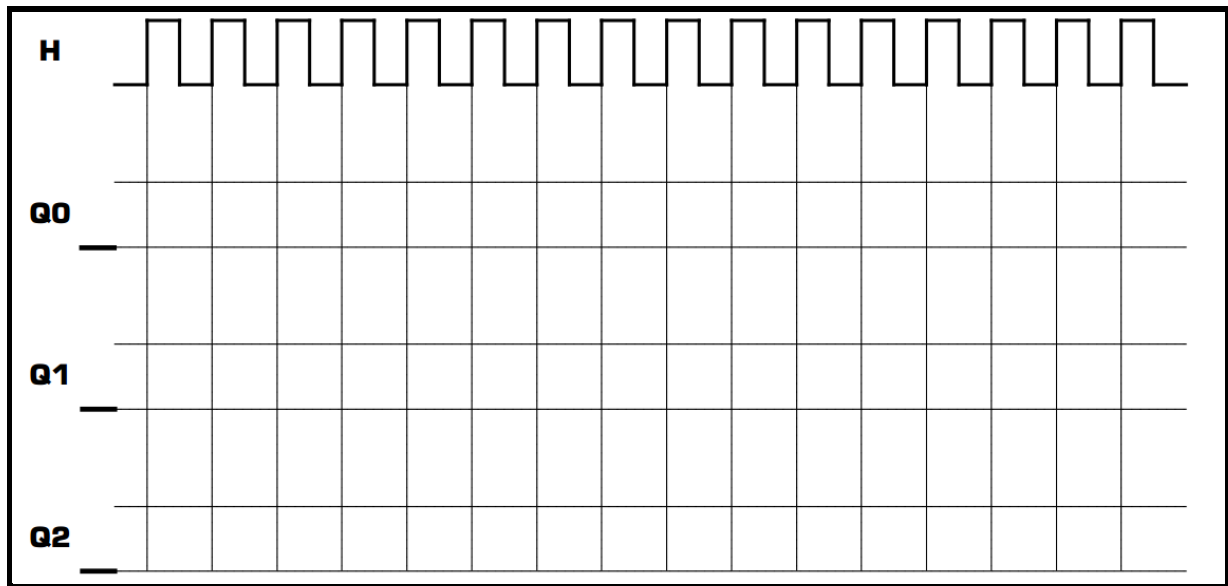


Figure 4. Chronogramme Traffic tricolore

8. Modifiez votre montage dans Proteus afin que les équations logiques des entrées D soient les suivantes (comme sur le Montage 3) :

- $D0 = \neg Q0 \cdot \neg Q1$
- $D1 = \neg Q1 \cdot \neg Q2$
- $D2 = Q0 \cdot Q1$

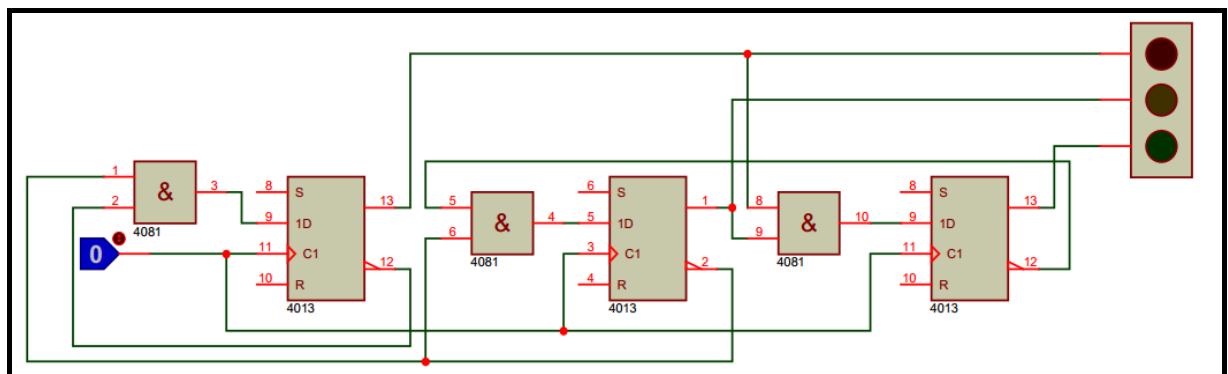


Figure 5. Montage 3

9. Lancez la simulation, envoyez des fronts montants sur les entrées d'horloge des bascules en cliquant sur le générateur LOGICTOGGLE et observez l'évolution des 3 LED. En regardant l'état logique des entrées D (avant un front d'horloge) puis l'état logique des sorties Q (après le front d'horloge) essayez de constater par l'expérience la remarque suivante :

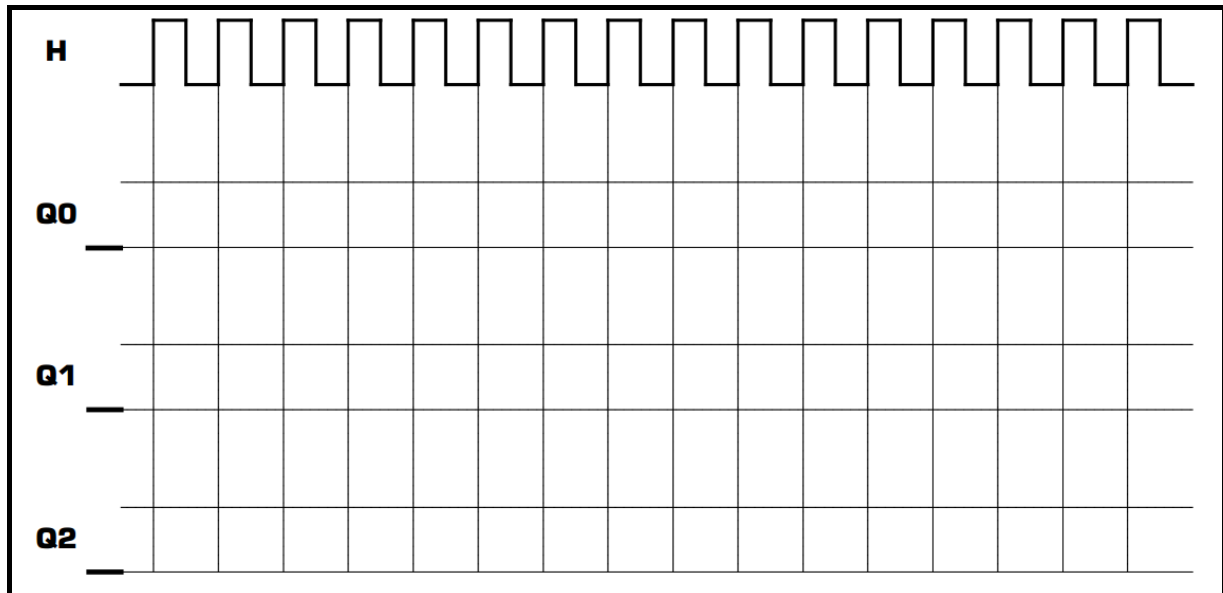
**L'état logique de l'entrée D<sub>n</sub> avant un front d'horloge indique l'état dans lequel sera la sortie Q<sub>n</sub> après le front d'horloge.**

10. Complétez le tableau suivant en indiquant l'état logique des 3 entrées de donnée et des 3 sorties principales des bascules. Dans ce tableau, la ligne 0 (déjà remplie) représente l'état initial du montage. La ligne 1 représente l'état du montage après le 1<sup>er</sup> front d'horloge, la ligne 2 représente l'état du montage après le 2<sup>nd</sup> front d'horloge, la ligne 3 l'état du montage après le 3<sup>ème</sup> front, etc. A l'aide de flèches, faites apparaître dans ce tableau la remarque constatée précédemment :

**Tableau 1. Table de vérité du montage Traffic Tricolore**

Nombre de front d'horloge	Etat du montage					
	D <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>
0	1	0	1	0	0	0
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

11. Ce montage présente combien d'états différents ?  
 12. Relevez les chronogrammes des signaux Q0, Q1 et Q2, les 3 sorties étant à l'origine toutes à zéro :



**Figure 6. Chronogramme du Traffic Tricolore**

#### IV. Devoir :

On désire maintenant réaliser un montage simulant le fonctionnement réel d'un feu tricolore.

Les LED devront s'allumer à tour de rôle comme indiqué dans le tableau ci-dessous, avec un seul feu allumé à un instant donné (jamais aucun feu et jamais plusieurs feux), et dans l'ordre rouge, vert, orange, rouge, vert, orange, etc. Ce nouveau montage présente seulement 3 états différents et le feu rouge devra être allumé à la mise sous tension :

Nombre de front d'horloge	Etat du montage					
	D <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>
0		1		0		0
1		0		0		1
2		0		1		0
3	Retour à l'état initial décrit sur la ligne 0					

1. Complétez dans le tableau ci-dessus l'état de chaque entrée D afin que la sortie Q des bascules soit positionnée correctement à l'état suivant du montage (c'est-à-dire après le front d'horloge).
  - Lorsque D<sub>0</sub>=1, quel est l'état des 3 sorties des bascules ?  
Q<sub>0</sub> = ..... Q<sub>1</sub> = ..... Q<sub>2</sub> = .....
  - En déduire une équation logique de D<sub>0</sub> en fonction de Q<sub>0</sub>, Q<sub>1</sub> et Q<sub>2</sub> :  
D<sub>0</sub> = .....
  - Lorsque D<sub>1</sub>=1, quel est l'état des 3 sorties des bascules ?  
Q<sub>0</sub> = ..... Q<sub>1</sub> = ..... Q<sub>2</sub> = .....
  - En déduire une équation logique de D<sub>1</sub> en fonction de Q<sub>0</sub>, Q<sub>1</sub> et Q<sub>2</sub> :  
D<sub>1</sub> = .....
  - Lorsque D<sub>2</sub>=1, quel est l'état des 3 sorties des bascules ?  
Q<sub>0</sub> = ..... Q<sub>1</sub> = ..... Q<sub>2</sub> = .....
  - En déduire une équation logique de D<sub>2</sub> en fonction de Q<sub>0</sub>, Q<sub>1</sub> et Q<sub>2</sub> :  
D<sub>2</sub> = .....
2. Proposez un montage répondant au cahier des charges de cette application 2.
3. Validez son bon fonctionnement dans le logiciel Proteus. En cas de dysfonctionnement, analysez d'où vient l'erreur, corrigez votre montage, proposez une nouvelle solution, puis testez-la à nouveau jusqu'à obtenir le fonctionnement d'un feu tricolore. Une fois parfaitement fonctionnelle, relevez votre solution en complétant le montage ci-dessous ainsi que les chronogrammes des sorties :

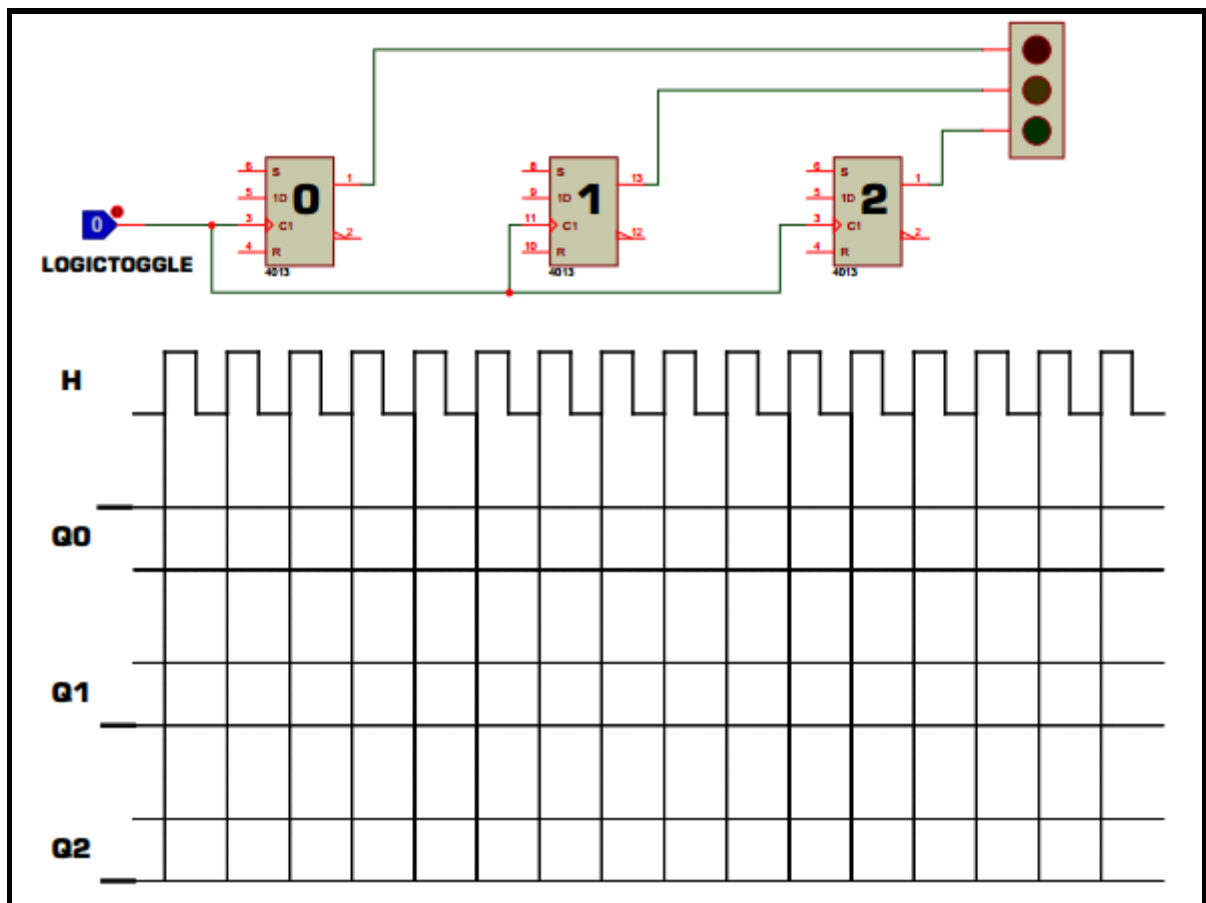


Figure 7. Organigramme et chronogramme des feux tricolores