

LES COMPTEURS

I- INTRODUCTION :

1-Definition d'un compteur :

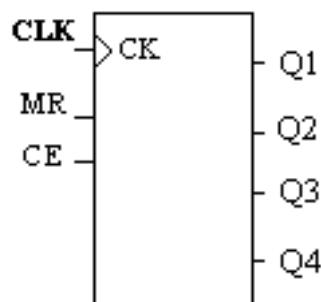
Un compteur est un ensemble de n bascules interconnectées par des portes logiques. Ils peuvent donc mémoriser des mots de n bits. Au rythme d'une horloge ils peuvent décrire une séquence déterminée c'est-à-dire occuper une suite d'états binaires. Il ne peut y avoir au maximum que 2^n combinaisons. Ces états restent stables et accessibles entre les impulsions d'horloge. Le nombre total N des combinaisons successives est appelé le modulo du compteur. On a $N \leq 2^n$. Si $N < 2^n$ un certain nombre d'états ne sont jamais utilisés.

Les compteurs binaires peuvent être classés en deux catégories :

- les compteurs asynchrones;
- les compteurs synchrones.

De plus on distingue les compteurs réversibles ou compteurs- décompteurs.

2-Symboles d'un compteur :

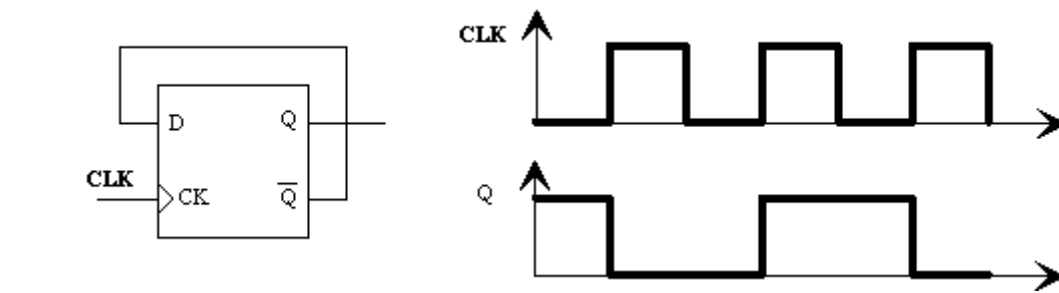


II- PARTIE THEORIQUE :

1-Définition d'un compteur asynchrone :

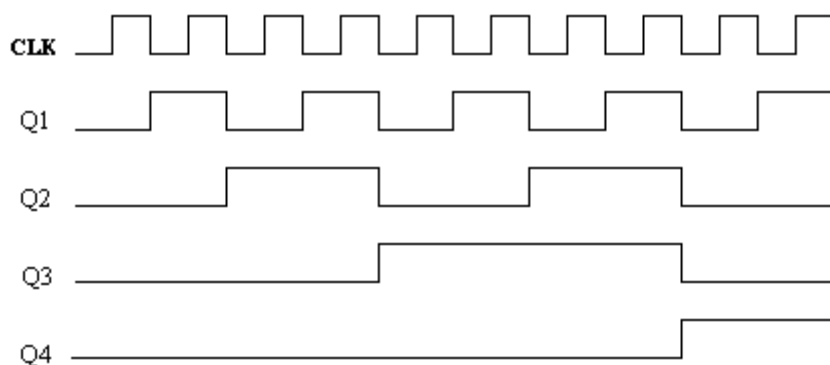
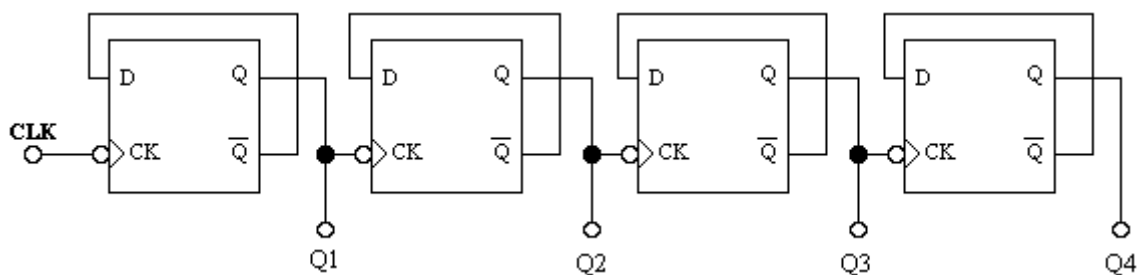
Le compteur asynchrone est basé sur le diviseur de fréquence. Il s'agit d'une simple bascule D dont la sortie inverse est envoyée sur son entrée D. Ainsi, à chaque front montant de l'entrée

d'horloge, la donnée transférée sur la sortie est complémentée. La fréquence du signal est donc divisée par deux :



Un compteur asynchrone est simplement constitué de plusieurs diviseurs de fréquences (autant que de bits requis)

Si l'on désire un compteur, les entrées d'horloge doivent être actives sur front descendant. Cela conduit à ce résultat :



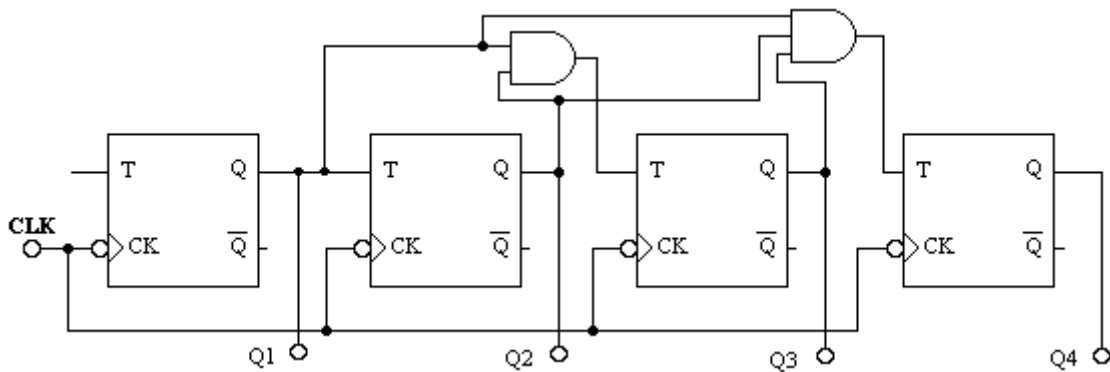
Comme on peut le constater, Q1 Q2 Q3 Q4 sont successivement égales à 0000, 0001, 0010, ..., 1111, c'est-à-dire 0, 1, 2, ..., 15. Bien sûr ce cycle continue indéfiniment, aussi longtemps que le signal d'horloge est présent. C'est la façon la plus simple de réaliser un

compteur, et bien sûr ce type de compteur est disponible sous forme de divers circuits intégrés prêts à l'emploi.

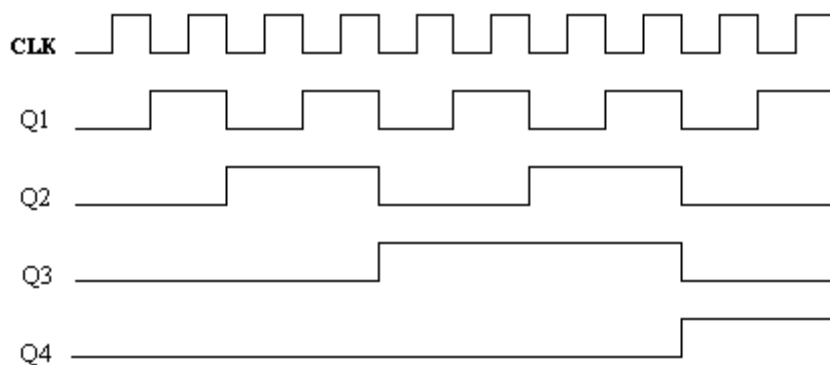
2-Définition d'un compteur synchrone :

Dans un compteur synchrone, les bascules changent d'état simultanément, car elles sont pilotées par le même signal d'horloge.

La façon la plus simple d'implémenter un compteur synchrone est d'utiliser des bascules T au lieu de bascules D. Une bascule T est très semblable à une bascule D. La différence est que l'entrée D (Donnée) est remplacée par une entrée T (Toggle) qui contrôle le changement d'état de la bascule. Si $T=0$, la sortie garde sa valeur (0 ou 1) d'une période d'horloge à la suivante. Si $T=1$, la bascule change d'état d'une période d'horloge à la suivante (Elle passe à 1 si elle était à 0, ou à 0 si elle était à 1).



Les chronogrammes sont similaires à ceux des compteurs asynchrones. Notez que les signaux Set et Reset, omis pour raison de clarté, sont néanmoins nécessaires pour être au moins en mesure de remettre toutes les sorties à zéro à la mise sous tension.



III- PARTIE EXPERIMENTALE :

1-compteur binaire asynchrone a 4 bit réalisée en forme intégrée :

A/ Compteur par 2 :

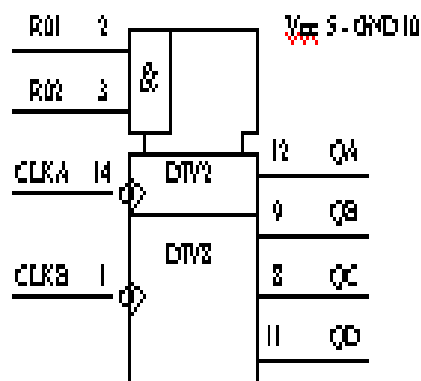


fig.1

- La fig.1 est la représentation schématique d'un compteur à 4 bits
- Pour un compteur a deux on réalise le circuit suivant :

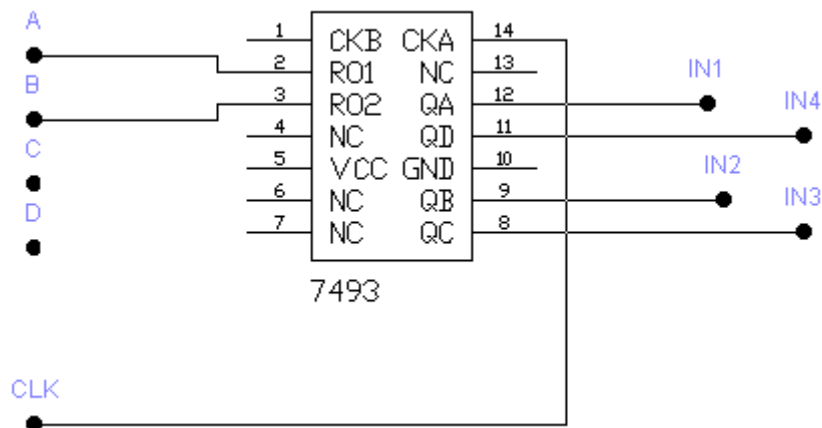


fig. 1.1

Après la réalisation de notre circuit de la fig.1.1 on obtient la table suivante :

| CLEAR INPUTS | | SORTIES | | | |
|--------------|------|---------|----|----|----|
| CLR1 | CLR2 | QD | QC | QB | QA |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | |
|---|---|-----------------|
| 0 | 1 | counting |
| 1 | 0 | counting |
| 0 | 0 | counting |

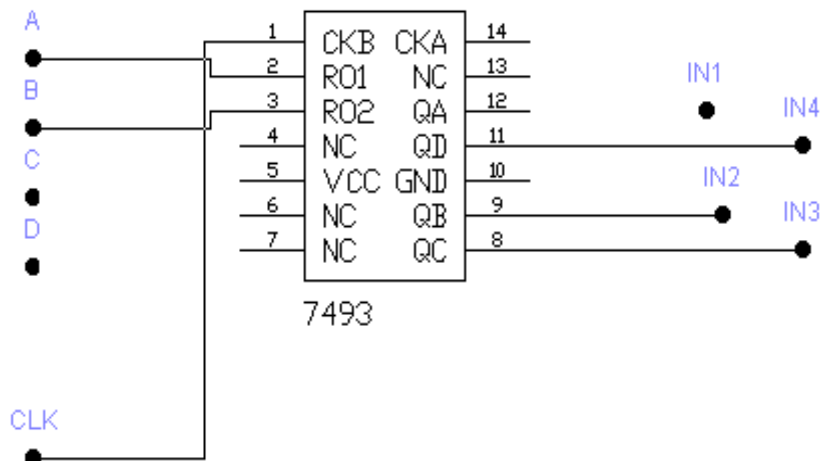
➤ on a l'entrée de notre compteur une porte AND et on la table de vérité de notre porte est la suivante :

| a | b | s |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

Donc la porte AND fonctionne si on a les deux entrées égales à 1, et dans notre cas les entrées sont des portes CLR → mise à zéro, donc si on a CLR1=CLR2=1 on a automatiquement mise à zéro et on obtient QA=0 malgré la variation de notre horloge. Si maintenant la porte AND ne fonctionne pas donc on donne la priorité au compteur de compté et comme on a un compteur à 2, QA peut prendre 2 valeurs le 1 ou le 0

B/ Compteur par 8 :

Pour ce montage on réalise le montage suivant qui est différent du 1^{er} montage (fig.1.1) On a ici 3 sorties → 3 bits et toujours les mêmes entrées CLR1, CLR2.

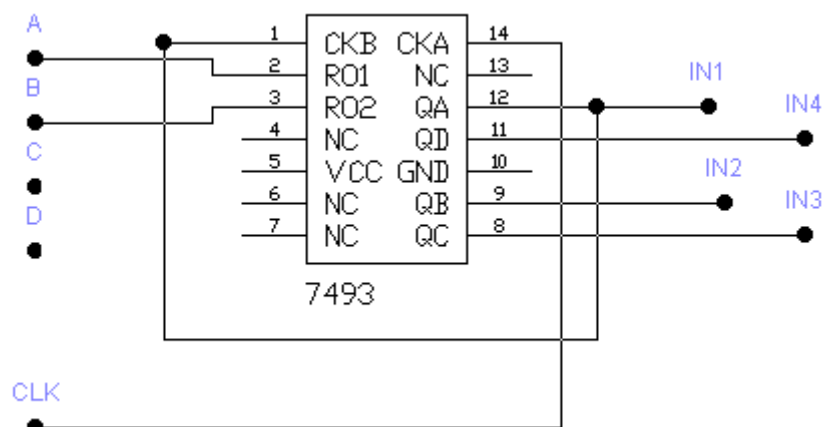


- dans ce cas on la même table précédente et le même principe mais il y a 3 sortie donc 3 bits alors le comptage se fait de 0 a 7 comme suit :

| CLEAR | | INPUTS | | SORTIES | | |
|-------|------|--------|----|---------|--|--|
| CLR1 | CLR2 | QD | QC | QB | | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | 0 | 0 | 1 | | |
| | | 0 | 1 | 0 | | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | | |
| | | 1 | 0 | 1 | | |
| | | 1 | 1 | 0 | | |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | | |
| | | 1 | 1 | 1 | | |

C/ Compteur par 16 :

Pour ce compteur on utilise le montage suivant pour effectué le montage a 16 :

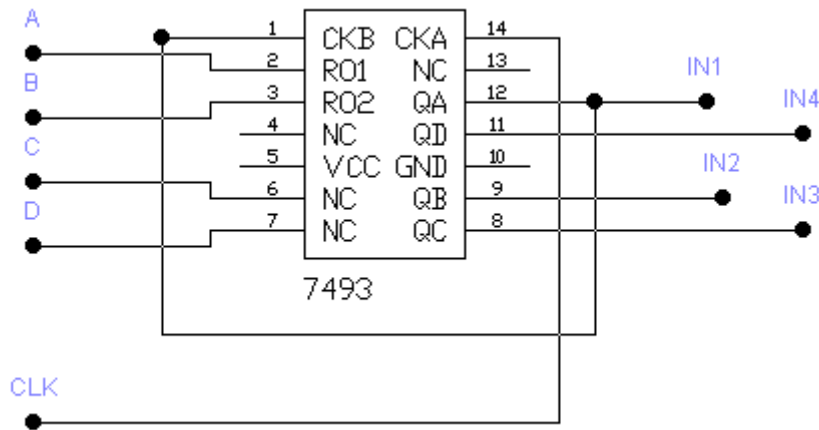


Dans ce dernier cas on a 4 sorties donc 4 bits alors on a toujours le même principe du compteur a 2 mais le comptage se fait ici de 0 a 15.

D/ Compteur par 5 :

On remarque que ce circuit compte de 0 a 4 donc il faut utiliser 3 bascule $2^n < N$
 Et en suite il nous faut une mise a zéro, on sait que le max d'un numéro décimale d'un code binaire qui est composé de 3 bits est le 9 donc le 1 0 0 1
 Pour réalisé ce compteur il faut réalisé le circuit suivant :

Remarque : On suppose que dans tous les schémas des circuits que **NC = PRE**



Après la réalisation de ce circuit on obtient un compteur a 5 est il fonctionne comme il est indiqué sur la table suivante :

| CLEAR INPUTS | | | | SORTIES | | | |
|--------------|------|------|------|-----------------|----|----|----|
| CLR1 | CLR2 | PRE1 | PRE2 | QD | QC | QB | QA |
| 1 | 1 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| X | X | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | X | 0 | X | comptage | | | |
| X | 0 | X | 0 | comptage | | | |
| 0 | X | X | 0 | comptage | | | |
| X | 0 | 0 | X | comptage | | | |

- Quand le CLR1=CLR2=1 on a automatiquement la mise a 0 quelque soit les valeurs du PRE donc QD=QB=QC=QA=0 et on n'oublie pas que l'entré est la porte AND et elle fonctionne quand on a 1 1 a l'entré.
- Quand le PER1=PRE2=1 on la mise a zéro du comptage donc on affiche le numéro maximum et dans notre cas =9= 1 0 0 1, et on n'oublie pas que l'entré est la porte AND et elle fonctionne quand on a 1 1 a l'entré.
- Si la porte AND est désactivée donc le compteur commence le comptage.

E / Compteur par 10 :

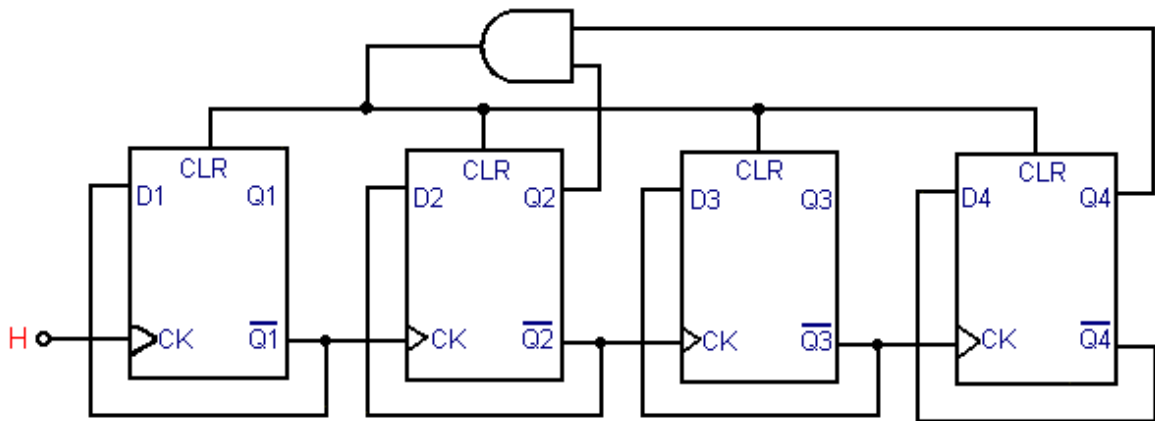
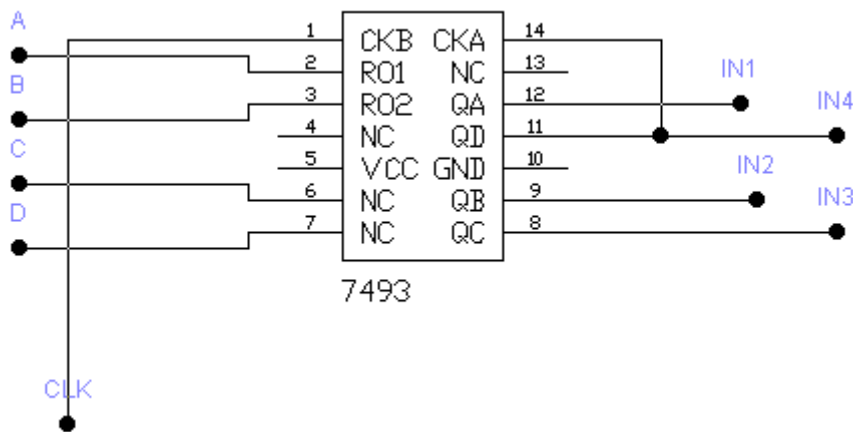


Fig. 33. - Compteur asynchrone modulo 10 réalisé avec des bascules D.

Pour ce compter on réalise le circuit suivant :

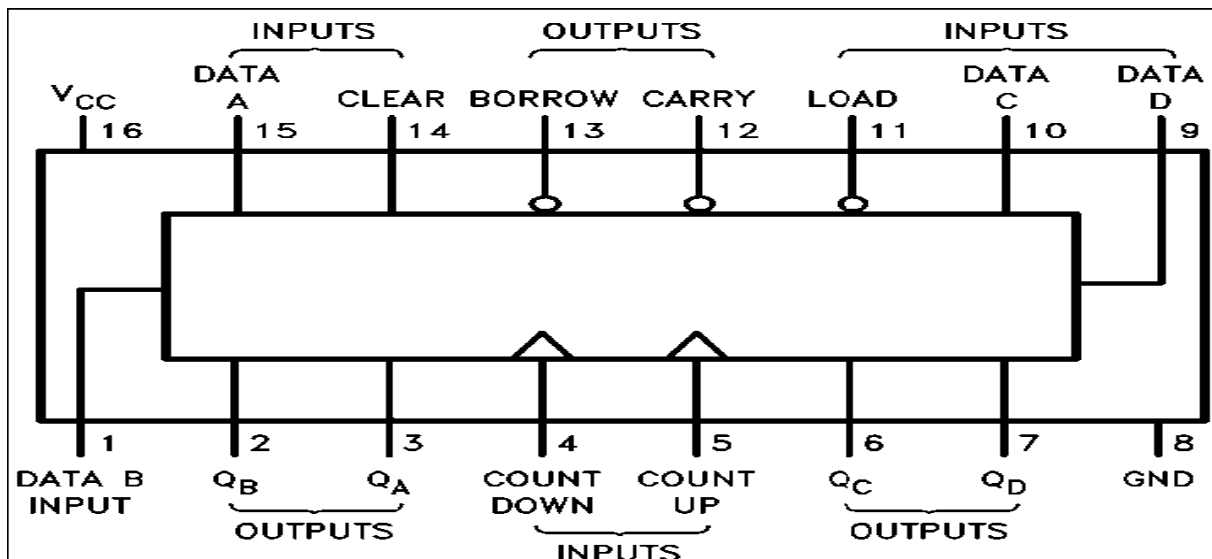


- Pour ce compteur il a le même principe que le compteur précédent sauf que $2^n < 10$ donc on a 4 bascules comme il est indiqué sur la fig.3.3, et le comptage diffère.

- Pour les graphe regardé la feuille suivante.

2-Compteur binaire synchrone en avant/en arrière :

On réalise le circuit suivant :



On obtient les résultats suivants :

| ENTREES | | | | SORTIES | | | |
|---------|------|----|------|---------------------|----|----|----|
| CLR | LOAD | UP | DOWN | QD | QC | QB | QA |
| 1 | X | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | X | X | D | C | B | A |
| 0 | 1 | 1 | 1 | aucune commutation | | | |
| 0 | 1 | 0 | 1 | Comptage en avant | | | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | Comptage en arrière | | | |

- Pour la première ligne du tableau on a la commande CLR qui est activé et on sait qu'elle a la propriété de la mise à zéro donc $Q_H = 0$.

- Pour la deuxième ligne on a la commande LOAD activée (actif au niveau bas) et la porte CLR désactivé donc on a un chargement des résultats

- Maintenant on a le down et le up sont des sorties des portes OR on a quatre cas qui se présentent :

Si on a l'entrée 1 1 on aura à la sortie 1 1 qui sont les entrées de up et down donc on aura aucune commutation

Si on a l'entrée 0 0 on aura à la sortie deux signaux d'horloge, dans ce cas le compteur ne sait pas quoi faire le comptage en avant ou en arrière.

Si on a l'entrée 0 1 on obtiens à la sortie des portes H et 1 donc c'est un comptage en avant pour le compteur à chaque impulsion d'horloge.

Si on a maintenant 1 0 on obtiens à la sortie des portes 1 et H donc c'est un comptage en arrière dans chaque impulsion d'horloge (synchrone).

III- REPONSE AUX QUESTIONS :

A/Les compteurs synchrones diffèrent des asynchrones parce que :

- ils sont plus précis
- le signal de clock est appliqué dans le même temps à tous les bistables
- ils permettent le comptage en arrière aussi.

B/ Le module M d'un compteur est :

- le nb d'états différent que le compteur assume en sortie avant du nouveau cycle de comptage
- le nb d'états égaux que le compteur assume en sortie avant du nouveau cycle de comptage
- L'impulsion de comptage envoyé dans le même temps aux flip-flop

C/ Un compteur de module 10 :

- Compte de 1 à 10 et part à nouveau
- Compte de 0 à 9 et ensuite se positionne à 0 pour commencer un nouveau comptage
- Compte de 0 à 9 et ensuite il s'éteint
- peut présenter en sortie 10 états différents

D/ Les sorties des différents flip-flop qui composent un compteur asynchrone commutent :

- L'une après l'autre

- Dans le même temps
- En aucune des deux cas

Remarque : la réponse juste est en bleu .