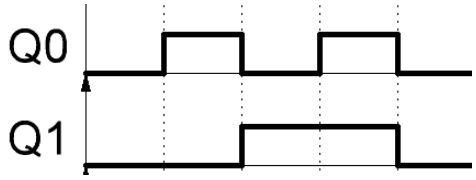
Comment réaliser un compteur ?

1. Compteurs asynchrones

Dans ce type de structure, les bascules sont en commutation permanente et c'est Q_0 qui fait basculer Q_1, c'est Q_1 qui fait bascules Q_2… Chaque bascule a donc son propre signal d'horloge.

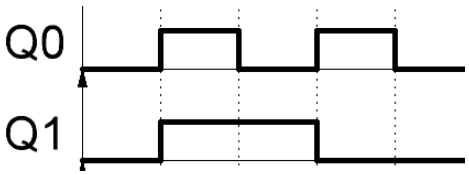
Pour construire un compteur ou un décompteur asynchrone modulo m, il faut donc :

- ✓ Déterminer le nombre de bascules en déterminant le nombre de bits nécessaires au codage binaire de la plus grande valeur du cycle ($m-1$ pour un compteur modulo m).
- ✓ Câbler les bascules en commutation permanente :
  - Bascule D : On relie l'entrée D à la sortie $\overline{Q}$ de la bascule.
  - Bascule JK : On met les entrées J et K à 1.
- ✓ On relie les bascules entre elles (c'est-à-dire, on définir les liaisons « sorties -> horloge). Pour cela, vous pouvez raisonner sur les basculements de Q_1 par rapport à Q_0.
  - Pour un compteur : Sur le chronogramme ci-contre, on voit que Q_1 change de valeur sur les fronts descendants de Q_0. Il faudra donc :



    - Si les bascules sont synchronisées sur front montant, relier la sortie $\overline{Q}$ à l'entrée d'horloge de la bascule suivante.
    - Si les bascules sont synchronisées sur front descendant, relier la sortie Q à l'entrée d'horloge de la bascule suivante.

  - Pour un décompteur : Sur le chronogramme ci-contre, on voit que Q_1 change de valeur sur les fronts montants de Q_0. Il faudra donc :



    - Si les bascules sont synchronisées sur front montant, relier la sortie Q à l'entrée d'horloge de la bascule suivante.
    - Si les bascules sont synchronisées sur front descendant, relier la sortie $\overline{Q}$ à l'entrée d'horloge de la bascule suivante.

AS Dujardin

Astuce : Si on regarde la liaison sortie-horloge, c'est-à-dire le fil qui relie une des sorties de la bascule i à l'entrée d'horloge de la bascule $i+1$, le nombre d'inversion (nombre de bulle ou de petit rond) vous indique si c'est un compteur ou un décompteur. Si ce nombre est impair (un seul petit rond), c'est un compteur, si ce nombre est pair (0 ou 2 petits ronds), c'est un décompteur.

- ✓ On câble les entrées de forçages $\overline{Pre}$ et $\overline{Clr}$ de chaque bascules :
  - Si le compteur/décompteur est à cycle complet ($m = 2^n$ où n représente le nombre de bascules) : on met toutes ces entrées à 1
  - Si le compteur/décompteur est à cycle incomplet ($m \neq 2^n$ où n représente le nombre de bascules) :
    - Pour un compteur : il faut détecter la valeur m et forcer les sorties à 0.
      - Mettre tous les $\overline{Pre}$ à 1.
      - Relier toutes les entrées $\overline{Clr}$ à la sortie d'une porte $NAND$.
      - Convertir m en binaire pour déterminer les sorties Q_i à mettre sur les entrées de la porte $NAND$.
    - Pour un décompteur : il faut détecter la valeur $2^n - 1$ et forcer les sorties à $m - 1$.
      - Convertir $m - 1$ en binaire afin de déterminer les entrées de forçage à utiliser.
      - Mettre à 1 les entrées de forçage non utlisées.
      - Déterminer les sorties Q_i à mettre sur les entrées de la porte $NAND$. (Rq : Version non optimisée : on met toutes les sorties sur les entrées de la porte $NAND$. Pour une version optimisée, on peut faire comme pour un compteur : Convertir m en binaire pour déterminer les sorties Q_i à mettre sur les entrées de la porte $NAND$.)

2. Compteurs synchrones

Dans ce type de structure, toutes les bascules ont le même signal d'horloge. Toutes les bascules sont donc susceptibles de basculer en même temps. Il faut donc déterminer les équations des entrées D ou J et K pour que chaque bascule commute au bon moment.

Pour construire un compteur ou un décompteur synchrone modulo m, il faut donc :

- ✓ Déterminer le nombre de bascules en déterminant le nombre de bits nécessaires au codage binaire de la plus grande valeur du cycle ($m - 1$ pour un compteur modulo m).
- ✓ Ecrire les valeurs du cycle qu'on veut obtenir dans l'ordre dans lequel on veut les obtenir (autrement dit, définir la succession des états des sorties Q_i, et donc, remplir les premières colonnes de la table de vérité).

- ✓ Remplir ensuite les colonnes correspondant aux entrées des bascules pour obtenir cette succession de valeurs :
  - Pour les bascules JK : On utilise la table des transitions de la bascule.

$Q_i(t)$	$Q_i(t+1)$	$J_i(t)$	$K_i(t)$
0	0	0	Φ
0	1	1	Φ
1	0	Φ	1
1	1	Φ	0

On rappelle que ce qui sépare t de $t+1$, c'est un front actif d'horloge (c'est-à-dire un front montant si les bascules sont synchronisées sur front montant ou un front descendant si les bascules sont synchronisées sur front descendant).

ATTENTION : Dans une table de vérité, les valeurs que vous mettez dans les colonnes J_i et K_i pour une bascule donnée correspondent à celles qui permettent de passer de la valeur "actuelle" des Q_i (la ligne en cours) à celle d'après (la ligne suivante).

Astuce :

- ✓ On commence par placer les Φ dans la table de vérité : quand Q est à 0, les Φ sont sur les K(ill) et, quand Q est à 1, les Φ sont sur J(ump).
- ✓ On place les 1 au-dessus des Φ.
- ✓ On met 0 dans les cases vides.

Attention : la ligne qui « suit » la dernière ligne de la table de vérité est la première !

  - Pour les bascules D : On utilise le principe de fonctionnement de la bascule, à savoir : « A chaque signal actif d'horloge, la sortie recopie l'entrée ».

    Il suffira donc de recopier les colonnes Q_i dans la colonne D_i en décalant tout d'une ligne vers le haut !

    Rq : On peut aussi utiliser la table des transitions données dans le poly de cours !