

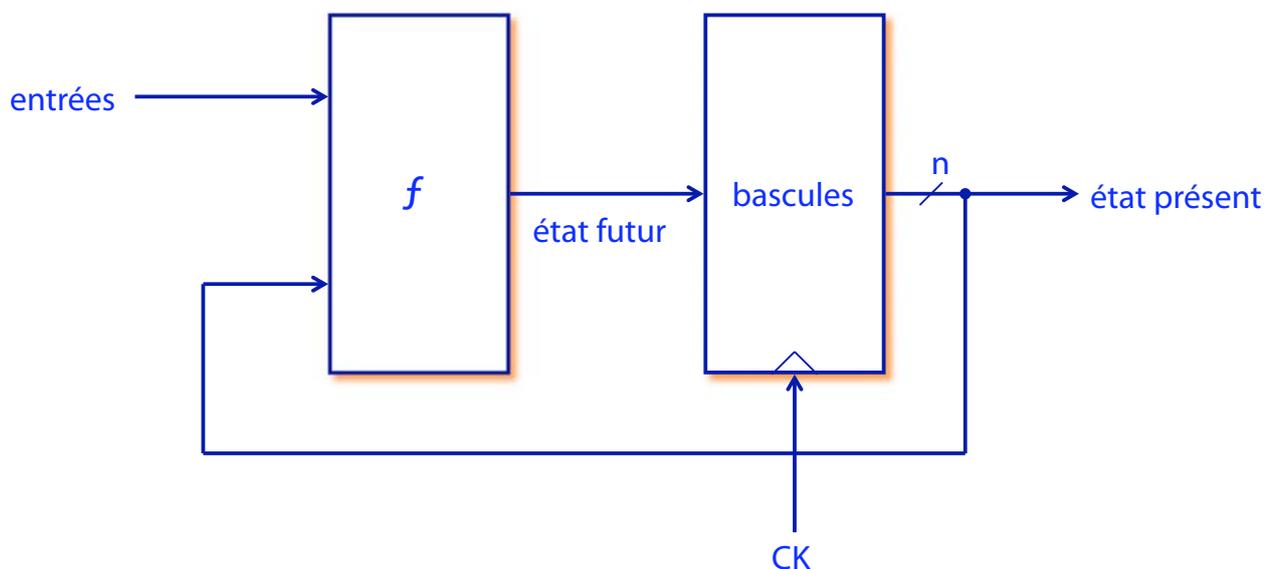


Systemes séquentiels

- ◆ Les sorties d'un système séquentiel dépendent de la séquence des entrées sur une période de temps
- ◆ Une **mémoire** est nécessaire pour stocker une indication sur la séquence des entrées: c'est l'**état** du système. Etant donné le caractère fini de la mémoire, la séquence doit être également de taille finie: le nombre d'états d'un système séquentiel est fini
- ◆ Un système séquentiel **asynchrone** peut changer ses valeurs de sortie et d'état à chaque fois qu'il y a un changement des entrées
- ◆ Un système séquentiel **synchrone** change d'état à des moments fixes, généralement définis par le flanc montant ou descendant d'un signal d'**horloge**

Etat d'un système séquentiel

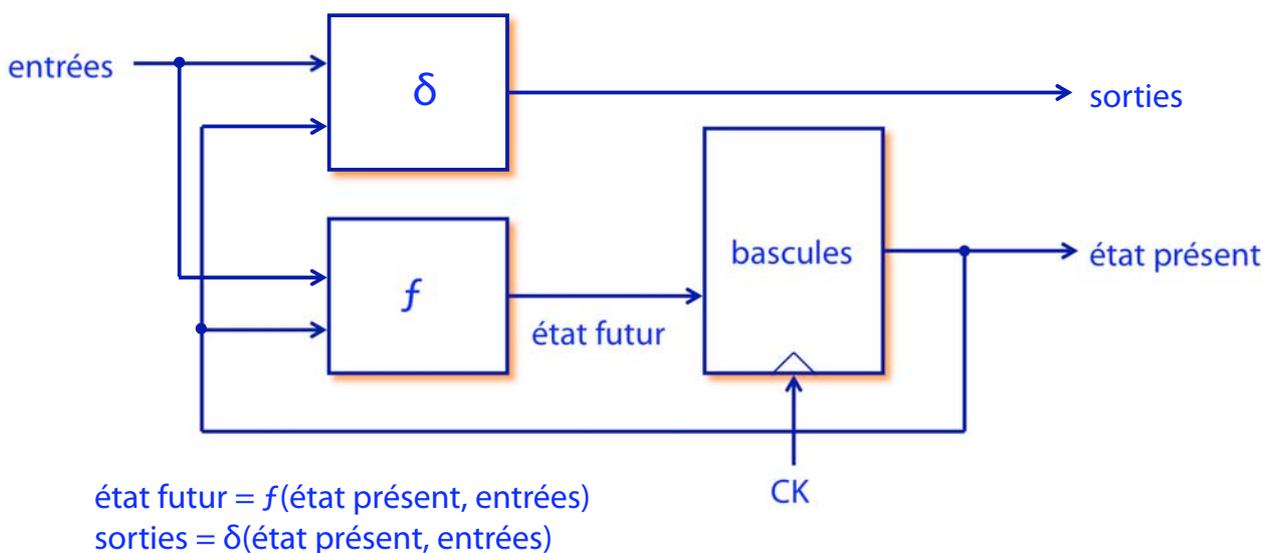
- ◆ L'état d'un système séquentiel est donné par l'ensemble de variables d'état du système, dont les valeurs à un moment donné contiennent toutes les informations sur le passé nécessaires au calcul du comportement futur
état futur = $f(\text{état présent, entrées})$
- ◆ Dans les systèmes séquentiels synchrones le changement d'état est synchronisé avec un signal d'horloge
- ◆ Le nombre d'états d'un système séquentiel est une valeur finie, égale à 2^n , où n est le nombre de variables d'état



Chaque variable d'état peut être stockée dans une bascule D.
 f est une fonction combinatoire.

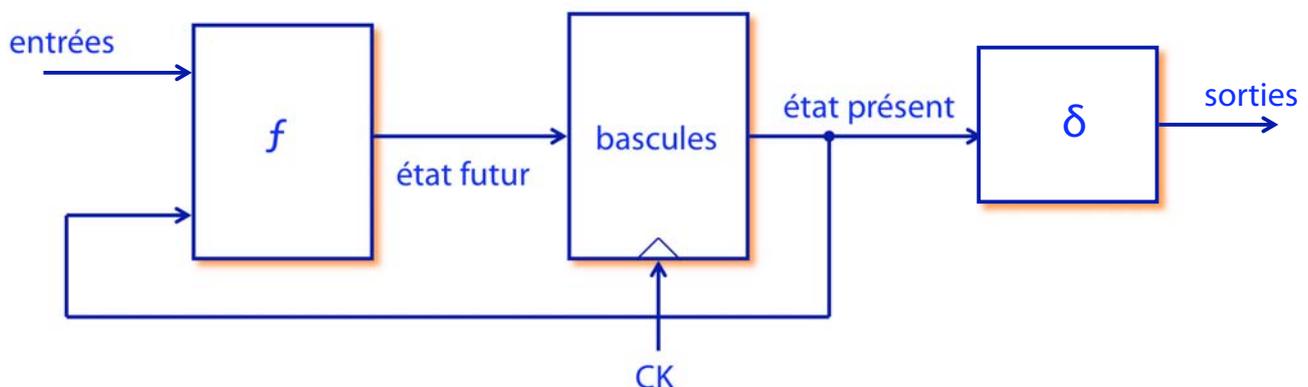
Machine de Mealy

- ◆ Si les valeurs des variables de sortie dépendent de l'état présent et des variables d'entrée, le système séquentiel est appelé une machine de Mealy
- ◆ Dans ce cas, le changement des sorties n'est pas synchrone: il se fait avec le changement des entrées



Machine de Moore

- ◆ Si les valeurs des variables de sortie dépendent uniquement de l'état présent, le système séquentiel est appelé une machine de Moore
- ◆ Dans ce cas, le changement des sorties est synchrone: il se fait avec le changement des états



$$\begin{aligned}\text{état futur} &= f(\text{état présent}, \text{entrées}) \\ \text{sorties} &= \delta(\text{état présent})\end{aligned}$$

- ◆ Sauf contraintes de type physique spécifiées dans le cahier des charges, tout problème peut être résolu par une machine de type Mealy ou Moore, indifféremment
- ◆ Normalement, pour un même problème, une machine de Moore demande plus d'états que la machine de Mealy équivalente
- ◆ Toutefois, assez souvent on préfère la solution de type machine de Moore. En effet, les sorties d'une machine Mealy ne sont pas synchronisées avec l'horloge, pouvant changer en même temps qu'une entrée externe. Cet asynchronisme amène comme conséquence des durées quelconques pour les sorties
- ◆ Comme les sorties des machines de type Moore sont synchronisées, leur durée est toujours un multiple de la période du signal d'horloge

Analyse des machines séquentielles

- ◆ Déterminer les fonctions d'état futur et de sortie, de façon à pouvoir prédire le comportement de la machine
- ◆ La spécification du comportement est fait à l'aide de deux types de représentation:
 - la table d'états
 - le graphe des états

◆ Mode de représentation: **la table d'états**

- chaque ligne de la table représente un état présent
- chaque colonne de la table représente une combinaison des entrées
- a chaque case de la table on introduit l'état futur et la sortie correspondante

◆ Pour notre exemple, on obtient:

| | E | |
|------|------|------|
| | 0 | 1 |
| 00 | 00,0 | 01,0 |
| 01 | 01,0 | 10,0 |
| 11 | 11,0 | 00,1 |
| 10 | 10,0 | 11,0 |
| Q1Q0 | | |

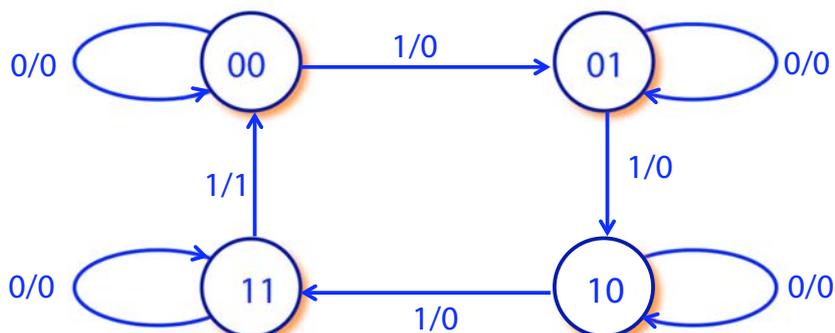
◆ Pour une machine de Moore, la table est plus simple: il y a une seule valeur de sortie par état, c'est-à-dire par ligne



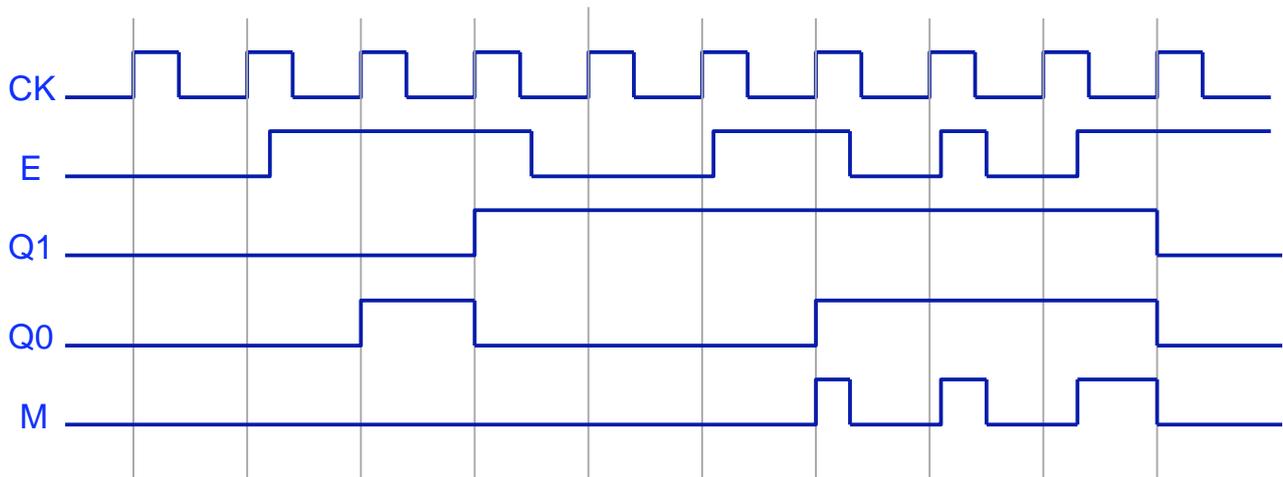
◆ Mode de représentation: **le graphe des états**

- chaque état est représenté par le sommet d'un graphe orienté
- les changements d'état sont représentés par des flèches
- sur les flèches on indique les valeurs des entrées qui produisent le changement d'état et les valeurs des sorties

◆ Pour notre exemple, on obtient:



◆ Mode de représentation: le chronogramme



- les états changent seulement avec le flanc montant de l'horloge
- les sorties peuvent changer à tout moment, avec le changement d'un état ou d'une entrée (dans une machine de Moore, les sorties changent uniquement avec le changement d'un état)

- ◆ Dans cet exemple on peut voir le désavantage d'une machine de Mealy par rapport à une machine de Moore: la durée de la sortie M est toujours inférieure à une période d'horloge et son changement (passage à 0 ou passage à 1) peut survenir à n'importe quel moment, en fonction des changements de l'entrée E
- ◆ Si la sortie d'une machine séquentielle sert à contrôler une action externe, la durée du signal est un facteur très important

A lire dans Wakerly

◆ Chapitre 7

- 7.3: Analyse des machines séquentielles