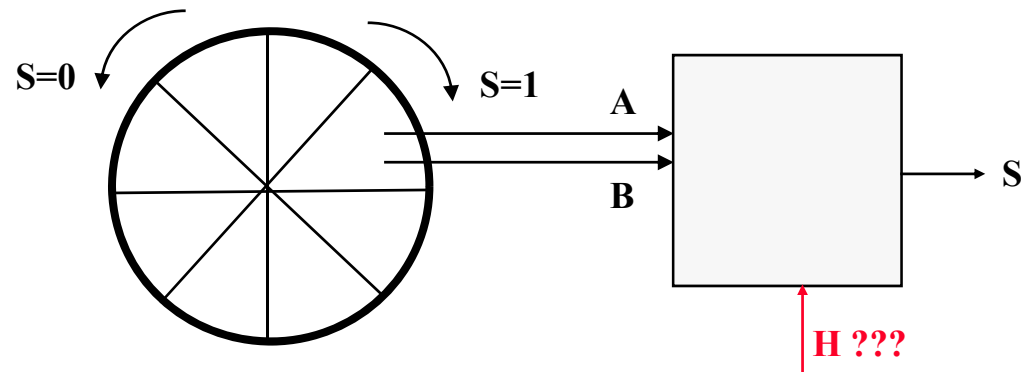
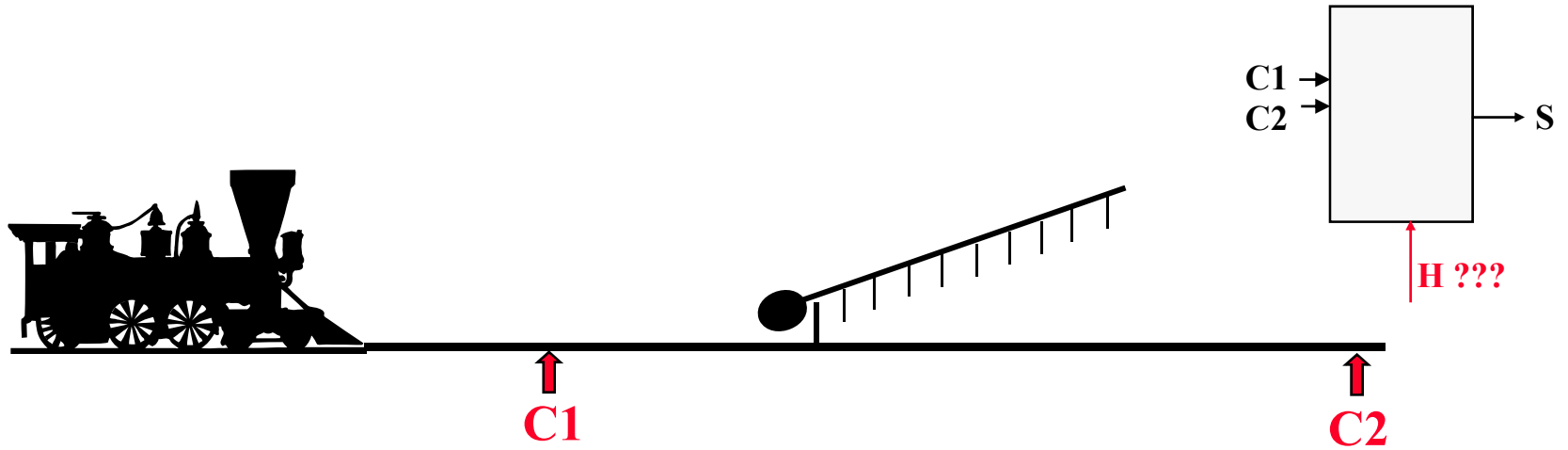


Synthèse des systèmes séquentiels asynchrones

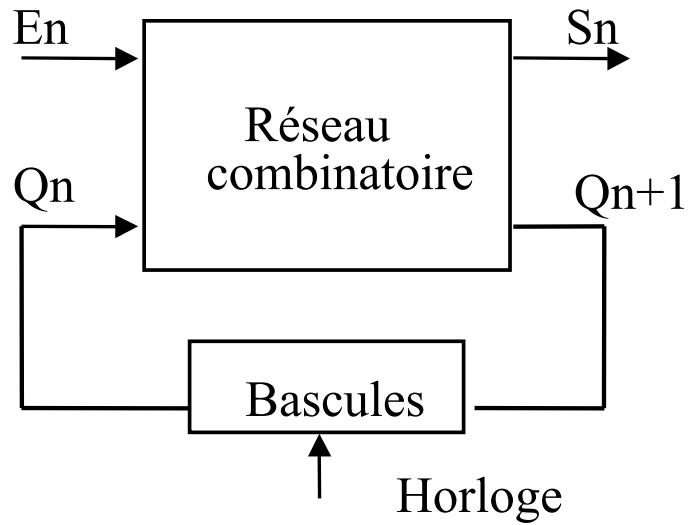
Ecole Polytechnique Universitaire de Montpellier
Université Montpellier II
Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier cedex 05, FRANCE

Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier
UMR 5506 Université Montpellier II / CNRS
161 rue Ada, 34392 Montpellier cedex 05, FRANCE

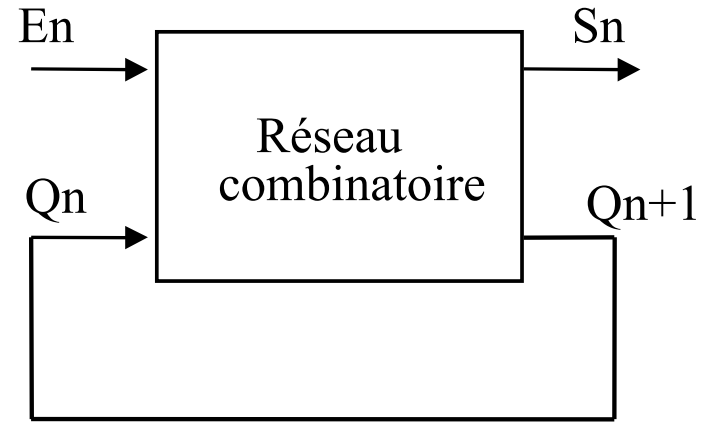
Synchrone / Asynchrone



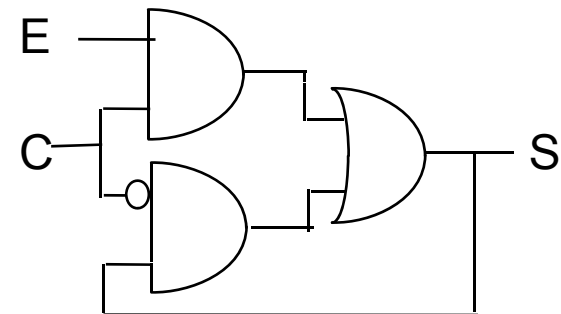
Synchrone / Asynchrone



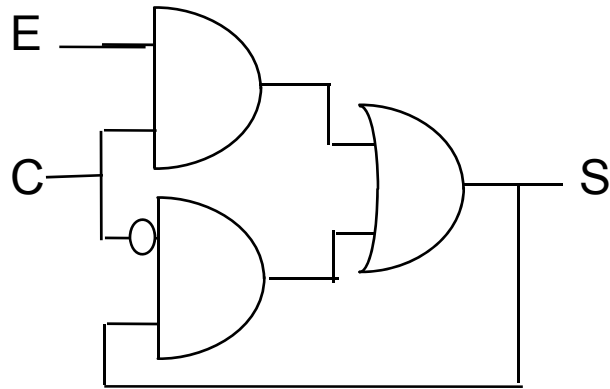
Système Séquentiel Synchrone



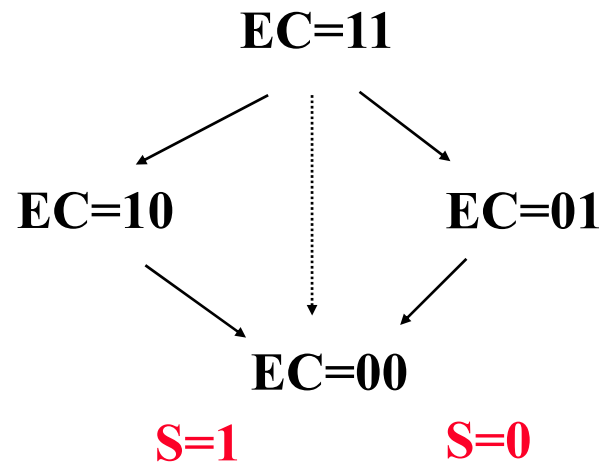
Système Séquentiel Asynchrone



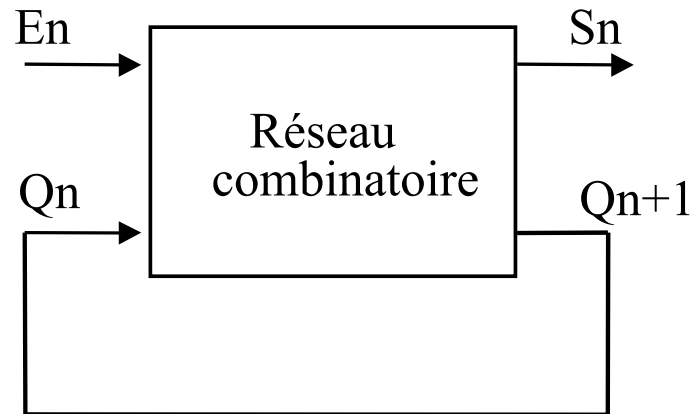
Asynchrone



C	E	S
0	0	S
0	1	S
1	0	0
1	1	1



Asynchrone



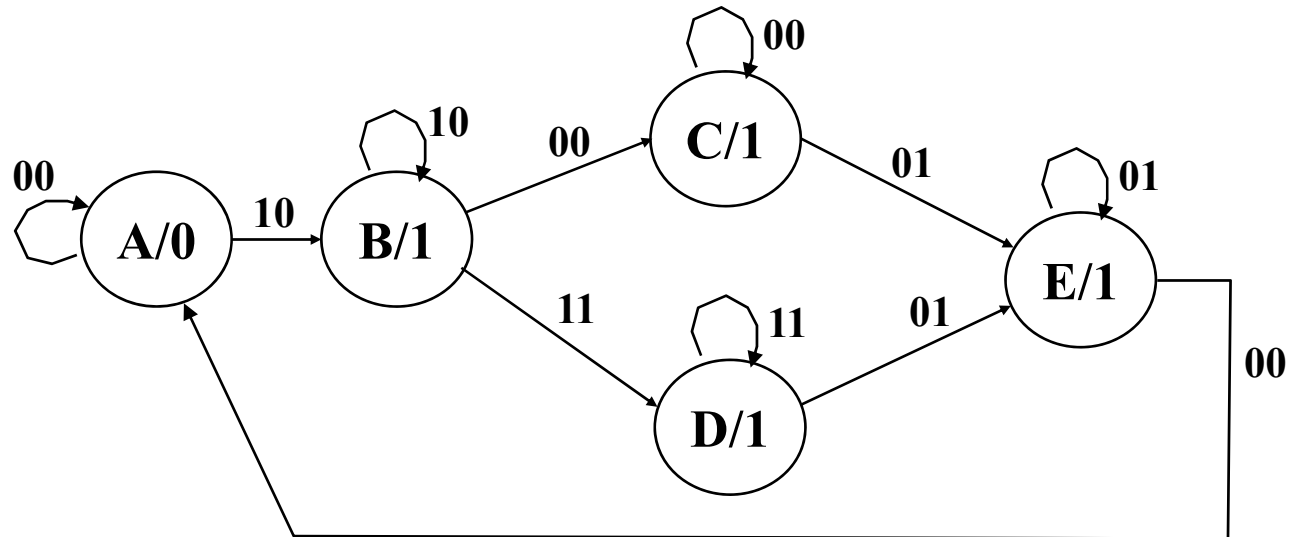
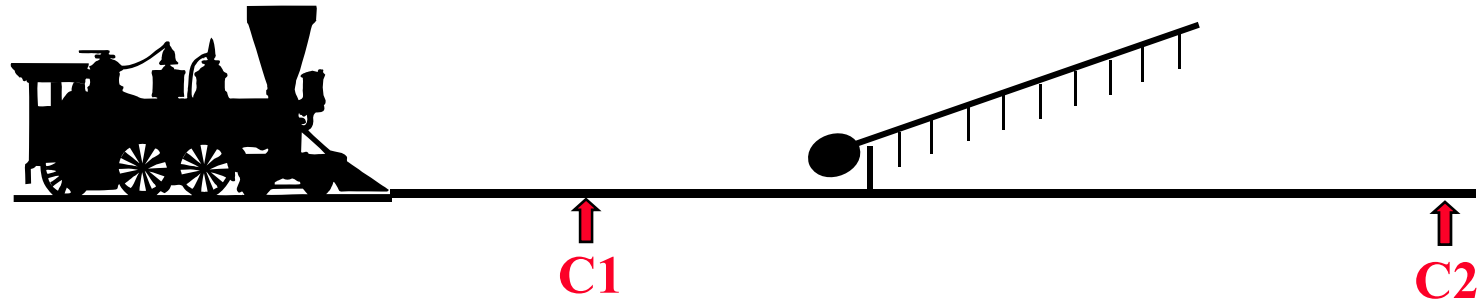
Contraintes :

- **Modification d'une seule entrée (primaire ou secondaire) à la fois**

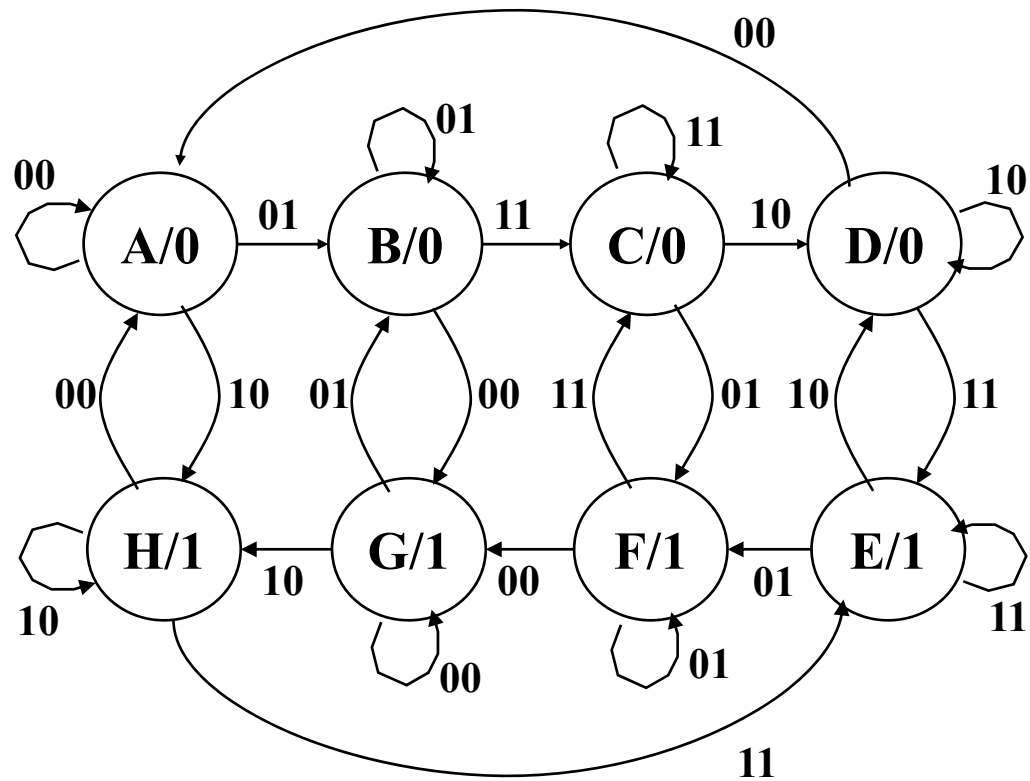
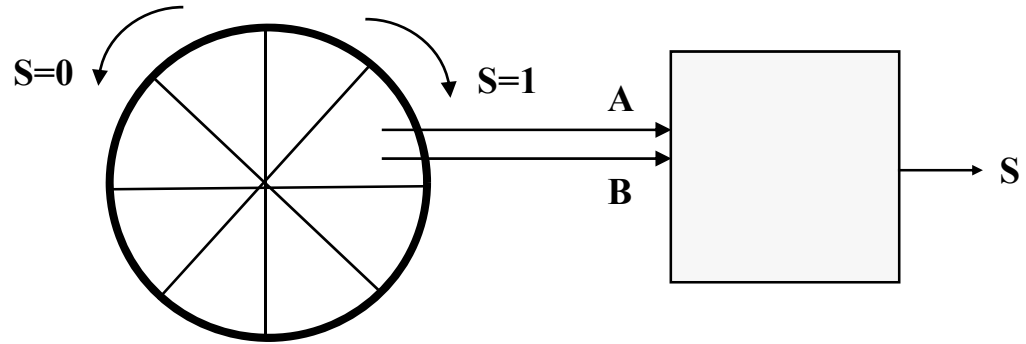
Cette contrainte peut être respectée de part la mécanique du système
Sinon elle doit se traduire par une contrainte sur l'environnement
d'utilisation.

Exemple : Tsetup et Thold de bascules

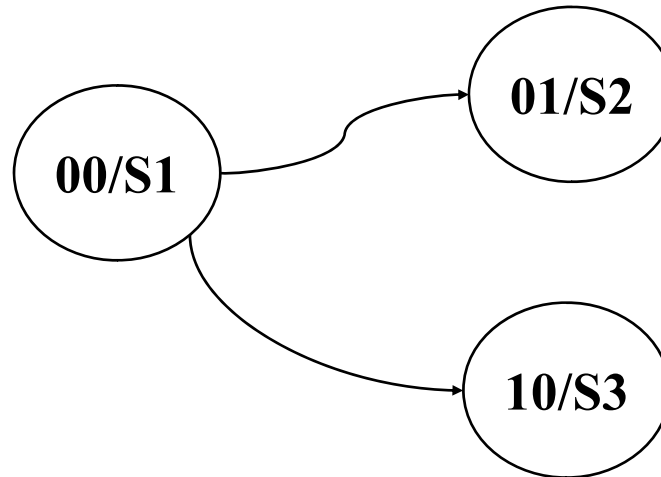
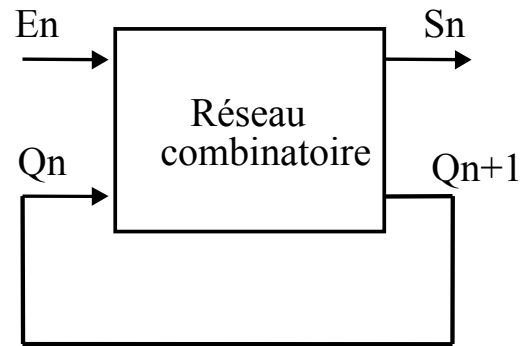
Synchrone / Asynchrone



Synchrone / Asynchrone

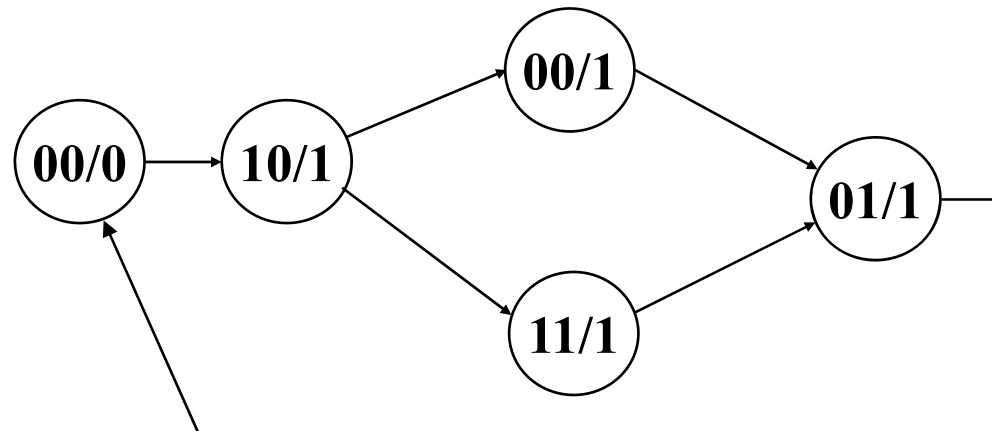
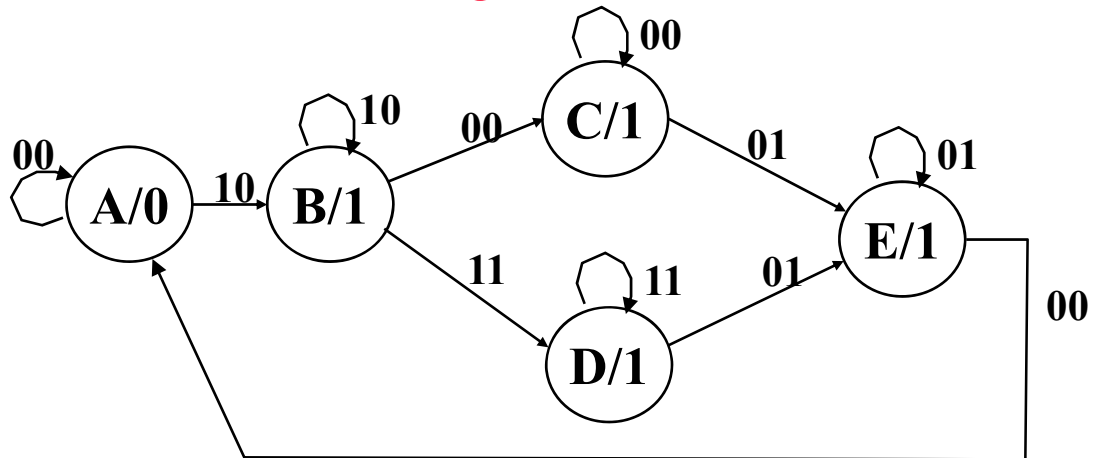
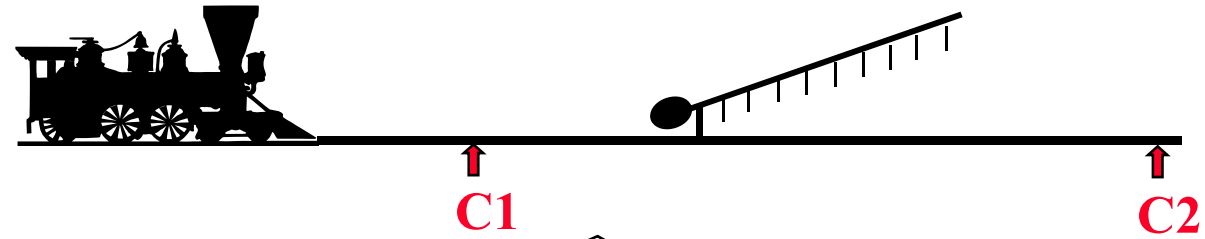


Modélisation

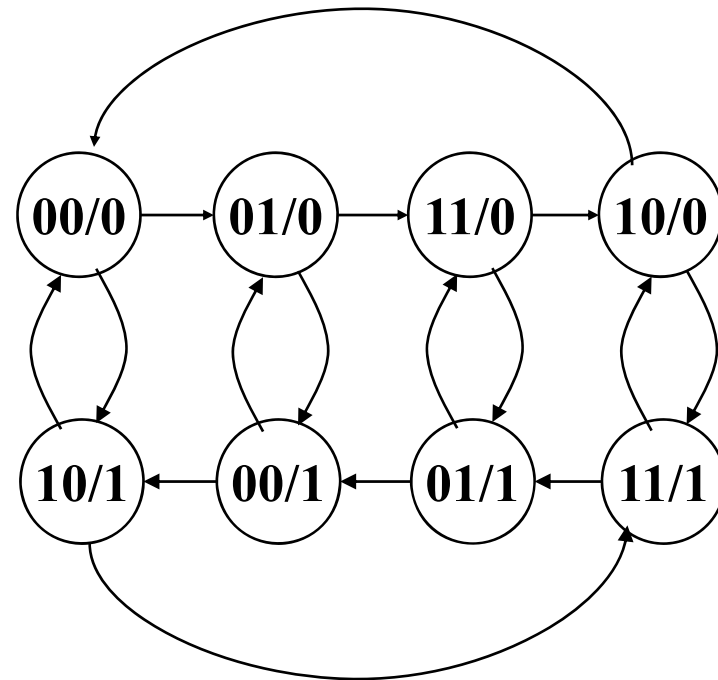
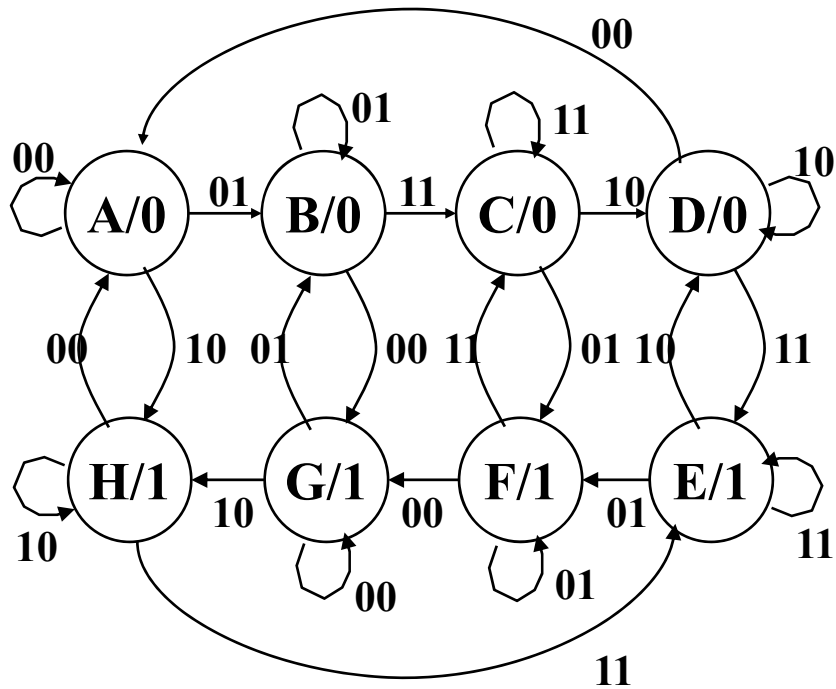
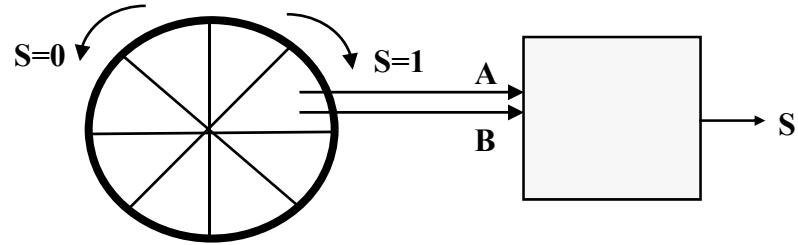


- **Changement d'entrée \Leftrightarrow Changement d'état**
- **Modification d'une seule entrée**

Synchrone / Asynchrone



Synchrone / Asynchrone



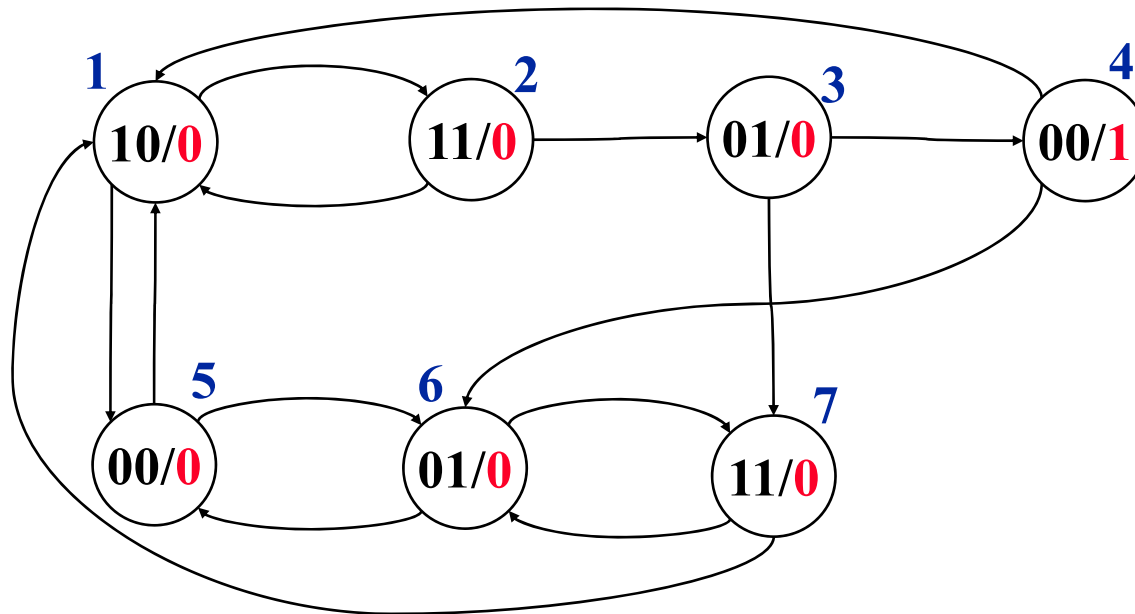
Méthode de synthèse

- 1: Modélisation du cahier des charges
 - Graphe d'état
 - Table des phases primitive
- 2: Réduction du nombre d'états
 - Minimisation du nombre d'états
 - Fusionnement d'états
- 3: Codage des états
 - Graphe d'adjacence
 - Assignment des états
- 4: Synthèse
 - Synthèse des variables secondaires
 - Synthèse des sorties

Modélisation du cahier des charges

Exemple: Le système a deux entrées e_1 et e_2 et une sortie S . La sortie S doit passer à 1 chaque fois que la séquence $e_1e_2 = 10, 11, 01, 00$ intervient sur les entrées. Quand S est à 1, S doit repasser à 0 dès la première variation d'une des deux entrées.

Graphe d'états



Modélisation du cahier des charges

Graphe d'états

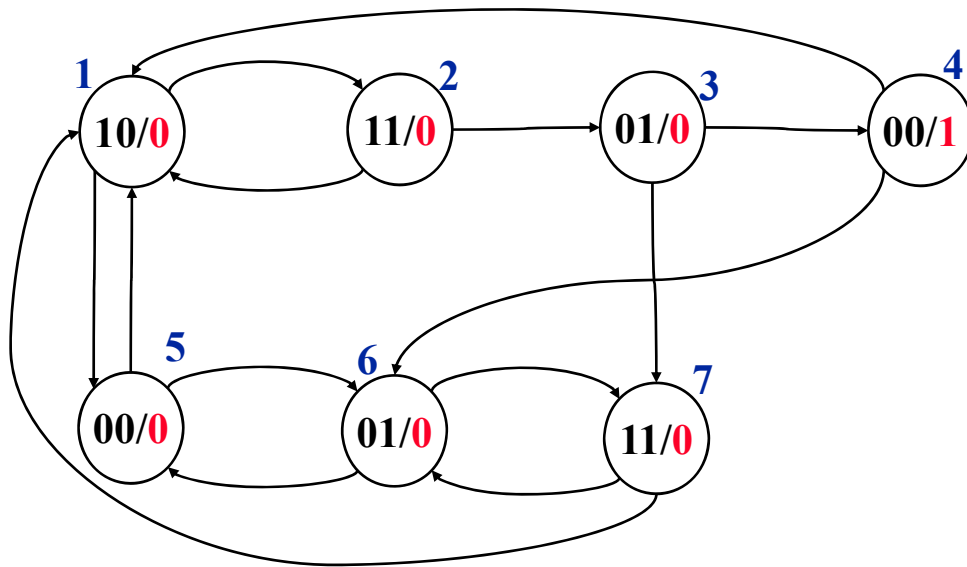


Table des phases primitive

Etats	Etats Suivants				Sortie
	00	01	11	10	
1	5	-	2	1	0
2	-	3	2	1	0
3	4	3	7	-	0
4	4	6	-	1	1
5	5	6	-	1	0
6	5	6	7	-	0
7	-	6	7	1	0

Minimisation du nombre d'états

- **Règle 1 (R1):** Deux états sont équivalents s'il sont stables pour les mêmes valeurs d'entrée (état stable dans la même colonne), et si pour chaque combinaison d'entrée, ils ont même sorties et même états suivants

Etats	Etats Suivants				Sortie
	00	01	11	10	
1	5	-	2	1	0
2	-	3	2	1	0
3	4	3	7	-	0
4	4	6	-	1	1
5	5	6	-	1	0
6	5	6	7	-	0
7	-	6	7	1	0

Minimisation du nombre d'états

- **Règle 2 (R2):** Les états sont regroupés en classes selon la position de l'état stable et les valeurs de sorties associées. etc...

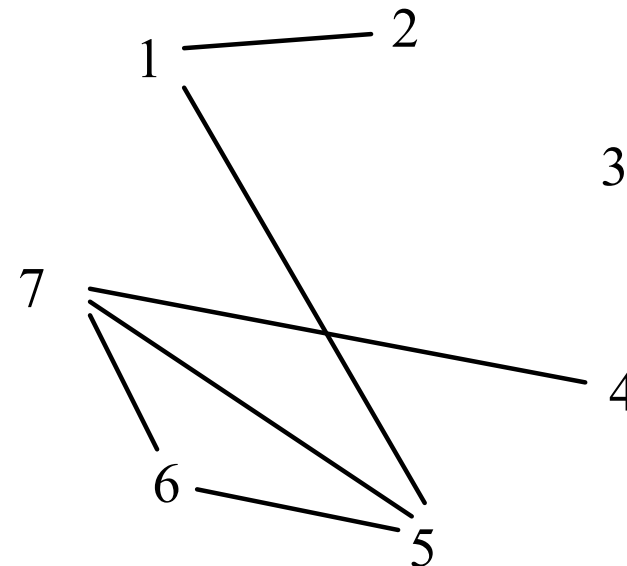
Etats	Etats Suivants				Sortie
	00	01	11	10	
1	5	-	2	1	0
2	-	3	2	1	0
3	4	3	7	-	0
4	4	6	-	1	1
5	5	6	-	1	0
6	5	6	7	-	0
7	-	6	7	1	0

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
(1)	(4)	(5)	(3 , 6)	(2 , 7)	
			437- / 567-	-321 / -671	
			245- / 345-	-451 / -451	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1)	(4)	(5)	(3)	(6)	(2 , 7)
					-321 / -671
					-461 / -561

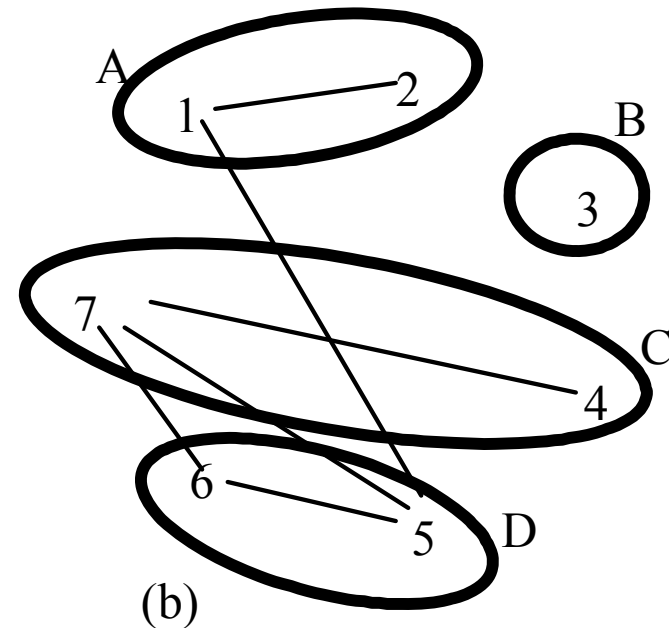
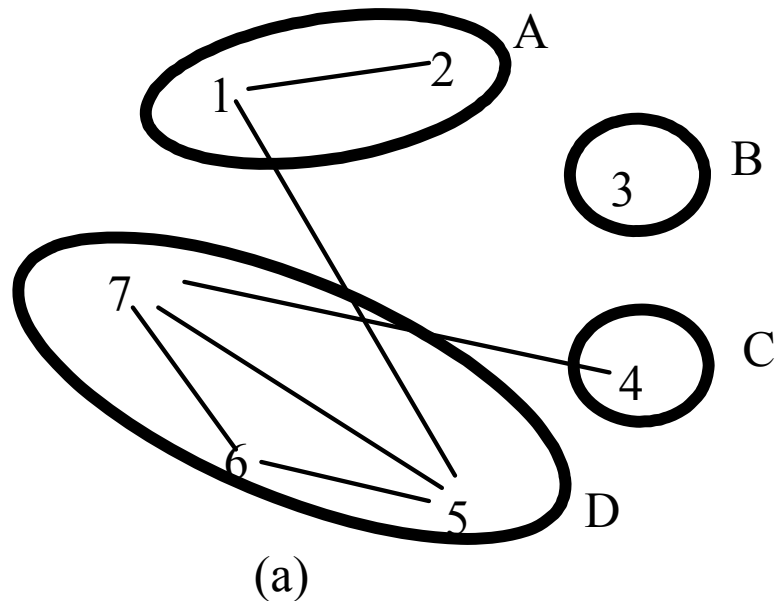
Fusionnement d'états

Règle de fusionnement: Deux états sont fusionnables uniquement s'il ont mêmes état suivants (pas d'incompatibilité sur les états suivants compte tenu des états indéterminés).

Etats	Etats Suivants				Sortie
	00	01	11	10	
1	5	-	2	1	0
2	-	3	2	1	0
3	4	3	7	-	0
4	4	6	-	1	1
5	5	6	-	1	0
6	5	6	7	-	0
7	-	6	7	1	0

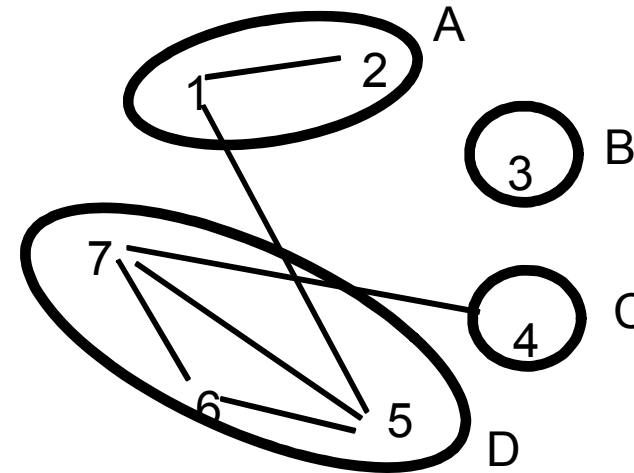


Fusionnement d'états



Fusionnement d'états

Etats	Etats Suivants				Sortie
	00	01	11	10	
1	5	-	2	1	0
2	-	3	2	1	0
3	4	3	7	-	0
4	4	6	-	1	1
5	5	6	-	1	0
6	5	6	7	-	0
7	-	6	7	1	0

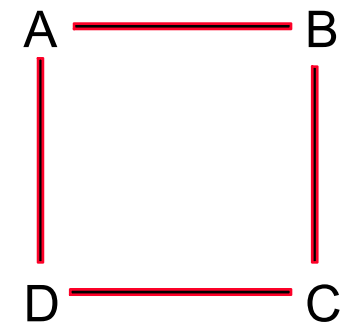


Etats	Etats Suivants			
	00	01	11	10
A (1,2)	5	3	2	1
B (3)	4	3	7	-
C (4)	4	6	-	1
D (5,6,7)	5	6	7	1

Codage des états

Etats	Etats Suivants			
	00	01	11	10
A (1, 2)	5	3	(2)	(1)
B (3)	4	(3)	7	-
C (4)	(4)	6	-	1
D (5, 6, 7)	(5)	(6)	(7)	1

Graphe d'adjacence



Etats		Etats Suivants			
		00	01	11	10
A	00	10	01	(00)	(00)
B	01	11	(01)	11	--
C	11	(11)	10	10	10
D	10	(10)	(10)	(10)	00

Synthèse des variables secondaires

Etats		Etats Suivants			
		00	01	11	10
A	00	10	01	00	00
B	01	11	01	11	--
C	11	11	10	10	10
D	10	10	10	10	00

yly2 \ e1e2		00	01	11	10
		00	01	11	10
00	00	1	0	0	0
01	00	1	0	1	-
11	00	1	1	1	1
10	00	1	1	1	0

$$Y1 = e1'.e2' + y1.e2 + y2.e1$$

yly2 \ e1e2		00	01	11	10
		00	01	11	10
00	00	0	1	0	0
01	00	1	1	1	-
11	00	1	0	0	0
10	00	1	0	0	0

$$Y2 = y1'.y2 + y1.e1'.e2' + y1'.e1'.e2$$

Synthèse des sorties

Etats	Etats Suivants			
	00	01	11	10
A (1,2)	5	3	2	1
B (3)	4	3	7	-
C (4)	4	6	-	1
D (5,6,7)	5	6	7	1

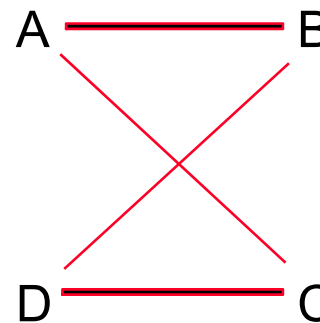
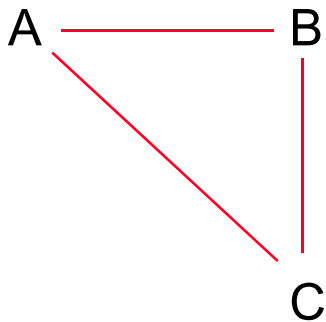
Etats		Sorties			
		00	01	11	10
A	00	x	x	0	0
B	01	x	0	x	x
C	11	1	x	x	x
D	10	0	0	0	x

Etats		Sorties			
		00	01	11	10
A	00	0	0	0	0
B	01	1	0	0	-
C	11	1	0	0	0
D	10	0	0	0	0

Codage des états

Etats	Etats Suivants			
	00	01	11	10
A (1, 2, 3)	①	②	③	8
B (4, 5, 6)	1	④	⑤	⑥
C (7, 8)	⑦	2	5	⑧
D	-	-	-	-

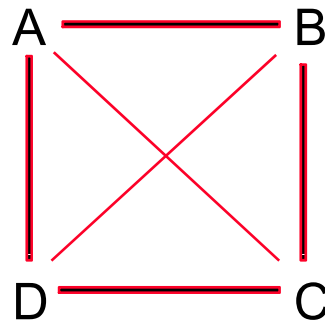
Graphe d'adjacence



Codage des états

Etats	Etats Suivants			
	00	01	11	10
A (1, 2)	①	②	6	8
B (3, 4)	1	5	③	④
C (5, 6)	7	⑤	⑥	4
D (7, 8)	⑦	2	3	⑧

Graphe d'adjacence



Codage des états

Etats	Etats Suivants			
	00	01	11	10
A (1, 2)	①	②	6	8
B (3, 4)	1	5	③	④
C (5, 6)	7	⑤	⑥	4
D (7, 8)	⑦	2	3	⑧
E	-	-	-	-
F	-	-	-	-
G	-	-	-	-
H	-	-	-	-

Bascules et asynchrone

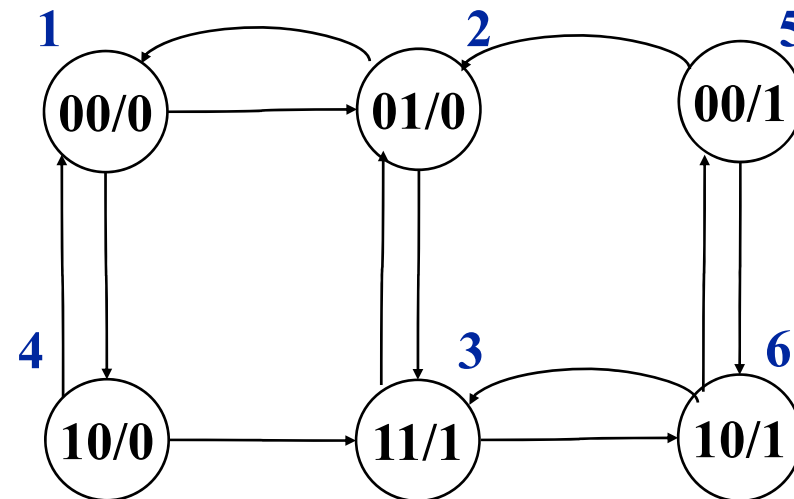
Une bascule est un dispositif synchrone puisque synchronisé par un signal d'horloge H.

Pour concevoir un tel système plusieurs démarches peuvent être envisagées. Il en est une qui est de considérer l'horloge H comme une entrée banalisée est ainsi de considérer le système global comme étant un système asynchrone.

D-Latch – Cahier de charges

Une bascule D-Latch est un dispositif comportant 2 entrées D et H et une sortie Q telles que :

- Si H = 1 (niveau 1) Q = D
- Sinon mémoire



D-Latch

Graphe d'états

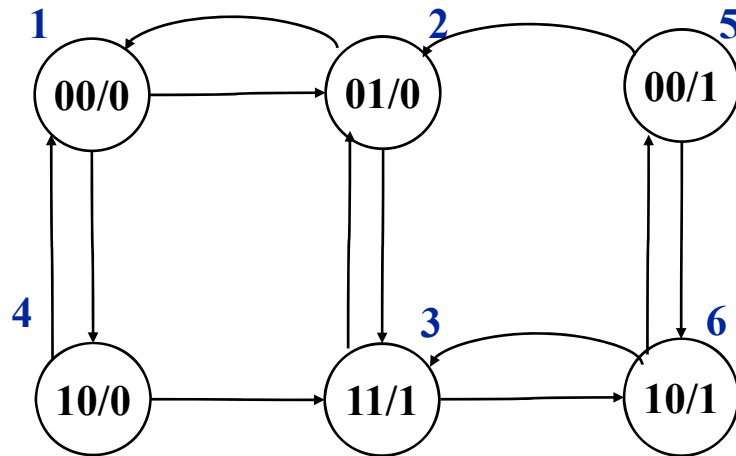
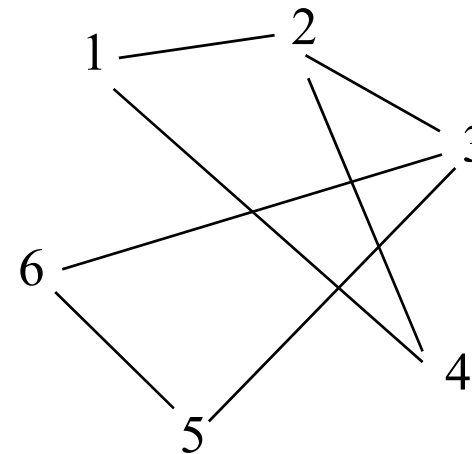


Table des phases primitive

Etats	Etats Suivants				Sortie
	00	01	11	10	
1	1	2	-	4	0
2	1	2	3	-	0
3	-	2	3	6	1
4	1	-	3	4	0
5	5	2	-	6	1
6	5	-	3	6	1

D-Latch

Etats	Etats Suivants				Sortie
	00	01	11	10	
1	1	2	-	4	0
2	1	2	3	-	0
3	-	2	3	6	1
4	1	-	3	4	0
5	5	2	-	6	1
6	5	-	3	6	1



Etats	Etats Suivants			
	00	01	11	10
A(1,2,4)	1	2	3	4
B(3,5,6)	5	2	3	6

D-Latch

Etats	Etats Suivants			
	00	01	11	10
A(1,2,4)	1	2	3	4
B(3,5,6)	5	2	3	6

Etats y	Etats Suivants Y			
	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	1	0	1	1

$$Y = H'y + H.D$$

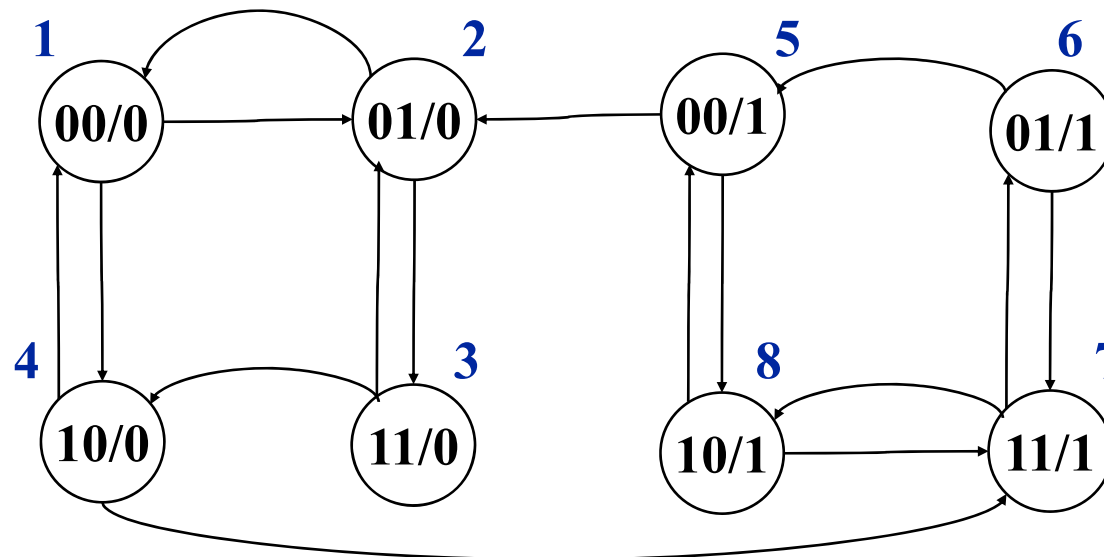
Etats y	Sortie Q			
	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	1	0	1	1

$$Q = Y$$

Bascule D – Cahier de charges

Une bascule D est un dispositif comportant 2 entrées D et H et une sortie Q telles que :

- Si H passe de 0 à 1 (front montant) $Q = D$
- Sinon mémoire



Bascule D

Graphe d'états

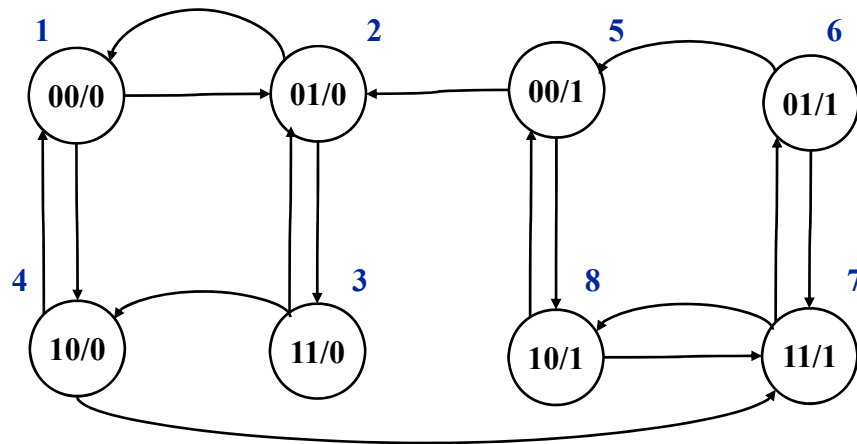
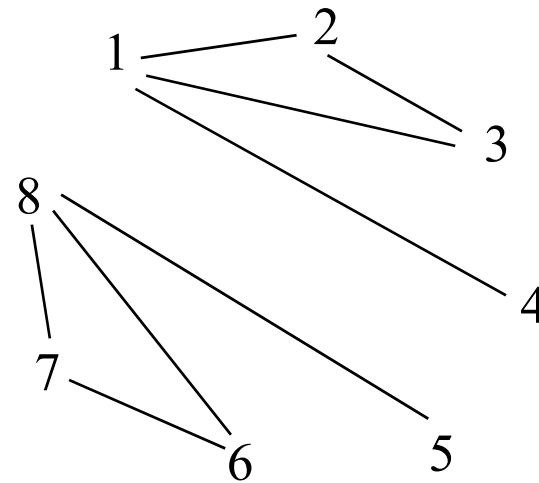


Table des phases primitive

Etats	Etats Suivants				Sortie
	00	01	11	10	
1	1	2	-	4	0
2	1	2	3	-	0
3	-	2	3	4	0
4	1	-	7	4	0
5	5	2	-	8	1
6	5	6	7	-	1
7	-	6	7	8	1
8	5	-	7	8	1

Bascule D

Etats	Etats Suivants				Sortie
	00	01	11	10	
1	1	2	-	4	0
2	1	2	3	-	0
3	-	2	3	4	0
4	1	-	7	4	0
5	5	2	-	8	1
6	5	6	7	-	1
7	-	6	7	8	1
8	5	-	7	8	1

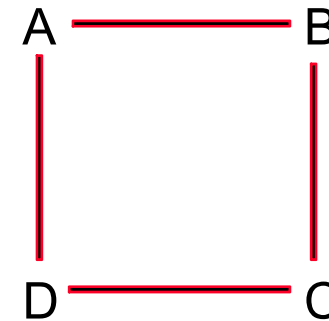


Etats	Etats Suivants			
	00	01	11	10
A(1,2,3)	1	2	3	4
B(4)	1	-	7	4
C(5)	5	2	-	8
D(6,7,8)	5	6	7	8

Bascule D

Graphe d'adjacence

Etats	Etats Suivants			
	00	01	11	10
A(1,2,3)	1	2	3	4
B(4)	1	-	7	4
C(5)	5	2	-	8
D(6,7,8)	5	6	7	8



Etats y1y2	Etats Suivants Y1Y2			
	00	01	11	10
00	00	00	00	01
01	00	00	11	01
11	11	01	10	10
10	11	10	10	10

Etats y1y2	Sortie Q			
	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	0
11	1	0	1	1
10	1	1	1	1

$$Y1 = y1.y2' + y1.H' + y2.D.H$$

$$Y2 = y1.D'.H' + y1.y2.D' + y1'.y2.D + y1'.D.H'$$

$$Q = Y1$$

Bascule D avec Clear et Preset – Cahier de charges

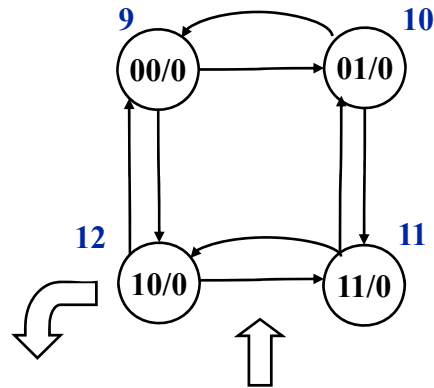
Une bascule D est un dispositif comportant 2 entrées D et H, 2 entrées Clear et Preset et une sortie Q telles que :

- Si Clear = Preset = 0
 - Si H passe de 0 à 1 (front montant) $Q = D$
 - Sinon mémoire
- Si Clear = 1 (Preset = 0), $Q = 0$
- Si Preset = 1 (Clear = 0), $Q = 1$

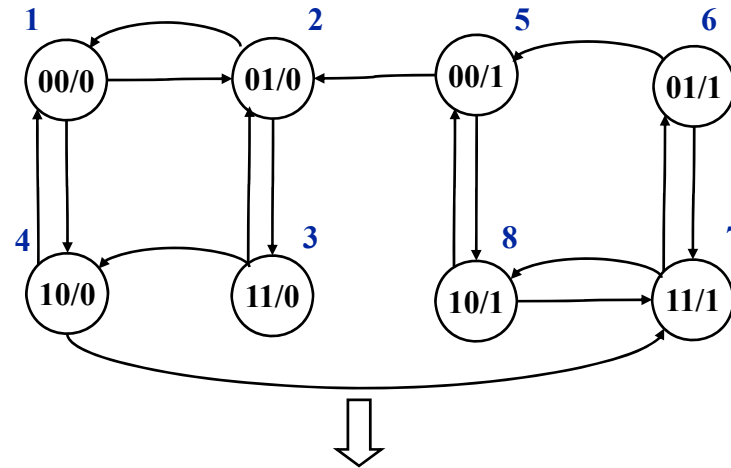
Bascule D avec Clear et Preset

DH/Q

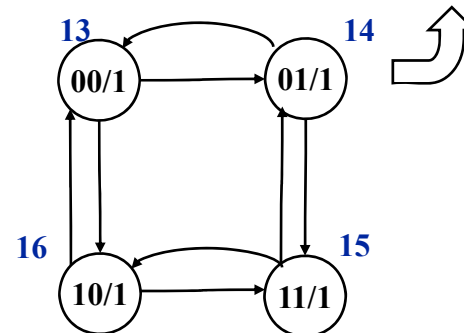
Clear = 1



Clear = Preset = 0



Preset = 1



Bascule D avec Clear et Preset

États	États Suivants												Sortie Q
	Clear=Preset=0				Clear = 1				Preset = 1				
	00	01	11	10	00	01	11	10	00	01	11	10	
1	1	2	-	4	9	-	-	-	13	-	-	-	0
2	1	2	3	-	-	10	-	-	-	14	-	-	0
3	-	2	3	4	-	-	11	-	-	-	15	-	0
4	1	-	7	4	-	-	-	12	-	-	-	16	0
5	5	2	-	8	9	-	-	-	13	-	-	-	1
6	5	6	7	-	-	10	-	-	-	14	-	-	1
7	-	6	7	8	-	-	11	-	-	-	15	-	1
8	5	-	7	8	-	-	-	12	-	-	-	16	1
9	1	-	-	-	9	10	-	12	-	-	-	-	0
10	-	2	-	-	9	10	11	-	-	-	-	-	0
11	-	-	3	-	-	10	11	12	-	-	-	-	0
12	-	-	-	4	9	-	11	12	-	-	-	-	0
13	5	-	-	-	-	-	-	-	13	14	-	16	1
14	-	6	-	-	-	-	-	-	13	14	15	-	1
15	-	-	7	-	-	-	-	-	-	14	15	16	1
16	-	-	-	8	-	-	-	-	13	-	15	16	1

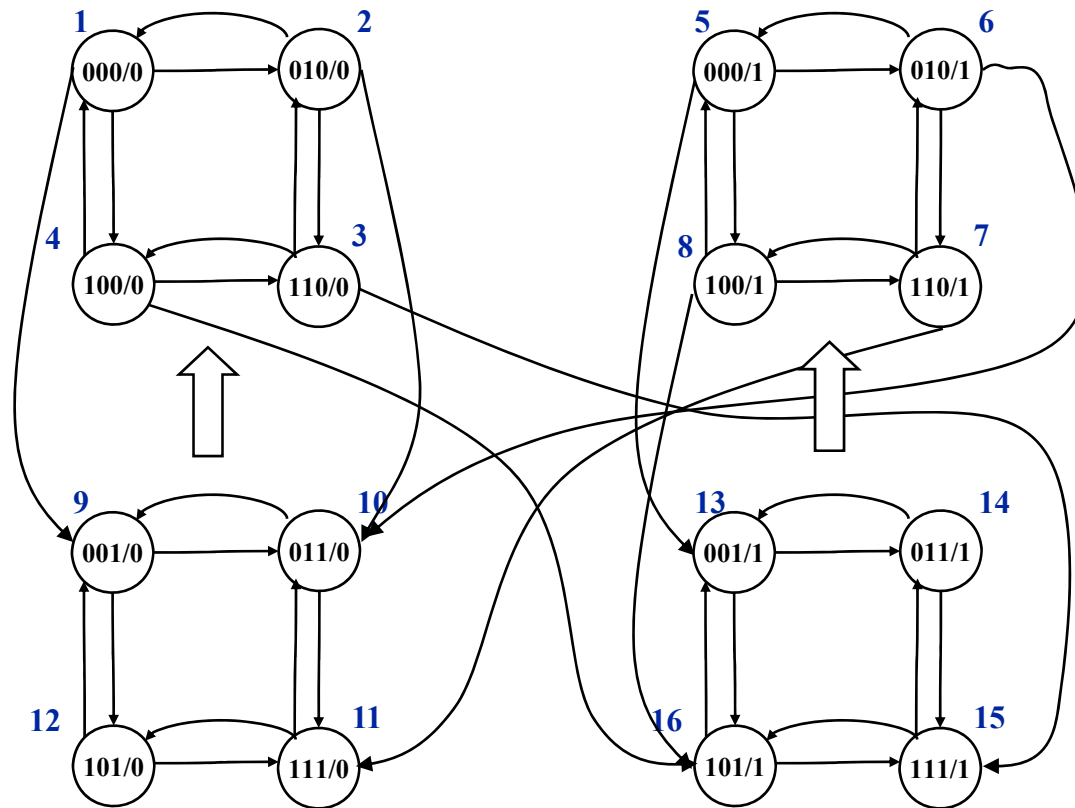
Bascule D avec Clear et Preset

Etats	Etats Suivants											
	Clear=Preset=0				Clear = 1				Preset = 1			
	00	01	11	10	00	01	11	10	00	01	11	10
A	1	2	3	4	9	10	11	12	13	14	15	-
B	1	-	7	4	-	-	-	12	-	-	-	16
C	5	2	-	8	9	-	-	-	13	-	-	-
D	5	6	7	8	-	10	11	12	13	14	15	16

4 états => 2 variables secondaires

Bascule JK

JKH/Q



Bascule JK

Etats	Etats Suivants								Sortie Q
	000	001	011	010	100	101	111	110	
1	1	9		2	4				0
2	1		10	2				3	0
3	-				4	2	15	3	0
4	1				4	16		3	0
5	5	13		6	8				1
6	5		10	6				7	1
7				6	8		11	7	1
8	5				8	16		7	1
9	1	9	10			12			0
10		9	10	2			11		0
11			10			12	11	3	0
12		9			4	12	11		0
13	5	13	14			16			1
14		13	14	6			15		1
15			14			16	15	7	1
16		13			8	16	15		1