

Chapitre I : Circuit logique

1.1. Historique

Le tableau ci-dessus résume l’historique de la théorie du logique jusqu’aux leurs application.

Tableau 1 : Historique des circuits logiques.

Année	L’inventeur	Évènement
1845	Georg Cantor	Naissance théorie des ensembles
1912	Kurt Gödel	Naissance la machine de Turing
1958	Texas Instrument (Jack Kilby)	Naissance des circuits intégrés
1973	National semi-conducteur	Naissance architecture des ROM
1978	Monolithic Memories Inc (AMD)	Naissance des PAL

Avec l’évolution rapide de la technologie des circuits électroniques qui donnera naissance aux circuits logiques. On définit alors un ensemble de composants appelés portes logiques élémentaires. Chaque porte correspond à une fonction logique particulière, à laquelle on associe un symbole. Comme montré dans la figure suivante.





$Y = A \cdot B$	 AND	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
A	B	Y															
0	0	0															
1	0	0															
0	1	0															
1	1	1															
$Y = A + B$	 OR	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
A	B	Y															
0	0	0															
1	0	1															
0	1	1															
1	1	1															
$Y = A \oplus B$	 XOR	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
A	B	Y															
0	0	0															
1	0	1															
0	1	1															
1	1	0															
$Y = \bar{A}$	 NOT	<table><tr><th>A</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	Y	0	1	1	0									
A	Y																
0	1																
1	0																

Figure 1 : Circuit logique élémentaires.

1.2. Circuit logique standard

Les circuits numériques en générale sont regroupés selon leur fonctionnement et leur architecture interne. On distingue deux catégories : les circuits combinatoires et séquentiels.

1.2.1. Circuit combinatoire

Le fonctionnement d'un circuit combinatoire est régi par la table de vérité ou par la fonction logique qui le décrit. Ce comportement peut se résumer au lien unissant les combinaisons d'entrées aux combinaisons de sorties. Toute fonction combinatoire peut être exprimée sous forme d'une somme de termes produits ou d'un produit de termes somme.

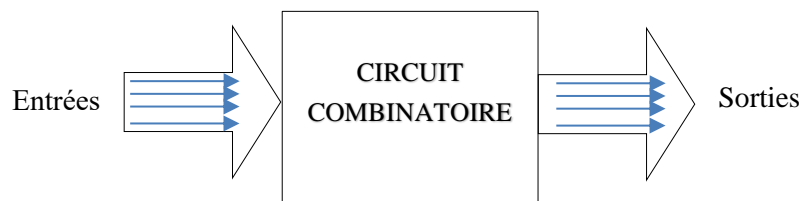


Figure 2 : Circuit combinatoire.

Nous présentons quelques exemples de circuits combinatoires et leur implémentation.

- **Le multiplexeur** : possède donc plusieurs entrées et des signaux de contrôle permettant d'acheminer un de ces signaux vers sa sortie.

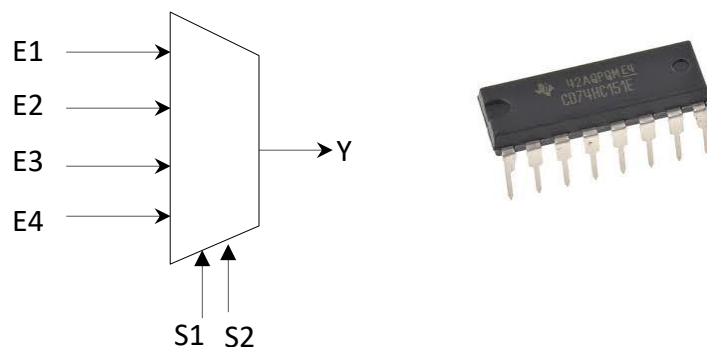


Figure 3 : Multiplexeur 4x1 (CI : 74HC151)

- **Le démultiplexeur** : fonctionne de façon inverse à celle du multiplexeur. Le démultiplexeur reçoit n signaux de contrôle et une entrée à acheminer vers l'une des $2n$ sorties possibles. Les autres sorties donnent alors la constante 0.

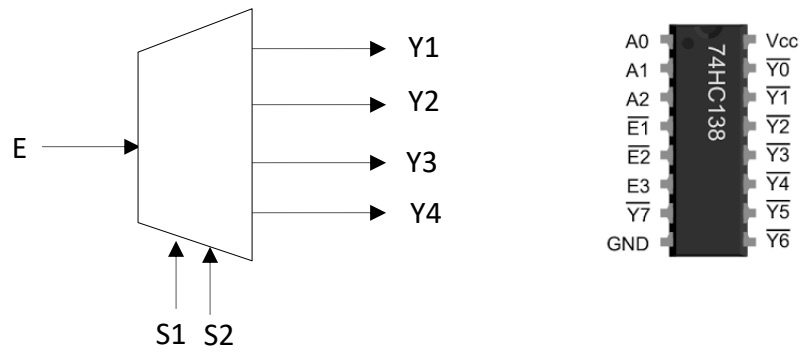


Figure 4 : démultiplexeur 1x4 (CI : 74HC138)

1.2.2. Circuit séquentielle

Un circuit est dit séquentiel lorsque l'état logique de sa sortie dépend des états logiques actuels de ses entrées mais aussi de l'état logique précédent de sa sortie.

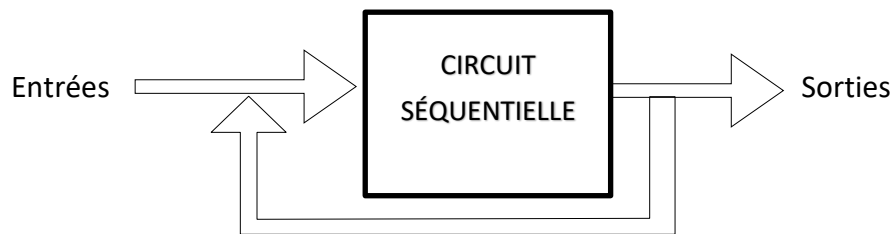


Figure 5 : Circuit séquentielle

Afin de mieux comprendre le fonctionnement des circuits séquentiels, nous donnons le circuit de mémorisation le plus répandu les bascule RS.

- **Les bascules RS :** la bascule a une ou plusieurs entrées qui déterminent le passage d'un état à l'autre. Quand une impulsion est appliquée à l'une des entrées pour imposer un certain état à la bascule, elle demeure dans cet état après le retrait de l'impulsion. C'est cela que l'on appelle la mémoire de la bascule.

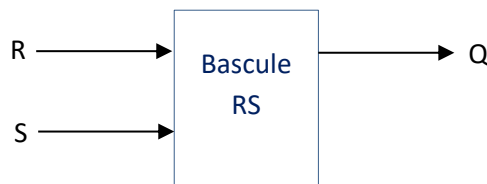


Figure 6 : Circuit séquentielle (CI : CD4043)

La bascule RS est une bascule asynchrone (sans entrée d'horloge). C'est la bascule élémentaire, qui constitue la base de tous les autres types de bascules. Réalisée avec des portes OU-NON ou avec des portes ET-NON.

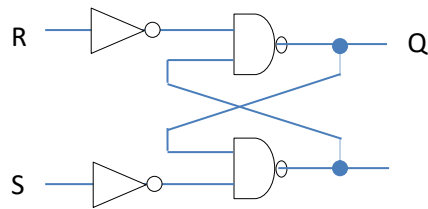


Figure 7 : Bascule RS

- **Circuit mémoire :** les mémoires sont des dispositifs qui permettent de conserver puis de restituer les données binaires. L'enregistrement des données dans la mémoire est appelé opération d'écriture et leur restitution est l'opération de lecture.

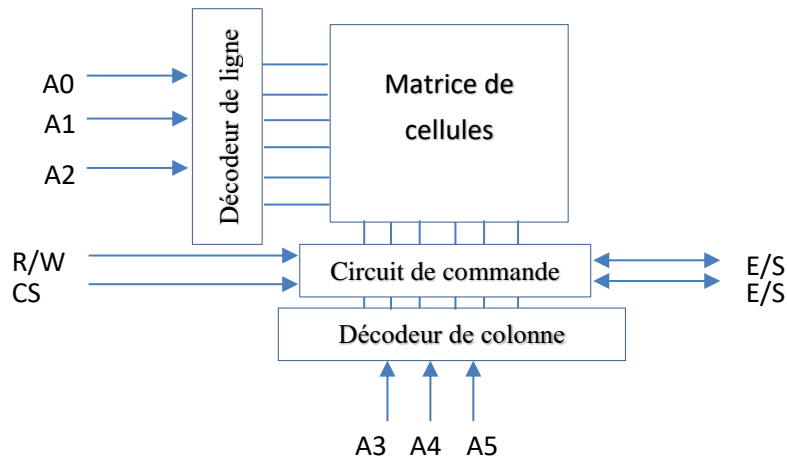


Figure 7 : Schémas synoptique d'un circuit mémoire.

1.3. Classification des circuits logiques

On peut distinguer deux catégories de circuits intégrés : les circuits standards et les circuits spécifiques à une application (ASIC). La figure suivante représente une classification des circuits logique.

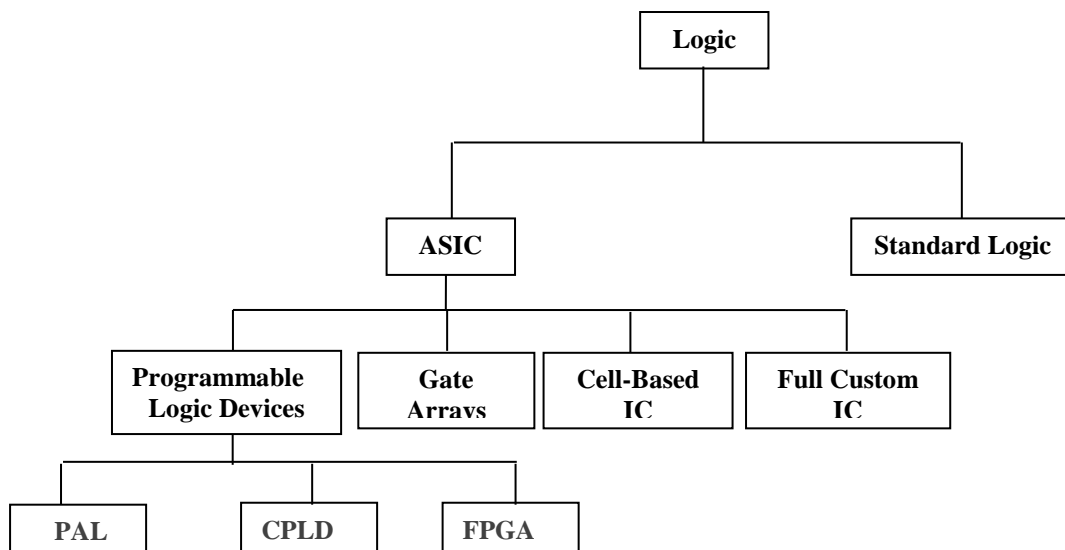


Figure 8 : Classification des circuits numérique.

- **Les circuits full custom** : les circuits intégrés appelés full-custom ont comme particularité de posséder une architecture dédiée à chaque application et sont donc complètement définis par les concepteurs.
- **Les circuits pré-diffusés (Gate Arrays)** : possèdent une architecture interne fixe qui consiste, dans la plupart des cas, en des rangées de portes séparées par des canaux d'interconnexion.
- **Les circuits programmables** : ce sont des circuits programmables par l'utilisateur (sans passage par le fondeur) qui sont devenus au fil des années, de plus en plus évolués.