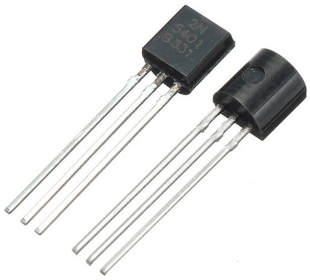
Circuits logiques

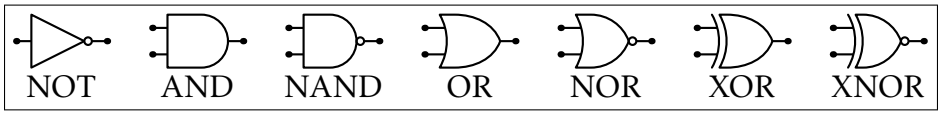
Le transistor



Lorsqu'on regarde un circuit électrique, on distingue généralement deux états : il y a du courant ou il n'y en a pas. Plus concrètement, on distingue l'état "bas", avec une faible tension, l'état "haut" avec une tension "normale". Ces deux états sont facilement associés aux deux valeurs de l'algèbre de Boole.
C'est l'invention du **transistor** qui a permis de construire des **circuits logiques** correspondant aux opérations booléennes. Il fut inventé en 1947 par les américains John Bardeen, William Shockley et Walter Brattain. Le transistor n'est pas le premier composant permettant de faire de tels circuits. L'ordinateur Colossus utilisait des tubes électroniques dès 1943. Mais le transistor était bien plus fiable et plus petit, permettant de faire ainsi des circuits plus complexes.
De nos jours, les transistors sont directement gravés sur les plaques de silicium et un processeur en compte des millions, voire des milliards.

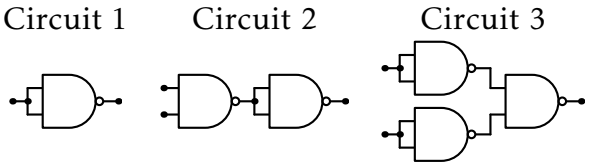
Portes logiques

À l'aide des transistors, il est possible de fabriquer des composants, appelés **portes logiques**, réalisant des opérations booléennes. Les principales portes logiques sont les suivantes :



Il est possible de fabriquer des circuits à l'aide de ces portes afin de faire des opérations plus complexes. Comme nous l'avons vu précédemment, la porte NAND est universelle. Elle permet de fabriquer les autres portes logiques.

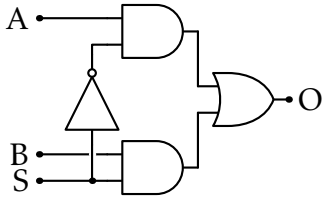
Exercice 1 : Déterminer les portes logiques correspondant aux circuits ci-contre.



Circuits logiques

Comme pour les opérations booléennes, il est possible de décrire le comportement des circuits logiques à l'aide de tables de vérité.
La table de vérité ci-contre correspond au circuit ci-dessous. C'est ce qu'on appelle un *muxer*. Il permet de sélectionner la valeur à envoyer en sortie, entre les deux entrées A et B, en fonction de la valeur de S.

A	B	S	O
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	1
1	1	0	1
0	0	1	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	1	1



Exercice 2 : Dessiner un circuit logique qui a 4 entrées A, B, C et D et dont la sortie O vaut 1 si et seulement si au moins une des entrées est non nulle.

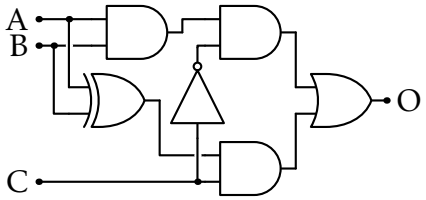
Exercice 3 : Dessiner un circuit logique qui a 4 entrées A, B, C et D et dont la sortie O vaut 1 si et seulement si toutes les entrées sont nulles.

Exercice 4 : Dessiner un circuit logique correspondant à la table ci-contre. L'objectif est de renvoyer le valeur de A si S = 0 et de renvoyer (non A) sinon.

A	S	O
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Exercice 5 :

1) Compléter la table de vérité du circuit ci-dessous :



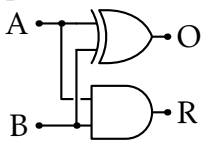
A	B	C	O
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

2) Que fait ce circuit ?

Un circuit pour faire des additions

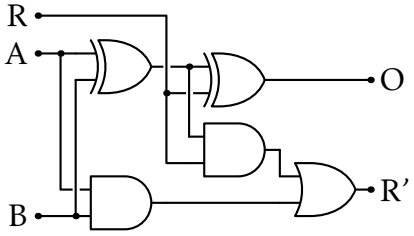
Pour réaliser une addition de deux bits, sans retenue, il suffit d'utiliser une porte XOR.

Pour faire une addition, en indiquant s'il y a une retenue, il faut utiliser le circuit ci-dessous. On l'appelle **demi-additionneur**.



A	B	O	R
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Pour faire une addition complète, en tenant compte d'une éventuelle retenue en entrée, on utilise un **additionneur**, qui est décrit par le circuit ci-dessous.



A	B	R	O	R'
0	0	0	0	0
0	1	0	1	0
1	0	0	1	0
1	1	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	0	1	0	1
1	1	1	1	1