

Introduction : Les ordinateurs ne manipulent que des 0 et des 1. Les composants électroniques permettant de travailler sur des 0 et des 1 sont les portes logiques. Nous allons nous intéresser à quelques unes de ces portes logiques.

I°) Présentation des portes logiques :

a°) La logique binaire :

Prenons l'exemple d'un interrupteur. Il possède deux états de fonctionnement : **ouvert** (on lui affecte l'état 0) et **fermé** (on lui affecte l'état 1).

La variable (0 ou 1) caractérise l'état de l'interrupteur. Si la variable est à 1, le courant passe, si la variable est à 0, le courant ne passe pas.

On peut généraliser l'utilisation de variables logiques.

Exemple : Pour obtenir la couleur verte, il faut mélanger de la peinture bleue et de la peinture jaune. Quatre cas peuvent se présenter.

- on n'a ni bleu ni jaune : ça ne peut pas marcher.
- on a du bleu mais pas de jaune : ça ne peut pas marcher.
- on a du jaune mais pas de bleu : ça ne peut pas marcher.
- on a du bleu et du jaune : ça marche.

On rassemble ces résultats dans un tableau appelé table de vérité.

0 et 1 sont les variables logiques. Pour avoir du vert, il faut de bleu **ET** du jaune. **ET** est un **opérateur logique**.

Bleu	Jaune	Bleu ET Jaune
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

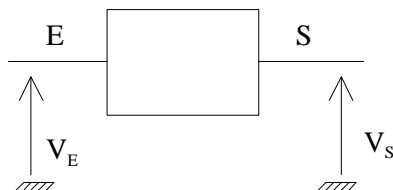
On définit les **opérateurs logiques :**

OUI, NON, ET (AND), OU (OR), OU exclusif (EXOR), NON ET (NAND), NON OU (NOR), NON OU exclusif (EXNOR).

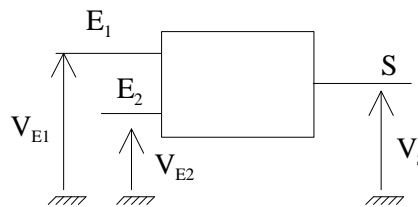
b°) Les portes logiques :

Il existe des circuits intégrés (**C.I.**) correspondant aux différents opérateurs logiques. On les appelle les **portes logiques**.

Chaque porte logique possède une ou plusieurs entrées et une seule sortie. L'état électrique de la sortie est fonction de l'état électrique des entrées.



Porte logique à une entrée



Porte logique à deux entrées

Comme pour les A.O.P., la tension d'alimentation des circuits intégrés n'est pas représentée.

Les variables 0 et 1 caractérisent l'état électrique des entrées.

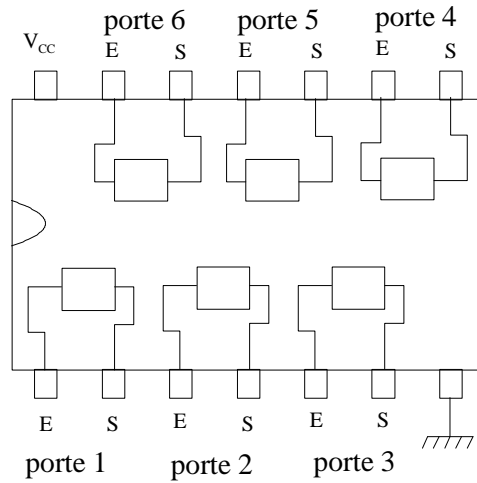
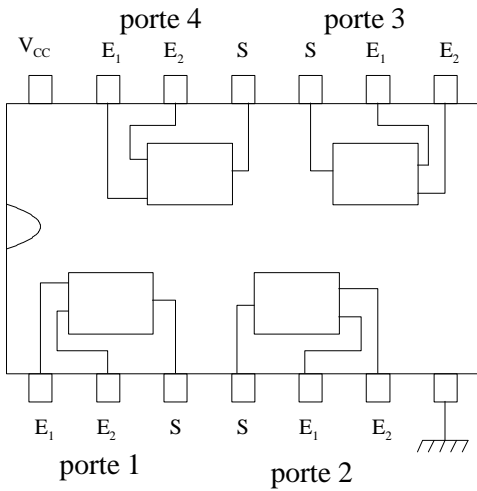
Par exemple, si la tension d'alimentation du circuit intégré est 5 V, le **niveau + 5 V correspond à 1 (état haut)**.

bas).

Le niveau 0 V correspond à 0 (état

Exemple : si $V_E = 5\text{ V}$, E est à l'état 1 et si $V_S = 0\text{ V}$, S est à l'état 0.

Dans la pratique, un C.I. contient 4 portes logiques identiques pour les portes à deux entrées ou six portes logiques identiques pour les portes à une entrée.



Brochage des C.I. à 4 portes logiques à deux entrées.
4001, 4011, 4030, 4071, 4077, 4081
 V_{CC} est la tension d'alimentation du C.I.

Brochage des C.I. à 6 portes logiques à une entrée.
4069. V_{CC} est la tension d'alimentation du C.I.

c°) Les familles TTL et CMOS :

1°) La famille des TTL :

Les ordinateurs ne manipulent que des 0 (tension 0 V) et des 1 (tension 5 V). La plupart des C.I. utilisés pour la réalisation des ordinateurs fonctionnent selon la norme TTL (Transistor Transistor Logique). La porte logique doit être alimentée par une tension $V_{CC} = 5\text{ V}$. L'état 0 correspond à une tension de 0 V et l'état 1 à une tension de 5 V.

C'est la famille la plus ancienne. La consommation est élevée (10 mW par porte).

2°) La famille des CMOS :

La famille CMOS (Complémentary Métal- Oxyde Semiconductor) est plus récente.

La tension d'alimentation doit être comprise entre 3 V et 18 V et la consommation par porte est de 10 nW seulement.

Nous utiliserons la famille CMOS série 4000.


Symboles européens	Fonctions logiques	Symboles européens	Fonctions logiques
	OUI (buffer)		OU exclusif (EXOR)
	NON (inverseur logique)		NON ET (NAND)
	ET (AND)		NON OU (NOR)
	OU (OR)		NON OU exclusif (EXNOR)

II°) Tables de vérité des différentes portes logiques :

1°) Simulation avec le logiciel Crocodile Clips :

But : Etablir la table de vérité des portes logiques NON, ET, OU, OU exclusif, NON ET, NON OU.

Exemple : Dans le menu principal, choisir « Portes logiques ». Choisir la porte logique NON ou

INVERSEUR. Mettre une entrée logique (symbole ). Dans le menu « Affichage », valider signaux logiques, cliquer sur le carré pour mettre l'entrée à l'état 0 ou 1 et regarder la sortie. N'oublier pas d'enlever l'option « copier circuit avec coloration verte ». Sélectionner tout le schéma (en l'entourant avec le pointeur de la souris tout en cliquant). Edition « Copier », puis « Coller » dans une feuille Excel. Etablir la table de vérité de cette porte sous forme d'un tableau. Ce dernier sera placé en dessous du symbole de la porte.

a°) *Refaire ce travail pour toutes les portes logiques (4 cas pour chaque porte à deux entrées).*

Placer tous les schémas avec les tableaux sur une seule feuille EXCEL et mettre un titre : PORTES LOGIQUES.

b°) *Pourquoi la porte OUI n'a pas été étudiée ? Etablir sa table de vérité.*

c°) *En vous servant des tableaux précédents, établir sur votre feuille EXCEL la table de vérité d'une porte « NON-OU exclusif ou EXNOR ». Faire la mise en page de votre travail puis imprimer.*

2°) Table de vérité expérimentale des C.I. série CMOS 4000 :

Les C.I. utilisés sont les circuits : 4081, 4030, 4071, 4069, 4001, 4011, 4077.

Identifier les portes logiques des circuits intégrés ci-dessus.

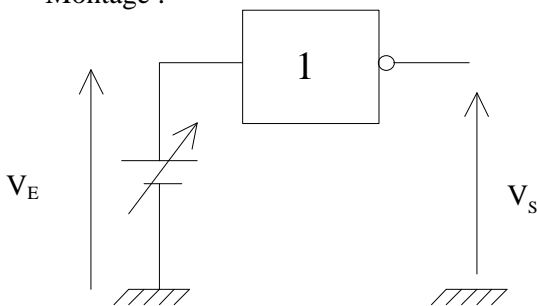
Remarques : Les 4 portes ou 6 portes d'un C.I sont identiques. D'autre part les C.I 4069 et 4010 sont des C.I à 6 portes. Tension d'alimentation du C.I : 15 V. Une entrée est à l'état 0 quand elle est reliée à la masse et à l'état 1 quand sa tension est à 15 V. Mettre un voltmètre entre la sortie et la masse pour connaître l'état de la sortie.

Donner vos résultats dans la feuille EXCEL précédente. Pour cela indiquer le numéro du composant à coté de son symbole. Imprimer.

III°) Fonction de transfert d'une porte NON :

Choisir le C.I. qui contient les portes NON.

Montage :



La tension d'alimentation du C.I. est 15 V.
La tension V_E est réglable de 0 à 15 V.

Brancher 2 multimètres utiliser en voltmètre pour visualiser V_E et V_S . Faire varier V_E par pas d'environ 1 V et reporter les couples (V_E, V_S) dans un tableau dans EXCEL .

a°) *Tracer la courbe $V_S = f(V_E)$ sur la feuille EXCEL.*

b°) *Donner les valeurs de V_S correspondantes à l'état haut et à l'état bas.*

c°) *Pour quelle valeur de V_E la bascule se fait-elle ?*

IV°) Association de portes NON ET :

En utilisant le logiciel de simulation **Crocodile Clips**, associer des portes NON ET pour réaliser les fonctions logiques suivantes : NON, ET, OU, OU exclusif.

Faire le dessin de chaque montage avec Crocodile Clips ainsi que la table de vérité correspondante. Imprimer.