

**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<br>Jaune |
|------|-------|------------------|
| 0    | 0     | 0                |
| 0    | 1     | 0                |
| 1    | 0     | 0                |
| 1    | 1     | 1                |

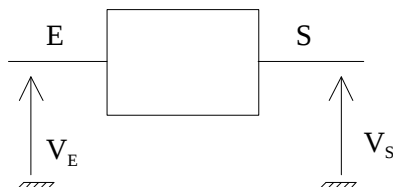
On définit les **opérateurs logiques :**

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

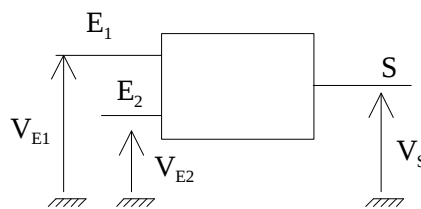
**b°) Les portes logiques :**

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.

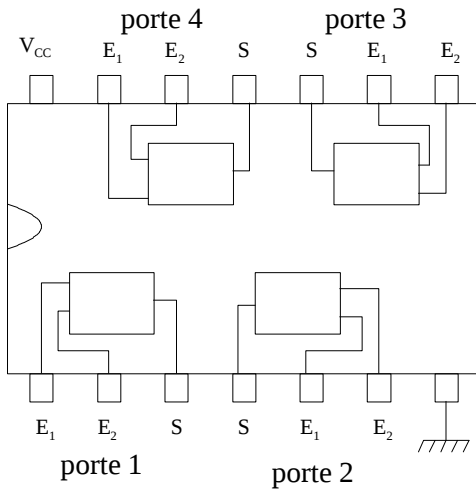
Par exemple, si la tension d'alimentation du circuit intégré. est 5 V, **le niveau + 5 V correspond à 1 (état haut).**

**bas).**

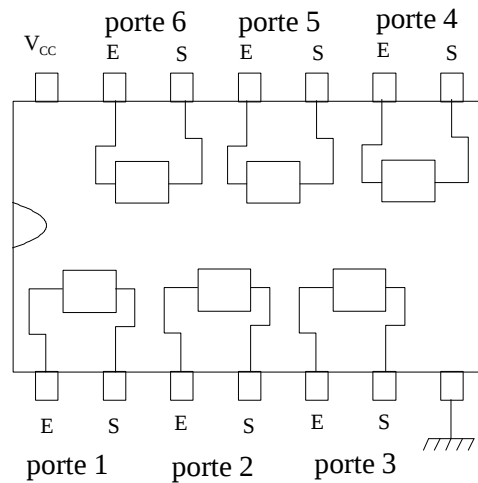
**Le niveau 0 V correspond à 0 (état**

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.

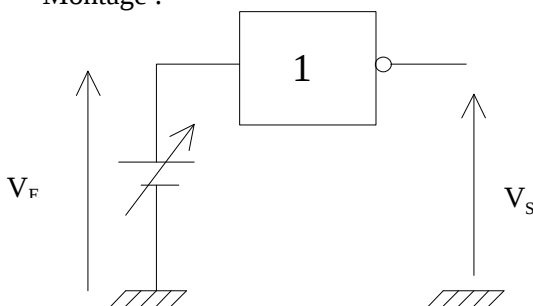
Remarques : Les 4 portes ou 6 portes d'un C.I sont identiques. D'autre part les C.I 4069 et 4010 sont des C.I à 6 portes. Tension d'alimentation du C.I : 15 V. Une entrée est à l'état 0 quand elle est reliée à la masse et à l'état 1 quand sa tension est à 15 V. Mettre un voltmètre entre la sortie et 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 l'interface PRIMO pour visualiser  $V_E$  sur la voie 5 et  $V_S$  sur la voie 6.

- Lancer l'Atelier Scientifique pour les sciences physiques. Acquérir en faisant varier  $V_E$  de 0 à 15 V (faire un essai avant pour choisir le pas de variation de  $V_E$ ). Bien choisir le calibre -20V/+20 V pour les 2 voies en indiquant les unités et la grandeur.

a°) Tracer la courbe  $V_S = f(V_E)$  sur une nouvelle 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.