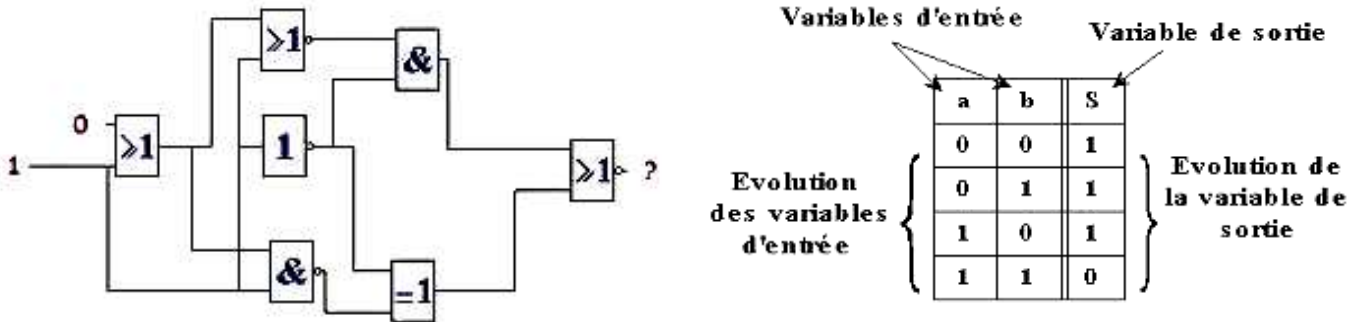


## LES FONCTIONS LOGIQUES



### Objectifs du COURS :

Ce cours traitera essentiellement les points suivants :

- Généralités et normalisation des fonctions logiques
- Les fonctions logiques de base
- Exercices d'application
- Les opérateurs logiques électroniques
- Annexe :
  - Tableau comparatif des différentes technologies
  - Brochage des principaux circuits intégrés d'opérateurs logiques

### GÉNÉRALITÉS ET NORMALISATION

Du point de vue électrique pour réaliser un système automatisé 3 solutions peuvent être utilisées :

**SOLUTIONS :**

**avec mise en œuvre de :**

La logique à contacts :

relais électromécaniques

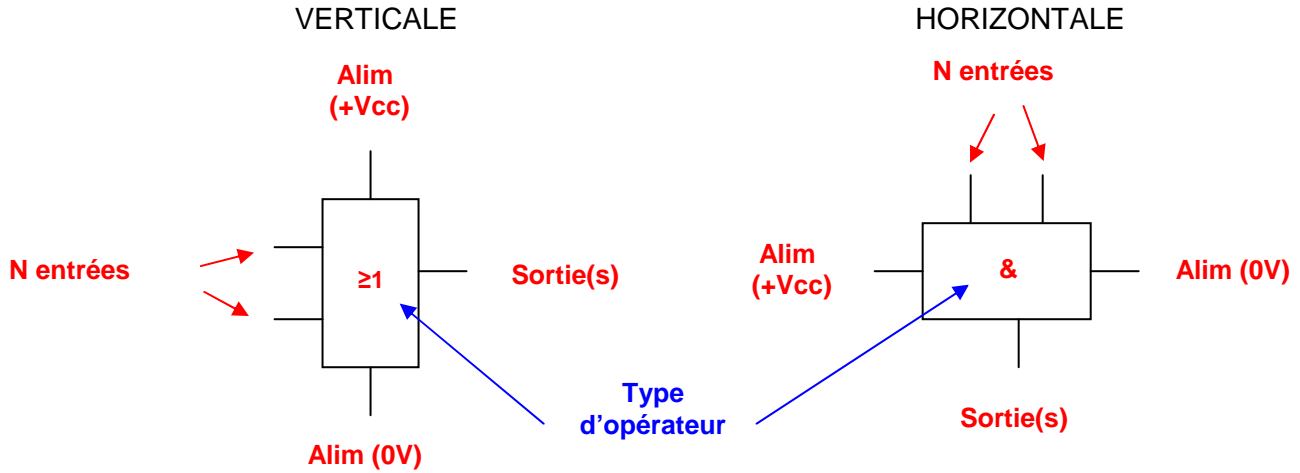
La logique électronique :

portes logiques, opérateurs logiques ou fonctions logiques

La logique programmée :

automate programmable, microcontrôleur, FPGA (field-programmable gate array ou réseau de portes programmables)

La représentation par un symbole normalisé des fonctions logiques est définie par la norme **NFC – 03108**. Deux sens de représentation sont possibles :



Remarque :

**Les alimentations ne sont pas toujours représentées dans les logigrammes.**

**(logigramme = symboles ou portes logiques reliés).**

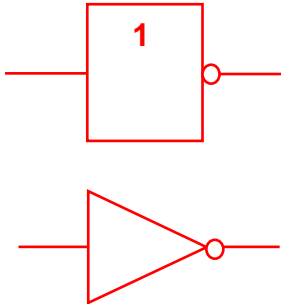
**De préférence le type d'opérateur est inscrit horizontalement.**

## FONCTIONS LOGIQUES DE BASE

Fonction <b>OUI</b>								
Symbole logique : Européen Américain	Schéma électrique	Table de vérité						
 		<table border="1"> <thead> <tr> <th>E</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td><b>0</b></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td><b>1</b></td> </tr> </tbody> </table>	E	H	0	<b>0</b>	1	<b>1</b>
E	H							
0	<b>0</b>							
1	<b>1</b>							
Équation logique								
<b>H = E</b>								
<b>Commentaire :</b> <b>Amplification (régénération) d'une information électrique.</b>								

### Fonction NON

Symbole logique :  
Européen  
Américain



Équation logique

$$H = \bar{E}$$

Schéma électrique

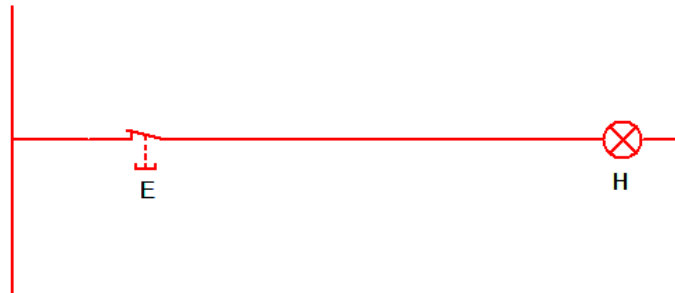


Table de vérité

E	H
0	1
1	0

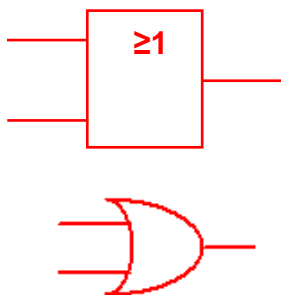
Commentaire :

**Inversion d'un signal (ou d'une information électrique).**

Remarque : En électronique, un symbole logique NON est plus communément appelé « **inverseur** ». Le cercle est appelé « **bulle** », il est utilisé pour montrer qu'une entrée ou une sortie est inversée.

### Fonction OU

Symbole logique :  
Européen  
Américain



Équation logique

$$H = E1 + E2$$

Schéma électrique

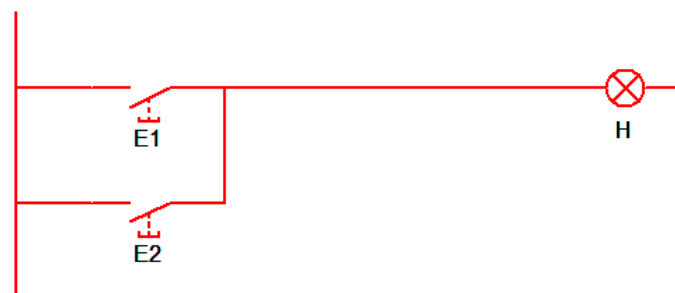


Table de vérité

E1	E2	H
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Commentaire :

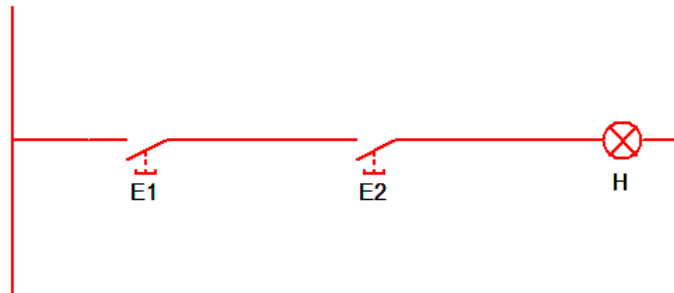
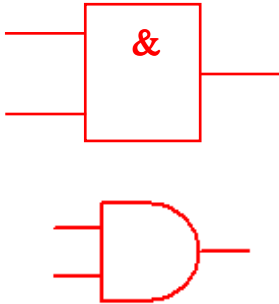
**La sortie est à l'état 1 si au moins une des entrées est à l'état 1.**

### Fonction ET

Symbole logique :  
Européen  
Américain

Schéma électrique

Table de vérité



E1	E2	H
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Équation logique

$$H = E1 \cdot E2$$

Commentaire :

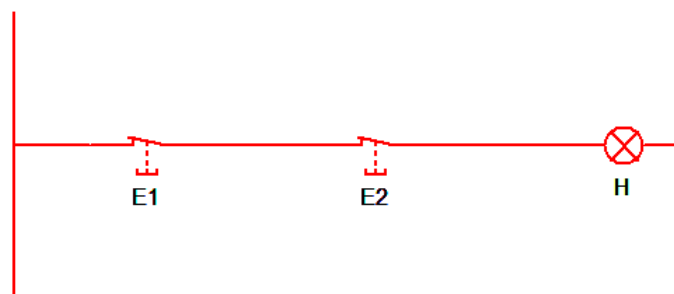
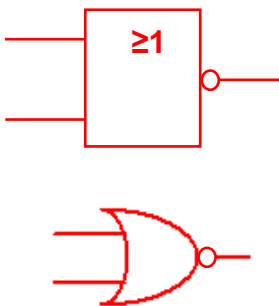
La sortie est à l'état 1 si les entrées sont simultanément à l'état 1.

### Fonction NON-OU (NOR)

Symbole logique :  
Européen  
Américain

Schéma électrique

Table de vérité



E1	E2	H
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Équation logique

$$H = \overline{E1 + E2}$$

Commentaire :

C'est une fonction OU dont la sortie a été inversée.

Le théorème de DE MORGAN permet encore d'écrire l'équation sous la forme suivante :

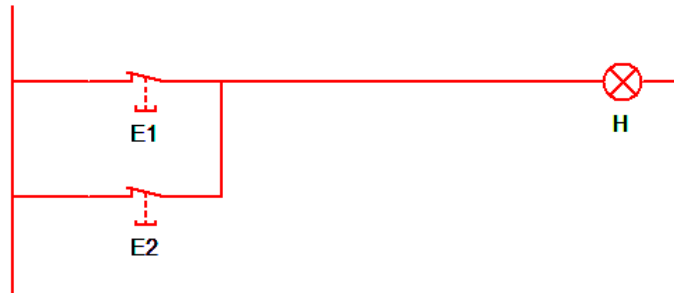
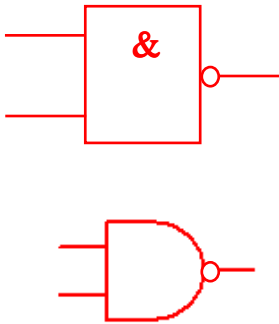
$$H = \overline{E1} \cdot \overline{E2}$$

### Fonction NON-ET (NAND)

Symbole logique :  
Européen  
Américain

Schéma électrique

Table de vérité



E1	E2	H
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Équation logique

$$H = \overline{E1.E2}$$

Commentaire :

C'est une fonction ET dont la sortie a été inversée.

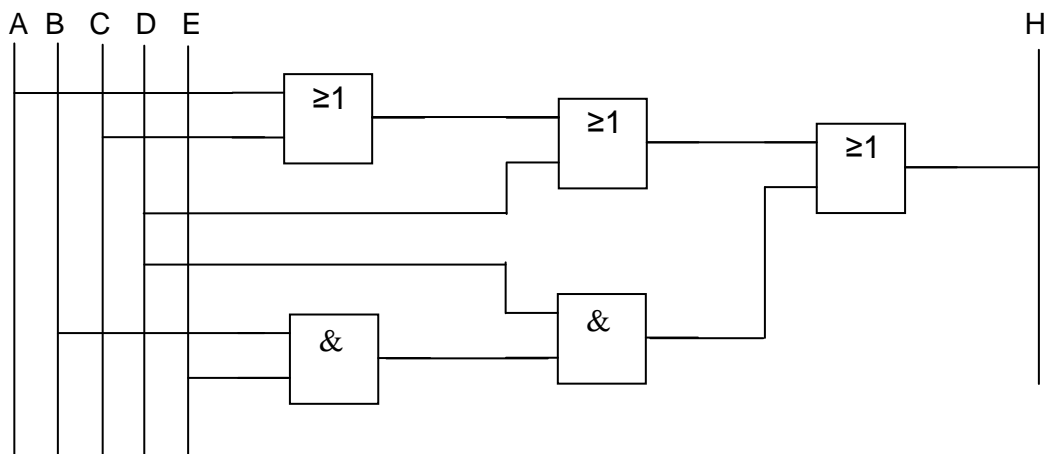
Le théorème de DE MORGAN permet encore d'écrire l'équation sous la forme suivante :

$$H = \overline{E1} + \overline{E2}$$

### EXERCICES D'APPLICATIONS

#### Question 1 :

Donner l'équation logique du logigramme ci-dessous :



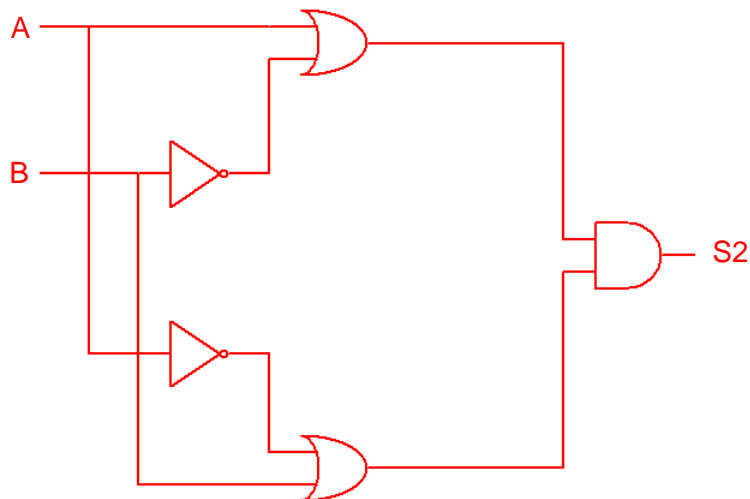
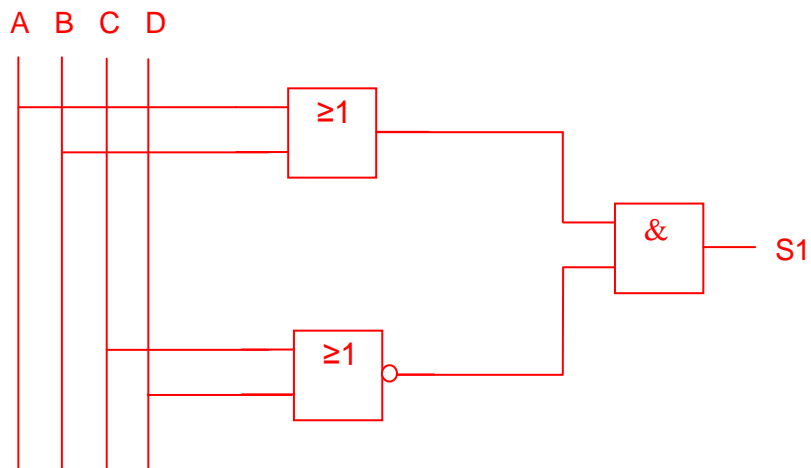
$$H = (A + C) + D + (B . E) . D = A+C+D+BDE$$

#### Question 2 :

Représenter les logigrammes correspondant aux équations ci-dessous :

$$S1 = (A + B) \cdot (\bar{C} \cdot \bar{D}) \text{ (norme européenne)}$$

$$S2 = (A + \bar{B}) \cdot (\bar{A} + B) \text{ (norme américaine)}$$



## LES OPÉRATEURS LOGIQUES ÉLECTRONIQUES

- Tableau comparatif des différentes technologies (voir document annexe)
- Brochage des principaux circuits intégrés d'opérateurs logiques (voir document annexe)

- Mise en œuvre des opérateurs logiques électroniques :

Elle fait appel essentiellement à des opérateurs NOR et NAND afin de réduire la diversité des CI (Circuits Intégrés) stockés en magasin.

L'utilisation de ces 2 types d'opérateurs permet également de réduire le nombre de boîtiers de CI sur la plaque de circuit imprimé lors de la conception par simplification entre portes logiques (voir exercices ci-après).

## EXERCICES D'APPLICATIONS

### UNIVERSALITÉ DES OPÉRATEURS LOGIQUES

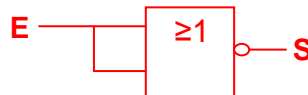
Montrons qu'il est possible de réaliser toutes les fonctions logiques de base (NON, OU, ET) uniquement à l'aide de portes NOR et NAND.

#### RÉALISATION D'UNE FONCTION NON À L'AIDE DE NOR

$$S = \bar{E}$$

Le théorème de DE MORGAN et les identités remarquables permettent d'écrire :

$$S = \bar{E} = \bar{E} \cdot \bar{E} = \overline{E + E}$$

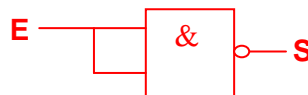


#### RÉALISATION D'UNE FONCTION NON À L'AIDE DE NOR

$$S = \bar{E}$$

Le théorème de DE MORGAN et les identités remarquables permettent d'écrire :

$$S = \bar{E} = \bar{E} + \bar{E} = \overline{E \cdot E}$$



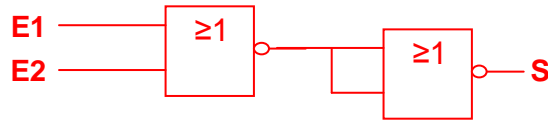
#### RÉALISATION D'UNE FONCTION OU À L'AIDE DE NOR

$$S = E1 + E2$$

Le théorème de DE MORGAN permet d'écrire :

$$\bar{S} = \overline{E1 + E2}$$

$$S = \overline{\overline{E1 + E2}}$$



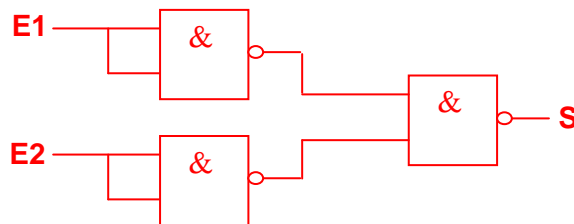
#### RÉALISATION D'UNE FONCTION OU À L'AIDE DE NAND

$$S = E1 + E2$$

Le théorème de DE MORGAN permet d'écrire :

$$\bar{S} = \overline{E1 + E2} = \bar{E1} \cdot \bar{E2}$$

$$S = \overline{\bar{S}} = \overline{\bar{E1} \cdot \bar{E2}}$$



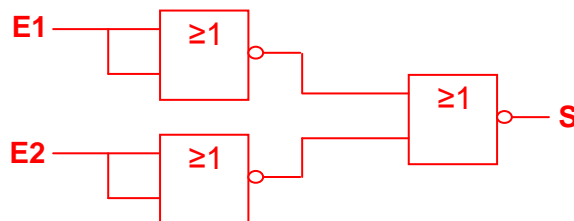
#### RÉALISATION D'UNE FONCTION ET À L'AIDE DE NOR

$$S = E1 \cdot E2$$

Le théorème de DE MORGAN permet d'écrire :

$$\bar{S} = \overline{E1 \cdot E2} = \bar{E1} + \bar{E2}$$

$$S = \overline{\bar{S}} = \overline{\bar{E1} + \bar{E2}}$$



#### RÉALISATION D'UNE FONCTION ET À L'AIDE DE NAND

$$S = E1 \cdot E2$$

Le théorème de DE MORGAN permet d'écrire :



$$\bar{S} = \overline{E1.E2}$$

$$S = \overline{\overline{S}} = \overline{\overline{E1.E2}}$$

