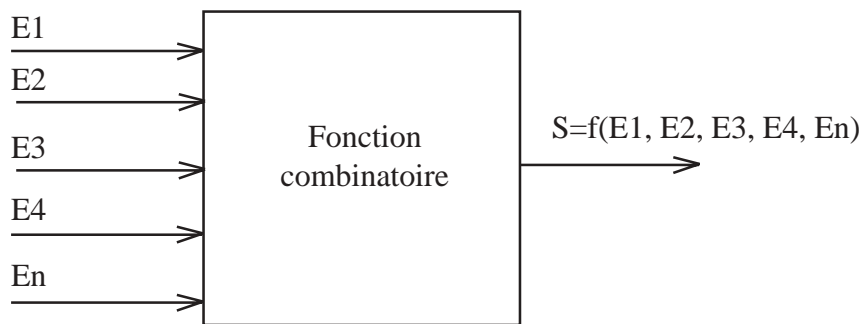


# CIRCUITS COMBINATOIRES COMPLEXES

## I/ RAPPELS

•**Fonction combinatoire** : L'état logique de sortie d'un circuit combinatoire dépend d'une combinaison logique d'une ou de plusieurs variables d'entrées indépendamment du temps et des états précédents de cette variable de sortie. La sortie d'un circuit combinatoire peut être décrite par une équation, une table de vérité ou un chronogramme.



•**Fonction combinatoire complexe** : Une fonction combinatoire complexe est une fonction répondant à la définition ci-dessus et qui fait appel à un grand nombre de variables d'entrées. Du fait de la complexité de (ou des) équation(s) de sortie, les fonctions combinatoires complexes existent sous forme intégrée dans des circuits ce qui évite l'élaboration de structures complexes à base de portes logiques.

## II/ FONCTIONS COMPLEXES

### II.1/ Les décodeurs

Comme des "interprètes", les décodeurs transforment un code binaire (binaire naturel, BCD, code de Gray...) en un code plus facilement exploitable (compatible afficheur 7 segments, décimal...). Du fait des multiples combinaisons (codes d'entrées et codes de sortie), on peut envisager de nombreux types de décodeurs, mais dans la pratique seuls deux types existent couramment sous forme intégrée.

#### II.1.1/ Décodeurs BINAIRE-DÉCIMAL OU BCD-DÉCIMAL

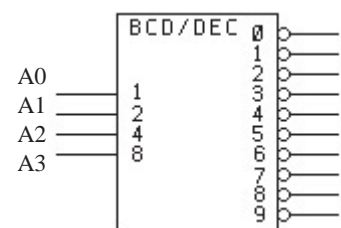
Pour ces décodeurs, l'existence de **n** entrées binaires implique un maximum de **2<sup>n</sup>** sorties. **Le code binaire d'entrée détermine le numéro de la sortie active.**

Les règles de représentation graphique des symboles permettent de connaître les états actifs des entrées et des sorties. L'entête du symbole précise le type de décodage.



Soit un circuit 7442 dont le symbole est donné ci-contre

Le niveau actif des sorties est le niveau \_\_\_\_\_ à cause de la \_\_\_\_\_





Sur le tableau ci-dessous donner les états des sorties de ce circuit.

A3	A2	A1	A0	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9
0	0	0	0										
0	0	0	1										
0	0	1	0										
0	0	1	1										
0	1	0	0										
0	1	0	1										
0	1	1	0										
0	1	1	1										
1	0	0	0										
1	0	0	1										
1	0	1	0										
1	0	1	1										
1	1	0	0										
1	1	0	1										
1	1	1	0										
1	1	1	1										



Pour un décodeur BCD-décimal le tableau reste le même qu' \_\_\_\_\_

### II.1.2/ Décodeur Binaire-7 segments ou BCD-7 segments

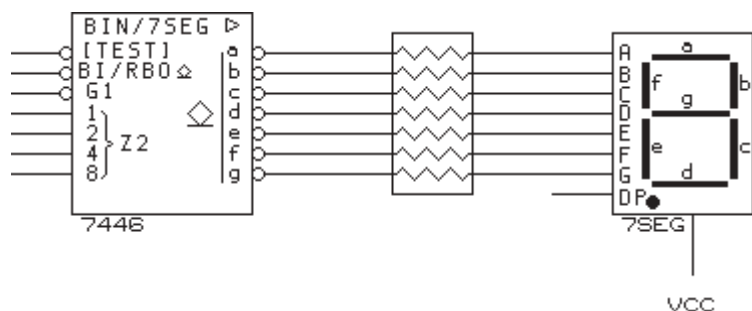
Ces décodeurs disposent de 4 entrées recevant des codes binaires (ou BCD) et 7 sorties permettant de commander un afficheur 7 segments.

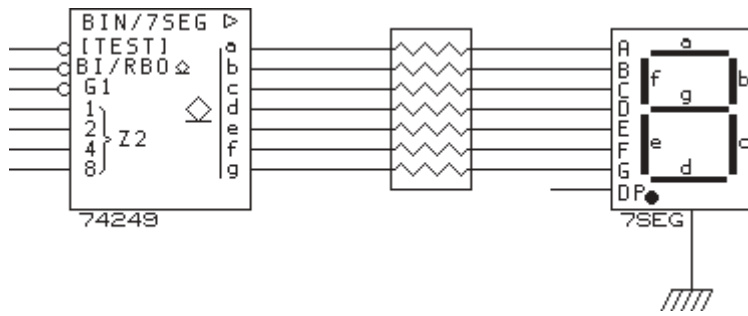
Ainsi le code binaire d'entrée permettra d'alimenter les segments de l'afficheur de manière à ce que celui-ci affiche la valeur décimale (pour un code BCD d'entrées) ou hexadécimale (pour un code binaire d'entrée) sur l'afficheur.

Selon que les sorties soient actives au NLO ou au NL1, les circuits peuvent commander des afficheurs à **anodes communes** ou à **cathodes communes**.



Ci-contre afficheur à \_\_\_\_\_





Afficheur à \_\_\_\_\_

**Pour limiter le courant dans les segments de l’afficheur, il est nécessaire de placer des résistances de limitation de courant entre les bornes de l’afficheur et du décodeur.**

Sachant que  $I_d=10\text{mA}$ ,  $V_d=1,5\text{v}$  et  $V_{cc}=5\text{v}$ , calculer la valeur de la résistance de limitation

## II.2/ Les encodeurs

Ils réalisent les opérations inverses des décodeurs. Dans la pratique seul l'*encodeur de priorité* est couramment utilisé.

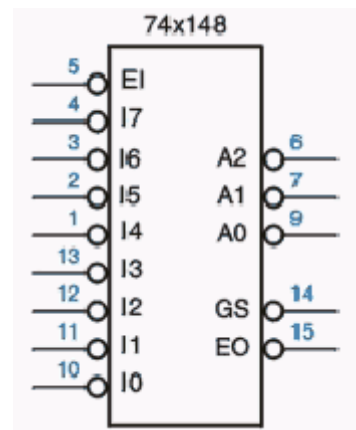
### II.2.1/ Encodeur de priorité

Cette fonction restitue le code binaire de l'entrée active.

Exemple : si l'entrée 5 est active, le code de sortie sera 0101.

Si plusieurs entrées sont actives en même temps, c'est l'entrée la plus prioritaire (en général celle ayant le numéro le plus élevé) qui sera prise en compte.

Ainsi, si les entrées 2 et 6 sont actives, seule l'entrée 6 sera encodée.



## II.3/ Multiplexeurs/ démultiplexeurs

### II.3.1/ Multiplexeur

Un multiplexeur est un circuit de  $2^n$  entrées de données et de  $n$  entrées d'adresses. La sortie recopie la donnée de l'entrée dont le rang correspond à la valeur numérique présente sur les entrées d'adresses.

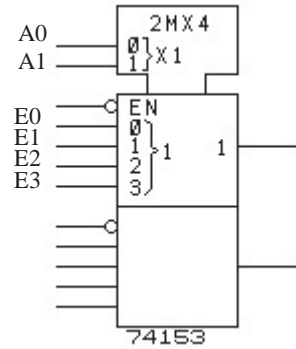
Dans certains cas, les multiplexeurs disposent d'entrées de validation (*ENable*) qui autorisent le fonctionnement du circuit uniquement si elles sont actives.

**Remarque :** Il existe des multiplexeurs analogiques dont les entrées et sorties sont analogiques et les entrées d'adresses sont logiques.

**Exemple :**



Soit le 74153 un double multiplexeur de 4 vers 1  
A partir de la définition ci-dessus, compléter sa table de fonctionnement :



A1	A0	E0	E1	E2	E3	EN	Sortie
X	X	X	X	X	X	1	
0	0	0	X	X	X	0	
0	0	1	X	X	X	0	
0	1	X	0	X	X	0	
0	1	X	1	X	X	0	
1	0	X	X	0	X	0	
1	0	X	X	1	X	0	
1	1	X	X	X	0	0	
1	1	X	X	X	1	0	

**II.3.2/ Les démultiplexeurs**

Ces circuits réalisent l'opération inverse des multiplexeurs : Le signal d'entrée est transmis vers la sortie (1 parmi 2<sup>n</sup>) sélectionnée par les entrées d'adresse (au nombre n).

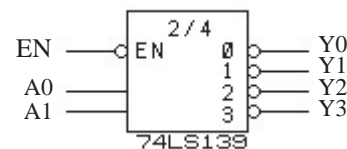
Souvent il existe plusieurs entrées de donnée qui sont associées à une porte logique (ET ou OU) pour former en interne un seul signal.

Un démultiplexeur s'apparente à un décodeur décimal dès lors que l'on considère que l'entrée de donnée est une entrée de validation.

**Exemple :**



Soit le circuit 74139 dont le symbole est le suivant :  
Compléter sa table de vérité

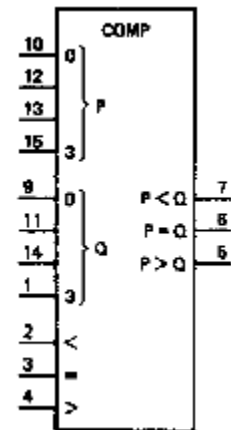


EN	A1	A0	Y3	Y2	Y1	Y0
1	X	X				
0	0	0				
0	0	1				
0	1	0				
0	1	1				

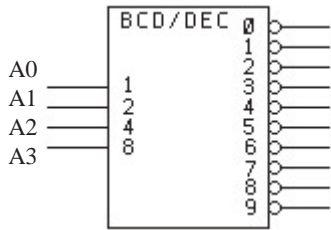
## II.4/ Les comparateurs

Ces circuits réalisent la comparaison de deux mots d'entrées. Suivant le type du circuit ils disposent d'une sortie d'égalité (*les deux mots sont identiques*), de supériorité (*valeur binaire du mot P supérieure à la valeur binaire du mot Q*) ou d'infériorité (*valeur binaire du mot Q supérieure à celle du mot P*).

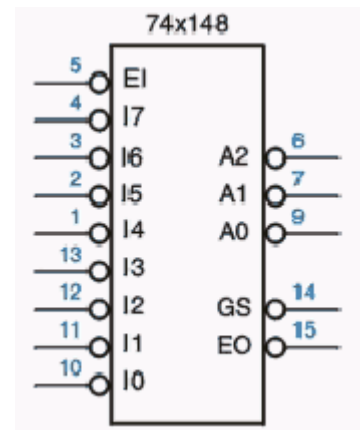
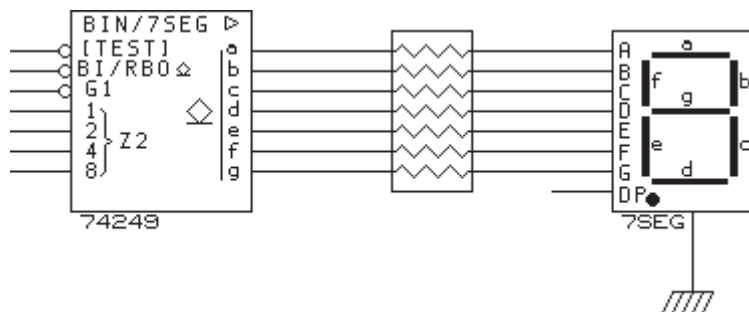
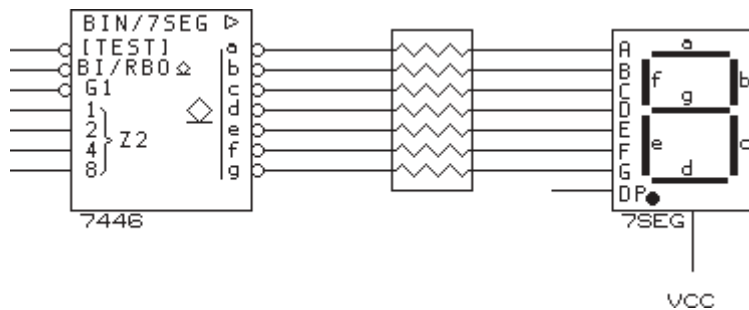
Si elles existent, les entrées "<", "=" et ">" permettent d'utiliser plusieurs comparateurs afin d'obtenir la comparaison de mots de taille plus importante.



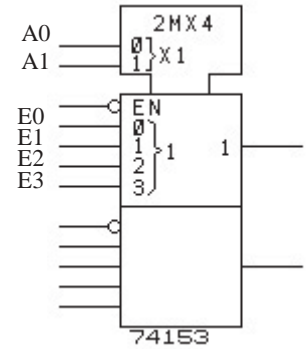
COMPARING INPUTS				CASCADING INPUTS			OUTPUTS		
A <sub>3</sub> , B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> , B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> , B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> , B <sub>0</sub>	I <sub>A&gt;B</sub>	I <sub>A=B</sub>	I <sub>A=B</sub>	Q <sub>A&gt;B</sub>	Q <sub>A=B</sub>	Q <sub>A=B</sub>
A <sub>3</sub> >B <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A <sub>3</sub> <B <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> >B <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	H	L	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> <B <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	L	H	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> >B <sub>1</sub>	X	X	X	X	H	L	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> <B <sub>1</sub>	X	X	X	X	L	H	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> >B <sub>0</sub>	X	X	X	H	L	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> <B <sub>0</sub>	X	X	X	L	H	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	H	L	L	H	L	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	L	H	L	L	H	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	L	L	H	L	L	H
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	X	X	H	L	L	H
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	H	H	L	L	L	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	L	L	L	H	H	L



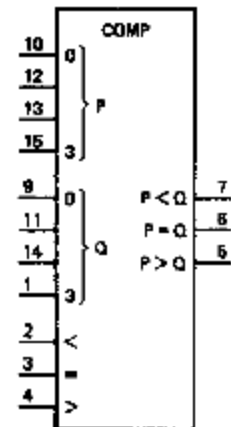
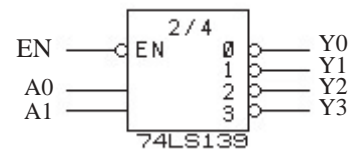
A3	A2	A1	A0	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9
0	0	0	0										
0	0	0	1										
0	0	1	0										
0	0	1	1										
0	1	0	0										
0	1	0	1										
0	1	1	0										
0	1	1	1										
1	0	0	0										
1	0	0	1										
1	0	1	0										
1	0	1	1										
1	1	0	0										
1	1	0	1										
1	1	1	0										
1	1	1	1										



A1	A0	E0	E1	E2	E3	EN	Sortie
X	X	X	X	X	X	1	
0	0	0	X	X	X	0	
0	0	1	X	X	X	0	
0	1	X	0	X	X	0	
0	1	X	1	X	X	0	
1	0	X	X	0	X	0	
1	0	X	X	1	X	0	
1	1	X	X	X	0	0	
1	1	X	X	X	1	0	



EN	A1	A0	Y3	Y2	Y1	Y0
1	X	X				
0	0	0				
0	0	1				
0	1	0				
0	1	1				



COMPARING INPUTS				CASCADING INPUTS			OUTPUTS		
A <sub>3</sub> , B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> , B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> , B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> , B <sub>0</sub>	I <sub>A&gt;B</sub>	I <sub>A&lt;B</sub>	I <sub>A=B</sub>	Q <sub>A&gt;B</sub>	Q <sub>A&lt;B</sub>	Q <sub>A=B</sub>
A <sub>3</sub> >B <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A <sub>3</sub> <B <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> >B <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	H	L	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> <B <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	L	H	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> >B <sub>1</sub>	X	X	X	X	H	L	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> <B <sub>1</sub>	X	X	X	X	L	H	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> >B <sub>0</sub>	X	X	X	H	L	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> <B <sub>0</sub>	X	X	X	L	H	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	H	L	L	H	L	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	L	H	L	L	H	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	L	L	H	L	L	H
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	X	X	H	L	L	H
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	H	H	L	L	L	L
A <sub>3</sub> =B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> =B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> =B <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> =B <sub>0</sub>	L	L	L	H	H	L