

**Exercice 1 :**

**Rappel**  
 $A + \bar{A}B = A + B$

$$F1 = (xy + z)(x + \bar{y})\bar{y} = (xy\bar{y} + z\bar{y})(x + \bar{y}) = z\bar{y}(x + \bar{y}) = z\bar{y}\bar{y} + z\bar{y}x = z\bar{y} + z\bar{y}x = z\bar{y}(1 + x) = z\bar{y}$$

$$F2 = a + \bar{a}(\bar{b}\bar{c}\bar{d} + c + d) + \bar{b}\bar{d} = a + (\bar{b}\bar{c}\bar{d} + c + d) + \bar{b}\bar{d} = a + \bar{b}\bar{d}(\bar{c} + 1) + c + d = a + \bar{b}\bar{d} + c + d = a + \bar{b} + c + d$$

$$F3 = xyz + \bar{x} + \bar{y} + \bar{z} = xyz + \overline{x.y.z} = 1$$

$$F4 = a + \bar{a}(\bar{b}\bar{c}\bar{d} + c + d) + \bar{b}\bar{d} = \bar{F2} = \overline{a + \bar{b} + c + d} = \overline{a + \bar{b} + c + d} = \bar{a}\bar{b}\bar{c}\bar{d}$$

$$F5 = \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}b(\bar{a}\bar{c}) = \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}b(\bar{a} + c) = \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}b\bar{a} + \bar{a}bc = \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}b + \bar{a}bc = \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}b = \bar{a}b(1 + c) = \bar{a}b$$

$$F6 = \bar{a}b + abc + \bar{a}b\bar{c} = \bar{a}b(1 + \bar{c}) + abc = \bar{a}b + abc = b(\bar{a} + ac) = b(\bar{a} + c) = b\bar{a} + bc$$

**Exercice 2 :**

xy \ z	00	01	11	10
0	1	0	1	1
1	1	0	0	0

$F1 = \bar{x}\bar{y} + x\bar{z}$

xy \ zt	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	1	1
11	0	0	0	0
10	1	0	0	1

$F2 = \bar{z} + \bar{y}t$

xy \ zt	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	1	1	0
11	0	1	1	1
10	0	1	0	0

$F3 = \bar{x}\bar{z}t + xy\bar{z} + xzt + \bar{x}yz$

xy \ zt	00	01	11	10
00	0	1	-	-
01	1	0	0	0
11	1	0	0	0
10	0	1	-	-

$F4 = \bar{x}\bar{y}t + y\bar{t}$

xy \ zt	00	01	11	10
00	-	1	1	0
01	1	1	1	1
11	-	-	0	0
10	0	0	0	1

$F5 = y\bar{z} + \bar{z}t + x\bar{y}z\bar{t}$

xy \ zt	00	01	11	10
00	1	-	-	1
01	-	-	-	-
11	0	0	0	0
10	1	1	1	1

$F6 = \bar{t}$

xy \ zt	00	01	11	10
00	1	1	1	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	1	1	1	0

$\bar{F7} = t + x\bar{y}$

$F7 = \bar{\bar{F7}} = \overline{t + x\bar{y}} = \bar{t}.x\bar{y}$

$F7 = \bar{t}(\bar{x} + y)$

xy \ zt	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	0	0	1
11	0	0	0	0
10	1	0	0	1

$\bar{F8} = yt + yz + zt$

$F8 = \bar{\bar{F8}} = \overline{yt + yz + zt} = \bar{y}t.\bar{y}z.\bar{z}t$

$F8 = (\bar{y} + \bar{t})(\bar{y} + \bar{z})(\bar{z} + \bar{t})$

xy \ zt	00	01	11	10
00	1	1	-	-
01	1	1	1	1
11	0	0	1	1
10	1	1	0	0

$\bar{F9} = x\bar{t} + \bar{x}zt$

$F9 = \bar{\bar{F9}} = \overline{x\bar{t} + \bar{x}zt} = \bar{x}t.\bar{x}z\bar{t}$

$F9 = (\bar{x} + t)(x + \bar{z} + \bar{t})$

**Exercice 3 :**

$$S1 = a\bar{b}\bar{c} + \bar{b}c + \bar{a}b\bar{c} + \bar{a}bc$$

$$S2 = (x\bar{y}\bar{z})(x\bar{z} + \bar{y}t) + xyz + \bar{x}\bar{y}\bar{z} + \bar{x}yz = x\bar{y}\bar{z} + xy\bar{z}t + xyz + \bar{x}\bar{y}\bar{z} + \bar{x}yz$$

	bc	00	01	11	10
a	0	1	0	1	0
	1	1	0	0	0

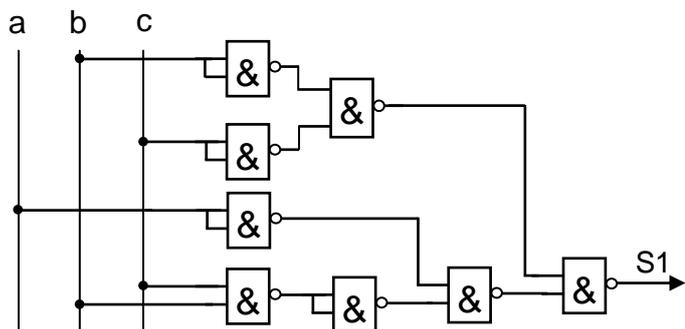
$S1 = \bar{b}\bar{c} + \bar{a}bc$

	zt	00	01	11	10
xy	00	1	1	0	0
	01	0	0	1	1
	11	0	0	1	1
	10	1	1	0	0

$S2 = \bar{y}\bar{z} + yz$

Logigramme de S1 avec des opérateurs NAND à 2 entrées :

$$S1 = \bar{b}\bar{c} + \bar{a}bc = (\overline{bc}) / (\overline{abc}) = (\bar{b}/\bar{c}) / (\bar{a}/bc) = (\bar{b}/\bar{c}) / (\bar{a}/(\bar{b}/\bar{c})) = [ (b/b)/(c/c) ] / [ (a/a)/((b/c)/(b/c)) ]$$

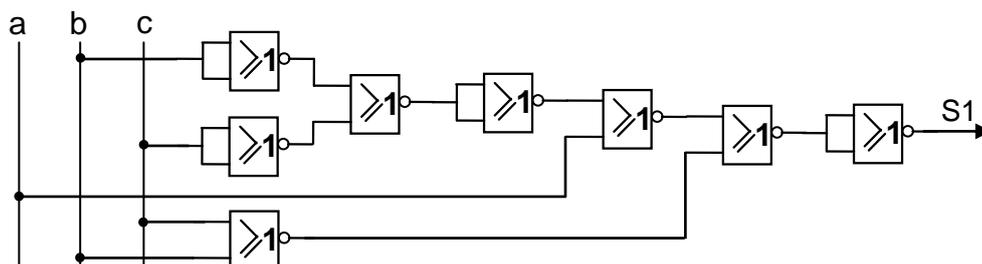


**Rappel**  
 $A.B = \overline{A/B}$   
 $A+B = \overline{A/B}$   
 $A/A = \bar{A}$   
 $A/1 = \bar{A}$

Logigramme de S1 avec des opérateurs NOR à 2 entrées :

$$S1 = \bar{b}\bar{c} + \bar{a}bc = (\overline{bc}) \downarrow (\overline{abc}) = (\bar{b} \downarrow \bar{c}) \downarrow (\bar{a} \downarrow bc) = (\bar{b} \downarrow \bar{c}) \downarrow (\bar{a} \downarrow \bar{b} \downarrow \bar{c})$$

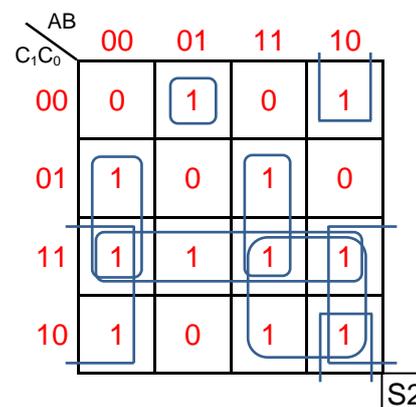
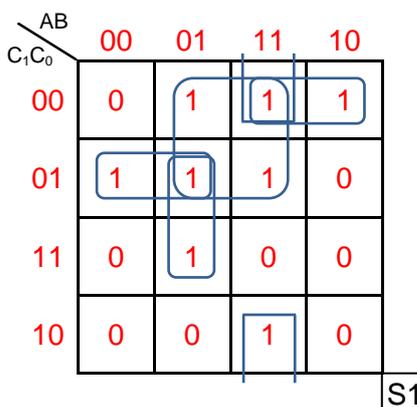
$$S1 = \left\{ (\bar{b} \downarrow \bar{c}) \downarrow \left[ \bar{a} \downarrow \left[ (\bar{b} \downarrow \bar{b}) \downarrow (\bar{c} \downarrow \bar{c}) \right] \downarrow 0 \right] \right\} \downarrow 0$$



**Rappel**  
 $A+B = A \downarrow B$   
 $A.B = \overline{A \downarrow B}$   
 $A \downarrow A = \bar{A}$   
 $A \downarrow 0 = \bar{A}$

**Exercice 4 :**

C <sub>1</sub>	C <sub>0</sub>	A	B	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	0	1



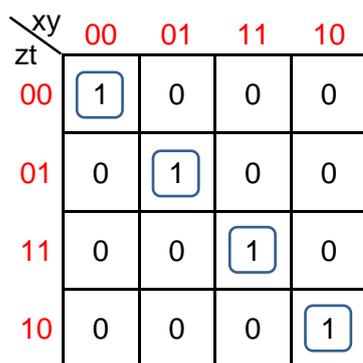
$$S_1 = \bar{C}_1 B + \bar{C}_1 \bar{C}_0 A + \bar{C}_1 C_0 \bar{A} + C_0 \bar{A} B + \bar{C}_0 A B$$

$$S_2 = C_1 C_0 + C_0 \bar{A} \bar{B} + C_0 A B + C_1 A + \bar{C}_1 \bar{C}_0 \bar{A} B + \bar{C}_0 \bar{A} \bar{B} + C_1 \bar{B}$$

**Exercice 5 :**

a)

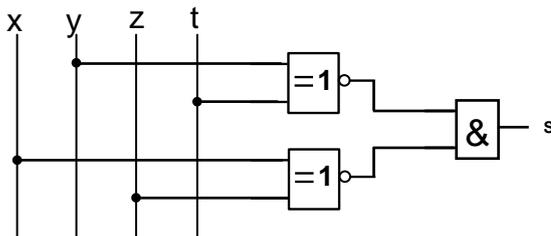
$$S = \bar{x}\bar{y}\bar{z}\bar{t} + \bar{x}y\bar{z}t + x\bar{y}z\bar{t} + x\bar{y}z\bar{t}$$



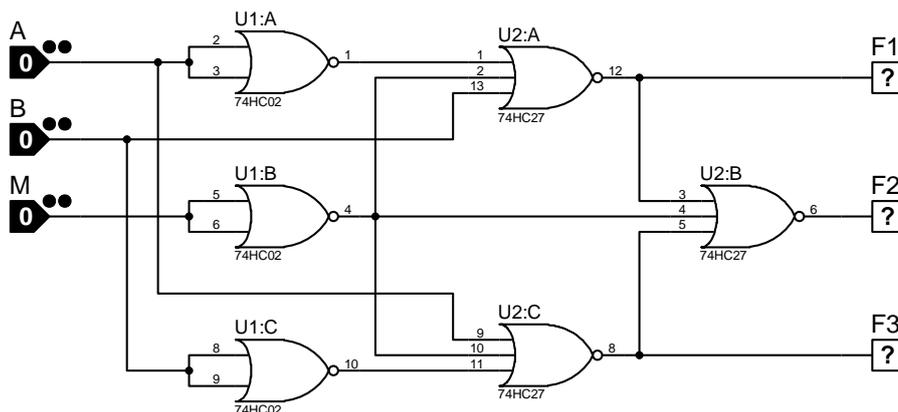
b)  $S = \bar{x}\bar{z}(\bar{y}t + yt) + xz(y\bar{t} + \bar{y}t) = \bar{x}\bar{z}(y \oplus t) + xz(y \oplus t) = (y \oplus t) \cdot (xz + \bar{x}\bar{z})$

$$S = (y \oplus t) \cdot (x \oplus z)$$

c)  $S = (y \oplus t) \cdot (x \oplus z)$



**Exercice 6 :**



a)  $F1 = (A \downarrow A) \downarrow (M \downarrow M) \downarrow B$

$F1 = \bar{A} \downarrow \bar{M} \downarrow B = \overline{\bar{A} + \bar{M} + B}$

$F1 = M.A.B$

$F3 = (B \downarrow B) \downarrow (M \downarrow M) \downarrow A$

$F3 = \bar{B} \downarrow \bar{M} \downarrow A = \overline{\bar{B} + \bar{M} + A}$

$F3 = M.A.B$

M	A	B	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	1	0

$F2 = F1 \downarrow (M \downarrow M) \downarrow F3 = \overline{F1 + \bar{M} + F3}$

$F2 = \bar{F1}.M.\bar{F3} = M(\bar{A} + \bar{M} + B)(\bar{B} + \bar{M} + A) = (M\bar{A} + MB)(\bar{B} + \bar{M} + A) = M.A.\bar{B} + M.A.B$

$F2 = M(\bar{A}\bar{B} + AB)$

b)

- Si M = 0, F1 = F2 = F3 = 0, Le comparateur ne fonctionne pas.
- Si M = 1, il y a comparaison.

M est une entrée logique d'autorisation de fonctionnement (Validation).

**Exercice 7 :**

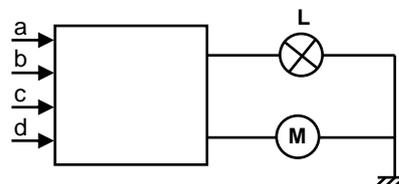
1 -

ba	00	01	11	10
dc	0	0	0	1
01	1	0	0	1
11	-	0	0	-
10	-	1	0	-

$L = c\bar{a} + d\bar{c}\bar{b} + b\bar{a}$

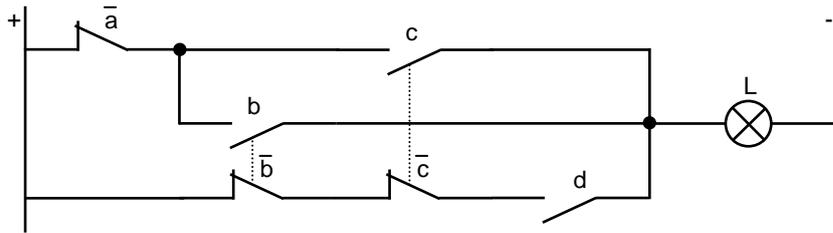
ba	00	01	11	10
dc	0	0	0	0
01	1	0	0	1
11	1	1	1	1
10	1	0	0	1

$M = dc + c\bar{a} + d\bar{a}$



d	c	b	a	L	M
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	-	1
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	-	1
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	-	1
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	-	1
1	1	1	1	0	1

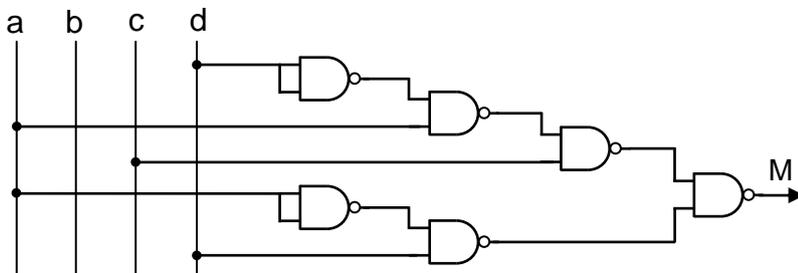
2 – Schéma électrique à contacts de L :  $L = \bar{a}(c+b) + d\bar{c}\bar{b}$



3 - Logigramme de M avec le **minimum** des opérateurs NAND à 2 entrées.

$$M = dc + c\bar{a} + d\bar{a} = c(d + \bar{a}) + d\bar{a} = \overline{\overline{c(d + \bar{a})} / \overline{d\bar{a}}} = [c / (d + \bar{a})] / (d / \bar{a}) = [c / (\bar{d} / a)] / (d / \bar{a})$$

$$M = [c / [(d / d) / a]] / [d / (a / a)]$$

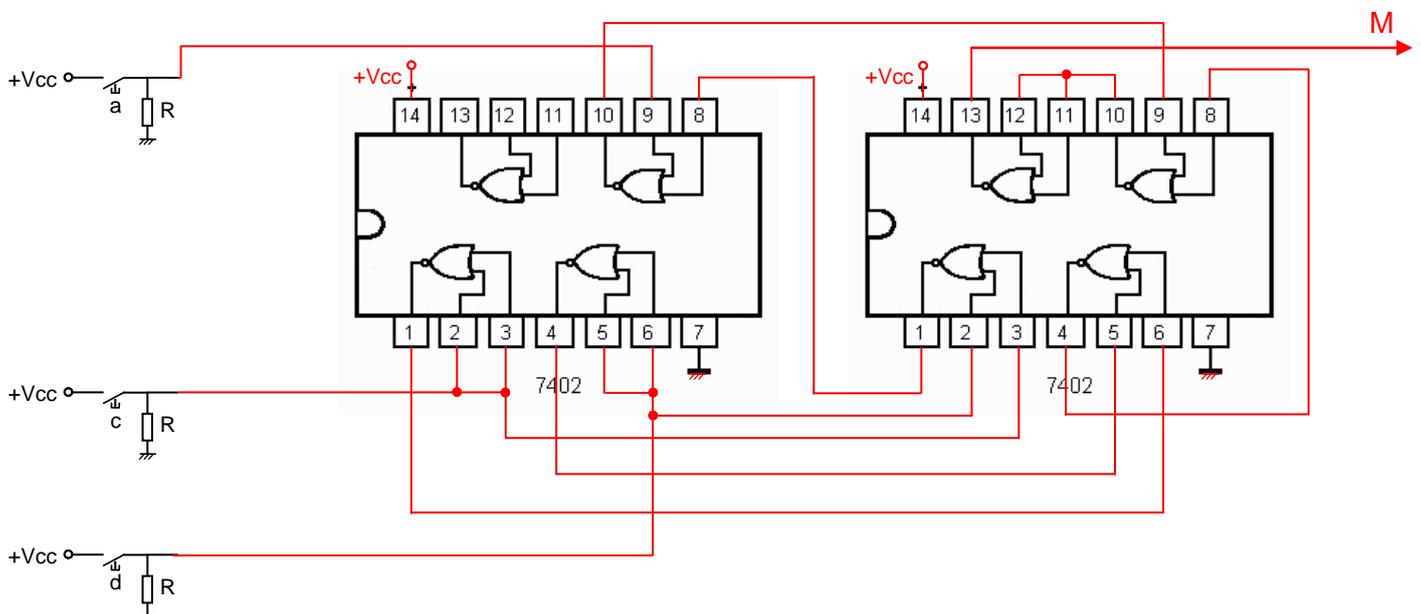


4 – Expression de M avec le **minimum** des portes logiques NOR à 2 entrées.

$$M = dc + \bar{a}(c+d) = \overline{\overline{dc} \downarrow \overline{\bar{a}(c+d)}} = \overline{(\bar{d}\bar{c}) \downarrow [a \downarrow (\overline{c+d})]} = \overline{(\bar{d}\bar{c}) \downarrow [a \downarrow (c \downarrow d)]}$$

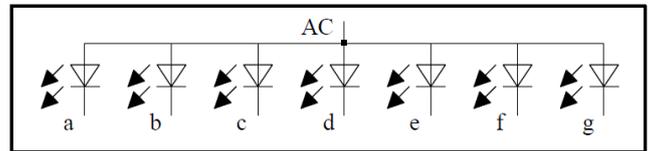
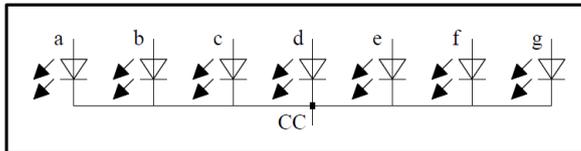
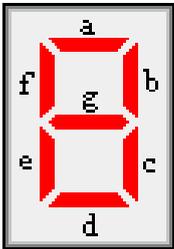
$$M = \{[(d \downarrow d) \downarrow (c \downarrow c)] \downarrow [a \downarrow (c \downarrow d)]\} \downarrow 0$$

5 - Câblage de M à l'aide des circuits intégrés 7402.



**Exercice 8 :****Décodeur BCD / 7 segments :**

Les afficheurs les plus couramment utilisés pour l'affichage numérique sont les afficheurs sept segments qui ne sont rien d'autre qu'une association de 7 LEDs disposées comme le montre la figure ci-dessous. On distingue deux types : afficheurs à anodes communes (AC) et afficheurs à cathodes communes (CC).

**8-1 AFFICHEURS À ANODES COMMUNES :**

- a) A quel niveau logique devra-t-on relier l'anode commune pour que les segments puissent être éclairés?

Niveau logique haut

- b) A quel niveau logique devra être reliée l'entrée a pour que :

- Le segment a soit éteint : Niveau logique haut
- Le segment a soit éclairé : Niveau logique bas

**8-2 AFFICHEURS À CATHODES COMMUNES**

- a) A quel niveau logique devra-t-on relier la cathode commune pour que les segments puissent être éclairés?

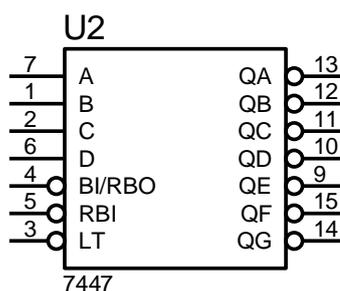
Niveau logique bas

- b) A quel niveau logique devra être reliée l'entrée a pour que :

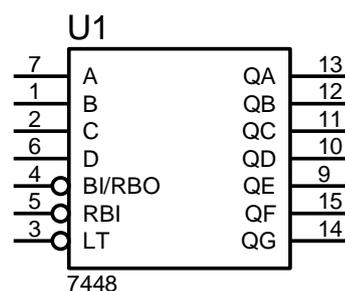
- Le segment a soit éteint : Niveau logique bas
- Le segment a soit éclairé : Niveau logique haut

**8-3 DECODEURS BCD/7SEGMENTS EN CIRCUITS INTEGRES 7447 ET 7448 :**

Ecrire sous chaque décodeur le type d'afficheur qui convient.



Afficheur à anodes communes



Afficheur à cathodes communes

**Exercice 9 :****Détecteurs d'incendies :**

a)

a	b	c	S	La	Lb	Lc
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

On pose  $L = La = Lb = Lc$ 

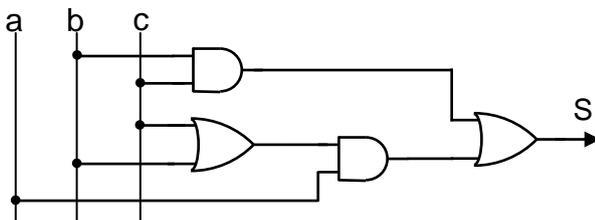
$$\bar{L} = \bar{a}\bar{b}\bar{c} \quad , \quad L = \overline{\bar{a}\bar{b}\bar{c}}$$

$$L = a+b+c$$

Equation de S :

bc \ a	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	1	1	1

$$S = ab+bc+ac$$

b) Logigramme de S avec des portes logiques de base :  $S = a(b+c) + bc$ 

c) Logigramme de S avec des portes logiques NAND à 3 entrées.

$$S = ab+bc+ac = \overline{\overline{ab}\overline{bc}\overline{ac}} = (a / b / b) / (b / b / c) / (a / a / c)$$

