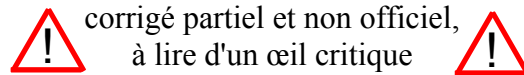


# Examen de rattrapage de Circuits et Architecture des Ordinateurs

## éléments de corrections



### Exercice 1 : (1 point)

#### Méthode

*voir aussi la correction de l'examen 2009-2010 pour la conversion décimale-binaire*

En complément à 2, les nombres qui commencent par un 0 sont positifs (ou nul), et ceux qui commencent par un 1 sont négatifs (strictement).

Lorsque le nombre commence par un 0, il suffit de le convertir en décimale de façon traditionnelle.

$$(0000\ 0000)_2 = 0$$

$$\begin{aligned} (0101\ 0101)_2 &= 0*2^7 + 1*2^6 + 0*2^5 + 1*2^4 + 0*2^3 + 1*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 \\ &= 2^6 + 2^4 + 2^2 + 2^0 = 64 + 16 + 4 + 1 = 85 \end{aligned}$$

Lorsqu'il commence par un 1, on calcule son opposé.

Pour calculer l'opposé en complément à 2, on inverse tous les bits, puis on ajoute 1.

$$\begin{aligned} 1111\ 1111 &\rightarrow 0000\ 0000 + 1 = 0000\ 0001 = 1 \\ \text{donc l'opposé de } 1111\ 1111 &\text{ est } 1 \\ \text{donc } 1111\ 1111 &= -1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1111\ 1110 &\rightarrow 0000\ 0001 + 1 = 0000\ 0010 = 2 \\ \text{donc } 1111\ 1110 &= -2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1010\ 1010 &\rightarrow 0101\ 0101 + 1 = 0101\ 0110 = 64 + 16 + 4 + 2 = 86 \\ \text{donc } 1010\ 1010 &= -86 \end{aligned}$$

**Correction**

Binaire	Décimal
0000 0000	0
1111 1111	- 1
1111 1110	- 2
1010 1010	- 86
0101 0101	85

**Exercice 2** : (6 points)

Question a :

**Méthode**

Calculons d'abord la valeur de  $s$  dans chaque cas (d'après l'énoncé :  $s = A_1 + A_2$ ).

$A_1$	$A_2$	$s$	$S$
0	0	0	
0	1	1	
1	0	1	
1	1	2	

Il est dit ensuite que  $S$  vaut 0 lorsque  $s=0$ .

$A_1$	$A_2$	$s$	$S$
0	0	0	0
0	1	1	
1	0	1	
1	1	2	

Et dans les autres cas  $S=A_s$ .

Donc lorsque  $s=1$ ,  $S=A_1$ , et lorsque  $s=2$ ,  $S=A_2$ .

$A_1$	$A_2$	$s$	$S$
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	2	1

En voyant le tableau on remarque facilement que  $S$  a toujours la même valeur que  $A_1$ .

## Correction

A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	s	S
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	2	1

Expression simple :  $S = A_1$

Question b :

## Correction

A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	s	S
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	2	1
1	0	0	1	1
1	0	1	2	0
1	1	0	2	1
1	1	1	3	1

On peut y voir par exemple la formule :  $S = (A_2 \wedge A_3) \vee (A_1 \wedge \neg A_3)$

*(Fin de l'exercice 2 non traitée)*

## Exercice 3 : (8 points)

Rappelons la signification des 2 seules instructions LC-3 utilisées dans cet exercice.

- NOT DR, SR  
Prend la négation logique du registre SR (tous les 1 et les 0 sont inversés) et stocke le résultat dans le registre DR.
- ADD DR, SR1, SR2  
Fait la somme des registres SR1 et SR2, et stocke le résultat dans DR.

Rappelons également qu'un *registre* est une case mémoire de 16 bits.  
Notons aussi que  $-R = \text{not}(R) + 1$  (cf exercice 1), donc  $\text{not}(R) = -R - 1$ .

Question a :

**Méthode**

Initialement :

R0 = 0 = 0000 0000 0000 0000

R1 = 1 = 0000 0000 0000 0001

Examinons ce que fait chaque ligne du programme.

	Vision binaire des registres	Vision décimale
NOT R1, R1	R1 = not(0000 0000 0000 0001) R1 = 1111 1111 1111 1110	R1 = -R1 -1 R1 = -1-1 = -2
ADD R0, R0, R1	$\begin{array}{r} 0000\ 0000\ 0000\ 0000 \\ +\ 1111\ 1111\ 1111\ 1110 \\ \hline 1111\ 1111\ 1111\ 1110 \end{array}$ R0 = 1111 1111 1111 1110	R0 = R0 + R1 R0 = 0+(-2) = -2
NOT R0, R0	R0 = not(1111 1111 1111 1110) R0 = 0000 0000 0000 0001	R0 = -R0 -1 R0 = -(-2)-1 = 1
ADD R1, R1, R0	$\begin{array}{r} 1111\ 1111\ 1111\ 1110 \\ +\ 0000\ 0000\ 0000\ 0001 \\ \hline 1111\ 1111\ 1111\ 1111 \end{array}$ R1 = 1111 1111 1111 1111	R1 = R1 + R0 R1 = -2 + 1 = -1
NOT R1, R1	R1 = not(1111 1111 1111 1111) R1 = 0000 0000 0000 0000	R1 = -R1 -1 R1 = -(-1)-1 = 0
ADD R0, R0, R1	$\begin{array}{r} 0000\ 0000\ 0000\ 0001 \\ +\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000 \\ \hline 0000\ 0000\ 0000\ 0001 \end{array}$ R1 = 0000 0000 0000 0001	R0 = R0 + R1 R0 = 1 + 0 = 1

**Correction**

À la fin du programme R0=1 et R1=0

### Question b :

La méthode reste la même qu'à la question a.

#### Correction

À la fin du programme R0=12 et R1=1

### Question c :

#### Correction

Instruction	R0	R1
Au départ	$m$	$n$
NOT R1, R1	$m$	$-n - 1$
ADD R0, R0, R1	$m - n - 1$	$-n - 1$
NOT R0, R0	$-(m - n - 1) - 1 = -m + n$	$-n - 1$
ADD R1, R1, R0	$-m + n$	$-n - 1 - m + n = -1 - m$
NOT R1, R1	$-m + n$	$-(-1 - m) - 1 = m$
ADD R0, R0, R1	$-m + n + m = n$	$m$

### Question d :

#### Correction

Ce fragment de programme a pour effet d'échanger les valeurs contenues dans les registres R0 et R1.

*(Exercice 4 non traité)*