

## Énoncé

Effectuer les conversions suivantes :

- a)  $[1101011]_2$  en hexadécimal.
- b)  $[101111.0111]_2$  en octal.
- c)  $[FACE.BEBE]_{16}$  en binaire.
- d)  $[FACE.BEBE]_{16}$  en octal.
- e)  $[67.31]_8$  en décimal.
- f)  $[727]_{10}$  en binaire.
- g)  $[727]_{10}$  en hexadécimal.

## Solution

### a) $[1101011]_2$ en hexadécimal

- On regroupe les bits par paquets de 4 à partir de la droite :  $1101011_2 = 0110\ 1011_2$ .
- Conversion de chaque paquet en hexadécimal :

$$0110_2 = 6_{16}, \quad 1011_2 = B_{16}.$$

- Résultat :  $[1101011]_2 = 6B_{16}$ .

### b) $[101111.0111]_2$ en octal

- On regroupe les bits par paquets de 3 à partir du point décimal :

$$101111.0111_2 = 101\ 111.011\ 100_2.$$

- Conversion de chaque paquet en octal :

$$101_2 = 5_8, \quad 111_2 = 7_8, \quad 011_2 = 3_8, \quad 100_2 = 4_8.$$

- Résultat :  $[101111.0111]_2 = 57.34_8$ .

**c)  $[FACE.BEBE]_{16}$  en binaire**

- Conversion de chaque chiffre hexadécimal en binaire :

$$F_{16} = 1111_2, \quad A_{16} = 1010_2, \quad C_{16} = 1100_2, \quad E_{16} = 1110_2.$$

- Partie fractionnaire :

$$B_{16} = 1011_2, \quad E_{16} = 1110_2.$$

- Résultat :  $[FACE.BEBE]_{16} = 1111\ 1010\ 1100\ 1110.1011\ 1110\ 1011\ 1110_2.$

**d)  $[FACE.BEBE]_{16}$  en octal**

- Conversion en binaire (voir partie c), puis regroupement des bits en paquets de 3 :

$$1111\ 1010\ 1100\ 1110.1011\ 1110_2 = 111\ 110\ 101\ 100\ 111\ 0.101\ 111\ 101\ 111_2.$$

- Conversion en octal :

$$111_2 = 7_8, \quad 110_2 = 6_8, \quad 101_2 = 5_8, \quad 100_2 = 4_8, \quad 111_2 = 7_8.$$

- Résultat :  $[FACE.BEBE]_{16} = 76547.5757_8.$

**e)  $[67.31]_8$  en décimal**

- Partie entière :

$$67_8 = 6 \times 8^1 + 7 \times 8^0 = 48 + 7 = 55_{10}.$$

- Partie fractionnaire :

$$0.31_8 = 3 \times 8^{-1} + 1 \times 8^{-2} = 0.375 + 0.015625 = 0.390625_{10}.$$

- Résultat :  $[67.31]_8 = 55.390625_{10}.$

**f)  $[727]_{10}$  en binaire**

- On divise 727 par 2 et on note les restes :

$$727 \div 2 = 363 \text{ (reste 1)}, \quad 363 \div 2 = 181 \text{ (reste 1)}, \dots, \quad 1 \div 2 = 0 \text{ (reste 1)}.$$

- Résultat (en remontant les restes) :  $[727]_{10} = 1011010111_2.$

**g)  $[727]_{10}$  en hexadécimal**

- On divise 727 par 16 et on note les restes :

$$727 \div 16 = 45 \text{ (reste 7)}, \quad 45 \div 16 = 2 \text{ (reste 13)}, \quad 2 \div 16 = 0 \text{ (reste 2)}.$$

- Résultat :  $[727]_{10} = 2D7_{16}.$

## Solutions Exercice 2

1.1 Convertir  $(111\ 000)_2 = (111\ 000)_b$

- en décimal :

$$= 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 32 + 16 + 8 = (56)_{10} \text{ ou } (56)_d$$

- en octal (groupement de 3):

$$= \frac{(111)}{7_8} \quad \frac{(000)}{0_8} = (70)_8 \text{ ou } (70)_o$$

$$\text{Confirmons (optionnel) : } 7 \times 8^1 + 0 \times 8^0 = (56)_{10}$$

- en hexadécimal (groupement de 4):

$$= \frac{(\underline{11})}{(\underline{0011})_2} \quad \frac{(\underline{1000})_2}{(\underline{1000})_2} \\ = \frac{3_{16}}{8_{16}} = (38)_{16} \text{ ou } (38)_h$$

$$\text{Confirmons (optionnel) : } 3 \times 16^1 + 8 \times 16^0 = (56)_{10}$$

1.2 Convertir  $(1\ 101\ 101.11)_2$

- en octal (groupement de 3):

$$= \frac{(\underline{1})}{(\underline{001})_2} \quad \frac{(\underline{101})}{(\underline{101})_2} \quad \frac{(\underline{101})}{(\underline{101})_2} \cdot \frac{(\underline{11})}{(\underline{11})_2} \\ = \frac{1_8}{1_8} \quad \frac{5_8}{5_8} \quad \frac{5_8}{5_8} \cdot \frac{6_8}{6_8} = (155.6)_8$$

- en hexadécimal (groupement de 4):

$$= \frac{(\underline{110})}{(\underline{0110})_2} \quad \frac{(\underline{1101})}{(\underline{1101})_2} \cdot \frac{(\underline{11})}{(\underline{11})_2} \\ = \frac{6_{16}}{6_{16}} \quad \frac{D_{16}}{D_{16}} \cdot \frac{C_{16}}{C_{16}} = (6D.C)_{16}$$

- en décimal :

$$(1\ 101\ 101.11)_2 \\ = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\ = 64 + 32 + 8 + 4 + 1 + 0.5 \text{ (ou } \frac{1}{2} \text{)} + 0.25 \text{ (ou } \frac{1}{4} \text{)} = (109.75)_{10}$$

Confirmons (optionnel) :

$$(155.6)_8 = 1 \times 8^2 + 5 \times 8^1 + 5 \times 8^0 + 6 \times 8^{-1} \\ = 64 + 40 + 5 + 0.75 \text{ (ou } 6/8 \text{)} = (109.75)_{10}$$

$$(6D.C)_{16} = 6 \times 16^1 + 13 \times 16^0 + 12 \times 16^{-1} \\ = 96 + 13 + 0.75 \text{ (ou } 12/16 \text{)} = (109.75)_{10}$$

1.3 a) Convertir  $(0.01)_2$

- en octal (groupement de 3):

$$= (\underline{0} \cdot \underline{01})_2 \\ = (\underline{000} \cdot \underline{010})_2 \\ = 0_8 \cdot 2_8 = (0.2)_8$$

- en hexadécimal (groupement de 4):

$$\begin{aligned}
 &= (\underline{\underline{0}} \ . \ \underline{\underline{01}})_2 \\
 &= (\underline{\underline{0000}} \ . \ \underline{\underline{0100}})_2 \\
 &= \underline{0}_{16} \ . \ \underline{4}_{16} = (0.4)_{16}
 \end{aligned}$$

- en décimal :

$$\begin{aligned}
 (0.01)_2 &= 0 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\
 &= 0.25 \text{ (ou } \frac{1}{4} \text{)} = (0.25)_{10}
 \end{aligned}$$

Confirmons (optionnel) :

$$\begin{aligned}
 (0.2)_8 &= 0 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1} = 0.25 \text{ (ou } \frac{2}{8} \text{)} = (0.25)_{10} \\
 (0.4)_{16} &= 0 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} = 0.25 \text{ (ou } \frac{4}{16} \text{)} = (0.25)_{10}
 \end{aligned}$$

### b) Convertir $(101\ 101.0101)_2$

- en octal (groupement de 3):

$$\begin{aligned}
 &= (\underline{\underline{101}} \ \underline{\underline{101}} \ . \ \underline{\underline{010}} \ \underline{1})_2 \\
 &= (\underline{\underline{101}} \ \underline{\underline{101}} \ . \ \underline{\underline{010}} \ \underline{\underline{100}})_2 \\
 &= \underline{5}_8 \ \underline{5}_8 \ . \ \underline{2}_8 \ \underline{4}_8 = (55.24)_8
 \end{aligned}$$

- en hexadécimal (groupement de 4):

$$\begin{aligned}
 &= (\underline{\underline{10}} \ \underline{\underline{1101}} \ . \ \underline{\underline{0101}})_2 \\
 &= (\underline{\underline{0010}} \ \underline{\underline{1101}} \ . \ \underline{\underline{0101}})_2 \\
 &= \underline{2}_{16} \ \underline{D}_{16} \ . \ \underline{5}_{16} = (2D.5)_{16}
 \end{aligned}$$

- en décimal :

$$\begin{aligned}
 (101\ 101.0101)_2 &= 1 \times 2^5 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-4} \\
 &= 32 + 8 + 4 + 1 + 0.25 \text{ (ou } \frac{1}{4} \text{)} + 0.0625 \text{ (ou } \frac{1}{16} \text{)} = (45.3125)_{10}
 \end{aligned}$$

Confirmons (optionnel) :

$$\begin{aligned}
 (55.24)_8 &= 5 \times 8^1 + 5 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2} \\
 &= 40 + 5 + 0.25 \text{ (ou } \frac{2}{8} \text{)} + 0.0625 \text{ (ou } \frac{4}{64} \text{)} = (45.3125)_{10}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (2D.5)_{16} &= 2 \times 16^1 + 13 \times 16^0 + 5 \times 16^{-1} \\
 &= 32 + 13 + 0.3125 \text{ (ou } \frac{5}{16} \text{)} = (45.3125)_{10}
 \end{aligned}$$

### 1.4 Convertir $(2005)_{10}$

- en binaire (méthode par soustraction successive, base 2 – longue) :

$$\begin{array}{lll}
 2^{11} = 2048 & \text{trop grand} & \text{bit } 11 = 0 \\
 2^{10} = 1024 & \rightarrow 2005 - 1024 = 981 & \text{bit } 10 = 1 \\
 2^9 = 512 & \rightarrow 981 - 512 = 469 & \text{bit } 9 = 1 \\
 2^8 = 256 & \rightarrow 469 - 256 = 213 & \text{bit } 8 = 1 \\
 2^7 = 128 & \rightarrow 213 - 128 = 85 & \text{bit } 7 = 1 \\
 2^6 = 64 & \rightarrow 85 - 64 = 21 & \text{bit } 6 = 1 \\
 2^5 = 32 & \text{trop grand} & \text{bit } 5 = 0 \\
 2^4 = 16 & \rightarrow 21 - 16 = 5 & \text{bit } 4 = 1 \\
 2^3 = 8 & \text{trop grand} & \text{bit } 3 = 0 \\
 2^2 = 4 & \rightarrow 5 - 4 = 1 & \text{bit } 2 = 1 \\
 2^1 = 2 & \text{trop grand} & \text{bit } 1 = 0 \\
 2^0 = 1 & \rightarrow 1 - 1 = 0 & \text{bit } 0 = 1
 \end{array}$$

$$(2005)_{10} = (0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1)_2 = (11\ 111\ 010\ 101)_2$$

- en hexadécimal (méthode par division de base 16 – plus rapide):
 

$16^3 = 4096$	trop grand	$0 \times 16^3$	nibble 3 (4bits) = $0_{16}$
$16^2 = 256$	$2005 \div 256 = 7$ reste $213$	$7 \times 16^2$	nibble 2 = $7_{16}$
$16^1 = 16$	$213 \div 16 = 13$ reste $5$	$13 \times 16^1$	nibble 1 = $D_{16} = (13)_{10}$
$16^0 = 1$	$5 \div 1 = 5$	$5 \times 16^0$	nibble 0 = $5_{16}$

$$(2005)_{10} = ( \begin{smallmatrix} 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 7 & D & 5 \end{smallmatrix} )_{16} = (7D5)_{16}$$

- en octal (méthode par division de base 8):

$8^4 = 4096$	trop grand	$0 \times 8^4$	terme poids 4 = $0_8$
$8^3 = 512$	$2005 \div 512 = 3$ reste $469$	$3 \times 8^3$	terme poids 3 = $3_8$
$8^2 = 64$	$469 \div 64 = 7$ reste $21$	$7 \times 8^2$	terme poids 2 = $7_8$
$8^1 = 8$	$21 \div 8 = 2$ reste $5$	$2 \times 8^1$	terme poids 1 = $2_8$
$8^0 = 1$	$5 \div 1 = 5$	$5 \times 8^0$	terme poids 0 = $5_8$

$$(2005)_{10} = ( \begin{smallmatrix} 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 3 & 7 & 2 & 5 \end{smallmatrix} )_8 = (3725)_8$$

Confirmons (optionnel) avec conversion binaire vers hexadécimal et vers octal :

$$\begin{aligned}(11\ 111\ 010\ 101)_2 &= (\underline{0111}\ \underline{1101}\ \underline{0101})_2 = (7D5)_{16} \\ (11\ 111\ 010\ 101)_2 &= (\underline{011}\ \underline{111}\ \underline{010}\ \underline{101})_2 = (3725)_8\end{aligned}$$

\*\*Astuce : généralement, il est plus rapide d'obtenir le nombre hexadécimal en premier et de convertir en binaire à partir de celui-ci, puis de binaire à octal.

### 1.5 Convertir $(497)_{10}$

- en BCD (chaque chiffre s'obtient directement du nombre décimal) :
  $(497)_{10} = (0100\ 1001\ 0111)_{BCD}$  ou  $(497)_{BCD}$

- en hexadécimal (méthode par division de base 16 – plus rapide):

$16^3 = 4096$	trop grand	nibble 3 = $0_{16}$
$16^2 = 256$	$497 \div 256 = 1$ reste $241$	nibble 2 = $1_{16}$
$16^1 = 16$	$241 \div 16 = 15$ reste $1$	nibble 1 = $F_{16} = (15)_{10}$
$16^0 = 1$	$1 \div 1 = 1$	nibble 0 = $1_{16}$

$$(497)_{10} = (1F1)_{16}$$

- en binaire (conversion à partir du nombre base 16 - directement) :
  $(1F1)_{16} = (0001\ 1111\ 0001)_2 = (111\ 110\ 001)_2$

- en octal (conversion à partir du nombre binaire) :
  $(\underline{111}\ \underline{110}\ \underline{001})_2 = (761)_8$

### 1.6 Convertir $(2010)_5$ -> base 5 (0 à 4); (touche PEN sur calculatrice. Attention, les fractions sont arrondies.)

- en décimal (plus simple de débuter en convertissant en décimal)
  $(2010)_5 = 2 \times 5^3 + 0 \times 5^2 + 1 \times 5^1 + 0 \times 5^0 = 250 + 5 = (255)_{10}$

- en hexadécimal (méthode par division de base 16):

$16^2 = 256$	trop grand	nibble 2 = $0_{16}$
$16^1 = 16$	$255 \div 16 = 15$ reste $15$	nibble 1 = $F_{16} = (15)_{10}$
$16^0 = 1$	$15 \div 1 = 15$	nibble 0 = $F_{16} = (15)_{10}$
$(255)_{10} = (0FF)_{16} = (FF)_{16}$		

- en binaire (conversion à partir du nombre base 16 - directement) :  
 $(FF)_{16} = (1111 \ 1111)_2$
- en octal (conversion à partir du nombre binaire) :  
 $\underline{(1 \ 11 \ 111 \ 111)}_2 = \underline{(011 \ 111 \ 111)}_2 = (377)_8$

Confirmation possible en convertissant binaire et octal en décimal.

### 1.7 1) Convertir $(250.72)_{10}$

a) en binaire, 4 bits à droite du point (X.XXXX)

$2^7 :$	128	250.72	-	128	=	122.72
$2^6 :$	64	122.72	-	64	=	58.72
$2^5 :$	32	58.72	-	32	=	26.72
$2^4 :$	16	26.72	-	16	=	10.72
$2^3 :$	8	10.72	-	8	=	2.72
$2^2 :$	2	2.72	-	2	=	0.72
$2^{-1} :$	0.5	0.72	-	0.5	=	0.22
$2^{-3} :$	0.125	0.22	-	0.125	=	0.095
$2^{-4} :$	0.0625	0.095	-	0.0625	=	0.0325
$(1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ . \ 1 \ 0 \ 1 \ 1)_2 = (11 \ 111 \ 010.1011)_2$						

b) en octal, 1 chiffre à droite du point (X.X)

Conversion à partir du binaire possible, car le nombre de bits à droite du point en binaire est suffisant (sinon, employer la méthode par division de base 8).

$$(11 \ 111 \ 010.1011)_2 \\ \underline{(11 \ 111 \ 010 \ . \ 101 \ 1)}_2 = (011 \ 111 \ 010 \ . \ 101)_2 = (372.5)_8$$

c) en hexadécimal, 1 nibble à droite du point (X.X)

Conversion à partir du binaire possible, car le nombre de bits à droite du point en binaire est suffisant (sinon, employer la méthode par division de base 16).

$$(11 \ 111 \ 010.1011)_2 \\ \underline{(1111 \ 1010 \ . \ 1011)}_2 = (FA.B)_{16}$$

Confirmons avec la méthode par division (optionnel) :

$16^1 :$	16	250.72	$\div$	16	=	15 reste 10.72
$16^0 :$	1	10.72	$\div$	1	=	10 reste 0.72
$16^{-1} :$	0.0625	0.72	$\div$	0.0625	=	11 reste 0.0325
	1 0 -1					$(F \ A \ . \ B)_{16}$

### 2) Convertir $(65\ 629.62)_{10}$

a) en binaire, 4 bits à droite du point (X.XXXX)

$2^{16} :$	65 536	65 629.62	-	65 536	=	93.62
$2^6 :$	64	93.62	-	64	=	29.62
$2^4 :$	16	29.62	-	16	=	13.62
$2^3 :$	8	13.62	-	8	=	5.62
$2^2 :$	4	5.62	-	4	=	1.62
$2^0 :$	1	1.62	-	1	=	0.62
$2^{-1} :$	0.5	0.62	-	0.5	=	0.12
$2^{-4} :$	0.0625	0.12	-	0.0625	=	0.0575

$$16 \ 15 \ 14 \ 13 \ 12 \ 11 \ 10 \ 9 \ 8 \ 7 \ 6 \ 5 \ 4 \ 3 \ 2 \ 1 \ 0 \ -1 \ -2 \ -3 \ -4 \\ (1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1.1 \ 0 \ 0 \ 1)_2 = (10 \ 000 \ 000 \ 001 \ 011 \ 101.1001)_2$$

b) en octal, 1chiffre à droite du point (X.X)

Conversion à partir du binaire possible, car le nombre de bits à droite du point en binaire est suffisant (sinon, employer la méthode par division de base 8).

$$(10\ 000\ 000\ 001\ 011\ 101.100)_2 \\ (\underline{10\ 000\ 000\ 001\ 011\ 101.100}\ \underline{1})_2 = (200135.4)_8$$

c) en hexadécimal, 1nibble à droite du point (X.X)

Conversion à partir du binaire possible, car le nombre de bits à droite du point en binaire est suffisant (sinon, employer la méthode par division de base 16).

$$(10\ 000\ 000\ 001\ 011\ 101.100)_2 \\ (\underline{1}\ \underline{0000}\ \underline{0000}\ \underline{0101}\ \underline{1101.100})_2 = (1005D.9)_{16}$$

Confirmons avec la méthode par division (optionnel) :

$$\begin{array}{r} 16^4 : 65\ 536 & 65\ 629.62 \div 65\ 536 = 1 \text{ reste } 93.62 \\ 16^1 : 16 & 93.62 \div 16 = 5 \text{ reste } 13.62 \\ 16^0 : 1 & 13.62 \div 1 = 13 \text{ reste } 0.62 \\ 16^{-1} : 0.0625 & 0.62 \div 0.0625 = 9 \text{ reste } 0.0575 \\ \hline (1\ 0\ 0\ 5\ D\ .\ 9)_{16} \end{array}$$

1.8 Effectuer la soustraction :  $(32)_{10} - (8)_{10} = (32)_{10} + (-8)_{10}$  complément 2 (réf : p.19)

Un minimum de 6 bits + 1 bit de signe est nécessaire pour représenté  $(32)_{10}$  en complément 2 ( $32 = 2^5 \rightarrow 6^{\text{e}} \text{ bit vaut } 1$ ). Donc, le calcul se fait sur 7 bits.

$$\begin{array}{rcl} (32)_{10} = (0100000)_2 & (8)_{10} = & (0001000)_2 \\ & \text{Complément 1} & \begin{array}{r} 1\ 1\ 1 \\ (1110111)_2 = (C1) \\ + (\quad\quad\quad 1)_2 = (C2) \\ \hline (-8)_{10} = (1111000)_2 \end{array} \\ & = \begin{array}{r} 1\ 1 \\ (0100000)_2 \text{ C2} \\ + (1111000)_2 \text{ C2} \\ \hline (+ 0011000)_2 \text{ C2} \end{array} & (8^{\text{e}} \text{ bit « carry » exclu}) \end{array}$$

$$(32)_{10} + (-8)_{10} = (0011000)_2 \text{ C2} = 0 \times (-2)^6 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 = 16 + 8 = (24)_{10}$$

1.9 (Référence : p. 20-23)

a) Sur 5 bits, effectuer l'addition  $(-10)_{10} + (-8)_{10}$  en complément 2:

$$\begin{array}{rcl} (10)_{10} = (01010)_2 & (8)_{10} = (01000)_2 \\ & \begin{array}{r} 1\ 1\ 1 \\ (10111)_2 = (C1) \\ + (\quad\quad\quad 1)_2 = (C2) \\ \hline (-8)_{10} = (11000)_2 \text{ C2} \end{array} \\ & = \begin{array}{r} 1 \\ (10110)_2 \text{ C2} \\ + (11000)_2 \text{ C2} \\ \hline (\underline{+}\ 01110)_2 \text{ C2} \end{array} (6^{\text{e}} \text{ bit « carry » exclu}) \end{array}$$

$$(-10)_{10} + (-8)_{10} = (01110)_2 \text{ C2} = 0 \times (-2)^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 = 8 + 4 + 2 = (14)_{10}$$

Il y a eu débordement, puisque nous additionnons 2 nombres de même signe, et que la valeur du 5<sup>e</sup> bit (de signe) du résultat est positive (= 0) après apparition de la retenue (6<sup>e</sup> bit = retenue « carry »). Nous éliminons la retenue, car le calcul est sur 5 bits.

b) Sur 5 bits, effectuer l'addition  $(-10)_{10} + (-2)_{10}$  en complément 2:

$$\begin{array}{rcl}
 (10)_{10} & = & (01010)_2 \\
 & & \begin{array}{c} 1 \\ (10101)_2 = (C1) \\ +( \quad 1)_2 = (C2) \end{array} \\
 \hline
 (-10)_{10} & = & (10110)_2 \text{ C2}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{rcl}
 (2)_{10} & = & (00010)_2 \\
 & & \begin{array}{c} 1 \\ (11101)_2 = (C1) \\ +( \quad 1)_2 = (C2) \end{array} \\
 \hline
 (-2)_{10} & = & (11110)_2 \text{ C2}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 & & \begin{array}{c} 1 \quad 1 \quad 1 \\ (10110)_2 \text{ C2} \\ + (11110)_2 \text{ C2} \\ \hline (4 \quad 10100)_2 \text{ C2} \end{array} \\
 & = & \text{(6<sup>e</sup> bit « carry » exclu)}
 \end{array}$$

$$(-10)_{10} + (-2)_{10} = (10100)_2 \text{ C2} = 1 \times (-2)^4 + 1 \times 2^2 = -16 + 4 = (-12)_{10}$$

Cette fois-ci, il y a retenue (6<sup>e</sup> bit), mais sans débordement puisque le résultat de l'addition des deux nombres du même signe conserve ce signe.

\*\*Remarques supplémentaires sur l'exercice:

Il y a débordement lorsque le résultat dépasse les limites inférieures ou supérieures, soit  $(-16)_{10} = (10000)_2 \text{ C2}$  ou  $(15)_{10} = (01111)_2 \text{ C2}$  sur un calcul de 5 bits. Le résultat en arithmétique décimal :  $(-10)_{10} + (-8)_{10} = (-18)_{10}$  donne une valeur impossible sur 5 bits en complément 2.

Dans le cas de l'addition de nombres de signe différent, le signe du résultat dépend du passage par zéro et du poids de chaque nombre. Il peut y avoir retenue, mais aucun débordement possible.

$$\begin{aligned}
 \text{Ex : } (14)_{10} + (-10)_{10} &= (01110)_2 \text{ C2} + (10110)_2 \text{ C2} = (\not 00100)_2 \text{ C2} = (4)_{10} \\
 \text{Limite : } (-16)_{10} + (15)_{10} &= (10000)_2 \text{ C2} + (01111)_2 \text{ C2} = (\not 01111)_2 \text{ C2} = (-1)_{10}
 \end{aligned}$$

\*\*Astuce :

Déterminer la valeur d'un nombre binaire complément 2 avec le poids des bits, le dernier bit (de signe) ayant toujours une valeur négative:

Ainsi, sur 5 bits :

$$(10110)_2 \text{ C2} = 1 \times -(2^4) + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = -16 + 4 + 2 = (-10)_{10}$$

1.10 L'équivalent ASCII (référence : table ASCII, p.25 du manuel) :

a) Bonjour! =  $(42 \ 6F \ 6E \ 6A \ 6F \ 75 \ 72 \ 21)_{16}$  ASCII

b)  $(2005)_{BCD} = (32 \ 30 \ 30 \ 35)_{16}$  ASCII

En ASCII, ajout d'un 3 en avant du nombre BCD (Ex : pour  $(0)_{10} = (0011 \ 0000)_2$  ASCII )

c)  $(2005)_{10} = (0010 \ 0000 \ 0000 \ 0101)_{BCD}$  ou  $(2005)_{BCD} = (32 \ 30 \ 30 \ 35)_{16}$  ASCII

Identique à b), puisque qu'il y a conversion directe de décimal à BCD.