Nom .... Prénom : ....

MICROINFORMATIQUE, MUI-B 2011

1. PRÉPARATION

(Cette page à rendre **complétée** au plus tard avant la prochaine séance**)**

On va commencer par des conversions à la main de nombres entiers d'une base à une autre puis à procéder aux vérification à l'aide d'Excel, Matlab ou d'un calculateur.

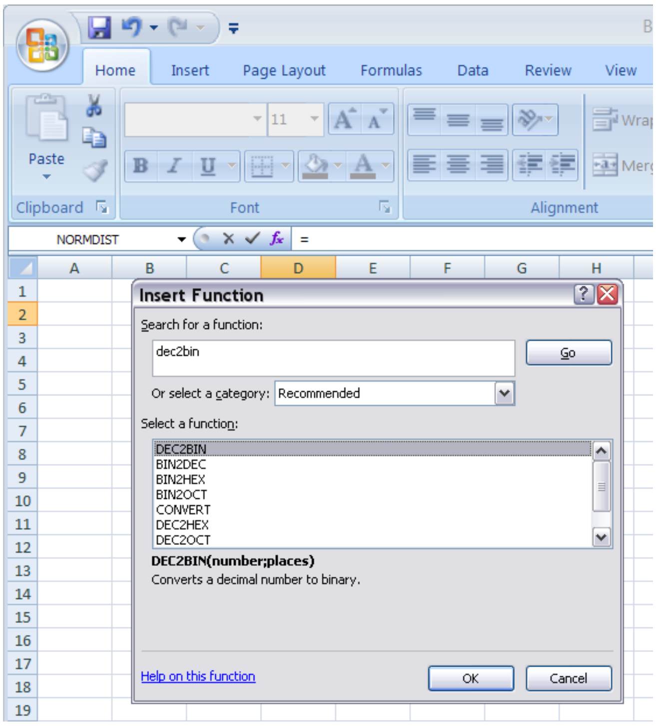
1. Se familiariser avec les tables de conversions et l'utilisation de calculateurs hexa et binaire (à télécharger) :
   - Installer et essayer en particulier la calculatrice suivante sur Windows qui permet aisément les conversions de/vers binaire/hexadécimal :

     http://php.iai.heig-vd.ch/~lzo/micro/down/Calc98.zip

Programme Calc98 téléchargé, installé et essayé	☐
J'ai aussi une calculatrice déc/hexa/bin	**Type :**

2. Se familiariser également avec les fonctions Excel et Matlab pour la conversion de nombre entiers positifs (non signées) d'une base à l'autre.

   Pour **Excel** les principales fonctions sont DECBIN, DECHEX, HEXDEC, etc. Selon la version linguistique d'Excel ces noms peuvent différer (en anglais ils sont DEC2BIN, DEC2HEX, etc.). En cas de doute les trouver en sélectionnant la barre de fonction (icône *fx*).



   Pour **Matlab** les fonctions se nomment dec2bin, dec2hex, hex2dec, bin2dec, etc.

J'ai essayé les fonctions Excel avec les exercices au verso	☐
J'ai essayé les fonctions Matlab avec les exercices au verso	☐

3. Convertir **par calcul manuel** les chiffres décimales suivantes en nombres binaires 16 bits, puis en hexadécimales. Vérifier ensuite à l'aide d'un calculateur.

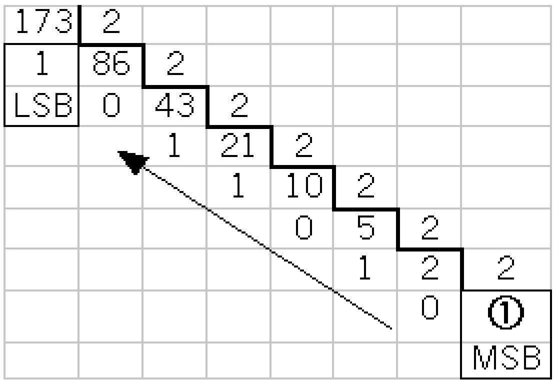
Décimal	**Binaire**	**Hexadécimal**
32928		
40995		
5000		

Méthode de la division

Le principe de la méthode par divisions successives consiste à réaliser une suite de divisions par 2. Chaque quotient devient à son tour dividende jusqu'à obtenir un quotient égal à 1.

Les restes de ces divisions sont toujours 0 ou 1 puisque les nombres à diviser sont soit pairs soit impairs.

Le dernier quotient obtenu (1) est le MSB (*most significant bit*, bit de plus grande valeur). Il faut donc remonter les **restes successifs** du MSB au LSB (*least significant bit*) pour obtenir la valeur binaire d'un nombre entier.



Ensuite on groupe par 4 pour avoir l'hexadécimal :

173 = 1010 1101 = AD

3. Convertir **par calcul manuel** les nombres hexadécimaux suivantes en nombres binaires sur 16 bits, puis en décimaux.

Hexadécimal	**Binaire**	**Décimal**
A023		
5E31		
8F5A		

2. FORMAT DES NOMBRES

Conversion à la main de nombres entiers d'une base à une autre puis vérification à l'aide d'un calculateur.

2.1 Conversion de nombres entiers signés

2.1.2 Convertir en binaire sur 8 bit : −120, −30, −200

2.1.3 Trouver le complément à 2 sur 16 bits des nombres suivants :

4BA8h, 5E31h, 8F5Ah

donner l'équivalent décimal des nombres négatifs trouvés.

2.1.4 Convertir le nombre décimal entier signé -12928 en un nombre hexadécimal sur 16 bits.

Autres cas à calculer: −31000, −3532, −12765

2.1.5 Parmi les nombres décimaux signes suivants, quels sont ceux représentables sur 8 bits, 16 bits ou 32 bits

a) 64 b) -4132 c) -16401 d) -42750 e) 59680

2.2 Conversion de nombres fractionnaires signés en virgule fixe

2.2.1 Exprimer sur 16 bits en binaire et hexadécimal, avec un maximum de précision les nombres fractionnaires
3.1263427734375, 1 0.56, −5.67, −0,4

Exemple :

0.1263427734375	x 2	
0.252685546875	x 2	**0**
0.50537109375	x 2	**0**
1.0107421875	-1	**1**
0.0107421875	x 2	
0.021484375	x 2	**0**
0.04296875	x 2	**0**
0.0859375	x 2	**0**
0.171875	x 2	**0**
0.34375	x 2	**0**
0.6875	x 2	**0**
1.375	-1	**1**
0.375	x 2	
0.75	x 2	**0**
1.5	-1	**1**
0.5	x 2	
1	-1	**1**
0		

$\boxed{\text{Résultat : } \underbrace{011}_{3}\underbrace{.0010000001011}_{.1263427734375}\text{b}}$

En pratique: pour convertir à la main les nombres négatifs, il peut être plus aisé de décomposer le nombre en une partie intière signée (à convertir par complément à deux) et une partie fractionnaire toujours positive:

Exemple: $-2.4 = -3 + 0.6$

2.2.2 Exprimer les nombres 1.726945 et 9.129573 en binaire puis en hexadécimal avec le meilleur format pour chacun d'eux (format donnant le maximum de précision en binaire).

Rép.: Le premier nombre s'exprime en format 2.14 :
$1.726945 \rightarrow (01.10111010000110b) \rightarrow 6E86h$

Le second nombre s'exprime en format 5.11 :
$9.129573 \rightarrow (01001.00100001001b) \rightarrow 4909h$

2.2.3 Soit deux nombres en format ***n.m***, avec ***n*** nombre de bits de la partie entière et ***m*** nombre de bits de la partie fractionnaire.

Si n=3 et m=13, déterminer la plage des nombres signés représentables dans ce format.

2.2.4 Montrer que le nombre fractionnaire 0,4 devient périodique en binaire.

2.2.5 Exprimer les nombres suivant sur 16 bits en hexadécimal dans le format optimal:

a) 59.680 b) -4132 c) -16401 d) -42750 e) 59680

2.3 Conversion de nombres en virgule flottante

Faire tous les exercices suivants et **vérifier chaque fois à l'aide des applets citées ici-bas.**

2.3.1 Convertir −**18.75** en nombre binaire à virgule flottante à 32 bits.

$$\left.\begin{array}{l} 18 \rightarrow 10010\,b \\ 0.75 \rightarrow 0.110\,b \end{array}\right\} 10.75 \rightarrow 10010.110b$$

On décale la virgule jusqu'au premier bit (le plus à gauche) valant 1. Déplacer la virgule à gauche revient à diviser le nombre par 2 :

$$10010.110b = 1.0010110\,b \cdot 2^4$$

Par conséquent, on peut définir chaque terme de la représentation ANSI-IEEE 754 32 bits en virgule flottante.

- Signe: Négatif
- Exposant: 4
- Mantisse: 001011

Et par conséquent

- Signe = 1
- Exposant = 4 + 127 → 10000011b
- Mantisse = 001 0110 0000 0000 0000 0000b

Donc, -18.75 en nombre binaire à virgule flottante à 32 bits vaut :

$$1100\ 0001\ 1001\ 0110\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\,b \rightarrow C1960000\,h$$

Le signe est défini comme: positif = 0, négatif = 1. ATTENTION : Le nombre en virgule flottante, positif ou négatif, n'est JAMAIS stocké en complément à 2.

Pour obtenir l'exposant: ajouter 127 = 7Fh (0111 1111b) pour un nombre de 32 bits, et 1023 = 3FFh (011 1111 1111b) pour un nombre de 64 bits.

Pour obtenir la mantisse, garder seulement les bits qui suivent la virgule et compléter à droite avec des zéros.

Autres cas à calculer

525,5 −0,625

La vérification peut se faire par l'applet http://babbage.cs.qc.edu/IEEE-754/Decimal.html .

2.3.2 **Convertir le nombre hexadécimal à virgule flottante sur 32 bits 3E340000 en nombre décimal**.

Recherche de la valeur binaire du nombre exprimé en hexadécimal:

$$3E340000 \rightarrow 0011\ \ 1110\ \ 0011\ \ 0100\ \ 0000\ \ 0000\ \ 0000\ \ 0000$$

On peut identifier chaque termes du format ANSI-IEEE 754 32 bits.

- Signe = 0
- Exposant = 0111 1100
- Mantisse = 011 0100 0000 0000 0000 0000

On peut donc, par décodage, écrire :

- Signe = Positif
- Exposant = 7Ch – 7Fh = -3h = -011b
- Mantisse = 01101b

Puis le nombre peut être reconstruit

$$01101b \rightarrow +1011\ \ 0100b \cdot 2^{-011b} = 0.00101101\,b \rightarrow 2^{-3} + 2^{-5} + 2^{-6} + 2^{-8} = 0.175781250$$

Par conséquent, le nombre à virgule flottante sur 32 bits $3E340000_h$ vaut 0.175781250 en décimal.

Lors de la reconstruction du nombre, s'il est normalisé (comme dans la grande majorité des cas; voir la définition des nombres à virgule flottante) il faut ajouter "1" à gauche de la mantisse. Il faut ensuite soustraire 7Fh (127) à l'exposant pour un nombre de 32 bits, et 3FFh (1023) pour un nombre de 64 bits.

Autres cas à calculer:
404D70A4h, 425872B0h

La vérification peut se faire par l'applet http://babbage.cs.qc.edu/IEEE-754/32bit.html

3. ADDITION ET SOUSTRACTION

Effectuer, **à la main**, les additions et soustractions proposées et **vérifier les résultat**s à l'aide d'un calculateur.

3.1 Addition de deux nombres de 8 bits

Additionnez en binaire (ou hexadécimal) les nombres **signés sur 8 bits** suivants, **ici exprimé en forme décimale**. Donnez dans tous les cas le résultat en binaire et hexadécimal. Indiquez s'il y a débordement (et donc le résultat devient faux) **sur 8 bits**.

20 + 100 = ?
25 − 45 = ?
90 + 45 = ?

3.2 Addition de deux nombres de 16 bits

3.2.1 Additionner en binaire les deux nombres signés ci-dessous et vérifier que le résultat soit un nombre signé sur 16 bits.

32A6h + 0x2C1Bh

```
           1          1 1 1  1 1
0x32A6 →  0 0 1 1  0 0 1 0  1 0 1 0  0 1 1 0
0x2C1B →  0 0 1 0  1 1 0 0  0 0 0 1  1 0 1 1
--------------------------------------------
          0 1 0 1  1 1 1 0  1 1 0 0  0 0 0 1 → 0x5EC1
```

3.2.2 Additionner en hexadécimal les deux nombres signés ci-dessous et vérifier que le résultat soit un nombre signé sur 16 bits.

32A6h + 2C1Bh

```
        0x11
         1
   0x 3 2 A 6
 + 0x 2 C 1 B
 ------------
   0x 5 E C 1
```

3.3 Effectuer les opérations en binaire et/ou hexadécimal (complément à 2, 16 bits) et indiquer s'il y a débordement dans les cas suivants

50A3h	+	6A38h	=	
3826h	−	7000h	=	
38A3h	+	A330h	=	
C839h	−	7000h	=	

3.4 Effectuer les opérations en hexadécimal (complément à 2) en deux opérations de 16 bit. Indiquer la valeur du bit de report (carry)

30A3	45ADh	+	4A38	A345h	=
3826	AD14h	−	7000	1DE6h	=
38A3	B2CBh	+	A330	8456h	=
C839	DA56h	−	7000	DF21h	=

4. MULTIPLICATION

Effectuer, **à la main**, les multiplications proposées et vérifier les résultats à l'aide d'un calculateur.

4.1 ***Effectuer à la main en binaire (4 bits x 4 bits): mais opération et résultat sur 8 bits***

$(-1) \times 2$

$1 \times (-2)$

$(-1) \times (-2)$

4.2 ***Effectuer les opérations en binaire (complément à 2, 8 bits, résultat sur 16 bits), donnez le résultat en hexadécimal.***

4.2.1 10 (0Ah) ∗ 11 (0Bh) = (multiplicande et multiplicateur positifs) ici 4 bits suffisent

```
          1 0 1 1    (A)
        × 1 0 1 0    (B)
        ---------
          0 0 0 0
+       1 0 1 1
+     0 0 0 0
+   1 0 1 1
---------------
= 1 1 0 1 1 1 0
```

4.2.2 35 * (-43) = (multiplicande positif et multiplicateur négatif)

4.2.3 -60 * 13 = (multiplicande négatif et multiplicateur positif)

4.3 ***Effectuer les opérations en hexadécimal (complément à 2, 16 bits, résultat sur 32 bits)***

4.3.1 50A3h ∗ 6A38h = (multiplicande et multiplicateur positifs)

4.3.2 A330h ∗ 38A3h = (multiplicande négatif et multiplicateur positif)

Vérifier d'abord si le multiplicande est bien négatif.

```
                          0x A330
                      ×   0x 38A3
                      -----------
(Extension du signe) →   FFFEE990
                         FFC5FE0
                         FD1980
                      +  EE990
                      -----------
                         EB776790
```

Combien vaut le résultat en décimal ?

4.3.3 A5h * 7Ch = Autre cas à calculer: multiplication de deux nombres de 8 bits

4.3.4 38A3h ∗ A330h = (multiplicande positif et multiplicateur négatif)

4.4 ***Réaliser le produit de deux nombres fractionnaires sur 16 bits***

Réaliser à la main le produit des nombres 1.726945 et 9.129573 (voir exercice 2.2.2) en hexadécimal et donner le format du résultat correspondant aux produits des formats des deux nombres (mot de 32 bits). Donner la valeur du résultat en binaire.

Rép. :

$$= 1F8818B6h = \underbrace{0001111}_{15}.\underbrace{1100010000\ 0011000101\ 10110}_{0.765813594914250}$$

Opérations hexadécimales (v2.0)

Binaire	Décimal	Octal	Hexadécimal
0000	0	0	0
0001	1	1	1
0010	2	2	2
0011	3	3	3
0100	4	4	4
0101	5	5	5
0110	6	6	6
0111	7	7	7

Binaire	Décimal	Octal	Hexadécimal
1000	8	10	8
1001	9	11	9
1010	10	12	A
1011	11	13	B
1100	12	14	C
1101	13	15	D
1110	14	16	E
1111	15	17	F

L'**addition** s'effectue à partir de la technique de l'addition et de la table d'addition suivante :

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10
2	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11
3	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12
4	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13
5	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14
6	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15
7	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16
8	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17
9	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
B	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A
C	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B
D	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C
E	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D
F	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E

La **multiplication** s'effectue à partir de la technique de la multiplication par glissement par jalousies et en utilisant la table de multiplication suivante :

*	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
2	0	2	4	6	8	A	C	E	10	12	14	16	18	1A	1C	1E
3	0	3	6	9	C	F	12	15	18	1B	1E	21	24	27	2A	2D
4	0	4	8	C	10	14	18	1C	20	24	28	2C	30	34	38	3C
5	0	5	A	F	14	19	1E	23	28	2D	32	37	3C	41	46	4B
6	0	6	C	12	18	1E	24	2A	30	36	3C	42	48	4E	54	5A
7	0	7	E	15	1C	23	2A	31	38	3F	46	4D	54	5B	62	69
8	0	8	10	18	20	28	30	38	40	48	50	58	60	68	70	78
9	0	9	12	1B	24	2D	36	3F	48	51	5A	63	6C	75	7E	87
A	0	A	14	1E	28	32	3C	46	50	5A	64	6E	78	82	8C	96
B	0	B	16	21	2C	37	42	4D	58	63	6E	79	84	8F	9A	A5
C	0	C	18	24	30	3C	48	54	60	6C	78	84	90	9C	A8	B4
D	0	D	1A	27	34	41	4E	5B	68	75	82	8F	9C	A9	B6	C3
E	0	E	1C	2A	38	46	54	62	70	7E	8C	9A	A8	B6	C4	D2
F	0	F	1E	2D	3C	4B	5A	69	78	87	96	A5	B4	C3	D2	E1