

## TD 1 – CODAGE ET REPRESENTATION INTERNE DES INFORMATIONS

### I. Représentation interne des entiers.

1. Donner la représentation interne des nombres suivants sur 16 bits, quand cela est possible, selon la convention en complément à 2. Donner la réponse dans le tableau ci-dessous **en hexadécimal**.

Base 10	Complément à 2
58	
-2	
-32	
32768	
-32768	
95000	

2. Donner les valeurs (dans la base 10) correspondantes aux représentations internes des entiers de la première colonne données dans le cas de la représentation en complément à 2.

Représentation interne	Complément à 2
FFFFH	
0041H	
8000H	
FFBFH	

### II. Représentation interne des réels : Norme IEEE 754.

Un nombre réel en simple précision est représenté en virgule flottante selon la norme IEEE-754 (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) sur 32 bits selon les conventions suivantes :

- L'exposant est représenté sur les bits 23 à 30 (les 8 bits  $E_0$  à  $E_7$ ). Il est biaisé par rapport à 127.
- La mantisse est représentée sur 23 bits de 0 à 22 ( $M_0$  à  $M_{22}$ ). La mantisse est normalisée sous la forme 1.xxx... (Le 1 est le **bit caché**).
- Le bit 31 (noté S) est le bit de signe de la mantisse (du réel).
- Le zéro ne peut pas être représenté, il correspond à une configuration où l'exposant est nul. Un réel avec tous les exposants à 1 correspond à une infinité positive ou négative ou valeur non numérique (*NaN* : *Not a value*, *NAN* : *Not a Number Value*).

La figure suivante résume les conventions précédemment décrites :

S	Exposant $E_7-E_0$	Mantisse $M_{22}-M_0$

La valeur du nombre ainsi codé est calculée comme suit :

$$\text{Valeur} = (-1)^S * 2^{(\text{Exposant} - 127)} * 1.\text{Mantisse}.$$

On suppose que dans le cas où le nombre de bits significatifs (non nuls) de la mantisse est supérieur à la taille de la mantisse, **une erreur de troncature est adoptée**.

1. Donner la représentation interne selon les conventions ci-dessus des nombres suivants : 1 256 - 1 0.5 16.875. Préciser toutes les étapes qui amènent au résultat et **le représenter à la fin en hexadécimale**.



- Donner les valeurs décimales de deux réels représentés en interne selon les conventions citées ci-dessus respectivement par : C0400000H et C3800000H.
- Ecrire les algorithmes de l'addition, de la soustraction, de la multiplication et de la division de deux réels positifs représentés par  $M1 \cdot b^{e1}$  et  $M2 \cdot b^{e2}$  où  $b$  est la base,  $M1$  et  $M2$  sont les mantisses normalisées et  $e1$  et  $e2$  sont les exposants.
- Appliquer les algorithmes écrits en dans la question précédente pour calculer le produit des deux réels trouvés en 2°/ et représenter le résultat selon les conventions indiquées. **Donner le résultat en hexadécimale.**

### III. Représentation interne des caractères

- Donner la représentation interne de "Architecture des Ordinateurs" selon le code ASCII. Donner votre réponse en hexadécimal.
- Donner le texte représenté en interne selon le code ASCII par la séquence hexadécimale suivante : 41H 2EH 20H 55H 2EH 20H 3AH 20H 31H 30H 2DH 31H 31H

### IV. Extrait de la session de contrôle 2020-2021 : Représentation interne des réels – Norme IEEE 754.

- Donner la représentation interne de **-96.875** selon **la norme IEEE-754** (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) **sur 32 bits. Donner le résultat final en hexadécimale.**
- Compléter le tableau suivant par les valeurs décimales de deux réels représentés en interne selon les conventions citées ci-dessus respectivement par :

Représentation interne	S	Exposant	Mantisse	Valeur décimale
43800000H	—	—	—	—
BF000000H	—	—	—	—

- Calculer le produit de deux réels précédents et représenter le résultat selon les conventions citées. **Le résultat final doit être donné en hexadécimale.**

### V. Extrait de la session principale 2020-2021 : Représentation interne des réels – Norme IEEE 754.

- Donner la représentation interne de **16.875** selon les conventions ci-dessus. **Donner le résultat final en hexadécimale.**
- Compléter le tableau suivant par les valeurs décimales de deux réels représentés en interne selon les conventions citées ci-dessus respectivement par :

Représentation interne	Valeur décimale
420C6666H	.....
3F000000H	.....

- Trouvez le plus grand réel positif qu'on peut représenter selon les conventions ci-dessus décrites. En déduire le plus petit réel négatif. Remplir pour répondre le tableau suivant.

	Représentation Hexadécimale	Valeur décimale (2 <sup>x</sup> )
Plus grand réel positif	.....	.....
Plus petit réel négatif	.....	.....



## Extrait de la session de contrôle 2022-2023 - Représentation interne des réels.

Soit les conventions suivantes de représentation interne sur 16 bits d'un nombre réel en virgule flottante :

- L'exposant est représenté **en complément à 2** sur les bits de 0 à 6, le bit 6 (noté  $S_E$ ) étant le bit de signe de l'exposant.
- La mantisse est représentée sur les bits de 7 à 14, sous la forme normalisée 0.1XXX... Le premier bit après la virgule est le **bit caché**. Dans le cas où le nombre de bits significatifs (non nuls) de la mantisse est supérieur à 8 (la taille de la mantisse), **une erreur d'arrondi est adoptée**.
- Le bit 15 (noté  $S_M$ ) est le bit de signe de la mantisse (du réel).
- Le zéro ne peut pas être représenté, il correspond à une configuration où l'exposant est nul. Un réel avec tous les exposants à 1 correspond à une infinité positive ou négative ou valeur non numérique (*NaN value, Not a Number Value*).

La figure suivante résume les conventions précédemment décrites :

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$S_M$	Mantisse								$S_E$	Exposant					

La valeur est alors calculée comme suit : Valeur =  $(-1)^{S_M} * 2^{\text{Exposant}} * 0.1\text{Mantisse}$ .

1. Donner la représentation interne de **0.0125** selon les conventions ci-dessus. **Donner le résultat final en hexadécimale.**

2. Compléter le tableau suivant par les valeurs décimales de deux réels représentés en interne selon les conventions citées ci-dessus respectivement par : 807DH et 0082H.

Représentation	Exposant	Mantisse	Valeur décimale
807DH	.....	.....	.....
0082H	.....	.....	.....

3. Calculer le produit de deux réels précédents et représenter le résultat selon les conventions citées. **Le résultat final doit être donné en hexadécimale.**

4. Compléter le tableau suivant par les plus petits et plus grands réels positifs et négatifs selon les conventions ci-dessus décrites.

	Représentation Hexadécimale	Valeur décimale ( $2^x$ )
Plus grand nombre positif	.....	.....
Plus petit nombre positif	.....	.....
Plus grand nombre négatif	.....	.....
Plus petit nombre négatif	.....	.....

## Extrait de la session principale 2022-2023 - Représentation interne des réels.

Soit les conventions suivantes de représentation interne sur 16 bits d'un nombre réel en virgule flottante :

- L'exposant, **biaisé par rapport à 64**, est représenté sur les bits de 0 à 6.
- La mantisse, représentée sur les bits 7 à 14, est normalisée sous la forme **0.1XXX...** Le premier bit après la virgule est le **bit caché**. Dans le cas où le nombre de bits significatifs de la mantisse est supérieur à la taille de la mantisse, **une erreur de troncature est adoptée**.
- Le bit 15 (noté  $S_M$ ) est le bit de signe de la mantisse (du réel).



- Le zéro ne peut être représenté, il correspond à une configuration où **l'exposant est nul**.
- Un réel avec **tous les exposants à 1** correspond à une infinité positive ou négative ou valeur non numérique (**NaN Not a Number, NAV : Not a Value**).

La figure suivante résume les conventions précédemment décrites :

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SM	Mantisse								Exposant						

La valeur est ainsi calculée comme suit : **Valeur =  $(-1)^{SM} \times 2^{\text{Exposant}-64} \times 0.1\text{Mantisse}$** .

4. Donner la représentation interne de **0.7** selon les conventions ci-dessus. **Donner le résultat final en hexadécimale.**

5. Compléter le tableau suivant par les valeurs décimales de deux réels représentés en interne selon les conventions citées ci-dessus respectivement par :

Représentation interne	Signe	Exposant	Mantisse	Valeur décimale
R <sub>1</sub> = E041H	.....	.....	.....	.....
R <sub>2</sub> = 0043H	.....	.....	.....	.....

6. Calculer le **quotient** de deux réels précédents (R<sub>1</sub>/R<sub>2</sub>) et représenter le résultat selon les conventions citées. **Le résultat final doit être donné en hexadécimale.**

7. Compléter le tableau suivant par les valeurs adéquates selon les conventions ci-dessus décrites.

	Représentation Hexadécimale	Valeur décimale (2 <sup>x</sup> )
Plus grand nombre positif	.....	.....
Plus grand nombre négatif	.....	.....

8. En déduire les plus petits nombres non nuls positif et négatif selon les conventions ci-dessus décrites. Compléter pour répondre le tableau suivant par les valeurs adéquates.

	Représentation Hexadécimale	Valeur décimale (2 <sup>x</sup> )
Plus petit nombre positif	.....	.....
Plus petit nombre négatif	.....	.....

