***Représentation d'un entier relatif :***

Un entier relatif est un entier pouvant être négatif. Il faut donc coder le nombre de telle façon que

l'on puisse savoir s'il s'agit d'un nombre positif ou d'un nombre négatif, et il faut de plus que les

règles d'addition soient conservées. L'astuce consiste à utiliser un codage que l'on appelle

complément à deux. Cette représentation permet d'effectuer les opérations arithmétiques usuelles

naturellement.

* Un entier relatif positif ou nul sera représenté en binaire (base 2) comme un entier naturel,

à la seule différence que le bit de poids fort (le bit situé à l'extrême gauche) représente le

signe. Il faut donc s'assurer pour un entier positif ou nul qu'il est à zéro (0 correspond à un

signe positif, 1 à un signe négatif). Ainsi, si on code un entier naturel sur 4 bits, le nombre

le plus grand sera 0111 (c'est-à-dire 7 en base décimale).

* Sur 8 bits (1 octet), l'intervalle de codage est [-128, 127].
* Sur 16 bits (2 octets), l'intervalle de codage est [-32768, 32767].
* Sur 32 bits (4 octets), l'intervalle de codage est [-2147483648, 2147483647].
* D'une manière générale le plus grand entier relatif positif codé sur n bits sera 2n-1
* Un entier relatif négatif sera représenté grâce au codage en complément à deux.

Principe du complément à deux

1. Écrire la valeur absolue du nombre en base 2. Le bit de poids fort doit être égal à 0.

2. Inverser les bits : les 0 deviennent des 1 et vice versa. On fait ce qu'on appelle le

 complément à un.

3. On ajoute 1 au résultat (les dépassements sont ignorés).

Cette opération correspond au calcul de 2n

-|x|, où n est la longueur de la représentation et |x| la

valeur absolue du nombre à coder.

Ainsi -1 s'écrit comme 256 - 1 = 255 = 111111112, pour les nombres sur 8 bits.

***Exemple***

**On désire coder la valeur -19 sur 8 bits. Il suffit :**

**1. d'écrire 19 en binaire : 00010011**

**2. d'écrire son complément à 1 : 11101100**

**3. et d'ajouter 1 : 11101101**

**La représentation binaire de -19 sur 8 bits est donc 11101101.**

On remarquera qu'en additionnant un nombre et son complément à deux on obtient 0. En effet,

00010011 + 11101101 = 00000000 (avec une retenue de 1 qui est éliminée).(on va voir l’addition binaire)

Astuce

Pour transformer de tête un nombre binaire en son complément à deux, on parcourt le nombre de

droite à gauche en laissant inchangés les bits jusqu'au premier 1 (compris), puis on inverse tous les

bits suivants. Prenons comme exemple le nombre 20 : 00010100.

1. On garde la partie à droite telle quelle : 00010100

2. On inverse la partie de gauche après le premier un : 11101100

3. Et voici -20 : 11101100

Le 4 juin 1996, une fusée Ariane 5 a explosé 40 secondes après l'allumage. La fusée et son

chargement avaient coûté 500 millions de dollars. La commission d'enquête a rendu son rapport au

bout de deux semaines. Il s'agissait d'une erreur de programmation dans le système inertiel de

référence. À un moment donné, un nombre codé en virgule flottante sur 64 bits (qui représentait la

vitesse horizontale de la fusée par rapport à la plate-forme de tir) était converti en un entier sur 16

bits. Malheureusement, le nombre en question était plus grand que 32768 (le plus grand entier que

l'on peut coder sur 16 bits) et la conversion a été incorrecte.

Exercice 3.4

1. Codez les entiers relatifs suivants sur 8 bits (16 si nécessaire) : 456, -1, -56, -5642.

2. Que valent en base dix les trois entiers relatifs suivants :

01101100

11101101

1010101010101010 ?