**Binaire, octal et hexadécimal**

Le système décimal utilise dix chiffres différents pour représenter les entiers naturels finis : 0123456789.

Ce cours concerne des entiers naturels à 39 chiffres décimaux maximum (un uuid ou une adresse IPv6 = 128 bits = 32 chiffres hexadécimaux = 39 chiffres décimaux).

Le système binaire utilise deux chiffres : 0 et 1

Le système octal utilise 8 chiffres : 01234567.

1 chiffre octal = 3 chiffres binaires.

La notation octale est rarement utilisée.

Le système hexadécimal utilise 16 chiffres : 0123456789ABCDEF

(les lettres sont indifféremment en majuscule ou en minuscule : 0123456789abcdef).

La notation hexadécimal est très souvent utilisée.

BINAIRE DECIMAL OCTAL HEXADECIMAL

0 0 0 0

1 1 1 1

10 2 2 2

11 3 3 3

100 4 4 4

101 5 5 5

110 6 6 6

111 7 7 7 🡨 3 bits = 1 chiffre octal

1000 8 10 8 🡨 4 bits = 2 chiffre octal

1001 09 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 🡨 4 bits = 1 chiffre hexa.

Dans certains langages de programmation, les nombres en notation octales commencent par 0. 033 = 3×8+3 = 27 = 1B en hexadécimal.

Les nombres hexadécimaux commencent souvent par 0x.   
0x41 = 4×16+1 = 65.

**Codage des entiers naturels**

Dans un ordinateur, tout est binaire.

L’ordinateur ne comprend que des suites de 0 et de 1 :

le courant passe ou ne passe pas,

la charge magnétique est positive ou négative,

la lumière est renvoyée ou pas

…

BIT = BINARY DIGIT

Chaque information est codée sur un certain nombre de bits.

1 bit = \_ 0 1

2 bits = \_\_ 00 01 10 11

0 1 2 3

3 bits = \_\_\_ 000  001  010  011 100  101  110  111

0 1 2 3 4 5 6 7

**TABLE DE CONVERSION 4 BITS VALEURS D’APRES LE NOMBRE DE BITS**

BINAIRE DECIMAL HEXADECIMAL Nbits Valeurs Intervalle

0000 00 0

0001 01 1 1 2 0 .. 1

0010 02 2 2 4 0 .. 3

0011 03 3 3 8 0 .. 7

0100 04 4 4 16 0 .. 15

0101 05 5 5 32 0 .. 31

0110 06 6 6 64 0 .. 63

0111 07 7 7  128 0 .. 127

1000 08 8 8  256 0 .. 255

1001 09 9 9  512 0 .. 511

1010 10 A 10 1024 0 .. 1023

1011 11 B

1100 12 C 15 32768 0 .. 32767

1101 13 D 16 65536 0 .. 65535

1110 14 E 20 1048576 0 .. 1048575

1111 15 F 32 4294967296 0 .. 4294967295

**Avec n bits on peut encoder**

**2^n valeurs différentes, de 0 à 2^n – 1**

Avec 64 bits on peut encoder 18 446 744 073 709 551 616   
 valeurs différentes, de 0 à 18 446 744 073 709 551 615.

32 bits = 1 adresse IPv4

64 bits = unité de base des microprocesseurs  
128 bits = un GUID ou un UUID ou 1 adresse IPv6

**Octet en informatique**

**1 octet = 8 bits 256 valeurs différentes de 0 à 255**

**ENCODAGE D’UN OCTET DE BINAIRE A DECIMAL**

**0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111**

**0000** 000 001 002 003 004 005 006 007 008 009 010 011 012 013 014 015

**0001** 016 017 018 019 020 021 022 023 024 025 026 027 028 029 030 031

**0010** 032 033 034 035 036 037 038 039 040 041 042 043 044 045 046 047

**0011** 048 049 050 051 052 053 054 055 056 057 058 059 060 061 062 063

**0100** 064 065 066 067 068 069 070 071 072 073 074 075 076 077 078 079

**0101** 080 081 082 083 084 085 086 087 088 089 090 091 092 093 094 095

**0110** 096 097 098 099 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111

**0111** 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127

**1000** 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143

**1001** 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159

**1010** 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175

**1011** 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191

**1100** 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207

**1101** 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223

**1110** 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239

**1111** 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255

**ENCODAGE D’UN OCTET DE BINAIRE A HEXADECIMAL**

**0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010 1011 1100 1101 1110 1111**

**0000** 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F

**0001** 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F

**0010** 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F

**0011** 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 3A 3B 3C 3D 3E 3F

**0100** 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 4A 4B 4C 4D 4E 4F

**0101** 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5A 5B 5C 5D 5E 5F

**0110** 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6A 6B 6C 6D 6E 6F

**0111** 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 7A 7B 7C 7D 7E 7F

**1000** 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 8A 8B 8C 8D 8E 8F

**1001** 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 9A 9B 9C 9D 9E 9F

**1010** A0 A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 AA AB AC AD AE AF

**1011** B0 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 BA BB BC BD BE BF

**1100** C0 C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 CA CB CC CD CE CF

**1101** D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 DA DB DC DD DE DF

**1110** E0 E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9 EA EB EC ED EE EF

**1111** F0 F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 FA FB FC FD FE FF

**UNITES DE MESURES INFORMATIQUE**

La CEI (Comission Electrotechique Internationale) a publié la norme CEI 60027-2 en 1998.

1 bit (b) = 1 bit

1 byte (B) = 1 octet (o)

100**b** = 100 bits

1 k**B** = 1000 octets (ou 1024 octets selon le contexte)

1 kilo-octet (Ko) = = 10^3 = 1 000 octets = 8 000 bits

1 méga-octet (Mo) = 1 000 Ko = 10^6 = 1 000 000 octets *1 Ko = 1024 o existe aussi*

1 giga-octet (Go) = 1 000 Mo = 10^9 = 1 000 000 000 octets

1 téra-octet (To) = 1 000 Go = 10^12 = 1 000 000 000 000 octets

1 kibi-octet (Kio) = 2^10 = 1 024 octets = 8 192 bits

1 mébi-octet (Mio) = 1 024 Kio = 2^20 = 1 048 576 octets ~ 1,05 Mo

1 gibi-octet (Gio) = 1 024 Mio = 2^30 = 1 073 741 824 octets ~ 1,07 Go

1 tébi-octet (Tio) = 1 024 Gio = 2^40 = 1 099 511 627 776 octets ~ 1,1 To

NB : 32 bits = 4 Gio…

**Codage Binaire et Hexadécimal**

Considérons un nombre ayant 19 chiffres, 10 pour la partie entière et 9 pour la partie décimale. C’est un nombre à virgule fixe. On numérote les cases d’après leur position par rapport à la virgule :

\_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ , \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9

En décimal, chaque case peut prendre les chiffres de 0 à 9.  
On multiplie le chiffre de la case N par 10^N  
et on additionne tous les chiffres ainsi multipliés.

En binaire, chaque case peut prendre les chiffres de 0 à 1.  
On multiplie le chiffre de la case N par 2^N  
et on additionne tous les chiffres ainsi multipliés.

En hexadécimal, chaque case peut prendre les chiffres de 0 à F.  
On multiplie le chiffre de la case N par 16^N   
et on additionne tous les chiffres ainsi multipliés.

Décodage du nombre 101,01 :

0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 , 0 1 0 0 0 0 0 0 0

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9

En décimal : 1\*10^2 + 1\*10^0 + 1\*10^(-2)   
 = 100 + 1 + 0,01 = 101,01

En binaire : 1\*2^2 + 1\*2^0 + 1\*2^(-2)   
 = 4 + 1 + 0,25 = 5,25

En hexadécimal : 2\*16^2 + 1\*16^0 + 1\*16^(-2)   
 1 = 256 + 1 + 0,00390625 = 257,00390625

Ce principe fonctionne quelque soit le nombre de chiffres.   
Pour les nombre entiers, on numérote les chiffres à partir de 0.