ANNÉE PASSERELLE EN INGÉNIERIE

Chapitre 3 — Binaire, hexadécimal et opérations logiques

Introduction à la Téléinformatique

Vincent Audergon · HEIA-FR

Année académique 2026-2027

Plan du chapitre

01 Unités de mesure de l’information
02 Représentation des nombres
03 Opérations logiques
04 Encodage ASCII

Objectifs du chapitre

HEIA-FR
HTA-FR

À l'issue de ce chapitre, vous saurez :

- **définir** les unités de mesure de l'information (bit, octet, kilo-octet, méga-octet...) ;
- **définir** les systèmes de numération binaire et hexadécimal ;
- **effectuer** des conversions entre ces systèmes ;
- **appliquer** les opérations logiques de base (AND, OR, NOT, XOR).

SECTION
01

Unités de mesure de l’information

01 **Unités de mesure de l’information**
02 Représentation des nombres
03 Opérations logiques
04 Encodage ASCII

Bit et octet

DÉFINITION · BIT

Le bit est l'unité de base de l'information (*binary digit*) : **0** ou **1**, reflet des états électriques (Off/On) des systèmes informatiques.

DÉFINITION · OCTET

Un octet est un ensemble de **8 bits** (aussi appelé *byte* en anglais) — l'unité la plus courante pour quantifier la taille des données.

REMARQUE

Formellement, un byte ne fait pas nécessairement 8 bits, mais c'est le standard actuel. Le terme « octet » est quant à lui sans ambiguïté.

Kilo, méga… ou kibi, mébi ?

Deux familles de préfixes, à ne pas confondre :

Puissances de 10 (SI)

- 1 Ko (« kilo octet ») = 10^3 octets
- 1 Mo (« méga octet ») = 10^6 octets
- 1 Go (« giga octet ») = 10^9 octets
- 1 To (« téra octet ») = 10^{12} octets

Puissances de 2 (binaires)

- 1 Kio (« kibi octet ») = 2^{10} octets
- 1 Mio (« mébi octet ») = 2^{20} octets
- 1 Gio (« gibi octet ») = 2^{30} octets
- 1 Tio (« tébi octet ») = 2^{40} octets

REMARQUE
Notation : **o** pour octet, **B** pour byte, **b** pour bit.

? QUESTION 1

Convertissez : 10 MB en Mb, puis 250 o en b.

RÉPONSE

- $10\ \text{MB} = 10 \times 8 = 80\ \text{Mb}$ (1 B = 8 b)
- $250\ \text{o} = 250 \times 8 = 2000\ \text{b}$

Débit et latence

DÉFINITION · DÉBIT

Quantité d'information transmise **par unité de temps**, souvent exprimée en bit/s (b/s) ou byte/s (B/s). En pratique, on parle de kb/s, Mb/s, Gb/s… pour les débits des réseaux modernes.

DÉFINITION · LATENCE

Temps nécessaire pour qu'un signal parcoure un canal, de l'émetteur au récepteur. À ne pas confondre avec le débit. Généralement exprimée en millisecondes (ms).

Débit et latence (suite)

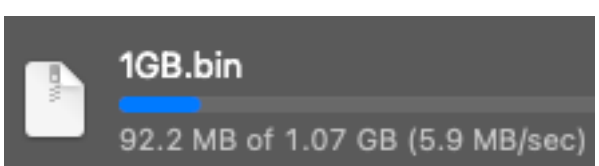
ATTENTION

Ne pas confondre les unités de débit en bit/s et les unités de débit en byte/s : 1 B/s = 8 b/s. Côté applications, on parle souvent de « Mo/s » (ou de MB/s) pour les transferts de fichiers, mais les fournisseurs d'accès Internet annoncent leurs débits en « Mb/s » ou « Gb/s ».

Exemple chez Swisscom :

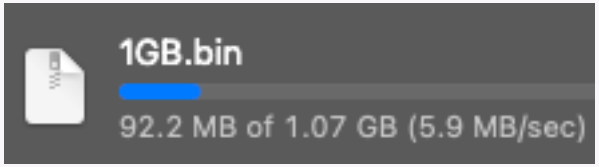


Exemple dans un navigateur web (téléchargement d'un fichier) :



? QUESTION 2

Quel est le débit en Mb/s ? et en Gb/s ?



RÉPONSE

- $5.9\text{MB/s} = 5.9 \times 8 = 47.2\ \text{Mb/s}$
- $47.2\ \text{Mb/s} = \frac{47.2}{1000} \approx 0.047\ \text{Gb/s}$

? QUESTION 3

Combien de temps pour télécharger un PDF de 5 Mo avec :

- Un modem 56k (56 kb/s)
- Un fibre optique (1 Gb/s)

RÉPONSE

Télécharger un PDF de 5 Mo (= 40 Mb) :

- à 56 kbps →

$$t = \frac{40000}{56} \approx 714 \text{ s} \approx 12 \text{ min}$$

- à 1 Gbps →

$$t = \frac{0.04}{1} = 0.04 \text{ s}$$

Synthèse

HEIA-FR
HTA-FR

À RETENIR

- **Bit** (0/1) → **octet** (8 bits) → kilo/méga/giga (×1000) ou kibi/mébi/gibi (×1024 (2^{10})).
- **Débit** = quantité d'information / temps (b/s, B/s, o/s, kb/s, kB/s, ko/s, etc.)
- Gb/s ≠ GB/s : 1 B/s = 8 b/s
- **Latence** = temps de parcours du signal (ms)

SECTION
02 —

Représentation des nombres

01 Unités de mesure de l'information
02 **Représentation des nombres**
03 Opérations logiques
04 Encodage ASCII

Représentation des nombres

- Dans la vie courante, nous comptons avec 10 chiffres (0 à 9) : c'est le système décimal.
- Pourquoi 10 ? Parce que nous avons 10 doigts !



Du décimal aux autres bases

Le système décimal est en **base 10** : 10 symboles (0 à 9), chaque position a un poids en 10^k.

$$305 = 3 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 5 \times 10^0$$

ASTUCE
Avec n positions en base b, le plus grand nombre représentable est $b^n - 1$.

EXEMPLE

Prenons un cadenas avec 4 chiffres à 10 positions possibles (0 à 9), cela donne $n = 4, b = 10$, donc $10^4 = 10000$ combinaisons.

Binaire (base 2)

DÉFINITION · BINAIRE

Le binaire est en base **2**, deux symboles (`0` , `1`) : chaque position est une puissance de 2.

$$1011_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 11_{10}$$

REMARQUE

Pour lever l'ambiguïté sur la base, on indice (101_2) ou on préfixe (`0b101` binaire, `0x101` hexadécimal).

ASTUCE

Apprenez les puissances de 2 de 2^0 à 2^{16} : 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384, 32768, 65536.

? QUESTION 4

Convertissez 10010_2 en base 10.

RÉPONSE

$$10010_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 16 + 2 = 18_{10}$$

? QUESTION 5

Il est possible de compter en binaire avec les doigts ! Un doigt fermé = 0, un doigt ouvert = 1. Jusqu'à combien est-il possible de compter ? (on considère les 10 mains pour un total de 10 doigts.)

> **RÉPONSE**
> $n = 10, b = 2$ **donc** $2^{10} = 1024$

Hexadécimal (base 16)

DÉFINITION · HEXADÉCIMAL

La base **16** est appelée « hexadécimal » : symboles 0-9 puis A-F (valeurs 10 à 15).

$$2F_{16} = 2 \times 16^1 + F \times 16^0 = 32 + 15 = 47_{10}$$

- Un symbole hexadécimal correspond à 4 bits (un **nibble**). Ainsi, 2 symboles hexadécimaux = 1 octet.

ASTUCE
Pour convertir hexa → binaire, remplacez chaque chiffre par ses 4 bits : `2F` → `0010` `1111` → `00101111`.

Table hexadécimale

Hex	Déc	Bin	Hex	Bin
0	0	0000	**8**	1000
1	1	0001	**9**	1001
2	2	0010	**A**	1010
3	3	0011	**B**	1011
4	4	0100	**C**	1100
5	5	0101	**D**	1101
6	6	0110	**E**	1110
7	7	0111	**F**	1111

REMARQUE
Majuscule ou minuscule pour les lettres A-F, peu importe.

? QUESTION 6

Convertissez FF_{16} en base 10 puis en binaire.

RÉPONSE

$$\mathrm{FF}_{16} = 15 \times 16 + 15 = 255_{10} = 11111111_2$$

Décimal → binaire / hexadécimal

Méthode par puissances successives :

1. Trouver la plus grande puissance de la base cible $\leq$ le nombre.
2. La soustraire, noter le chiffre correspondant.
3. Répéter jusqu'à un reste nul.

EXEMPLE · 45 EN BINAIRE

$$45 = 32 + 8 + 4 + 1 = 2^5 + 2^3 + 2^2 + 2^0$$

$$45_{10} = 101101_2$$

Un mot sur l'octal (base 8)

- 8 symboles : 0-7, chaque position a un poids en 8^k.
- Rarement utilisé aujourd'hui, mais encore présent notamment dans les permissions Unix.
- Historiquement préfixé par `0` dans les langages de programmation comme `C`.
- Pour éviter la confusion entre octal et décimal, on préfère le préfixe `0o` (ex. `0o755`).
- Le prefix `0x` est utilisé pour l'hexadécimal (ex. `0xFF`), et `0b` pour le binaire (ex. `0b1010`).

? QUESTION 7

Convertissez 255_{10} en binaire, puis 300_{10} en hexadécimal.

RÉPONSE

- $255 = 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1$, donc $255_{10} = 11111111_{2}$.
- $300 = 1 \times 256 + 2 \times 16 + 12$, donc $300_{10} = 12\mathrm{C}_{16}$.

Synthèse

HEIA-FR
HTA-FR

CE QU'IL FAUT RETENIR

- Décimal (base 10), binaire (base 2), hexadécimal (base 16) : même principe, poids en b^k.
- Préfixes : `0b` pour binaire, `0x` pour hexadécimal, `0o` pour octal…
- … ou suffixes : n_2, n_8, n_{10}, n_{16}.
- Conversions à connaître (binaire ↔ décimal, hexadécimal ↔ décimal, binaire ↔ hexadécimal).
- 1 symbole hexa = 4 bits (un **nibble**).

SECTION
03 —

Opérations logiques

01 Unités de mesure de l’information
02 Représentation des nombres
03 **Opérations logiques**
04 Encodage ASCII

Opérateurs logiques

DÉFINITION · OPÉRATEUR LOGIQUE

Dispositif qui prend une ou plusieurs entrées binaires et produit une sortie binaire selon une règle précise. Base de l'électronique numérique.

- Table de vérité : toutes les combinaisons d'entrées et la sortie correspondante.
- Porte logique : représentation physique de l'opérateur, souvent un circuit intégré.

AND et OR

ET (AND)

Vrai seulement si **les deux** entrées sont vraies.

A	B	$A \wedge B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	**1**

OU (OR)

Vrai si **au moins une** entrée est vraie.

A	B	$A \vee B$
0	0	0
0	1	**1**
1	0	**1**
1	1	**1**

REMARQUE

Notations AND : `·`, `&`, `∧`.

Notations OR : `+`, `|`, `∨`.

NOT et XOR

NON (NOT)

Une seule entrée, inverse la valeur.

A	¬A
0	**1**
1	**0**

XOR (OU exclusif)

Vrai si les entrées sont **différentes**.

A	B	A⊕B
0	0	0
0	1	**1**
1	0	**1**
1	1	0

ASTUCE

« ET demande que **tout** soit vrai. OU accepte qu'**un seul** le soit. XOR veut **l'un ou l'autre, mais pas les deux**. »

? QUESTION 8

Evaluez : $(1 \text{ XOR } 1) \text{ OR } (0 \text{ AND } 1)$**.**

> **RÉPONSE**
> $1 \text{ XOR } 1 = 0$, $0 \text{ AND } 1 = 0$, donc $0 \text{ OR } 0 = 0$.

Opérations sur des mots binaires

On applique l'opérateur **bit à bit**, position par position.

$A = 1010_2 \quad B = 1100_2$

$$A \text{ AND } B = 1000_2$$

REMARQUE

Un ensemble de bits traité comme un tout s'appelle un **mot binaire** (*word*). Ces opérations **bitwise** servent aux masques, au chiffrement simple, à la compression.

? QUESTION 9

Avec $A = 1010_2$ et $C = 0110_2$, calculez $A \text{ XOR } C$.

RÉPONSE
$1010 \text{ XOR } 0110 = 1100_2$ (bit à bit : différent → 1, identique → 0).

Synthèse

CE QU'IL FAUT RETENIR

- **AND** : vrai si tout est vrai. **OR** : vrai si au moins un est vrai.
- **NOT** : inverse. **XOR** : vrai si différents.
- Les opérations s’appliquent **bit à bit** sur un mot binaire.

SECTION
04 —

Encodage ASCII

01 Unités de mesure de l’information
02 Représentation des nombres
03 Opérations logiques
04 **Encodage ASCII**

Représenter des caractères

L'informatique ne traite que des nombres binaires. L'**ASCII** (1960s) associe à chaque caractère un code numérique unique.

- **ASCII standard** : 7 bits → 128 caractères (lettres, chiffres, ponctuation).
- **ASCII étendu** : 8 bits → 256 caractères (accents inclus).
- **UTF-8** : encodage moderne, couvre l'ensemble des langues du monde.

EXEMPLE · 'A' EN ASCII

Code décimal **65**, soit `01000001` en binaire.

Table ASCII

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	[END OF TRANSMISSION]	36	24	$	68	44	D	100	64	d
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	[HORIZONTAL TAB]	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	E	[SHIFT OUT]	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	[DEVICE CONTROL 3]	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[END OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	[CANCEL]	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{

? QUESTION 10

Décodez ce message binaire à l'aide de la table ASCII :

```
01000010 01110010 01100001 01110110 01101111 00100001
```

> **RÉPONSE**
> B, r, a, v, o, ! → **« Bravo! »**

Synthèse

CE QU'IL FAUT RETENIR

- Le **bit** (0/1) est l'unité de base. 8 bits = 1 **octet**. Débit ≠ latence.
- **Binaire** (base 2) et **hexadécimal** (base 16) se convertissent vers/depuis le décimal par poids de position.
- Quatre opérateurs logiques : **AND**, **OR**, **NOT**, **XOR**. Appliqués bit à bit sur un mot binaire.
- L'**ASCII** encode les caractères en binaire
- L'**UTF-8** est un encodage moderne, compatible avec l'ASCII, qui couvre l'ensemble des langues du monde.

Des questions ?

Sources

Les sources utilisées pour ce cours (normes, documentation officielle, articles, ouvrages de référence) sont citées et listées intégralement dans la **bibliographie du support de cours écrit**, disponible sur le site du cours :

https://api-teleinfo.isc.heia-fr.ch