

# Informatique 1ère année

Collège Sismondi

2025-2026

# REPRÉSENTATION NUMÉRIQUE DE L'INFORMATION

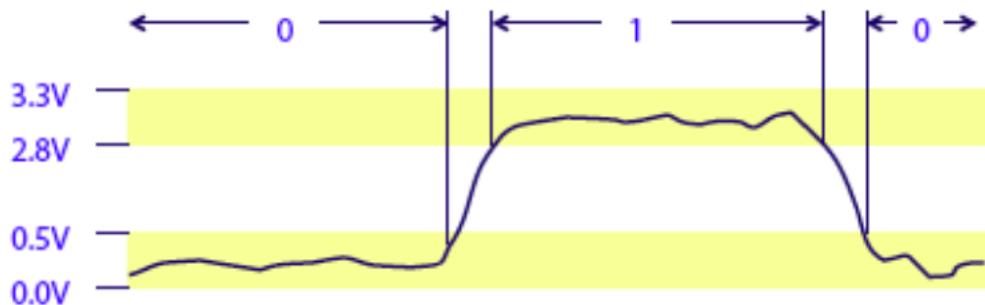
## 1.1 Introduction

Aujourd’hui, nous utilisons des ordinateurs, des téléphones mobiles, des tablettes pour écrire, regarder des vidéos, écouter de la musique ou jouer à des jeux. Mais comment une machine peut-elle comprendre autant de choses différentes ?

Lorsque nous utilisons un logiciel, chaque action que nous effectuons avec la souris ou le clavier par exemple est traduite en langage informatique puis exécutée par l’ordinateur.

*“Transmettre des informations sous forme numérique suppose entre autres d’optimiser la taille des messages transmis pour éviter de surcharger les canaux de transmission, d’être capable de rectifier des erreurs apparues en cours de transmission, de crypter les contenus et d’authentifier les émissaires et les destinataires...”* (Dunod, 2006)

Les images, le son, le texte et les vidéos sont des informations qu’un ordinateur peut traiter. Un ordinateur est composé de circuits électriques qui fonctionnent à l’électricité. L’information est représentée physiquement par un **signal électrique ou magnétique qui, au-delà d’un certain seuil, correspond à la valeur 1 si non par 0**. Par conséquent, l’information est toujours sous forme d’un ensemble de nombres écrit en **base 2 par exemple 011001**.



En 1939, Claude Shannon a été le premier à faire un parallèle entre l’algèbre booléenne (une algèbre binaire, n’acceptant que vrai et faux comme valeurs, et trois fonctions logiques “Et (\*), Ou(+), Non(-)”) et le fonctionnement des circuits électriques. Le vrai/faux se transforme en 1 : le courant passe, 0 : il ne passe pas. C’est Shannon qui popularise le terme de bit :

**Définition 1 :**

Le terme **bit** (b minuscule dans les notations) signifie *binary digit*, c'est-à-dire 0 ou 1 en numérotation binaire. Il s'agit de la plus petite unité d'information manipulable par une machine numérique.

L'**octet** (en anglais **byte** ou B majuscule dans les notations) est une unité d'information composée de 8 bits. Il permet par exemple de stocker un caractère comme une lettre ou un chiffre.

D'autres termes sont aussi utilisés pour définir certaines longueurs de nombre :

- Un octet est l'unité de base de la mémoire des ordinateurs.
- Une unité d'information composée de 16 bits est généralement appelée **mot** (en anglais **word**).
- Une unité d'information de 32 bits de longueur est appelée **mot double** (en anglais **double word**, d'où l'appellation **dword**).

## 1.2 Les bases décimales, binaires et hexadécimales

### 1.2.1 La base décimale

Le système décimal (base 10) est celui que nous utilisons dans la vie quotidienne parce que nous avons commencé à compter avec nos doigts. Il comporte 10 symboles de 0 à 9. C'est un système positionnel, c'est-à-dire que l'endroit où se trouve le symbole définit sa valeur.

Par exemple :  $(9'875)_{(10)} = 9 \cdot 10^3 + 8 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$

10 représente la base et les puissances de 0 à 3 le rang de chaque chiffre. Quelle que soit la base, le chiffre de droite est celui des unités. Celui de gauche est celui qui a le poids le plus élevé.

### 1.2.2 Binaire

Dans les domaines de l'automatisme, de l'électronique et de l'informatique, nous utilisons la base 2. Tous les nombres s'écrivent avec deux chiffres uniquement, 0 et 1. Car l'algèbre booléenne est à la base de l'électronique numérique. Par exemple, un interrupteur est ouvert ou fermé, une diode électroluminescente (ou LED en anglais) est allumée ou éteinte, une tension est présente ou absente, un champ magnétique est orienté Nord-Sud ou Sud-Nord.

Le chiffre binaire, qui peut prendre ces deux états, est nommé **bit** (binary digit). Les règles sont les mêmes que pour le décimal.

Par exemple,  $1101_{(2)} = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 13_{(10)}$

### Compter en binaire

Comptons en binaire pour voir comment ça fonctionne.

Décimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Binaire	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010

Entrons dans le détail pour comprendre comment convertir des nombres binaires et nombres décimaux et inversement.

### Conversion binaire décimale

Une méthode pour obtenir le nombre en base 10, connaissant son écriture en base 2, est d'établir la valeur de chaque chiffre du nombre : celui le plus à droite représente 1, le deuxième représente 2, le troisième représente  $2^2 = 4$ , le quatrième représente  $2^3 = 8$ , etc. comme dans la grille ci-dessous :

64	32	16	8	4	2	1
----	----	----	---	---	---	---

Par exemple si nous voulons connaître la valeur décimale du nombre 10110, nous établissons d'abord une grille avec les différentes puissances de 2 ; ensuite, nous plaçons le nombre en binaire sous cette grille en mettant bien le chiffre des unités sous le carré le plus à droite :

64	32	16	8	4	2	1
		1	0	1	1	0

Il ne reste plus qu'à additionner les nombres des colonnes qui contiennent un 1 :  $16+4+2 = 22$

N.B. : Ce tableau est extensible à l'infini vers la gauche avec les puissances de 2 suivantes.

- 1 Écrire en base 10 les nombres suivants :

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| 1. $101_{(2)}$   | 4. $10101_{(2)}$  |
| 2. $10000_{(2)}$ | 5. $10_{(2)}$     |
| 3. $1111_{(2)}$  | 6. $111000_{(2)}$ |

Vous pouvez utiliser le tableau ci-dessous :

		64	32	16	8	4	2	1

### Conversion décimale binaire

Pour trouver l'écriture binaire d'un nombre écrit en base 10, il existe principalement deux méthodes.

La première méthode consiste à décomposer le nombre en somme de puissance de 2 et à utiliser la grille précédente.

Plus concrètement, si nous voulons écrire 99 en binaire. La plus grande puissance de 2 que nous pouvons prendre dans 99 est 64 (128, la suivante, est trop grande). Il reste ensuite :

**99-64= 35.** Dans 35 on peut mettre 32, et il restera

**35-32= 3.** Dans 3 on ne peut ni mettre 16, ni mettre 8, ni mettre 4. On peut mettre 2 :

**3-2 = 1** Il reste 1. Dans 1 on peut mettre 1 :

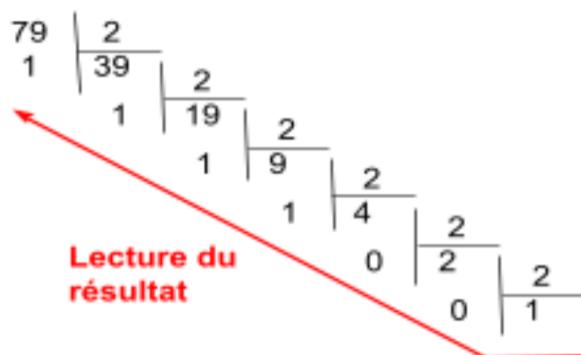
**1-1 = 0**

Cela signifie que  $99=64+32+2+1$ . Sur notre grille cela donne :

64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	0	1	1

Donc  $99_{(10)} = 1100011_{(2)}$ .

La deuxième méthode consiste effectuer des divisions successives par 2. Le nombre en binaire se lira à l'aide des restes des différentes divisions :



Ainsi,  $79_{(10)} = 1001111_{(2)}$

2

Les nombres suivants sont écrits en base 10. Donner leur écriture en base 2 :

- |        |         |
|--------|---------|
| 1. 75  | 5. 100  |
| 2. 12  | 6. 200  |
| 3. 27  | 7. 1000 |
| 4. 153 | 8. 2000 |

### 1.2.3 \*La base hexadécimale

C'est le code utilisé dans la programmation de certains automates et microprocesseurs. Il est composé de : 10 chiffres de 0 à 9, et 6 lettres de A à F. Les adresses MAC (adresses uniques associées à chaque carte réseau dans le monde) sont aussi écrites en base hexadécimale.

La manipulation des nombres écrits en binaire est difficile pour l'être humain et la conversion en décimal n'est pas simple. C'est pourquoi nous utilisons de préférence le système hexadécimal (base 16).

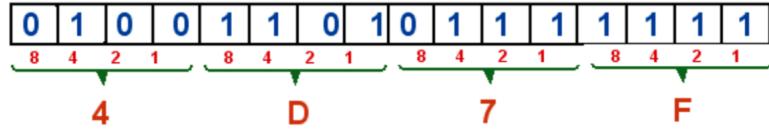
Le tableau ci-dessous montre la représentation des nombres de 0 à 15 dans les bases 10, 2 et 16.

Par exemple,  $B4F_{(16)} = B \cdot 16^2 + 4 \cdot 16^1 + F \cdot 16^0 = 11 \cdot 16^2 + 4 \cdot 16^1 + 15 \cdot 16^0 = 2895_{(16)}$

Décimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Binaire	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
Hexadécimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

## Conversion en binaire

Pour convertir un nombre binaire en hexadécimal il suffit de remarquer que chaque groupe de 4 bits représente un chiffre en hexadécimal :



3

\* Écrire les nombres suivants en base hexadécimale :

1.  $10010010110_{(2)}$
2.  $111110_{(2)}$
3.  $1000110101110101_{(2)}$
4.  $11110000000011_{(2)}$

## Conversion en décimal

La méthode par division (par 16) s'applique comme en binaire (par 2).

4

\* Écrire les nombres suivants en hexadécimal :

1. 92
2. 256
3. 500
4. 1023

### 1.2.4 Opération sur les nombres en binaires

Tout comme pour l'addition en colonne, pour additionner deux nombres écrits en binaires il faut les additionner bit à bit.

5

Quel est le résultat des calculs binaires suivants :

- a)  $0 + 0 =$
- b)  $1 + 0 =$
- c)  $0 + 1 =$
- d)  $1 + 1 =$
- e)  $1 + 1 + 1 =$

À l'aide de l'exercice suivant effectué l'addition suivante :

$$1100101001 + 101110101$$

Pour cela, compléter l'addition en colonne suivante :

$$\begin{array}{r}
 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \\
 + \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 \end{array}$$

**6** Effectuer les additions binaires suivantes :

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| 1. $1001 + 101$     | 3. $110001 + 11010$  |
| 2. $10011 + 110011$ | 4. $110101 + 101110$ |

**7**

1. On voudrait encoder des emojis en binaire ; en d'autres mots, on voudrait faire correspondre chaque emoji à un code binaire différent.
  - (a) Combien peut-on encoder de symboles (ici des emojis) différents sur 3 bits ?
  - (b) Sur 5 bits ?
  - (c) Sur 11 bits ?
2. Combien de nombres peut-on représenter avec 5 bits et avec 12 bits ?
3. Quel est le plus grand nombre qu'on peut écrire sur 8 bits ?
4. On se pose maintenant la question inverse :
  - (a) Combien me faut-il de bits pour encoder 8 symboles différents ?
  - (b) 9 symboles ?
  - (c) 69 symboles ?

### 1.3 Représentation des nombres entiers relatifs signés

*Rappel : Les nombres entiers naturels sont l'ensemble des nombres entiers et positifs. Il est désigné par la lettre  $\mathbf{N} = \{0, 1, 2, \dots\}$ .*

*Les nombres entiers sont l'ensemble des nombres entiers négatifs et positifs. Il est désigné par la lettre  $\mathbf{Z} = \{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$ .*

Nous arrivons maintenant à écrire tous les nombres entiers naturels en binaire.

**Remarque 1 :**

Dans la pratique, nous avons besoin de savoir quelle taille fait chaque nombre, i.e. sur combien de bits, il est codé. On peut par exemple décider que les nombres sont codés sur un octet (8 bits) : le plus petit nombre sera  $00000000 = 0$  et le plus grand sera  $11111111 = 255$ .

**Problème :** En faisant ainsi, nous ne pouvons pas représenter des nombres négatifs.

Il faut donc utiliser un certain nombre de règles en fonction du type de nombres que l'on veut représenter avec un ordinateur : nombres entiers, nombres relatifs, nombres rationnels...

$104 = \boxed{0} \boxed{1} \boxed{1} \boxed{0} \boxed{1} \boxed{0} \boxed{0} \boxed{0}$

$-104 = \boxed{1} \boxed{1} \boxed{1} \boxed{0} \boxed{1} \boxed{0} \boxed{0} \boxed{0}$

 signe       magnitude

### 1.3.1 Représentation signe-magnitude

Une première façon pour représenter les nombres négatifs est de décider que le bit le plus gauche représente le signe du nombre.

Sur 8 bits, le plus grand nombre représentable sera  $01111111=127$  et le plus petit sera  $11111111=-127$ .

Il est possible d'additionner deux nombres pour autant qu'ils soient tous les deux positifs et que le résultat ne dépasse pas le nombre plus grand nombre pouvant être écrit :

$$\begin{array}{r}
 104 \quad \boxed{0} \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\
 + \quad 12 \quad \boxed{0} \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \\
 \hline
 116 \quad \boxed{0} \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 104 \quad \boxed{0} \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\
 + \quad 30 \quad \boxed{0} \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \\
 \hline
 \text{Résultat faux} \quad \boxed{1} \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0
 \end{array}$$

Le résultat de  $104 + 30=134$  amène un dépassement de capacité. Le nombre entier signé maximum sur 8 bits est 127.

**Problème :** Bien que pratique, cette façon de coder les nombres négatifs présente deux problèmes :

1. zéro est représenté de deux façons différentes : 1000000 et 00000000.
2. si on additionne deux nombres opposés, nous n'obtenons pas 0.

### 1.3.2 \*Représentation des nombres en complément à deux

#### Principe du complément à deux

Cette représentation résout les problèmes de la représentation signée.

Avec le complément à deux :

- les  **nombres positifs** sont représentés normalement (comme en binaire usuel),
  - les  **nombres négatifs** sont représentés d'une manière spéciale qui rend les calculs plus simples.

Avec  $n$  bits, on peut coder :

$$-2^{n-1} \leq x \leq 2^{n-1} - 1$$

## Comment écrire un nombre négatif ?

Pour trouver le complément à deux d'un nombre négatif, on procède en trois étapes :

1. On écrit la valeur positive en binaire, sur le nombre de bits choisi. Par exemple, nous aimerais écrire le nombre -80. il faut donc commencer par coder le nombre +80 +80 sur 8 bits :

01010000

2. On inverse tous les bits (les 0 deviennent 1 et les 1 deviennent 0). Résultat :

10101111

3. On ajoute 1 à ce résultat :

$$\begin{array}{ccccccccc}
 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 + & & & & & & & & 1 \\
 \hline
 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{array}$$

Donc,  $-80$  est représenté par 10110000.

### Vérification avec un calcul

Ce qui rend le complément à deux très pratique, c'est que les additions marchent normalement, même avec des négatifs.

Exemple :  $80 + (-80) = 0$

$$\begin{array}{ccccccccc}
 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 + & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 \hline
 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{array}$$

En ne gardant que les 8 bits de droite, on obtient :

00000000 = 0

### Exemples de valeurs

Sur 4 bits :

$$\begin{array}{ll} 0111 = +7 & 1111 = -1 \\ 1000 = -8 & 0000 = 0 \end{array}$$

Sur 8 bits :

$10000000 \equiv -128$        $0111111 \equiv +127$

## Résumé

- Le complément à deux est la méthode standard utilisée par les ordinateurs pour représenter les nombres relatifs.
- Les positifs sont codés normalement.
- Les négatifs sont obtenus par **inversion des bits + ajout de 1**.
- Avec  $n$  bits, on peut représenter tous les entiers de  $-2^{n-1}$  à  $2^{n-1} - 1$ .
- Les additions et soustractions fonctionnent de la même façon que pour les positifs, ce qui simplifie les circuits électroniques.

8

En supposant que les nombres soient écrits sur 8 bits, vérifier que  $5 + (-5) = 0$ .

### 1.3.3 Résumé

$n=4$	non signé	signe-magnitude	complément à 2
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
1000	8	0	-8
1001	9	-1	-7
1010	10	-2	-6
1011	11	-3	-5
1100	12	-4	-4
1101	13	-5	-3
1110	14	-6	-2
1111	15	-7	-1

9

Donner la représentation signe-magnitude sur un octet des nombres suivants :

- |         |         |
|---------|---------|
| 1. -100 | 3. -200 |
| 2. 38   | 4. -83  |

10

### \* Complément à deux

a) Donner la représentation en complément à deux des nombres suivants :

- |         |         |
|---------|---------|
| (a) -95 | 3. -200 |
| (b) -64 | 4. -83  |
- b) Vérifier que  $95 + (-95)$  donne bien 0 sur un octet.  
 c) Vérifier que  $64 + (-6)$  donne bien 0111010 sur un octet.

11

Nous donnons trois nombres binaires :

a) 00101010

b) 1011

c) 10111111

1. Que valent ces nombres en représentation non signée ?

2. Que valent ces nombres en représentation signée ?

3. \* Que valent ces nombres en complément à 2 ?

## 1.4 Les codes de caractères

### 1.4.1 La table ASCII

Le binaire permet de coder les nombres que les systèmes informatiques peuvent manipuler. Cependant, l'ordinateur doit aussi utiliser des caractères alphanumériques pour mémoriser et transmettre des textes par exemple de l'ordinateur vers l'imprimante, d'un automate programmable vers un terminal, d'un clavier vers un processeur, etc.

**Decimal - Binary - Octal - Hex – ASCII  
Conversion Chart**

Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII	Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII	Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII	Decimal	Binary	Octal	Hex	ASCII
0	00000000	000	00	NUL	32	00100000	040	20	Space	64	01000000	100	40	@	96	01100000	140	60	`
1	00000001	001	01	SOH	33	00100001	041	21	!	65	01000001	101	41	A	97	01100001	141	61	a
2	00000010	002	02	STX	34	00100010	042	22	"	66	01000010	102	42	B	98	01100010	142	62	b
3	00000011	003	03	ETX	35	00100011	043	23	#	67	01000011	103	43	C	99	01100011	143	63	c
4	00000100	004	04	EOT	36	00100100	044	24	\$	68	01000100	104	44	D	100	01100100	144	64	d
5	00000101	005	05	ENQ	37	00100101	045	25	%	69	01000101	105	45	E	101	01100101	145	65	e
6	00000110	006	06	ACK	38	00100110	046	26	&	70	01000110	106	46	F	102	01100110	146	66	f
7	00000111	007	07	BEL	39	00100111	047	27	'	71	01000111	107	47	G	103	01100111	147	67	g
8	00001000	010	08	Backspace	40	00101000	050	28	(	72	01001000	110	48	H	104	01101000	150	68	h
9	00001001	011	09	HT	41	00101001	051	29	)	73	01001001	111	49	I	105	01101001	151	69	i
10	00001010	012	0A	LF	42	00101010	052	2A	*	74	01001010	112	4A	J	106	01101010	152	6A	j
11	00001011	013	0B	VT	43	00101011	053	2B	+	75	01001011	113	4B	K	107	01101011	153	6B	k
12	00001100	014	0C	FF	44	00101100	054	2C	,	76	01001100	114	4C	L	108	01101100	154	6C	l
13	00001101	015	0D	CR	45	00101101	055	2D	-	77	01001101	115	4D	M	109	01101101	155	6D	m
14	00001110	016	0E	SO	46	00101110	056	2E	.	78	01001110	116	4E	N	110	01101110	156	6E	n
15	00001111	017	0F	SI	47	00101111	057	2F	/	79	01001111	117	4F	O	111	01101111	157	6F	o
16	00010000	020	10	DLE	48	00110000	060	30	0	80	01010000	120	50	P	112	01110000	160	70	p
17	00010001	021	11	DC1	49	00110001	061	31	1	81	01010001	121	51	Q	113	01110001	161	71	q
18	00010010	022	12	DC2	50	00110010	062	32	2	82	01010010	122	52	R	114	01110010	162	72	r
19	00010011	023	13	DC3	51	00110011	063	33	3	83	01010011	123	53	S	115	01110011	163	73	s
20	00010100	024	14	DC4	52	00110100	064	34	4	84	01010100	124	54	T	116	01110100	164	74	t
21	00010101	025	15	NAK	53	00110101	065	35	5	85	01010101	125	55	U	117	01110101	165	75	u
22	00010110	026	16	SYN	54	00110110	066	36	6	86	01010110	126	56	V	118	01110110	166	76	v
23	00010111	027	17	ETB	55	00110111	067	37	7	87	01010111	127	57	W	119	01110111	167	77	w
24	00011000	030	18	CAN	56	00111000	070	38	8	88	01011000	130	58	X	120	01111000	170	78	x
25	00011001	031	19	EM	57	00111001	071	39	9	89	01011001	131	59	Y	121	01111001	171	79	y
26	00011010	032	1A	SUB	58	00111010	072	3A	:	90	01011010	132	5A	Z	122	01111010	172	7A	z
27	00011011	033	1B	ESC	59	00111011	073	3B	;	91	01011011	133	5B	[	123	01111011	173	7B	{
28	00011100	034	1C	FS	60	00111100	074	3C	<	92	01011100	134	5C	\	124	01111100	174	7C	
29	00011101	035	1D	GS	61	00111101	075	3D	=	93	01011101	135	5D	]	125	01111101	175	7D	}
30	00011110	036	1E	RS	62	00111110	076	3E	>	94	01011110	136	5E	^	126	01111110	176	7E	~
31	00011111	037	1F	US	63	00111111	077	3F	?	95	01011111	137	5F	_	127	01111111	177	7F	DEL

Le code **ASCII** (American Standard Code for Information Interchange) représente les caractères sur 7 bits (c'est-à-dire 128 caractères possibles, de 0 à 127). Les codes 0 à 31 ne sont pas des caractères. On les appelle caractères de contrôle car ils permettent de faire des actions telles que : retour à la ligne (CR). Bip sonore (BEL). Les codes 65 à 90 représentent les majuscules. Les codes 97 à 122 représentent les minuscules. Le caractère A par exemple à pour code 65 soit 01000001 en binaire.

Par exemple :

- a) Le caractère f : 102
- b) le point d'interrogation ? : 63
- c) Le chiffre 2 : 50

Le code ASCII a été mis au point pour la langue anglaise, il ne contient donc pas de caractères accentués, ni de caractères spécifiques à une langue. Le code ASCII a donc été étendu à 8 bits pour pouvoir coder plus de caractères (on parle d'ailleurs de code **ASCII étendu...**)

### 1.4.2 Unicode

Le code ASCII est utilisable pour l'anglais mais limité pour les autres langues. Il n'y a que 95 caractères imprimables.

Le système Unicode est un système de codage des caractères sur 16 bits mis au point en 1991. Le système Unicode permet de représenter n'importe quel caractère par un code sur 16 bits, indépendamment de tout système d'exploitation ou langage de programmation (environ 64 000 caractères).

Il regroupe ainsi la quasi-totalité des alphabets existants (arabe, arménien, cyrillique, grec, hébreu, latin, ...) et est compatible avec le code ASCII.

L'ensemble des codes Unicode est disponible sur le site <http://www.unicode.org>.

### 1.4.3 Exercices

**12** Coder ASCII étendu binaire les textes :

1. Sismondi
2. Cc cv ?

**13** Décoder en lettres les mots suivants qui sont codés en ASCII étendu (binaire) :

1. 01100011 01101111 01110101 01100011 01101111 01110101
2. 01001000 01100101 01101100 01101100 01101111 00100000 01110111 01101111 01110010  
01101100 01100100 00100000 00100001

**14** En utilisant le codage ASCII étendu, combien d'octets seraient nécessaires pour stocker la phrase suivante : Bonjour l'univers !

**15** \* En s'aidant de la table ASCII, classer par ordre croissant les caractères suivants (ne pas tenir compte des virgules) : ESC, A, NUL, Delete, m, 8, <, a, ?

**16** \* Complétez le tableau ci-dessous :

Nombres	Bases			
	2	10	16	ascii
11001110101 <sub>2</sub>				
23670 <sub>10</sub>				
FA2C5 <sub>16</sub>				

### 1.4.4 Annexe - Table ASCII étendue

Table ASCII étendu ISO 8859-1 (Latin-1)

DEC	HEX	BIN	Symbol	Description	DEC	HEX	BIN	Symbol	Description	DEC	HEX	BIN	Symbol	Description
000	00	00000000	NUL	nul (Null char)	042	2A	00101010	*	Astérisque	085	55	01010101	U	Lettre latine capitale U
001	01	00000001	SOH	Début d'en-tête (Start of Heading)	043	2B	00101011	+	Plus	086	56	01010110	V	Lettre latine capitale V
002	02	00000010	STX	Début de texte (Start of Text)	044	2C	00101100	,	Virgule (Comma)	087	57	01010111	W	Lettre latine capitale W
003	03	00000011	ETX	Fin de texte (End of Text)	045	2D	00101101	-	Trait d'union / Moins	088	58	01011000	X	Lettre latine capitale X
004	04	00000100	EOT	Fin de transmission (End of Trans.)	046	2E	00101110	-	Point	089	59	01011001	Y	Lettre latine capitale Y
005	05	00000101	ENQ	Demande (Enquiry)	047	2F	00101111	/	Barre oblique	090	5A	01011010	Z	Lettre latine capitale Z
006	06	00000110	ACK	Acknowledgment	048	30	00110000	0	Chiffre zéro	091	5B	01011011	[	Crochet ouvrant
007	07	00000111	BEL	Bell	049	31	00110001	1	Chiffre un	092	5C	01011100	\	Barre oblique inversée
008	08	00001000	BS	Back Space	050	32	00110010	2	Chiffre deux	093	5D	01011101	]	Crochet fermant
009	09	00001001	HT	Horizontal Tab	051	33	00110011	3	Chiffre trois	094	5E	01011110	^	Accent circonflexe
010	0A	00001010	LF	Line Feed	052	34	00110100	4	Chiffre quatre	095	5F	01011111	-	Tiret bas (underscore)
011	0B	00001011	VT	Vertical Tab	053	35	00110101	5	Chiffre cinq	096	60	01100000	`	Accent grave
012	0C	00001100	FF	Form Feed	054	36	00110110	6	Chiffre six	097	61	01100001	a	Lettre latine minuscule a
013	0D	00001101	CR	Carriage Return	055	37	00110111	7	Chiffre sept	098	62	01100010	b	Lettre latine minuscule b
014	0E	00001110	SO	Shift Out / X-On	056	38	00111000	8	Chiffre huit	099	63	01100011	c	Lettre latine minuscule c
015	0F	00001111	SI	Shift In / X-Off	057	39	00111001	9	Chiffre neuf	100	64	01100100	d	Lettre latine minuscule d
016	10	00010000	DLE	Data Line Escape	058	3A	00111010	:	Deux-points (Colon)	101	65	01100101	e	Lettre latine minuscule e
017	11	00010001	DC1	Device Control 1 (off. XON)	059	3B	00111011	;	Point-virgule (Semicolon)	102	66	01100110	f	Lettre latine minuscule f
024	18	00011000	CAN	Cancel	066	42	01000010	B	Lettre latine capitale B	103	67	01100111	g	Lettre latine minuscule g
025	19	00011001	EM	End of Medium	067	43	01000011	C	Lettre latine capitale C	104	68	01101000	h	Lettre latine minuscule h
026	1A	00011010	SUB	Substitute	068	44	01000100	D	Lettre latine capitale D	105	69	01101001	i	Lettre latine minuscule i
027	1B	00011011	ESC	Échappement (Escape)	069	45	01000101	E	Lettre latine capitale E	106	6A	01101010	j	Lettre latine minuscule j
018	12	00010010	DC2	Device Control 2	060	3C	0011100	<	Inférieur (Less than)	107	6B	01101011	k	Lettre latine minuscule k
019	13	00010011	DC3	Device Control 3 (off. XOFF)	061	3D	00111101	=	Égal (Equals)	108	6C	01101100	l	Lettre latine minuscule l
020	14	00010100	DC4	Device Control 4	062	3E	00111110	>	Supérieur (Greater than)	109	6D	01101101	m	Lettre latine minuscule m
021	15	00010101	NAK	Negative Acknowledgement	063	3F	00111111	?	Point d'interrogation	110	6E	01101110	n	Lettre latine minuscule n
022	16	00010110	SYN	Synchronous idle	064	40	01000000	@	Atobase (At symbol)	111	6F	01101111	o	Lettre latine minuscule o
023	17	00010111	ETB	End of Transmit Block	065	41	01000001	A	Lettre latine capitale A	112	70	01110000	p	Lettre latine minuscule p
028	1C	00011100	FS	File Separator	070	46	01000110	F	Lettre latine capitale F	113	71	01110001	q	Lettre latine minuscule q
029	1D	00011101	GS	Group Separator	071	47	01000111	G	Lettre latine capitale G	114	72	01110010	r	Lettre latine minuscule r
030	1E	00011110	RS	Record Separator	072	48	01001000	H	Lettre latine capitale H	115	73	01110011	s	Lettre latine minuscule s
031	1F	00011111	US	Unit Separator	073	49	01001001	I	Lettre latine capitale I	116	74	01110100	t	Lettre latine minuscule t
032	20	00100000	Espace (Space)		075	4B	01001011	K	Lettre latine capitale K	118	76	01110110	v	Lettre latine minuscule v
033	21	00100001	!	Point d'exclamation	076	4C	01001100	L	Lettre latine capitale L	119	77	01110111	w	Lettre latine minuscule w
034	22	00100010	"	Guillemet (Double quotes)	077	4D	01001101	M	Lettre latine capitale M	120	78	01111000	x	Lettre latine minuscule x
035	23	00100011	#	Nombre (Number)	078	4E	01001110	N	Lettre latine capitale N	121	79	01111001	y	Lettre latine minuscule y
036	24	00100100	\$	Dollar	079	4F	01001111	O	Lettre latine capitale O	122	7A	01111010	z	Lettre latine minuscule z
037	25	00100101	%	Pourcent (Per cent sign)	080	50	01000000	P	Lettre latine capitale P	123	7B	01111011	{	Accolade ouvrante
038	26	00100110	&	Esquerille (Ampersand)	081	51	01000001	Q	Lettre latine capitale Q	124	7C	01111100		Barre verticale
039	27	00100111	'	Apostrophe (Single quote)	082	52	01000100	R	Lettre latine capitale R	125	7D	01111101	}	Accolade fermante
040	28	00101000	(	Parentthèse ouvrante	083	53	01001011	S	Lettre latine capitale S	126	7E	01111110	~	Tilde
041	29	00101001	)	Parentthèse fermante	084	54	01010100	T	Lettre latine capitale T	127	7F	01111111	)	Effacement (Delete)

## ASCII étendue (Code caractère de 128 - 255)

DEC	HEX	BIN	Symbol	Description	DEC	HEX	BIN	Symbol	Description	DEC	HEX	BIN	Symbol	Description
128	80	1000000	€	Euro sign	170	AA	10101010	ª	Feminine ordinal indicator	213	D5	11010101	Ӧ	Latin capital letter O with tilde
129	81	1000001			171	AB	10101011	«	Left double angle quotes	214	D6	11010110	Ӧ	Latin capital letter O with diaeresis
130	82	1000010	.	Single low-9 quotation mark	172	AC	10101100	‐	Not sign	215	D7	11010111	×	Multiplication sign
131	83	1000011	f	Latin small letter f with hook	173	AD	10101101		Soft hyphen	216	D8	11011000	Ӧ	Latin capital letter O with slash
132	84	1000100	„	Double low-9 quotation mark	174	AE	10101110	®	Registered trade mark sign	217	D9	11011001	Ӧ	Latin capital letter U with grave
133	85	1000101	…	Horizontal ellipsis	175	AF	10101111	‐	Spacing macron - overline	218	DA	11011010	Ӧ	Latin capital letter U with acute
134	86	1000110	†	Dagger	176	B0	10110000	°	Degree sign	219	DB	11011011	Ӧ	Latin capital letter U with circumflex
135	87	1000111	‡	Double dagger	177	B1	10110001	±	Plus-or-minus sign	220	DC	11011100	Ӧ	Latin capital letter U with diaeresis
136	88	10001000	‑	Modifier letter circumflex accent	178	B2	10110010	²	Superscript two - squared	221	DD	11011101	Ӧ	Latin capital letter Y with acute
137	89	10001001	%	Per mille sign	179	B3	10110011	³	Superscript three - cubed	222	DE	11011110	þ	Latin capital letter THORN
138	8A	10001010	฿	Latin capital letter S with caron	180	B4	10110100	·	Acute accent - spacing acute	223	DF	11011111	฿	Latin small letter sharp s - essized
139	8B	10001011	‘	Single left-pointing angle quotation	181	B5	10110101	Ւ	Micro sign	224	E0	11000000	ܾ	Latin small letter a with grave
140	8C	10001100	Œ	Latin capital ligature OE	182	B6	10110110	¶	Pilcrow sign - paragraph sign	225	E1	11000001	ܾ	Latin small letter a with acute
141	8D	10001101			183	B7	10110111	·	Middle dot - Georgian comma	226	E2	11000010	ܶ	Latin small letter a with circumflex
142	8E	10001110	ܶ	Latin capital letter Z with caron	184	B8	10111000	·	Spacing cedilla	227	E3	11000011	ܶ	Latin small letter a with tilde
143	8F	10001111			185	B9	10111001	۱	Superscript one	228	E4	11001000	ܶ	Latin small letter a with diaeresis
144	90	10010000			186	BA	10111010	º	Masculine ordinal indicator	229	E5	11001011	ܶ	Latin small letter a with ring above
145	91	10010001	‘	Left single quotation mark	187	BB	10111011	»	Right double angle quotes	230	E6	11001110	ܶ	Latin small letter ae
146	92	10010010	’	Right single quotation mark	188	BC	10111100	¼	Fraction one quarter	231	E7	11001111	ܶ	Latin small letter c with cedilla
147	93	10010011	“	Left double quotation mark	189	BD	10111101	½	Fraction one half	232	E8	11010000	ܶ	Latin small letter e with grave
148	94	10010100	”	Right double quotation mark	190	BE	10111110	¾	Fraction three quarters	233	E9	11010001	ܶ	Latin small letter e with acute
149	95	10010101	•	Bullet	191	BF	10111111	ܶ	Inverted question mark	234	EA	11010100	ܶ	Latin small letter e with circumflex
150	96	10010110	–	En dash	192	CO	11000000	Ա	Latin capital letter A with grave	235	EB	11010111	ܶ	Latin small letter e with diaeresis
151	97	10010111	—	Em dash	193	C1	11000001	Ա	Latin capital letter A with acute	236	EC	11011000	ܶ	Latin small letter i with grave
152	98	10011000	‐	Small tilde	194	C2	11000010	Ա	Latin capital letter A with circumflex	237	ED	11011011	ܶ	Latin small letter i with acute
153	99	10011001	™	Trade mark sign	195	C3	11000011	Ա	Latin capital letter A with tilde	238	EE	11011100	ܶ	Latin small letter i with circumflex
154	9A	10011010	ܶ	Latin small letter S with caron	196	C4	11000100	Ա	Latin capital letter A with diaeresis	239	EF	11011111	ܶ	Latin small letter i with diaeresis
155	9B	10011011	‘	Single right-pointing angle quotation	197	C5	11000101	Ա	Latin capital letter A with ring above	240	F0	11110000	ܶ	Latin small letter eth
156	9C	10011100	ܶ	Latin small ligature oe	198	C6	11000110	Է	Latin capital letter AE	241	F1	11110001	ܶ	Latin small letter n with tilde
157	9D	10011101			199	C7	11000111	ܶ	Latin capital letter C with cedilla	242	F2	11110010	ܶ	Latin small letter o with grave
158	9E	10011110	ܶ	Latin small letter z with caron	200	C8	11001000	ܶ	Latin capital letter E with grave	243	F3	11110011	ܶ	Latin small letter o with acute
159	9F	10011111	ܶ	Latin capital letter Y with diaeresis	201	C9	11001001	ܶ	Latin capital letter E with acute	244	F4	11110100	ܶ	Latin small letter o with circumflex
160	A0	10100000			202	CA	11001010	ܶ	Latin capital letter E with circumflex	245	F5	11110101	ܶ	Latin small letter o with tilde
161	A1	10100001	ܶ	Inverted exclamation mark	203	CB	11001011	ܶ	Latin capital letter E with diaeresis	246	F6	11110110	ܶ	Latin small letter o with diaeresis
162	A2	10100010	ܶ	Cent sign	204	CC	11001100	ܶ	Latin capital letter I with diaeresis	247	F7	11110111	ܶ	Division sign
163	A3	10100011	£	Pound sign	205	CD	11001101	ܶ	Latin capital letter I with acute	248	F8	11111000	ܶ	Latin small letter o with slash
164	A4	10100100	ܶ	Currency sign	206	CE	11001110	ܶ	Latin capital letter I with circumflex	249	F9	11111001	ܶ	Latin small letter u with grave
165	A5	10100101	ܶ	Yen sign	207	CF	11001111	ܶ	Latin capital letter I with grave	250	FA	11111010	ܶ	Latin small letter u with acute
166	A6	10100110	ܶ	Pipe, Broken vertical bar	208	DO	11010000	ܶ	Latin capital letter ETH	251	FB	11111011	ܶ	Latin small letter u with circumflex
167	A7	10100111	ܶ	Section sign	209	D1	11010001	ܶ	Latin capital letter N with tilde	252	FC	11111100	ܶ	Latin small letter u with diaeresis
168	A8	10101000	ܶ	Spacing diaeresis - umlaut	210	D2	11010010	ܶ	Latin capital letter O with grave	253	FD	11111101	ܶ	Latin small letter y with acute
169	A9	10101001	ܶ	Copyright sign	211	D3	11010011	ܶ	Latin capital letter O with acute	254	FE	11111110	ܶ	Latin small letter thor
					212	D4	11010100	ܶ	Latin capital letter O with circumflex	255	FF	11111111	ܶ	Latin small letter y with diaeresis

## REPRÉSENTATION NUMÉRIQUE DE L'INFORMATION - IMAGES

### 2.0.1 Image numérique

Grâce aux nombres, les ordinateurs stockent des dessins, des photos et d'autres types d'images. *Wikipedia* définit l'image numérique comme toute image (dessin, icône, photographie...) acquise, créée, traitée et stockée sous forme binaire.

On distingue deux types d'images numériques :

- L'image matricielle (ou bitmap)** : Elle est composée de points appelés pixels que l'on voit pas à l'œil nu. Lors de l'agrandissement l'image peut devenir floue car les pixels ressortent (les carrés sur l'écran).
- L'image vectorielle** : Elle est composée de lignes et de segments qui sont liés entre eux par des formules mathématiques. Grâce à la vectorisation, chaque élément a une place définie qui empêche la déformation de l'image. Au lieu de mémoriser une mosaïque de points élémentaires, on stocke la succession d'opérations conduisant au tracé.

L'usage de ce type d'image concerne les schémas générés par certains logiciels de DAO(Dessin assisté par ordinateur) ou pour les animations Flash utilisées sur internet pour la création de bannières publicitaires.



FIGURE 2.1 – Différence entre une image bitmap (à gauche) et vectorielle (à droite)

**Remarque 1 :**

Il n'est pas possible de tout vectoriser car les photos et les dégradés de couleurs ne se vectorisent pas. En effet, la vectorisation aplatis les couleurs et élimine des dégradés.

**2.0.2 Définition et Résolution**

Il est important de définir les notions suivantes :

**Définition**

La **définition** d'une image est le nombre de points (pixels) constituant l'image.

**Résolution**

La **résolution** d'une image est le nombre de points par unité de surface, exprimé en points par pouce (PPP, en anglais DPI pour Dots Per Inch), un pouce représentant 2,54 cm.

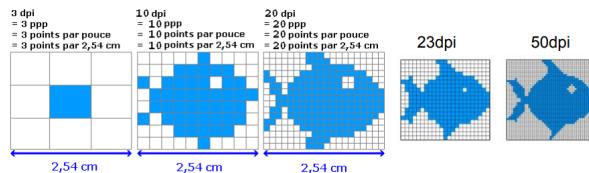


FIGURE 2.2 – Résolution d'une image

**Dimension**

La **dimension** d'une image est définie par :

$$\text{largeur} = \text{nombre de colonnes}/\text{resolution}$$

$$\text{hauteur} = \text{nombre de ligne}/\text{resolution}$$

Exemple : Une image de 1024x768 pixels avec une résolution de 300 dpi aura une :

$$\text{largeur} = 1024/300 = 3,41 \text{ pouces}(8,66 \text{ cm})$$

$$\text{hauteur} = 768/300 = 2,56 \text{ pouces}(6,5 \text{ cm})$$

**2.0.3 Coder une image en noir et blanc****Première méthode****Définition 1 :**

Les écrans d'ordinateur sont divisés en une grille de petits points appelés pixels (picture elements, qui signifie éléments d'image)

Chaque pixel de l'image est codé soit par un 0, représentant un point noir ou un 1, représentant un point blanc. Donc un bit permet de coder un pixel d'une image en noir et blanc.

Pour stocker une image en noir et blanc, il suffit de convertir le noir par 0 et le blanc par 1.

1	1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	0	0	0	1	1
1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1

### Deuxième méthode \*

Une autre façon consiste à indiquer pour chaque ligne le nombre de points blancs et de points noirs consécutifs.

1,3,1
4,1
1,4
0,1,3,1
0,1,3,1
1,4

L'image de la lettre "a" nous montre comment une image peut être représentée par des nombres. Le premier nombre représente toujours le nombre de pixels blancs. Si le premier pixel est noir, la ligne commencera par un 0.

- a) La première ligne est représentée par 1, 3, 1.
- b) La première ligne contient 1 pixel blanc, 3 noirs puis 1 blanc.
- c) La quatrième ligne est représentée par 0, 1, 3, 1.

1

Décoder l'image suivante :

**2** Décoder l'image suivante : \*

#### 2.0.4 Coder une image en niveaux de gris

Plutôt que de simplement avoir 2 couleurs possibles, noir et blanc, on peut décider d'avoir N gris différents allant du plus sombre, le noir, au plus clair, le blanc.

Pour stocker une image en mémoire, il suffit de convenir que chaque point de l'image est représenté par un nombre.

Ce dernier correspond à une certaine couleur.

Pour une image en 16 niveaux de gris, il faut que chaque point de l'image soit codé par un nombre en 4 bits.

Si chaque point est codé sur 8 bits l'image peut contenir 256 niveaux de gris différents. Si l'on souhaite que l'image contient plus de couleurs, on pourra utiliser plus de bits pour chaque pixel.

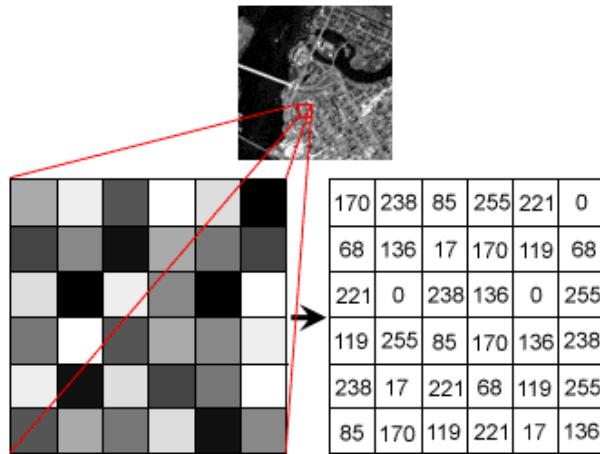


FIGURE 2.3 – Image en niveaux de gris

### 2.0.5 Coder une image en couleur

Pour représenter des images avec des couleurs réalistes, on peut utiliser la même méthode que pour les niveaux de gris, mais en utilisant 3 nombres différents, 1 pour chaque couleur primaire.

Le code le plus utilisé est le codage **RVB** (Rouge, Vert, Bleu) (RGB en anglais).

Chacune de ces couleurs est codée sur 1 octet (8 bits). Avec ce système, chaque pixel est codé sur 3 octets pour un total de 24 bits.

La valeur décimale pour chaque couleur peut s'étendre de 0 à 255, cette limite est fixée par la valeur maximale qu'un octet peut représenter avec le système binaire.

L'avantage du système RVB est sa simplicité, il s'appuie sur les caractéristiques de la vision humaine pour fournir à l'utilisateur une reproduction des couleurs au plus proche de la réalité.

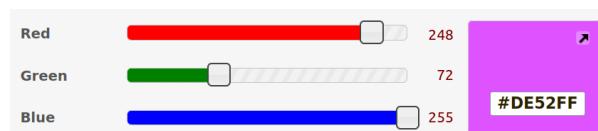


FIGURE 2.4 – Image RGB

codage pixel en décimal

Couleur	R	V	B
Gris moyen	127	127	127
Blanc	255	255	255
Rouge	255	0	0
Jaune	255	255	0
Vert	0	255	0
Cyan	0	255	255
Bleu	0	0	255
Magenta	255	0	255
Noir	0	0	0

Comme pour les systèmes de codage noir & blanc et en niveau de gris, le système RVB utilise une norme pour le codage des couleurs.

Le codage sur 16 bits permet d'obtenir 65536 couleurs différentes. Le codage sur 24 bits permet d'obtenir plus de 16 millions de couleurs ( $2^{24}$  couleurs).

On considère souvent qu'un codage sur 32 bits permet de coder plus de couleurs que l'œil humain peut en distinguer.

Une photo de haute qualité est codée sur 32 bits.

On peut se contenter de 24 bits (soit 3 octets). Chaque octet représente une nuance des trois couleurs (rouge, vert et bleu), qui sont mélangées.

## Compression

### Remarque 2 :

La taille (poids) de l'image augmente en augmentant le nombre de nuances de couleurs.

Une technique consiste à réduire l'information nécessaire pour représenter une image ou un son.

Pour pallier les inconvénients des images trop lourdes en particulier lors du stockage ou de la transmission et publication sur le web.

Ce qui permet de réduire les exigences quant à l'espace disponible sur le disque ainsi que les coûts de communications lorsque l'image ou le son sont téléchargés.

Malgré les techniques de compression, les images ou sons occupent encore souvent une place importante dans le programme.

## Les formats d'images

### Définition 2 :

Un format d'image est une représentation informatique de l'image, associée à des informations sur la façon dont l'image est codée et fournissant éventuellement des indications sur la manière de la décoder et de la manipuler.

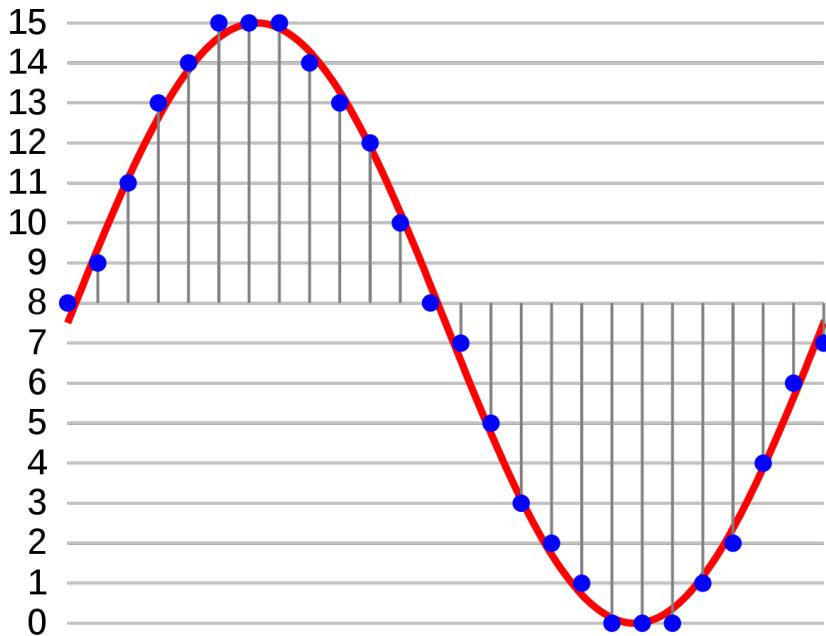
Voici quelques formats d'images très utilisés :

- BMP** : (prononcé *bitmap*) pas de compression, profondeur de couleurs au choix
- JPG ou JPEG** : (prononcé *j-peg*) compression possible ; qualité entre 0 et 100%. Perte de qualité. Profondeur de couleurs au choix. Bien adapté aux photos.
- GIF** : compression sans perte de qualité. 256 couleurs max.
- PNG** : compression sans perte. Intéressant pour les images avec peu de couleurs (schémas), mais pas pour des photos.

## 2.1 Représentation du son

### Échantillonage

Un son est un signal physique qui correspond à la pression de l'air au cours du temps. C'est ces variations de pressions que captent nos oreilles. Une fois enregistré, ce son peut-être encodé de manière similaire aux images : on sélectionne une valeur à intervalles de temps régulières et on encode chacune de ces valeurs en binaire. Cela revient à "pixeliser" le son.



Ce processus est nommé l'échantillonnage et on échantillonne en général les sons à 44 kHz (ce qui correspond à une valeur toutes les  $1/44000$  secondes, soit toutes les  $23 \mu s$ ), soit 2x plus que le son le plus aigu que l'oreille humaine peut entendre (22kHz).

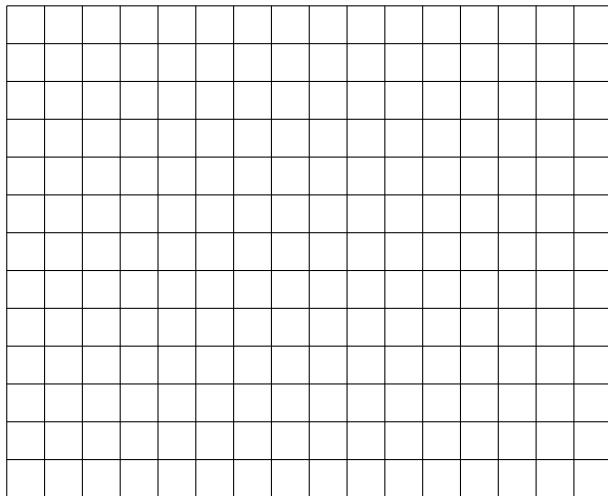
### Les formats audios

1. Cette technique est celle utilisée dans certains formats de sons "bruts" comme le RAW ou WAV.
2. D'autres formats comme le MP3, compressent encore ces informations, comme le fait le JPG pour les images.
3. D'autres formats, comme le MIDI, n'utilise pas cette méthode et font le choix de noter directement l'équivalent des notes de musique et des instruments sur lesquels elles sont jouées. Ce format est adapté aux musiques composées sur synthétiseurs, mais pas aux sons enregistrés dans la nature.

## 2.2 Exercices

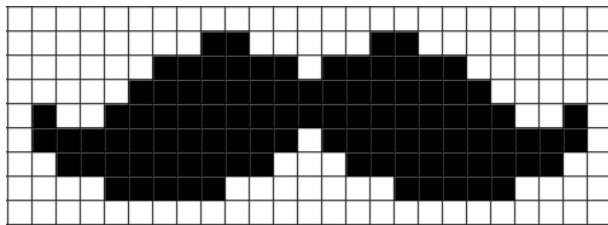
3

Décoder l'image suivante :



6,5,2,3  
4,2,5,2,3,1  
3,1,9,1,2,1  
3,1,9,1,1,1  
2,1,11,1  
2,1,10,2  
2,1,9,1,1,1  
2,1,8,1,2,1  
2,1,7,1,3,1  
1,1,1,1,4,2,3,1  
0,1,2,1,2,2,5,1  
0,1,3,2,5,2  
1,3,2,5

**4** Encoder l'image suivante :



**5** Combien d'octets occupe une image de 200 x 300 pixels en noir et blanc ?

**6**

1. Combien d'octets occupe une image de 300 x 500 pixels en niveau de gris codé sur 8 bits ?
2. Même question mais si on a une en couleur pour laquelle chaque couleur est codé en RVB sur 24 bits

**7**

1. Combien de niveaux de gris pourrait-on encoder sur 10 bits ?
2. Sur 8 bits, quel gris est le plus foncé entre celui représenté par la valeur 42 et celui représenté par la valeur 233 ?
3. Quel est d'après vous le code RGB du violet foncé ?
4. Quel est d'après vous la couleur correspondant au code RGB suivant : (255, 128, 0) ?

**8**

Si une image codée en RVB (RGB) de 16,7 millions de couleurs occupe 2400 octets, de combien de pixels sera-t-elle constituée ?

**9**

\* J'aimerais imprimer une image full hd (1920 x 1080 pixels) sur mon imprimante qui a une résolution de 1200 dpi. Quelles seront les dimensions en centimètre (largeur et hauteur) ?

## CHAPITRE 3

# ORDINATEURS

### 3.1 Qu'est-ce qu'un ordinateur (computer) ?

#### Définition 1 :

Un ordinateur est une machine électronique capable de traiter (calculer, stocker) des données de manière automatisée et optimisée à l'aide de logiciels, ainsi que de les partager au travers d'un réseau et de périphériques.

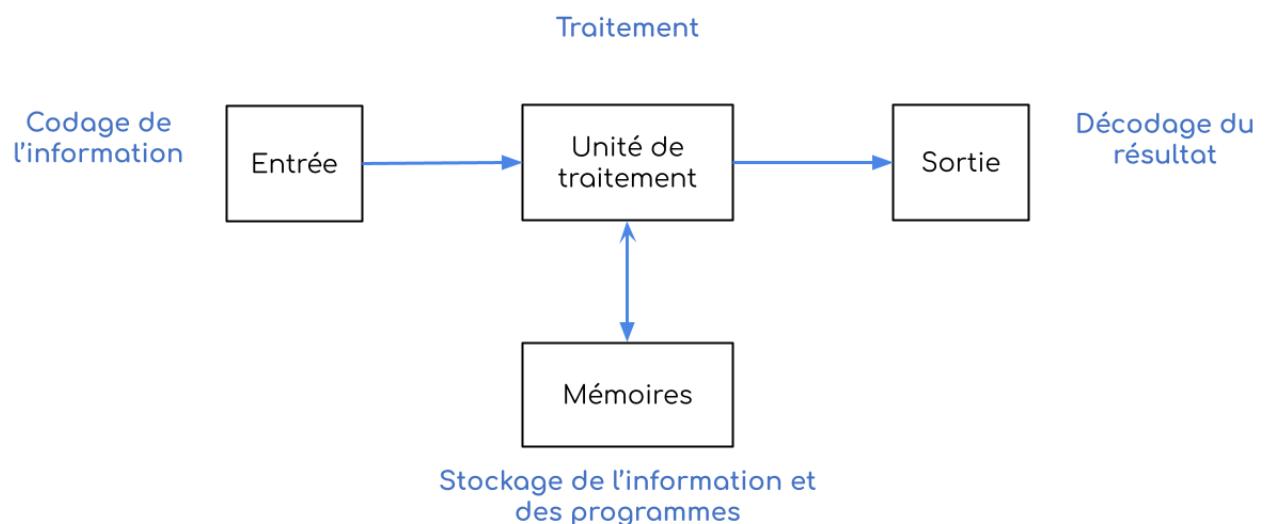


FIGURE 3.1 – Schéma fonctionnel de l'ordinateur

On parle souvent de PC (Personnal Computer) ou ordinateur personnel. C'est tout simplement un ordinateur qui répond aux besoins des utilisateurs (humains).



FIGURE 3.2 – Exemple d'ordinateur personnel

Il existe des ordinateurs plus puissants qui sont spécialement conçus pour fournir des informations et des logiciels à d'autres ordinateurs reliés via un réseau. On les appelle des **serveurs**. Ces derniers sont capables de traiter des charges de travail plus importantes et d'exécuter davantage d'applications.



FIGURE 3.3 – Salle de serveurs du CERN

Les ordinateurs les plus puissants au monde sont appelés supercalculateur. Ils contiennent des centaines, voire des milliers de processeurs. Ils sont souvent utilisés dans la recherche médicale, les applications scientifiques (cf Figure 3.3), le domaine de la finance, la météorologie et à des fins militaires.

## 3.2 L'intérieur d'un ordinateur

### 3.2.1 Les composants

Pour fonctionner, l'ordinateur est constitué de composants électroniques comme la mémoire (4) ou le processeur (2). Ces composants sont regroupés sur une carte mère (1) qui est le circuit imprimé<sup>1</sup> principal. Elle permet de prendre en charge la mémoire vive (4), la lecture du disque dur (7) et l'utilisation du processeur. Cette carte mère est fixée à l'unité centrale également nommée : la tour, le boîtier, desktop, etc.

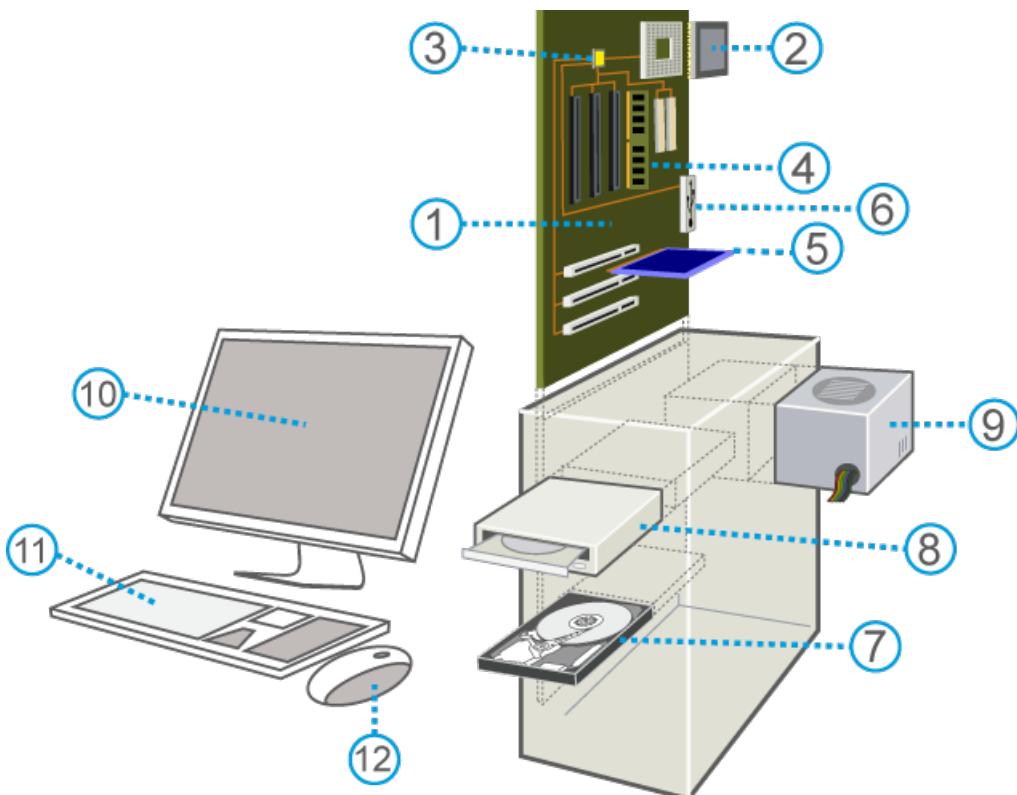


FIGURE 3.4 – L'ordinateur, l'unité centrale et sa composition

Les principaux composants constituant un ordinateur sont les suivants :

#### La carte mère

Une **carte mère** (1) se distingue principalement par la génération de processeur qu'elle peut accueillir, par le type de mémoire vive pouvant être connecté, le nombre et les différents types de connecteurs (6) (IDE, sata, PCI, etc.) qu'elle comporte et par son jeu de composants électriques (chipset) lui permettant de gérer l'échange de données entre les disques, la mémoire, la carte graphique et les différents périphériques externes d'entrée/sortie. La carte mère comporte également un ensemble de fonctions nommé BIOS (*Basic Input Output System*) ou plus récemment UEFI (*Unified Extensible Firmware Interface*) lui permettant, lors de sa mise sous tension, d'identifier le matériel connecté sur la carte mère.

1. Le circuit imprimé est un support, en général une plaque, permettant de maintenir et de relier électriquement un ensemble de composants électroniques entre eux.



### Processeur

Le **processeur** (CPU, Central Processing Unit) (2) : il gère tous les calculs pour permettre à l'ordinateur de fonctionner. Il va exécuter une suite d'instructions cadencées par une horloge (la fréquence du processeur). Il permet donc d'exécuter différents programmes. Il va s'appuyer sur la mémoire vive pour stocker ses calculs.

Un processeur se distingue principalement par sa fréquence de fonctionnement et son architecture. Sa **fréquence** s'exprime **en GigaHertz [GHz]**. Concrètement, une fréquence de 2 GHz signifie que le processeur peut réaliser deux milliards d'opérations à la seconde. Son **architecture** désigne le **nombre de bits utilisés pour chaque nombre manipulé**, souvent 32 ou 64 bits pour les ordinateurs de bureau.

Le processeur réalise un nombre impressionnant d'opérations par seconde, mais toujours une à la fois, de manière séquentielle. Il peut cependant intégrer **plusieurs cœurs**, qui lui permettent de réaliser plusieurs opérations en parallèle.

Parmi les entreprises réputées dans la conception de processeur, on trouve : AMD, IBM, Intel, Hewlett-Packard, Hitachi, Oracle, Motorola, Texas Instrument.



### Mémoire vive

La **mémoire vive** (Random Access Memory) (4) est une mémoire très rapide où se trouvent les informations traitées par le processeur. Lorsque l'ordinateur est éteint, les informations contenues en mémoire vive ne sont plus maintenues, on perd l'information.

Qu'il s'agisse de **mémoire vive** ou **mémoire permanente**, la mémoire est principalement caractérisée par sa capacité de stockage et sa rapidité d'accès en lecture et en écriture. Pour la mémoire vive, on parle de [Go] de mémoire vive.



### Mémoire permanente

La **mémoire permanente** (7) est une mémoire moins rapide que la mémoire vive, mais de plus grande capacité utilisée pour sauvegarder des données. Le disque dur (hard drive) (7) est un exemple de mémoire permanente, c'est le système historique de stockage de données mais est lentement remplacé par les disques SSD qui sont plus rapides.

Actuellement, sa capacité est traduite en gigaoctets [Go] ou Téraoctets [To]. La vitesse de lecture et d'écriture est donnée en Mo/s.

### L'alimentation

**L'alimentation** (9) est branchée sur le réseau électrique 220 [V], elle alimente tous les composants électroniques.

Elle est caractérisée par sa puissance. La puissance de l'alimentation détermine la quantité d'électricité délivrée en watts [W]. Elle permet de fournir un courant continu nécessaire aux circuits électroniques. Les alimentations comportent une certification (label) donnant une garantie d'économie d'énergie. Ce label est accordé aux alimentations dont le rendement – rapport entre puissance fournie et consommée – est supérieur à 80 %.



### La carte graphique

La **carte graphique** (5) transmet les images qu'elle possède en mémoire sur les écrans. Elle permet donc d'afficher à l'écran des images, du texte, des vidéos, etc. en allumant des points lumineux (pixels). À noter que certains processeurs comportent une unité graphique rendant obsolète l'ajout d'une carte graphique sur un ordinateur, typiquement pour un usage de type bureautique.

La carte graphique se caractérise principalement par l'architecture de son processeur graphique (GPU) et sa mémoire vive. À ce jour, Nvidia et AMD sont leaders dans la conception des processeurs graphiques. On distingue très facilement les cartes graphiques les plus puissantes par le système de refroidissement qu'elle possède.



### Le lecteur CD/DVD/Blu-ray

**Le lecteur/graveur CD/DVD/Blu-ray** (8) lit l'ensemble des CD, DVD et Blu-ray, que ce soit de la musique, des logiciels, des jeux, des films, etc.

#### Remarque 1 :

Dans un smartphone, c'est le **SoC, (system on a chip)** qui rassemble quasiment tous ces composants : CPU, GPU (processeur de la carte graphique), modem (connexion réseau), mémoire RAM... Dans une petite puce (M1 ou A11 par exemple chez apple ou Exynos chez Samsung) se retrouve concentrée la puissance d'un ordinateur d'il y a quelques années.

### 3.2.2 Récapitulatif des unités

Composant	Caractéristique	Unité	Exemples
Processeur	Fréquence d'horloge	Hertz	2 [GHz]
	Technologie (Architecture)	bits	64 bits
	Nombre de coeurs	coeurs	8 coeurs
Mémoire vive	Technologie (Architecture)	octet	DDR3, DDR4
	Capacité		32 [Go]
Mémoire permanente	Technologie (Architecture)		SSD, mécanique
	Connecteur		sata, usb, M.2
	Capacité	octet	2 [To]
Alimentation	Puissance	watt	450 [W]

## 3.3 Périphériques externes

### 3.3.1 Exemples de périphériques

Pour interagir avec l'ordinateur, des périphériques d'entrée/sortie sont nécessaires. Il en existe de toutes sortes et ces derniers sont connectés à l'ordinateur par différent type de câbles (réseau,

USB, DVI, série, etc.) ou à l'aide d'une connexion sans fil (infrarouge, wifi, Bluetooth, lasers, etc).

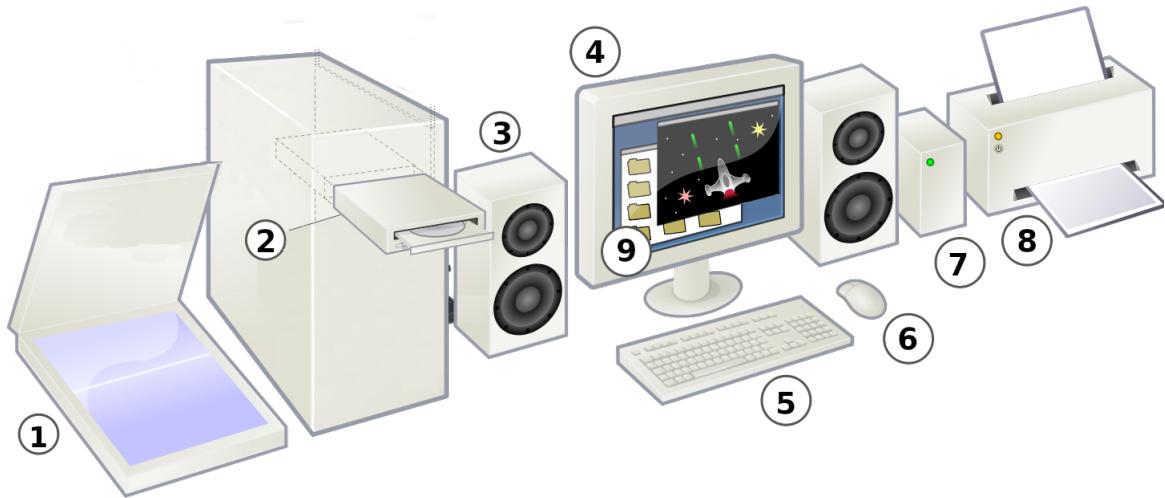


FIGURE 3.5 – Périphériques d'un ordinateur

Les différents types de périphériques externes sont :

- 1) Le **scanner** permet la numérisation de document dans une certaine résolution.
- 2) Le **lecteur CD ou DVD ou Blu-ray** sont des lecteurs permettant de lire un support amovible à l'aide d'un faisceau laser.
- 3) Le **haut-parleur** permet de diffuser du son.
- 4) L'**écran** permet d'afficher les informations, mais lorsqu'il est tactile, il offre la possibilité de se passer de la souris et du clavier. Il est caractérisé par sa taille et sa définition d'écran qui est le nombre de points ou pixels que peut afficher un écran. Actuellement, les définitions (nombre de points H x V) les plus courantes sur un écran pour ordinateur sont :
  - XGA : 1024 x 768
  - HD : 1280 x 768
  - Full HD : 1920 x 1080
  - WUXGA : 1920 x 1200
  - WQHD : 2560 x 1440
  - 8K Full Format : 8192 x 4320
- 5) le **clavier**. utilisé pour écrire, mais également se déplacer rapidement dans un texte ou dans des menus, voire même effectuer une copie d'écran (Screenshot).
- 6) La **souris** sert à déplacer le curseur sur l'écran, de choisir des applications et aussi de cliquer sur des icônes pour démarrer des logiciels. Elle permet de naviguer sur votre ordinateur, mais également de dessiner, sélectionner des textes, etc. Elle est mobile avec ou sans fil.
- 7) Le **disque externe** est un disque dur qui n'est pas intégré dans l'ordinateur. En fonction de sa taille, il peut être facilement déplacé. En fonction du modèle, les disques externes sont soit alimentés par un branchement USB, soit avec une alimentation sur secteur 220[V].
- 8) L'**imprimante** 2D permet l'impression de texte, image, graphique. Il existe plusieurs technologies d'impressions telles que laser, jet d'encre, sublimation, etc. Depuis les années 2010, l'impression 3D prend de l'ampleur avec l'arrivée de nouvelles technologies innovantes basées sur de nouveaux matériaux comme le plastique, la cire, le métal, la céramique, le verre. Il est même possible d'imprimer en 3D une forme en chocolat !

- 9) L'**interface graphique** ou l'**environnement graphique** est un dispositif logiciel permettant le dialogue entre l'utilisateur·trice et l'ordinateur. En fonction de son utilisation, un périphérique est considéré soit en entrée, soit en sortie, soit comme étant bidirectionnel. Le tableau suivant résume le type de périphérique.

### 3.3.2 Périphériques d'entrée et de sortie

En fonction de son utilisation, un périphérique est considéré soit en entrée, soit en sortie, soit comme étant bidirectionnel. Le tableau suivant résume le type de périphérique.

Si le périphérique envoie des données à l'ordinateur, on l'appelle un **périphérique d'entrée**.

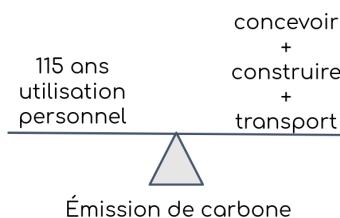
Si le périphérique reçoit des données de l'ordinateur, on l'appelle un **périphérique de sortie**

Un périphérique peut aussi envoyer et recevoir des données de l'ordinateur : c'est un **périphérique d'entrée et de sortie**.

## 3.4 Impacts environnementaux

Pour leur fabrication, ils nécessitent une très grande quantité de matériaux et d'énergie grise. L'obsolescence des ordinateurs personnels est habituellement assez rapide.

Du point de vue bilan carbone : Il faut 115 ans d'utilisation à un particulier pour émettre autant de carbone en utilisant son ordinateur (+ écran) qu'il en a fallu pour construire et transporter celui-ci. Pour l'usage au bureau il faut 65 ans.<sup>2</sup>



## 3.5 Système d'exploitation

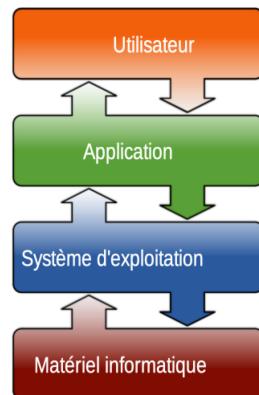
Pour qu'un ordinateur soit capable de faire fonctionner un programme informatique (appelé parfois application ou logiciel), la machine doit être en mesure d'effectuer un certain nombre d'opérations préparatoires afin d'assurer les échanges entre le processeur, la mémoire, et les ressources physiques (périphériques). C'est le système d'exploitation qui s'en occupe :

### Définition 2 :

Le **système d'exploitation** (noté SE ou OS, abréviation du terme anglais Operating System) est chargé d'assurer la liaison entre les ressources matérielles, l'utilisateur et les applications (traitement de texte, jeu vidéo..).

Ainsi, lorsqu'un programme désire accéder à une ressource matérielle, il ne lui est pas nécessaire d'envoyer des informations spécifiques au périphérique, il lui suffit d'envoyer les informations au système d'exploitation, qui se charge de les transmettre au périphérique concerné via son pilote :

2. [https://negawatt.org/IMG/pdf/181112\\_faire-durer-son-ordinateur.pdf](https://negawatt.org/IMG/pdf/181112_faire-durer-son-ordinateur.pdf)



### Définition 3 :

Un **pilote** (ou **driver**) est un programme particulier qui permet la bonne liaison entre l'ordinateur et un périphérique particulier (scanner, imprimante...).

En l'absence de pilotes, il faudrait que chaque programme reconnaisse et prenne en compte la communication avec chaque type de périphérique !

Le système d'exploitation permet ainsi de « dissocier » les programmes et le matériel, afin notamment de simplifier la gestion des ressources et offrir à l'utilisateur une interface humain – machine simplifiée afin de lui permettre de s'affranchir de la complexité de la machine physique.

Il existe de nombreux systèmes d'exploitation. Les plus connus à ce jour sont : Microsoft Windows, GNU/Linux, Apple Mac OS, Oracle Solaris, Google Android, etc.



FIGURE 3.6 – Différents systèmes d'exploitation

### 3.6 Exercices

1 Relie chaque composant à son nom :



Mémoire vive (RAM)



Carte mère



L'alimentation



Carte graphique



Le disque dur



Processeur

2 Réponds aux questions suivantes :

1. Je suis le circuit imprimé principal où tous les composants sont reliés.

Je suis :

2. Je gère tous les calculs pour permettre à l'ordinateur de fonctionner.

Je suis :

3. Je suis connecté à l'ordinateur et j'affiche tout ce qu'il m'envoie comme du texte, des dessins, des photos, des films, etc.

Je suis :

4. Je m'appelle mémoire permanente et je conserve toutes les données même si l'ordinateur est éteint.

Je suis :

5. Sans moi, on ne peut pas taper du texte.

Je suis :

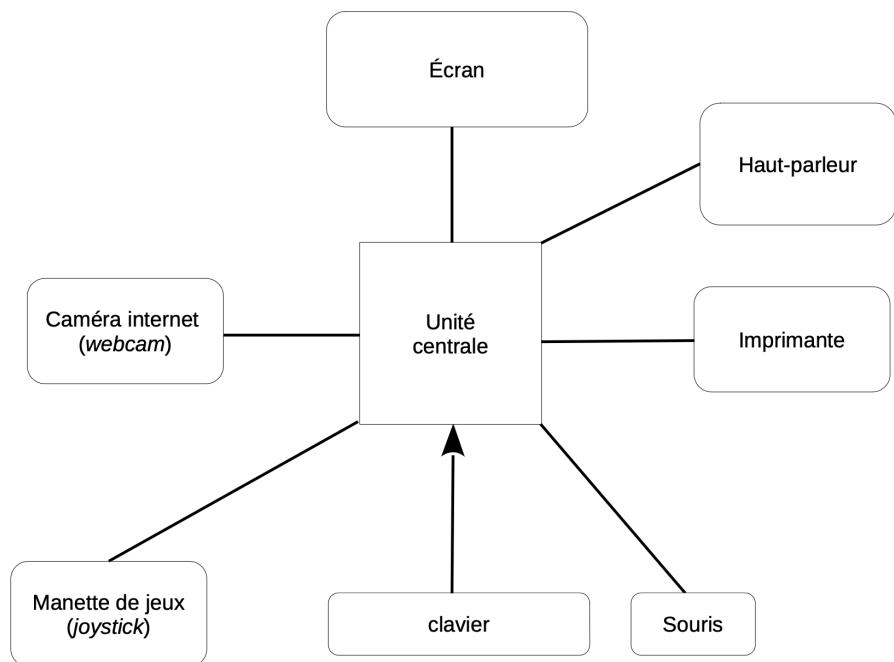
6. Je suis une mémoire plus rapide que la mémoire permanente et je ne conserve pas les données si l'ordinateur est éteint.

Je suis :

### 3 Complète le schéma.

Le schéma suivant représente les différents périphériques externes d'un ordinateur. Dessine le sens des flèches pour indiquer si le périphérique est en entrée ou en sortie.

*Par exemple : le clavier est un périphérique d'entrée, il y a donc une flèche qui part du clavier à l'unité centrale.*



## 3.7 Exercices additionnels

## Exercice 1

Dans un magasin de vente d'ordinateur, une fiche contient la configuration matérielle suivante :



### OptiPlex 7090 Small Form Factor

- Intel® Core™ i5-10505 de 10e génération (6 coeurs, 12 Mo de mémoire cache, 3,2 GHz à 4,6 GHz, 65 W)
- Windows 10 Professionnel 64 bits, anglais, néerlandais, français, allemand, italien
- Intel® Integrated Graphics
- 16 Go, 2 x 8 Go de mémoire DDR4 non ECC
- M.2 512GB PCIe NVMe Class 35 Solid State Drive
- Ports et emplacements : format compact

938.99 CHF

Extraire les caractéristiques de l'ordinateur en complétant le tableau suivant :

Type de composant ou logiciel	Caractéristiques
Système d'exploitation	
Processeur	Modèle: Fréquence: Consommation:
Mémoire vive (RAM)	Taille: Génération:
Disque dur	Type: Taille:
Carte graphique	
Lecteur DVD	
Prix	

Que manque-t-il comme périphériques externes à cet ordinateur pour qu'il puisse être utilisé dans un environnement de bureau ? Ajouter les périphériques permettant de communiquer (visioconférence) ?

Votre réponse:

## Exercice 2

Voici deux offres du commerce local.

1. Pourriez-vous expliciter les différences matérielles (*hardware*) entre les deux modèles ?
2. Quel système d'exploitation est installé sur ces deux modèles ?



**1399.-**

au lieu de 1549.-

**-150.-**

Écran tactile OLED  
Gorilla® sans reflets

Châssis en aluminium  
éloxé avec haut-parleurs Bang & Olufsen



**hp** Spectre x360 13-aw2905nz inkl. Tilt Pen  
**Notebook convertible**

- Processeur Intel® Quad-Core™ i7-1165G7 de la 11ème génération (cache 12 Mo, jusqu'à 4.70 GHz) • 16 Go RAM • SSD de 1 To
- Fast Charge et jusqu'à 15 heures d'autonomie d'accu No art. 10714446



**1599.-**

au lieu de 1749.-

**-150.-**

Écran tactile AMOLED  
Gorilla® 3k2k antireflets

Châssis en aluminium  
éloxé et 4 haut-parleurs Bang & Olufsen



**hp** Spectre x360 14-ea0995nz inkl. Tilt Pen  
**Notebook convertible**

- Processeur Intel® Quad-Core™ i7-1165G7 de la 11ème génération (cache 12 Mo, jusqu'à 4.70 GHz) • 16 Go RAM • SSD de 1 To
- Fast Charge et jusqu'à 11 heures d'autonomie d'accu No art. 10714447

**Vos observations :**

## Exercice 3

Voici deux offres du commerce local.

3. Pourriez-vous expliciter les différences matérielles (*hardware*) entre les deux modèles ?
4. Quels seraient à votre avis les informations pertinentes qu'il manque dans ces annonces ?

### 17-cp0505nz Notebook

- Processeur AMD Ryzen™ 5 5500U de la toute dernière génération (jusqu'à 4.0 GHz)
- 8 Go RAM • SSD de 256 Go + DD de 1 To • AMD Radeon Graphics No art. 10720187

### Envy 17-ch0904nz Notebook

- Processeur Intel® Quad-Core™ i7-1165G7 de la 11ème génération (cache 12 Mo, jusqu'à 4.70 GHz) • 16 Go RAM • SSD de 1 To • NVIDIA GeForce MX450 Graphics
- Ecran antireflet en verre Corning Gorilla No art. 10731677

Vos observations :

## Exercice 4

Composez trois ordinateurs à l'aide du site web suivant :

<https://www.materiel.net/configurateur-pc-sur-mesure/>

Aidez-vous du tableau de la page suivante.

1<sup>er</sup> ordinateur :

Nous aimerions un ordinateur de bureau avec les périphériques suivants : écran 24" (full HD), clavier et souris sans fils, réseau filaire, webcam (full HD).

2<sup>e</sup> ordinateur :

Nous aimerions un ordinateur pour jouer au jeu Farming Simulator 2022 avec une configuration recommandée. Trouve sur le site suivant les informations matérielles pertinentes pour obtenir les configurations minimales et recommandées:

<https://www.config-gamer.fr/jeux-config-recommandee/farming-simulator-2022-les-configurations-pc-803028.html>

Commence par remplir le tableau suivant à l'aide des informations trouvées sur le site config-gamer:

	Minimale	Recommandée
OS		
CPU		
RAM		
GPU		
Stockage		

3<sup>e</sup> ordinateur:

Nous aimerions un ordinateur pour effectuer des **calculs intensifs**. La configuration doit avoir au minimum **32 Go de RAM**, un processeur **très performant** et un **disque dur rapide** d'au moins 1 To. Les périphériques externes ne sont pas nécessaires. Le prix doit être au maximum de 2'500€.

Composants	Modèle	Prix
Processeur		
Ventirad		
Carte mère		
Mémoire vive		
Carte graphique		
Disque dur (mécanique/SSD)		
Boîtier		
Alimentation		
Lecteur/graveur (DVD)		
<b>Périphériques entrée/sortie</b>		
Clavier		
Souris		
Écran PC		
webcam		
casque-micro		
<b>Prix total:</b>		

## CHAPITRE 4

# NOTION DE FICHIERS

### 4.1 Fichiers

#### 4.1.1 Introduction

Un fichier informatique est un ensemble de données numériques que l'on souhaite faire persister en le stockant sur un support permanent. Un fichier peut être : une image, un film, du texte, un programme source, un programme exécutable, un fichier compressé, etc. Quant au support permanent (cf. chapitre Ordinateur) il s'agit d'un disque dur, un DVD, une clé USB, etc.

Un disque stocke simplement une suite de bits, une suite de 0 et de 1. Le nombre de bits qu'un disque peut stocker est appelé sa capacité : par exemple un disque d'un téraoctet (binaire) peut stocker 240 mots de 8 bits, soit un peu plus de huit mille milliards de bits. On peut donc facilement stocker un texte, une image, un son ou un programme sur un tel disque. Cependant, comme on souhaite souvent stocker sur un disque plusieurs images, textes, etc., il faut diviser les huit mille milliards de bits dont le disque est constitué en plusieurs espaces plus petits, que l'on appelle des fichiers. Un fichier est simplement une suite de 0 et de 1, à laquelle on associe un nom. Par exemple, le texte "*Je pense, donc je suis.*" se représente en ASCII étendu comme la suite de 184 bits suivante :

```
0100101001100101001000000111000001100101011011  
1001110011011001010010110000100000011001000110  
1111011011100110001100100000011010100110010100  
1000000111001101110101011010010111001100101110
```

Il est possible de stocker cette suite de bits sur un disque en lui donnant le nom `cogito.txt`, l'extension txt indiquant que cette suite de bits exprime un texte en ASCII. L'extension détermine le type d'information exprimé (texte, image, son, etc.) et le format utilisé pour l'exprimer.

#### 4.1.2 Nom de fichier

Un fichier comporte donc un *nom\_de\_fichier* qui permet de l'identifier et d'y accéder. Ce nom est généralement constitué de deux parties séparées par un point. Par exemple, le fichier nommé *Recette\_tarte\_aux\_pommes.odt* se décompose :

Nom du fichier	.	Extension
<i>Recette_tarte_aux_pommes</i>	.	<i>odt</i>

Comme le nom du fichier identifie son contenu, il est important de choisir un nom explicite. En effet, si vous nommez votre rédaction de français avec le nom suivant :

→ *Rédaction\_le\_petit\_prince.odt* : Ce fichier désignera probablement une rédaction avec comme sujet le petit prince.

Par contre, si vous choisissez le nom :

→ *mon\_fichier.odt* : Ce nom ne donne aucune information sur son contenu. On n'aura strictement aucune idée de quoi il s'agit sauf qu'il s'agit d'un fichier !

### Remarques 1 :

1. Pour l'utilisateur·trice, il est donc utile et important de bien choisir un nom qui identifie le contenu de son fichier.
2. Vous remarquez également que des caractères soulignés ( \_ ) ont été utilisés dans la nomenclature. En effet, pendant longtemps, les espaces n'étaient pas autorisés pour nommer des fichiers, car les espaces étaient utilisés comme séparateurs de nom de fichier ! Actuellement, l'espace est accepté sur la plupart des systèmes, mais il existe toujours de vieux programmes qui refusent un espace dans le nom du fichier ou génère une erreur.
3. Les caractères accentués (é ê è ï à ä ô û) étaient également interdits. C'est pour cette raison que l'on trouve souvent des fichiers qui n'ont pas d'accent (merci l'orthographe me direz-vous). À noter qu'il subsiste également d'autres caractères qui sont interdits ou déconseillés :
  - Microsoft Windows (interdits) <>: " \ | . ? \*
  - Gnu/Linux et Mac OS (déconseillés) : / \*
4. Les noms ont aussi une limite en longueur, jusqu'à 256 caractères (voir plus pour les tout nouveaux systèmes), mais dans les années 80, le système d'exploitation MS-Dos n'autorisait que 8 caractères plus le point et l'extension de 3 caractères !
5. Certains systèmes de fichier sont sensibles à la casse, mais pas Microsoft Windows. Exemple avec ces trois noms :
  - a) *recette\_tarte\_aux\_pommes.odt*
  - b) *Recette\_tarte\_aux\_pommes.odt*
  - c) *RECETTE\_TARTE\_AUX\_POMMES.odt*

Ces trois fichiers indiqueront le même document pour Microsoft Windows, mais bien trois fichiers distincts pour GNU/Linux ou macOS.

## 4.2 Extension

### 4.2.1 Type d'extension

Comme cité précédemment, l'extension est formée en général de 3 lettres, mais elle peut en contenir plus (ex. : .html), voir moins ou carrément aucune. L'extension, par convention, indique la nature du fichier. Voici quelques exemples :

Nature du contenu	Extensions
Document texte libre office writer	odt
Document tableur libre office calc	ods
Document texte Microsoft Word	docx
Document tableur Microsoft Excel	xlsx
Document texte	txt
Exemples de formats de fichiers compressés	zip, 7z, rar, lzw
Exemples de formats de fichiers audio	mp3, wav, ogg, flac
Images, photos	png, jpeg, gif
Video, film	avi, mpg, mov, flv
Page web	htm, html
Exemples de formats de fichiers de code source	java, c, py

### 4.3 Organisation des fichiers

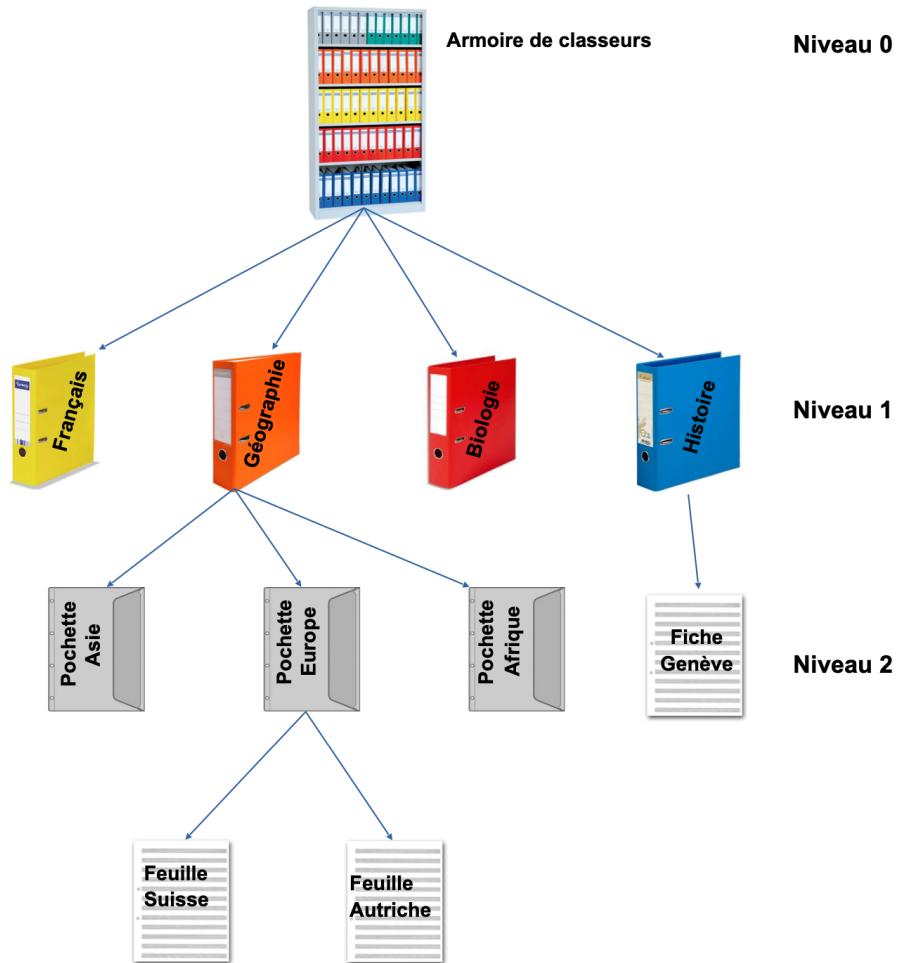
Lorsque vous prenez une photo avec votre smartphone où se trouve-t-elle ? Quel nom de fichier identifie la photo ? Comment vous y prenez-vous pour classer vos photos ? Ne vous est-il pas arrivé de défiler les photos sur votre écran à la recherche d'une en particulier ? Comment faudrait-il procéder pour retrouver plus rapidement une photo ? Si vos photos sont classées par date et par album n'est-il pas plus simple de retrouver une photo ? Le problème dans notre cas de figure c'est que toutes les photographies se retrouvent au même endroit, sans classement, dans la mémoire permanente du téléphone mobile.

En informatique, pour organiser des fichiers, il est nécessaire de créer des dossiers (ou des répertoires). Dans un dossier, nous pouvons trouver d'autres dossiers et fichiers. Cette structure forme une hiérarchie cohérente. Organiser ses fichiers c'est comme ranger ses feuilles de cours dans plusieurs classeurs avec des pochettes et des séparateurs. Prenons l'exemple suivant pour illustrer le classement de ses feuilles de cours papier. Il s'agit donc de classer différents documents de cours dans leur classeur respectif. Dans notre illustration, nous avons choisi de créer un classeur par discipline ce qui permet, par exemple, de ranger la feuille de géographie Suisse dans la pochette Europe qui se trouve dans le classeur Géographie. Ce classeur sera rangé dans l'armoire des classeurs.

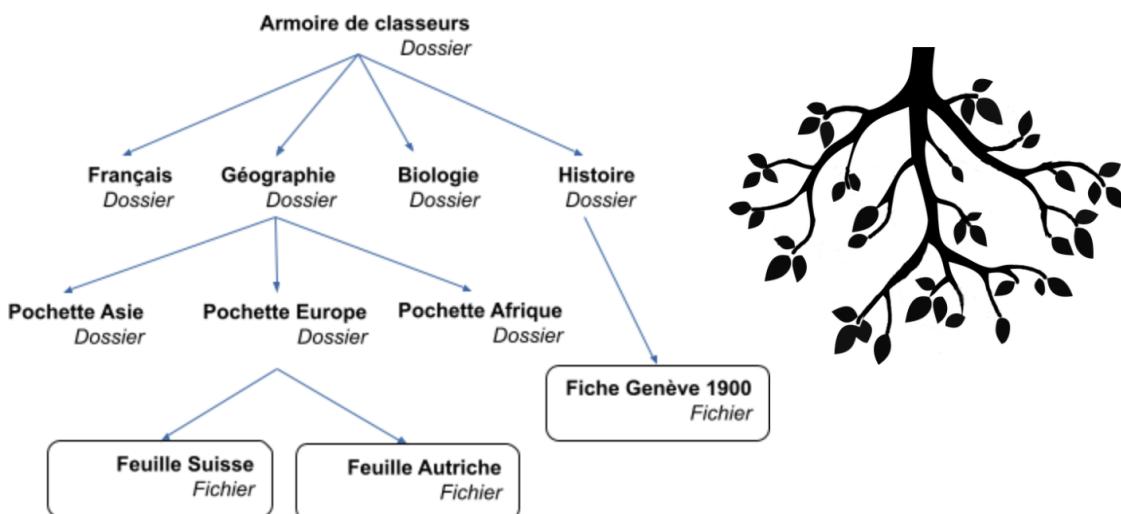
Cette structure se retrouve dans les systèmes de fichiers de manière analogue. Sous GNU/Linux ou macOS le niveau 0 se nomme la racine et le dernier niveau les feuilles (par analogie avec un arbre inversé). Le passage d'un niveau à l'autre, les branches, est décrit par un / (slash). Le chemin pour parvenir au fichier depuis la racine (niveau 0) se nomme le chemin d'accès. Il décrit précisément l'emplacement du fichier (l'itinéraire complet). On appelle une telle organisation des fichiers une organisation arborescente, car on peut la visualiser sous la forme d'un arbre.

Pour résumer :

- a) Un **dossier** peut comporter d'autres dossiers et des fichiers.
- b) Un **fichier** est un ensemble organisé d'informations, désigné par un nom précis, que le système



d'exploitation d'un ordinateur manipule comme une simple entité, dans sa mémoire ou sur un support de stockage.



L'organisation arborescente des fichiers n'est pas le seul moyen de structurer l'information : elle est en concurrence avec d'autres méthodes, parmi lesquelles l'utilisation de liens hypertextes,

notion qui n'a pas été inventée pour structurer l'information, mais pour simplifier le mécanisme de référence dans une page web.

## 4.4 Explorateur de fichiers sous différents système d'exploitation

Pour nous aider à parcourir l'arborescence des fichiers et des dossiers, chaque système d'exploitation offre un navigateur graphique dans son environnement graphique ou la possibilité de parcourir l'arborescence textuellement dans une console à l'aide de commande.

### 4.4.1 MacOS et GNU/Linux

Sous GNU/Linux et macOS, pour chercher la « Feuille Suisse.txt », on écrirait le parcours depuis la racine de manière suivante :

**/Armoire de classeurs/Géographie/Pochette Europe/**

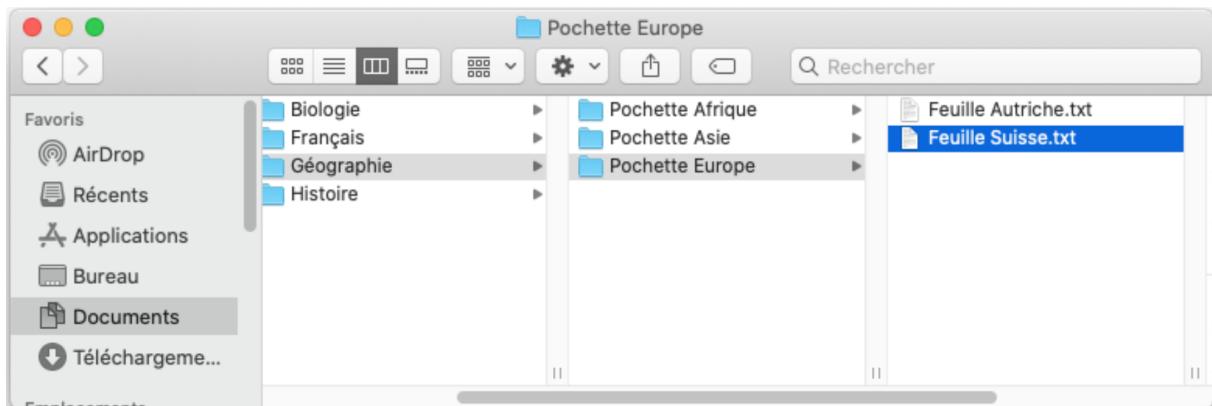


FIGURE 4.1 – Système de fichiers Mac

En mode console (textuel), la commande `ls` permet de visualiser le contenu d'un répertoire et la commande `cd nom_du_dossier` permet de se déplacer dans le dossier nommé `nom_du_dossier`.

### 4.4.2 Microsoft Windows

Sous Microsoft Windows, le chemin serait :

**C :\Armoire de classeurs\Géographie\Pochette Europe**

Noter la différence entre les deux systèmes. Le caractère `/` qui délimite les niveaux pour GNU/Linux et macOS et le caractère `\` pour Microsoft Windows. Il y a aussi la lettre qui détermine la partition ou un périphérique (clé USB, lecteur DVD, etc.) alors que sous GNU/Linux et macOS, une partition est invisible à l'utilisateur·trice en étant considéré comme une branche de l'arbre. L'utilisation de lettre est une spécificité unique du système d'exploitation Microsoft Windows.

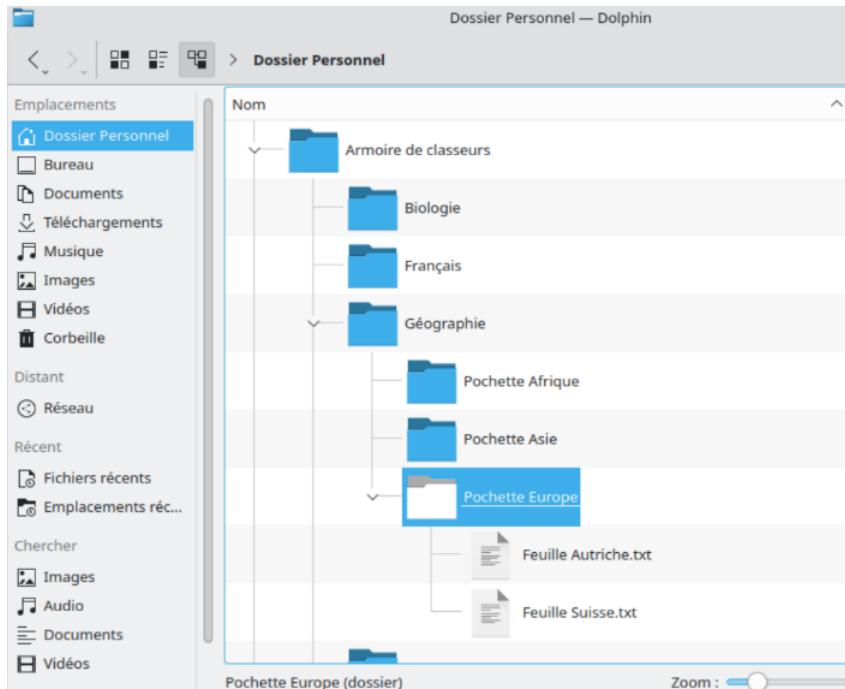


FIGURE 4.2 – Système de fichiers Linux

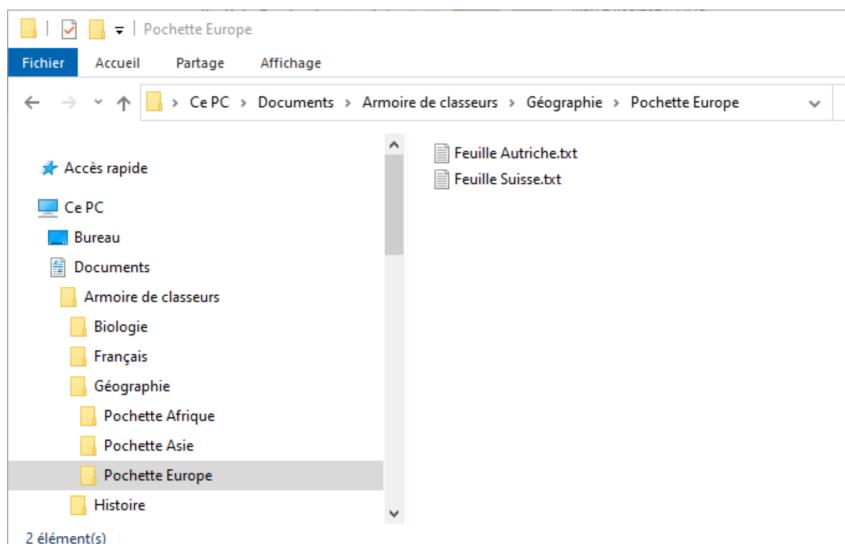


FIGURE 4.3 – Système de fichiers Windows

## 4.5 Métadonnées

Les **métadonnées** sont des informations décrivant : le contenu, le contexte, et les caractéristiques d'un fichier ou d'une donnée, sans être la donnée elle-même. ⇒ Elles permettent de mieux comprendre, organiser et rechercher des fichiers.

Exemples :

- Photo numérique : Une image contient des métadonnées comme la date et l'heure de la prise de vue, les paramètres de l'appareil photo (ISO, ouverture), et la géolocalisation (où la photo a été prise).
- Musique : Un fichier MP3 stocke des métadonnées sur l'artiste, l'album, l'année de sortie,

et la pochette d'album.

- Vidéo : Une vidéo peut inclure des métadonnées sur la résolution, la durée, le format de compression, et parfois le lieu de tournage.

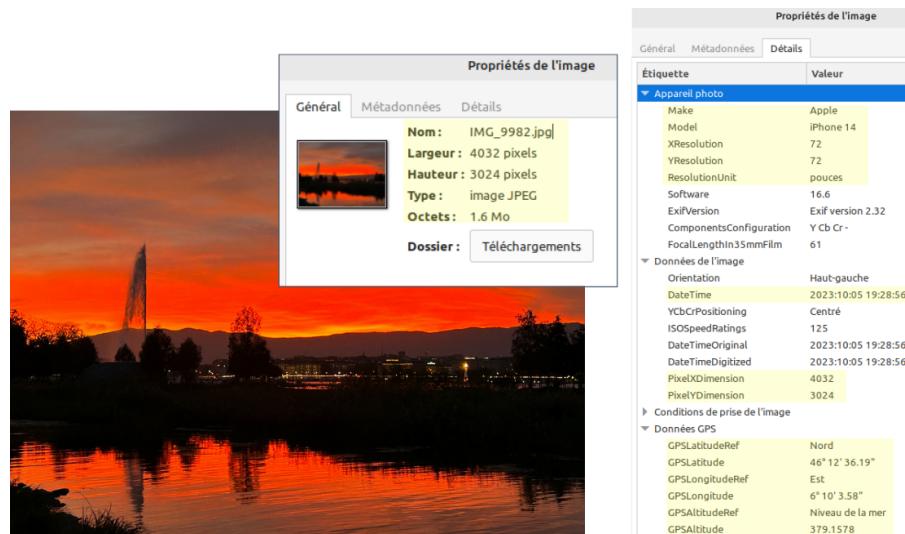


FIGURE 4.4 – Métadonnées d'une image

## 4.6 Exercices

- 1 Se connecter sur [www.eduge.ch](http://www.eduge.ch) puis aller sur le drive. Organiser le drive en sous fichier : Il devra y avoir un dossier principal nommé : Informatique et au moins 3 sous-dossiers appelés : Microbit, Python et Projet.

Le prochain petit programme fait en Microbit devra être sauvegardé sur le drive dans le dossier Microbit.

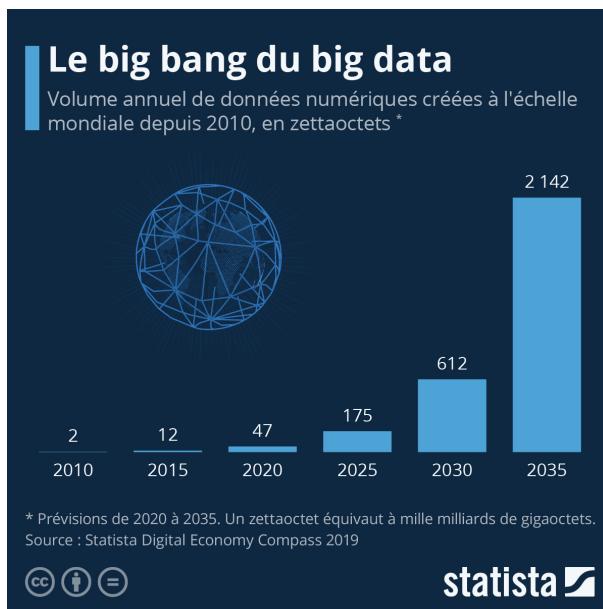
- 2 Dans moodle ou classroom, récupérez le fichier Exercice\_1\_fichier.zip et décompressez-le sur votre ordinateur. Ouvrez le dossier "A\_Trier\_A\_Renommer", observez chaque fichier qu'il contient, renommez-les et déplacez-les dans le bon dossier. Renommez également les dossiers avec des noms corrects.

1. Combien y a-t'il de dossiers dans le dossier Nourriture ?
2. Combien y a-t'il de fichiers dans le dossier Legumes ?
3. Quelle est la taille de l'image avec des carottes ?
4. Quelle est l'extension de l'image avec des carottes ?
5. Quelle est la taille du dossier Fruits ?

- 3 \* Choisissez une photo prise avec votre smartphone. Donner quelques informations à son sujet en exploitant les métadonnées qui lui sont associées. Quand et où cette photo a-t-elle été prise ? Sous quel nom et quel format est-elle stockée dans le smartphone ? Quel est son poids ? À quelles informations supplémentaires avons-nous accès ? Site pour lire les métadonnées : <https://www.verexif.com/fr/>

## 4.7 Stockage des données

Les besoins en stockage de données numériques, à l'échelle mondiale, ont été multipliés par plus de vingt au cours de la dernière décennie et devraient dépasser les 50 zettaoctets ( $10^{21}$ ) d'ici fin 2021. Comme le montre l'infographie ci-dessous, cette quantité de données apparaît finalement dérisoire en comparaison avec ce qui est attendu pour les quinze prochaines années. Les prévisions tablent en effet sur une multiplication par trois ou quatre du volume annuel de données créées tous les cinq ans. Avec ce rythme exponentiel de croissance, le seuil astronomique des 2'000 zettaoctets devrait être franchi à l'horizon 2035.



Il faudrait se procurer 500 millions de disques durs actuels (100 To) pour être capable de sauvegarder 50 [Zo] ! Cette quantité de données pose autant de problèmes de préservation et d'intégrité des données que de sauvegarde. Sans annoncer les problèmes de places, de consommation électrique, de pollutions dues à la fabrication et au recyclage du matériel vieillissant, de coût et de sauvegarde.

## 4.8 Octet : unités de mesure en informatique

Rappel : un octet permet de représenter  $2^8$  nombres, soit 256 valeurs différentes.

Symbol	ko	Mo	Go	To	Po	Eo	Zo	Yo
Nom	kilooctet	mégaoctet	gigaoctet	téraoctet	pétaoctet	exaoctet	zettaoctet	yottaoctet
Valeur	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	$10^{21}$	$10^{24}$

Exemples de tailles de fichier (ordre de grandeur) :

- 2 Ko : fichier texte (2'000 lignes de texte)
- 1 à 20 Mo : photo compressée (jpeg) d'un appareil photo numérique.
- 10 Mo : fichier MP3 d'une durée 5 min (débit 320 kbit/s)
- 700 Mo : film 1h30 (compression – qualité DVD)
- 3 Go : film 1h30 (compression – qualité Blu-ray)
- 25 Go : film Blu-ray

**Remarque 2 :**

Jusqu'en 1998, 1024 octets valaient 1 kilooctet. Puis, les unités ont été standardisées par l'organisme international IEC comme indiqué ci-dessus. On continue cependant à utiliser encore souvent des puissances de 2, tout en changeant l'unité :

Un kilooctet (ko) devrait en principe valoir 1000 octets, mais les ordinateurs utilisent en pratique  $2^{10} = 1024$  octets, qu'on appelle kibioctets(kio)... ce qui fait une différence de 2.4 % ! Et on fait de même pour les préfixes suivants :  $1Mio = 2^{20} = 1'048'576'$ , Mio, Gio, Tio, etc.

## 4.9 Support de données

Quel que soit le type de support, sa taille et son emplacement (local ou distant), ils ont tous certains points communs, comme :

1. Les supports contiennent des 1 et des 0 qu'il s'agisse de votre dernier livre ou de votre musique préférée.
2. Tous les supports ont un schéma d'organisation des données qui est dépendante du système d'exploitation.
3. Ils ont tous besoin d'être alimentés électriquement pour fonctionner.
4. Aucun support n'est fiable à 100 % !

### 4.9.1 Supports amovibles

Avant d'avoir les clés USB et les cartes mémoires que l'on retrouve dans les téléphones mobiles et les appareils photo, il existait d'autres supports externes. Parmi les premiers supports de données informatiques grand public se trouvait la disquette.



Inventée dans les années 1970, elle remplaçait les cartes perforées. Quelques exemples de supports amovibles :

1970 : disquette 8" : 1,2 Mo

1970 : disquette 5,25" 360k

1980 : disquette 3,5" : 1,44 Mo, le standard pendant 20 ans !

1990 : CD-ROM 700Mo (d'autre déclinaison jusqu'à 800Mo)

1990 : ZIP : 700Mo

2004 : DVD-ROM : 4,7 Go

2004 : DVD-ROM double couche : 9,4 Go

2006 : Blu-ray 25Go

2006 : Blu-ray double couche 50Go

2000 : clé USB et carte mémoire

#### 4.9.2 Supports distants

Depuis 2010, plusieurs entreprises offrent un service de stockage et de partage de fichiers dans le cloud (ou nuage). Il est donc nécessaire d'avoir une connexion Internet pour accéder à ces espaces de stockage.

##### Remarques 3 :

Le terme « cloud » est une forme abrégée de « cloud computing » ou l'informatique en nuage. Un cloud est constitué de serveurs situés à distance et accessibles de n'importe où et à n'importe quel moment via une connexion Internet sécurisée et protégée.



Quels sont les avantages et les inconvénients d'avoir ses données dans un cloud qui ne vous appartient pas (dont vous ne gérez pas l'infrastructure) ?

**Exemple 1.** *Vous prenez un contrat chez l'entreprise Tartempion 5 chf par mois pour 1 To de place pour vos données.*

##### Avantages principaux du cloud :

- + Vos données sont accessibles partout, à condition d'être connecté à Internet. Vos données sont donc accessibles depuis votre smartphone, votre PC, etc.
- + Possibilité de partager ses données. De plus, certains logiciels permettent la modification simultanée et gèrent l'accès concurrent.
- + Aucun investissement ni installation préalable requise, juste le prix de l'abonnement. Il vous suffit en général d'un navigateur web pour accéder à vos données.
- + Maintenance, sécurisation des données et mises à jour effectuées par le fournisseur.
- + Souplesse dans l'espace loué. Si vous avez besoin de 2 To, vous pourrez évoluer votre abonnement.
- + En cas de panne de votre ordinateur personnel, vous ne perdez pas les données qui sont dans le cloud.

##### Inconvénients principaux du cloud :

- Pas de contrôle total d'accès aux données par rapport à l'entreprise Tartempion. Confidentialité des données compromise si aucun outil n'est mis en place pour protéger les documents sensibles ;
- Savez-vous où sont réellement hébergées vos données ?
- Dépendance avec l'entreprise. Si Tartempion fait faillite que se passe-t-il ?
- Risque de cyberattaques si les données ne sont pas bien protégées.
- Obligation d'être connecté à Internet. Le service peut être dégradé si la liaison n'est pas fiable.
- Accès aux fichiers plus lents que sur un support local.
- Impact écologique : par ses serveurs nécessaires au fonctionnement du cloud, ce dernier induit une consommation d'énergie croissante.

## 4.10 Stratégie de sauvegarde

### 4.10.1 Introduction

Aucun support de stockage n'a une durée de vie illimitée et aucun support de stockage n'est fiable à 100%. Le risque zéro n'existe pas. Une perte de données numériques est donc très vite arrivée. Les causes principales sont :

- o des défaillances techniques matérielles comme un disque dur en panne ou une clé usb qui n'est plus accessible ;
- o des défaillances logicielles comme un fichier corrompu suite à une écriture erronée par le système d'exploitation, une erreur de synchronisation ;
- o des défaillances humaines comme un fichier effacé, un fichier écrasé ou une clé usb perdue ;
- o des catastrophes naturelles comme des incendies ou des dégâts des eaux ;
- o des programmes malveillants et des attaques de virus ou de ransomware ;
- o le vol du matériel comme votre téléphone portable, un disque d'un serveur, une clé usb, une carte mémoire ;

Le monde professionnel indique une durée de vie moyenne de 5 ans pour un disque dur mécanique ou un disque type SSD. Une clé usb ou une carte mémoire de qualité pourrait tenir 10 ans. Le cloud offert par les entreprises de stockage a une durée de vie quasi illimitée, du moins celle de l'entreprise.

### 4.10.2 Stratégie 3-2-1 de sauvegarde de données

La stratégie de sauvegarde 3-2-1 représente le b-a-ba et le minimum de la protection des données. Mise au point par un photographe souhaitant protéger ses clichés dans les années 1920, cette stratégie est devenue une référence, car elle permet une protection optimale des données, quel que soit leur format.

Le concept de base de la stratégie 3-2-1 repose sur trois principes :

- > **3 copies de vos données** : La stratégie recommande d'avoir 2 copies plus la source. Avec trois copies dont deux sauvegardes, le risque que les trois copies aient un problème en même temps est très faible surtout si elles sont stockées sur des supports différents.
- > **2 supports différents** : La notion de supports différents est essentielle quand on parle de données numériques, car quel est l'intérêt d'avoir deux sauvegardes si elles sont stockées

sur le même support ? En cas d'incident, toutes les données seraient perdues. Il est donc important que la source et au moins une de ses copies soient sauvegardées sur des supports différents.

- > **1 copie hors site** : Quel que soit le support (NAS, disque dur externe, lecteur de bande, etc.), aucune stratégie de sauvegarde de données numériques ne peut être considérée comme sûre si au moins une des copies n'est pas stockée « hors site ». Le récent incendie du 10 mars 2021 d'OVH en est la preuve. En effet, certains utilisateurs avaient leur site en production sur un serveur et leurs copies sur un autre serveur. Certes, les copies étaient sur des supports différents, mais elles étaient stockées dans le même datacenter. Comme une grande partie du site contenant ces serveurs a cessé de fonctionner à cause de l'incendie, aucune des copies n'était utilisable. Or, si au moins une de ces copies avait été stockée chez un autre hébergeur (hors site), ces utilisateurs auraient pu rétablir rapidement leurs services.

Malgré tout les stratégies de sauvegarde ont leurs limites ! La quantité de données à sauvegarder peut prendre trop de temps et poser des problèmes d'intégrité des données. L'externalisation des sauvegardes selon la méthode 3-2-1 soulève aussi la question de la protection des données.

Et si vous avez bien conservé votre donnée numérique. Serez-vous capable de la relire ?

## 4.11 Compression des données

La **compression** de données est le processus de transformation d'un fichier ou d'un ensemble de données pour en réduire la taille. C'est une technique qui permet de "compresser" les informations en utilisant moins d'octets qu'il n'en faudrait normalement pour les représenter.

### 4.11.1 Deux types de compression : avec ou sans perte

Il existe deux grandes catégories de compression :

1. Compression **sans perte (lossless)** :
  - Elle permet de restaurer exactement les données d'origine après décompression.
  - Utilisée pour les fichiers où l'exactitude est cruciale (textes, documents, fichiers de programmes, etc.).
2. Compression **avec perte (lossy)** :
  - Elle supprime certains détails pour obtenir un fichier plus petit. Après décompression, les données ne sont pas exactement identiques à l'original.
  - Utilisée pour les fichiers multimédias (audio, vidéo, images) où une petite perte de qualité est acceptable.

Médias	Bruts	Compressés avec pertes	Compressés sans pertes
Texte	txt	non sens	zip, 7z, rar, gz
Image	raw, dng, bmp	jpg, webp, heic	png, tiff, gif, flif
Son	wav, aiff, pcm, dsd	mp3, aac, ogg Vorbis, wma, mpc	flac, wav (PCM), alac
Vidéo	dpx, raw video, avi (option non compressé)	mp4, divx	FFV1 (FF Video Codec 1), Apple ProRes 4444 XQ

TABLE 4.1 – Formats (non-) compressés

### 4.11.2 Comment fonctionne la compression ?

Sans entrer dans les détails mathématiques, il est possible d'expliquer quelques principes de base :

1. Compression par **répétition** : Remplace les séquences répétées par une seule occurrence.  
⇒ Par exemple : la chaîne de caractères "aaaaaaabbbb" devient "6a4b".
2. Compression par **dictionnaire** : Utilise un dictionnaire de mots ou de phrases fréquemment utilisés. ⇒ Par exemple, remplacer "un" par 1, "et" par 2, etc.
3. Suppression des **redondances** : Repère les motifs répétitifs dans les données et les remplace par une version plus courte. Ceci est typique dans la compression sans perte.

## 4.12 Exercices

**4** En réfléchissant aux derniers cours, essayez de calculez la taille que ferait un fichier texte **blabla.txt** contentant la chaîne de caractères **blablabla**. Vérifiez ensuite en le créant sur votre ordinateur.

**5** Reprenez le dossier **Nourriture** de l'exercice 2 du chapitre précédent. Compressez-le et comparez sa taille originale avec sa taille une fois compressé.

**6** Téléchargez l'image **sample\_1920x1280.bmp** en haute définition depuis moodle puis convertissez-la dans les formats suivants en comparant la taille et la qualité de l'image à chaque étape.

*Utilisez par exemple le site <https://online-converting.com/image> pour faire la conversion en jpg et <https://online-converting.com/image/convert2bmp> pour le bmp*

Format	Taille (ko)	Qualité visuelle
.bmp en 24 bits		
.bmp en 8 bits		
.jpg		
.png		

# IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU NUMÉRIQUE

## 5.1 Introduction

L'impact du numérique sur l'environnement est multiple :

- **Gaz à effet de serre (GES),**
- Consommation d'énergie électrique,
- Déchets toxiques,
- Utilisation de matériaux rares,
- Utilisation et pollution de l'eau,
- Atteinte à la biodiversité (faune et flore).

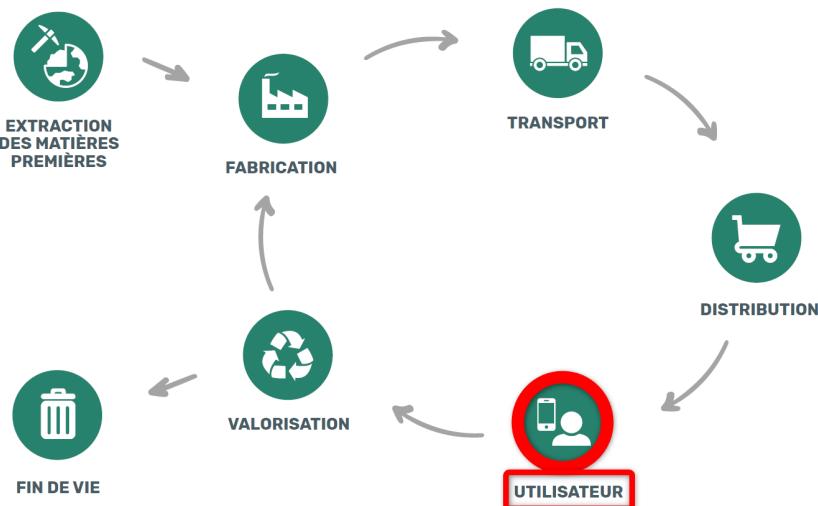


FIGURE 5.1 – Chaîne de fabrication et d'utilisation d'un appareil électronique

## 5.2 Gaz à effet de serre (GES)

### 5.2.1 Définition

Les **gaz à effet de serre (GES)** sont des composants gazeux présents dans l'atmosphère terrestre qui piègent la chaleur émise par la Terre après qu'elle ait absorbé l'énergie solaire.

Ce **phénomène naturel**, appelé effet de serre, est essentiel pour maintenir une température permettant la vie sur notre planète.

Cependant, lorsque les concentrations de ces gaz **augmentent de manière excessive**, en grande partie à cause des activités humaines, ils provoquent un **réchauffement climatique**, conduisant à des changements importants dans les systèmes climatiques mondiaux.

### 5.2.2 Contexte, conséquences et objectifs

Selon le dernier **rappor**t du GIEC (Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat)(2023) :

- Température moyenne de la surface du globe : +1,1 °C par rapport à la période pré-industrielle,
- +1,5 °C attendus dès le début des années 2030.

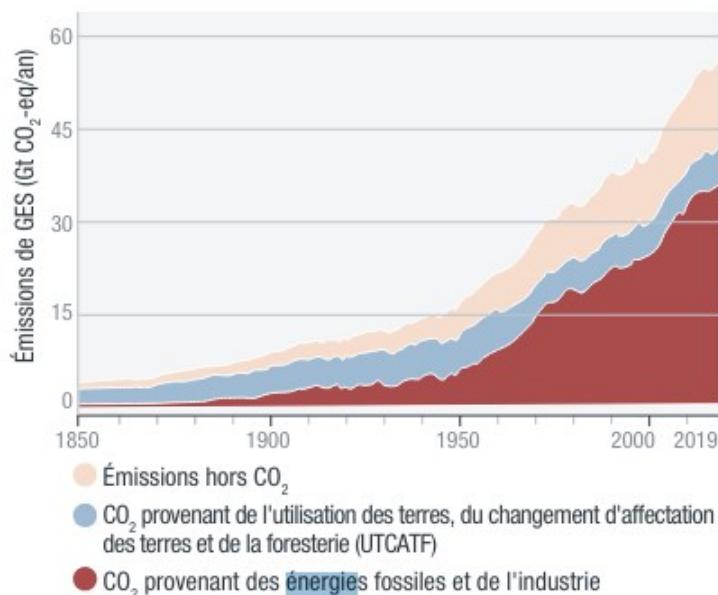


FIGURE 5.2 – Évolution des émissions de gaz à effet de serre.

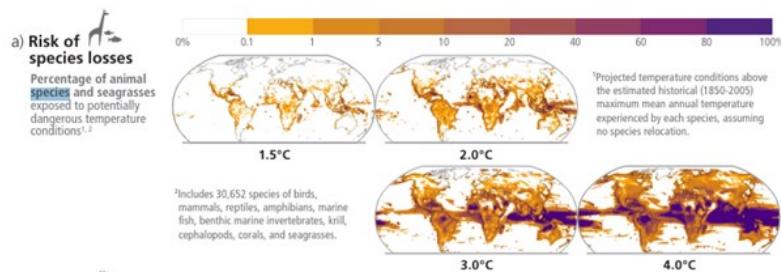


FIGURE 5.3 – Conséquences sur la faune du dérèglement climatique.

Rapport de synthèse du GIEC  
**Le changement climatique aujourd’hui**

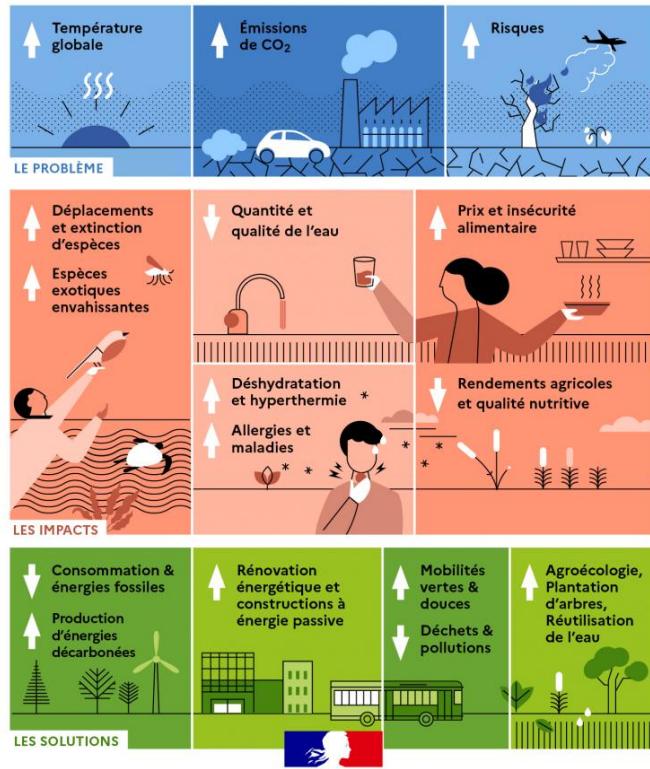


FIGURE 5.4 – Exemples d’activités et de leurs émissions de GES.

Ils en tirent la conséquence suivante :

- Il est urgent de limiter ce réchauffement à 1,5°C et 2 °C ce qui n’est possible qu’en réduisant drastiquement les émissions de GES.

En 2019, la Suisse a donc décidé de ramener ses émissions de gaz à effet de serre au **zéro net d’ici 2050**.

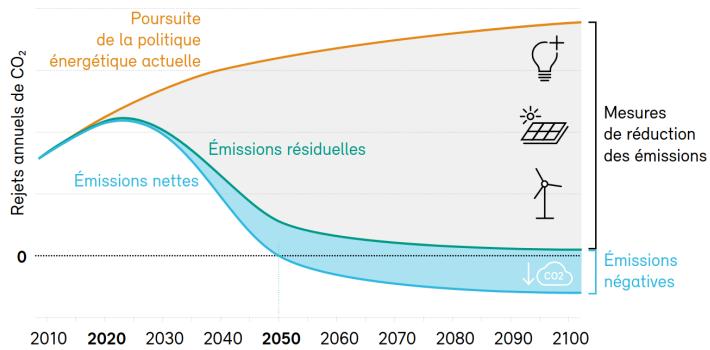


FIGURE 5.5 – Objectifs de réduction des émissions de GES en Suisse.

### 5.2.3 Unités de mesure

#### Gaz à effet de serre

L'émission en équivalent CO<sub>2</sub> d'un GES est la quantité émise de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) qui provoquerait le même effet de réchauffement (forçage radiatif intégré) que le gaz mesuré.

Unité : kgCO<sub>2</sub>eq

#### Consommation électrique

- Unité de l'énergie du système international (SI) : le **Joule [J]**.  
→ Exemple besoin journalier : 2'000 Kilocalorie = 8'368'000 [J]
- Unité de puissance : le **Watt [W]** = 1 [J/s]  
→ Exemple puissance d'un micro-ondes = 1'000 [W]
- Unité d'énergie consommée : le **Watt-heure [Wh]**. 1 [Wh] = 3'600 [J]  
→ Exemple énergie d'une batterie de laptop : 50 [Wh] = 0,05 [kWh]

## 5.3 Impact du numérique

- Le numérique représente environ 3–4 % des émissions mondiales de GES,
- Soit l'équivalent du secteur de l'aviation civile.

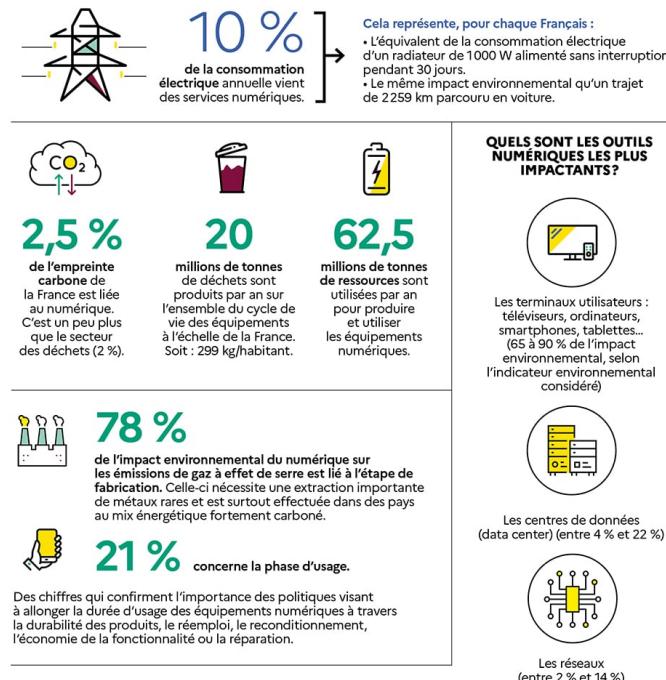


FIGURE 5.6 – Quelques chiffres français

## 5.4 Que faire ?

### 5.4.1 Allonger la durée de vie du matériel

- Conserver plus longtemps ses équipements,
- Choisir des marques éthiques et réparables,
- Réparer soi-même ou faire réparer,
- Donner ou revendre plutôt que jeter.

### 5.4.2 Réduire la taille des données échangées et stockées

- Faire le tri dans ses données (cloud, mails, réseaux sociaux),
- Dégrader la qualité quand c'est pertinent,
- Privilégier le texte aux contenus lourds (images, vidéos),
- Préférer les liens aux pièces jointes.

### 5.4.3 Optimiser l'usage du réseau

- Privilégier le stockage local au streaming,
- Préférer les connexions filaires au Wi-Fi, et le Wi-Fi à la 4G/5G.

## Sources

- [https://enseigner.modulo-info.ch/enjx2/activ/emission\\_ges.html](https://enseigner.modulo-info.ch/enjx2/activ/emission_ges.html)
- <https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-thematiques-transverses/lempreinte-environnementale-du-numerique.html>
- <https://www.ecologie.gouv.fr/actualites/publication-du-6e-rapport-synthese-du-giec>
- <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/info-specialistes/reduction-emissions-objectifs-reduction/objectif-2050/strategie-climatique-2050.html>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quivalent\\_CO2](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quivalent_CO2)
- <https://infos.ademe.fr/magazine-avril-2022/faits-et-chiffres/numerique-quels-impacts-estimés>
- <https://www.europe1.fr/technologies/trois-chiffres-pour-comprendre-limmense-impact-estimé-du-numerique>