
INTRODUCTION

Introduction à la SNT

CHAPITRE 01 • ACTIVITÉ

Le message caché de Perseverance

Le message caché de Perseverance

1.1 Le contexte

i Un rover sur Mars

Le 18 février 2021, le rover **Perseverance** de la NASA s'est posé sur Mars, après un voyage de sept mois. Un exploit technologique et scientifique qui aurait été impossible sans l'informatique : descente pilotée par ordinateur, analyse d'images en temps réel, communication codée avec la Terre.

Vidéo de la descente :

<https://www.youtube.com/watch?v=7S3VI6ryfxY>

Peu après l'atterrissage, des internautes ont trouvé les motifs orange et blancs du **parachute** étranges. Et pour cause : les ingénieurs de la NASA y avaient dissimulé un message !

1.2 L'énigme

© Objectifs

Retrouver la **phrase** cachée dans la **couronne intérieure** du parachute.



La couronne intérieure du parachute. Un seul secteur est déjà décodé : celui qui porte la lettre **D**. Tous les autres sont à trouver.

? Indices

- Chaque couleur vaut un chiffre.

White

20, 14, 9, 5, 2, ?

Red

$$\blacksquare + \blacksquare + \blacksquare = 15$$

$$\blacksquare + \bullet + \bullet = 11$$

$$\bullet - \square = 2$$

$$\blacksquare - \bullet - \square = ?$$

- "A" est la première lettre de l'alphabet.
- Le message secret démarer au "D".
- Les colonnes Bin et Déc de la table suivantes seront utiles!



Déc.	Bin.	Déc.	Bin.	Déc.	Bin.	Déc.	Bin.
0	0000000	32	0100000	64	1000000	96	1100000
1	0000001	33	0100001	65	1000001	97	1100001
2	0000010	34	0100010	66	1000010	98	1100010
3	0000011	35	0100011	67	1000011	99	1100011
4	0000100	36	0100100	68	1000100	100	1100100
5	0000101	37	0100101	69	1000101	101	1100101
6	0000110	38	0100110	70	1000110	102	1100110
7	0000111	39	0100111	71	1000111	103	1100111
8	0001000	40	0101000	72	1001000	104	1101000
9	0001001	41	0101001	73	1001001	105	1101001
10	0001010	42	0101010	74	1001010	106	1101010
11	0001011	43	0101011	75	1001011	107	1101011
12	0001100	44	0101100	76	1001100	108	1101100
13	0001101	45	0101101	77	1001101	109	1101101
14	0001110	46	0101110	78	1001110	110	1101110
15	0001111	47	0101111	79	1001111	111	1101111
16	0010000	48	0110000	80	1010000	112	1110000
17	0010001	49	0110001	81	1010001	113	1110001
18	0010010	50	0110010	82	1010010	114	1110010
19	0010011	51	0110011	83	1010011	115	1110011
20	0010100	52	0110100	84	1010100	116	1110100
21	0010101	53	0110101	85	1010101	117	1110101
22	0010110	54	0110110	86	1010110	118	1110110
23	0010111	55	0110111	87	1010111	119	1110111
24	0011000	56	0111000	88	1011000	120	1111000
25	0011001	57	0111001	89	1011001	121	1111001
26	0011010	58	0111010	90	1011010	122	1111010
27	0011011	59	0111011	91	1011011	123	1111011
28	0011100	60	0111100	92	1011100	124	1111100
29	0011101	61	0111101	93	1011101	125	1111101
30	0011110	62	0111110	94	1011110	126	1111110
31	0011111	63	0111111	95	1011111	127	1111111

Vos essais :

[illegible]

--

CHAPITRE 02 • COURS

Le langage binaire

2.1 Des nombres "humains" aux 0 et aux 1



Du point de vue de la machine, c'est plus simple !

Un ordinateur est une immense collection de **circuits électriques**. Chacun ne peut se trouver que dans **deux états** : le courant passe, ou le courant ne passe pas. On note ces deux états **1** et **0**.

Conséquence : une machine ne connaît que **deux symboles**, **0** et **1**. Tout ce qu'elle manipule (nombres, textes, images, sons) doit donc finir par être écrit comme une **suite de 0 et de 1**.



Nous ne comptons pas comme les machines

Nous, humains, écrivons les nombres avec **dix** chiffres : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. C'est la **base 10** (ou système décimal). Nous avons 10 doigts après tout..

Une machine, elle, n'a que **deux** chiffres : 0 et 1. C'est la **base 2** (ou système binaire).



Notation : la base en indice

Pour préciser dans quelle base un nombre est écrit, on note la **base en indice**, entre parenthèses. **Changer de base ne change pas le nombre** : c'est la **même quantité**, écrite avec d'autres symboles. Par exemple, la quantité "treize" :

$$\underbrace{13}_{\text{base 10, dix chiffres}} = \underbrace{1101}_{\text{base 2, deux chiffres}}$$

Sans indice, un nombre est écrit en base 10.

Définition 1 . Bit

Le **bit** (de l'anglais **binary digit**, "chiffre binaire") est l'unité de base du langage binaire. Un bit ne peut valoir que **0** ou **1**.

Définition 2 . Octet

Un **octet** est une suite de **8 bits**. Par exemple, 10010101 est un octet.

L'octet, de symbole **o**, sert à mesurer la "taille" d'un fichier ou la capacité d'un support de stockage. On emploie couramment ses multiples : kilooctet (ko), mégaoctet (Mo), gigaoctet (Go), téraoctet (To).

2.2 Compter en base 2

i Le mécanisme de la retenue

En base 10, on compte 0, 1, 2, ..., 9, puis **on est bloqué** : il n'y a pas de chiffre après 9. On ajoute alors une colonne à gauche (les dizaines) et on repart de 0 : c'est **10**.

En base 2, c'est exactement pareil... mais on est bloqué beaucoup plus vite : il n'y a pas de chiffre après **1** ! Après 0 et 1, on ajoute une colonne à gauche et on repart de 0 : c'est **10** (qui se lit "un-zéro" et vaut "deux").

Exercice 1 . Compter jusqu'à 9 en binaire

Compléter le tableau. Dès que vous êtes bloqué, ajoutez un chiffre à gauche.

Base 10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Base 2	0	1								

Exercice 2 . Nombre de combinaisons

Compléter (on peut s'aider du tableau précédent) :

sur 1 bit : _____ valeurs

sur 4 bits : _____ valeurs

sur 2 bits : _____ valeurs

sur 1 octet : _____ valeurs

sur 3 bits : _____ valeurs

sur n bits : _____ valeurs

Propriété 1. Avec n bits, on peut coder 2^n valeurs différentes : par exemple tous les entiers de 0 à $2^n - 1$.

2.3 Convertir un entier en binaire

Pour les nombres jusqu'à 9, on a pu deviner. Au-delà, il faut une **méthode**.

Rappel : la base 10 par divisions successives

Écrire 4097 en base 10, c'est dire : **4** milliers, **0** centaine, **9** dizaines, **7** unités. On retrouve ces chiffres en divisant successivement par 10 et en gardant les restes :

$$4097 = 409 \times 10 + 7 \quad 409 = 40 \times 10 + 9 \quad 40 = 4 \times 10 + 0 \quad 4 = 0 \times 10 + 4$$

Restes lus de bas en haut : 4097.

En base 2 : divisions successives par 2

Le principe est identique, mais on divise par **2**. Les restes valent toujours **0** ou **1**. Lus **du dernier au premier**, ils donnent l'écriture binaire.

Exemple 1 . Écrire 42 en binaire

$$42 = 21 \times 2 + 0$$

$$21 = 10 \times 2 + 1$$

$$10 = 5 \times 2 + 0$$

$$5 = 2 \times 2 + 1$$

$$2 = 1 \times 2 + 0$$

$$1 = 0 \times 2 + 1$$

On lit les restes de bas en haut : $42_{(10)} = 101010_{(2)}$.

Vérification : $32 + 8 + 2 = 42$. ✓

Exercice 3 . À vous

- Déterminer l'écriture binaire de 25.

.....

.....

.....

.....

- Déterminer l'écriture binaire de 117.

.....

.....

3. Déterminer l'écriture binaire de 200.

2.4 Convertir un nombre binaire en entier

Rappel : la base 10 par les puissances

4097 peut s'écrire :

$$4097 = 4 \times 1000 + 0 \times 100 + 9 \times 10 + 7 \times 1 = 4 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 7 \times 10^0$$

Chaque chiffre est multiplié par une **puissance de 10**.

En base 2 : les puissances de 2

Même idée, avec les **puissances de 2** :

$$2^0 = 1 \quad 2^1 = 2 \quad 2^2 = 4 \quad 2^3 = 8 \quad 2^4 = 16 \quad 2^5 = 32 \quad 2^6 = 64 \quad 2^7 = 128 \quad \dots$$

On additionne les puissances de 2 situées en face d'un **1**.

Exemple 2 . À quel entier correspond 101110 ?

Bit	1	0	1	1	1	0
Puissance	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Valeur	32	0	8	4	2	0

$$32 + 8 + 4 + 2 = 46, \text{ donc } 101110_{(2)} = 46_{(10)}.$$

Exercice 4 . À vous

1. Convertir 1011 en base 10.

.....

.....

.....

2. Convertir 1110101 en base 10.

.....

.....

.....

.....

3. Convertir 11111111 en base 10.

.....

.....

.....

.....

2.5 Bilan

Ce qu'il faut retenir

- Un même nombre a **deux écritures** : en base 10 (nos dix chiffres) et en base 2 (les deux chiffres de la machine). La **quantité** ne change pas.
- **Entier** → **binaire** : divisions successives par 2, restes lus de bas en haut.
- **Binaire** → **entier** : somme des puissances de 2 situées en face d'un 1.
- Numériser une information (texte, image, son), c'est la transformer en nombres... que la machine écrira ensuite en binaire.

2.6 Exercices d'entraînement

Exercice 5 . Entier → binaire

Convertir en base 2 : (a) 7 (b) 16 (c) 19 (d) 32 (e) 45 (f) 100

Exercice 6 . Binaire → entier

Convertir en base 10 : (a) 101 (b) 1110 (c) 10101 (d) 100000 (e) 1010101

Exercice 7 . Vrai ou faux ?

Justifier chaque réponse.

1. $1000_{(2)}$ est plus grand que $111_{(2)}$.
2. Un nombre binaire qui se termine par 0 est pair.
3. Avec 5 bits, on peut écrire l'entier 40.

Exercice 8 . Ranger dans l'ordre croissant

Ranger ces nombres binaires du plus petit au plus grand, puis donner leur valeur en base 10 :

1010 111 10001 1 1100

Exercice 9 . De la mémoire..

Une clé USB annonce "64 Go". Sachant que $1 \text{ Go} = 1000 \text{ Mo}$ et $1 \text{ Mo} = 1000 \text{ ko}$, combien de kilooctets cela représente-t-il ?

2.7 Pour aller plus loin

2.7.1 Additionner en binaire

La seule nouveauté

L'addition se pose comme en base 10 : chiffre par chiffre, de droite à gauche, avec des **retenues**. Seule chose à retenir :

$$0 + 0 = 0 \quad 0 + 1 = 1 \quad 1 + 0 = 1 \quad 1 + 1 = 10 \quad (\text{j'écris 0, je retiens 1})$$

et donc $1 + 1 + 1 = 11$.

Exercice 10 . Poser et calculer

Effectuer ces additions en binaire, puis **vérifier** le résultat en base 10.

1. $101 + 11$
2. $110 + 101$
3. $1111 + 1$
4. $10110 + 1101$

Exercice 11 . Quand ça déborde

1. Calculer $11111111 + 1$ en binaire. Combien de bits a le résultat ?
2. Une machine range ce nombre dans un **octet** (8 bits, pas un de plus). Que va-t-il se passer ?

2.7.2 Et si on changeait de base ? (base 3)

En base 3, on ne dispose que de **trois** chiffres : **0, 1, 2**. Tout le reste fonctionne comme en base 2... à vous de retrouver comment.

Exercice 12 . Compter en base 3

Compléter le tableau.

Base 10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Base 3	0	1	2								

Exercice 13 . Convertir

1. Écrire 25 en base 3.
2. À quel entier correspond $2101_{(3)}$?
3. Avec n chiffres en base 3, combien de valeurs peut-on écrire ?
4. Un nombre s'écrit 1000 dans une base b . Que vaut-il ?

2.7.3 La base des informaticiens (base 16)**Exercice 14 . Un problème à résoudre**

La base 16 a besoin de **seize** chiffres. Mais nous n'en connaissons que dix (0 à 9).

1. Expliquer précisément le problème.
2. Proposer une solution pour représenter les « chiffres » manquants.

Exercice 15 . Manipuler l'hexadécimal

1. Compléter : les entiers de 10 à 20 s'écrivent en base 16 A,
2. Convertir en base 10 : $FF_{(16)}$ $2A_{(16)}$ $100_{(16)}$
3. Écrire 100 et 250 en base 16.

Exercice 16 . Pourquoi les informaticiens adorent l'hexadécimal

1. Convertir $11111111_{(2)}$ en base 16.
2. Découper $10110110_{(2)}$ en **paquets de 4 bits** à partir de la droite, et convertir chaque paquet. Que remarque-t-on ?
3. Combien de bits « vaut » un seul chiffre hexadécimal ?
4. Une couleur web s'écrit #FF8800 : deux chiffres hexa par composante rouge, verte, bleue. Donner les trois composantes en base 10.

2.7.4 Défis**Exercice 17 . Multiplier sans multiplier**

Écrire en binaire 6, 12 et 24. Comparer les trois écritures.

1. Comment multiplier un nombre par 2 en binaire, sans poser d'opération ?
2. Et comment le diviser par 2 (quand c'est possible) ?

Exercice 18 . Deviner la base

Le nombre 11 vaut 3 en base 2, et 4 en base 3.

1. Dans quelle base 11 vaut-il 7?
2. Le nombre 27 existe-t-il en base 5? en base 8?
3. Dans quelle base 100 vaut-il 49?

Exercice 19 . Chasse aux palindromes

Un nombre est un **palindrome binaire** si son écriture en base 2 se lit pareil de gauche à droite et de droite à gauche (par exemple 101 ou 1001).

Trouver tous les entiers de 1 à 20 qui sont des palindromes binaires.

Exercice 20 . Détecter une erreur

Quand une machine transmet un octet, elle ajoute parfois un **9^e bit**, choisi pour que le nombre total de 1 soit **pair** : c'est le **bit de parité**.

1. Quel bit de parité faut-il ajouter à 0110100?
2. Pendant la transmission, un bit est inversé par erreur. Expliquer comment la machine qui reçoit peut s'en apercevoir.
3. Et si **deux** bits sont inversés?

Exercice 21 . L'échiquier et les grains de riz

Une légende raconte qu'un roi accepta de payer l'inventeur des échecs ainsi : 1 grain de riz sur la 1^{re} case, 2 sur la 2^e, 4 sur la 3^e, et on double à chaque case.

1. Combien de grains sur la 8^e case? sur la 10^e?
2. Écrire le nombre de grains de la case n à l'aide d'une puissance de 2.

Exercice 22 . Message caché, le retour

Dans le vrai code informatique des textes (l'ASCII), la lettre « A » est codée par le nombre 65, « B » par 66, etc.

Décoder le mot binaire suivant (trois groupes de 7 bits) :

1001110 1010011 1001001