

Chapitre : Le bit, unité d'information.

François Boyer

7 novembre 2022

1 Types simples en Python

Dire qu'une variable à un certain type signifie que la "boite" cette variable ne peut prendre qu'un certains ensemble de valeurs. Quand on crée la "boite", certains langage de programmation demande de "typer" la variable, d'autres attendent simplement la première affectation.

Il y a quatre types simples, on construira ensuite d'autres type à partir de ces quatre types simples : `int` , `float`, `bool`, et `str` correspondent respectivement aux entiers ,aux décimaux, aux booléen et aux chaînes de caractères en Python.

2 Types numériques

2.1 Entiers

Le type `int` est utilisé pour stocké des nombres entiers. Leur taille est limité par la machine et par le temps que la machine mettra pour les manipuler. Au plus les nombres entiers seront grand, au plus la machine mettra du temps à effectuer les calculs.

2.2 Booléens

Le type booléen est utilisé pour représenter une alternative "Vrai" `true`/ "Faux" `false`. Basiquement on peut représenter un booléen par 0 `false` ou 1 `true`. Python considère les entiers non nuls comme équivalent à la valeur booléenne `true` et l'entier 0 comme équivalent à la valeur booléenne `false`

2.3 Flottants

Le type `float` sert à représenter les valeurs réelles, avec tous les problèmes que pose le caractère fini du nombre de bits d'encodage avec l'infinitude de l'ensemble \mathbb{R} , nous le verrons plus tard. Attention en Python, le point remplace la virgule : 2.5 pour 2,5 . Ces nombres "à virgule flottantes" permettent d'approximer les nombres réels. La valeur minimale étant 1.7×10^{-308} . La valeur maximale étant $+1.7 \times 10^{308}$.

3 Types alpha-numérique

3.1 Chaîne de caractères

Enfin, le type `str` est utilisé pour coder les chaînes de caractères : mot ou phrase. Attention il faut signaler qu'on saisit un type `str` en encadrant la chaîne entre guillemet ou apostrophe ; `nom = "Boyer"` ou bien `nom = 'Boyer'`. On peut imaginer que la chaîne de caractère "l'avion décolle" sera codé sans erreur entre guillemets et provoquera une équivoque entre apostrophes.

3.2 Nombres complexes

4 Introduction



204101

Classe inversée : Vous devez visionner la vidéo : Le calculateur par différence de Babbage. Vous serez interrogés en classe sur son contenu



203401

Classe inversée : Vous devez visionner la vidéo : C'est pas Sorcier : l'ordinateur. Vous serez interrogés en classe sur son contenu



203404

Quantité d'information en machine - Logarithme base 2

203400

Quantité d'information : Évaluer le nombre de bits nécessaires pour stocker un certain nombre d'informations distinctes. Comprendre le logarithme base 2.



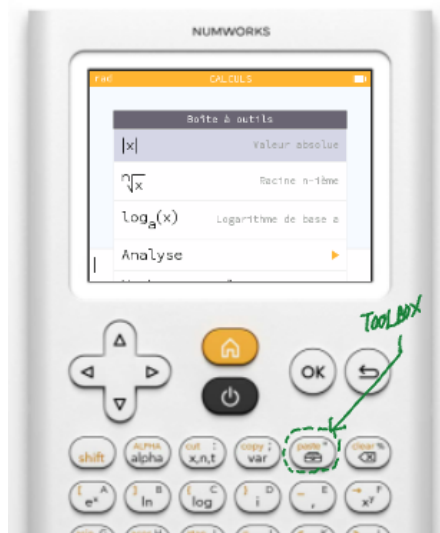
203400

Comprendre le logarithme base 2.



203405

Se servir de sa calculatrice



Touche Toolbox

A tout moment lorsque vous éditez un calcul ou une expression, vous pouvez appuyer sur la touche . Un catalogue de fonctions s'ouvre alors pour vous permettre de réaliser des calculs plus particuliers.

Le catalogue **Toolbox** est divisé en plusieurs sous-sections thématiques : Analyse, Nombres complexes, Probabilités, ... Choisissez le calcul que vous souhaitez effectuer et appuyez sur . Complétez l'espace entre les parenthèses avec les valeurs que vous désirez pour chaque fonction.

Les trois premières commandes du catalogue **Toolbox** sont : **Valeur absolue**, **Racine n-ième** et **Logarithme base a**.

abs(x)

Calcule la valeur absolue de l'argument que vous spécifiez entre les parenthèses. **abs(-4.5)** donne la valeur de $|-4.5|$, soit 4.5.

root(x,n)

Calcule la racine n -ième d'un nombre. Vous devez spécifier n et le nombre duquel vous calculez la racine. **root(x,n)** donne la valeur de $\sqrt[n]{x}$. Vous pouvez donner une valeur non entière à n .

log(x,a)

Calcule le logarithme en base a d'un nombre. Vous devez spécifier a et le nombre duquel vous calculez le logarithme. **log(x,a)** donne la valeur de $\log_a(x)$.

Question 1 - Calculer à l'aide de votre calculatrice les logarithme base 2 suivants :

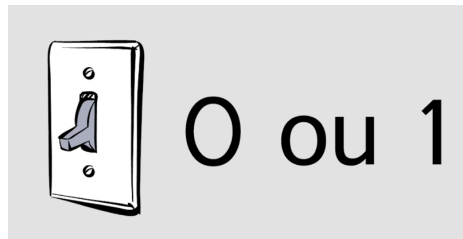
- $\log_2(30\ 000)$
- $\log_2(1\ 024)$
- $\log_2(26)$
- $\log_2(1\ 000\ 000)$

- $\log_2(30\ 000) \approx 14,8726$
- $\log_2(1\ 024) \approx 10$
- $\log_2(26) \approx 4,7$
- $\log_2(1\ 000\ 000) \approx 19,93$

5 Information et machines

5.1 Représentation numérique de l'information

On peut facilement transmettre une information. Par exemple : on peut répondre à une question du type VRAI-FAUX en envoyant un signal lumineux ou non. Il suffit de fabriquer un mini-circuit avec simplement une lampe et un interrupteur. C'est un système à la fois mécanique (il faut actionner l'interrupteur) et électrique (il faut brancher le circuit).



Une telle information très basique du type (VRAI/FAUX) est appelé un bit, un chiffre binaire ou un booléen. Le bit 0/1 est l'unité minimale de représentation des données en informatique. Le choix de cet unité permet d'unifier logique et calcul.

Georges Boole

Le mot booléen vient du nom du mathématicien britannique George Boole, responsable de l'algèbre de Boole qui fonde la logique Booléenne. George Boole est né en 1815 dans une famille très modeste. Il réussit malgré cela à obtenir un poste de professeur de mathématiques à l'université irlandaise de Cork où il développe des théories, notamment l'algèbre binaire, aujourd'hui saluées comme les premiers jalons de l'informatique moderne. Un parcours impressionnant resté longtemps méconnu.



203606

Vidéo Arte : George Boole, génie des maths : Aux origines de l'informatique

A priori, les ordinateurs et les programmes permettent de stocker, de transmettre et de manipuler des nombres, des textes, des images, des sons, etc. Pourtant, pour représenter l'information en machine, les machines n'utilisent que deux symboles : des 0 et des 1. Il est en effet plus facile de différencier deux états (haut-bas)(le courant passe ou pas) dans un circuit électrique que de lire plusieurs états. La machine code les informations complexes

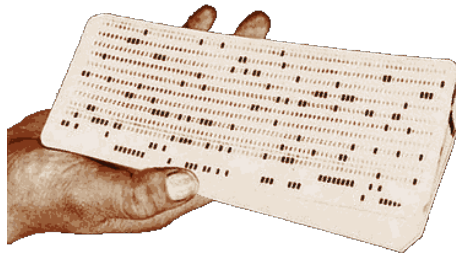


Le bit, unité d'information.

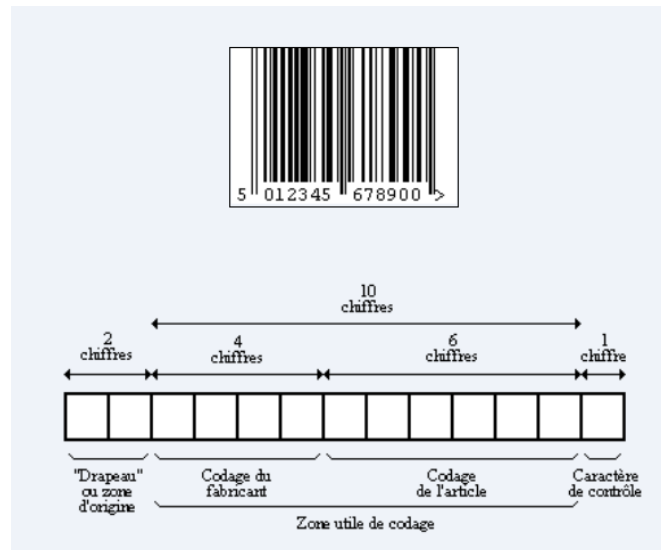


François Boyer

(nombres, textes, images ou sons) comme des suites de 0 et de 1. Nous verrons cette année quels normes et formats sont utilisées pour cela.



La mémoire des ordinateurs est constituée d'une multitude de petits circuits électroniques. Chacun de ces circuits ne peut être que dans deux états : 0 et 1. Remarque : On aurait pu appeler ces états A et B, froid et chaud, faux et vrai ou bien encore noir et blanc :



En regroupant plusieurs circuits, on crée un circuit qui décrit une suite de 0 et de 1. C'est ce qu'on appelle un mot. un mot de huit bits, par exemple 01001010 est appelé octet (byte).

0000 0000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0000 0001	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0000 0010	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0000 0011	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0000 0100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0000 0101	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0000 0110	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0000 0111	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1111 1110	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...							
1111 1110	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1111 1111	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



Le bit, unité d'information.



François Boyer

L'état d'un circuit, composé de plusieurs de ces circuits mémoire un bit, se décrit par une suite finie de 0 et de 1, que l'on appelle un mot.

Un mot de 8 bits est appelé octet (Attention : en anglais "one byte" signifie "un octet")

Question 2 - Combien d'états différents peut prendre un bit ?
Un bit est une information qui peut prendre deux états possibles

Question *Thème Représentation des données*

Un octet est un paquet de :

Réponses :

- ☐ A 2 bits.
- ☐ B 8 bits.
- ☐ C 16 bits.
- ☐ D 80 bits.

2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7	2^8	2^9	2^{10}	2^{11}
1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048

Question 3 - Combien d'informations différentes peut on coder sur un octet ?
Sur un octet on peut coder 256 informations différentes.

Question 4 - On imagine un ordinateur dont la mémoire est constituée de quatre circuits mémoire un bit. Quel est le nombre d'états possibles de la mémoire de cet ordinateur ?
La mémoire de cet ordinateur peut prendre 16 états différents.

Question 5 - Même question pour un ordinateur dont la mémoire est constituée de dix circuits mémoire un bit.
Un tel ordinateur peut prendre 1024 états différents

Question 6 - Et pour un ordinateur dont la mémoire est constituée de 34 milliards de tels circuits ?
Un ordinateur dont la mémoire est constituée de 34 milliards de tels circuits peut restituer $2^{34000000000}$ états différents !

5.2 Combinaisons différentes de deux symboles différents.

Chaque fois que l'on ajoute un bit alors on double la quantité d'information qui peut être stockée. Dans un bit, on peut stocker deux informations différentes, dans deux on peut alors stocker le double, soit quatre. Et trois bits permettent alors de stocker 8 informations différentes. Plus généralement n bits peuvent accueillir 2^n informations.

$\log_2(Q)$, logarithme base d'une quantité d'information

Réciproquement, on appelle $\log_2(Q)$ (logarithme base 2 de Q) la puissance de 2 qui vaut Q . Si on a Q informations différentes à héberger alors on encadre N par deux puissances de 2 consécutives :

$$2^{n-1} < Q < 2^n$$

et on conclut qu'il faut dans ce cas n bits pour stocker les Q informations.



Question *Thème Représentations des données*

Quel est le nombre minimum de bits qui permet de représenter les 7 couleurs de l'arc-en-ciel ?

Réponses :

- ☐ A 2
☐ B 3
☐ C 4
☐ D 5

Question 7 - On veut représenter chacune des sept couleurs de l'arc-en-ciel par un mot, les sept mots devant être distincts et de même longueur. Quelle est la longueur minimale de ces mots ?

Pour représenter sept informations différentes, il faut occuper utiliser 3 bits Chacune des couleurs rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo et violet pourrait ainsi correspondre à l'un des nombres binaires à trois bits.

Note : l'un des mots de trois bits ne sera donc pas utilisé.

```
dictionnaire_couleurs = {
    '000' : 'rouge',
    '001' : 'orange',
    '010' : 'violet',
    '011' : 'jaune',
    '100' : 'vert',
    '101' : 'bleu',
    '110' : 'indigo',
    '111' : 'inutilisé'
}
```

Question 8 - Trouvez trois informations de la vie courante qui peuvent être exprimées par un booléen.

marche / arrêt demi-pensionnaire / externe froid / chaud pile / face play / stop éteint / allumé ouvert / fermé bonhomme piéton vert / bonhomme piéton rouge

Question *Thème Représentation des données*

Combien d'informations différentes un octet peut-il représenter ?

Réponses :

- ☐ A 2
☐ B 8
☐ C 16
☐ D 256

Question *Thème Représentation des données*

Quel est le nombre minimum de bits qui permet de représenter les 26 lettres majuscules de l'alphabet ?

Réponses :

- ☐ A 4
☐ B 5
☐ C 25
☐ D 26

203400 Quantité d'information : Évaluer le nombre de bits nécessaires pour stocker un certain nombre d'informations distinctes. Comprendre le logarithme base 2.



203400 Comprendre le logarithme base 2.



5.3 Et pourquoi pas un ordinateur décimal ?

source wikipedia :

L'ordinateur IBM 1620, annoncé le 21 octobre 1959, était un ordinateur fonctionnant en décimal et qui a été très utilisé pour l'enseignement. IBM louait des 1620 pour environ 3 000 \$ par mois.

À Paris, le Palais de la découverte en exposait un, dont il effectuait des démonstrations régulières - par exemple des calculs de factorielles - à la fin des années 1960.

Il existait deux modèles différents par le temps de cycle de leurs mémoires : 10 μ s et 20 μ s. Le 1620 ne contenait pas de circuit dédié pour la multiplication, qui s'effectuait par un simple système de tables en mémoire. De façon plus étonnante, il en allait de même de l'addition, ce qui lui valut dans les pays anglo-saxons son sobriquet de « Cadet » (« Cannot Add, Doesn't Even Try ! »).

Le 1620 a été utilisé dans le cadre de l'ingénierie des structures durant la construction du World Trade Center¹.

