

Numérique et sciences informatiques
Classe de première

B. Représentation de l'information
1. Numérique et binaire

- Pourquoi l'informatique et les ordinateurs sont-ils associés à la notion de « numérique » ? Pourquoi parler de « science du numérique » ?
- Pourquoi dit-on que les ordinateurs ne traitent que des 0 et 1 ? Pourquoi parle-t-on d'information codée en binaire ? Qu'est-ce qu'un « bit », un « octet » ?

I Ordinateur et traitement de l'information : le numérique

I.1 Qu'exprime la notion d'informatique ?

- L'ordinateur est une machine qui traite automatiquement de l'information. En français, l'ensemble de théories et de techniques qui s'occupent de ce traitement de l'information est l'« informatique ».

Ce mot-valise a été introduit en français par Philippe Dreyfus en 1962 mais le terme d'« *informatik* » avait été employé en allemand en 1957 par l'ingénieur allemand Karl Steinbusch. Aux États-Unis on préfère d'autres expressions au terme « *informatics* » : on désigne l'ordinateur par le terme de « *computer* » et la science associée « *computer science* »

Cf. Wikipedia, article « Informatique »

- Comment l'indique le terme anglais de « *computer* », le traitement de l'information par une machine doit être conçu comme *une succession de calculs*. Certains théoriciens de l'informatique (notamment aux États-Unis) préfèrent parler de « données » (*data*) plutôt que d'« information ». Ceci est motivé par le fait qu'on ne demande pas à la machine d'associer une signification aux données qu'elle manipule, ceci étant l'affaire des humains. Ce qui est pour nous (les humains) une information n'est en fait, du point de vue de son stockage et de son traitement par la machine, qu'une *succession de nombres* sur lesquels il est possible d'effectuer des calculs.

I.2 Numérisation, codage et décodage

- Un des aspects essentiels de l'informatique consiste donc à :
 - * transformer des « informations » de différentes natures en une succession des nombres (entiers ou non) : on peut parler de **codage**, il s'agit d'effectuer ce que nous appelons une **numérisation** (en anglais *digitalisation*)
 - * effectuer le processus inverse de passage de cette succession de nombres à une information utilisable par des humains : le **décodage**.

Pour effectuer ce passage de l'information aux nombres, il faut bien entendu disposer d'un **code** qui guide le codage et le décodage.

- Quels sont les différents types d'information que peut traiter un ordinateur ?
 - * des nombres de différentes sortes (entier, nombres « à virgule », positifs ou négatifs)
 - * des textes (considérés comme des successions de caractères auxquelles des humains associent un sens)
 - * des images
 - * des sons
 - * des vidéos (considérées comme des successions d'images auxquelles sont associées des sons)
 - * des mesures physiques (de température, de longueur, de temps, etc.)

* bien d'autres encore...

- L'opposition analogique/numérique : photographie, son

I.3 La puissance de traitement permise par le numérique

- La numérisation des informations donne la possibilité de stockage et de traitement *automatique* par des machines de très grandes quantités d'information.

- Pour exploiter pleinement cette masse d'information, il est important de pouvoir transmettre à distance ces données et donc de disposer de réseaux de transmission performants pour accompagner la « révolution numérique ». C'est ce qui motive les différents plans de développement des réseaux de télécommunication mis en place dans différents pays :

- * couverture 3G, 4G, 5G

- * fibre optique

- * d'autres technologies de transmission.

- La numérisation de cette information (par exemple les sons ou les images) doit pouvoir être effectuée automatiquement par une machine : pour les images il s'agit du scanner.

- Pourquoi parle-t-on de « *dématérialisation* » de l'information ? L'ordinateur est une machine et l'information qu'il stocke se présente bel et bien sous une forme matérielle : elle est par exemple exprimée par l'état de nombreux circuits électriques. Cette notion de *dématérialisation* s'explique par la *facilité de duplication* d'une information préalablement numérisée. Elle ne semble donc plus liée à un support matériel particulier.

-> Pour approfondir voir les articles « Informatique », « Numérisation », « Numérique » du site *Wikipedia*.

II Le binaire

- Un rappel important : il faut bien comprendre la différence entre un « nombre » et un « chiffre ». Un chiffre est un caractère qui permet d'écrire des nombres de même qu'une lettre est un caractère qui permet d'écrire des mots.

- * On fait des calculs avec des nombres et pas avec des chiffres.

- * En écriture décimale, le nombre « six » s'écrit avec un seul chiffre : 6. Mais, en écriture romaine, il s'écrit avec deux chiffres : VI.

II.1 Un codage en binaire

- Comment un ordinateur enregistre-t-il la succession de nombres qui représentent une somme d'informations donnée ?

- Il s'agit d'associer à chaque état théorique d'un circuit électrique un signe différent.

- Beaucoup de techniques différentes coexistent : certaines utilisent des condensateurs, des supports magnétiques, des circuits formés à l'aide de transistors, au début de l'informatique, on utilisait des cartes perforées, etc.

- Mais ces différentes techniques ont toutes en commun un choix fondamental initial : on distingue uniquement *deux états*. Un de ces deux états sera associé au chiffre 0 et l'autre état sera associé au chiffre 1. On dit que l'information est codée sous forme **binaire**.

- Pourquoi seulement deux états ? On pourrait penser que distinguer dix états serait une bonne idée puisque nous exprimons habituellement les nombres avec 10 chiffres... Parce que

le codage en binaire *minimise les erreurs de lecture et d'écriture*. L'état d'un système suppose une mesure : par exemple, la mesure de la tension entre deux points d'un circuit électrique. Distinguer deux états théoriques permet de mieux différencier les mesures que dix états, de minimiser les erreurs liées à des perturbations (le « bruit ») car moins il y a d'états théoriques plus grande est la distance entre ces différents états.

- Un principe fondamental : tout nombre entier peut être écrit avec seulement deux chiffres au lieu de dix : on dit qu'il est écrit en binaire et non en décimal. Nous parlerons bientôt du principe de l'écriture en binaire et de la façon dont tout nombre peut être écrit en binaire

II.2 Les unités de mesure de la quantité d'information

- La « *particule élémentaire* » d'information : le *bit* (contraction de l'anglais *binary digit* : chiffre binaire)
- On privilégie les puissances de 2 : dans ce cas « un nombre rond ». En effet, 2^n s'écrit en binaire $10 \dots 00_2$ (avec n zéros)
- L'octet représente 8 (soit 2^3) bits. On utilise le même terme en anglais.
- On utilise également les dénominations suivantes :

Nom usuel	Nom officiel	Symbole	Valeur
kilo-octet	kibioctet	Kio	1024 octets (2^{10} octets)
méga-octet	mébioctet	Mio	1024 Kio (2^{20} octets)
giga-octet	gibioctet	Gio	1024 Mio (2^{30} octets)
téra-octet	tébioctet	Tio	1024 Gio (2^{40} octets)

- Le risque de confusion avec les multiples décimaux : un Kio ce n'est pas exactement la même chose que 1 000 octets. C'est plus !

II.3 La relations entre l'espace mémoire et le nombre de combinaisons possibles

Si on dispose de n bits, on peut écrire 2^n combinaisons différentes de 0 et de 1. Par exemple, sur un octet, on dispose de $2^8 = 256$ combinaisons possibles. Par exemple, si on utilise cet espace mémoire pour représenter des premiers entiers positifs, on peut donc représenter les entiers de 0 à 255.

Un exercice :

1. Combien trouve-t-on de circuits 1 bit dans un espace mémoire de 2 Gio ?
2. Combien d'entiers différents peut-on coder avec ces 2 Gio ?

-> Pour approfondir voir l'article « Système binaire » du site *Wikipedia*.