

NUMERIQUE ET SCIENCES INFORMATIQUES

Première

- Premier trimestre -

Extrait de cours NSI Première

PROGRAMME DE SPECIALITE NUMERIQUE ET SCIENCES INFORMATIQUES

Classe de première

Cours rédigé par M. Benjamin MIRAGLIO

ORGANISATION DU PREMIER TRIMESTRE

Séquences	Leçons	Devoirs
1	Architecture matérielle : Transistors et circuits intégrés, constituants d'un ordinateur	
2	Logique booléenne : Calcul booléen, circuits logiques	Devoir n° 1
3	Les bases numériques : Numérotation positionnelle, système de numérotation binaire, système de numérotation hexadécimal, d'une base à l'autre : les conversions	
4	Représentation binaire des entiers : Représentation binaire signée, addition binaire et système de « complément à deux », multiplication binaire	Devoir n° 2
5	Représentation approximative des réels : Représentation en virgule fixe, représentation en virgule flottante	
6	Représentation des données textuelles et autres séquences de données : Le télégraphe et les premiers encodages alphanumériques, Informatisation de l'encodage : l'ASCII et l'Unicode, Séquence de caractères et types construits	
7	Bases de programmation avec Python : Les variables, les fonctions	Devoir n° 3
8	Représentation de séquences complexes : Structure d'une séquence, les dictionnaires, les structures de contrôle	
9	Parcours séquentiel des tableaux : Sauvegarder ses programmes dans des fichiers Python, utiliser l'algorithme de parcours de séquence	Devoir n° 4
10	Diversité et unité des langages de programmation : Des philosophies différentes, ce que Python fait pour vous	

En fin de fascicule :

- Les corrigés des exercices non à soumettre
- puis les énoncés des devoirs à soumettre

Extrait de cours NSI Première

PRESENTATION DE LA DISCIPLINE

Quand on la compare à d'autres domaines scientifiques, comme la physique ou la biologie, l'informatique est une discipline très récente. Beaucoup de ses fondateurs sont encore vivants aujourd'hui, et le terme « informatique » n'est apparu qu'au début des années 1960. Pourtant, aussi récent que soit ce domaine, l'informatique constitue aujourd'hui une part essentielle de notre société et en impacte tous les domaines (télécommunications, transports, santé, économie, arts, agriculture, industrie, armée...). En vous présentant les bases de l'informatique, cette matière vous permet donc d'avoir une meilleure compréhension de notre environnement moderne, quelle que soit la carrière à laquelle vous vous destinez.

Un peu de terminologie

Par définition, l'informatique se définit comme **la science du traitement de l'information**. Il s'agit donc tout d'abord d'une science théorique, dont nous aborderons de nombreux sujets au cours de l'année. Cependant, l'informatique peut également désigner les **moyens de traitement automatique de l'information**, comme par exemple les ordinateurs ou les portables.

Comme nous le verrons plus tard, les ordinateurs traitent l'information sous la forme de chiffres et de nombres. On parle alors de **données numériques** (du latin *numerus*, le nombre) ou digitales (de l'anglais *digit*, le chiffre).

Remarque: Le terme « digital » est un emprunt à la langue anglaise. Il est correct de l'employer en français, mais il est cependant préférable d'utiliser le terme « numérique ».

Note 1.1

Traduction anglaise de « informatique »

Pour différentes raisons, la traduction anglaise *informatics* est très peu utilisée dans les pays anglophones. On lui préfère les deux termes différents :

- « *computer science* » désigne l'informatique en tant que science théorique
- « *information technology* » désigne l'informatique de la vie quotidienne

SEQUENCE 1

ARCHITECTURE MATERIELLE

En informatique, le matériel (*hardware*) est souvent opposé au logiciel (*software*). Ce cours se concentre sur la description du côté matériel. Nous aurons l'occasion de voir dans les leçons suivantes les différents logiciels pouvant opérer sur un système informatique.

Le matériel désigne tout circuit électronique permettant de traiter l'information. Ce genre de circuit est traditionnellement présent au sein des ordinateurs. Les tendances récentes montrent cependant que ces circuits se démocratisent et infiltrent de nombreux objets du quotidien (portables, montres, électroménager, véhicules, mobilier urbain...). Si seul le cas des ordinateurs sera ici traité, la plupart des informations de ce cours reste également valable pour les autres « objets intelligents ».

Transistors et circuits intégrés

Le **transistor** est la brique de base du matériel informatique. Il s'agit d'un composé **semi-conducteur**, c'est-à-dire d'un composé capable de conduire ou de bloquer le courant électrique en fonction de certaines conditions. Un transistor classique possède trois électrodes :

- Le **collecteur** (C) permet l'entrée du courant dans le transistor
- L'**émetteur** (E) permet la sortie du courant
- La **base** (B) permet de contrôler la conduction du transistor

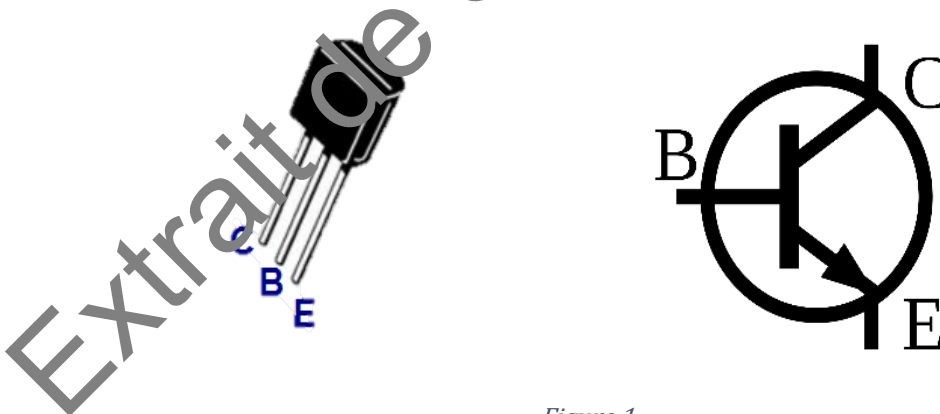


Figure 1

Représentations schématiques d'un transistor :
vue générale (gauche), schéma électrique (droite)

Au repos, le transistor se comporte comme un interrupteur électrique ouvert et ne laisse pas circuler le courant. Lorsqu'une tension est appliquée à la base du transistor, la

conductivité du transistor va augmenter et va laisser le courant passer entre le collecteur et l'émetteur.

De nombreux transistors peuvent être regroupés au sein d'un **circuit intégré** (également appelé "puce électronique"). La quantité de calculs informatiques que peut effectuer un circuit intégré est directement liée au nombre de transistors présents dans le circuit. Cette quantité est appelée la **puissance d'exécution** et est exprimée en nombre d'opérations réalisées par secondes (flops).

Note 1.2

Puissance d'exécution et loi de Moore

En 1971, la puissance d'exécution d'un circuit intégré était de 92 600 flops (9×10^4). En 2019, cette puissance s'élève à 5 320 000 000 000 flops (5×10^{12}). La puissance des circuits intégrés a donc été multipliée par 57 millions en moins de 50 ans. Cette augmentation vertigineuse avait déjà été remarquée par **Gordon Moore**, PDG d'Intel en **1965**. Il avait prédit que la capacité des puces électroniques doublerait tous les deux ans. Cette observation est désormais connue comme la **loi de Moore**.

Les transistors opérant à une vitesse constante, la seule façon d'augmenter la puissance d'exécution d'une puce est d'augmenter le nombre de transistors : soit en augmentant la taille du circuit intégré, soit en diminuant celle des transistors. En 2019, un transistor mesure 5 nanomètres (10^{-9} mètres), soit l'épaisseur d'une cinquantaine d'atomes.

Constituants d'un ordinateur

Le processeur (CPU)

Le processeur est l'**unité de calcul centrale** d'un ordinateur (d'où son abréviation anglaise CPU, pour *Central Processing Unit*). Cette unité centrale se subdivise en différentes sous-unités organisées suivant une **architecture séquentielle** :

- L'**unité arithmétique et logique (UAL)** est le cœur du processeur. Elle contient des circuits intégrés et permet d'effectuer les calculs informatiques.
- L'**unité de contrôle** organise les calculs à effectuer par l'UAL en séquences.
- La **mémoire** contient les données sur lesquelles effectuer le calcul, ainsi que le programme du calcul en lui-même.
- Les **entrées-sorties** permettent au processeur d'échanger avec le reste de l'ordinateur.

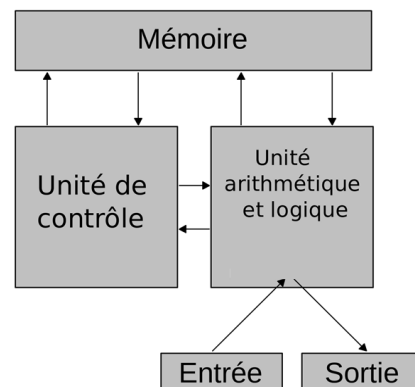


Figure 2
Schéma de l'architecture séquentielle.

La puissance d'un processeur est limitée par la quantité de transistors présents sur sa puce. Or, comme nous l'avons vu précédemment, les transistors atteignent des tailles atomiques et sont donc de plus en plus difficiles à miniaturiser. Une solution partielle à ce problème est de multiplier le nombre de puces électroniques présentes au sein d'une machine. Pour fonctionner de manière optimale, ces puces doivent coordonner leurs calculs. On ne parle donc pas de processeurs séparés, mais d'un **processeur multicœur**. Suivant sa conception, chaque cœur peut posséder sa propre mémoire et sa propre unité de contrôle ou partager ces dernières avec les autres cœurs.



Figure 3

Exemple de processeur : l'E6750 d'Intel possède 2 cœurs.

La mémoire

La mémoire d'un ordinateur stocke l'ensemble des données nécessaires au fonctionnement de ce dernier. Il existe plusieurs types de mémoire au sein d'un ordinateur, classés selon la vitesse d'accès à l'information.

La mémoire cache, ultra-rapide

La mémoire cache est la mémoire la plus rapide de l'ordinateur. Le plus souvent à l'intérieur du processeur, elle est par exemple représentée sur la figure 2. Cette mémoire ne stocke en général que les informations nécessaires au fonctionnement du processeur (données en cours de traitement) et n'a donc qu'un volume très limité.

Attention, la mémoire cache peut également parfois désigner une partie de la mémoire vive associée à une application donnée. On parle ainsi du « cache du navigateur web » pour parler des données enregistrées par votre navigateur web dans votre mémoire vive.

La mémoire vive, ou RAM

La mémoire vive, plus lente que la mémoire cache, permet de stocker les informations souvent utilisées par le processeur au cours de son fonctionnement. Lors de l'édition d'un document texte, cette mémoire stocke vos actions précédentes et permet de les

annuler si besoin (le fameux ctrl + Z). Cette mémoire possède un volume plus important mais ne peut stocker de données sur le long terme car elle est réinitialisée à chaque arrêt de la machine.



Figure 4

Exemple de barrettes de mémoire vive :
chaque barrette a ici une capacité de 512 Mo.

La mémoire de masse

La mémoire de masse désigne la mémoire « standard » d'un ordinateur, c'est-à-dire celle qui est maintenue après l'arrêt de la machine. Le plus souvent, cette mémoire est abritée sur des **disques durs**, dont le volume de stockage est très important. Accéder à la mémoire des disques durs est cependant très long, ce qui peut ralentir l'exécution de certains programmes si ces derniers doivent accéder au contenu d'un disque dur. Les disques durs se font aujourd'hui supplanter par les **disques SSD (solid-state drive)**. Ces disques fonctionnent de manière similaire à la RAM mais sont capables de retenir l'information stockée lorsque l'ordinateur est éteint.



Figure 5

D'un aspect extérieur semblable, les disques SSD (gauche) ne contiennent cependant pas d'éléments amovibles, contrairement aux disques durs (droite), dont le fonctionnement repose sur la lecture d'un disque tournant à grande vitesse.

Les disques SSD sont significativement plus chers que les disques durs mais cette différence de prix tend à s'atténuer au fil des ans. Les disques durs appartiendront donc bientôt à la même catégorie que les disques compacts (CD) ou que les disquettes : celle des supports de stockage obsolètes.

Les composants de supports

Les composants de support d'un ordinateur n'interviennent pas directement dans le traitement des données. Ces composants sont cependant nécessaires au fonctionnement d'un ordinateur. Il s'agit de l'**alimentation électrique** (à partir d'une prise secteur ou d'une batterie) et des **radiateurs** et **ventilateurs** permettant d'évacuer l'importante chaleur générée par le fonctionnement du processeur. Sans ces systèmes, un processeur atteint les 100°C en quelques secondes. Cette température peut endommager les transistors de manière permanente et donc détruire le processeur.

La carte mère

La carte mère permet de **relier l'ensemble des composants d'un ordinateur** entre eux. C'est à elle que l'on va brancher l'alimentation électrique d'un ordinateur, et c'est donc elle qui va acheminer le courant jusqu'à la mémoire et le processeur. C'est également à elle que sont branchées les différentes entrées (souris, clavier, manette, ...) et sorties (écran, haut-parleurs, ...) de l'ordinateur. Enfin, c'est souvent elle qui prend en charge la communication via le Bluetooth ou internet. En résumé, la carte mère constitue les fondations sur lesquelles se construit un ordinateur.

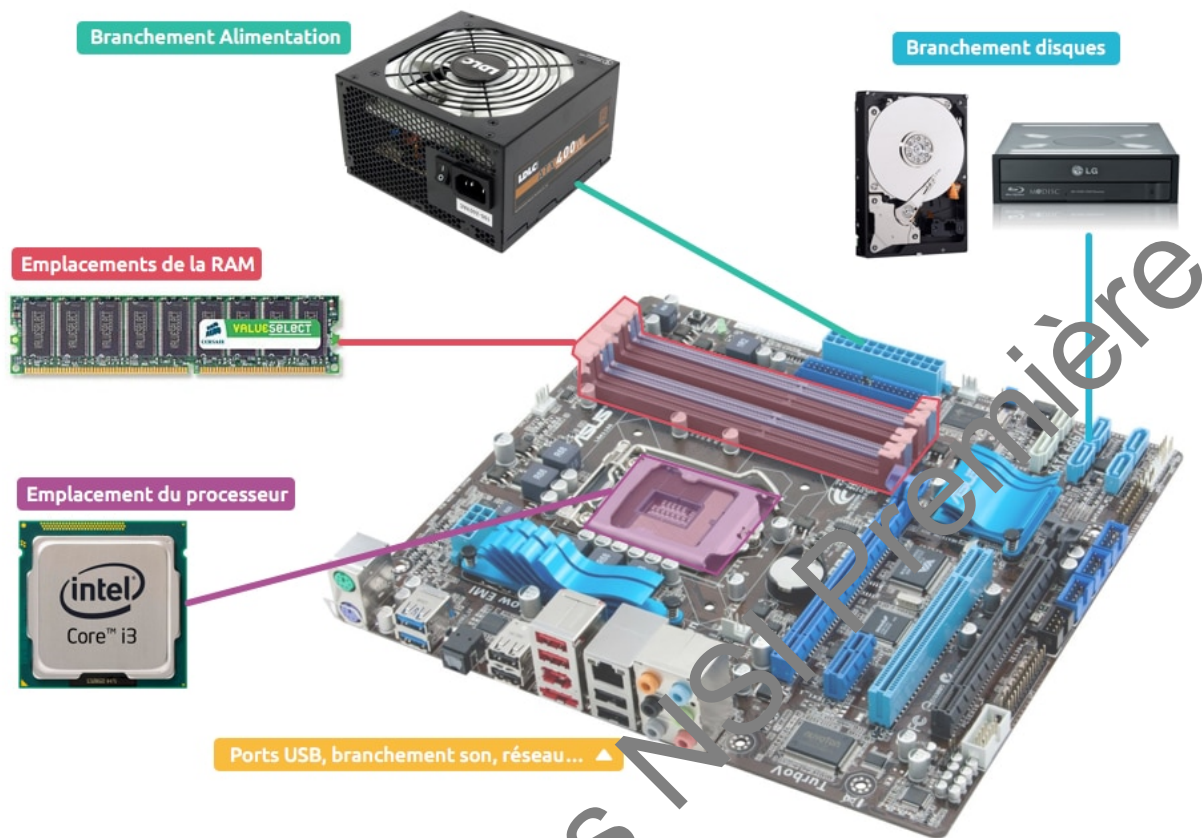


Figure 6

Représentation d'une carte mère et de l'emplacement des différents composants d'un ordinateur. (Source : belwatech)

Autres composants accessoires

Au-delà du processeur, des mémoires et de la carte mère, il est possible de brancher de nombreux autres composants à un ordinateur. Ces derniers sont consacrés à des fonctions spécifiques et remplacent parfois le travail de la carte mère. Parmi ces composants, nous pouvons citer la carte graphique, la carte son ou la carte TV (liste non exhaustive).

Note 1.3

La carte graphique

Arrêtons-nous quelque peu sur l'exemple de la carte graphique. Comme son nom l'indique, la carte graphique prend en charge l'affichage des données d'un ordinateur sur un écran. Dans la plupart des cas, cette fonction d'affichage peut tout à fait être assurée par la carte mère. Cependant, il existe des situations (jeux vidéo, édition vidéo, rendus 3D...) où les données calculées par le processeur doivent être retravaillées avant d'être affichées sur un écran.

Dans un tel cas, l'ordinateur doit calculer l'information qui doit être affichée sur chaque pixel de l'écran. Il s'agit d'un calcul très simple, mais qui doit être répété des

millions de fois par seconde (voir exercice 2). Les cartes graphiques ont donc été créées pour résoudre ce problème. Chaque carte graphique est en fait un processeur (d'où le nom anglais de GPU, *graphical processing unit*) constitué de milliers de cœurs peu puissants mais capables de fonctionner massivement en parallèle.

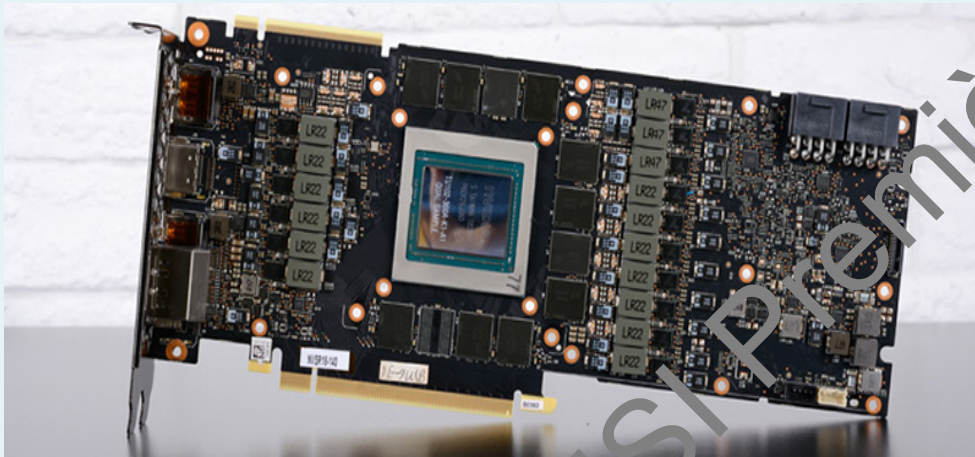


Figure 7

Carte graphique Nvidia RTX 2080 Ti dénudée, mettant en évidence un processeur au centre de l'image. Les ports de la carte (HDMI, ...) sont visibles sur l'extrémité gauche. La structure en peigne au bas de la carte correspond à son connecteur PCI. C'est ce connecteur qui s'enclenche sur la carte mère et permet à la carte graphique de communiquer avec le reste de l'ordinateur. (Source OC3D.net)

EXERCICES NON A SOUMETTRE

Exercice 1

Vous voici confronté à plusieurs situations où votre ordinateur est « devenu trop vieux¹ ». Pour chaque situation, il vous faut identifier quel est le composant problématique afin de le remplacer (et de ne pas remplacer tout l'ordinateur, ce qui serait moins écologique, et moins économique).

- 1- Votre ordinateur fonctionne normalement, mais à chaque fois que vous voulez ouvrir votre dossier de photos de famille, le contenu de ce dossier s'affiche très lentement, et votre ordinateur vous informe même que certaines photos sont corrompues.
- 2- Votre ordinateur est lent. Ouvrir un document texte ou écouter de la musique prend des minutes entières. Pourtant, une fois les fichiers ouverts, leur contenu apparaît intact et leur consultation n'est pas difficile.
- 3- Votre ordinateur fonctionne parfaitement, à l'exception du Wifi. Vous avez bien essayé de brancher un câble réseau directement, mais rien n'y fait.
- 4- Votre ordinateur fonctionne parfaitement mais ralentit fortement lorsque vous lisez une vidéo sur internet ou lorsque vous ouvrez un fichier volumineux.

Exercice 2

A) Calculez le nombre de pixels présents sur les écrans suivant :

1. Un écran full HD de 1920 par 1080 pixels
2. Un nouvel écran ultra HD (4K) de 3840 x 2160 pixels
3. Les écrans combinés d'un casque de réalité virtuelle de 2160x1200 pixels

B) Calculez maintenant le nombre d'opérations que doit effectuer un processeur pour afficher une seconde de données sur chacun des écrans précédents en sachant que :

1. L'écran full HD diffuse un jeu d'action avec une fréquence de 144 Hz.
2. L'écran ultra HD affiche un film avec une fréquence de 60 Hz.
3. Le casque de réalité virtuelle a une fréquence de 240 Hz.

Fréquence et nombre d'opérations à la seconde

La fréquence d'un écran (en Hertz, Hz) indique le nombre de fois qu'un écran se rafraîchit par seconde. Il faut donc faire 50 opérations par seconde pour afficher les données d'un pixel sur un écran à 50 Hz.



¹ Attention, les lenteurs d'un ordinateur viennent le plus souvent des logiciels devenant de plus en plus gourmands en ressources avec le temps. Avoir recours à des logiciels plus légers (comme nous le verrons avec Linux) permet souvent de réutiliser d'anciens ordinateurs de manière tout à fait confortable.