

NSI , leçon 5 : Architecture machine, le modèle d'architecture de Von Neumann

1. La machine de Turing : du concept à la machine.

"Rappelons brièvement qu'une [machine de Turing](#) est un automate imaginaire muni d'un programme (sous la forme d'une table de transition entre états) et pouvant lire et écrire des caractères sur un ruban de longueur illimitée. Tout algorithme (procédé systématique de calcul) peut être réalisé par une machine de Turing : c'est la « thèse de Church-Turing », du nom des deux mathématiciens Alonzo Church et Alan Turing. Cette thèse est indémontrable par essence en l'absence précisément d'une définition formelle d'un algorithme, mais elle n'est pas contredite à ce jour."

Interstices : <https://interstices.info/alan-turing-du-concept-a-la-machine/>

Si l'idée de Turing contient en germe l'idée d'un ordinateur universel, apte à exécuter tout algorithme ou programme qu'on lui fournit, elle contient également une autre idée fondamentale :

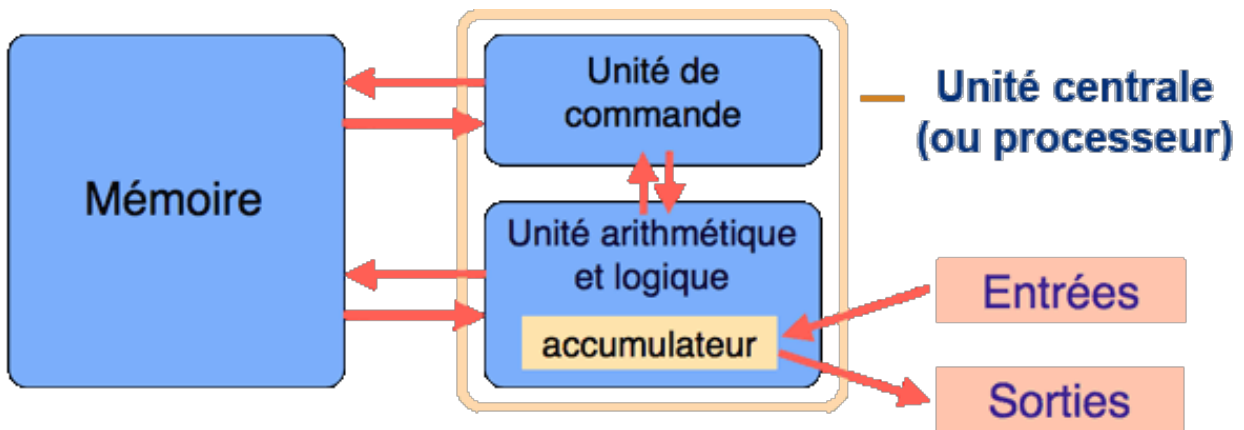
- le programme que représente la table de transition peut-être inscrite sur le ruban même en adoptant un codage adéquat,
- donc il n'y a plus fondamentalement différence entre données et programmes qui sont stockés sur le ruban,
- un programme peut donc avoir accès et modifier des données, mais il peut également accéder et modifier ou écrire des programmes : on retrouve ici ce que font des programmes spécifiques comme les "interpréteurs", les "compilateurs" ou "analyseur". Ce sont des programmes qui vont agir sur d'autres programmes pour les interpréter ou encore les traduire en langage machine.

2. Le modèle d'architecture de Von Neumann

"C'est ici qu'entre en scène [John von Neumann](#), un autre « père » de l'informatique. Il avait rencontré Alan Turing et connaissait ses travaux. En 1945, alors qu'il participait à la conception de l'Edvac, il publie sous son seul nom un rapport où il définit le modèle de l'ordinateur à « programme enregistré ». La mémoire de cet ordinateur contient à la fois les programmes et les données, comme dans la machine de Turing universelle ! Cette architecture virtuelle pose les principes de l'organisation des ordinateurs et régit toujours leur fonctionnement aujourd'hui. Notons au passage que l'appellation « architecture de von Neumann », consacrée par l'usage, ne rend pas justice au travail de Presper Eckert et de John Mauchly ni à l'influence des idées d'Alan Turing. Les premières machines à programme enregistré furent construites en Angleterre en 1949 : l'*Electronic Delay Storage Automatic Calculator* (l'Edsac) à Cambridge et le Mark 1 à Manchester. Turing participa à ce dernier

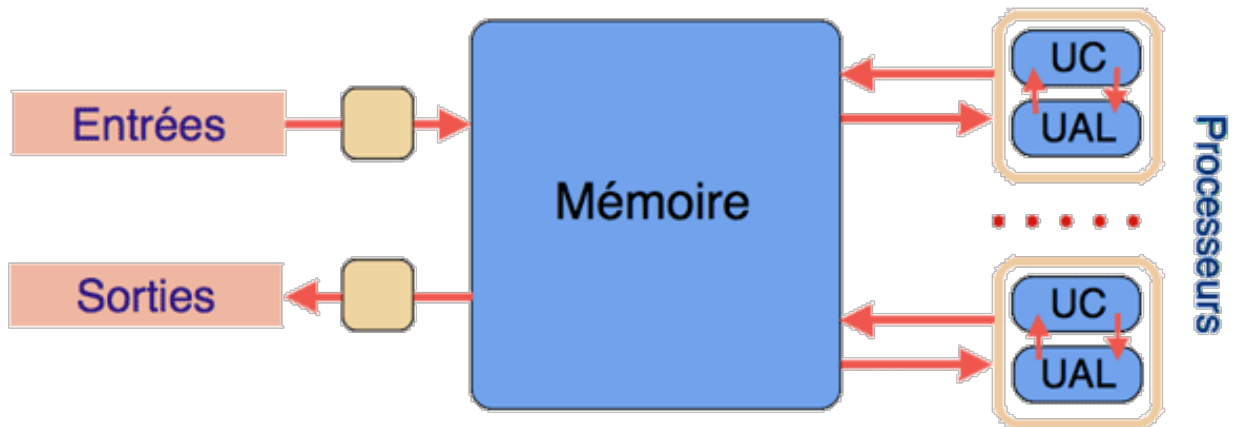
projet."

Interstices : <https://interstices.info/alan-turing-du-concept-a-la-machine/>



- La mémoire : c'est l'équivalent du ruban de la machine de Turing. On y trouve aussi bien les données que les programmes,
- l'unité centrale comporte une unité de commande qui gère le flux des instructions à effectuer et le flux des données, une unité arithmétique où sont implémentées les opérations arithmétiques et logique. Un accumulateur contient les données en cours de traitement et la table des registres d'état,
- des périphériques d'entrées et de sorties qui permettent d'établir une liaison avec l'extérieur.

Le modèle de Von Neumann a évolué au cours du temps, en fonction des besoins et des progrès techniques :



- "Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes (canaux d'entrée-sortie et mécanismes assimilés). Associée à la multiprogrammation (partage de la mémoire entre plusieurs programmes), cette organisation a notamment permis le développement des systèmes en temps partagé.
- Les ordinateurs comportent maintenant des processeurs multiples, qu'il s'agisse d'unités séparées ou de « cœurs » multiples à l'intérieur d'une même puce. Cette organisation permet d'atteindre une puissance globale de calcul élevée sans augmenter la vitesse des processeurs individuels, limitée par les capacités d'évacuation de la chaleur dans des circuits de plus en plus denses."

Interstices : <https://interstices.info/le-modele-darchitecture-de-von-neumann/>

Des mémoires caches se sont multipliées pour faciliter le travail en parallèle des processeurs et réduire les temps d'accès à la mémoire. Elles sont situées au plus près des processeurs.

3. Et aujourd'hui ?

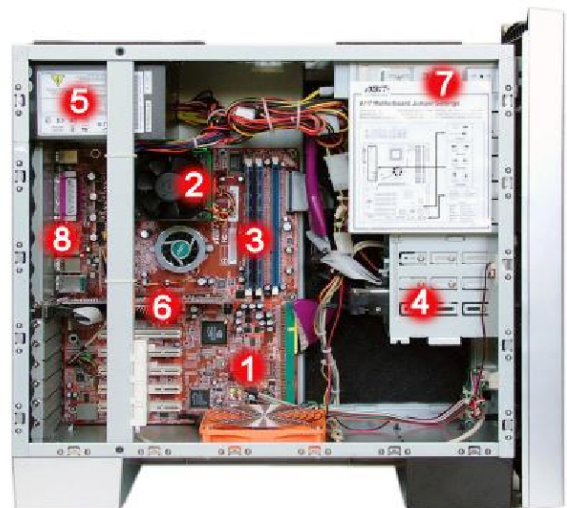
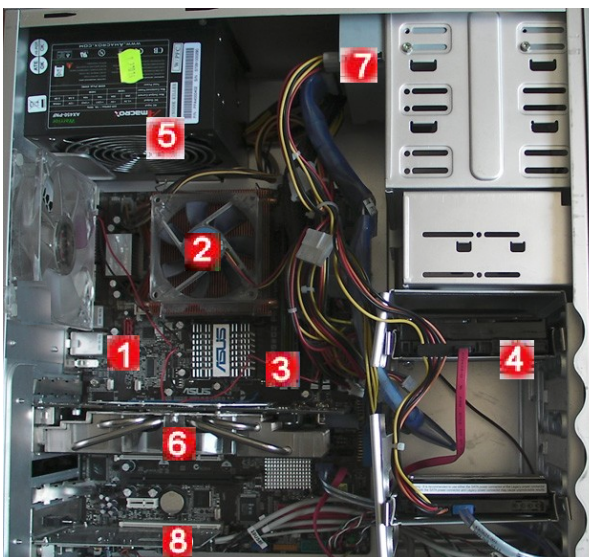
Un ordinateur personnel aujourd'hui, c'est un mélange de multiples composants.



Exercice 1

1. Par rapport au modèle de Von Neumann, préciser le rôle de ces différents composants.
2. Déterminer dans quel composant on va retrouver la structure matérielle de l'architecture de Von Neumann.

Si on ouvre l'unité centrale, on découvre de nouveaux composants :



On y retrouve par exemple :

- **1:** La carte mère : Le rôle de la carte mère est de centraliser et traiter les données échangées dans un ordinateur à l'aide du processeur, qui est fixé dessus. La carte mère gère donc le disque dur, le clavier et la souris, le réseau, les ports USB. La carte mère est en quelque sorte le support sur lequel tout vient se brancher dans votre ordinateur.

- **2:** Le processeur (CPU : Central Processing Unit)

Le processeur est le cerveau de l'ordinateur. C'est lui qui organise les échanges de données entre les différents composants (disque dur, mémoire RAM, carte graphique) et qui effectue les opérations arithmétiques et logiques. Certains ordinateurs sont équipés de plusieurs processeurs.

- **3:** Mémoire RAM (*Random Access Memory*)

La mémoire vive (RAM) est la mémoire informatique dans laquelle un ordinateur place les données lors de leur traitement par le processeur. Les caractéristiques de cette mémoire sont sa rapidité d'accès (pour apporter rapidement les données au processeur) et sa volatilité (les données sont perdues dès que l'ordinateur cesse d'être alimenté en électricité).

- **4:** Disque dur (mémoire de masse)

Le disque dur est l'un des principaux composants d'un ordinateur. Son rôle est de stocker des données informatiques : c'est donc la mémoire de celui-ci. Le disque dur contient le système d'exploitation, vos programmes installés ainsi que vos données personnelles. Il a une grande capacité de stockage.

- **5:** Alimentation : Le bloc d'alimentation (*power supply unit* en anglais, souvent abrégé PSU), ou simplement l'alimentation, d'un PC est le matériel informatique l'alimentant. L'alimentation est chargée de convertir la tension électrique du secteur en différentes tensions continues compatibles avec les circuits électroniques de l'ordinateur.

- **6:** Carte graphique La carte graphique est un composant de l'unité centrale chargé de l'affichage sur l'écran : l'interface graphique du système d'exploitation, les fenêtres, le bureau... Les cartes graphiques puissantes ont pour rôle également de gérer les affichages 3D (jeux vidéo). Elles comportent généralement une mémoire dédiée ainsi que des processeurs spécifiques.

- **7:** Lecteur Graveur CD/DVD Un lecteur graveur de CD/DVD est un lecteur de disque capable de lire, d'écrire et de réécrire des données vers et à partir de CD/DVD. Ils sont de moins en moins courants car ils sont remplacés par des disques durs externes, des clés USB ou encore des espaces numériques de stockage (Cloud)

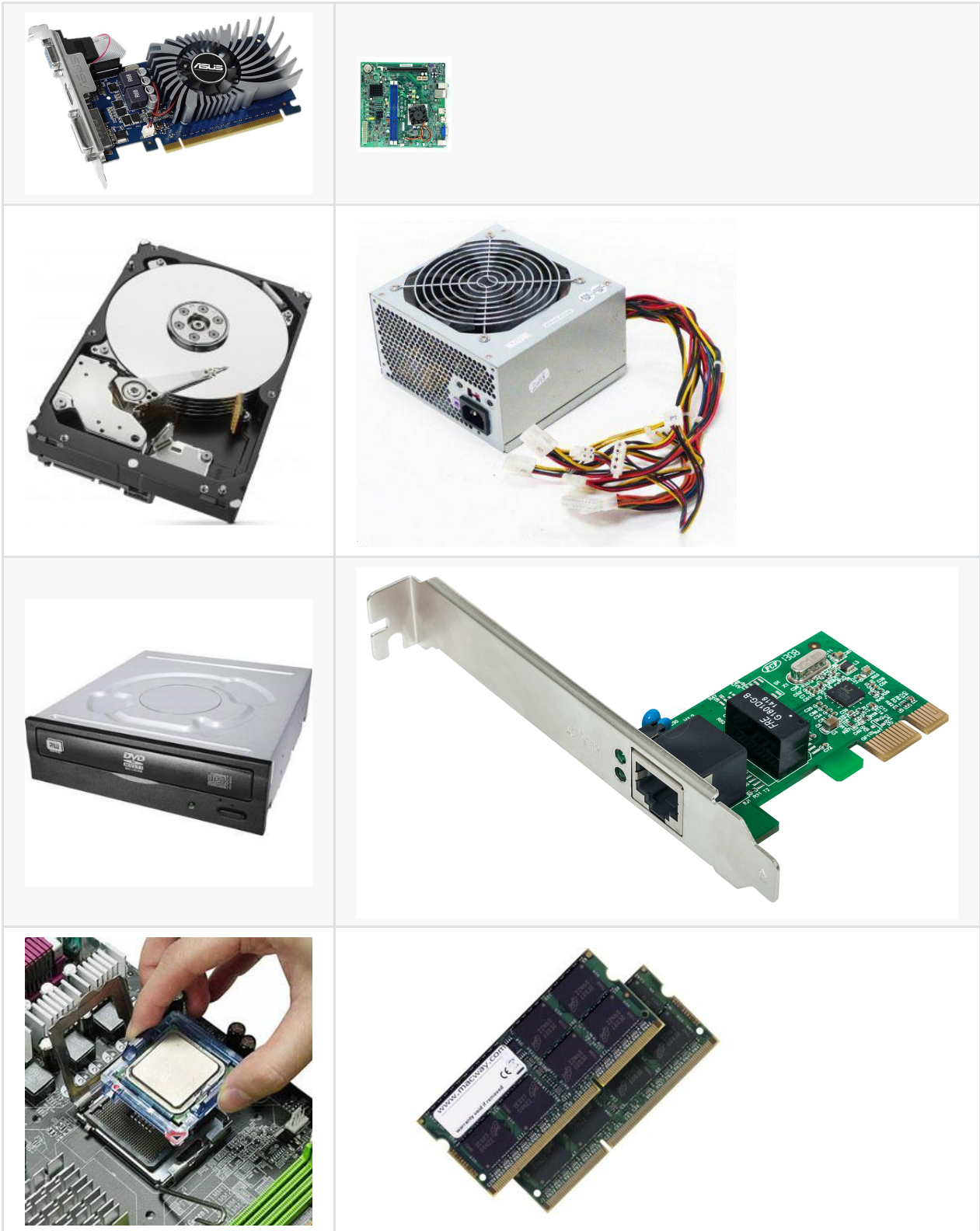
- **8:** Carte d'interfaces (réseau, USB, son...) Les cartes d'interface sont des périphériques permettant de connecter son ordinateur à un réseau (*Ethernet, WIFI ...*), aux ports USB, aux enceintes ... etc. Elles servent d'interfaces entre la machine et l'extérieur de l'unité centrale.

Exercice 2

Préciser le rôle joué par ces différents composants selon le modèle de Von Neumann.

Exercice 3

Identifier le composant de l'unité centrale pour chacune des photos suivantes.



4. et demain ?

“De l’ADN transformé en ordinateur », Par Denis DELBECQ, Libération, Le 24 Novembre. http://www.liberation.fr/sciences/2001/11/24/de-l-adn-transforme-en-ordinateur_385082

“Un pas de plus vers l’ordinateur quantique” , par Donovan Thiebaud, Pour la Science, 19 Janvier 2018. <https://www.pourlascience.fr/sd/technologie/un-pas-de-plus-vers-lordinateur-quantique-12764.php>

Une video du CEA Recherche sur ce qu’est un ordinateur quantique :

https://www.youtube.com/watch?time_continue=6&v=rNdWOXQ8V4A

et

<http://www.cea.fr/comprendre/Pages/nouvelles-technologies/essentiel-sur-ordinateur-quantique.aspx>

Les lois empiriques de Moore :

https://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Moore#Loi_de_Moore_et_fr%C3%A9quence_d'horloge