

Architecture d'un ordinateur

Christophe Viroulaud

Première - NSI

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Ordinateur de bureau, ordinateur portable, smartphone, tablette, montre connectée, voiture autonome...toutes ces machines ont envahi notre quotidien. Les usages sont variés, cependant, certains principes généraux semblent exister.



Peut-on décrire une architecture commune à toutes ces machines ?

Ordinateur de bureau, ordinateur portable, smartphone, tablette, montre connectée, voiture autonome...toutes ces machines ont envahi notre quotidien. Les usages sont variés, cependant, certains principes généraux semblent exister.



Peut-on décrire une architecture commune à toutes ces machines ?

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

- 1. Première approche : à chaque composant son rôle
 - 1.1 CPU
 - 1.2 Mémoires
 - 1.3 Entrées - sorties
- 2. Le modèle de von Neumann
- 3. Un modèle hérité

Sommaire

1. Première approche : à chaque composant son rôle

1.1 CPU

1.2 Mémoires

1.3 Entrées - sorties

2. Le modèle de von Neumann

3. Un modèle hérité

Architecture d'un ordinateur

- └ Première approche : à chaque composant son rôle
 - └ CPU
 - └ CPU



CPU

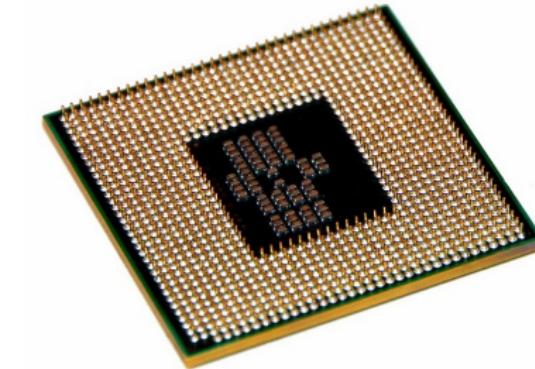


FIGURE 1 – Control Processing Unit (CPU)

À retenir

Le microprocesseur (ou processeur) effectue les calculs. On le caractérise souvent par le nombre d'opérations réalisables par seconde : la *fréquence*.

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- └ Première approche : à chaque composant son rôle
 - └ CPU
 - └ Loi de Moore



Loi de Moore

1. loi empirique ; nd de transistors doublent tous les 2 ans et donc puissance de calcul augmente
2. loi vérifiée jusqu'en 2004 ; bute sur effet thermique → multiprocesseurs donc loi toujours valable

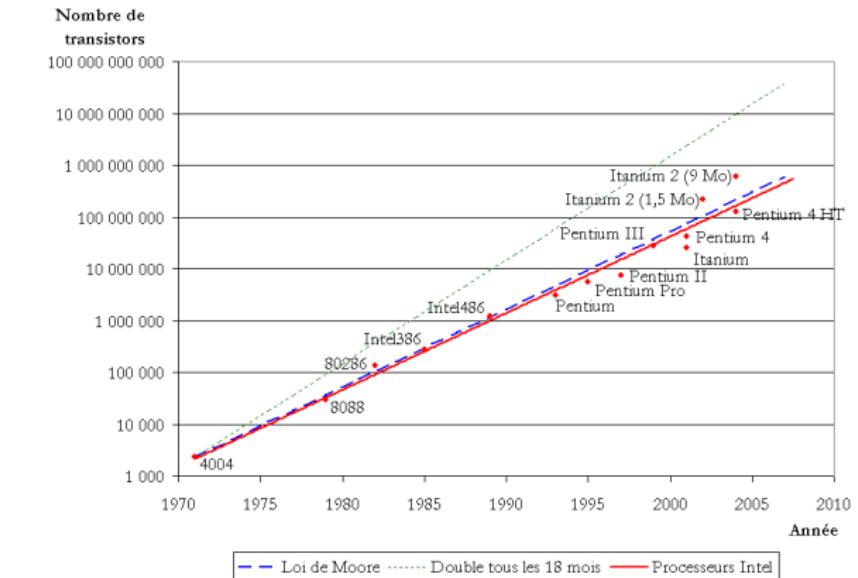


FIGURE 2 – Loi de Moore

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- 1. Première approche : à chaque composant son rôle
 - 1.2 Mémoires
 - 1.3 Entrées - sorties

Sommaire

- 1. Première approche : à chaque composant son rôle
 - 1.2 Mémoires
 - 1.3 Entrées - sorties
- 2. Le modèle de von Neumann
- 3. Un modèle hérité

Sommaire

1. Première approche : à chaque composant son rôle
 - 1.1 CPU
 - 1.2 Mémoires
 - 1.3 Entrées - sorties
2. Le modèle de von Neumann
3. Un modèle hérité

Architecture d'un ordinateur

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

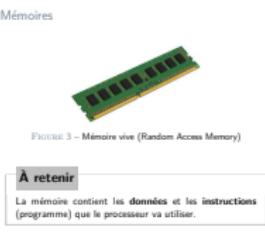
Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- Première approche : à chaque composant son rôle
 - Mémoires
 - Mémoires

deux adresses choisies aléatoirement ont le même temps d'accès



Mémoires

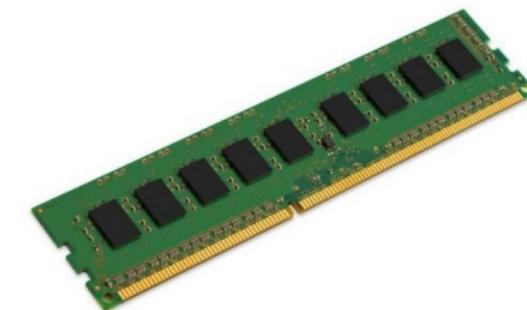


FIGURE 3 – Mémoire vive (Random Access Memory)

À retenir

La mémoire contient les **données** et les **instructions** (programme) que le processeur va utiliser.

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- └ Première approche : à chaque composant son rôle
 - └ Mémoires
 - └ Différence de vitesses

Différence de vitesses

Cadence processeur : $3\text{GHz} \rightarrow 3 \times 10^9$ opérations par seconde		
Type de mémoire	Temps d'accès	Accès par seconde
registres	1ns	$\simeq 10^9$
mémoire cache	3ns	$\simeq 10^8$
mémoire vive	50ns	$\simeq 10^7$
disques durs	10ms	$\simeq 10^2$
DVD	140ms	$\simeq 10^1$

Différence de vitesses

Cadence processeur : $3\text{GHz} \rightarrow 3 \times 10^9$ opérations par seconde

Type de mémoire	Temps d'accès	Accès par seconde
registres	1ns	$\simeq 10^9$
mémoire cache	3ns	$\simeq 10^8$
mémoire vive	50ns	$\simeq 10^7$
disques durs	10ms	$\simeq 10^2$
DVD	140ms	$\simeq 10^1$

Architecture d'un ordinateur

- Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- Première approche : à chaque composant son rôle
 - Mémoires

Il faut optimiser le temps d'utilisation du processeur.

Il faut optimiser le temps d'utilisation du processeur.

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

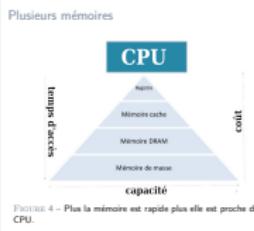
Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- └ Première approche : à chaque composant son rôle
 - └ Mémoires
 - └ Plusieurs mémoires



1. SRAM = Static RAM ; plus rapides mais plus chères = mémoire cache
2. DRAM = Dynamic RAM ; moins chères mais moins rapides = mémoire vive barrette
3. cache = L1, L2, L3 → à regarder quand on achète un PC

Plusieurs mémoires

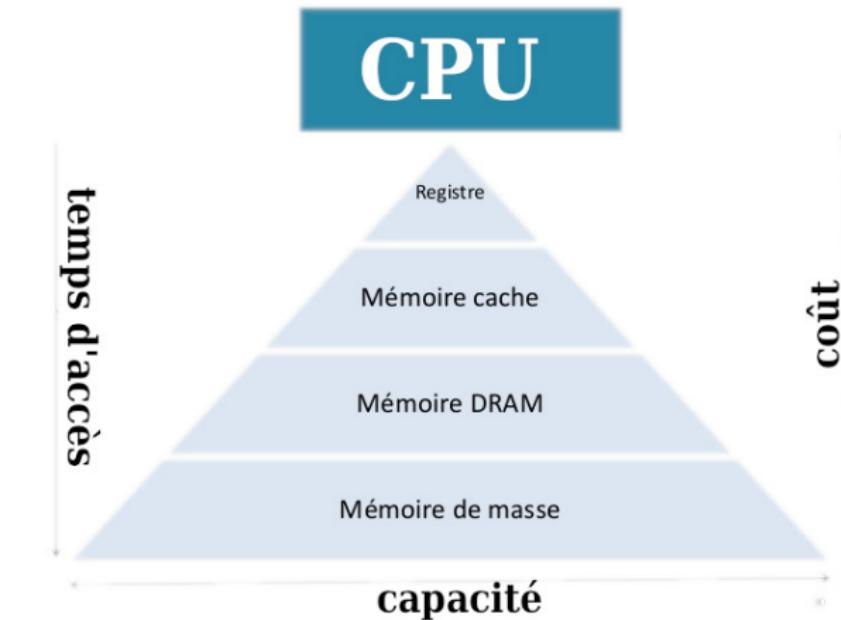


FIGURE 4 – Plus la mémoire est rapide plus elle est proche du CPU.

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- └ Première approche : à chaque composant son rôle
 - └ Entrées - sorties
 - └ Sommaire

Sommaire

- 1. Première approche : à chaque composant son rôle
 - 1.1 CPU
 - 1.2 Mémoires
 - 1.3 Entrées - sorties**
- 2. Le modèle de von Neumann
- 3. Un modèle hérité

Sommaire

1. Première approche : à chaque composant son rôle
 - 1.1 CPU
 - 1.2 Mémoires
 - 1.3 Entrées - sorties**
2. Le modèle de von Neumann
3. Un modèle hérité

Architecture d'un ordinateur

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- └ Première approche : à chaque composant son rôle
 - └ Entrées - sorties
 - └ Entrées



Entrées

Pour alimenter la machine (en données et instructions) il faut une *interface d'entrée*.



Architecture d'un ordinateur

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- └ Première approche : à chaque composant son rôle
 - └ Entrées - sorties
 - └ Sorties

Sorties



Sorties

Pour que l'utilisateur récupère les résultats, il faut une interface de sortie.



Architecture d'un ordinateur

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

Le modèle de von Neumann

Sommaire

Sommaire	
1.	Première approche : à chaque composant son rôle
2.	Le modèle de von Neumann
2.1	Approche détaillée
3.	Un modèle hérité

Sommaire

1. Première approche : à chaque composant son rôle

2. Le modèle de von Neumann

2.1 Approche détaillée

3. Un modèle hérité

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

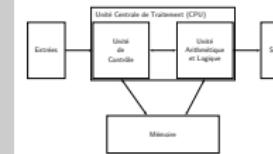
Architecture d'un ordinateur

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

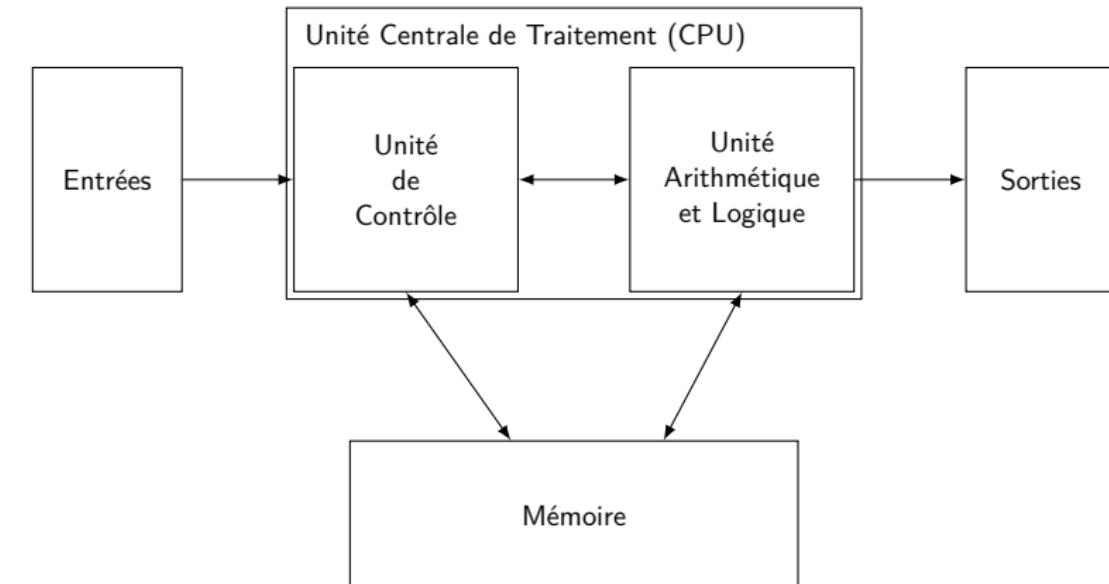
Le modèle de von Neumann

Le modèle de von Neumann



1. le modèle présenté en 2 est une approche simplifiée du modèle de von Neumann
2. Que reconnaît-on ?

Le modèle de von Neumann



Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

► CPU :
 ► Unité de Contrôle :
 ► décode les instructions,
 ► commande leur exécution par l'UAL.
 ► Unité Arithmétique et Logique : effectue les calculs.

► CPU :

► Unité de Contrôle :

- décode les instructions,
- commande leur exécution par l'UAL.

► Unité Arithmétique et Logique : effectue les calculs.

► CPU :
 ► Unité de Contrôle :
 ► décode les instructions,
 ► commande leur exécution par l'UAL.
 ► Unité Arithmétique et Logique : effectue les calculs.
► Mémoire : stocke les données et les instructions.

- ▶ CPU :
 - ▶ Unité de Contrôle :
 - décode les instructions,
 - commande leur exécution par l'UAL.
 - ▶ Unité Arithmétique et Logique : effectue les calculs.
 - ▶ Mémoire : stocke les données et les instructions.

► CPU :
 ► Unité de Contrôle :
 ► décode les instructions,
 ► commande leur exécution par l'UAL.
 ► Unité Arithmétique et Logique : effectue les calculs.
► Mémoire : stocke les données et les instructions.
► Entrées/Sorties

► CPU :

► Unité de Contrôle :

- décode les instructions,
- commande leur exécution par l'UAL.

► Unité Arithmétique et Logique : effectue les calculs.

► Mémoire : stocke les données et les instructions.

► Entrées/Sorties

└ Sommaire

Sommaire

- 1. Première approche : à chaque composant son rôle
- 2. Le modèle de von Neumann
- 3. Un modèle hérité
 - 3.1 Automatisation
 - 3.2 Modèle universel
 - 3.3 Évolutions du modèle

Sommaire

1. Première approche : à chaque composant son rôle
2. Le modèle de von Neumann
3. Un modèle hérité
 - 3.1 Automatisation
 - 3.2 Modèle universel
 - 3.3 Évolutions du modèle

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- Un modèle hérité

- Un modèle hérité

Un modèle hérité

Un modèle hérité

À retenir
Von Neumann a présenté son modèle en 1945. Son concept est toujours en vigueur dans les ordinateurs actuels.

À retenir

Von Neumann a présenté son modèle en 1945. Son concept est toujours en vigueur dans les ordinateurs actuels.

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur
└ Un modèle hérité
 └ Automatisation
 └ Automatisation



Automatisation

Les Hommes ont utilisé la mécanique (XIX^e) puis l'électronique (XX^e) pour automatiser les tâches, les calculs.

Architecture d'un ordinateur

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

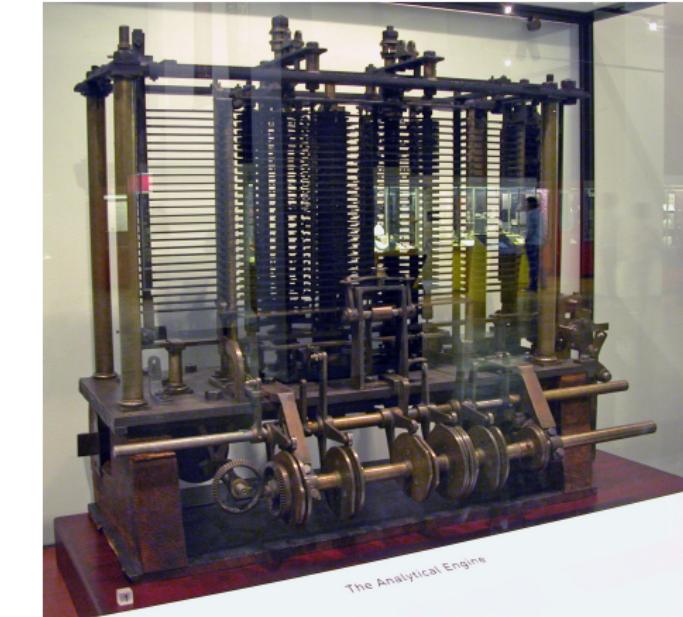
Architecture d'un ordinateur

- Un modèle hérité
- Automatisation



1834-1836

Charles Babbage imagine la machine analytique : une machine à calculer programmable. Ada Lovelace conçoit le premier programme informatique.



1834-1836

Charles Babbage imagine la machine analytique : une machine à calculer programmable. Ada Lovelace conçoit le premier programme informatique.

Architecture d'un ordinateur

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

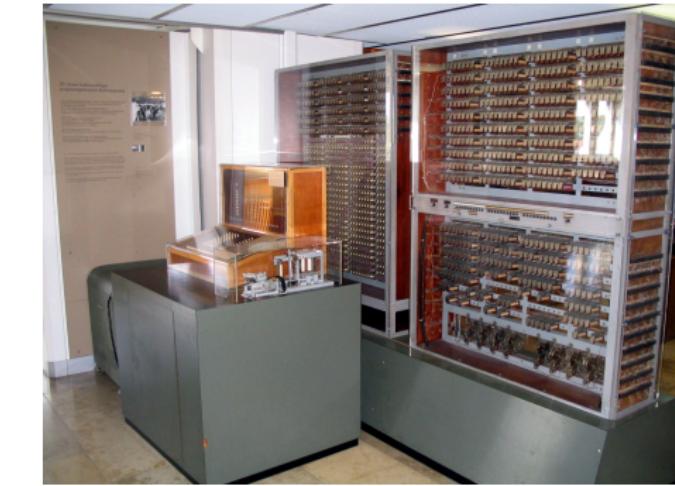
Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- Un modèle hérité
- Automatisation



1938-1941
L'allemand Konrad Zuse achève le Z1 en 1938, un ordinateur mécanique en binaire, puis le Z3 en 1941 : il réalisait 3-4 additions par seconde.



1938-1941

L'allemand Konrad Zuse achève le Z1 en 1938, un ordinateur mécanique en binaire, puis le Z3 en 1941 : il réalisait 3-4 additions par seconde.

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

- Architecture d'un ordinateur
 - Un modèle hérité
 - Automatisation



1942

Il construit la première machine électronique sans l'achever complètement. Ses idées seront reprises par Mauchly et Eckert.

**1942**

Il construit la première machine électronique sans l'achever complètement. Ses idées seront reprises par Mauchly et Eckert.

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

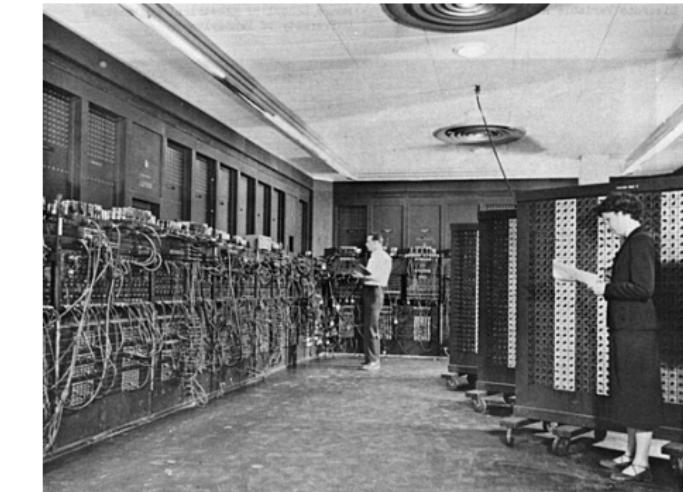
Architecture d'un ordinateur

- Un modèle hérité
- Automatisation



1945
Mauchly et Eckert conçoivent le premier ordinateur entièrement électronique : ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer)

- on peut également citer le Colossus en 1943 en Grande-Bretagne
- objectifs militaires : effectuer des calculs balistiques



1945

Mauchly et Eckert conçoivent le premier ordinateur entièrement électronique : ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer)

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- Un modèle hérité
- Automatisation



- Ces calculateurs électroniques ne pouvaient exécuter qu'un seul programme à la fois.
- Il fallait reconfigurer la machine pour remplir une autre tâche.



FIGURE 5 – Opératrices configurant l'ENIAC

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

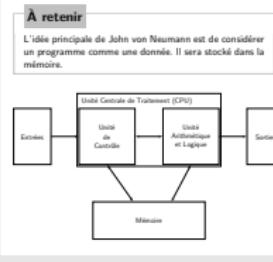
Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

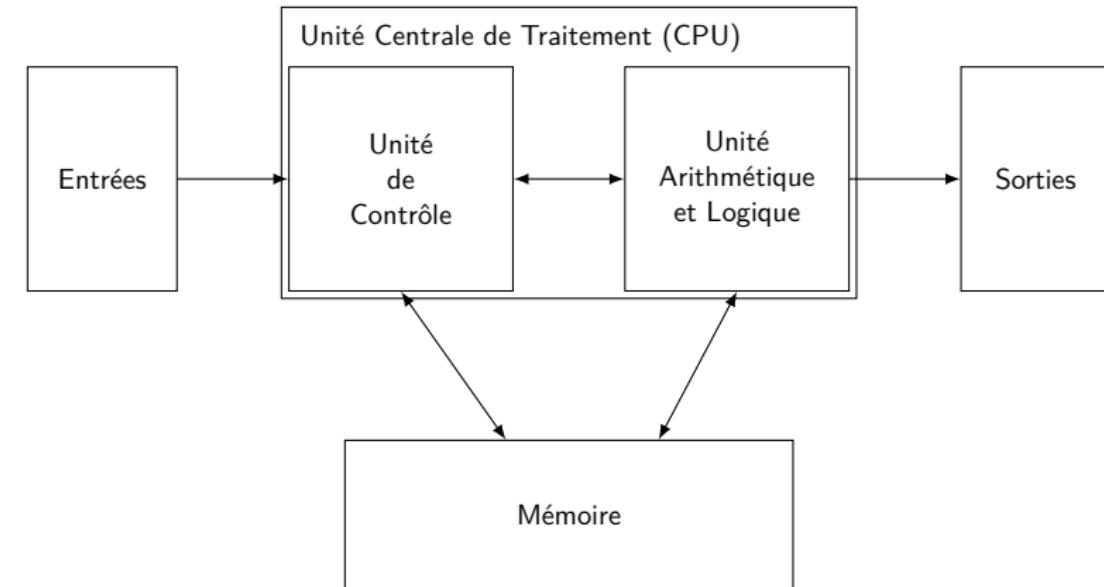
Architecture d'un ordinateur

- Un modèle hérité
- Automatisation



À retenir

L'idée principale de John von Neumann est de considérer un programme comme une donnée. Il sera stocké dans la mémoire.



Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- Un modèle hérité
- Automatisation

Le rapport EDVAC circula largement et eut une influence notable sur bon nombre de travaux ultérieurs.

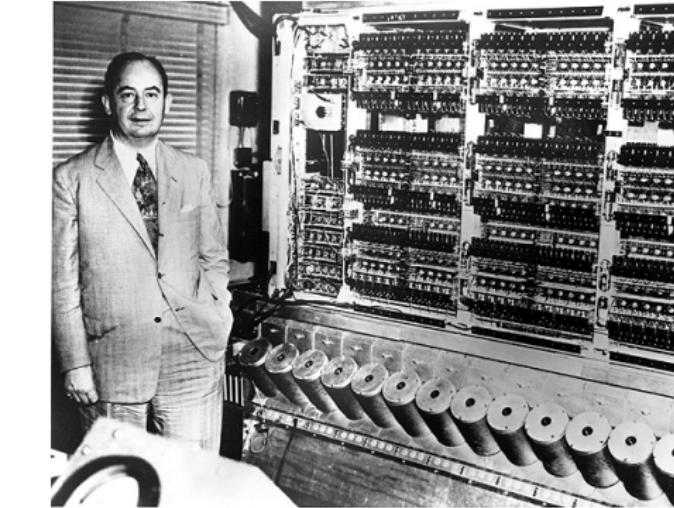
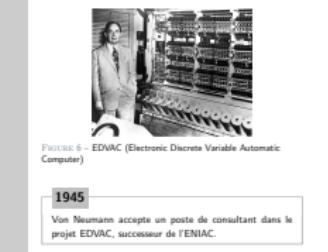


FIGURE 6 – EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer)

1945

Von Neumann accepte un poste de consultant dans le projet EDVAC, successeur de l'ENIAC.

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur
└ Un modèle hérité
 └ Modèle universel
 └ Sommaire

Sommaire

- 1. Première approche : à chaque composant son rôle
- 2. Le modèle de von Neumann
- 3. [Un modèle hérité](#)
 - 3.1 Automatisation
 - 3.2 [Modèle universel](#)
 - 3.3 Évolutions du modèle

Sommaire

1. Première approche : à chaque composant son rôle
2. Le modèle de von Neumann
3. [Un modèle hérité](#)
 - 3.1 Automatisation
 - 3.2 [Modèle universel](#)
 - 3.3 Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

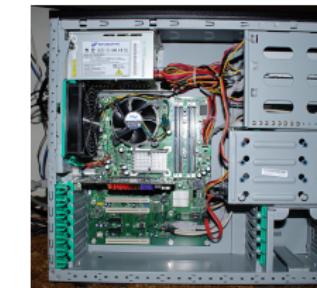
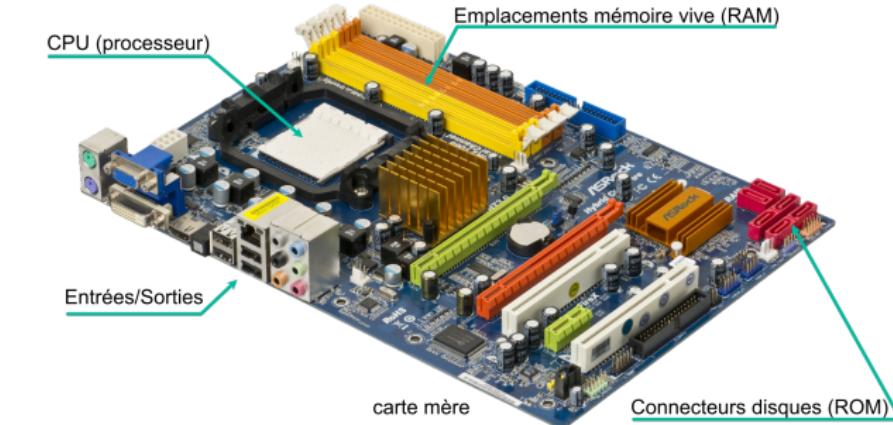
Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur
 └── Un modèle hérité
 └── Modèle universel
 └── Modèle universel



Modèle universel



Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

- Un modèle hérité
- Modèle universel

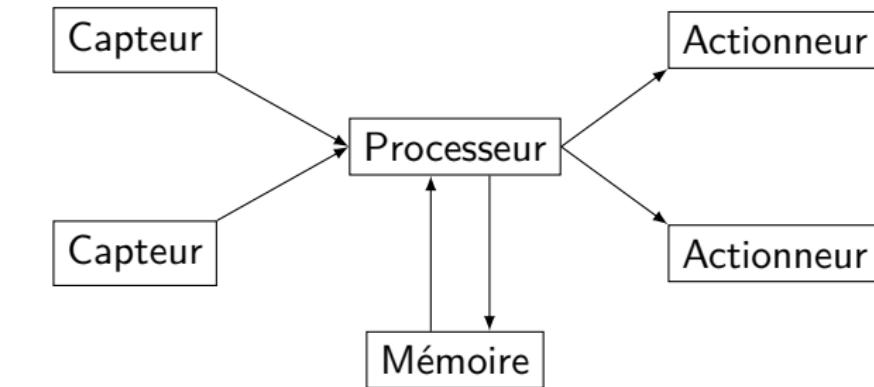
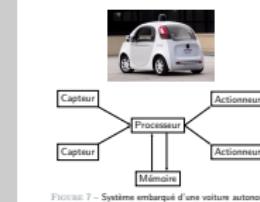


FIGURE 7 – Système embarqué d'une voiture autonome

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur
└ Un modèle hérité
 └ Évolutions du modèle
 └ Sommaire

Sommaire

1. Première approche : à chaque composant son rôle
2. Le modèle de von Neumann

3. Un modèle hérité
 3.1 Automatisation
 3.2 Modèle universel
 3.3 Évolutions du modèle

Sommaire

1. Première approche : à chaque composant son rôle
2. Le modèle de von Neumann
3. Un modèle hérité
 - 3.1 Automatisation
 - 3.2 Modèle universel
 - 3.3 Évolutions du modèle

Architecture d'un ordinateur

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle



Évolutions du modèle

- ▶ Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes.

- Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes.
- Les ordinateurs comportent maintenant des processeurs multiples.

Évolutions du modèle

- ▶ Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes.
- ▶ Les ordinateurs comportent maintenant des processeurs multiples.

Architecture d'un ordinateur

Un modèle hérité

Évolutions du modèle

Évolutions du modèle

Évolutions du modèle

- Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes.
- Les ordinateurs comportent maintenant des processeurs multiples.
- Il existe des processeurs spécialisés (carte graphique).

Évolutions du modèle

- ▶ Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes.
- ▶ Les ordinateurs comportent maintenant des processeurs multiples.
- ▶ Il existe des processeurs spécialisés (carte graphique).

Architecture d'un ordinateur

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Évolutions du modèle

- Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes.
- Les ordinateurs comportent maintenant des processeurs multiples.
- Il existe des processeurs spécialisés (carte graphique).
- La carte-mère relie les différentes unités du modèle.

Évolutions du modèle

- ▶ Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes.
- ▶ Les ordinateurs comportent maintenant des processeurs multiples.
- ▶ Il existe des processeurs spécialisés (carte graphique).
- ▶ La carte-mère relie les différentes unités du modèle.

Évolutions du modèle

- Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes.
- Les ordinateurs comportent maintenant des processeurs multiples.
- Il existe des processeurs spécialisés (carte graphique).
- La carte-mère relie les différentes unités du modèle.
- La mémoire vive s'efface à l'extinction de la machine.

Évolutions du modèle

- ▶ Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes.
- ▶ Les ordinateurs comportent maintenant des processeurs multiples.
- ▶ Il existe des processeurs spécialisés (carte graphique).
- ▶ La carte-mère relie les différentes unités du modèle.
- ▶ La mémoire vive s'efface à l'extinction de la machine.

- Les entrées-sorties, initialement commandées par l'unité centrale, sont depuis le début des années 1960 sous le contrôle de processeurs autonomes.
- Les ordinateurs comportent maintenant des processeurs multiples.
- Il existe des processeurs spécialisés (carte graphique).
- La carte-mère relie les différentes unités du modèle.
- La mémoire vive s'efface à l'extinction de la machine.
- La mémoire ROM (Read Only Memory) est persistante. Elle contient la séquence de démarrage.

Évolutions du modèle

Première approche : à chaque composant son rôle

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

- Architecture d'un ordinateur
 - Un modèle hérité
 - Évolutions du modèle
 - Bibliographie

Bibliographie

- ▶ [https://interstices.info/
le-modele-darchitecture-de-von-neumann/](https://interstices.info/le-modele-darchitecture-de-von-neumann/)
- ▶ https://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture_de_von_Neumann
- ▶ <https://www.cours.jlrichter.fr/>
- ▶ NSI 1° - éditions Ellipses

Bibliographie

- ▶ [https://interstices.info/
le-modele-darchitecture-de-von-neumann/](https://interstices.info/le-modele-darchitecture-de-von-neumann/)
- ▶ https://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture_de_von_Neumann
- ▶ <https://www.cours.jlrichter.fr/>
- ▶ NSI 1° - éditions Ellipses