

Architecture d'un ordinateur

Christophe Viroulaud

Première - NSI

Mach 02



Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Décrire l'architecture commune à toutes ces machines.



Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

1. Première approche : à chaque composant son rôle

1.1 Ouvrir un ordinateur

1.2 CPU

1.3 Mémoires

1.4 Entrées - sorties

2. Le modèle de von Neumann

3. Un modèle hérité

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Activité 1 :

1. Ouvrir le capot de la tour de démonstration.
2. Repérer et nommer les composants. S'appuyer sur la simulation effectuée précédemment.
3. Proposer une liste des composants indispensables pour le fonctionnement de l'ordinateur.

- ▶ processeur
- ▶ mémoire RAM
- ▶ disque dur
- ▶ lecteur CD-ROM
- ▶ ventilateur
- ▶ carte graphique
- ▶ carte mère
- ▶ alimentation
- ▶ ...

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

1. Première approche : à chaque composant son rôle

1.1 Ouvrir un ordinateur

1.2 CPU

1.3 Mémoires

1.4 Entrées - sorties

2. Le modèle de von Neumann

3. Un modèle hérité

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

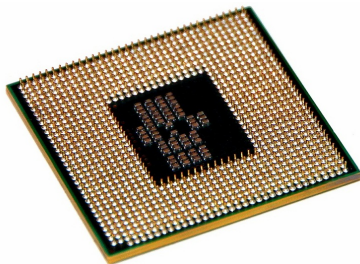


Figure 1 – Control Processing Unit (CPU)

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

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

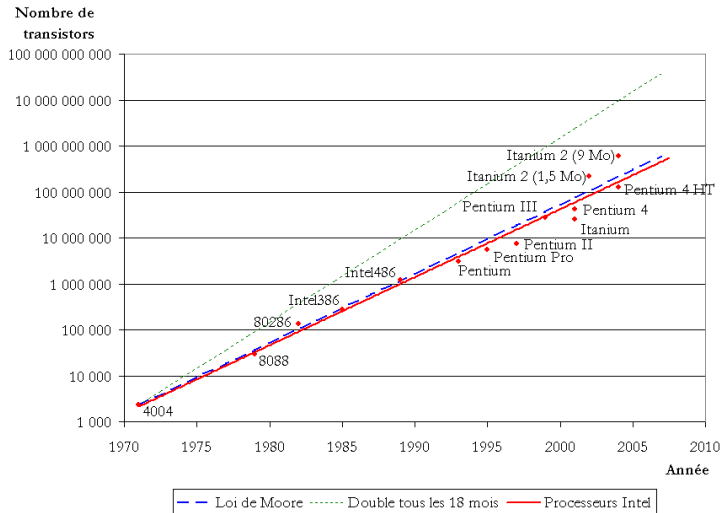


Figure 2 – **Loi de Moore** : le nombre de transistors doublent tous les 2 ans.

Première approche : à chaque composant son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

1. Première approche : à chaque composant son rôle

1.1 Ouvrir un ordinateur

1.2 CPU

1.3 Mémoires

1.4 Entrées - sorties

2. Le modèle de von Neumann

3. Un modèle hérité

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

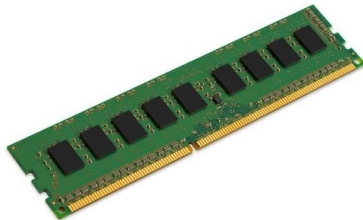


Figure 3 – Mémoire vive ou RAM (Random Access Memory)

À retenir

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

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

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	$\simeq 10^1$

Tableau 1 – Temps d'accès des différentes mémoires

Indication

La cadence d'un processeur actuel est de l'ordre du Gigahertz.

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

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Observation

La différence entre la fréquence du processeur et le temps d'accès des mémoires imposent des contraintes : **Il faut optimiser le temps d'utilisation du processeur.**

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

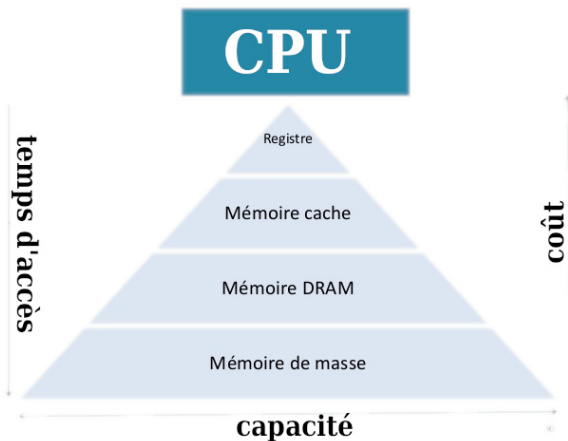


Figure 4 – Plus la mémoire est rapide plus elle est proche du CPU.

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

1. Première approche : à chaque composant son rôle

1.1 Ouvrir un ordinateur

1.2 CPU

1.3 Mémoires

1.4 Entrées - sorties

2. Le modèle de von Neumann

3. Un modèle hérité

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

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



Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

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



Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

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

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

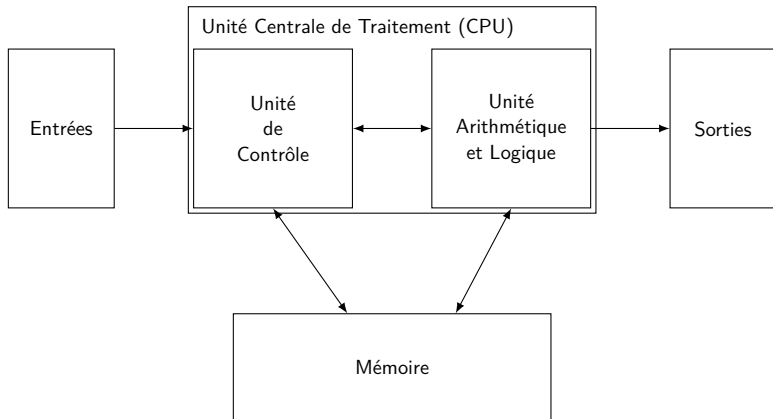
Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Le modèle de von Neumann - Approche détaillée



Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

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.

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

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.
- ▶ Mémoire :
 - ▶ Rôle : stocke les données et les instructions
 - ▶ Exemple : RAM (Random Access Memory), ROM (Read Only Memory)

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

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.
- ▶ Mémoire :
 - ▶ Rôle : stocke les données et les instructions
 - ▶ Exemple : RAM (Random Access Memory), ROM (Read Only Memory)
- ▶ Entrées/Sorties

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Activité 2 : Dans l'activité de simulation, quels rôles sont réalisés par l'UC ? l'UAL ?

Rappel :

1. lire la prochaine instruction du programme,
2. en déduire la couleur à utiliser en s'aidant de la roue,
3. voir si la couleur est présente dans une mémoire cache sinon donner l'instruction au bus pour qu'il rapporte la nouvelle couleur,
4. prendre la bonne couleur à l'emplacement,
5. colorier la case de la bonne couleur.

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

- ▶ Unité de Contrôle : rôles 1, 2, 3
- ▶ Unité Arithmétique et Logique : rôles 4, 5

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

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

À retenir

Un bus informatique est un dispositif de transmission de données partagé entre plusieurs composants d'un système numérique. On distingue :

- ▶ les données, soit le message proprement dit,
- ▶ les adresses, qui permettent d'identifier les composants qui partagent les données,
- ▶ le contrôle, identifiant le type d'action : lecture ou écriture, taille du message, ...

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

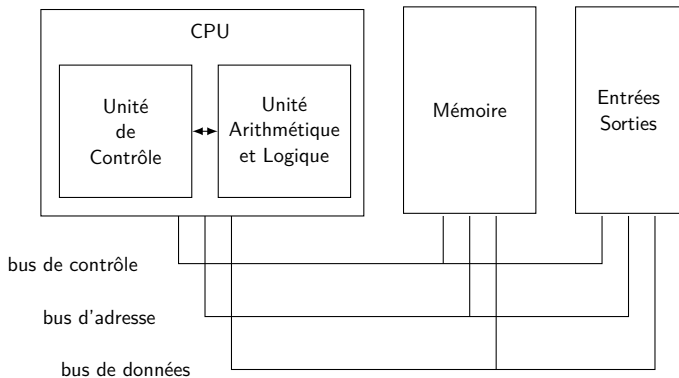


Figure 5 – Une autre représentation de l'architecture de Von Neumann

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

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

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

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

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

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

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

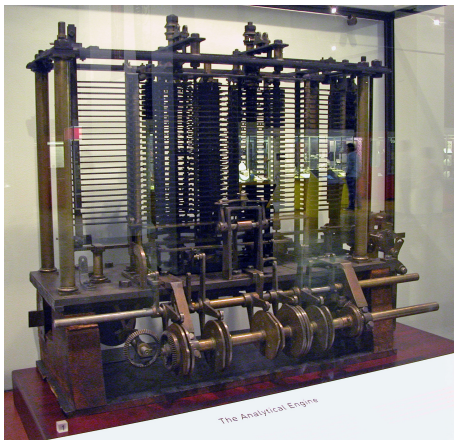
Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle



1834-1836

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

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

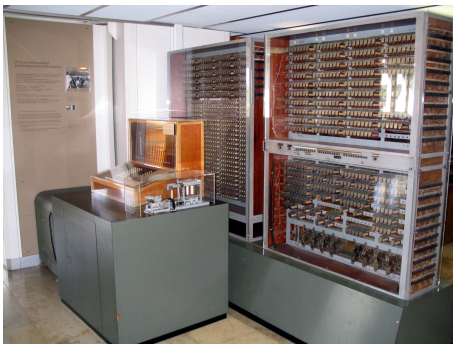
Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle



Figure 6 – **1936** : Alan Turing conceptualise la notion de machine universelle, qui permet de définir précisément la notion **d'algorithme**



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

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

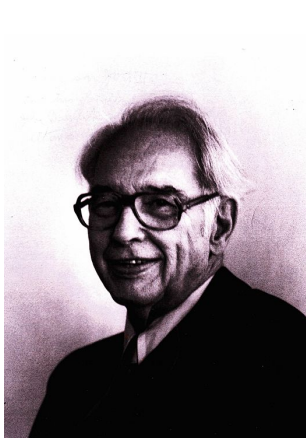
Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle



1942

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

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

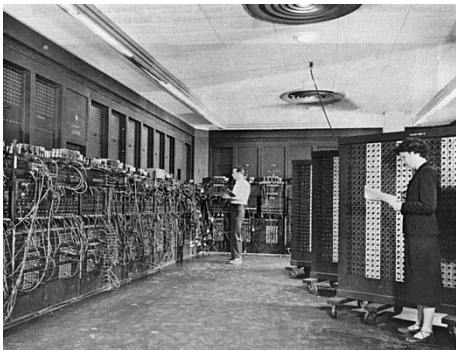
Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle



1945

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

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

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



Figure 7 – Opératrices configurant l'ENIAC

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

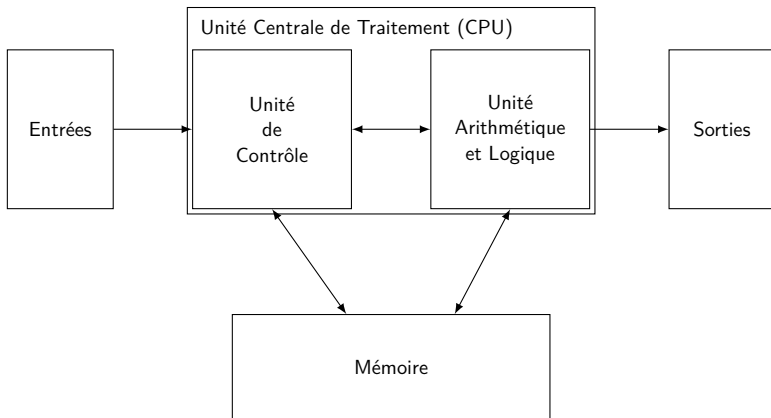
Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

À retenir

L'idée principale de John von Neumann est de considérer un programme comme une donnée. Il sera stocké dans la mémoire. Il s'appuie fortement sur les travaux de Turing.



Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

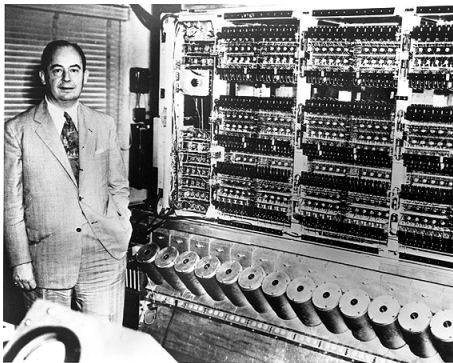


Figure 8 – EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer)

1945

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

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

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

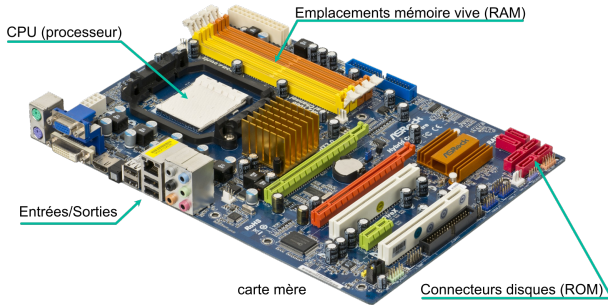
Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Modèle universel



Architecture d'un ordinateur

Première approche : à chaque composant son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

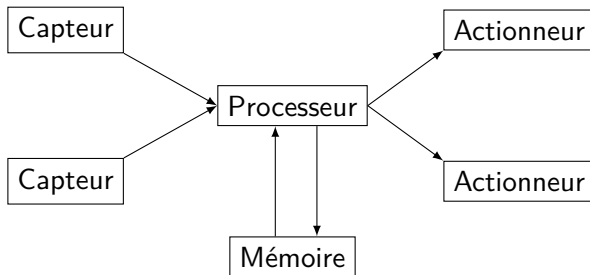


Figure 9 – Système embarqué d'une voiture autonome

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

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

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

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.

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

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.

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

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).

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

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.

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

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.

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

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.
- ▶ La mémoire ROM (Read Only Memory) est persistante. Elle contient la séquence de démarrage.

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

Première
approche : à
chaque composant
son rôle

Ouvrir un ordinateur

CPU

Mémoires

Entrées - sorties

Le modèle de von
Neumann

Approche détaillée

Bus informatique

Un modèle hérité

Automatisation

Modèle universel

Évolutions du modèle

- ▶ <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