

# ***Historique et architecture générale des ordinateurs***

Eric Cariou

*Université de Pau et des Pays de l'Adour  
UFR Sciences Pau - Département Informatique*

Eric.Cariou@univ-pau.fr

# Ordinateur

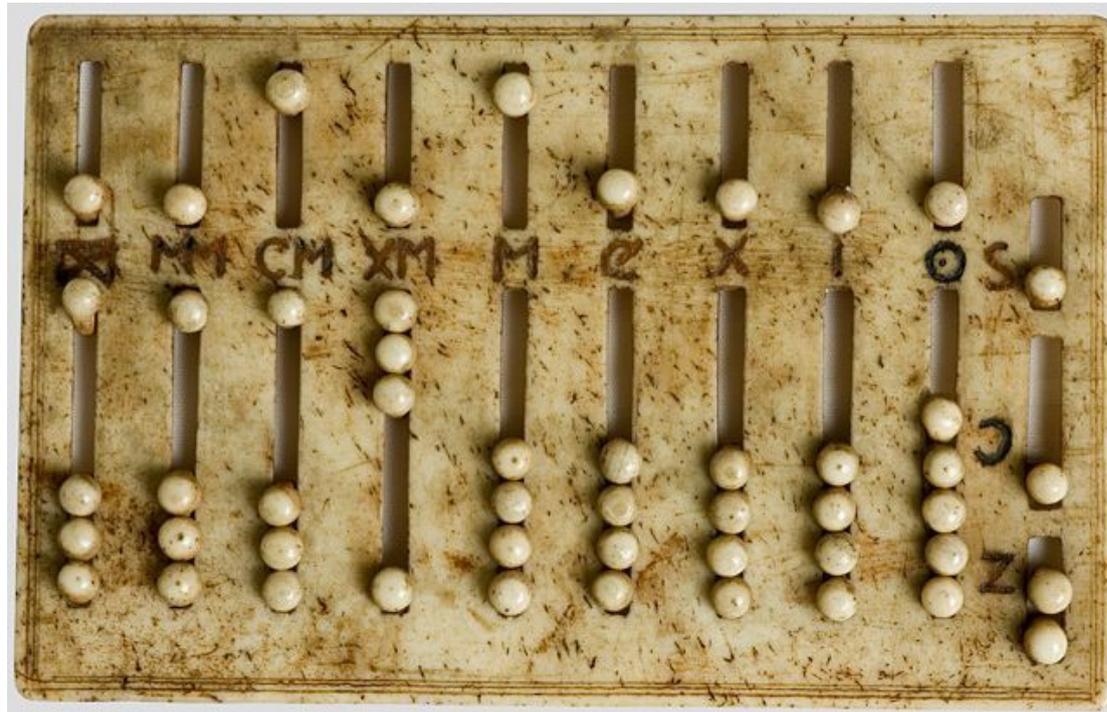
- ◆ Ordinateur : une définition (Hachette)
  - ◆ *Machine capable d'effectuer automatiquement des opérations arithmétiques et logiques (à des fins scientifiques, administratives, comptables, . . . ) à partir de programmes définissant la séquence de ces opérations.*
- ◆ But d'un ordinateur
  - ◆ Définir et exécuter des séquences de calcul

# Historique

- ◆ Apparition du calcul
  - ◆ Dès la préhistoire on comptait avec des cailloux et avec ses doigts
  - ◆ Calcul vient du latin *calculi* signifiant caillou
- ◆ Antiquité
  - ◆ Chaque civilisation (grecs, romains, chinois ...) avait développé des
    - ◆ Systèmes et bases de numérotation
    - ◆ Méthodes pour compter et calculer
- ◆ Ensuite sont apparus les outils pour aider aux calculs

# Historique

- ◆ Outils de calcul
  - ◆ Les premiers : abaquages ou boulier
  - ◆ Développés par plusieurs civilisations (romains, grecs, chinois, japonais, mexicains, indiens...)
- ◆ Abaque romain en ivoire

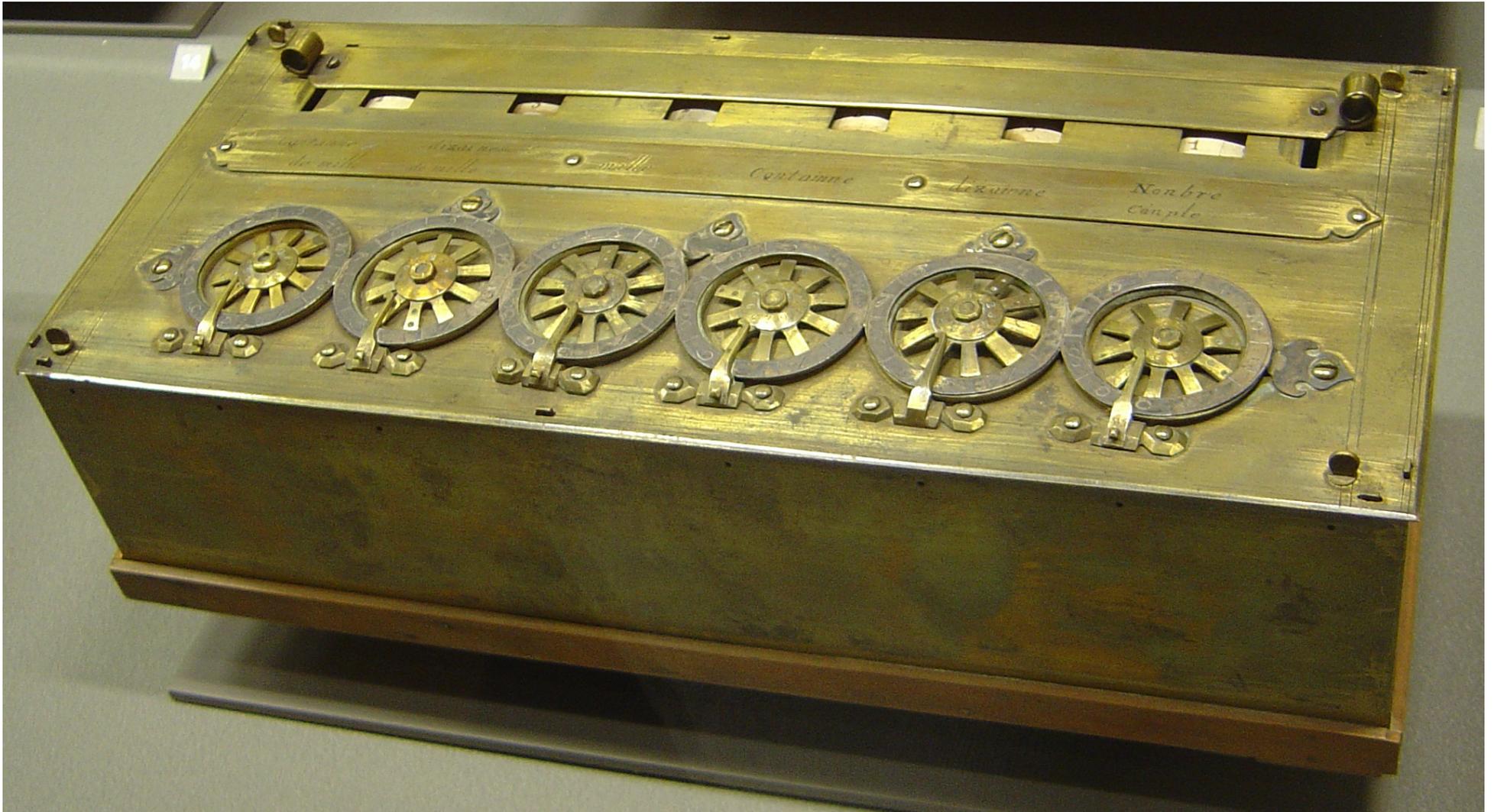


# *Historique*

- ◆ 17<sup>ème</sup> siècle : la science s'intéresse de plus en plus aux outils de calcul
- ◆ 1620 : règle à calcul (selon les principes de Neper)
- ◆ 1623, Shickard : première machine à calculer, roues dentées et retenues
- ◆ 1642, Pascal : machine faisant des additions et soustractions de 6 chiffres (la Pascaline)
- ◆ 1674, Leibniz : calculatrice avec 4 opérations arithmétiques

# Historique

## ◆ La pascaline

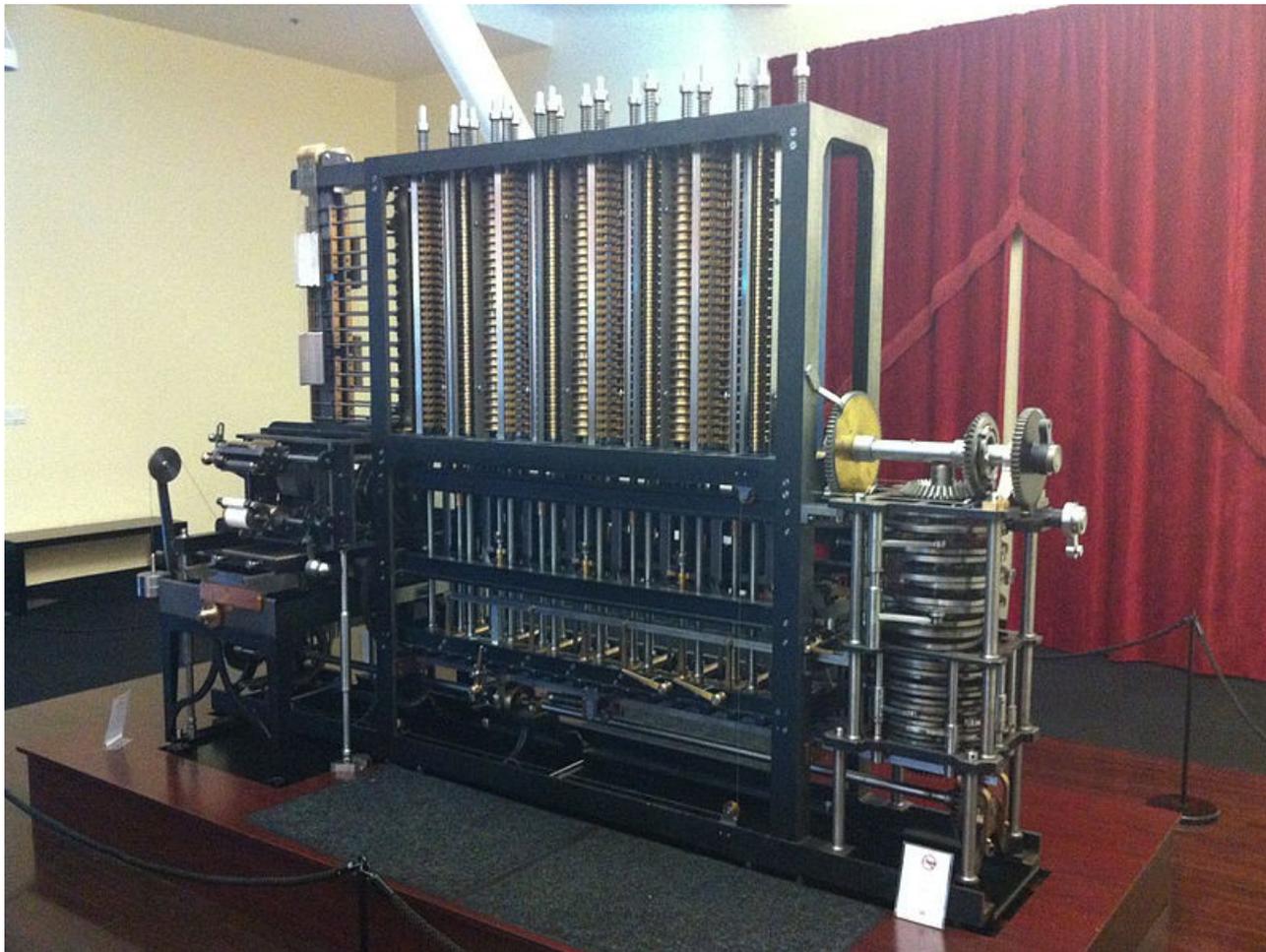


# *Historique*

- ◆ Automatisation des calculs
  - ◆ 1728, Falcon : planchette de bois trouée pour commander un métier à tisser
  - ◆ 1805, Jacquard : utilise à la place des cartons perforés, perfectionne le système
  - ◆ 1834, Babbage : utilise un système de commande pour des machines à calculer
    - ◆ On pouvait programmer des calculs avec des cartes perforées
    - ◆ Le « premier ordinateur »
    - ◆ Notions de processeur, entrées/sorties, mémoire ...
    - ◆ Mais trop complexe pour la technologie de l'époque, il n'arriva jamais à finaliser la construction de sa machine

# *Historique*

- ◆ Le musée des sciences de Londres a construit la machine de Babbage selon ses plans de l'époque
- ◆ 8000 pièces, 5 tonnes, 3m x 2m x 0,45m



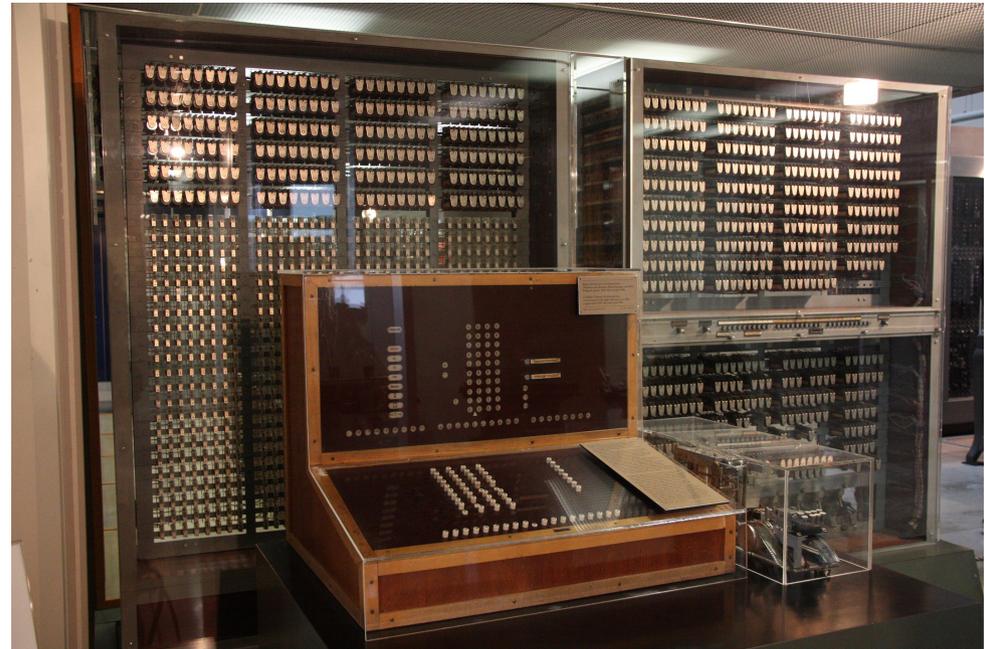
# Historique

## ◆ Avancées théoriques

- ◆ 1854, Boole : algèbre de Boole, logique symbolique
- ◆ 1938, Shannon : liens algèbre de Boole et les signaux/composants électriques
- ◆ 1936, Turing : machine de Turing

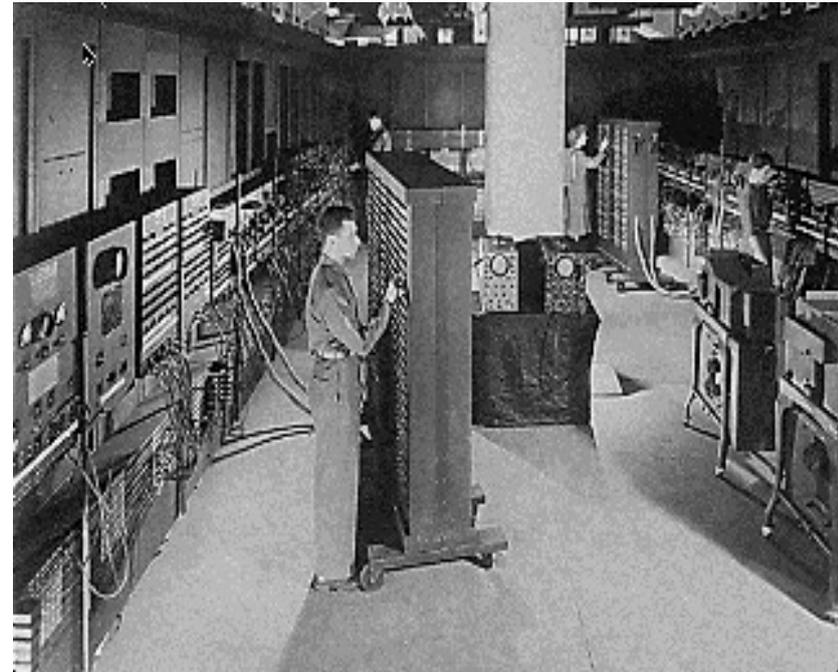
## ◆ Naissance de l'ordinateur

- ◆ Fin des années 30/début 40, plusieurs prototypes fonctionnant en binaire et basés sur logique booléenne
- ◆ Ex : 1941, Zuse : Z3, calculateur utilisant une technologie électro-mécanique



# Historique

- ◆ 1945, Eckert & Mauchly : ENIAC  
(Electronical Numerical Integrator And Calculator)
- ◆ Premier calculateur/ordinateur moderne
- ◆ Entièrement électronique
  - ◆ Utilise des tubes à vide et des relais
- ◆ Machine universelle,  
programmable
- ◆ Utilise un système décimal
- ◆ Inconvénient : difficulté de  
passer d'un programme à  
un autre (6000 commutateurs  
connectables pour programmer)
- ◆ 30 tonnes, forme de U de  
6 mètres de large et 12 de long



# *Historique*

- ◆ Avancée majeure : Von Neumann, 1945
  - ◆ Idée : stocker le programme à exécuter dans la mémoire de l'ordinateur
  - ◆ Avant : suite séquentielle d'instructions
    - ◆ Programme était généralement entré via des cartes perforées
  - ◆ Maintenant
    - ◆ Le programme peut prendre des décisions selon des résultats intermédiaires
    - ◆ Changer de chemin dans la séquence d'instructions
    - ◆ Effectuer des tests, des boucles, des sauts conditionnels ...
- ◆ Von Neumann définit également une architecture générale : naissance de l'ordinateur

# *Machine de Von Neumann*

- ◆ Machine de Von Neumann = ordinateur
  - ◆ Machine universelle contrôlée par un programme
  - ◆ Les instructions du programme sont stockées en mémoires et codées en binaire
  - ◆ Les instructions sont exécutées en séquence par défaut
    - ◆ Mais le programme peut en modifier l'ordre d'exécution
    - ◆ Création d'instructions pour ruptures de séquences
  - ◆ Le programme peut se modifier

# *Architecture de Von Neumann*

- ◆ Von Neumann a également défini l'architecture générale d'un ordinateur
- ◆ 5 éléments principaux
  - ◆ Unité arithmétique et logique (UAL ou ALU)
  - ◆ Unité de commande
  - ◆ Unité d'entrées
  - ◆ Unité de sorties
  - ◆ Mémoire centrale
- ◆ Cette architecture est toujours en vigueur de nos jours même si en versions beaucoup plus complexes

# *Avancées technologiques*

- ◆ Génération 0 : 17<sup>ème</sup> siècle à 1945
  - ◆ Calculateurs mécaniques
- ◆ Première génération : 1945 – 1955
  - ◆ Tubes à vide
  - ◆ Premiers calculateurs électroniques
  - ◆ Ex: ENIAC
- ◆ Seconde génération : 1955 – 1965
  - ◆ Transistors remplacent les tubes à vides
  - ◆ Premières séries commerciales d'ordinateurs

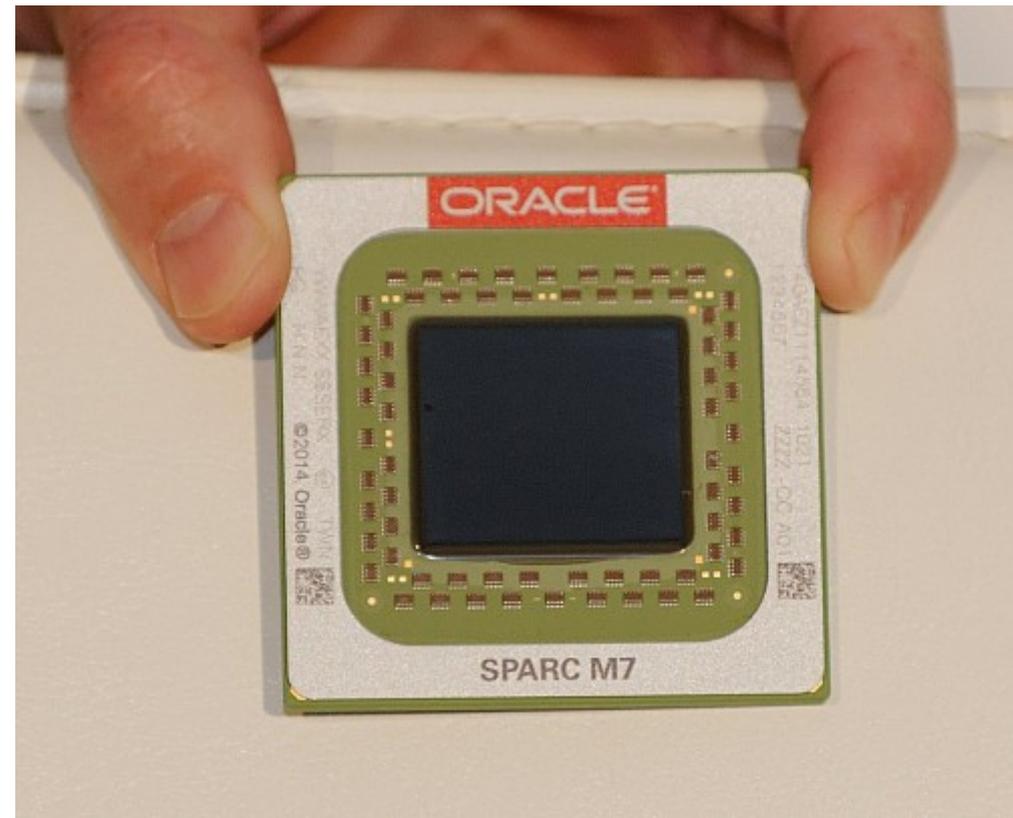
# *Avancées technologiques*

- ◆ Troisième génération : 1965 – 1980
  - ◆ Circuits intégrés : permettent de placer un nombre important de transistors sur une même puce de silicium
  - ◆ Début de la montée en puissance et de la miniaturisation
  - ◆ 1971 : Intel 4004
    - ◆ Première unité de calcul (sur 4 bits) intégrée entièrement sur une seule puce
    - ◆ Premier micro-processeur
    - ◆ Performances identiques à l'ENIAC pour une taille de moins de 11mm<sup>2</sup>
    - ◆ 2300 transistors, 740 kHz, 90 000 opérations par seconde



# Avancées technologiques

- ◆ Quatrième génération : 1980 à aujourd'hui
  - ◆ VLSI / ULSI: *Very / Ultra Large Scale Integration*
  - ◆ Intégration de milliers à milliards de transistors sur une même puce
  - ◆ Toujours plus de puissance et de miniaturisation à un coût toujours moindre
  - ◆ Oracle Sparc M7 (2015)
    - ◆ 32 cores
    - ◆ 10 milliards de transistors
    - ◆ Fréquence de 4,13 GHz
- ◆ Cinquième génération
  - ◆ Ordinateurs quantiques ?



# *Éléments principaux d'un ordinateur*

- ◆ UAL : réalise des opérations élémentaires
  - ◆ Arithmétique : addition, soustraction, multiplication ...
  - ◆ Logique : ET, OU, comparaison ...
- ◆ Unité de commande
  - ◆ Coordinateur général
  - ◆ Lit les instructions du programme en mémoire
  - ◆ Commande l'UAL pour exécuter ces instructions

# *Éléments principaux d'un ordinateur*

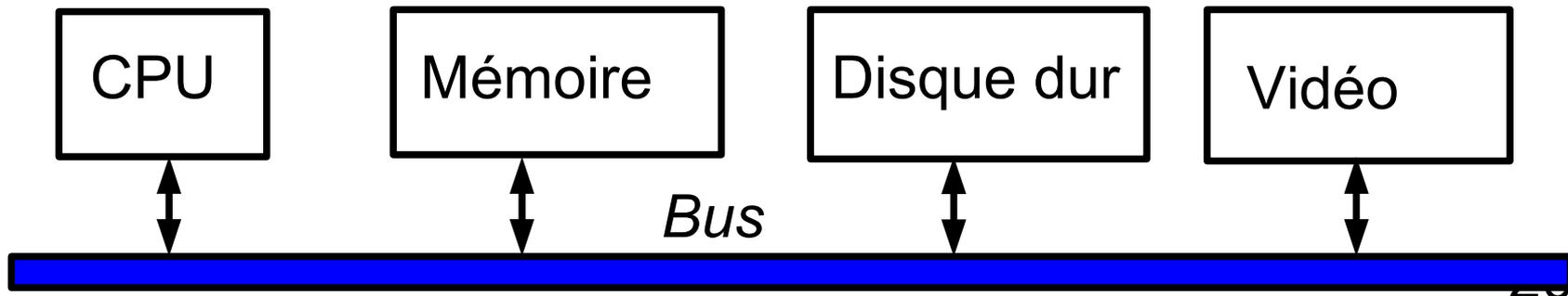
- ◆ Mémoire centrale
  - ◆ Stocke les programmes et les données
  - ◆ Enregistre les résultats intermédiaires et/ou finaux
- ◆ Unités d'entrées et de sorties, pour communication avec
  - ◆ En entrée : clavier, souris, disque dur, ...
  - ◆ En sortie : carte graphique, disque dur, ...

# *Éléments principaux d'un ordinateur*

- ◆ Processeur central
  - ◆ Contient
    - ◆ UAL
    - ◆ Unité de commande
    - ◆ Mémoire cache
      - ◆ Mémoire intermédiaire pour optimiser les performances
  - ◆ Aussi appelé CPU (Central Processing Unit)
- ◆ CPU communique avec
  - ◆ La mémoire, les entrées, les sorties ...
  - ◆ ... via des bus

# Bus

- ◆ Les systèmes/éléments sont reliés par
  - ◆ Un ensemble de câbles faisant transiter les informations (signaux électriques)
  - ◆ Besoin de communication entre tous les éléments
    - ◆ Maillage complet : chaque élément relié à tous les autres éléments
    - ◆ Autre solution : partage des câbles via bus
- ◆ Bus
  - ◆ Relie plusieurs systèmes via le même câblage électrique : canal partagé (multiplexage)
  - ◆ Seuls 2 éléments communiquent simultanément

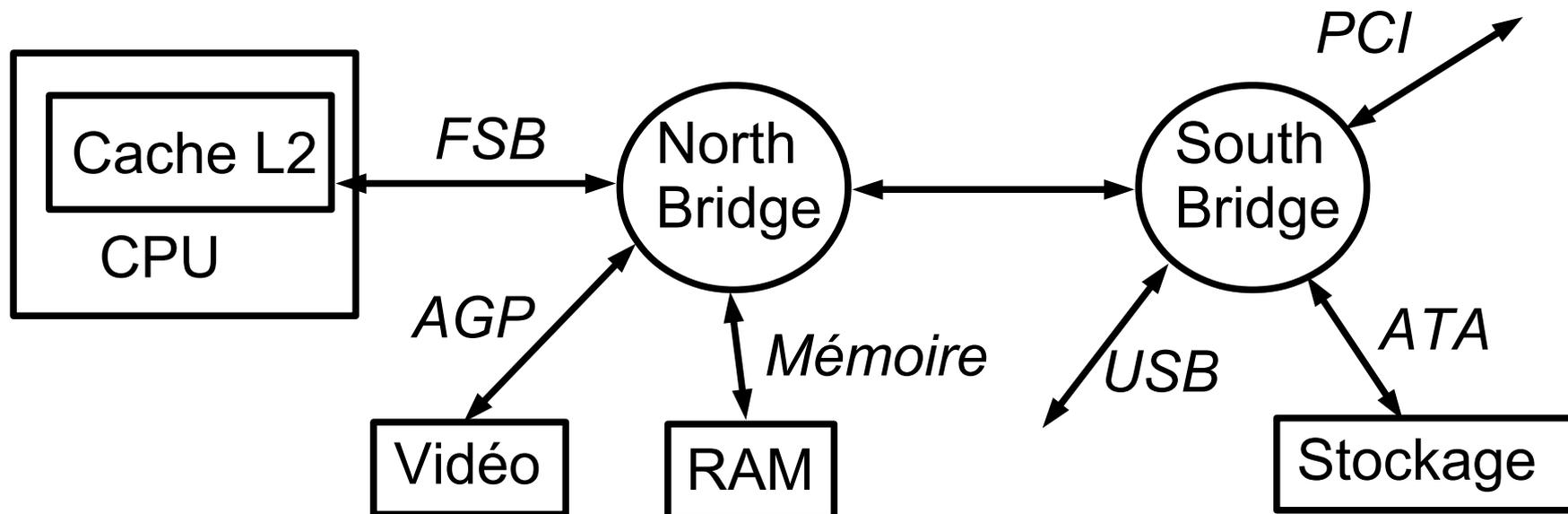


# *Bus*

- ◆ En pratique : plusieurs bus +/- rapides ou partagés
- ◆ Dans un PC, bus rapides
  - ◆ Bus système (FSB ou Front Side Bus)
    - ◆ Bus de communication avec le CPU
  - ◆ Bus mémoire : communication avec la mémoire
  - ◆ Bus AGP ou PCI Express : communication avec la carte graphique
- ◆ Dans un PC, bus plus lents
  - ◆ PCI : cartes réseaux, son ...
  - ◆ Connexion périphérique de stockage (DD, CD, DVD...)
    - ◆ ATA, SATA, SCSI ...
  - ◆ Connexion de périphériques extérieurs
    - ◆ USB, FireWire ...

# Bus

- ◆ Chipset : dispositif interconnectant tous ces bus
- ◆ Composé de 2 éléments
  - ◆ Pont nord (NorthBridge) : pour les bus rapides
  - ◆ Pont sud (SouthBridge) : pour les bus lents



# Carte mère PC

