

Ch Jaillet
Janv. 2019

Info0204

Eléments d'architecture des ordinateurs

Chapitre 1 : Introduction (historique)

1. Nombres et numération
2. Premières machines de calcul
3. Architecture de von Neumann
4. La saga des CPU modernes
+ évolutions "récentes"

Ch Jaillet

- URCA > UFR Sciences > Dept Maths, Méca, Info
- christophe.jaillet@univ-reims.fr
- <http://cosy.univ-reims.fr/~cjaillet>


UNIVERSITÉ
DE REIMS
CHAMPAGNE-ARDENNE

1

Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

0. Préambule : définitions

- **nombre :**
 - quantité (cardinal) : dénombrer (troupeau, récoltes, ...)
 - ordre (ordinal) : énumérer (déroulement du temps, ...)
 - transmission => représentation
- **calcul :**
 - compter : opérations (échanges, comptabilité, ...)
 - **etymologie :** *calculi* = cailloux (latin)
- **informatique**
 - traitement automatique de l'information
 - **INFOR**mation + auto**MATIQUE**
 - apparition :
 - 1957 : DL « *Informatik: Automatische Informationsverarbeitung* » (K. Steinbuch, essai = publication scientifique)
 - 1962 : Fr « société d'informatique appliquée » (SIA) (Ph. Dreyfus, ex. directeur du centre nation de calcul de Bull, fondateur de SIA, président de Capgemini, ...)
 - 1962 : USA « *Informatiks Inc.* » (W. Bauer)
=> *computer science / data-processing*



2

Ch Jaillet

Info0201

Introduction à la programmation orientée objet

Chapitre 1 : Introduction

1. Nombres et numération
 - a. Préhistoire vs Histoire
 - b. *naissance* de l'écriture
 - c. systèmes de numération : inventaire ?
2. Premières machines de calcul
3. ...

3

Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

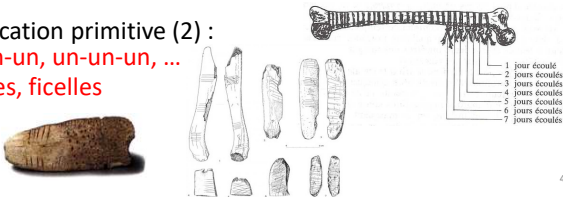
1. Nombres et numération

a. Préhistoire (vs Histoire)

... **PRÉHISTOIRE** ... **HISTOIRE**

écriture

- **perception directe :**
 - évaluer une quantité sans compter
 - comparer, classer (sans compter)
- **quantification primitive :**
 - **un, deux, beaucoup**
- **calculi**
- **quantification primitive (2) :**
 - **un, un-un, un-un-un, ...**
- **encoches, ficelles**



1 jour écoulé
2 jours écoulés
3 jours écoulés
4 jours écoulés
5 jours écoulés
6 jours écoulés
7 jours écoulés

4

Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

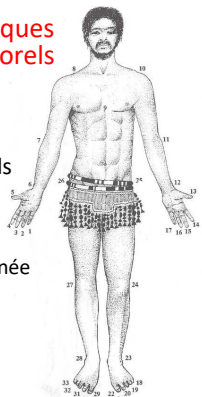
1. Nombres et numération

a. Préhistoire (vs Histoire)

... PRÉHISTOIRE ...

□ **procédés numériques corporels**

- 1 main / 2 mains
 - ...
- systèmes corporels complets
 - exemple : tribu de Papouasie-N^{lle}-Guinée (1..33)



autre procédé corporel marquant

système sexagésimal

- 2 mains
 - ...
- encore utilisé auj.
 - temps :
 - 9:53:05
 - $9 \times 60^2 + 53 \times 60 + 5$
 - angles (navigation) :
 - 25° 5' 57"
 - angles (géométrie) :
 - cercle = 360°

sumériens

5

5

Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

1. Nombres et numération

b. naissance de l'écriture

... PRÉHISTOIRE ...

HISTOIRE

□ **signes d'écriture**

- pictogrammes :
 - 3200 : sumériens
 - 3000 : proto-élamique
 - 2900 : hiéroglyphique
- "caractères" :
 - 2600 : hiératique égyptienne
 - 2350 : akkadienne
 - 2300 : proto-indienne
 - 2000 / -1600 : crétoise

□ **nombres/chiffres**

- 3300
- 2900
- 2700 : cunéiformes
- 2500
- 2000 : base "dix" ???
- 2000 / -1600

6

6


Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

1. Nombres et numération

c. systèmes de numération : inventaire

□ **synthèse des avancées sumériennes**

- 3300 : premiers signes
 - base 60, combinaisons
- 2700 : cunéiformes
 - stylisé
 - tablettes d'argile
 - + abaqes
- 1900 : sexagésimal
 - num. de position
 - à ce stade pas de 0
- 1900 .. -1200
 - base "dix" se généralise



	1	10	60	600	3600	36000	216000
1	1	10	60	600	3600	36000	216000
2	2	20	120	1200	7200	72000	432000
3	3	30	180	1800	10800	108000	648000
4	4	40	240	2400	14400	144000	864000
5	5	50	300	3000	18000	180000	1080000
6	6	60	360	3600	21600	216000	1296000
7	7	70	420	4200	25200	252000	1512000
8	8	80	480	4800	28800	288000	1728000
9	9	90	540	5400	32400	324000	1944000

présentation modernisée

7

7

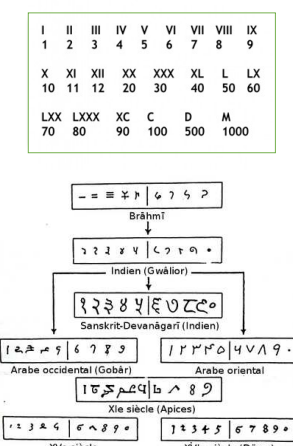
Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

1. Nombres et numération

c. systèmes de numération : inventaire

□ **dates clés (autres systèmes)**

- 1300 : Chine
- 600 : num. latine
- 500 : peuples précolombiens
- 400 : num. alphabétique grecque
- 300 : apparition du Zéro
- 300 : num. araméo-indiennes
- 200 : papier (Chine)
- +300 : Mayas
- 400 : algorithmique indienne
- 800 : diffusion Inde -> monde islamique (Al Khwārizmī)
- XI^e : imprimerie (Chine)
- XII^e : num. arabe en Europe
- début « Renaissance »



8

8

Info0201

Ch Jaillet

Introduction à la programmation orientée objet

Chapitre 1 : Introduction

1. Nombres et numération
2. Premières machines de calcul
 - a. instruments de calcul
 - b. machines de calcul
 - c. premiers ordinateurs
3. Architecture de von Neumann
4. ...

9

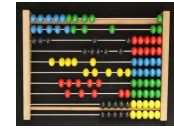
2. Premières machines de calcul

Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

a. instruments de calcul

□ instrument de calcul

- nécessite l'intervention de l'homme
 - abaques
 - bouliers



□ machine de calcul

- automatique
- mécanique / électro-mécanique / électronique



10

2. Premières machines de calcul

Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

a. instruments de calcul

□ ordinateur = machine

- exécuter automatiquement et fidèlement une série d'opérations simples [qu'on lui a indiquées]
 - manipuler un grand nombre d'informations
 - rapidement et sans erreur

□ Résoudre un problème à l'aide d'un ordinateur ?

- analyser le problème
- déterminer une méthode de résolution : l'algorithme la suite d'opérations à effectuer pour obtenir la solution
- traduire l'algo. dans un langage de programmation adapté
 - haut niveau = indépendant de la machine cible => Info0101
 - bas niveau = adapté à une machine particulière => Info0204

Résumer l'histoire de l'informatique / des ordinateurs ?

- => schématiser
- Pour chaque invention, nous ne retenons en général qu'un nom. Mais souvent cette invention concrétise une démarche collective, qui s'est étalée sur plus ou moins de temps

11

11

2. Premières machines de calcul

Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

b. machines de calcul

□ Renaissance : premiers dispositifs mécaniques d'aide au calcul

- 1642 : Blaise Pascal
 - Pascaline
 - additionner, soustraire
- 1671 : Gottfried Wilhelm Leibniz (mathématicien allemand)
 - les 4 opérations arithmétiques



□ Analyse :

- saisie des valeurs :
 - avec des roues / des cadrans
 - indication de l'opération aussi
- récupération du résultat : sur des rouleaux / des cadrans
=> unités d'entrée / de sortie

12

12

2. Premières machines de calcul
b. machines de calcul

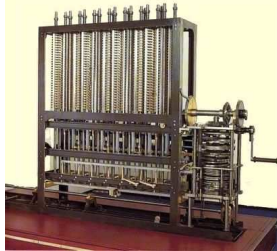
Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

□ Révolution industrielle :
la machine de Babbage

- 1822 : Charles Babbage
 - machine différentielle
 - 4 opérations + puissance + approx. de fonction par des polyn.
- les 3 éléments essentiels des machines de calcul :
 - unités d'entrée / de sortie
 - organe de contrôle et de calcul
 - utilisant alors des dispositifs mécaniques
 - mémoire
 - réalisée ici par l'intermédiaire de roues dentées
- programmable
 - programmes stockés dans une mémoire externe

□ Construction commencée mais interrompue :
• \$ + changements de conception + pb de frottements

□ Ada Lovelace : 1^{ère} programme informatique (sur une machine théorique)



13





13

2. Premières machines de calcul
c. premiers ordinateurs

Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

□ technologies de rupture :

- technologie de rupture
=> évolutions industrielles
- carte perforée
 - 1801 : Jacquard
 - dans les ateliers de filature
 - machines à tisser + opérateurs
 - => automatisation
- électro-mécanique
 - électricité = source d'énergie au profit de la mécanique
- tube à vide = tube électronique / lampe à vide
- transistor
 - miniaturisation, consommation, longévité

14

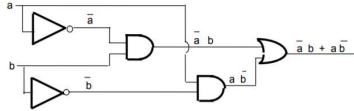
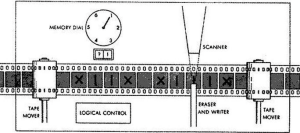
14

2. Premières machines de calcul
c. premiers ordinateurs

Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

□ fondements scientifiques :

- 1700, Leibniz
 - arithmétique binaire
- 1847, G Boole
 - algèbre de Boole
 => conception de portes logiques
- 1936 : A Turing
 - machine de Turing
 - ordinateur programmable

15

15

2. Premières machines de calcul
c. premiers ordinateurs

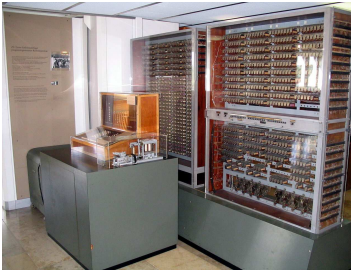
Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

□ Z3 K Zuse

- 1938 : Z1
 - mécanique
 - fonctionne qq minutes
- 1939 : Z2
 - prévu avec des tubes à vide
 - jugé trop cher (gouv^t all^d)
 - => relais électromécaniques
- 1941 : Z3
 - projet secret du gouv^t allemand
 - programme stocké sur enregistrement externe (rubans perforés)
 - nombre entrés en base 10 => convertis en binaire à virgule flottante

■ mémoire : 64 mots de 22 bits
■ fréquence : 5,3 Hz
■ consommation : 4000 W
■ 1 tonne

=> multiplication = 3''



16

16

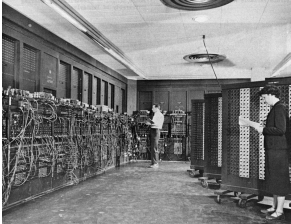

Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

2. Premières machines de calcul c. premiers ordinateurs

ENIAC 1946

Electronic Numerical Integrator And Computer

- électronique (tubes à vide)
- système décimal
- programmation à base de câblage et commutateurs
- Univ. Pennsylvanie
- utilisé en balistique -- *US army*
- 30m x 2,4m x 0,9m, sur 167 m², 27 tonnes
- 17500 tubes à vide
+ 70000 résistance, 10000 condensateurs, ...
- 5000000 de soudures, faites à la main
- 150 kW => 100000 additions/s ; 360 mult. ; 38 divisions
- génère une temp. de 50°
 - ingérable pour les opérateurs (reprog = changer le câblage)
 - Bugs = insecte [qui se pose sur un tube chaud] => le fait exploser
 - nbx tubes cassés tous les jours, à localiser et changer
=> 50% de temps inactif env.
plus long slot : 116h

panneau de contrôle

17

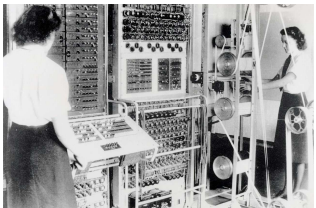
17

Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

2. Premières machines de calcul c. premiers ordinateurs

Colossus

- système binaire
- 2000 tubes à vide
- 10 versions :
 - Mark 1 en 1943
- cryptanalyse (code de Lorenz)
 - attaque par force brute
- 10 machines :
 - 8 détruites après la guerre pour garder le secret
 - 2 cachées, détruites en 1960
 - secret levé en 1975
=> réplique 1994 (plans conservés illégalement)



- gauche : clavier (entrée des clés de Lorenz)
- droite : sortie papier

18

18

Ch Jaillet

Info0201

Introduction à la programmation orientée objet

Chapitre 1 : Introduction

1. Nombres et numération
2. Premières machines de calcul
3. Architecture de von Neumann
4. La saga des CPU modernes
+ évolutions "récentes"

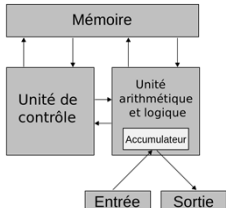
19

19

Ch Jaillet (URCA)
Info0204 – Ch. 1
Introduction

3. Architecture de von Neumann

- 1944, Princeton
 - J. von Neumann + A. Buks + H. Goldstine
 - => théorisent les caractéristiques des futurs ordinateurs
- utilisation du binaire
- usage multiple ; programmable
- programmes stockés en mémoire
- structure :
 - Processeur + Mémoire + Bus
 - instructions et données stockées en mémoire
 - processeur = U. de contrôle (UC) + U. de calcul (UAL)
 - + Unité d'entrées/sorties (E/S)



plus de détails dans la 2^{ème} moitié de la matière

20

20