

Histoire et actualité de l'informatique

Évolution, problèmes, perspectives

Sacha Krakowiak

Université de Grenoble

Séance 1 La préhistoire et les débuts

De l'antiquité aux années 1950

C'est quoi, l'informatique ?

- ❖ Une science
Une science de l'artificiel, mais pas seulement
Objet : le traitement de *l'information*
Notion centrale : *l'algorithme*
- ❖ Une technique et une industrie
Matériel
Logiciel
- ❖ Des applications
Rendre des services ...
... dans un champ croissant de domaines
- ❖ Un impact sociétal

C'est quoi, l'information ?

- ❖ Un "réducteur d'incertitude"
- ❖ Je joue à pile ou face
avant de lancer : je ne sais rien
la pièce retombe : j'ai l'information
c'est l'information la plus élémentaire (2 possibilités)
çà s'appelle un *bit* (et plutôt que pile ou face, il est commode de dire 0 ou 1)
- ❖ Je lance la pièce deux fois ...
j'ai 4 résultats possibles : pile-pile, pile-face, face-pile, face-face
j'ai besoin de 2 bits : 00, 01, 10, 11
Mais en numération binaire (base 2), çà veut dire 0, 1, 2, 3
 $0 \times 2 + 0 = 0$; $0 \times 2 + 1 = 1$; $1 \times 2 + 0 = 2$; $1 \times 2 + 1 = 3$
... et on continue : une photo, un DVD, un livre : des centaines de millions de bits !

C'est quoi, un algorithme ?

- ❖ Un procédé constructif ...
... qui réalise un objectif fixé, en un nombre fini d'étapes
... en combinant des opérations élémentaires connues
- ❖ Des exemples
les 4 opérations de l'arithmétique
la recherche d'un mot dans un texte
le calcul de la position par un navigateur GPS
une recette de cuisine
- ❖ Une notion finalement assez simple ?
pas si simple que çà !
la définition précise de ce qu'est un algorithme marque le début de l'histoire de l'informatique

Un algorithme doit être
correct : faire ce qu'on
lui demande
efficace : le faire
économiquement
(vite, avec peu de
mémoire, etc.)

Quelques précurseurs (1)

Euclide

3-ème siècle av. JC
Un des premiers algorithmes connus
(le calcul du PGCD)



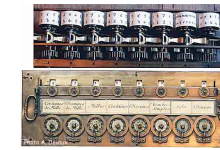
Al-Khwârizmî

9-ème siècle
Calculs pour l'arpentage et l'astronomie
Premières réflexions sur les algorithmes

Quelques précurseurs (2)

Pascal (1623-1662)

La pascaline (1642)
Addition et soustraction
Premier calculateur mécanique

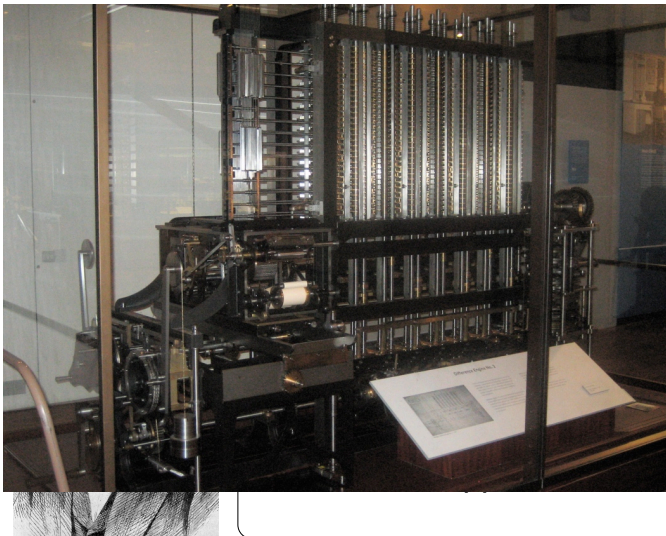


Leibniz (1646-1716)

Améliore la pascaline
Multiplication et division (1673)



Quelques précurseurs (3)



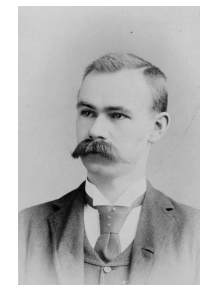
La machine à différences,
selon les plans de Babbage,
Science Museum, Londres,
1989-91

4 000 pièces
2,6 tonnes

Quelques précurseurs (4)

Joseph Marie Jacquard (1752-1834)

La carte perforée comme *programme*
(pour le métier à tisser)
Inspirera Babbage et Hollerith



Herman Hollerith (1860-1929)

La carte perforée comme *donnée*
Premiers traitements non numériques
Trieuses et tabulatrices
L'ancêtre d'IBM (1924)

Les débuts de l'informatique

- ❖ Le début du XX-ème siècle : une époque de remise en question dans les sciences
 - en physique : la relativité, les quanta, ...
 - en mathématiques : la «crise des fondements»
 - en logique : Gödel
- ❖ Vers la fin des années 1930, deux courants qui s'ignorent mutuellement
 - la «calculabilité» et la formalisation des algorithmes (Church, Gödel, Kleene, Turing, ...)
 - les prototypes des «calculateurs électroniques» (Atanasoff, Zuse, Eckert & Mauchly, ...)
- ❖ Ces courants se rejoindront en 1945
von Neumann

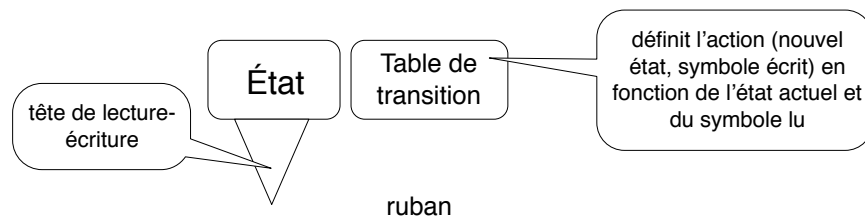


Kurt Gödel
(1906-1977)

Retour sur les algorithmes

- ❖ Que peut-on «effectivement» calculer ?
- ❖ De nombreuses propositions dans les années 1930
 - les fonctions récursives (Kleene)
 - le lambda-calcul (Church)
 - la machine de Turing
 - ...
- ❖ Tous ces schémas, définis indépendamment, sont équivalents !
 - D'où la thèse de Church-Turing (indémontrable, mais jusqu'ici non contredite) :
 - Un algorithme, c'est ce qui est réalisable par une machine de Turing (ou tout schéma équivalent)

La machine de Turing (1936)



Alan Turing
(1912-1954)



National Portrait Gallery

C'est une machine *abstraite* (elle serait monstrueusement inefficace !)

Il existe une machine *universelle* (capable de simuler n'importe quelle machine)

Il n'y a pas d'algorithme général pour dire si une machine va s'arrêter ou tourner indéfiniment

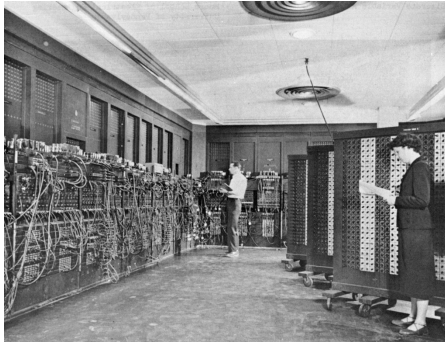
Les premiers calculateurs

- ❖ Atanasoff-Berry Computer (Iowa State Univ.), 1939
 - Spécialisée (systèmes linéaires), non programmable
 - Machine à tubes, arithmétique binaire, non Turing-complète
- ❖ Zuse Z3, 1941
 - Électro-mécanique (relais), programme sur bande perforée
 - Arithmétique binaire, Turing-complète
- ❖ Mark-1 (Harvard-IBM, Aiken), 1944
 - Arithmétique décimale, programme sur cartes perforées. Électro-mécanique, non Turing-complète
- ❖ Colossus (Bletchley Park, Flowers), 1943-44
 - Électronique (tubes), binaire. Spécialisée dans le décryptage (cassage du code Lorenz). Non Turing-complète

L'ENIAC

- ❖ Le premier ordinateur entièrement électronique, Univ. de Pennsylvanie (Eckert-Mauchly, 1946)

Arithmétique décimale, programmation par câblage
19 000 tubes, 30 tonnes, 150 kw. Turing-complète



J. Presper Eckert



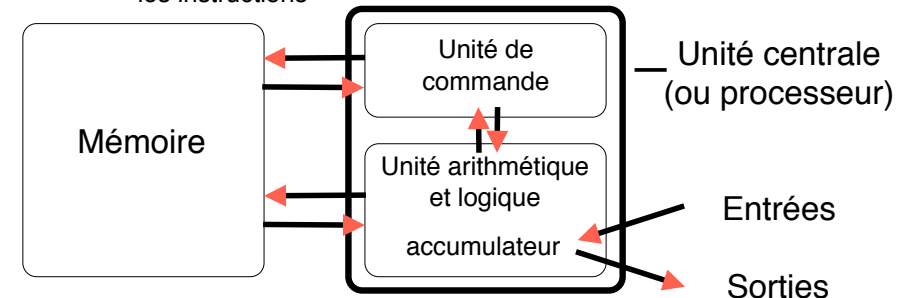
John W. Mauchly

Le modèle «de von Neumann»

- ❖ von Neumann (avec Eckert et Mauchly, 1945)

- ❖ Traits essentiels

Séparation mémoire-unité centrale
Séparation calcul-séquencement
La mémoire contient les données et les instructions



La machine à programme enregistré : principe

- ❖ La machine possède un jeu d'instructions
 - pour faire des calculs (dans l'accumulateur)
 - pour transférer des données entre mémoire et accumulateur
 - pour organiser le déroulement du programme au moyen de branchements (conditionnels)
 - pour communiquer avec l'extérieur (entrées-sorties)
- ❖ Les instructions sont dans la mémoire sous forme codée, selon conventions
- ❖ Écrire un programme ...
 - ... c'est préparer la séquence d'instructions qui va faire le travail demandé
 - travail fastidieux car de très bas niveau (loin du problème posé)
 - peu d'outils au début (sous-programme, réutilisable)

La machine à programme enregistré : développement

- ❖ Les efforts initiaux

Les «Moore School lectures» (1946), diffusion des idées
À la suite d'ENIAC : EDVAC (1949-1951)
La machine de Princeton IAS (von Neumann, Bigelow)

- ❖ Les premières réalisations

Mark-1, Université de Manchester (Williams, Kilburn, 1949)
EDSAC, Université de Cambridge (Wilkes, 1949)

- ❖ Les ordinateurs commerciaux

Ferranti Mark-1 (issu de Manchester Mark-1), février 1951
Remington-Rand UNIVAC (Eckert-Mauchly), mai 1951

La série IBM

IBM 701, 1952

IBM 650, 1953, mémoire à tambour magnétique

IBM 704, 1955, virgule flottante, première mémoire à tores de ferrite

En France 1952 : Bull Gamma 3 (tableau de connexion)
1954 : SEA CUBA ; 1955 : Bull Gamma ET

Où en est-on au début des années 50 ?

❖ Les avancées

Turing (et les autres) : définition et limites de l'algorithme, la machine universelle
von Neumann (et les autres): le modèle de base, toujours valable
les premiers ordinateurs commerciaux

❖ Les limites

une «technologie» déficiente : les tubes (peu fiables) ; les mémoires à lignes à retard (complexes, réglage délicat)
une programmation à très bas niveau, sans outils conceptuels, fastidieuse et sujette aux erreurs
un champ restreint d'applications
l'informatique est encore (pour longtemps) une affaire de professionnels

Pour aller plus loin

❖ Un site de diffusion de la culture informatique

Interstices (INRIA, CNRS, universités) : <http://interstices.info/>

❖ Un cours en ligne : Gérard Berry, Collège de France

<http://www.college-de-france.fr/site/gerard-berry/course-2007-2008.htm>

❖ Une biographie

Andrew Hodges. *Alan Turing, ou l'énigme de l'intelligence*, Payot, 1988

❖ Un livre d'histoire

Pierre-Éric Mounier-Kuhn. *L'informatique en France de la seconde guerre mondiale au Plan Calcul*, Presses de l'université Paris-Sorbonne, 2010

❖ L'association Aconit (<http://www.aconit.org>)

Les transparents de ce cycle sont accessibles sur le site :
<http://sardes.inrialpes.fr/~krakowia/fr-index.html>