

Informatique pour tous

Architecture des ordinateurs - I

Yannick Le Bras - MPSI

Septembre 2013

Section 1

Modalités du cours

Organisation

- semaine A : 2h de TP
- semaine B : 2h de cours

Évaluation

- informelle pendant les TPs
- $2 \times 1h$ pendant des DS de Maths
- $2 \times 3h$ pendant l'année
- $1 \times 3h$ en concours blanc
- 2 TPs sur code
- les TPs sur compte-rendu.

Programme

Le programme de cours comporte 4 parties :

- histoire et architecture des ordinateurs, représentation des données
- algorithmique
- calcul numérique
- bases de données

Programme des TPs

- langage utilisé : Python 3.3
- environnement de programmation : Pyzo
- pour le calcul numérique : Python & Scilab
- pour les bases de données : MySQL

Ojectifs :

- savoir créer, comprendre, réutiliser des programmes Python
- savoir modéliser et étudier des problèmes scientifiques grâce à l'outils informatique
- comprendre le fonctionnement d'une base de données et l'utiliser

Programme des concours

- pour le moment, on n'en sait rien...
- problème de l'évaluation des 5/2 ?

Section 2

Histoire de l'informatique

Qu'est ce qu'un ordinateur ?

Machines à calculer :

- une seule tâche : effectuer des calculs.
- pas de programmation possible.

exemples : Machines à calculer de Wilhelm Schickard (1623), Blaise Pascal (1645), Gottfried Wilhelm Leibniz (1673).

Qu'est ce qu'un ordinateur ?

Machines programmables, automatophones :

- une unique fonction
- on peut *programmer* la machine
- le programme est externe

exemples : orgue de Barbarie (XVI^e), boîte à musique (XVIII^e), piano mécanique (XIX^e), métier à tisser de Jacquard (1801).

Qu'est ce qu'un ordinateur ?

Les prémices de l'ordinateur moderne sont présentes dans la machine de Babbage.

- inventée en 1847 pour le second modèle ;
- construite en ...2001 !! ;
- énormément de problèmes techniques ;
- première notion de *mémoire*.

Qu'est ce qu'un ordinateur ?

Pourquoi ces machines ne sont pas des *ordinateurs* ?

- programme extérieur ou pas programmables ;
- électromécaniques (à base de rouages) ;
- pas de pouvoir de décision (branchement conditionnel).

Définition : Ordinateur

Machine automatique de traitement de l'information, obéissant à des programmes formés par des suites d'opérations arithmétiques et logiques

Qu'est ce qu'un ordinateur ?

Quelles sont les motivations pour automatiser le traitement de l'information ?

- recensement de population (62 millions d'américains en 1890) ;
- la guerre (décodage des messages codés, calculs compliqués de balistique).

Tout se joue pendant la seconde guerre mondiale.

Section 3

La cathédrale de Turing

Machine de Turing

L'informatique moderne repose sur les travaux d'Alan Turing.
Machine de Turing (1936) :

- un ruban (supposé infini) ;
- un alphabet ;
- une tête de lecture/écriture ;
- un ensemble d'états ;
- une table d'actions.

Machine de Turing



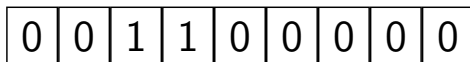
FIGURE : <http://www.youtube.com/watch?v=E3keLeMwfHY>

Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_1
↓

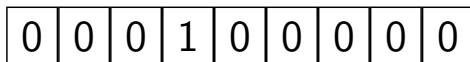


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_2
↓

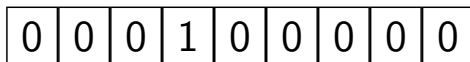


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_2
↓

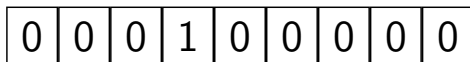


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_3
↓

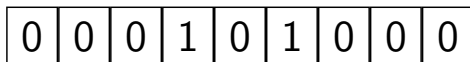


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_4
↓

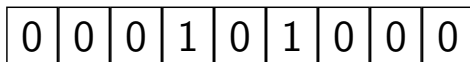


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_5
↓

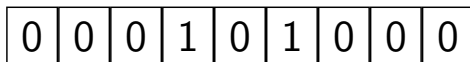


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_5
↓

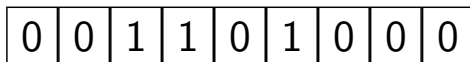


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_1
↓

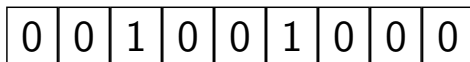


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_2
↓

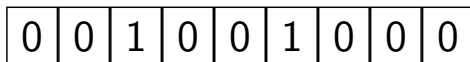


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_3
↓

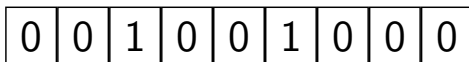


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_3
↓

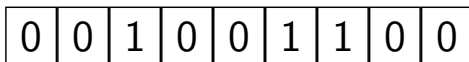


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_4

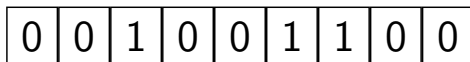


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_4
↓

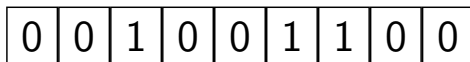


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_5
↓

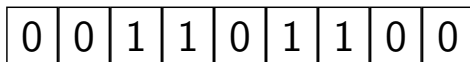


Machine de Turing

Exemple de machine :

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5
0	<i>STOP</i>	$(0, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(0, \leftarrow, e_5)$	$(1, \rightarrow, e_1)$
1	$(0, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_2)$	$(1, \rightarrow, e_3)$	$(1, \leftarrow, e_4)$	$(1, \leftarrow, e_5)$

e_1
↓



Machine de Turing

La machine de Turing :

- est un outil théorique ;
- sépare le stockage du programme et la mémoire (ruban) ;
- possède une mémoire *infinie*.

Mais Turing invente un *machine de Turing universelle*, capable de simuler n'importe quelle machine de Turing.

- le programme et l'entrée sont stockés sur le ruban.

C'est le fondement des ordinateurs modernes.

Réalisations

En 1944, construction de l'ENIAC (Electronic Numerical Integrator Analyser and Computer), premier ordinateur électronique *Turing complet*.

- un des premiers ordinateurs électronique ;
- programmable, mais il faut changer la configuration à chaque fois ;
- possibilité de *branchements conditionnels* ;
- possibilité de faire des boucles ;
- les programmes ne sont pas sauvegardés en interne.

Réalisations

En 1946, construction de l'EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), premier ordinateur respectant l'architecture moderne, *l'architecture de Von Neumann*.

- ordinateur simulant une machine de Turing universelle ;
- entièrement électronique ;
- 6000 tubes, 12000 diodes, 45.5 m^2 , 8000kg ;
- mémoire de 5.5Kb ;
- il faut 30 personnes pour le faire fonctionner.

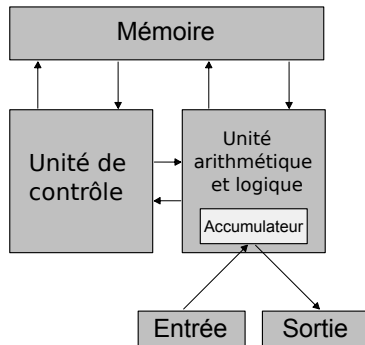


FIGURE : Architecture de von Neumann (source :Wikipedia, GFDL)

→ Toujours d'actualité.

Architecture de Von Neumann

Principales idées de l'architecture de Von Neumann :

- l'unité arithmétique exécute les calculs ;
- l'unité de contrôle donne les ordres ;
- les données ET les programmes sont stockés dans la mémoire.

Un programme :

- est exécuté de façon séquentielle ;
- est interprété par l'unité de contrôle, qui transmet les ordres aux différents modules.

<http://www.youtube.com/watch?v=5BpgAHBZgec>

4 générations d'ordinateurs [Blanchet2013]

1ère génération

- années : 1938-1953 ;
- exemple : ENIAC, EDVAC ;
- machines à tube, instables, volumineuses et en exemplaire unique ;
- utilisation militaires (décodage, calculs balistiques).

4 générations d'ordinateurs [Blanchet2013]

2ème génération

- années : 1953-1963 ;
- exemple : IBM -701 ;
- apparition des transistors et des mémoires à tores de ferrite ;
- apparition des *systèmes d'exploitation* ;
- apparition des *langages de programmation* (Fortran, Cobol).

4 générations d'ordinateurs [Blanchet2013]

3ème génération

- années : 1964-1975 ;
- exemple : IBM-360 ;
- utilisation de circuits intégrés ;
- apparition des notions de multitâche et de mémoire virtuelle ;
- apparition de la notion de compatibilité, logicielle et matérielle.

4 générations d'ordinateurs [Blanchet2013]

4ème génération

- années : génération actuelle (1975-...);
- exemple : ordinateurs personnels;
- amélioration des procédés industriels, miniaturisation;
- développement grand-public;
- arrivée des monstres de l'informatique : Apple 1 en 74, première version de MS/DOS en 81...
- apparition de la notion de *convivialité*.

Principales différences

L'architecture actuelle diffère par :

- des processeurs multiples ;
- des processeurs spécialisés.

Les échanges (via les *bus*) entre composants sont source de ralentissement.

Section 5

Loi de Moore

Évolution des circuits

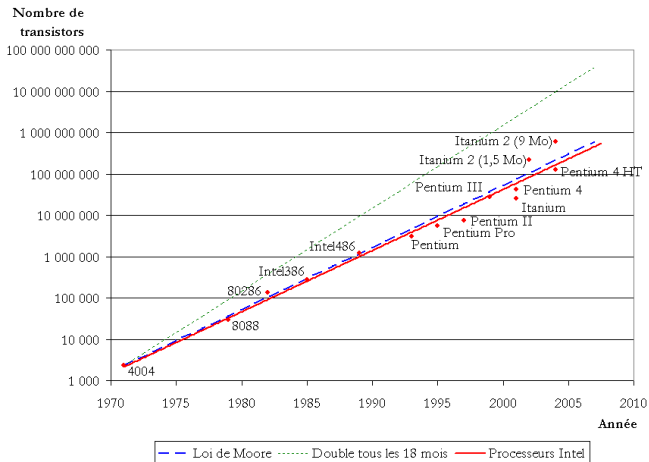
La principale évolution technologique est l'arrivée des circuits intégrés. Leur croissance vérifie la :

Loi de Moore (1965)

Dans les microprocesseurs, le nombre de transistors sur une puce de circuit intégré double tous les dix-huit mois

→ Loi empirique, vérifiée depuis 1971.

Loi de Moore



Loi de Moore

Loi de Moore (1965)

Dans les microprocesseurs, le nombre de transistors sur une puce de circuit intégré double tous les dix-huit mois

- croissance exponentielle ;
- loi vérifiée dans beaucoup de domaines technologiques ;
- fin prévue pour 2020.

Bob Colwell : « [...] il n'y a rien d'exponentiel qui ne se termine ».

Section 6

Chronologie de l'informatique moderne

Jusqu'à 1960

1948 transistor

1951 premier programme d'échec (Turing)

1953 IBM701, IBM650

1954 suicide de Turing; Fortran

1955 premiers ordinateurs français (SEA)

1956 premier disque dur (RAMAC 305)

1958 circuit intégré; Lisp, Algol

1959 COBOL

1960 – 1970

- 1960 Bull Gamma 60, multitâche, multiprocesseurs
- 1962 département de Computer Science à Stanford ; terme *Informatique* (Dreyfus, France)
- 1963 souris (Engelbart)
- 1964 IBM 360 ; BASIC
- 1965 loi de Moore
- 1967 fondation de l'INRIA
- 1969 Arpanet (ancêtre d'internet) ; création de Unix

1970 – 1980

1970 Pascal

1971 Intel 4004 - premier microprocesseur

1972 langage C

1975 fondation de Microsoft par Bill Gates et Paul Allen

1976 Cray 1, premier supercalculateur ; fondation d'Apple, sortie de l'Apple 1

1977 le programme Chess remporte un tournois d'échecs ;
Apple II

1980 – 1990

- 1980 loi française Informatique et Libertés ; ZX80 ; Compact Disk
- 1981 MS-DOS
- 1982 TCP/IP, terme *Internet* ; smiley :-) (Scott Fahlmann)
- 1983 C++ ; Turbo Pascal
- 1984 Macintosh, MacOS (ici)
- 1985 Attari 55 ; CD-ROM ; Windows 1.0 (ici et là)
- 1987 10000 ordinateurs connectés à Internet ; Windows 2.0 ; OS/2 (IBM)
- 1989 100000 sur Internet ; invention du World Wide Web.

mémoire RAM

16ko

Disque dur

5Mo

193\$/Mo

1990 – 2000

1990 Internet grand public

1991 Linux

1992 1 millions sur Internet ; Windows 3.1

1993 Intel Pentium

1995 DVD ; Windows 95 ; langage JAVA

1996 10 millions sur Internet ; Internet Explorer ; Linux 2.0 et TUX

1997 MacOS 8 ; DeepBlue bat Kasparov

1998 Windows 98

1999 MacOS 9

mémoire RAM

1Mo

Disque dur

40Mo

9\$/Mo

2000 – 2010

2000 Windows Me ; premier baladeur MP3 à DD (Archos)

2001 Windows XP ; MacOS X

2004 Firefox ; premier appareil à encre électronique

2007 Windows VISTA ; MacOS 10.5 (Leopard)

2008 premier téléphone Android

2009 Windows 7 ; première tablette Android

2010 iPad ; Cloud Computing

mémoire RAM

128Mo

Disque dur

20Go

19\$/Go

2010 – ...

- toujours plus de versions des OS
- démocratisation du parallélisme
- encre électronique couleur ...

mémoire RAM

4Go

Disque dur

1To

8cents/Go

Infographie

Section 7

La séance prochaine

La séance prochaine

- structure physique des ordinateurs ;
- systèmes d'exploitation ;
- langages de programmation ;
- découverte de Python.

merci.