

Architecture des ordinateurs

Xavier Merrheim

- Xavier.merrheim@univ-lyon1.fr
- Comment fonctionne un ordinateur ?
- 8 cours en amphi
- 3 TD
- 2 DS de promo

Plan du cours

- Historique
- Codage des données
- Codes correcteurs d'erreurs
- Circuits
- Bus

Chapitre 1 :

Histoire de l'informatique

Une histoire hallucinante

Première époque 1946-1955 : les débuts

Chapitre 1 : Historique

- 1946 : le premier ordinateur ENIAC
 - Université de Pensylvanie - Philadelphie
 - 30 tonnes
 - 160 m²
 - 19 000 tubes
 - 150 KiloWatts
 - Vitesse de calcul : 357 multiplications par seconde
 - La programmation était difficile

Chapitre 1 : Historique

- 1946 : le premier ordinateur ENIAC
 - Université de Pensylvanie - Philadelphie
 - 30 tonnes
 - 160 m²
 - 19 000 tubes
 - 150 KiloWatts
 - Vitesse de calcul : 357 multiplications par seconde
 - La programmation était difficile

Le transistor

- Décembre 1947 : Invention du transistor par William Bradford Shockley, Walter H. Brattain et John Bardeen dans les laboratoires de Bell Telephone.
- Aujourd'hui les processeurs et les ram sont constitués de plusieurs milliards de transistors sur moins de 1 cm² !

Premier "vrai" ordinateur

- Juin 1948 : NewMan, Williams et leur équipe de l'université de Manchester terminent une machine prototype appelée Manchester Mark I avec un nouveau type de mémoire composée de tubes cathodiques. Le Mark I disposait ainsi d'une mémoire de 1024 bits tenant en un seul tube.
- La machine était programmée (en binaire) avec le programme stocké en mémoire et les résultats étaient lus sur un autre tube en binaire. Il s'agit donc du premier vrai ordinateur.

Et un autre ...

- Mai 1949 : Maurice V. Wilkes et son équipe de l'université de Cambridge mettent au point l'EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Computer)
- Mémoire d'une taille de 512 mots de 17 bits,
- La vitesse d'horloge de la machine était de 0.5 Mhz
- les entrées sorties s'effectuaient par bande de papier.

Bi-processeur

- Aout 1949 : P. Eckert et J. Mauchly, ayant formé leur propre compagnie, mettent au point le premier ordinateur bi-processeur : le BINAC pour l'US Navy.
- Les deux processeurs effectuaient les mêmes opérations en parallèle pour augmenter la fiabilité des calculs.

Temps réel

- 1949 - 1951 : Premier ordinateur temps réel : le Whirlwind crée au MIT par Jay Forrester, Ken Olsen et leur équipe.
- Cette machine fût aussi le prototype des ordinateurs utilisés pour le réseau informatique de défense Américain SAGE (Semi Automated Ground Environment).

L'assembleur

- 1950 : Invention de l'assembleur par Maurice V. Wilkes de l'université de Cambridge. Avant, la programmation s'effectuait directement en binaire.
- Il s'agit d'un langage rudimentaire résident au sein du processeur.

Compilateur

- 1951 : Invention du premier compilateur A0 par Grace Murray Hopper qui permet de générer un programme binaire à partir d'un code source.
- Un compilateur permet d'obtenir un programme en assembleur puis en binaire à partir d'un programme dans un langage de "haut" niveau.

Toujours plus puissants

- 1952 : IBM produit son premier ordinateur, l'IBM 701 pour la défense Américaine. 19 exemplaires seront produits.
- Mémoire à tubes cathodiques de 2048 ou 4096 mots de 36 bits
- 16000 additions ou 2200 multiplications par seconde.
- La première machine sera installée à Los Alamos (voir photo) pour le projet de bombe thermo-nucléaire US.

IBM

- Juillet 1953 : IBM lance son premier ordinateur commercial en série : l'IBM 650, conçu pour être compatible avec les machines de comptabilité mécanique à cartes perforées de la marque.
- Lent et peu fiable
- 1000 exemplaires seront vendus

Un look d'enfer

-



Premier réseau commercial

- 1955 : Premier réseau informatique à but commercial : SABRE (Semi Automated Business Related Environment) réalisé par IBM.
- Il relie 1200 téléscripteurs à travers les Etats-Unis pour la réservation des vols de la compagnie American Airlines.

Premier "super-calculateur"

- 1955 : IBM lance l'IBM 704 disposant d'un coprocesseur mathématique.
- Puissance : 5 kFLOPS (milliers d'opérations en virgule flottante par seconde).
- Elle utilisait une mémoire à tores de ferrite de 32768 mots de 36 bits
- Grâce aux tores de ferrite, cette machine était très fiable (pour l'époque) et ne tombait en panne qu'une fois par semaine :-)
- C'est sur cette machine que sera développé le langage FORTRAN.

Deuxième époque 55- 70 : la micro-informatique

Amélioration des technologies

- 1956 : Création du premier ordinateur à transistors par la Bell : le TRADIC qui amorce la seconde génération d'ordinateurs.
- 1956 : IBM commercialise le premier disque dur, le RAMAC 305 (Random Access Method of Accounting and Control).
- Il est constitué de 50 disques de 61 cm de diamètre et peut stocker 5 Mo.

Premier "micro" ordinateur

- 1957 : Création du TX0 au laboratoire de Lincoln par une partie de l'équipe qui a créé le WhirlWind.
- Processeur 18 bits - 3500 transistors
- 83000 instructions par seconde
- Mémoire : 65536 mots
- Entrées : clavier - stylo optique
- Sorties : écran graphique - imprimante
- Consommation : 1000 Watts

Amélioration des langages de programmation

- 1957 : Création du premier langage de programmation universel, le FORTRAN (FORmula TRANslator) par John Backus d'IBM.
- 1958 : Suite à une conférence entre Américains et Européens est lancée l'idée d'un langage standard universel : ALGOL 58 (ALGOOrithmic Language).
- 1958 : John Mc Carthy, mathématicien au MIT qui y a fondé en 1957 le département d'Intelligence Artificielle, crée le langage de programmation LISP

Premier jeu vidéo

- 1958 : Willy Higinbotham, physicien au Brookhaven National Laboratory crée le premier vrai jeu vidéo de l'histoire basé sur une machine dédiée construite à base de lampes. Il s'agissait d'un jeu très similaire au jeu Pong qu'Atari sortira en 1972.

Toujours plus puissants et complexes

- 1959 : L'ordinateur ATLAS I introduit deux nouvelles technologies fondamentales pour les ordinateurs modernes :
 - la mémoire virtuelle
 - la multiprogrammation (on dirait aujourd'hui multi-tache).
- L'exécution des instructions s'effectuait en "pipeline" et la machine disposait d'une unité de calcul sur les entiers et une unité de calcul en virgule flottante. Elle développait une puissance de 200 kFLOPS.

De nouveaux langages

- 1962 : Le mathématicien canadien Kenneth Iverson crée le langage de programmation APL (A Programming Language).

Des mots nouveaux

- 1962 : En France, Philippe Dreyfus invente le mot informatique pour désigner la science du traitement de l'information et des ordinateurs.

De nouveaux périphériques

- 1963 : Aux Etats-Unis, Teletype développe le prototype de la première imprimante à jet d'encre : la Teletype Inktronic. La version commerciale de cette imprimante disposait de 40 buses fixes permettant d'imprimer des caractères ASCII sur 80 colonnes reçus par une liaison 1200 bauds.

De nouveaux concepts

- Mars 1964 : Lancement de la série des ordinateurs IBM 360. Jusque là, chaque nouvel ordinateur qui sortait était complètement incompatible avec les précédents. IBM avec la série 360 (compatibles à 360 degrés), inaugure le concept d'une lignée d'ordinateurs compatibles entre eux. Cette série eut un grand succès commercial.
- Septembre 1964 : création du système d'exploitation DTSS (Dartmouth Time Sharing System) permettant à 32 personnes de se connecter simultanément sur un même ordinateur

Loi de Moore

- 1965 : Gordon Moore écrit que la complexité des circuits intégrés doublera tous les ans.
- Cette affirmation qui s'est par la suite révélée exacte est maintenant connue sous le nom "Loi de Moore".

Une console de jeu vidéo

- 1966 : Création de la première console de jeu vidéo pour la maison par Ralph Baer : la Magnavox Odyssey I. Il s'agissait d'une console se branchant sur le téléviseur et disposant de 13 jeux sur 6 cartouche enfichables. Une option était disponible avec un pistolet à pointer sur la télé et 4 jeux additionnels l'utilisant.

Toujours plus de périphériques

- 1967 : IBM construit le premier lecteur de disquettes.
- 1968 : Hewlet Packard présente sa première calculatrice de bureau programmable; Elle pèse 20 kg !

- 1969 : première version d'UNIX
- 1970 : Première puce mémoire créée par Intel

Troisième époque 71-80 : la mini-informatique

Les milliardaires

- 1972 : Bill Gates et Paul Allen fondent la compagnie Traf-O-Data (qui deviendra microsoft) qui vend un système basé sur un Intel 8008
- Mars-Avril 1976 : Steve Jobs (21 ans, travaillant chez Atari) et Steve Wozniak (26 ans, travaillant chez Hewlet Packard) fondent Apple dans un garage ! L'Apple 1 sera vendu au Byte Shop pour 666.66 \$ avec 256 octets de ROM, 8 K octets de RAM

Calculatrices de poche programmables

- Mai 1977 : Texas Instruments présente une nouvelle gamme de calculatrices de poche programmables qui auront un grand succès : les TI 57, TI 58 et TI 59 aux prix de 80 \$, 125 \$ et 300 \$.

Micro ordinateur

- Août 1977 : La division Radio Shack de Tandy présente son ordinateur TRS 80. Muni d'un processeur Z80, de 4 Ko de Rom, de 4 Ko de Ram, d'un clavier, d'un écran et d'un lecteur de cassettes, la machine est vendue 600 \$.
- 1977 : Atari présente sa console de jeux Video Computer System ou VCS. Par la suite, elle sera vendue sous le nom d'Atari 2600.

Intel et les processeurs

- Mai 1978 : Intel lance la production de son processeur 16 bits 8086 tournant à 4.77 MHz. Il est composé de 29000 transistors en technologie 3 microns et peut accéder 1 Mo de Ram.

Calculatrice mythique

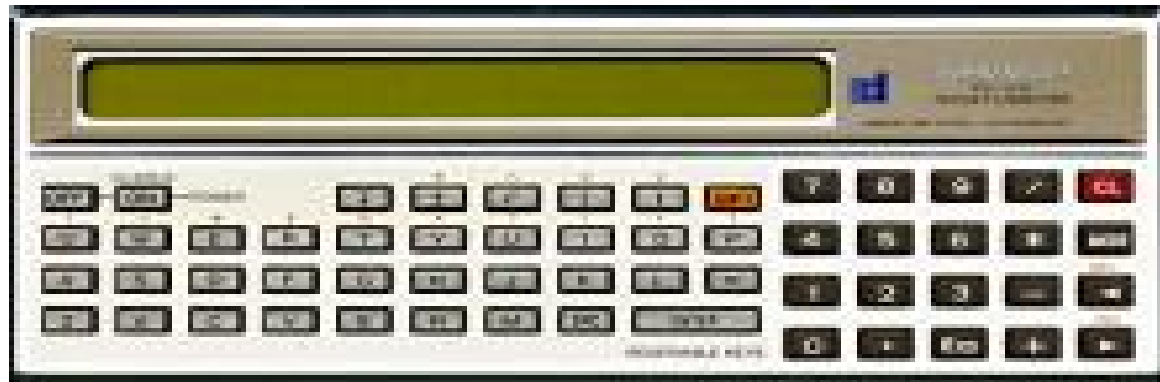
- 1979 : Hewlet Packard présente une calculatrice de poche programmable alphanumérique très puissante et extensible : la HP 41C.

Processeur mythique

- 1979 : Motorola lance son nouveau microprocesseur 16/32 bits comportant 68000 transistors, d'où son nom : le 68000

Mes années collège

- Octobre 1980 : Sharp commercialise le premier ordinateur de poche programmable en Basic : le Sharp PC 1211 muni de 1,9 Ko de Ram, d'un grand écran LCD de 24 caractères au prix de 1500 F. Une interface optionnelle permettait d'utiliser un magnétophone comme unité de sauvegarde.



Naissance d'un géant

- Novembre 1980 : un contrat est signé entre Microsoft et IBM pour que Microsoft porte son Basic et un OS pour le futur micro ordinateur de chez IBM. Microsoft recevra le premier prototype un mois plus tard.

Quatrième époque 80-90 : l'informatique familiale

Ordinateurs familiaux

- Janvier 1981 : Commodore présente le VIC 20 équipé d'un processeur 6502A, de 5 Ko de Ram extensibles à 32 Ko et d'un affiche couleur de 23 lignes de 22 caractères pour 300 \$ (2000 F). Il s'en vendra jusqu'à 9000 exemplaires par jour.
- Mars 1981 : Sinclair annonce le ZX 81, un micro ordinateur basé sur le processeur Z80A et muni de 4 Ko de Rom et de 1 Ko de Ram extensibles à 48 Ko.

Ça marchera jamais un "Personal Computer" !

- Août 1981 : IBM lance son 5150 Personal Computer équipé d'un processeur Intel 8088 à 4.77 MHz, de 64 Ko de Ram, de 40 Ko de Rom, d'un lecteur de disquettes 5"25 et du système d'exploitation PC-DOS 1.0 pour 3000 \$. Une version haut de gamme avec carte graphique couleur CGA (640x200 en 16 couleurs) coûtait 6000 \$.

Et Internet

- Août 1981 : Nombre de machines connectées sur Internet : 213

Nouveaux processeurs

- Février 1982 : Intel lance son nouveau processeur 16 bits tournant à 6 MHz : le 80286. Il comporte 134000 transistors, développe une puissance de 0.9 MIPS, est capable d'adresser 16 Mo de mémoire et est vendu 360 \$.
- Avril 1982 : Sinclair lance son ZX Spectrum pour succéder au ZX 81. La machine est munie d'un microprocesseur Z80A à 3.5 MHz, de 16 Ko de Rom, de 48 Ko de Ram et peut afficher en 256x192 pixels en 8 couleurs.

- Mai 1982 : Microsoft commercialise la version 1.1 de son MS/DOS pour IBM PC et aussi, c'est plus original, une version 1.25 pour compatibles PC !
- Mai 1982 : Nombre de machines connectées sur Internet : 235

Vers le Giga flop

- Août 1982 : Annonce du Cray X-MP, le premier super-ordinateur Cray multiprocesseur. Il pouvait comporter 2 ou 4 processeurs tournant à 105 MHz et développant une puissance de 235 Mflops chaque.

Machine mythique

- 24 Janvier 1984 : Steve Jobs présente l'Apple Macintosh au public.

- Octobre 1985 : Intel lance le processeur 32 bits 80386DX tournant à 16 MHz. Il comporte 275000 transistors et peut adresser 4 Go de mémoire.
- 1985 : Apparition du CD-ROM.
- 1989 : Tim Berners-Lee invente le World Wide Web (WWW) pour que les chercheurs puissent partager les informations au sein du CERN.

- Octobre 1985 : Intel lance le processeur 32 bits 80386DX tournant à 16 MHz. Il comporte 275000 transistors et peut adresser 4 Go de mémoire.
- 1985 : Apparition du CD-ROM.
- 1989 : Tim Berners-Lee invente le World Wide Web (WWW) pour que les chercheurs puissent partager les informations au sein du CERN.

Cinquième époque 1990-2000 : explosion d'Internet

Internet

- 1989 : 100 000 ordinateurs connectés à Internet
- 1992 : 1 000 000 d'ordinateurs connectés à Internet
- 1996 : 10 000 000 d'ordinateurs connectés à Internet
- 2000 : 377 millions
- (2005 : 1 milliards d'internautes)
- (2015 : 3 milliards d'internautes)

Ventes de PC dans le monde (en milliers)

- 1991 : 14 399
- 1992 : 18 300
- 1993 : 27 750
- 1994 : 37 200
- 1995 : 45 880
- 1996 : 74 612
- 1997 : 78 414
- 1998 : 96 928
- 1999 : 116 119
- 2000 : 134 160

Intelligence (?) artificielle

- 1997 : Deep Blue bat Gary Kasparov sur le score de 3,5-2,5. Deep Blue est un superordinateur spécialisé dans le jeu d'échecs, développé par IBM. C'est la première fois qu'un ordinateur bat un champion du monde d'échecs.

Sixième époque 2000-2010 :
explosion des géants du net

Les géants du net

- 1998 : La société Google, Inc. est fondée le 27 septembre 1998 dans la Silicon Valley, en Californie, par Larry Page et Sergey Brin, créateurs du moteur de recherche Google.
- 2001 : Wikipedia
- 2004 : Mark Zuckerberg fonde « The Facebook »

Vente de PC dans le monde (milliers)

- 2001 : 124 826
- 2002 : 128 902
- 2003 : 147 702
- 2004 : 173 193
- 2005 : 192 233
- 2006 : 233 556
- 2007 : 263 416
- 2008 : 290 700
- 2009 : 308 300
- 2010 : 350 900

- août 2005, Google rachète la startup Android qui développe un système d'exploitation pour smartphone
- En 2007, Apple, lance son premier téléphone, l'iPhone sensible aux doigts de l'utilisateur
- En 2009, Samsung se lance dans la bataille avec le Samsung Galaxy

Septième époque 2010- ? : les smartphones

- 2011 : Samsung Galaxy S II, qui grâce à son processeur double cœur
- 2012 : Samsung Galaxy S III - iPhone 5
- 2013 : galaxy S4 : quadruple coeur
- Avril 2014 : Samsung galaxy S5
- Avril 2015 : Samsung galaxy S6
- Mars 2016 : Samsung galaxy S7

Ventes de smartphones

- 2010 : 300 millions
- 2011 : 500 millions
- 2012 : 700 millions
- 2013 : 1 milliards
- 2014 : 1,3 milliards
- 2015 : 1,4 milliards
- 2016 : 1,5 milliards

Vente de PC dans le monde (en milliers)

- 2010 : 350 900
- 2011 : 365 300
- 2012 : 351 000
- 2013 : 316 460
- 2014 : 315 866
- 2015 : 288 710
- Mort du PC ? Mort de microsoft ?

Demain ?

- Objets connectés
- Robots : aspirateurs, voitures, humanoïdes,...
- Cloud : où sont mes données ?
- Vie privée – big data : à qui a-t-on vendu mon profil ?

Conclusion

- Un domaine fascinant qui bouleverse la planète
- Rien n'est éternel
- Remise en cause permanente
- Un tremplin pour l'innovation

Personnes les plus riches du monde

- 1 : Bill Gates 75 milliards microsoft
 - 5 : Jeff Bezos : 45 milliards Amazon
 - 6 : Mark Zuckerberg 44 milliards facebook
 - 7 : Larry Ellison 43 milliards Oracle
 - 12 : Larry Page 35 milliards Google
 - 13 : Sergey Brin 34 milliards Google
- Elles sont nées "pauvres" : seule l'informatique permet une telle ascension ... pour quelques-uns.