

Système d'exploitation

Thomas Vantroys

thomas.vantroys@polytech-lille.fr

Polytech'Lille
Université de Lille

IMA4
2020 - 2021



Université
de Lille



POLYTECH[®]
LILLE

Plan du cours

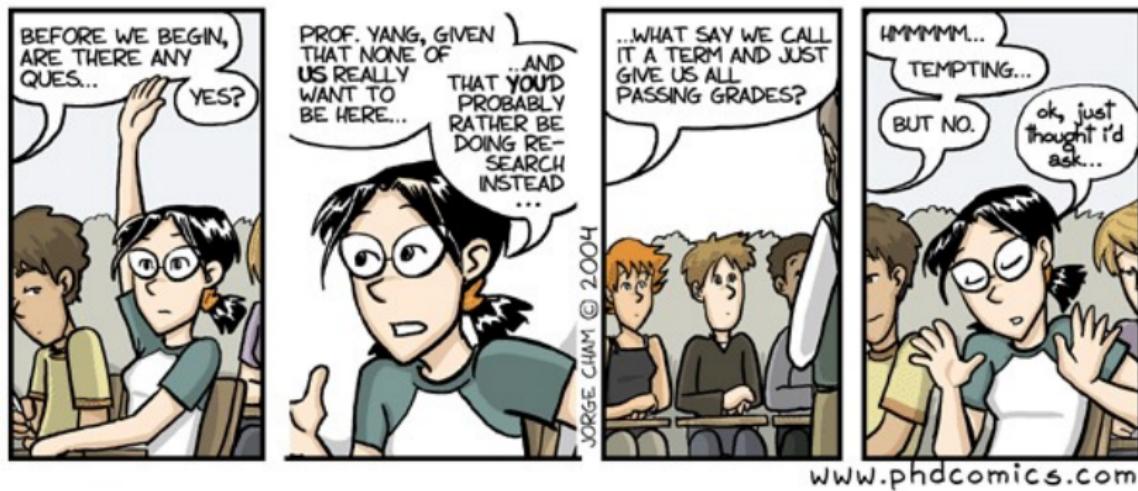
- rappel historique
- architecture des OS
- shell UNIX
- gestion des processus
- système de fichier
- gestion des entrées/sorties

Organisation

- 8 heures de cours (Th. Vantroys)
- 4 heures de cours/TD
- 16 heures de TP
 - Manipulation des filtres shells (2 séances)
 - Programmation système (2 séances)
 - Programmation d'un ordonnanceur (4 séances)
- 8 heures de Tutorat
 - Développement d'un pilote pour un périphérique USB

Évaluation

- Examen sur table (2h)
- Tutorat



Objectifs :

- Connaître les commandes de base d'un OS (shell)
- Comprendre la structuration et le fonctionnement d'un OS
 - Gestion des processus
 - Gestion des Entrées/Sorties
 - Gestion des fichiers
 - Gestion des périphériques

prérequis :

- cours sur les microprocesseurs
- cours sur les structures de données
- programmation en C

Bibliographie

-  Daniel P. Bovet and Marco Cesati.
Le noyau Linux.
O'Reilly, 2001.
ISBN : 2-84177-141-5.
-  Rémy Card, Eric Dumas, and Franck Mével.
Programmation Linux 2.0 : API Système et fonctionnement du noyau.
Eyrolles, mars 1997.
ISBN : 2-212-08932-5.
-  Jonathan Corbet, Alessandro Rubini, and Greg Kroah-Hartman.
Linux Device Drivers.
O'Reilly, third edition, 2005.
-  Joëlle Delacroix.
Linux : programmation système et réseau.
Dunod, deuxième édition, 2009.

ISBN : 978-2-10-052539-3.



Avi Silberschatz, Peter Galvin, and Greg Gagne.

Principes appliqués des systèmes d'exploitation avec Java.

Vuibert, première édition, février 2001.



Andrew Tanenbaum.

Systèmes d'exploitation : Systèmes centralisés, systèmes distribués.

Informatique Intelligence Artificielle. InterEdition, Paris, 1994.



Andrew S. Tanenbaum and Albert S. Woodhull.

Operating Systems : Design and Implementation.

Pearson International Edition, third edition, 2009.

ISBN : 978-0-13-505376-8.

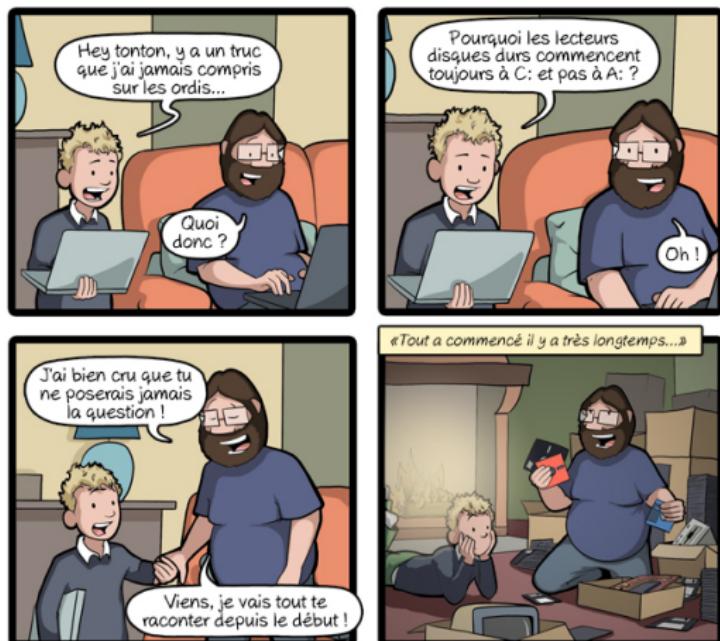
Pourquoi étudier les systèmes d'exploitation ?

- ① Ils sont partout (y compris dans votre poche)
- ② Les principes généraux se retrouvent directement ou indirectement dans de nombreux logiciels
- ③ Parce que c'est FUN !

Un peu d'humour . . .

- "Je pense qu'il y a un marché mondial pour environ 5 ordinateurs." Thomas WATSON, président d'IBM, 1943
- "Les ordinateurs du futur ne pèsent pas moins d'une tonne et demi" Popular Mechanics, 1949
- "Les gens n'ont pas besoin d'un ordinateur chez eux" Ken OLSON, PDG et fondateur de DEC, 1977
- "640Ko de mémoire est suffisant pour tout le monde", Bill GATES, PDG et fondateur de Microsoft, 1981
- "J'ai toujours rêvé d'un ordinateur qui soit aussi facile à utiliser qu'un téléphone. Mon rêve s'est réalisé. Je ne sais plus comment utiliser mon téléphone." Bjarne Stroustrup (auteur du langage C++)

Un peu d'histoire

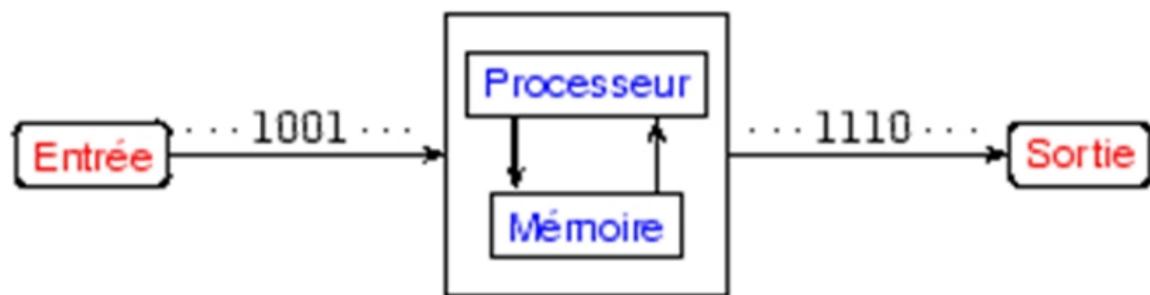


http:

//www.commitstrip.com/fr/2017/05/02/telling-our-story/

Rappel

- Un ordinateur est une machine (électronique) qui permet l'exécution de programmes



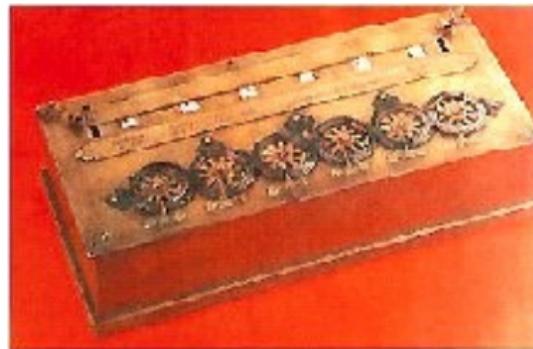
Un peu d'histoire

Outils de calcul :

- le boulier



- Blaise Pascal inventa la Pascaline (1642) considérée comme la première machine à calculer de l'histoire

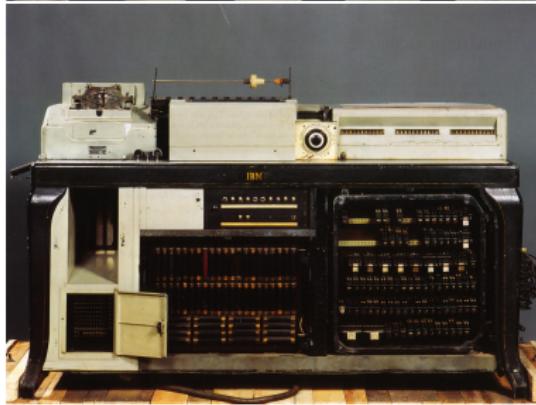


Un peu d'histoire

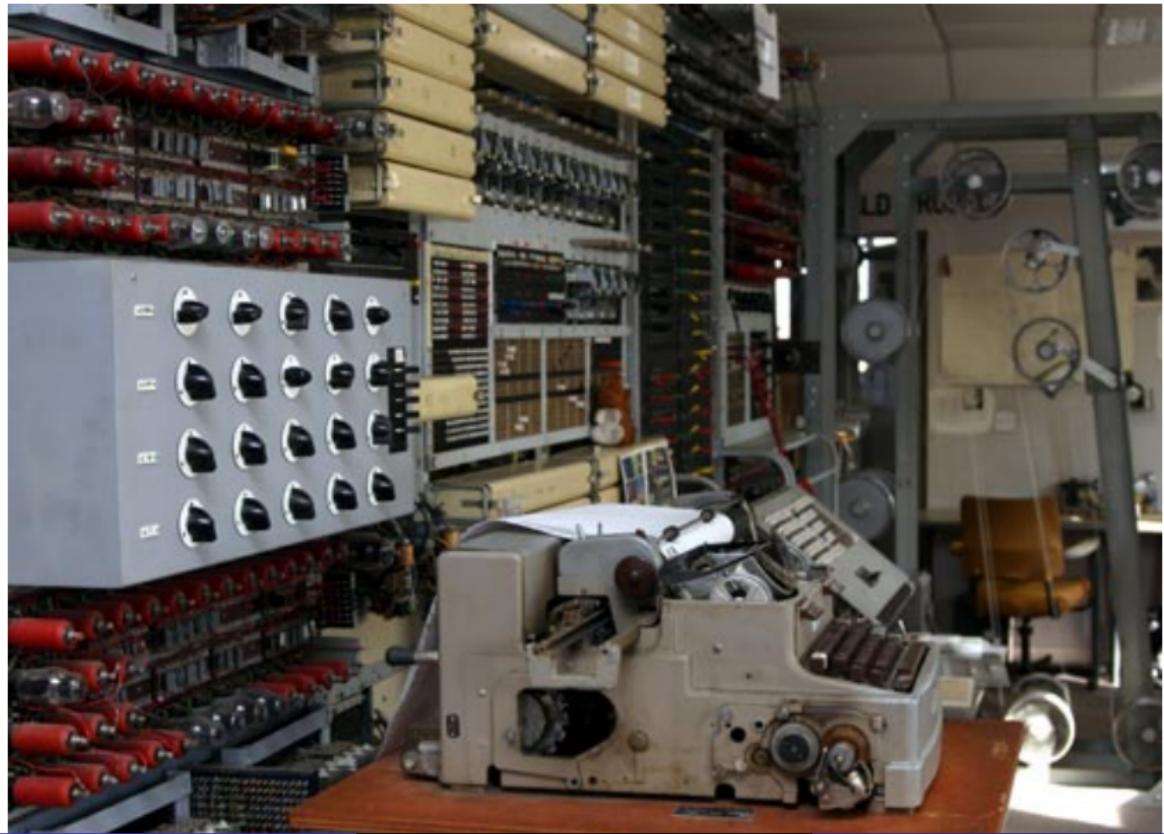
Calculatrice mécanique et électromécanique ($\sim 1820 - \sim 1945$) :

- l'arithmomètre en 1820 (médaille d'Or à l'exposition de Paris en 1855)
- machine de Babbage en 1833
- tabulatrice à cartes perforées de Hollerith (1884)
- recensement américain sur cartes perforées
- firme de Hollerith renommée International Business Machine (IBM - 1924)
- en 1935, sortie de l'IBM 601, machine à relais et cartes perforées

Hollerith/IBM



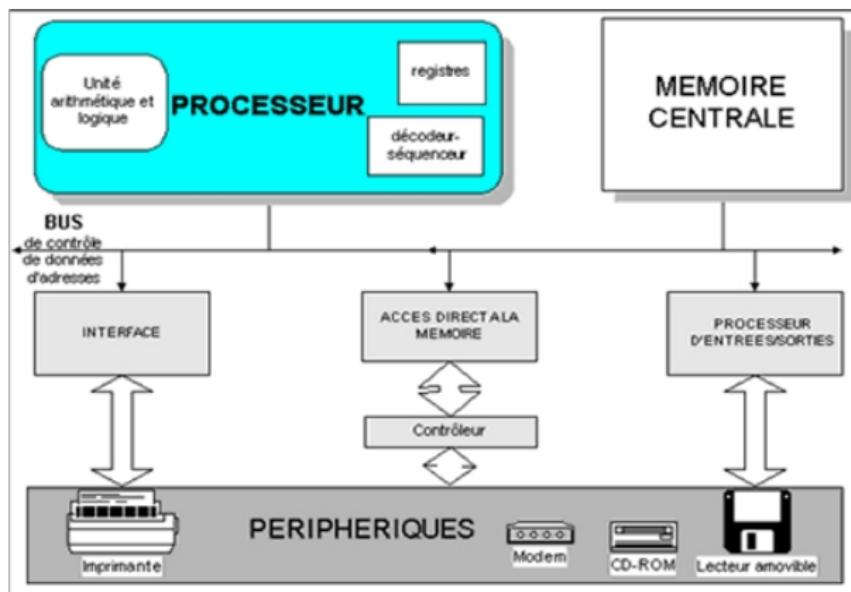
Colossus (1943)



En 1944, John Von Neumann définit l'architecture des ordinateurs modernes. Elle se compose de quatre parties :

- ① l'unité arithmétique et logique (UAL)
- ② l'unité de contrôle
- ③ la mémoire
- ④ les dispositifs d'entrée/sortie

Architecture von Neumann



Citation de von Neumann

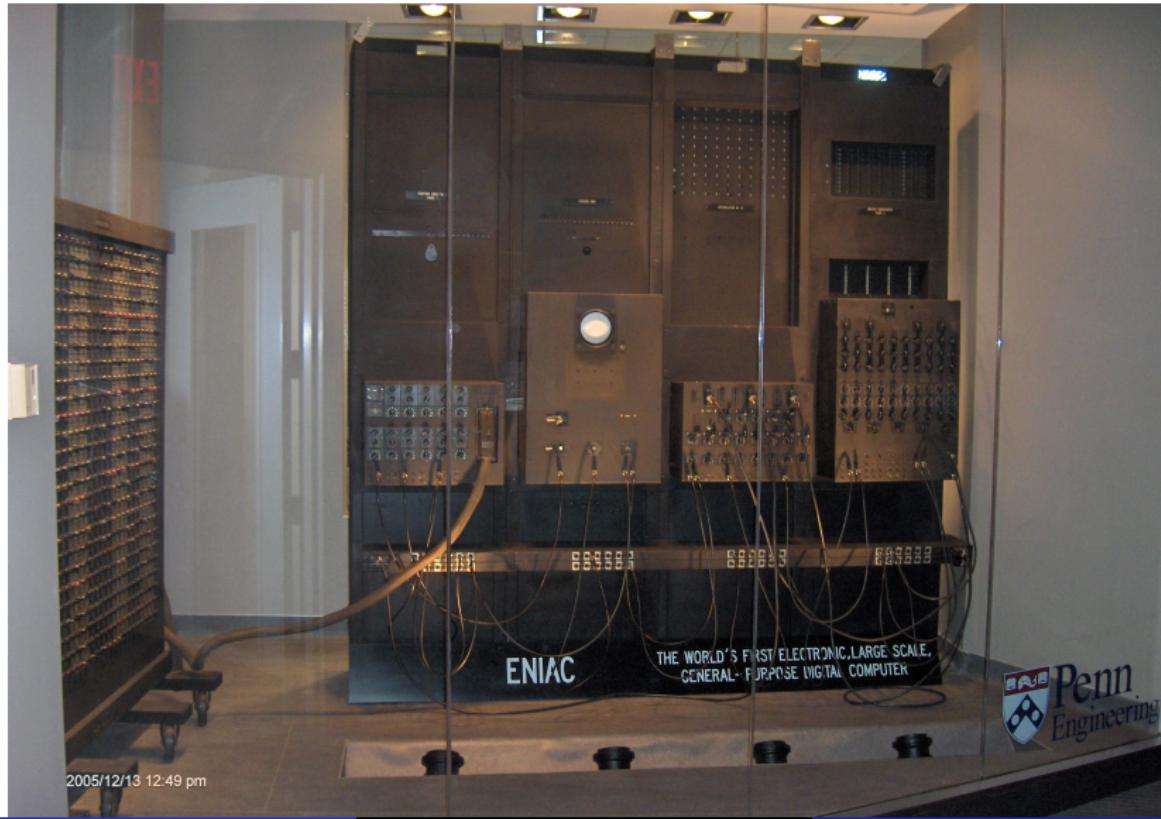
"Uses which are likely to be most important are by definition those which we do not recognize at present because they are farthest removed from our present sphere."

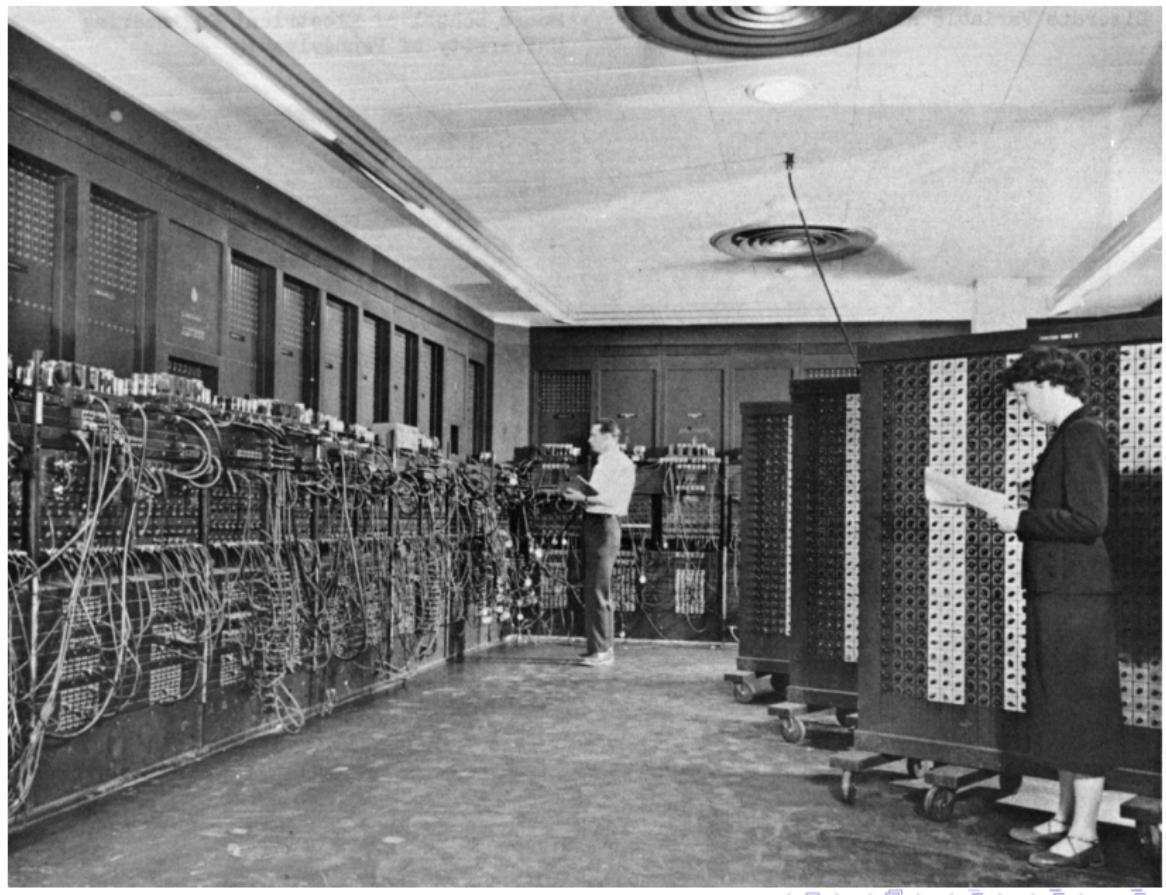
—John von Neumann, 1945

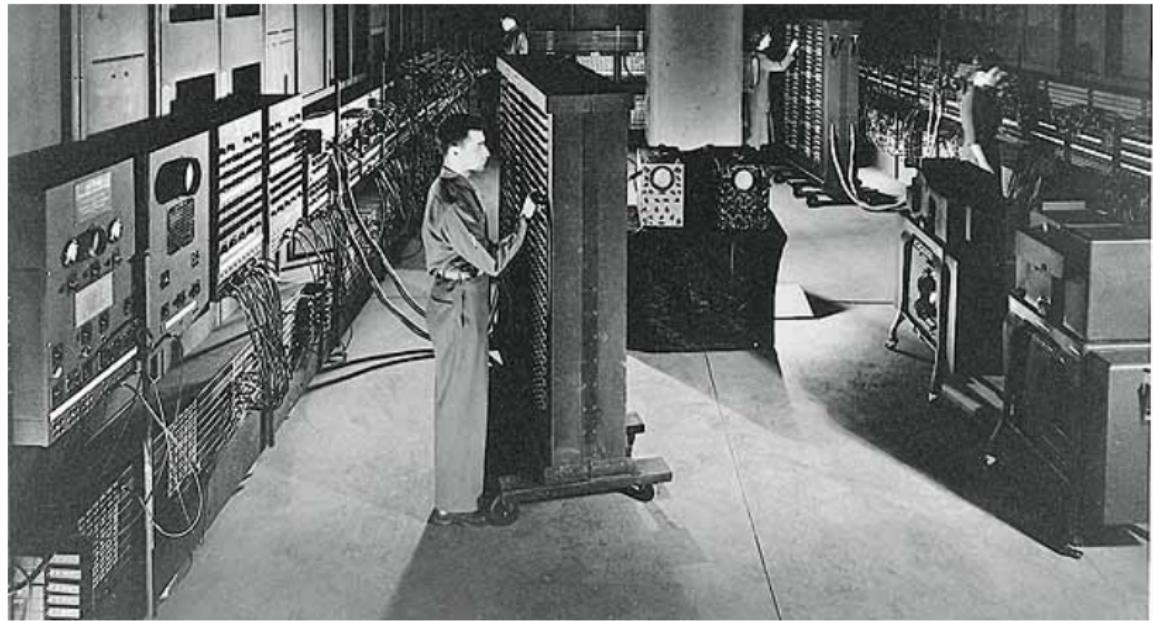
1^{ere} génération (~ 1945 - ~ 1955)

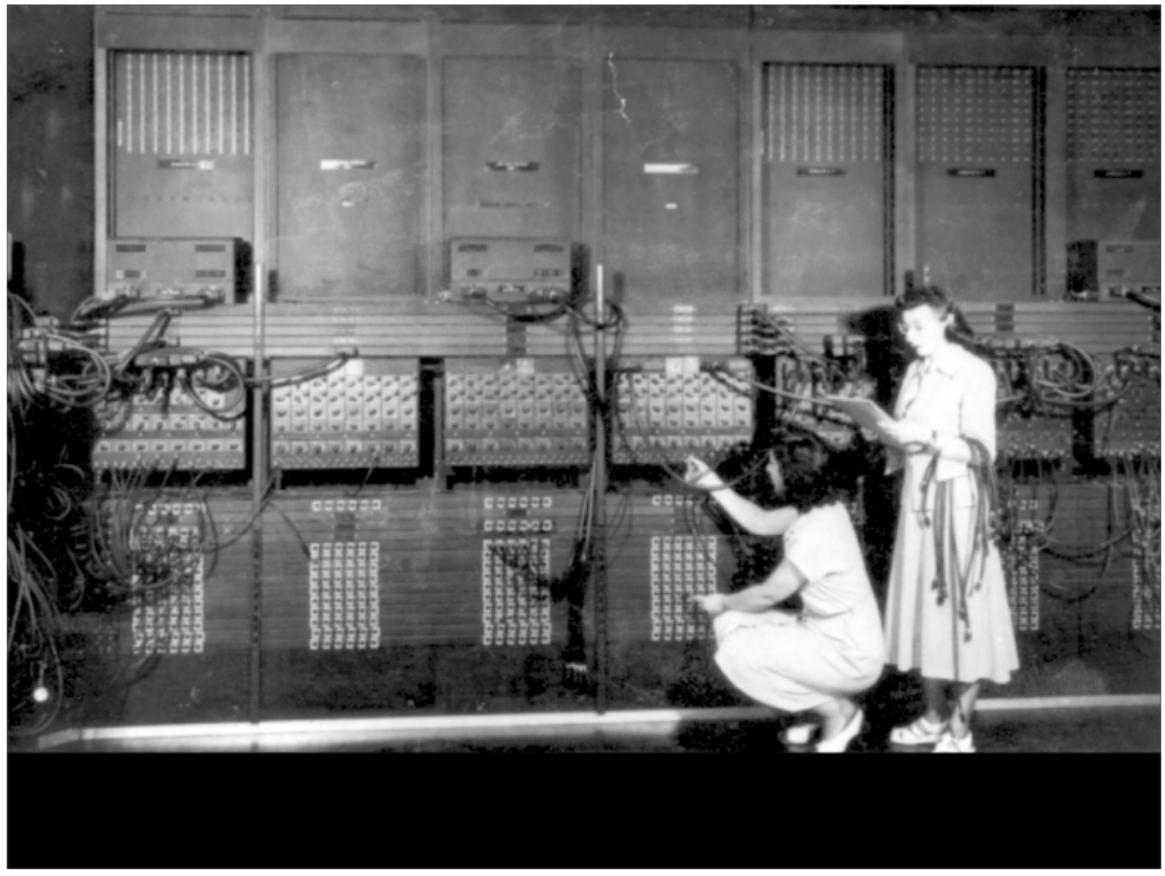
- machine à calculer avec tubes électroniques
- machine très volumineuses (20.000 tubes, 30 tonnes). ENIAC en 1946
- programmation en langage machine à partir de clé (une instruction à la fois)
- tranche de temps pour chaque programmeur
- pas vraiment de système d'exploitation

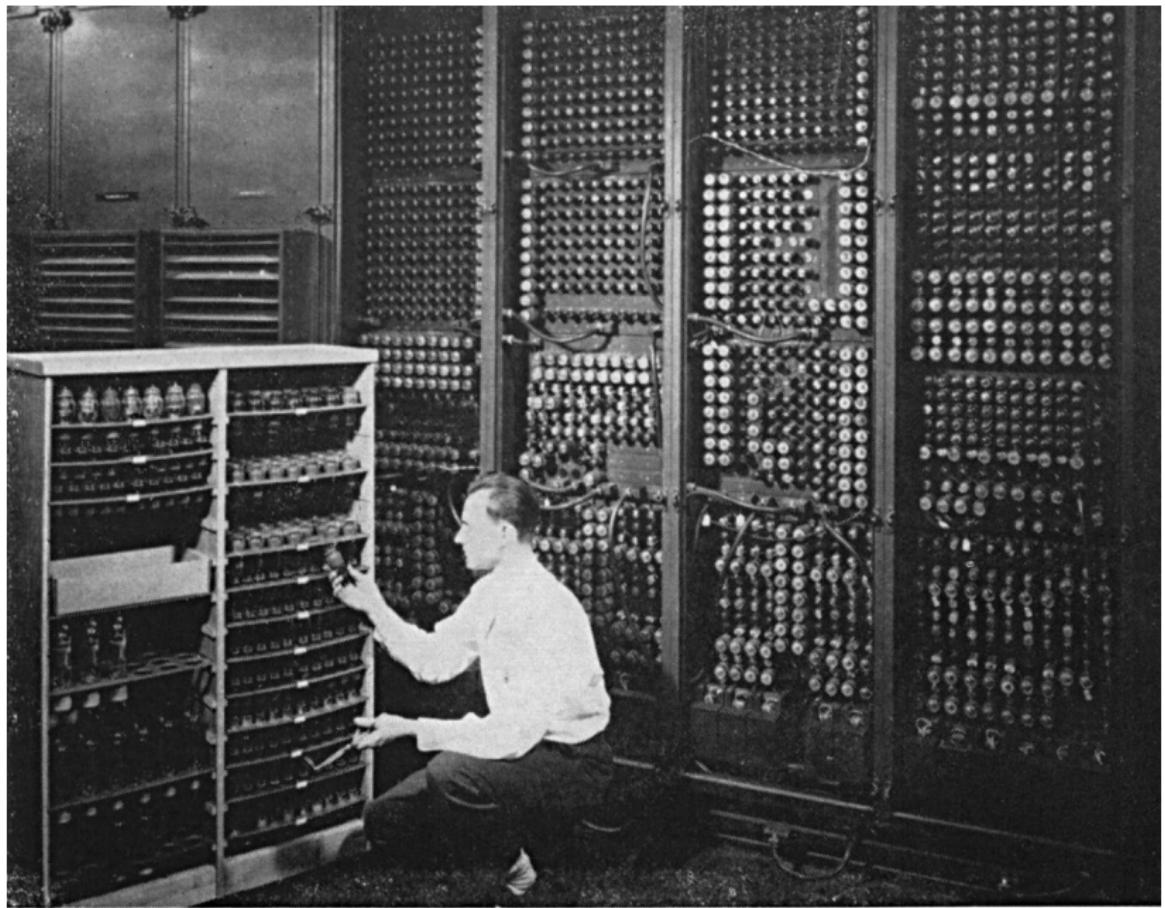
L'ENIAC (1945)







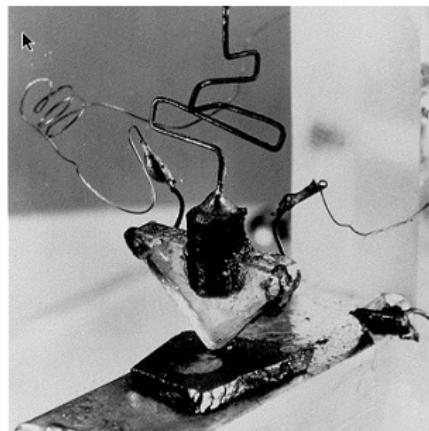




Un peu d'histoire

2^eme génération (~ 1955 - ~ 1970)

- apparition du transistor

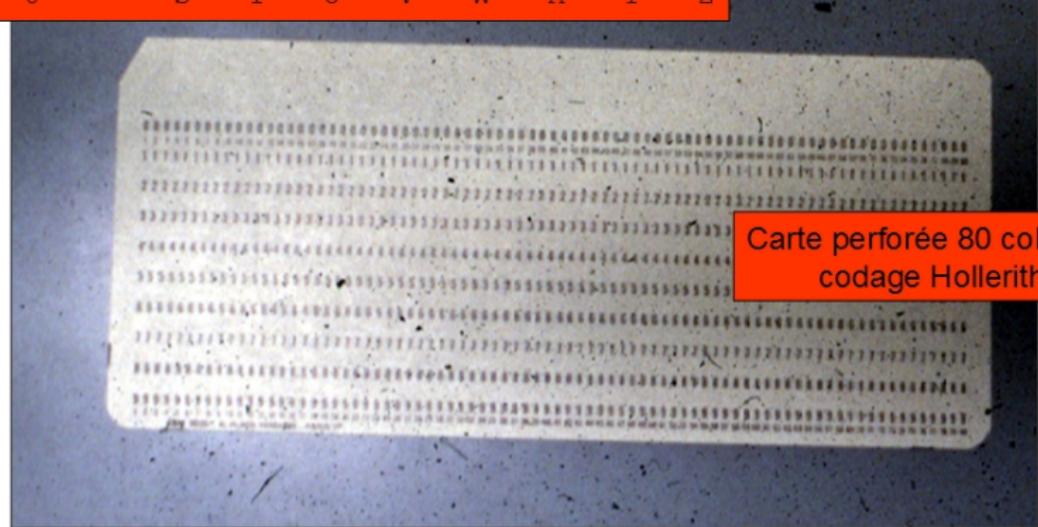


- ordinateur plus fiable
- programmation par cartes/ruban perforés
- traitement par lots
- moniteur d'enchaînement



Un peu d'histoire

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	A	B	C	D	E	F	G	H	I
11	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
0	S	T	U	V	W	X	Y	Z	



Un peu d'histoire



Perforatrice de cartes



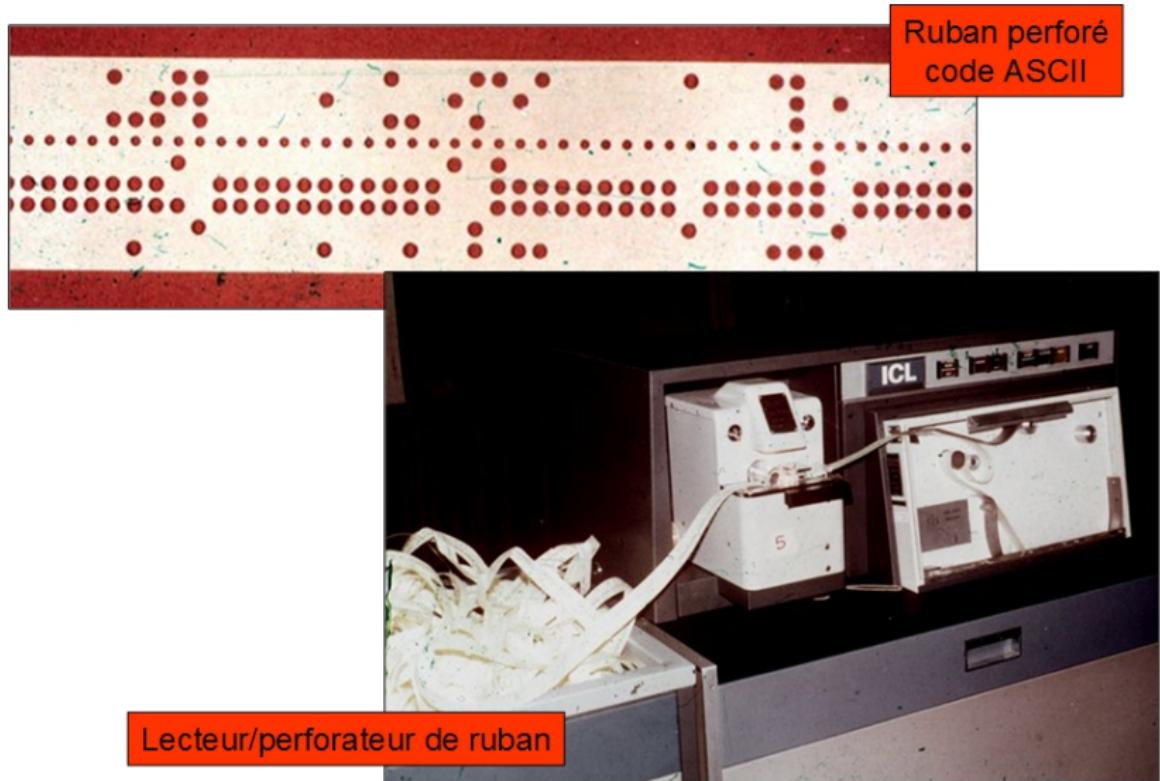
Lecteur/trieur de cartes

Un peu d'histoire

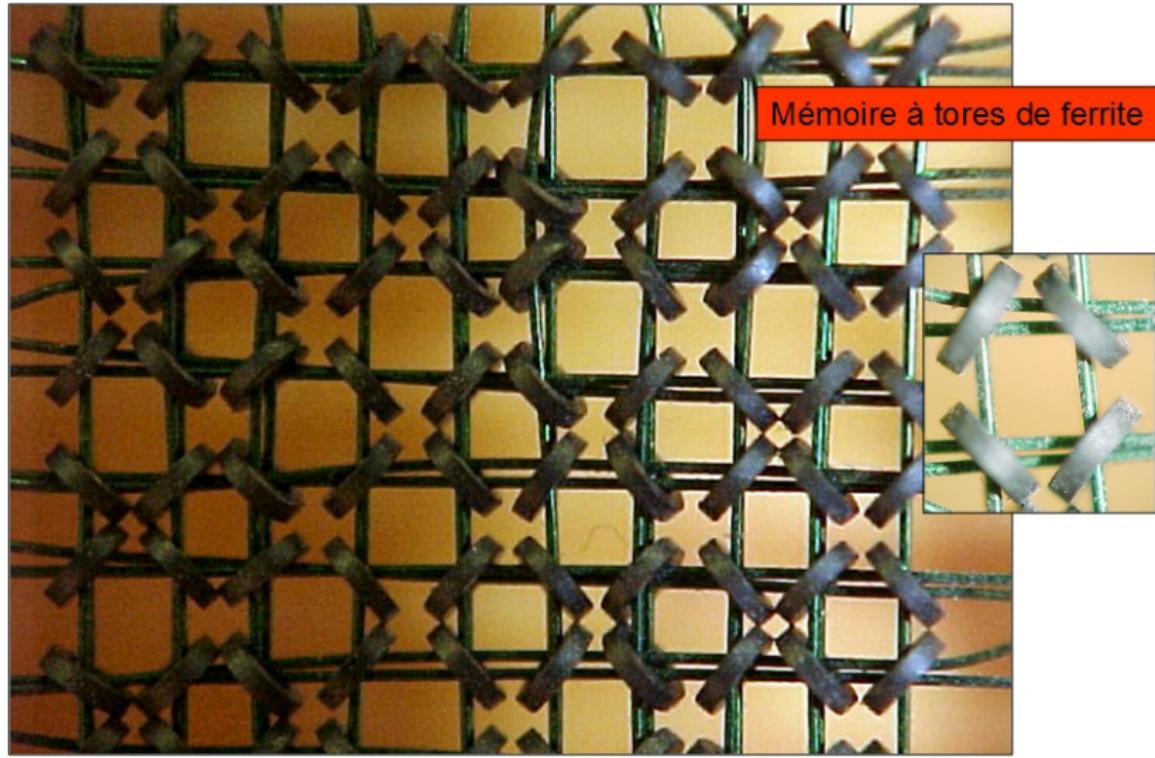


Salle de Perforatrices de cartes

Un peu d'histoire



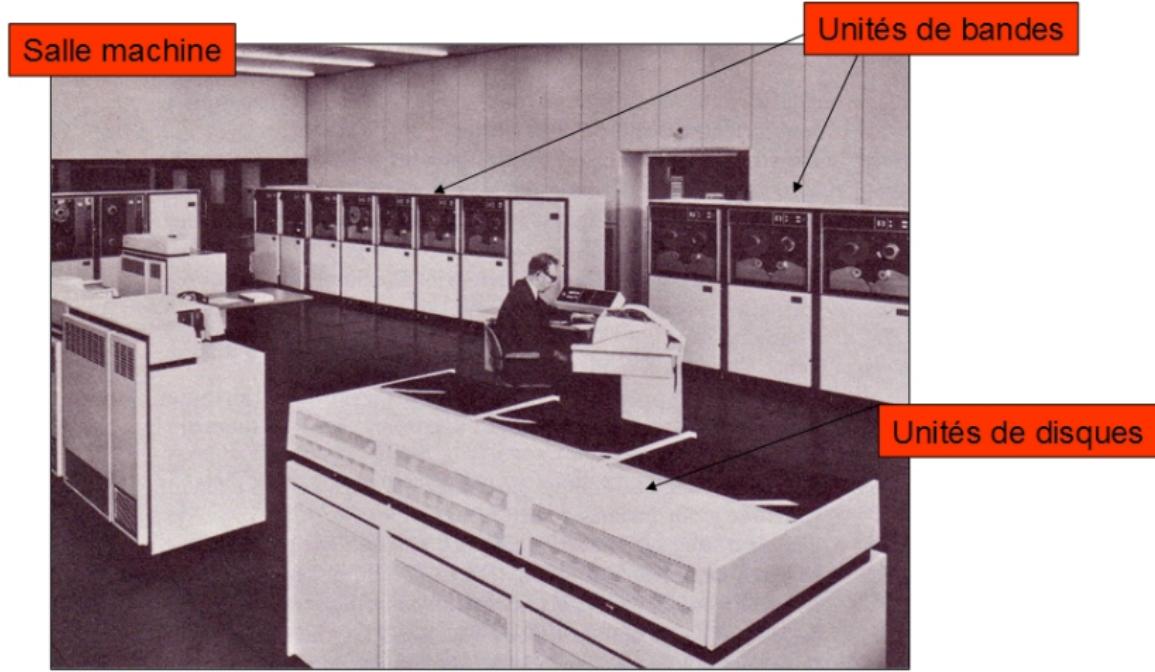
Un peu d'histoire



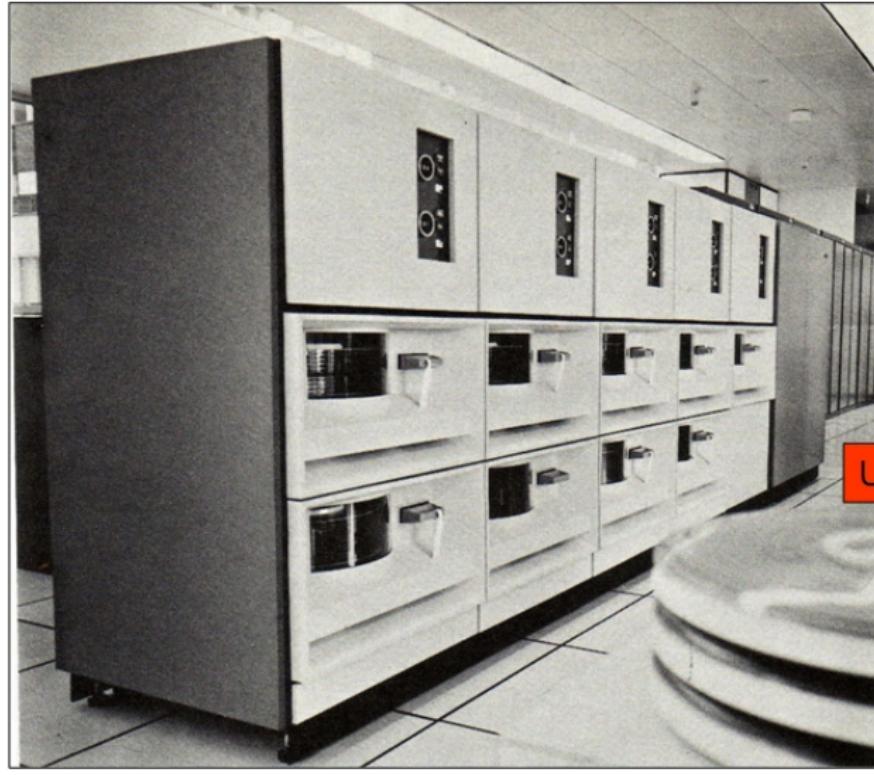
Un peu d'histoire



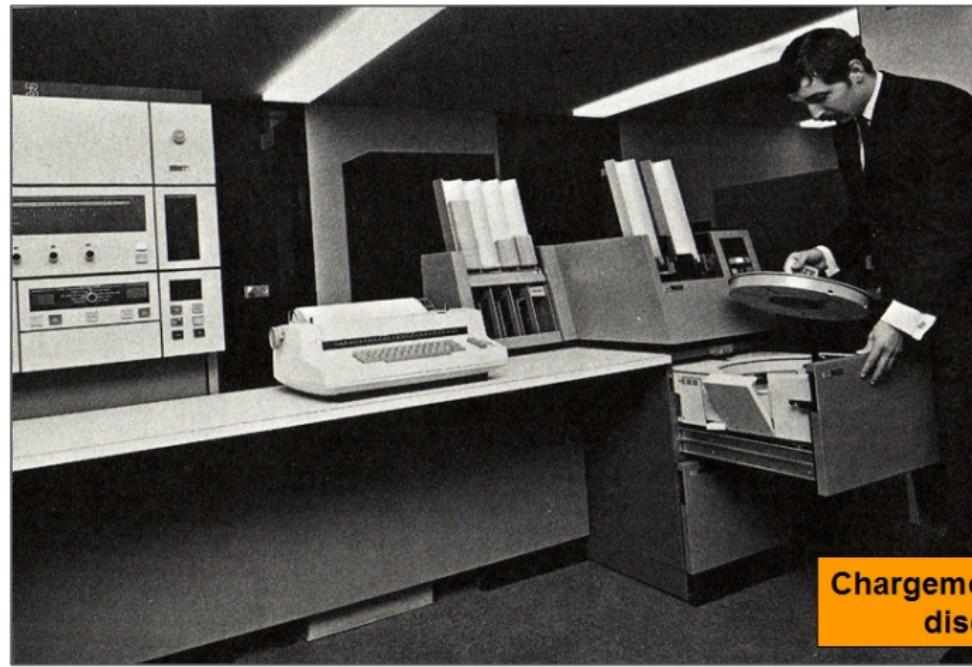
Un peu d'histoire



Un peu d'histoire

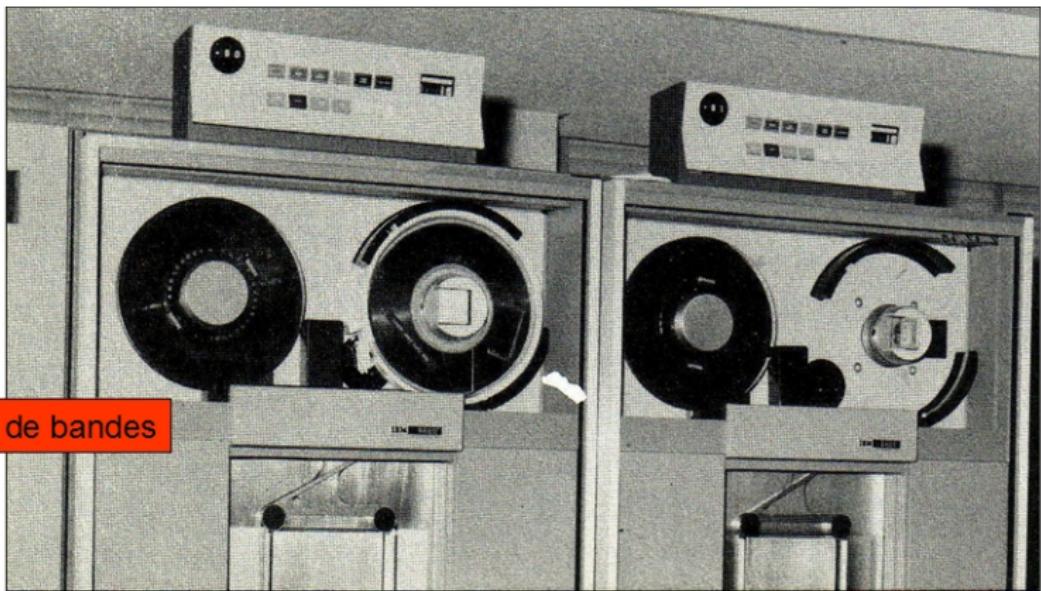


Un peu d'histoire



Chargement unité de disques.

Un peu d'histoire



PDP-1 (1959)



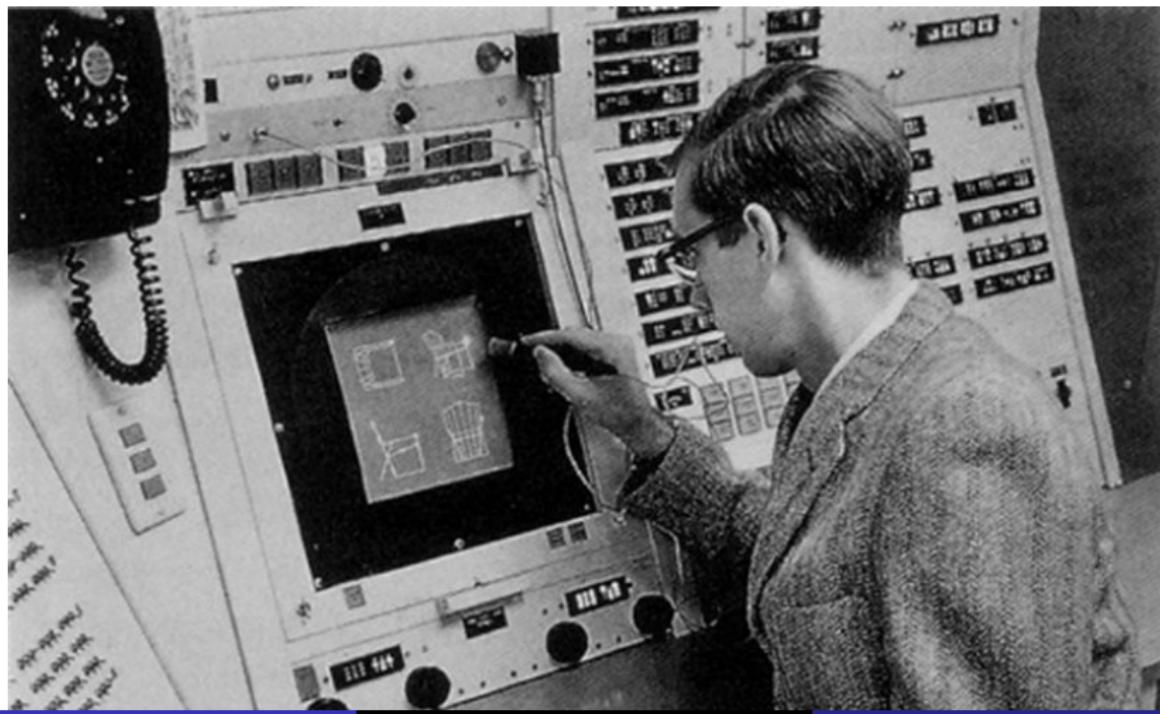


Spacewar (1962)



SKETCHPAD (1963)

Premier système de dessin interactif par Ivan Sutherland
https://www.youtube.com/watch?v=60rsmFndx_o

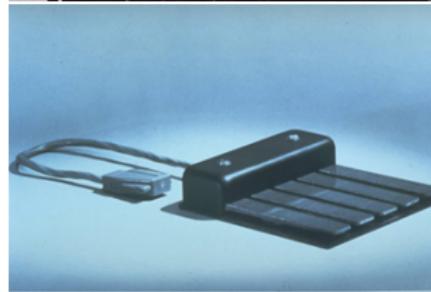
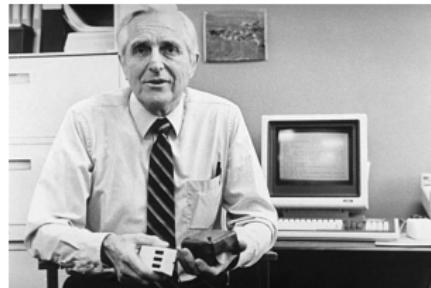
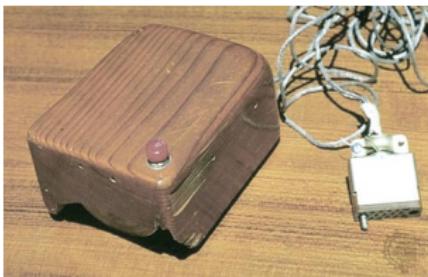


PDP-8 (1965)



1968 : invention de la souris

Douglas Engelbart présente la souris,
<http://sloan.stanford.edu/MouseSite/>



3^{eme} génération (\sim 1970)

- circuits intégrés (apparition des mini-calculateurs)
- ordinateurs encore plus fiables
- multiprogrammation puis temps partagé
- fusion du traitement par lots et temps partagé
- systèmes d'exploitation
 - Multics puis Unics qui deviendra UNIX

1969 : naissance d'UNIX

Ken Thompson et Dennis Ritchie développent UNIX,
<http://www.bell-labs.com/history/unix>



1969 : UNIX sur PDP-11



Un peu d'histoire



Solar 16-65
Calculateur de l'EUDIL
entre 1975 et 1980

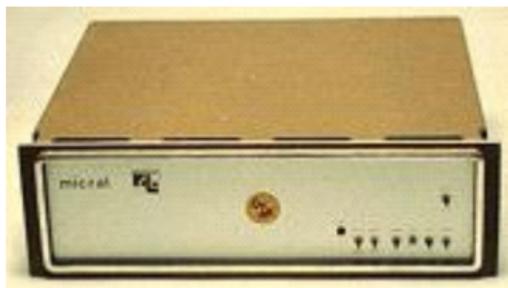
Télétype « système »
75 car/sec

Xerox Alto (1973)



Les premiers PC

- le Micral (1973) construit en France (société R2E) à base de 8008. 1ère apparition du terme *microcomputer*



- l'Altair (1975) 1^{er} ordinateur individuel
 - intel 8080, 256 octets de mémoire
 - Bill Gates écrivit une version de Basic



Altair 8800 (1975)



Les premiers PC

- IBM crée son premier (trans)portable (27 Kg !), l'IBM 5100 en 1975
 - écran incorporé (16 lignes de 64 caractères)
 - système d'exploitation (Basic ou APL)
 - mémoire 32 Ko
 - celui de l'EUDIL possédait deux lecteurs de disquettes de 8 pouces.



HP 250 (1978)



4^{eme} génération (depuis 1981)

- circuits intégrés LSI (*Large Scale Integration*)
- ordinateurs personnels (PC) et stations de travail
- énorme chute des prix
- utilisation en réseau
- système d'exploitation
 - MS-DOS puis Windows, UNIX

Terminal Plato (tactile) en 1981



L'IBM PC (1981)



Commodore 64 (1982)



Amstrad CPC464 (1984)



Amiga 1000 (1985)

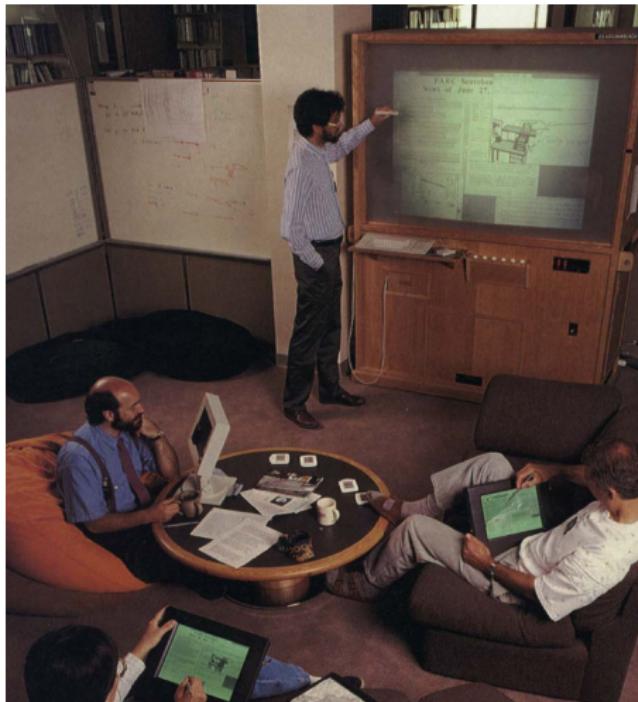


Atari 520ST (1985)



The Computer for the 21st Century (1991)

Article de Mark Weiser (Xerox PARC) <https://www.lri.fr/~mbl/Stanford/CS477/papers/Weiser-SciAm.pdf>



Le système d'exploitation

- trouver le moyen de libérer le programmeur des complexités matérielles
- enrober le matériel avec une couche logicielle
- présenter une interface ou *machine virtuelle* plus facile à comprendre et à programmer
- cette couche logicielle est le système d'exploitation (*Operating System*)

Fonctions d'un système d'exploitation

- gérer les ressources matérielles
 - CPU, mémoire, périphérique
- partager "équitable" des ressources
- supporter les programmes utilisateurs
 - langages de commandes
 - éditeurs, compilateurs
 - systèmes de fenêtrage

"There are two major products that come out of Berkeley :
LSD and UNIX.

We don't believe this to be a coincidence"

– Jeremy S. Anderson

Historique :

- Multics (Multiplexed Information and Computing System, en PL1), Unics (assembleur), UNIX (C)
- 1969, Ken Thompson (Bell Labs, labo de recherche d'AT&T)
 - implantation sur des machines (mini-calculateur) de type PDP11/45 puis PDP11/70
 - 1970 développement en langage de haut niveau appelé B
 - 1971 conception du langage C, successeur de B par D. Ritchie
- UNIX devient portable
- dès 1984, AT&T développe **UNIX System III**
- un an plus tard, apparition de **UNIX System V**

Historique :

- Université de Berkeley développe une version améliorée pour PDP-11 appelée **1 BSD** (*First Berkeley Software Distribution*)
- puis vinrent, **2 BSD**, **3 BSD** et **4 BSD**
- ajout de nouveaux utilitaires : éditeur (vi), shell (csh), compilateurs (pascal, lisp)
- SUN et DEC basent leur version d'UNIX sur celle de Berkeley

Historique :

- deux versions différentes d'UNIX (fin 1980)
 - 4.3 BSD
 - **System V release 3**
- quelque peu incompatibles
- chaque distributeur ajoutait ses propres améliorations
- échec de normalisation

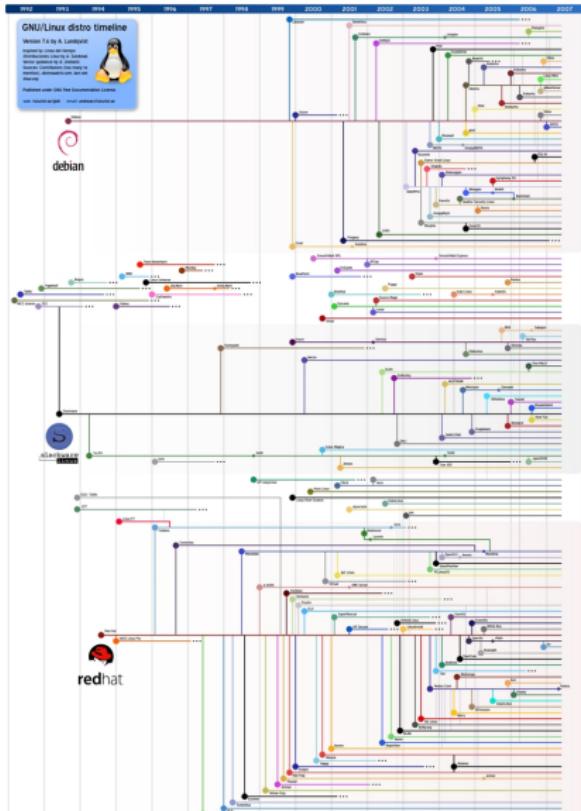
Historique :

- projet de norme **POSIX** (*Portable Operating System, IX* pour rappeler UNIX)
- norme 1003.1 (bibliothèque de fonctions, appels système)
- IBM, DEC, HP et d'autres bâtent le consortium **OSF** (*Open Software Foundation*) : système de fenêtrage (X11), interface graphique (MOTIF), etc.
- AT&T crée son propre consortium **UI** (*UNIX International*)
- résultat : deux versions d'UNIX (gros et complexe)

Historique :

- en 1985, A. Tanenbaum conçoit **MINIX**, plus facile et moins complexe
- Linus Torvalds (université d'Helsinki) développe un projet appelé **Linux**
- première version officielle le 5 octobre 1991
- aujourd'hui **Linux** est un système UNIX complet avec de nombreuses distributions disponibles :
 - Debian
 - Ubuntu
 - Mandriva (Mandrake)
 - RedHat
 - Slackware
 - Suse
 - ...
 - <http://www.linux-france.org/article/choix-distri/choix-distri.html>

<http://futurist.se/gldt/>



- Debian

- 100 % de logiciels libres
- disponible sur plusieurs plates-formes (Intel, Sparc, Motorola)
- de loin la plus complète
- installée à Polytech'Lille
- <http://www.debian.org>
- les dérivés Debian :
 - Gentoo, <http://www.gentoo.org/>
 - Ubuntu, <http://www.ubuntu.org/>

- Slackware

- d'abord développée par Linus Torvalds
- large sélection d'environnements graphiques
- peut tourner sur d'anciennes machines
- <http://www.slackware.com>

- RedHat (Entreprise)
 - puissant et fiable (support payant)
 - se tourne de plus en plus vers les entreprises
 - <http://www.redhat.com>
- Les dérivés RedHat :
 - Mandriva, <http://www.mandriva.com>

- Novell (SuSE)
 - distribution d'origine allemande
 - utilitaire d'installation YAST (*Yet Another Setup Tool*)
 - <http://www.novell.com/products/desktop/>
- Linspire
 - Look Windows
 - permet de lancer des programmes Windows
 - <http://www.linspire.com/>

- Knoppix
 - bootable sur CD/DVD sans installation
 - idéal pour tester
 - <http://knoppix-fr.org/>
- Kaella
 - Knoppix francisé
 - <http://kaella.linux-azur.org/>
- Flonix
 - français
 - distribué sur clé USB

Plusieurs familles :

- **UNIX System V**

- QNX-RTOS : [QNX] : [1961]
- VENIX 1.0 : [VenturCom] : [DEC PDP]
- XENIX 1.0 : [Microsoft] : [1980]
- HP-UX : [Hewlett Packard - HP] : [1981]
- UnicOS : [Cray] : [1985] : [cluster Cray]
- AIX : [IBM] : [1986] : [Station de travail]
- A/UX - Apple UNIX
- IRIX : [Silicon Graphics - SGI] : [SGI MIPS]
- DG/UX : [Data General]

Plusieurs familles :

- **UNIX BSD**

- ULTRIX : [1980]
- AOS : [IBM]
- SunOS : [Sun Microsystems] : [1982]
- Solaris : [Sun Microsystems] : [1992]
- NetBSD : [NetBSD Project] : [1991] : [multi-plate-forme]
- FreeBSD : [FreeBSD Project] : [1993] : [multi-plate-forme]
- OpenBSD : [OpenBSD Project] : [1995] : [multi-plate-forme]
- MacOS X : [Apple]

- **Projet GNU**

- Linux
- Hurd

MS-DOS et le PC

L'IBM PC (1980) :

- IBM demande à Bill Gates (Microsoft) la licence de l'interpréteur Basic
- CP/M-86 de Digital Research en cours de développement
- IBM demande à Microsoft un système d'exploitation
- création de MS-DOS (MicroSoft - Disk Operating System)



PERSONNE n'avait imaginé le succès du PC

- adressage du 8088 est de 1 Mo
- 640 premiers Ko pour la RAM
- le reste pour l'écran, etc ...
- 4.66 MHz pour l'horloge, compatible avec la fréquence de trame de balayage TV américaine

- Version 1.0 (août 1981)
 - 12 Ko des 64 Ko disponibles
 - plus ou moins compatible avec CP/M
 - une seule disquette 5'1/4 (160 Ko, une seule face)
- Version 1.1 (octobre 1982)
 - correction d'erreurs
 - disquette de 320 Ko
- Version 2.0 (mars 1983)
 - 1^{er} ordinateur individuel avec disque dur (PC/XT)
 - introduction d'idées venant d'UNIX
 - système de fichiers, sans la protection de fichiers puisque mono-utilisateur
 - quelques appels systèmes de même forme qu'UNIX
 - redirection des E/S standard
 - nouveau format de disquette 360 Ko

- Version 3 (août 1984)
 - commercialisation du PC AT (80286) pouvant gérer jusque 16 Mo
 - lecteur de disquettes 1.2 Mo (format 5'1/4)
 - apparition des disques durs de plus de 10 Mo
- Version 3.1 (novembre 1984)
 - début d'utilisation en réseau
- Windows 1.0 (novembre 1985)
 - considérablement "buggé"
- Version 3.2 (janvier 1986)
 - usage des disquettes 3'1/2
- Windows 2.0 (avril 1987)

- Version 4 (juin 1988)
 - échec de OS/2, IBM sort la version 4
 - usage des disques de plus de 32 Mo
 - peu d'intérêt pour cette version
- Windows 3.0 (mai 1990)
- Version 5 (avril 1991)
 - utilisation de la mémoire étendue
 - machine à base de 80386
 - nouveau shell, plusieurs programmes en mémoire
- Version 6.0 (mars 1993)
 - compression de disque
 - configuration multiple (config.sys)

- Windows NT (août 1993)
- Windows 3.11 (novembre 1993)
- Windows NT serveur (Windd de Citrix)
- Windows 95 (août 1995)
- Windows 98 (juin 1998)
- Windows NT 5 s'appellera Windows 2000 (octobre 1998)
- Windows 2000 (décembre 1999)
- Windows Millénum (septembre 2000)
- Windows XP (novembre 2001)
- Windows 2003 Serveur (2003)
- Windows Vista (2007)

Quelques dates

- 1968 : création de la société Intel
- 1969 : annonce par Intel d'un circuit RAM de 1Ko
- 1970 : Ritchie, Thompson, Kernighan développent le langage C
- 1970 : AT&T introduit UNIX
- 1971 : Intel annonce le 1^{er} microprocesseur 4004
- 1971 : N. Wirth invente le langage Pascal
- 1972 : sortie du microprocesseur 8008
- 1973 : sortie en France du Micral basé sur un 8008
- 1974 : Intel annonce le 8080
- 1974 : Motorola introduit le 6800
- 1975 : IBM annonce la sortie du 5100
- 1976 : création de la société Apple

Quelques dates

- 1976 : Digital dépose la marque CP/M
- 1976 : la marque Microsoft est déposée
- 1977 : Commodore sort le PET computer
- 1977 : Sortie de l'Apple II
- 1977 : Tandy produit le TRS-80
- 1978 : Intel produit le 8086
- 1979 : Apple introduit l'Apple II+
- 1979 : Microsoft annonce BASIC pour 8086
- 1979 : le 68000 de Motorola est utilisé sur l'Apple Macintosh
- 1980 : Sinclair annonce le ZX80
- 1980 : Tandy sort le TRS-80 Model III
- 1980 : Microsoft annonce XENIX OS, système UNIX portable pour 8086, Z8000, 68000

Quelques dates

- 1980 : Microsoft développe MS-DOS pour IBM
- 1981 : IBM annonce la sortie du PC
- 1983 : annonce de l'IBM PC XT
- 1983 : sortie de MS-DOS 2.0
- 1983 : IBM et Microsoft développent OS/2
- 1984 : IBM annonce l'IBM PC AT
- 1984 : sortie de MS-DOS 3.0 et 3.1
- 1985 : Microsoft annonce Windows 1.0
- 1985 : Intel sort le 80386
- 1986 : sortie de MS-DOS 3.2
- 1987 : sortie de l'IBM PS2
- 1987 : Windows 2.0 est disponible
- 1990 : Digital sort DR-DOS 5.0

Quelques dates

- 1990 : sortie de Windows 3.0
- 1991 : MS-DOS 5.0 est disponible
- 1992 : sortie de Windows 3.1
- 1993 : Microsoft commence à livrer Windows NT
- 1993 : apparition de Windows 3.11
- 1994 : sortie de MS-DOS 6.22
- 1994 : sortie de Windows NT 3.5
- 1994 : premier Macintosh avec PowerPC
- 1995 : sortie médiatique de Windows 95
- 1995 : Pentium Pro (150-188-200 MHz)
- 1996 : sortie de Windows NT 4.0
- 1997 : sortie de Windows NT 5.0 bêta
- 1998 : Intel annonce le Pentium II (350-400 MHz)

Quelques dates

- 1998 : sortie de Windows 98
- 1998 : sortie des iMac
- 1998 : Windows NT 5.0 s'appellera Windows 2000
- 1999 : Intel annonce le Pentium III
- 1999 : sortie de Windows 98 2^{eme} édition
- 2000 : Intel annonce un processeur 32 bits (Willamette) tournant à 1.5 GHz
- 2000 : AMD sort le processeur Athlon (850 MHz)
- 2000 : sortie de Windows 2000
- 2000 : sortie de Windows Millénium
- 2000 : Intel fabrique un processeur 1 GHz
- 2000 : Le Willamette s'appellera Pentium 4

Quelques dates

- 2001 : sortie de Windows XP
- juin 2006 : sortie des premiers Mac à architecture Intel x86
- 30 janvier 2007 : sortie de Windows 2007
- 2009 : sortie de Windows 7 bêta

- <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.fr.html>
- ne fait aucune référence au prix
- liberté accordée aux utilisateurs d'exécuter, de copier, de distribuer, d'étudier, de modifier et d'améliorer le logiciel

Le logiciel libre

- la liberté d'exécuter le programme, pour tous les usages (liberté 0)
- la liberté d'étudier le fonctionnement du programme et de l'adapter à vos besoins (liberté 1). Pour ceci l'accès au code source est une condition requise
- la liberté de redistribuer des copies, donc d'aider votre voisin (liberté 2)
- la liberté d'améliorer le programme et de publier vos améliorations pour en faire profiter toute la communauté (liberté 3). Pour ceci l'accès au code source est une condition requise.

Le logiciel libre

Deux catégories :

- "copylefté" : interdiction aux nouveaux distributeurs d'ajouter des restrictions. Chaque copie doit être un logiciel libre avec quelques variations.
 - la GPL (General Public License) : impose que la compilation ou modification des sources gardent les mêmes conditions.
 - le LGPL (Lesser General Public License) : s'applique surtout aux bibliothèques. Permet d'utiliser des sources ainsi protégés dans des logiciels propriétaires.
 - la GFDL (GNU Free Documentation Licence) : suit le même concept que la GPL pour des documents écrits
- "non-copylefté" : permet d'ajouter d'autres restrictions.