

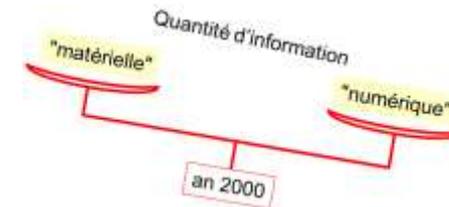
Systèmes d'exploitation

(1) Généralités

1. Prérequis

Informatique : information + automatique (1962, P. Dreyfus. *Ordinatique*)
« Science du traitement rationnel, notamment par machines automatiques, de l'information considérée comme le support des connaissances humaines et des communication dans les domaines techniques, économiques et sociaux. » (*Académie Française*)

Ordinateur : (1955, J. Perret, pour IBM)
« Appareil de traitement automatique de données disposant des composants nécessaires à son fonctionnement autonome. » (*modèle de Von Neumann*)



XXI^e : l'ère du numérique

Quantités d'information et codages

- Codage :
 - Bit (*binary digit*, **b**) : 0 | 1
 - Octet (Byte, Б, **B** ou **O**) : 1B = 8 b ↔ 256 symboles
- Codes Normes et standards :

ASCII (std, 7b)	A : n°65
ISO-Latin1= ISO 8859-1 (norme, 8b)	é : n°130
ISO-Latin9= ISO 8859-15	€ : n°164
Unicode (UTF-8, UTF-16 , ...)	Ω ж ж ≥ ∃
(alphabets, symboles, syllabaires, sinogrammes)	た (ta)
	语 (Yü : langue)

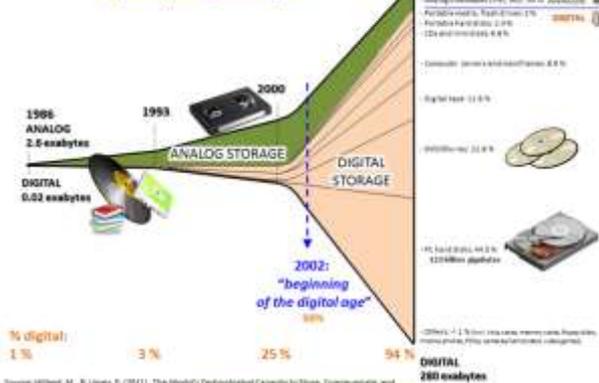
Respect ? Evolution ?

- 1kiB = 2¹⁰=1024 B, ... (kilo, Méga, Giga, Téra, Péta, ...)
- 1kB = 1000 B

Manipuler des données codées

Ordres de grandeur

Global Information Storage Capacity in optimally compressed bytes



Manipuler une grande quantité de données

Limites de l'informatique (et donc des ordinateurs)

Exemple de l'analyse de texte

	n mots en :	
Analyse lexicale (orthographe) ← dictionnaire	$O(n)$ opérations	
Analyse syntaxique (grammaire) → arbre syntaxique	$O(n^2)$	
! ambiguïté syntaxique (ex. <i>parent</i>)		
Analyse sémantique		$? O(2^n)$
! Polysémie (<i>garage</i>)		
! Non déterminisme (qui a coulé une bielle ?)		
"C'est la voiture de l'étudiant qui a coulé une bielle"		
Analyse pragmatique		∞
! Décidabilité		
(<i>J'ai laissé ma Porsche au garage</i>)		

Limites conceptuelles + matérielles

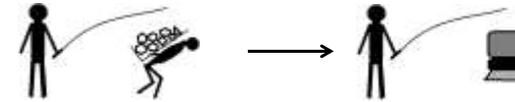
© 2016 – A. Sigayret

5

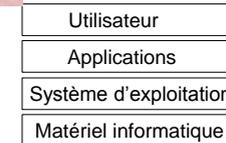
Système d'exploitation :

S.E. = O.S. (*operating system*)

- « Ensemble cohérent de programmes
- gérant les applications et les services installables sur un ordinateur et
- mettant à disposition de l'utilisateur une interface gérant les
fonctionnalités nécessaires à l'exploitation de ces services et applications
et des données afférentes. »
+ Mise à disposition d'outils (applications/services) intégrées ou accessoires



Représentations abstraites



Gestion technologique

© 2016 – A. Sigayret

6

2. Matériel : historique

Quelles origines ?



Boulie

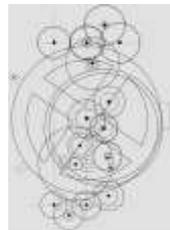
<http://www.cetivimag.fr/nathalie/boulie/images/p15-1t.gif>



Abaque

<http://www.cetivimag.fr/nathalie/boulie/images/p21-2.gif>

Machine d'Anticythère (87 AJC)
→ pour l'astronomie



engrenages
→ calcul analogique

→ boulie encore en usage

© 2016 – A. Sigayret

7

Logarithmes

Remplacer une multiplication
par une addition



Table de logarithmes
(d'après gallica.bnf.fr)



Règle à calcul (XX^es)
http://membres.lycos.fr/mausepat/regle_1.jpg

© 2016 – A. Sigayret

8

Calculateur analogique



Pascaline (1642)

http://www.thocp.net/hardware/pictures/calculators/pascaline_spe2.jpg

→ échec commercial (prix)
→ compliqué pour l'époque

Pas seulement du cacul

Métier à tisser Jacquard (1801)
http://www.science.vda.fr/rete-storia/img_home_vda/Metier-Jacquard-01.jpg

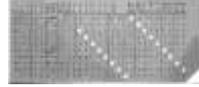
Motifs programmés sur carte perforée
 Mécanisme à cylindres et aiguilles



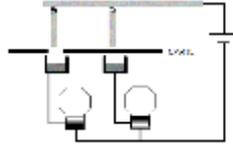
© 2016 – A. Sigayret

Machine Hollerith (1890)

Information sur carte perforée



Mécanisme de lecture et de tri



- Recensement 1880, USA
- Fichage de population (Dehomag)
- Origine de la compagnie IBM

9

Charles Babbage & Ada Lovelace (XIX^e)

Conception d'une "machine analytique"

- programme sur carte perforée
- unité de calcul avec engrenages
- sortie sur "imprimante"
- versions successives de 1823 à 1849 (construction partielle)

+ algorithmes (Lady Ada)

Machine construite en 1985

- (Musée des Sciences de Londres)
- 3 m x 2 m x 0,45 m
- 8000 pièces
- 5 tonnes



© 2016 – A. Sigayret

10

Premiers ordinateurs

Architecture de Von Neumann (& al.)

- Unité Arithmétique et Logique
- Unité de Contrôle
- Mémoire vive / de masse
- Dispositifs d'entrée-sortie.

progrès conceptuels

ENIAC (1946)

<http://ceh.net/eniac-comp-hist/rockers-114.jpg>



- 330Flops (opérations/s)
- 18000 "lampes" (tubes électroniques*)
- Electrique* : 140kW
- 30 tonnes
- Dans local >70m²

*progrès techniques

© 2016 – A. Sigayret

11

Progrès techniques

→ générations successives

1°) Transistor (G2 ~1950)

2°) Circuits intégrés (G3 ~1960)

3°) Taille et Standards (G4 ~1970)

puissance



Mainframe

vitesse



Columbia (NASA)

Supercalculateur depuis 1960
 2,5 Pflops (2010, Chine)
 8,1 Pflops (2011, Japon)

taille



"Calcullette" 1972
<http://perso.wanadoo.fr/roel.jouanne/remington0601.jpg>

+portable+mobile+tablette...

© 2016 – A. Sigayret

4^{ème} génération (G4) : ordinateurs personnels (micro-ordinateurs)

1972-1973 Micral
 1975 Altair (Intel 8080)
 1977-1985 Tandy TRS80
 1982 Commodore 64 → 1985-1992 Amiga
 1982-1986 Thomson TO7 et MO5

1976-1980 Apple I (6502), II, II
 → 1984 MacIntosh (Motorola 68000)

Apple + Motorola :
 un bon choix technique

IBM + Intel + Microsoft
 un succès commercial

1981 IBM PC (Intel 8088, 8b, 4,7MHz, MSDOS)
 1982- PC/AT (Intel 80286, 16b)
 → compatible PC

Vers une G5 ? (Informatique embarquée) → XIX^{ème}s. smartphones

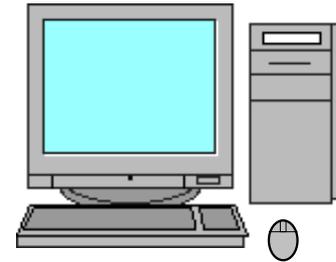
- De la diversité à l'uniformité
- Standardisation / normalisation (de facto / de jure)
- « Uniformité centrifuge ? »

© 2016 - A. Sigayret

13

2. Matériel : Ordinateur individuel

Ordinateur personnel (PC)
 =
 périphériques externes + unité centrale



PC portable
 (clavier et écran intégrés + touchpad)



Tablette tactile
 (écran tactile)

PC (1981) → portable → ultra-portable → "Netbook" → tablette, smartphone → ...
 différentes tailles / même structure

© 2016 - A. Sigayret

14

1.2.1. Périphériques

Périphériques classés selon leur rôle

Interface utilisateur-machine : souris, clavier, écran

Stockage (périphérique "de masse") : disque dur, lecteur CD/DVD, graveur, ...

Impression: imprimantes, tables traçantes

Traitement d'images: scanner, appareil photo

Etc.

Périphériques classés selon leur position

- Interne (dans l'U.C.)

- Externe (hors de l'U.C.)

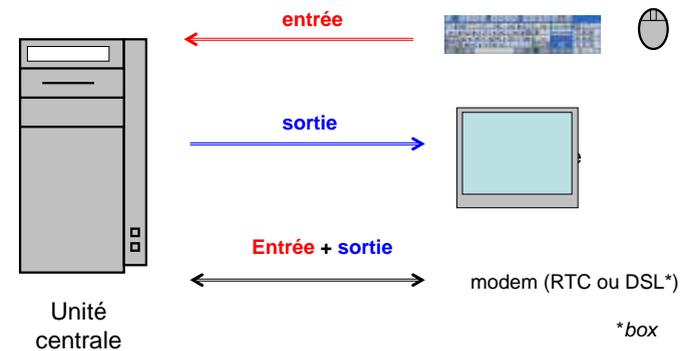
→ Mode de communication (entrée/sortie)

→ Mode de connexion (parallèle/série)

© 2016 - A. Sigayret

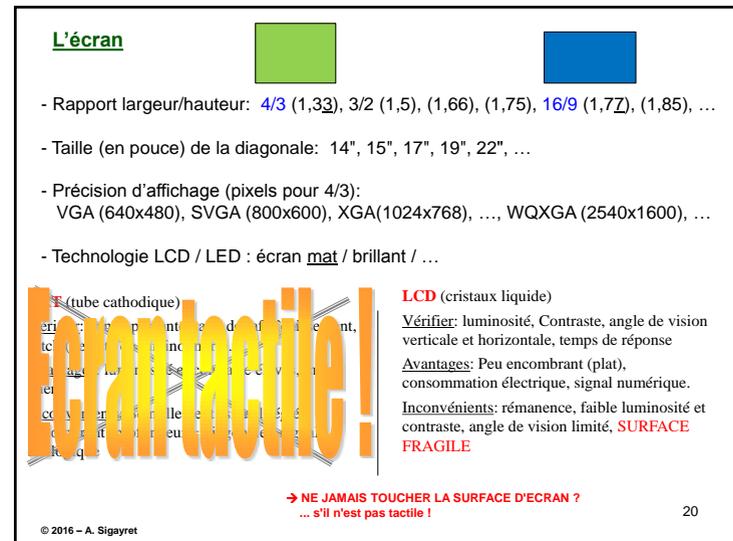
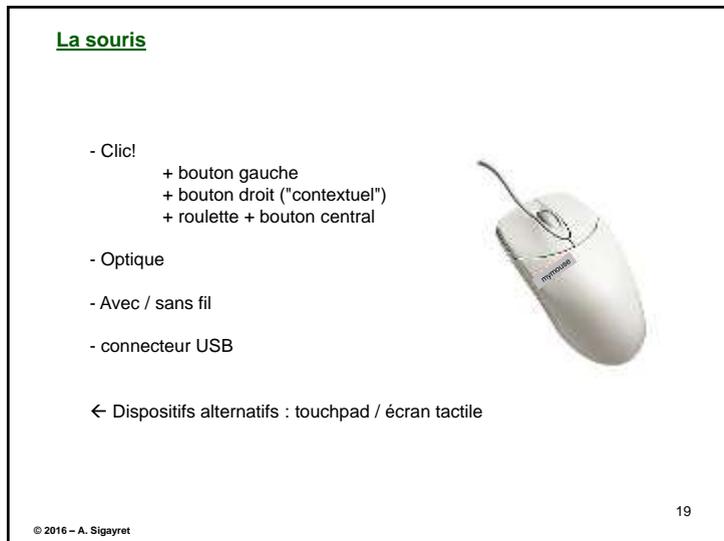
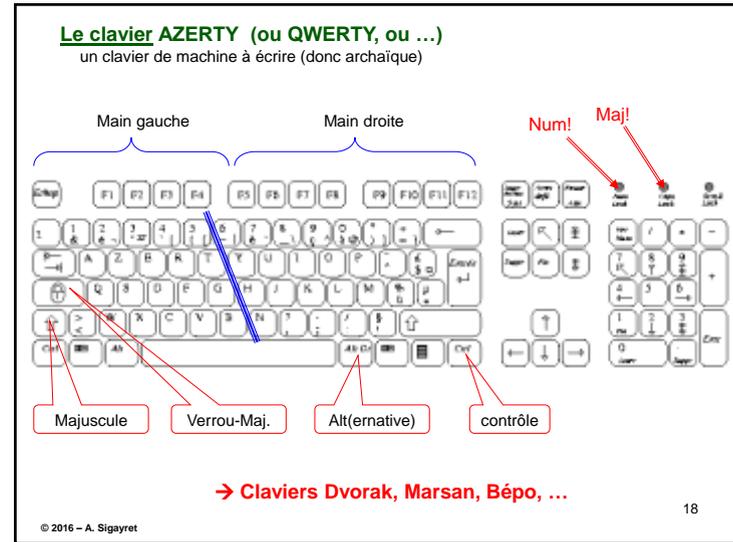
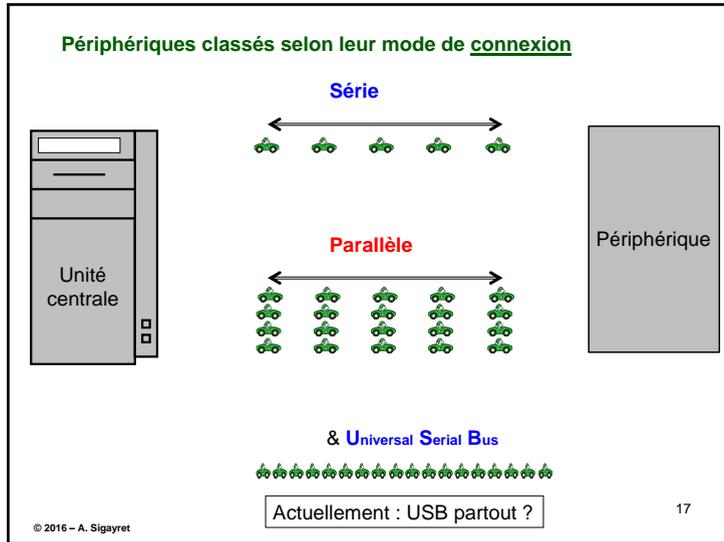
15

Périphériques classés selon leur mode de communication



© 2016 - A. Sigayret

16



L'imprimante: un périphérique externe

- Technologie (jet d'encre / laser)
- Précision PPP (point/pouce = DPI) 1 inch = 25,4mm
- Vitesse d'impression PPM (page/min), délai avant impression (préchauffage)
- Couleur (prix?)
- Format papier A4, A3, legal US, ...
- Langage de description des pages: PostScript (Adobe), PCL (HP), ...
- Connexion (parallèle / USB / réseau)

1.2.2. Unité central

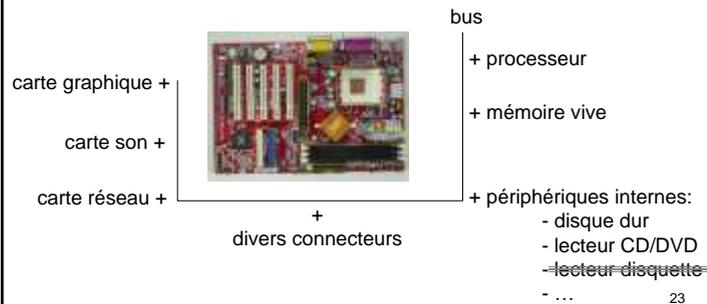
Unité centrale
= boîtier + transformateur + carte mère + ...



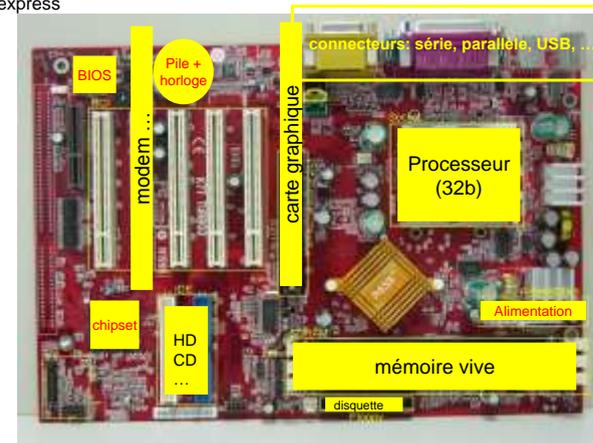
http://www.informatinfo.com/images/computer_case_fr.jpg

Au cœur de l'unité centrale : la carte-mère

- Un support
 - alimentation électrique par transformateur
- Un ensemble de composants électroniques
 - sur lequel se fixent d'autres composants
 - reliés par le(s) bus



PCI express



Mémoires de masse

Principaux composants fixes de la carte-mère

- **Chipset** : contrôle des communications entre composants (northbridge+southbridge)
- **Bus** : transport de l'information
- **Horloge** : coordination temporelle (exp. 3,2 GHz)
- **BIOS** (Basic Input-Output System) : contient le programme de démarrage ("amorçage")

+ choix : composant fixe (soudé) ou amovible (enfiché) →

- Circuit sonore ← ou carte son sur connecteur PCI
- Circuit graphique ← ou carte graphique sur connecteur spécifique
- etc.

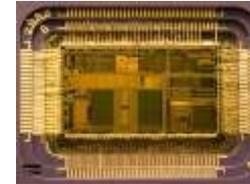
Tendance actuelle
intégration du son et du graphique au processeur

Composants enfichés sur la carte-mère

1°) (micro)Processeur = CPU

AMD (Athlon, Sempron, Phenom, ...)

Intel (Celeron, Pentium, Core, ...)



ARM

- Processeurs multicœurs
- Mémoire cache de niveau 1, 2, ...

Composants enfichés sur la carte-mère (suite)

2°) Mémoire vive (RAM) :

"barrettes" de 1, 2, ... GB

différents types (actuellement DDR SDRAM)

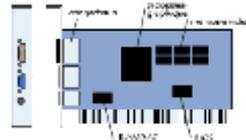
mémorisation des données de fonctionnement

perte des données après extinction de l'ordinateur



3°) Carte graphique (sur connecteur PCI express*)

haut de gamme pour jeux (ATI, NVidia, ...)



4°) Sur les connecteurs PCI express...

- tout autre composant standard !

* PCI express : communication directe entre périphériques (sans passer par le processeur)



5°) Sur les connecteurs SATA*

+ "nappe" (cordon) double connexion

→ pour les unités de masse

- conservation des données après extinction de l'ordinateur
- lecture de données permanentes

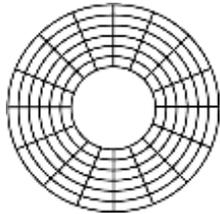
!!! Les unités de masse sont des périphériques → externe possible

Composants connectés à la carte-mère (par un câble)

6°) Disque dur

Support magnétique (sauf HD SSD)
 Taux de transfert: env. 100 MB/s
 T.A.M.: env. 3 à 15 ms (env. 0,05 ms pour RAM)

Plateau / pistes concentriques / secteurs



+ Connecteur "floppy" = 1,44MB

29

© 2016 - A. Sigayret

Variante : SSD (solid-state drive)

Mémoire Flash NAND ou NOR
 Taux de transfert: env. 500 MB/s
 T.A.M.: env. 0,1 ms

Problématique de l'écriture/effacement multiple (TRIM)



30

© 2016 - A. Sigayret

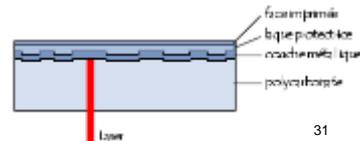
7°) Lecteur optique (laser) de disque numérique

Lecture + Ecriture

+ CD-ROM (read only) 650MB ← musique
 + CD-R (write once)
 + CD-RW (read-write)
 Taux de transfert: 6 MB/s pour un 40x
 T.A.M.: env. 70 ms

+ DVD (read-only) 4,5GB (par face, par couche) ← films
 + DVD+R -R (write once)
 + DVD-RW (read-write)
 Taux de transfert env. 1,5MB/s
 T.A.M. env. 140 ms

+ BLU-RAY ...



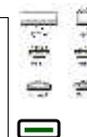
31

© 2016 - A. Sigayret

Connecteurs sur la carte-mère pour périphériques externes

- + Connecteur USB (universal serial bus)
 → clé USB: mémoire de masse (technologie Flash)
- + Pour micro, pour casque
- + pour réseau
- + Connecteur de l'écran sur la carte graphique (VGA / DVI / (HDMI) / ...)
- + Connecteurs possibles sur cartes connectées au PCI-Express

USB : un connecteur universel en pleine évolution
 - v.1 (1996) : 1,5 MB/s, 5V≤2,5W → connecteurs A & B
 - v.2 (2000) : 60 MB/s + OnTheGo
 - v.3.0 (2008) : 500 MB/s → variante du micro-B
 - v.3.1 (2014) : 1,2 GB/s, {5V≤10W, 12V≤100W, 20V≤100W}
 → connecteur C réversible



32

© 2016 - A. Sigayret

Périphérique interne ou externe : quel choix ?

Interne : généralement moins cher et plus rapide, format imposé
ex. modem RTC, carte réseau, carte Wifi

Externe : indépendant de la machine, transportable
ex. modem ADSL, clé Wifi, clé USB



© 2016 - A. Sigayret

33

3. Un ordinateur démarre...

1°) Exécution du programme du BIOS* :

Quels composants présents ? Fonctionnement ?
défaillance ? → bip...

2°) Lecture du "secteur de démarrage" (MBR*) du disque dur principal :
Quel S.E. présent ?

3°) Le S.E. prend la main (et passe en mode graphique ?)

Une fois le système d'exploitation lancé, celui-ci prend le contrôle total de la machine et sera l'intermédiaire obligé de tout programme souhaitant réaliser une action.

Processus :

« Instance élémentaire d'un programme en cours d'exécution. »
- processus du S.E. / d'une application / d'un périphérique
- utilisation du processeur / de la MEV / ...

© 2016 - A. Sigayret

* BIOS remplacés par l'UEFI

34

4. Fonctionnement d'un S.E.

Deux niveaux :

(1) Gestion

- du matériel
 - pilotes (drivers) *standardisation connexionnelle mais diversité et variété*
- de la mémoire vive (centrale)
- de la mémoire de masse
- des processus (allocation des ressources, ordonnancement...)
- des applications (#programmes #logiciels)

(2) Interface (dialogue) avec l'utilisateur (clavier, souris, écran)

- mode texte en "ligne de commande" ?
- environnement graphique (fenêtré) ?
 - MS Windows / MS DOS (→ Exécuter / "cmd")
 - Mac OS X Aqua / ...
 - Linux {KDE, GNOME,...} / "Shell"
 - Unix : Xwindows / "Shell"

+ interface tactile de l'environnement fenêtré ?

+ Applications fournies avec le systèmes (intégrées ou accessoires, ...)

© 2016 - A. Sigayret

35

Gestion des processus / des utilisateurs

+ **Mono/multi-tâche** : le système peut-il ...

- maintenir plusieurs applications ouvertes en même temps ?
- exécuter en tâches de fond des applications ?

Une application défaillante perturbe-t-elle les autres ?

+ **Mono/multi-utilisateur** : chaque utilisateur a-t-il ...

- son espace de travail personnalisé ?
- son espace de sauvegarde ?

Les espaces des utilisateurs sont-ils protégés, sécurisés ?

+ **Sécurité et stabilité**

Les dossiers et fichiers du S.E. sont-ils protégés, sécurisés ?
Le système est-il stable au démarrage, en fonctionnement ?
L'ajout de fonctionnalités/applications maintient-elle la stabilité ?
Ex. FreeBSD: ≥8ans, Windows XP: ≥6mois

© 2016 - A. Sigayret

36

Classification fonctionnelle

- + **Mode différé** : Traitement par lots
 - mode originel : cartes perforées
 - cf mode script des S.E. modernes

Parallélisation possible ?

- + **Mode transactionnel** : échange de messages, pas de commandes

- + **Mode conversationnel** : Dialogue avec l'utilisateur

Niveau du dialogue, Ergonomie ?

- + **Mode temps réel** : Dialogue machine-périphériques
 - systèmes embarqués
 - systèmes de contrôle à distance

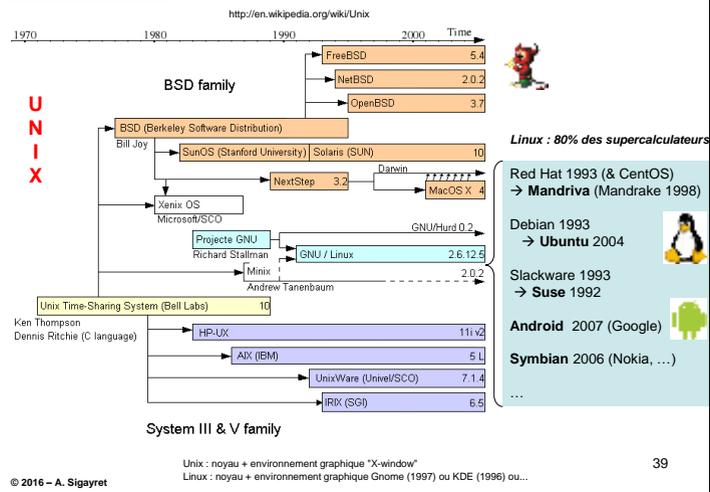
Synchronicité, réactivité, robustesse ?

5. S.E. : historique

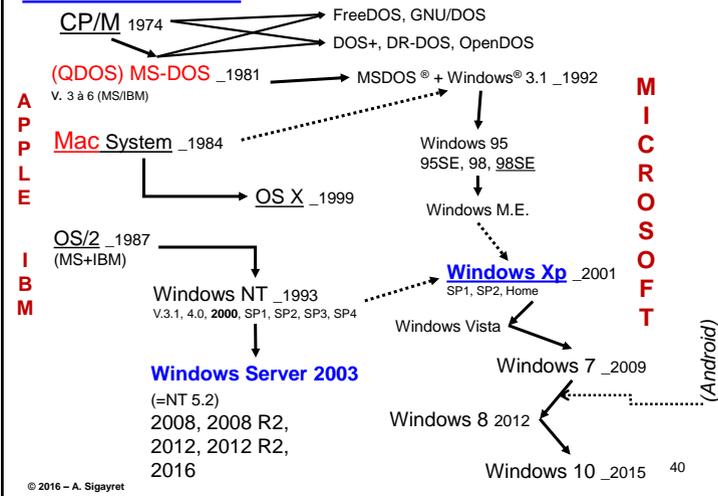
Diversité historique des S.E.

- 1°) 1946-1970 : Ordinateur central (*mainframe*)
 - un S.E. par type de machine
 - encore utilisé : IBM Z-series 64b sous Z/OS (← MVS)
- 2°) Années 1970 :
 - UNIX (Bell Labs, 1969) :
 - + un S.E. unique
 - + tendances centrifuges
 - + norme POSIX : un recentrage d'Unix
 - micro-ordinateurs
 - interface graphique (Xerox, 1974)
- 3°) A partir de 1981 : bataille des S.E.
 - IBM PC (1981) + DOS (QDOS) puis Windows
 - ou Apple MacOS (1984) puis OS X ?
 - Unix ou BSD (1977, noyau AT&T) ?
 - GNU/Linux (1983,1991) ou Unix ?
 - Android ou IOS ou Linux ?
- 4°) XXIe : le S.E. dans les nuages ?
 - Machines virtuelles (VM), Réseau privé (VPN), ...

d'Unix à Linux



Alternatives à Unix



Situation actuelle

Ordinateur personnel :

- BSD : diffusion confidentiel
→ Apple : OS X, IOS (convergence)
- Linux : diffusion limité
→ Google : Android (surcouche propriétaire)
- Windows : une évolution contrastée
← 90% des ordinateurs personnels



→ Windows 10 ?
(+Cortana, +Spartan)

"Mainframes" :

- 2000 : ~95% Unix, ~5% Linux
- 2015 : ~ 5% Unix, ~95% Linux (dont RedHat)
transactionnel (banques) : Z/OS + Cobol

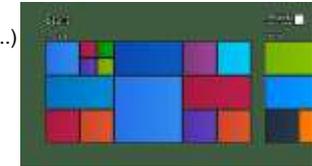
© 2016 - A. Sigayret

41

Quel avenir ?

Quelle interface (boutons, cadres, tuiles, ...)

- ← Téléphones mobiles
- ← Tablettes



→ **Nouvel apprentissage !**

Centralisation ?

- ← "Ferme" de PC
- ← Terminaux (#clients légers) + Serveur
- ← Dans le "Cloud" : données ? S.E. ? ...
- ← Machines/Systèmes virtuels
- ← Parallélisme / Répartition

- Ergonomie ?
- Coût de formation ?

User experience
(ergonomie, émotion, technique, ...)

© 2016 - A. Sigayret

42