

SÉANCE SYSTÈMES : FONCTIONNEMENT D'UN ORDINATEUR, DU COMPOSANT AU LOGICIEL

Objectif : Comprendre dans les grandes lignes le fonctionnement d'un ordinateur et de ses périphériques en vue de pouvoir juger techniquement une configuration. Acquérir des connaissances de base sur la partie logicielle (système d'exploitation et applications). Savoir trouver, trier, ouvrir, étiqueter (extension et métadonnée), archiver ses fichiers informatiques. Savoir détecter une panne simple.

Principe de base d'un ordinateur : Un ordinateur utilise des composants physiques (cartes, périphériques) afin de faire fonctionner un noyau système contrôlant les différents composants physiques. Le système d'exploitation (noyau + système de fichier + interface) fournit l'environnement adéquat permettant de faire fonctionner des programmes ou logiciels.

A - Historique et principes de base

Histoire : Plusieurs inventions successives ont été requises pour concevoir les automates reprogrammables que sont les ordinateurs. Automates, ils effectuent des tâches de manière autonome selon un schéma préconçu par une succession d'instructions appelée programme. Le caractère « reprogrammable » rend possible le changement de ces instructions. Historiquement, les premières machines reprogrammables sont des orgues à musique dont les cylindres crantés stockaient la partition (boîte à musique)ⁱ. Les premiers métiers à tisser ont repris le principe des cylindres pour produire des motifs sur un tissu, et l'invention du métier Jacquardⁱⁱ (1801) utilisant des cartes perforéesⁱⁱⁱ (plus compact) en ont étendu les possibilités. Les premières calculatrices mécaniques (pascaline^{iv}, ou marble adding machine^v), combinées avec les possibilités de stockage des programmes par carte perforées sont à l'origine de l'invention de l'ordinateur. Les ordinateurs ont fonctionné avec des cartes perforées jusqu'à la fin des années 1970, pour être remplacé par d'autre support de stockage magnétique.

Machine de Turing : Modèle abstrait du fonctionnement des appareils mécaniques de calcul permettant sur le principe de réaliser n'importe quel algorithme. Elle comportant quatre éléments :

- Un « ruban » infini avec des cases numérotées constituant une mémoire
- Une tête de lecture/écriture permettant de lire et d'écrire sur le ruban
- Un registre d'état indiquant l'état courant de la machine (un nombre par exemple)
- Une table d'action qui indique à la machine qu'écrire sur le ruban, comment déplacer la tête de lecture (nombre de case vers la gauche ou la droite), quel est le nouvel état en fonction du symbole lu sur le ruban et de l'état courant de la machine.

Une machine de Turing en légo a été construite par l'école normale supérieure de Lyon^{vi}.

Portes logiques : Permettent des opérations logiques simples entre des valeurs booléennes (vrai/faux), par exemple les fonctions OU, ET, NON, NAND, etc. Ces portes logiques peuvent être réalisées avec des dominos^{vii} à des fins pédagogiques, avec des systèmes mécaniques, des tubes à vide, ou des transistors.

Transistor : dispositif semi-conducteur à trois électrodes actives qui permet de contrôler un courant ou une tension sur l'électrode de sortie grâce à une électrode d'entrée. Le transistor analogique est un amplificateur. Le transistor numérique est un interrupteur commandable par une autre tension (ou un courant) électrique.

B - Composants et critère de performance

Alimentation : Transforme le courant électrique alternatif à 220 Volts en courant continu à basse tension (5 Volt, voire moins sur les machines récentes afin de diminuer la production de chaleur).

Critère de performance : Un ventilateur permet de refroidir l'alimentation et sera éventuellement source de bruit. Le mauvais refroidissement d'un ordinateur est source de panne.

Carte mère : Composant central d'un ordinateur sur lequel viennent se fixer le microprocesseur et tous les autres périphériques ou cartes par l'intermédiaire de différents bus internes (PCI, PCI Express) ou externes (E-SATA, USB, HDMI).

Critère de performance : La fréquence des bus, le nombre et la variété des connectiques ou bus doivent être choisis en rapport à l'usage souhaité.

Microprocesseur ou CPU (Central Processing Unit):   un ou plusieurs cœurs, c'est le composant où s'effectuent la plupart des « calculs ». C'est un automate programmable : Il comprend une unité arithmétique et logique (UAL) pour réaliser des calculs (additions, opérations logiques) et une unité de contrôle (UC) qui prend des instructions dans la mémoire, les attribue à l'UAL et agit de façon appropriée selon le résultat des calculs.

Critère de performance : Le nombre de cœur, la fréquence d'horloge et la consommation énergétique du processeur (pour la durée de vie de la batterie).

Périphériques :  cran (résolution en pixel horizontaux et verticaux, fréquence de rafraîchissement, mat ou brillant), clavier (AZERTY, QWERTY, remplaçable ?), souris, webcam (résolution, fréquence d'acquisition), microphone, etc.

Cartes : composants permettant des fonctions spécifiques, par exemple :

- La carte son convertissant des données binaires en signal analogique (et réciproquement),
Problèmes éventuels : câble avec fuite de courant (la masse est connectée au signal)
- La carte réseau permettant les communications entre ordinateur (par Ethernet ou wifi),
Problèmes éventuels : canaux wifi saturés, deux ordinateurs avec adresses réseau identiques
- La carte graphique (GPU = Graphic Processing Unit) permettant la décompression en temps réel des vidéos, les rendus 3D, etc.

Mémoire volatile : mémoire cache (proche du processeur), mémoire RAM = Random Access Memory (mémoire volatile nécessitant de l'énergie pour garder l'information).

Critère de performance : la capacité mémoire et fréquence d'accès

Mémoire permanente : disque dur ou HDD = Hard Drive Disk, lent pour les disques magnétiques, plus rapide pour les SSD = Solid State Drive mais de durée de vie plus courte.

Critère de performance : La capacité de stockage (en Go ou To = 1000 Go) et la vitesse d'accès (liées au nombre de tour par minute pour les disques magnétiques). Attention les disques durs magnétiques sont sensibles aux champs magnétiques des aimants ou électroaimants.

Durée de vie des supports (classés par ordre chronologique d'invention) :

- 1) Disque dur magnétique → 80% des disques durs du marché survivent en moyenne quatre ans
- 2) Bande magnétique (disquette) → supérieure à 20 ans si au sec et sans champ électromagnétique.
- 3) CD/DVD gravé ou pressé → entre 5 et 15 ans
- 4) Mémoire flash (USB, SSD) → 10 000   100 000 écritures (beaucoup plus en lecture) → qq années
- 5) Disque magnéto-optique → plusieurs dizaines d'années

C - Les systèmes d'exploitation (OS)

DÉFINITIONS

Bios : Basic Input Output System est un ensemble de fonctions contenues dans la mémoire ROM (Read Only Memory) de la carte mère d'un ordinateur permettant d'effectuer des opérations de base lors de sa mise sous tension, par exemple l'identification des périphériques d'entrée/sortie connectés, la lecture d'un secteur sur un disque et le démarrage du système.

Système d'exploitation ou « operating system » en anglais comprenant :

- un noyau : au démarrage, il détecte les différents composants d'un ordinateur et les fait interagir entre eux. Après le démarrage, il gère les différents programmes en cours d'exécution appelés processus.

Problèmes  ventuels : Fort ralentissement dus à certains processus utilisant toute la capacité CPU (en privant l'OS) ou toute la mémoire vive disponible (obligeant l'OS à écrire sur le disque dur).

- un système de fichier : il indique comment sont encodées par le noyau les informations traitées par les programmes (création, destruction des fichiers ou répertoires, droit d'utilisation = lecture/écriture/exécution des fichiers). La table de partition indique comment est découpé un disque dur physique en « partitions » (système FAT32, EXT3, NTFS, etc.).

Problèmes  ventuels : Un système de fichier inapproprié (OS dépendant) peut entraîner des incompatibilités ou non interopérabilités rendant impossible la lecture ou l'écriture des données sur des disques (interne ou externe, USB, carte mémoire de téléphone ou appareil photo).

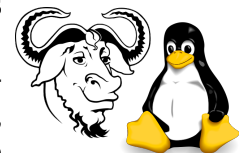
- une interface utilisateur : elle renvoie à l'utilisateur le résultat des programmes soit sous une forme textuelle (DOS, terminal Linux), soit sous forme graphique (fenêtre du programme)

Problèmes éventuels : plantage de l'interface graphique (surchauffe GPU, problème de driver pour les rendus 3D, programme ou jeu trop gourmand en ressource graphique)

Administrateur système : personne responsable du bon fonctionnement de l'ordinateur, des mises à jour et des installations/suppressions de logiciel. Il accorde des privil ges réduits aux utilisateurs, par exemple concernant l'installation de logiciel ou les droits d'accès, aux utilisateurs non expérimentés.

LES OS GRANDS PUBLICS (POUR ORDINATEURS)^{viii}

Linux : OS se pr santant sous la forme de différentes distributions (Ubuntu, Debian, Fedora, Mint, etc). Une distribution est un ensemble de logiciels (ou paquets) qui fonctionnent correctement ensembles. Ces logiciels sont disponibles sur internet dans des dépôts de logiciel, ce qui permet de contrôler leur provenance et de garantir la sécurité de leur utilisation. L'arbre des dépendances enregistre les programmes installés sur une machine et leurs liens entre eux, offrant une vision globale de la structure logicielle de la machine. Linux favorise l'usage du terminal : cette interface textuelle permet de lancer des programmes à l'aide de ligne de commande. Cette méthode a l'avantage de faciliter l'automatisation des tâches à l'aide de scripts regroupant une liste de commandes. Linux sépare les données (documents, photos, fichier audio, etc) et les programmes afin de protéger ces dernières (qui requièrent un mot de passe administrateur). Ceci renforce la sécurité du système et explique l'absence d'antivirus sur Linux. Le fait que les codes sources des logiciels sont ouverts (et donc consultable par tous → transparence) est également un élément clef de la sécurité sous Linux. La quasi-totalité des ordinateurs permettant au web de fonctionner tourne sous Linux, illustrant la stabilité et la sécurité offertes par ce système d'exploitation. Le symbole de GNU-Linux est le manchot ou le gnu.



Arrêter un processus : passer en mode console avec CTRL+ALT+F1, entrer « ps -e » pour lister les processus, entrer « kill 8953» où 8953 est le numéro du processus à arrêter.

Le paquet « htop » fournit une alternative très simple pour suivre et tuer les processus (touche k).

Windows : OS facile d'accès, car très visuel comme son nom l'indique. Les interactions et le paramétrage se font essentiellement en utilisant des clics sur des boutons apparaissant dans des fenêtres. Les logiciels s'installent à l'aide de programme d'installation qui vont modifier des données dans la base de registre qui regroupe tous les paramètres sur la machine. L'installation d'un logiciel s'accompagne de la création d'un raccourci de désinstallation afin de supprimer toutes les modifications qui ont été faites lors de l'installation (dans le registre, installation de librairie, raccourcis du menu démarrer). Il est possible de lancer des programmes .exe n'ayant aucune dépendance (librairie ou autre programme) même si le programme n'est pas installé offrant beaucoup de souplesse pour l'utilisation de nouveau programme. Cependant, ceci est associé à l'existence de plus de faille de sécurité, encore compliqué par le fait que les codes sources sont propriétaires et donc non consultables. Le symbole de Windows est une fenêtre avec 4 vitres de couleurs différentes.

Arrêter un processus : Ouvrir le gestionnaire des tâches avec CTRL+ALT+SUPPR, chercher le processus posant problème dans la liste (usage mémoire ou CPU), le sélectionner et terminer.

Mac OS X : surcouche d'Unix spécialement adaptée aux ordinateurs conçus par la société Apple. Le choix est d'adapter au maximum le logiciel aux composants physiques de l'ordinateur afin d'améliorer les performances (durée de la batterie, performances globale, etc). L'Apple Store est un équivalent du dépôt de logiciel de Linux, même si il est possible de télécharger des logiciels édités par des compagnies privées sur le site de l'éditeur. Ces logiciels sont signés ce qui offre des garanties quant à la sécurité des logiciels sans pour autant atteindre le niveau de sécurité offert par Linux. La philosophie de Mac OS X tend à supprimer l'usage de l'explorateur de fichier (arborescence des fichiers et répertoires sur un disque dur). L'utilisateur ouvre le logiciel adéquat, par exemple itune, et explore ses fichiers (ex : ses musiques) dans ce logiciel spécialisé sans se préoccuper de leur emplacement. Les labels offrent la possibilité de regrouper des fichiers par catégorie de manière transversale entre différent logiciels. Le logo d'Apple est la pomme croquée.

Arrêter un processus : ALT+clic droit sur l'icône dans le dock, puis Forcer à quitter.

LES GRAND OS POUR SMARTPHONE

Android : basé sur le noyau Linux et développé par Google/Alphabet, applications sur le playstore

iOS : basé sur mac OS X, développé par Apple, application sur l'appstore

Windows mobile : basé sur le noyau de Windows NT, développé par Microsoft, application sur Windows store

Autre OS : BlackBerry OS, Symbian Nokia, Linux

D - Les logiciels et programmes

DÉFINITIONS

Programme : suite d'instruction pré-déterminées destinées à être exécutées de manière automatique en vue d'effectuer des travaux, des calculs arithmétiques ou logiques, ou simuler un déroulement.

Logiciel : ensemble d'informations relatives à des traitements effectués automatiquement par un ordinateur. Cela inclut les instructions de traitement, regroupées sous forme de programmes, des données et de la documentation du logiciel.

DU CODAGE À L'EXÉCUTION D'UN PROGRAMME

Langage de programmation : Les programmes sont écrits dans un langage intelligible par l'homme comprenant des mots du langage courant (IF, FOR, WHILE, END, etc.). Tout comme les langues parlées ont une grammaire, les langages de programmation sont régis par une syntaxe définissant le langage. Exemple de langages : Fortran, C++, Python, etc.

Code sources : Fichiers de texte permettant l'écriture et la modification du programme dans un langage donné. Des sources suffisamment commentées facilitent la lecture du code et sa mise à jour.

Compilation : Consiste à transformer un code source écrit dans un langage de programmation (C/C++, Java, etc) en un autre langage appelé langage machine (assembleur). Une fois la compilation terminée, un fichier exécutable adapté au mieux à l'ordinateur cible est produit. Noter que les compilateurs sont eux-mêmes des programmes qu'il faut installer.

Problèmes éventuels : Le non-respect de la syntaxe engendre des erreurs de compilation ou bugs.

Exécutable : Fichier binaire (succession de 0 et 1 illisible par l'homme) pouvant être exécuté afin de réaliser la succession d'instructions écrites dans les sources.

Problèmes éventuels : Lancer un fichier exécutable requiert de pouvoir conférer au fichier des droits d'exécution.

Librairie : L'exécution ou la compilation requiert parfois des bibliothèques afin d'alléger les programmes. Les bibliothèques sont des composants des programmes, par exemple des sous-programmes, partagés par plusieurs programmes évitant de devoir programmer à nouveau des fonctions déjà programmées par d'autres.

Problèmes éventuels : L'absence des bibliothèques requises peut expliquer le non fonctionnement d'un

logiciel.

MODÈLE ÉCONOMIQUE DU LOGICIEL LIBRE

Le logiciel libre a été inventé pour éviter l'accaparement des codes sources par des personnes ou entreprises n'ayant pas ou peu contribué au développement mais ayant eu accès au code. Avec une licence libre, le code source devient un bien commun géré par une communauté de développeur. Les grands groupes de l'internet (GAFAM = Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft) sont conscients des avantages fournis par les codes libres : rapidité et mutualisation du développement, réutilisation des codes, implication d'une communauté amenant à un choix d'application plus riche pour l'utilisateur final, etc. Le modèle économique^{ix} des logiciels ou OS libres repose sur des abonnements liés au support, à l'installation et à la maintenance des systèmes d'information, sur des dépenses liées à la formation des personnels utilisant les outils, au développement de logiciels spécifiques à l'utilisateur ou de pilote garantissant la compatibilités avec des équipements (par ex : militaires ou industriels). L'utilisation de logiciels libres est une forte garantie d'indépendance dans des secteurs stratégiques (armée, espionnage, enseignement et recherche, administration, etc.) car le code est et restera disponible à l'organisme qui l'utilise.

E - Environnement de travail

FICHER (FILE), REPERTOIRE (DIRECTORY), NAVIGATEUR

Fichier : Ensemble de données présentes sur un disque (HDD, clé USB, etc) sous forme de blocs de données binaires à laquelle on attribue un nom de fichier. Il est conseillé d'éviter les caractères spéciaux (ex : accents) et espaces dans les noms de fichier. Voir [Documentation_cours] pour la gestion des versions grâce au nom de fichier dans un contexte collaboratif.

Répertoire : Un répertoire ou dossier (folder) est une boîte virtuelle dans laquelle on place des fichiers ou d'autres répertoires. Les répertoires définissent ainsi une arborescence dans laquelle on peut descendre jusqu'à la racine (= répertoire contenant tous les fichiers et répertoires du système de fichier) ou monter jusqu'aux répertoires qui ne contiennent plus que des fichiers.

Raccourci : lien vers un fichier (ou un programme) permettant d'accéder au fichier d'un emplacement différent de l'endroit où le fichier se trouve réellement.

Chemin d'accès : liste des dossiers à parcourir pour atteindre un fichier.

Désignation d'un fichier : est donnée par son chemin d'accès et son nom. Exemple :

/home/Alex/PIX/cours/pix_systemes_cours.odt (Linux) ou D:\Perso\pixsystem.odt (Windows)

Libellés : tags permettent d'organiser des fichiers de façon plus souple que les dossiers, car on peut associer plusieurs libellés à un même fichier alors qu'on ne peut le mettre que dans un seul dossier. Les libellés forment au final une base de donnée permettant de trier les fichiers.

Métadonnée : information sur un fichier (ou répertoire) indiquant le poids du fichier (= espace occupé sur le disque), la date de création, le propriétaire ayant les droits de lecture / écriture / exécution, la dernière personne ayant modifié le fichier, etc. Il existe deux types de métadonnées : celles produites par le système d'exploitation, accessibles par clic droit > propriété (pomme + i sous Mac OS X), et celles produites par un logiciel et généralement accessibles via le logiciel.

Navigateur de fichier : Interface graphique ou textuelle permettant de visualiser le contenu du système de fichier et d'y naviguer.

Format de fichier : décrit la façon dont l'information (son, images, texte) est codée dans un fichier.

Extension : groupe de caractères précédé d'un point apparaissant à la fin d'un nom de fichier.

MonFichier.txt → L'extension est ici « txt ». L'extension indique le format de fichier : Changer l'extension ne change pas le format de fichier. L'extension permet de définir un logiciel par défaut pour ouvrir chaque type de fichier.

Compatibilité : Possibilité qu'offre un logiciel d'ouvrir des formats de fichier qui ont été définis par d'autre éditeur de logiciel (standard de fait). Ex : Libreoffice permet d'ouvrir des .docx de la suite MS Office qui est le logiciel de bureautique (le plus utilisé) de Microsoft.

Interopérabilité : Capacité que possède un produit ou un système à fonctionner avec d'autres

produits ou systèmes existants ou futurs et ce sans restriction d'accès ou de mise en œuvre. Cela suppose la définition de normes ou de standards. Ex : le port USB fonctionne quel que soit l'OS.

ARCHIVAGE

Compression : technique permettant de stocker des informations en occupant le moins possible d'espace disque. Cette technique exploite la redondance présente dans les informations à stocker. Une compression sans perte permet de retrouver les données de départ à l'identique après décompression.

Archive : Ensemble de fichiers ou répertoires qui ont été compressés et regroupés dans un seul fichier appelée archive. Les archives portent les extensions : zip, rar, tar, tgz, tar.gz, 7z ...

Gestionnaire d'archive : Logiciel permettant de compresser des fichiers dans une archive ou de décompresser une archive.

Lire une archive : Ne pas confondre la fenêtre du gestionnaire d'archive et celle du navigateur de fichiers. Lorsque vous double-cliquez sur une archive pour l'ouvrir, vous démarrez le gestionnaire d'archive par défaut. Vous pouvez alors **uniquement lire** les fichiers présents dans l'archive. Mais ces fichiers ne sont pas modifiables, car ils ne sont pas sous forme décompressés sur le disque dur.

Modifier le contenu d'une archive : Il faut avant tout décompresser l'archive ! Sous Linux, cliquer droit sur le fichier archive > extraire ici. Vous trouverez alors le contenu de l'archive dans le répertoire où se trouve l'archive.

RECHERCHE DE FICHIER

Une bonne utilisation de l'outil informatique suppose de maintenir un minimum d'ordre dans le système de fichier (a minima pour les répertoires contenant vos fichiers importants).

Conseil : Organisez-vous en amont ! Lorsque vous utilisez un nouvel ordinateur, créez un certain nombre de répertoires permettant de séparer les fichiers selon vos activités dans la vie courante.

Recherche de fichier : Outil permettant de retrouver des fichiers lorsqu'on ne retrouve plus son emplacement dans le système de fichier. La recherche peut porter sur le nom du fichier, la date de création, ou d'autre métadonnée (voire sur le contenu).

Indexation : tâche exécutée régulièrement par un outil de recherche de fichier afin de préparer et accélérer les futures recherches de fichier. Cette tâche produit une table d'indexation ayant fait en quelque sorte un tri de leurs contenus. L'indexation produit l'équivalent d'une base de données décrivant les fichiers.

Problèmes éventuels : l'indexation est un processus actif en tâche de fond et peut ralentir fortement le fonctionnement normal de l'ordinateur si vous travaillez en même temps.

GAGNER DU TEMPS GRÂCE À L'INFORMATIQUE

L'informatique doit vous faire gagner du temps en comparaison à la réalisation de la même tâche sans outil informatique. Si tel n'est pas le cas, c'est que vous n'utilisez pas le logiciel ou l'outil adapté à la tâche en question.

Clicodrome : Terme attribué à certains outils informatiques qui forcent l'utilisateur à effectuer de nombreux clics lors de l'exécution d'une tâche informatique. Ces outils souffrent en général de l'absence de raccourcis claviers simples ou de possibilités d'écrire des scripts d'instruction pour automatiser une tâche, voir [programmes_cours]. Lors de votre vie professionnelle, veillez à être impliqué dans l'élaboration des outils informatiques qui seront destinés à votre usage.

- i) Steven Johnson, *The playful wonderland behind great inventions*, TED talk 2016, [URL](#)
- ii) Article wikipedia, *Métier Jacquard*, [URL](#)
- iii) Article wikipedia, *Cartes perforées*, [URL](#)
- iv) Article wikipedia, *Pascaline*, [URL](#)
- v) Matthias Wandel, *Binary marble adding machine*, Site personnel, [URL](#)
- vi) ENS Lyon et INRIA, Projet pédagogique RUBENS, Machine de Turing en LEGO®, [URL](#)
- vii) Article wikipedia, *Domino computer*, [URL](#)
- viii) Article wikipedia, Berkeley Software Distribution (BSD), [URL](#), voir le diagramme sur la généalogie des systèmes Unix
- ix) Association Francophone des Utilisateurs de Logiciels Libres (AFUL), *Modèles économiques liés aux logiciels libres*, [URL](#)