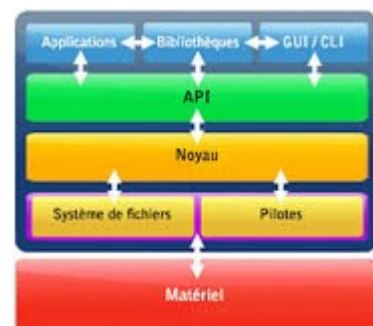


Systemes d'exploitation

Table des matières

1. À quoi sert un système d'exploitation ?.....	2
2. Rôles du système d'exploitation.....	2
3. Représentations du système d'exploitation d'un ordinateur.....	3
3.1. Représentation statique par les programmes.....	3
3.2. Représentation dynamique par les processus.....	4
4. Processus et processeurs.....	4
5. Conclusion.....	5
6. Glossaire.....	5

Lorsque je lance une application de lecture d'une vidéo, les images apparaissent à l'écran et du son sort des haut-parleurs. Et en même temps mon lecteur de mail me prévient de l'arrivée d'un nouveau message auquel je peux répondre, en entrant du texte au clavier, sans avoir à quitter mon lecteur vidéo (ce qui m'obligerait peut-être à recommencer la lecture depuis le début alors que je vais enfin savoir comment le héros va s'en sortir !?). Comment une application peut-elle interagir avec les périphériques matériels ? Comment deux applications peuvent-elles tourner en même temps sur un seul processeur ? C'est grâce au système d'exploitation, une couche logicielle intermédiaire entre la couche applicative et la couche matérielle, que nous vous proposons de découvrir en trois concepts clé...



1. À quoi sert un système d'exploitation ?

On se moque de Monsieur Jourdain qui faisait de la prose sans le savoir. Mais en utilisant un ordinateur ou une tablette, vous déclenchez sans le savoir un flot de programmes souterrains, ceux du système d'exploitation, dont les rôles importants vous demeurent cachés.

L'informatique est une science jeune, avec beaucoup d'aspects techniques et une forte compétition industrielle. Aujourd'hui, il existe un système d'exploitation dans chaque ordinateur, tablette, téléphone portable, et plus généralement tout objet numérique, avec sur le marché des dizaines de systèmes d'exploitation différents. Dans leur nom, on trouve souvent le sigle OS pour **Operating System**, en anglais. Même si les constructeurs utilisent des noms différents pour se démarquer de leurs concurrents, on retrouve dans tous les systèmes d'exploitation des aspects communs et des invariants.

D'un ordinateur ou d'une tablette, on voit d'abord l'écran et le boîtier qui enferme le matériel informatique — processeurs, mémoires et canaux d'entrées-sorties —, mais c'est le logiciel qu'il contient que l'on utilise.

La programmation directe de l'ordinateur est laborieuse. La machine, construite sur le modèle de Von Neumann, est universelle. Toutefois, le langage qu'elle reconnaît, composé d'instructions et de données, toutes codées en binaire, est très difficile d'emploi. Le système d'exploitation vient alors au secours de l'utilisateur, en lui permettant d'exploiter l'ordinateur mieux qu'en langage machine. Mais il fait plus que cela.

2. Rôles du système d'exploitation

Le but d'un système d'exploitation est de rendre aisée l'utilisation de l'ordinateur par chacun, comme s'il s'agissait d'une machine fictive, sa « machine virtuelle », qui aurait été construite pour lui. Le système fournit un accès commode et ergonomique, par exemple avec un écran comportant des fenêtres multiples et une interface graphique. Aujourd'hui, en 2015, il peut aussi y avoir une interface tactile ou sonore.

Le système assure le stockage de programmes et de données de toutes sortes — textes, images, vidéos, films — dans des fichiers préparés par l'utilisateur ou chargés depuis des supports externes ou via le réseau. Idéalement, ce premier rôle de gestion de l'information et des fichiers doit permettre à l'utilisateur de n'avoir à préciser que les aspects logiques de son travail

Le second rôle du système, le contrôle d'exécution, consiste à gérer au mieux les ressources — matérielles et logicielles — qui sont nécessaires pour lancer et suivre l'exécution des applications locales ou distantes. Le système s'occupe ainsi des aspects technologiques et des contraintes d'utilisation des ressources partagées, qu'elles soient attribuées à tour de rôle, comme le sont le processeur et l'imprimante, ou divisées, comme le sont la mémoire et l'écran.

Ces deux rôles doivent être pérennes. Pour cela, le système d'exploitation assure — et c'est là son troisième rôle — la sécurité de fonctionnement en cas de panne d'origine interne (matérielle ou logicielle) ou d'agression provenant d'un environnement de plus en plus ouvert (le réseau). Il sauvegarde automatiquement les travaux en cours et veille à permettre le redémarrage après une panne. Il doit aussi rendre possible une évolution matérielle (changement dans la configuration matérielle) ou fonctionnelle (mise à jour et ajout de programmes).

Ces rôles sont remplis par des services décrits dans les programmes du système d'exploitation ; l'exécution de ces programmes — et donc des services — est accomplie par les processus du

système d'exploitation.

Un programme est une entité passive, décrivant une suite d'instructions. Un processus est son pendant dynamique, une entité active qui représente l'exécution de cette suite d'instructions par l'ordinateur.

3. Représentations du système d'exploitation d'un ordinateur

Un système d'exploitation peut être considéré selon deux points de vue :

- une vision « statique » qui correspond à l'empilement hiérarchique de ses programmes,
- une vision « dynamique » qui rend compte de l'exécution des programmes par les processus.

3.1. Représentation statique par les programmes

Le système d'exploitation d'un ordinateur est un fantastique regroupement de programmes et de données qui ont été élaborés pour fournir les services requis pour chacun des rôles cités précédemment. Ces informations sont empilées astucieusement en couches qui reflètent la forte structuration de la construction : au niveau le plus bas, on trouve les programmes du noyau qui matérialisent les principes sur lesquels est fondée la construction du système, puis les programmes qui pilotent l'accès au matériel ; au-dessus, dans l'ordre ascendant, utilisant parfois les programmes des couches qui leur sont sous-jacentes, viennent les services propres du système d'exploitation, les services communautaires, et enfin les programmes d'application destinés à l'utilisateur. La figure ci-dessous schématise la représentation habituelle de ces services.



Représentation statique d'un système d'exploitation, en couches.

Cet empilement structuré d'informations forme une grande base de données : les fichiers du système. Il faut y ajouter les fichiers des utilisateurs entreposés sur des supports gérés par le système d'exploitation ou accessibles à distance sur le réseau.

La rapidité des processeurs et la très grande capacité de la mémoire permettent de construire des

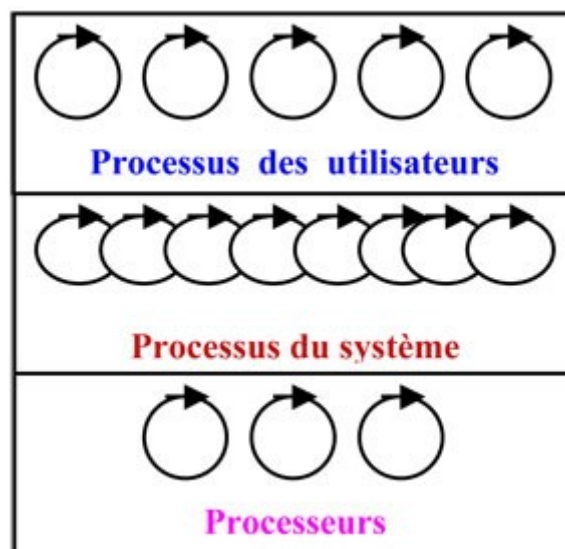
systèmes très complexes et de taille considérable qui peut atteindre une dizaine de gigaoctets. Par exemple, un système d'exploitation utilisé pour un ordinateur portable, le système d'exploitation Mac OS X 10.6, occupe environ 5 Go en mémoire auxquels s'ajoutent de 5 à 15 Go pour les bibliothèques partagées.

3.2. Représentation dynamique par les processus

De nombreux programmes du système qui ont leurs sources — codes et données — dans ces empilements de couches sont appelés à s'exécuter de façon concomitante. Ils répondent en temps réel aux besoins explicites ou implicites des utilisateurs et réagissent aux événements aléatoires provenant de l'environnement. Quelquefois c'est le même service qui est demandé simultanément par plusieurs événements ou plusieurs utilisateurs. Le système d'exploitation peut ainsi être amené à gérer l'exécution concurrente de plusieurs centaines de programmes. Le mot concurrent, polysémique, évoque à la fois la simultanéité — les programmes courent ensemble — et la compétition dans l'attribution des ressources.

Afin de repérer ces différentes exécutions concomitantes, le terme de processus a été introduit. Ce mot a été utilisé dès 1960 dans le système Multics. Il sert à identifier le déroulement d'un programme séquentiel, parmi d'autres, et le distingue du texte du programme. Voir un rappel du contexte historique de l'émergence des processus.

La figure ci-dessous schématise cette vision dynamique, qui traduit l'activité des processus. On y distingue les processus du système, à savoir les processus chargés des infrastructures et des services communautaires, et les processus créés plus spécialement pour fournir une « machine virtuelle » à chaque utilisateur. Chacun des processus est une abstraction du processeur physique.

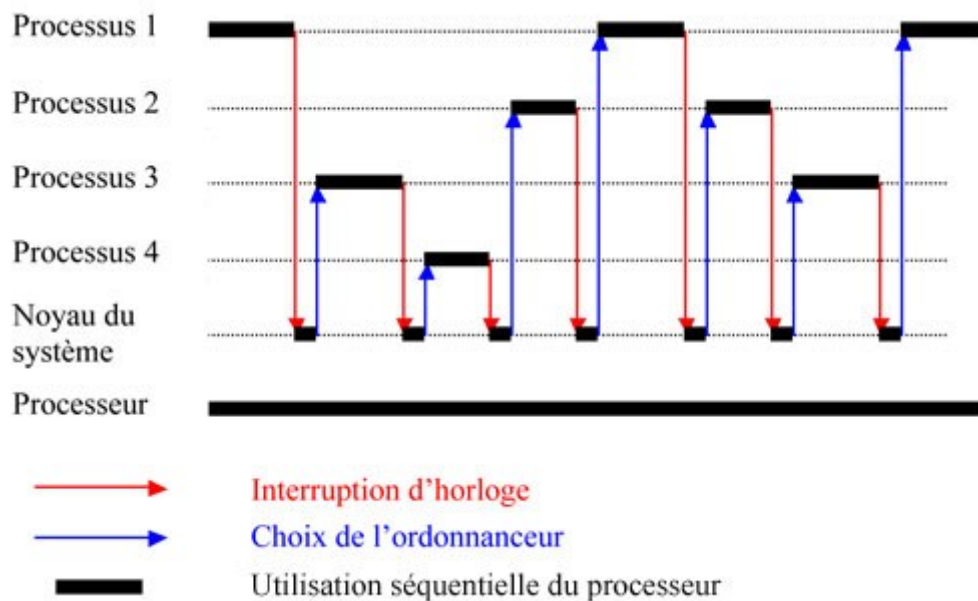


Représentation dynamique d'un système d'exploitation, en processus.

4. Processus et processeurs

La représentation dynamique fait apparaître une nuée de processus, alors même qu'il n'y a pas assez de processeurs physiques pour en attribuer un à chacun. Or les processeurs physiques ont une vitesse environ un million de fois supérieure à la capacité de réaction de l'utilisateur. Cette énorme différence de rapidité est mise à profit pour simuler le parallélisme de déroulement des programmes

en partageant les processeurs entre les processus — c'est ce qu'on appelle le pseudo-parallélisme. Le partage est rythmé par un top d'horloge qui déclenche l'interruption du processus en cours et l'attribution du processeur à un autre processus. Cette attribution est régie par un programme du noyau du système, l'ordonnanceur. La figure ci-dessous montre un exemple de partage d'un processeur (on suppose ici qu'il n'y en a qu'un) entre quatre processus déclenchés simultanément qui l'utilisent l'un après l'autre, par tranches séquentielles successives. L'attribution du processeur par le noyau consomme aussi du temps de processeur.



Partage d'un processeur prêté successivement à quatre processus.

5. Conclusion

La complexité des systèmes d'exploitation est grande, elle résulte tant du nombre et de la taille des programmes impliqués que de la multiplicité des processus et de leurs interactions. Cette grande complexité rend illusoire le « zéro défaut » ! Aujourd'hui, on continue à développer de nouveaux systèmes, tout en recherchant l'augmentation de leur sûreté de fonctionnement. Pour cela, on commence à utiliser des techniques automatiques de certification de programmes.

6. Glossaire

- Operating System (OS) : expression anglaise qui signifie "système d'exploitation". Ensemble de programmes qui gèrent l'utilisation des ressources matérielles d'un ordinateur par des applications qui y sont lancées : ressources de stockage des mémoires et des disques durs, ressources de calcul du processeur, ressources de communication vers des périphériques ou via le réseau. Le système d'exploitation accepte ou refuse ces demandes, puis réserve les ressources en question pour éviter que leur utilisation n'interfère avec d'autres demandes provenant d'autres logiciels. (Source : Wikipédia)
- Application : Une application ou un applicatif est, dans le domaine informatique, un programme (ou un ensemble logiciel) directement utilisé par l'utilisateur pour réaliser une tâche, ou un ensemble de tâches élémentaires d'un même domaine ou formant un tout. Typiquement, un éditeur de texte, un navigateur web, un lecteur multimédia, un jeu vidéo,

sont des applications. (Source Wikipédia)

- Mémoire : dispositif électronique qui sert à stocker des données (valeurs, instructions de programmes). Dans un ordinateur, il existe trois grands types de mémoire externe au processeur: la mémoire vive (RAM) (carte branchée sur la carte mère), la mémoire morte (ROM) (circuit intégré à la carte mère) et la mémoire de masse (disques durs, et autres supports de stockage périphérique). Le processeur intègre aussi plusieurs niveaux de mémoire, notamment de la mémoire cache (placée dans la puce qui contient le processeur) et les registres (internes au processeur).
- Mémoire virtuelle : mécanisme qui permet de simuler la présence d'un type de mémoire en utilisant un autre type (par exemple un disque dur). Il est utilisé par exemple pour simuler la présence de mémoire vive en utilisant de la mémoire de masse. (Source Wikipédia)
- Processus : la forme que prend un programme quand il est exécuté au sein d'un système d'exploitation. Une instance de processus comprend en général : un ensemble d'instructions (souvent copiées dans la RAM depuis le disque dur), une place, appelée espace d'adressage, réservée en mémoire vive pour stocker les données qu'il manipule, et les ressources matérielles et logicielles que le programme utilise. (Source Wikipédia)
- Ordonnanceur : composant logiciel du système d'exploitation qui est en charge d'allouer du temps processeur aux processus. Le choix du processus élu pour s'exécuter sur le processeur à un temps donné est fait par une procédure d'ordonnancement et implique de gérer les changements de contexte.