

Le coin de l'expert

ERWAN BARRET

Système de fichiers

Un changement du système d'exploitation implique souvent un nouveau système de fichiers. Mais pour tirer parti de ses origines UNIX, tout en restant compatible avec les anciennes applications, Mac OS X doit jongler entre deux méthodes de stockage : UFS et HFS+.

L'expression système de fichiers recouvre au moins deux notions. La plus courante exprime la hiérarchie des dossiers et fichiers qui constituent le contenu d'un volume. Mais c'est aussi l'un des concepts fondateurs du système d'exploitation, puisque l'on désigne ainsi les méthodes d'écriture et de lecture des données sur un volume. Pour conserver la com-

patibilité avec les applications conçues pour Mac OS 9, Mac OS X doit pouvoir travailler simultanément avec plusieurs systèmes de fichiers, les deux principaux étant HFS+ (*Hierarchical File System*) et UFS (*UNIX File System*).

Le passage de Mac OS 9 à Mac OS X sous-entend une logique cohabitation des deux systèmes, de machines exploi-

tant les deux à la fois, et de réseaux où coexistent des volumes destinés aux deux plates-formes. Dans tous ces cas, pas de choix possible : HFS+ est obligatoire. Il est la clé de l'environnement Classic, qui reste aujourd'hui encore un élément déterminant pour la plupart des utilisateurs.

Moins tenus par les problèmes de compatibilité ascendante, certains usagers ont pu franchir le pas et passer directement sur UFS. La stabilité rencontrée aurait dû être un argument décisif, mais une difficulté inattendue est apparue : certaines applications refusent de fonctionner en l'absence d'une partition HFS+ ! Ce dys-

fonctionnement, directement lié à leur conception, ne dépend pas du système. Mac OS X installé sur un système entièrement formaté en UFS accepte, en principe, toute application Cocoa, Java ou Carbon.

HFS+, POLYVALENT









Apparu avec le système 8.1, HFS+ a fait couler beaucoup d'encre à son arrivée. En six ans de bons et loyaux services, il s'est pourtant révélé stable, robuste, et apte à recevoir un système radicalement différent de celui pour lequel il avait été conçu. Malgré tout, ses limites commencent à se faire sentir. Bien que moins gourmand que son ancêtre HFS, il reste un gros mangeur de disques durs quand on le compare à UFS. HFS+ est incapable de gérer intelligemment les espaces réservés mais inutilisés.

Différence de taille avec UFS, HFS+ n'est pas sensible à la casse des caractères, bien qu'il la conserve en l'état : il traite "Article sur HFS" comme "article sur hfs", mais transmet strictement ce qu'on lui a donné. Détail peu gênant pour l'utilisateur moyen, c'est un obstacle important pour toute application serveur, le système

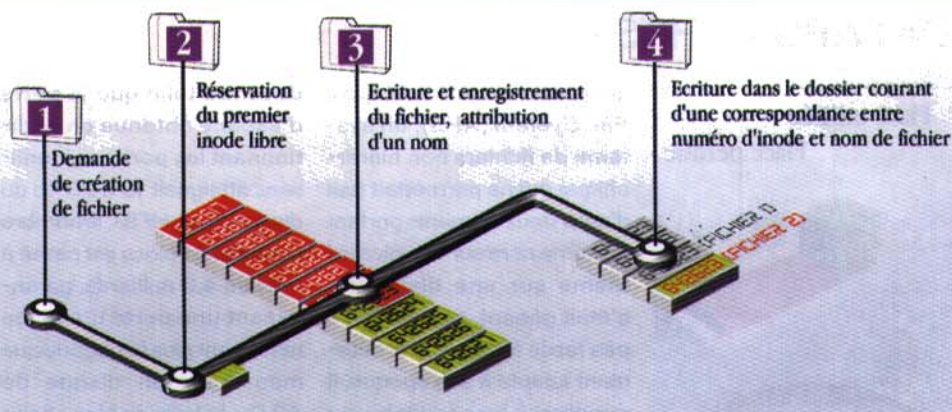
Système de fichiers

Caractéristiques

Inconvénients

 	<p>Premier système de fichiers de Mac OS. Structure linéaire, pas de hiérarchie.</p>	<p>Impossible de donner le même nom à deux éléments, quelle que soit leur position.</p>
 	<p>Premier système de fichiers hiérarchique de Mac OS. Nombre de blocs sur 16 bits, adapté aux disques de moins de 1 Go.</p>	<p>Taille de fichiers limitée ; perte de place importante à partir de 1 Go.</p>
 	<p>Créé pour faire face aux pertes de place sur les gros disques. Accepte les fichiers de plus de 2 Go. Adapté à Mac OS 8.1 et +.</p>	<p>A nécessité de nombreuses adaptations du système pour fonctionner avec Mac OS X.</p>
 	<p>Dérivé du système de fichiers de BSD. Peut cohabiter avec HFS+. Indispensable pour les applications serveur.</p>	<p>Ne reconnaît que la plage des données plus efficace mais moins souple que HFS+.</p>

Chaque système de fichiers mis en œuvre par Mac OS s'est révélé adapté à son époque. Mais si le choix logique sous Mac OS X est UFS, il sera amené à collaborer longtemps avec HFS+ pour des questions de compatibilité avec l'environnement Classic.



Sous UFS, l'enregistrement des fichiers et de leur nom sont deux opérations bien séparées. Le fichier est créé sur le disque avec un numéro d'inode séquentiel, attribué par le système. Ce sont les dossiers qui contiennent la correspondance entre numéro d'inode et nom de fichier.

ne pouvant faire preuve du même discernement qu'un humain quand il est confronté à un dilemme. Apple a dû déployer beaucoup d'ingéniosité pour éviter cet écueil. Il en existe quelques autres, comme le marqueur de passage à un dossier de niveau inférieur. Bien qu'il doive substituer un slash (/) à un deux-points (:), ou inversement, le système pâtit forcément de cette opération supplémentaire quand il doit traiter de gros volumes de fichiers.

Toujours au chapitre des différences, HFS+ enregistre des dates de modification, mais aussi de création. Si l'on est amené à vérifier à l'aide d'un outil comme Norton Disk Doctor un volume HFS+, il relève donc un nombre élevé de dates de création erronées. Ce ne sont pas des erreurs en soi, mais la manifestation de certaines incompatibilités entre HFS+ et OS X, dont le cœur est prévu pour fonctionner avec un système de fichiers UFS.

UN AUTRE MONDE

Lors de la diffusion du prototype de Mac OS X, on a pu choisir pour la première fois le format UFS. UFS s'inspire du

Fast File System (FFS) de BSD 4.4, l'UNIX sur lequel est basé Darwin, les fondations de Mac OS X. À la différence de HFS+, c'est un système qui tire profit des *flat files*, des documents à structure simple, par opposition aux fichiers Mac qui sont structurés en plages (*forks*) dont les principales sont la plage des ressources et celle des données. Qu'il soit utilisé en tant que tel ou simulé dans HFS+, le système de fichiers UNIX a une manière bien particulière d'organiser les données.

Sous UNIX, les fichiers et leur nom sont deux notions bien séparées. Les données sont stockées dans des structures appelées inodes (*Information Nodes*), gérées par le noyau. Leurs numéros de série, attribués séquentiellement et libérés à mesure que les fichiers sont détruits, comportent six ou sept chiffres sur un système moyen. Il s'agit de "nœuds d'information", par analogie avec les nœuds que l'on peut trouver sur un morceau de bois. Un inode indique notamment l'emplacement physique des données, leur taille, leur date de modification et les autorisations qui les concernent. Alors que tradition-

nellement certaines de ces informations sont contenues dans une plage propre du fichier, c'est-à-dire dans le fichier lui-même.

Le système doit bien sûr tenir à jour des listes pour faire correspondre inodes et noms de fichiers. Ces listes sont tout simplement les dossiers, chaque dossier étant le seul endroit où apparaît le nom des éléments qu'il contient. On peut afficher les numéros d'inodes correspondant à chaque élément d'un dossier à l'aide de la commande `ls -li`. Chaque volume UNIX possédant sa propre liste d'inodes, le lien entre nom et numéro d'inode n'a de sens qu'à l'intérieur d'un système de fichiers unique. C'est ce qu'on appelle un "lien en dur", et c'est un lointain ancêtre des alias de Mac OS.

Conséquence de cette structure : certains fichiers peuvent ne pas avoir de nom. Si c'est le cas, ils ne figurent dans aucun dossier et n'existent que sous la forme d'inodes, comme c'est le cas pour de nombreux fichiers employés par les protocoles de communication. Mais un inode peut aussi comporter plusieurs noms si,

en plus de son nom que l'on suppose unique, il est la cible de plusieurs liens en dur.

ENTRE DEUX CHAISES

Perdu entre deux systèmes de fichiers, Mac OS X doit jongler pour que l'utilisateur ne voie aucune différence entre eux. Une tâche plutôt rude quand il faut prendre en compte les fameuses ressources, chères à Mac OS et HFS+. Pourtant, la politique d'Apple est claire : on oublie les ressources, ou plutôt on les déplace. C'est ainsi qu'on a vu apparaître des applications Carbon organisées en paquets (*bundles*), à la manière des applications Cocoa. Les ressources sont toujours là, mais elles sont désormais rangées dans un dossier sous forme de fichier. Le Finder se charge de présenter le dossier comme s'il s'agissait d'un seul fichier, l'exécutable de l'application. Autre aspect, alors que sur Mac OS 9, les fichiers contenaient, dans la plage des métadonnées, deux codes de quatre caractères : Type et Créateur, Apple préconise désormais de se limiter aux extensions (ou suffixes) pour une meilleure reconnaissance des fichiers d'une plate-forme à l'autre.

La convivialité y perd indéniablement : ces deux codes procuraient à Mac OS 9 un avantage certain : un double clic ouvrait systématiquement un fichier dans l'application qui l'avait créée, même si d'autres logiciels étaient en mesure de générer le même type de fichier. Pour parvenir à un résultat identique avec les seules extensions de fichiers, Mac OS X doit bricoler. De plus, les puristes du Mac se retrouveront confrontés au Terminal et vont devoir s'habituer à lire et écrire des ".doc", ".txt" et autres ".htm" à la fin des noms de fichiers...

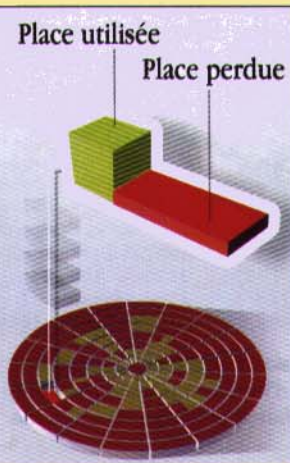
► Tant que l'on reste sur des volumes HFS+, la question des métadonnées ne se pose pas. En revanche, quand un fichier est copié sur une partition UFS, il est séparé en deux. Les métadonnées prennent place dans un fichier invisible du même nom, précédé de la mention "...". On voit s'afficher ce fichier quand on lit sur un PC un CD gravé sous OS X. À l'inverse, le Finder se charge de retransformer le contenu de ce fichier invisible en métadonnées lors d'une copie des documents d'un volume UFS à un volume HFS+. C'est encore une opération supplémentaire à ajouter aux nombreuses tâches du système...

COHABITATION DURABLE

HFS+ représente un héritage lourd à porter pour Mac OS X, mais il est probable que cela dure encore longtemps. Tant qu'Apple parvient à fournir un Finder au comportement cohérent, ce ne sont pas les disparités de performances qui feront une grande différence entre les deux systèmes de fichiers. Il ne faut pas oublier que HFS+ est un système robuste et manifestement adaptable, qui a su éviter les erreurs de certains de ses prédécesseurs, et même apporter des innovations qui manquaient à d'autres systèmes de fichiers. Au point que l'on a vu des développeurs lancer une pétition pour demander à Apple de conserver les métadonnées sous OS X !

Bien que la coexistence de ces deux systèmes de fichiers soit problématique, elle est aussi inévitable que le maintien du système Classic. Une part énorme de la base instal-

De l'AFS à l'HFS +



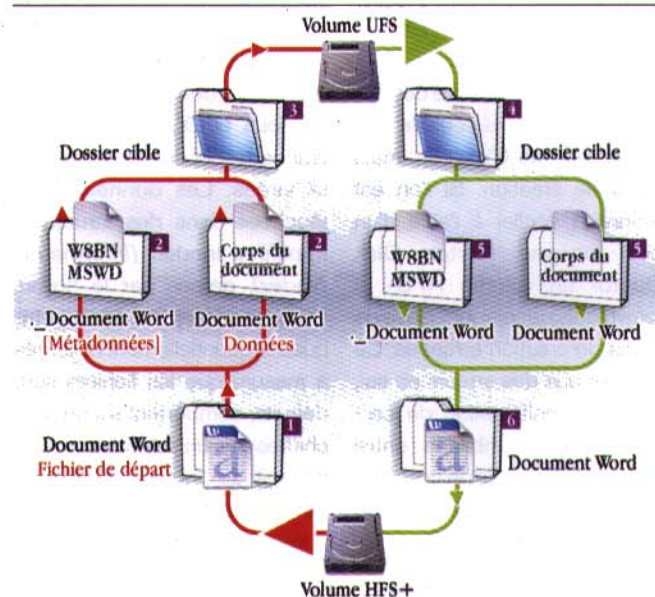
Le système HFS est handicapé par un faible nombre de blocs. Qu'un fichier en occupe un ou plusieurs, il reste de la place inexploitée. À l'échelle d'un disque découpé en gros blocs, la perte est énorme.

Après avoir abandonné le ProDOS de l'Apple II et de l'Apple II GS, les développeurs de Cupertino ont offert

au premier Macintosh l'Apple File System (AFS), un système de fichiers non hiérarchique qui ne permettait pas d'avoir deux éléments portant le même nom sur un volume ! Même sur une disquette, c'était gênant, et le HFS n'a pas tardé à suivre. Parfaitement adapté à son époque, il remplissait bien sa tâche sur les premiers disques durs, mais commençait déjà à avouer ses limites à partir de quelques centaines de mégaoctets. En effet, HFS ne sait gérer que 65 536 blocs par volume. Or, lorsque l'on sait que les données occupent systématiquement un bloc même si leur taille est inférieure à celle de celui-ci, on comprend mieux la perte de place occasionnée sur des volumes de grande capacité. Sur des disques importants, la dimension de chaque bloc

devenait telle que la perte d'espace obtenue en additionnant les portions inutilisées atteignait 10 à 20 % du disque. Avec HFS+, le nombre maximal de blocs est passé à près de 4,3 milliards, garantissant une perte d'espace nettement plus faible, puisque même sur un disque de 40 Go, la taille du bloc atteint tout juste 10 Ko. L'arrivée de HFS+, aussi nommé Mac OS étendu, a provoqué quelques craintes. Cette nécessaire évolution amenait pourtant l'accès aux volumes importants, tout en garantissant la compatibilité avec les anciens systèmes, grâce à un algorithme d'encapsulation. Aujourd'hui, il est employé avec succès sur la majorité des machines sous Mac OS X, et le sera jusqu'à l'abandon définitif de l'environnement Classic par les utilisateurs.

lée de Macintosh est inapte à faire tourner Mac OS X, et d'innombrables entreprises resteront, encore des années, fidèles à leurs coûteuses solutions centralisées sous OS 9. Même quand tout le milieu professionnel aura adopté le nouveau système, Classic, entièrement dépendant des volumes HFS+, restera présent sur quantité de machines. Et lorsqu'il aura complètement disparu, oublié face à une prochaine génération de programmes tirant profit du nouvel OS, on verra des utilisateurs migrer progressivement d'un système de fichiers à l'autre. Autant dire que le passage généralisé à UFS n'est pas pour demain... ■



Comme UFS ne gère pas les métadonnées HFS+, le système les enregistre dans un fichier invisible.
 Dans l'autre sens, tout fichier UFS est fusionné avec son fichier invisible pour retrouver les plages de données et de métadonnées sur un volume HFS+.