

Le stockage des données

Lors de la mise sous tension de l'ordinateur, celui-ci charge en mémoire vive une partie des fichiers stockés sur le disque dur et qui forment le système d'exploitation. Lorsque cette mémoire vive n'est pas suffisante, le système d'exploitation utilise une portion du disque dur appelée mémoire virtuelle ou fichier d'échange. On distingue plusieurs types de supports permettant de stocker les données :

- Mémoire volatile : les données qui sont stockées dans la mémoire volatile seront perdues quand l'ordinateur sera éteint. Un bon exemple de mémoire volatile est la barrette mémoire (RAM ou *Random Access Memory*).
- Mémoire non volatile : à l'inverse des précédentes, les données qui sont stockées dans la mémoire non volatile ne sont pas perdues quand l'ordinateur n'est plus alimenté. Par exemple, disque dur, disque SSD, DVD-Rom, etc.
- Stockage magnétique : cet ensemble regroupe la plupart des périphériques de stockage fonctionnant selon le principe de l'électromagnétisme (combinant à la fois les propriétés électriques et les propriétés des aimants). Le disque dur est le périphérique de stockage magnétique principal de l'ordinateur.
- Stockage optique : ce terme désigne un support de données numériques lisible par un système optique (laser) : CD-Rom, DVD-Rom, BD-ROM, graveurs, etc.
- Stockage électronique : ce type de stockage désigne les dispositifs et périphériques conçus à base de mémoire flash. Cette mémoire, non volatile et réinscriptible, utilise des composants de type semi-conducteurs pour le stockage des données. Les disques SSD et les clés USB utilisent la mémoire flash.

1. Les disques durs

Un disque dur est composé d'un empilement de disques rigides appelés plateaux. Ils tournent rapidement autour d'un axe dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Un moteur assure la rotation des plateaux et des têtes de lecture et d'écriture parcourent les faces des différents plateaux. On parle aussi de disque mécanique.



Les données stockées sur le disque dur sont organisées en cercles appelés pistes. En règle générale, les pistes sont constituées de plusieurs secteurs de 512 octets.

Trois éléments principaux entrent dans l'évaluation d'un disque dur :

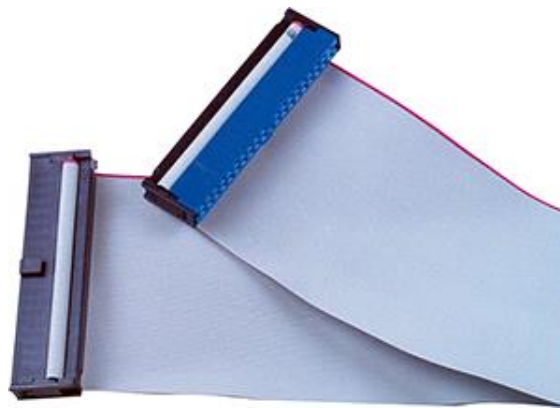
- L'interface du disque dur, c'est-à-dire le type de connexion qui le reliera à la carte mère : IDE, SCSI, SAS ou Serial ATA.
- La capacité du disque dur.
- La vitesse de rotation : plus elle est importante, moins il faudra de temps pour repositionner les têtes de lecture.



Notez que pour le choix d'un ordinateur portable, la vitesse de rotation la plus élevée possible est à privilégier, mais le sera au détriment de la consommation, même si de plus en plus de modèles disposent d'un disque SSD. Pour ce type de disque il faut par contre être vigilant sur la capacité du disque, qui est souvent relativement limitée.

a. La connexion ATA ou IDE

ATA (*Advanced Technology Attachment*) est une technologie plus connue sous la dénomination "IDE" (*Integrated Drive Electronics*) ou "PATA". Quand a été mise sur le marché la norme SATA, on a employé l'expression "disque PATA" (pour *Parallel ATA*) puisque la transmission des données se fait en "parallèle". Le disque est relié à la carte mère par une nappe appelée nappe IDE.



L'Ultra DMA (parfois noté UDMA) a été conçu dans le but d'optimiser l'interface ATA.

Les échanges de données se font grâce à un protocole appelé PIO (*Programmed Input/Output*). La technique du DMA (*Direct Memory Access*) permet de soulager le processeur en autorisant les périphériques à accéder directement à la mémoire. Il existe différentes normes ATA : ATA-1, ATA-2, ..., ATA-6 ("Ultra DMA/100") et ATA-7 ("Ultra DMA/133"), 100 et 133 étant les indices théoriques de bande passante : 100 Mo/s et 133 Mo/s. Aucun disque dur n'est arrivé à saturer la technologie ATA.

Quand vous installez un périphérique IDE, vous devez définir si le disque dur sera placé en maître (Master ou MA) ou en esclave (Slave ou SL) le long de la nappe IDE. Il y a, à l'arrière du disque dur, des cavaliers enfilés sur des minuscules connecteurs qui vous permettent de le faire.

Si au démarrage de l'ordinateur aucun disque dur n'est détecté, le problème peut venir d'une mauvaise position des cavaliers.

Ce type de périphérique n'est quasiment plus utilisé dans les ordinateurs modernes, mais vous pouvez le rencontrer sur du matériel plus ancien.

b. La connexion SATA (Serial ATA)

La norme Serial ATA (ou SATA) a été instaurée afin de repousser les limites de transmission des données inhérentes aux disques IDE. Afin de relier un disque SATA à la carte mère, on utilise un câble plat composé de sept fils et terminé par un connecteur de 8 mm de large.



Par ailleurs, le connecteur d'alimentation d'un disque SATA diffère de celui d'un disque IDE.

La dernière génération de disque SATA (SATA 3) permet un débit théorique de 6 Gb/s (750 Mo/s). Rappelons qu'en réalité, un disque dur SATA atteint rarement un débit réel de 1500 Mo/s.

Pour les lecteurs SATA, il n'y a pas de configuration maître/esclave puisque sur un câble SATA est branché un seul lecteur. Les connecteurs SATA sont munis d'un détrompeur qui assure qu'ils sont branchés dans le bon sens.

c. Les utilitaires disques

Les fabricants de disque mettent à la disposition du public un certain nombre d'utilitaires permettant d'effectuer un test du disque dur, un formatage de bas niveau ou de résoudre des problèmes de reconnaissance du disque par le système d'exploitation ou le BIOS de votre machine.

Les secteurs d'un disque dur peuvent être endommagés, occasionnant la perte de données ou, pire encore, si le secteur endommagé contient les fichiers de démarrage ou la table d'allocation, interdisant le démarrage du système d'exploitation. Il est alors nécessaire de tenter de réparer ces secteurs défectueux ou de les marquer pour en interdire l'utilisation, à l'aide de certains utilitaires fournis par les fabricants. Ces utilitaires permettent également de vérifier l'état de santé de votre disque dur, à titre préventif.

Pour pouvoir être accessible dans l'Explorateur Windows, un disque a besoin d'être formaté. Il existe deux types de formatage : physique et logique :

- Le formatage physique initialise le disque en pistes, secteurs et cylindres. C'est l'organisation physique des données qui est, dans ce cas, définie. Ce formatage est aussi appelé formatage de bas niveau.
- Après le partitionnement du disque, le formatage logique prépare le disque à accueillir un ou plusieurs systèmes de fichiers (création du secteur d'amorçage et de la table d'attribution des fichiers).

2. Les disques SSD (Solid-State Drive)

Depuis quelques années est apparu un nouveau type de disque dur non mécanique à base de mémoire flash, appelé SSD (*Solid-State Drive*).

Les principaux avantages de ces disques par rapport aux disques durs traditionnels sont :

- la résistance du disque (pas de mécanique),
- la rapidité d'accès aux données,
- une chaleur moindre, selon le débit,
- et l'absence totale de bruit.

Par exemple, les temps d'accès moyens des disques durs sont en règle générale, pour le grand public, compris entre 10 et 15 ms. Pour les disques SSD, ces temps diminuent drastiquement pour atteindre 0,1 ms.

Néanmoins, ces disques ont les inconvénients suivants :

- rapport prix/capacité plus élevé que pour un disque dur classique,
- durée de vie limitée dans le temps en fonction du type de mémoire flash utilisée.

Le plus souvent, les disques SSD peuvent supporter des cycles d'écriture pendant 5 ou 10 ans. Les fabricants fournissent des utilitaires pour tester l'état et la durée de vie d'un SSD. Les premières erreurs seront imperceptibles puisque les cellules inutilisables seront condamnées et d'autres en meilleur état seront utilisées. Soyez attentif aux erreurs de fichiers corrompus (zip...) qui pourraient vous indiquer les premières défaillances. Certains disques disposent également d'un système d'avertissement lors de défaillances chroniques.

Le prix de ce type de disque est encore relativement élevé par rapport à un disque dur classique, même si son utilisation pour le stockage et l'installation du système d'exploitation se démocratise.

Il existe trois principaux types de mémoire flash pour les disques SSD : la SLC (*Single Level Cell*), la MLC (*Multi Level Cell*) et la TLC (*Triple Level Cell*).

La principale différence entre ces types de mémoire est la capacité de stockage d'une cellule. La MLC permettra ainsi de stocker plus de données par cellule que les mémoires de type SLC et TLC, mais acceptera moins de cycles de lecture/effacement de données. La mémoire de type MLC disposera donc d'une durée de vie moins importante que les mémoires de type SLC et TLC. De nouvelles technologies voyant le jour (stockage mémoire en 3D...), les durées de vie vont encore évoluer.

Les SSD existent sous plusieurs formats et connexions.

a. Format 2,5" - SATA

Le format classique est le format 2,5" comme pour les disques durs de portables, avec une connexion SATA. Le débit offert par cette norme est ici pleinement exploité et atteint ses limites.



SSD classique

Il existe une variante moins épaisse pour les ultrabooks.

b. Format 1,8" - mSATA

Ce format plus réduit ne dispose pas d'une carcasse de protection et offre un connecteur de type mSATA pour une connexion SATA. Il est principalement destiné aux ultrabooks.



SSD au format mSATA

c. Format M.2 - SATA et PCIe NVMe

Le format M.2 est le successeur du mSATA et peut être compatible avec la norme SATA ou bien la norme PCI Express (PCIe). C'est cette dernière qui fait son principal intérêt puisqu'elle permet d'outrepasser les limites physiques de débit imposées par le SATA et d'atteindre des débits de l'ordre du Go/s en lecture et en écriture sur le disque (4 Go/s en théorie). Ce format de SSD offre parfois une compatibilité avec la norme NVMe (*Non-Volatile Memory Express*).

Ces disques ou cartes SSD mesurent 20 mm de large et sont disponibles en trois longueurs : 42, 60 ou 80 mm.

Le connecteur sera différent suivant l'interface choisie.



SSD M.2 SATA 80 mm



SSD M.2 PCIe

d. Les utilitaires disques

De la même manière que pour les disques durs classiques, les fabricants de SSD mettent à la disposition du public un certain nombre d'utilitaires permettant d'effectuer un test du disque, un formatage de bas niveau ou de résoudre des problèmes de reconnaissance du disque par le système d'exploitation ou le BIOS de votre machine.

Les secteurs d'un disque dur peuvent être endommagés, occasionnant la perte de données ou, pire encore, si le secteur endommagé contient les fichiers de démarrage ou la table d'allocation, interdisant le démarrage du système d'exploitation. Il est alors nécessaire de tenter de réparer ces secteurs défectueux ou de les marquer pour en interdire l'utilisation, à l'aide de certains utilitaires fournis par les fabricants. Ces utilitaires permettent également de vérifier l'état de santé de votre disque SSD, à titre préventif.

Pour pouvoir être accessible dans l'Explorateur Windows, un disque a besoin d'être formaté. Il existe deux types de formatage : physique et logique :

- Le formatage complet ou bas niveau réalise un cycle d'écriture complet sur le SSD, réduisant sa durée de vie. À éviter. En cas de présence de données confidentielles, il faudra passer par un logiciel offrant la fonctionnalité *Secure Erase*.
- Le formatage rapide ou logique qui prépare le SSD à accueillir un ou plusieurs systèmes de fichiers (création du secteur d'amorçage et de la table d'attribution des fichiers).

3. Le stockage optique

Il existe de nombreuses normes de supports pour le stockage optique des données. Nous allons essayer de lister rapidement les principales normes.

a. CD

Il existe trois principaux types de CD :

- Un CD-Rom (*Compact Disc Read Only Memory*) a une capacité de stockage de 650 ou 700 Mo. Il est préenregistré.
- Un CD-R (*Compact Disk Recordable*) est un disque sur lequel on ne peut graver des données qu'une seule fois. Capacité de 650, 700, voire 800 Mo.
- Un CD-RW (*Compact Disc ReWritable*) possède une capacité de stockage de 650 Mo ou 700 Mo et présente l'avantage d'être réinscriptible.

b. DVD

Il existe plusieurs formats de DVD :

- Le DVD-ROM (*Digital Versatile Disc*) a une capacité de stockage de 4,7 Go. Il est préenregistré. Ce format se divise en quatre capacités de stockage :
 - Le DVD-5 : il est composé d'une face et d'une couche de stockage. Sa capacité est de 4,7 Go.
 - Le DVD-9 : il est composé d'une face et de deux couches de stockage. Sa capacité est de 8,5 Go. On le note parfois DL (*Dual Layer* ou double couche).
 - Le DVD-10 : il est composé de deux faces et d'une couche par face. Sa capacité est de 9,4 Go.
 - Le DVD-18 : il est composé de deux faces et de deux couches par face. Sa capacité est de 17 Go.

Les formats enregistrables sont les suivants :

- DVD-R (R pour *Recordable* : enregistrable) : cette norme est la première à avoir vu le jour. Elle est compatible avec les lecteurs antérieurs à 2004.
- DVD+R : cette norme est plus récente que la norme DVD-R et permet de lire les informations enregistrées sur le support sans finalisation du disque. Elle est donc plus adaptée au stockage de données. Elle est maintenant compatible avec la plupart des lecteurs.
- DVD-RW et DVD+RW : ce sont des DVD réinscriptibles (*ReWritable*) avec les mêmes caractéristiques que leurs homologues -R et +R.
- DVD-R DL, DVD-RW DL, DVD+R DL et DVD+RW DL : DL signifie "double couche" ("*Dual Layer*" en anglais). Ces DVD offrent une capacité doublée : 8,5 Go.

D'autres formats existent mais ils sont moins couramment utilisés : DVD-RAM, DVD-video...

c. Blu-ray

Le Blu-ray ou Blu-ray Disc (abréviation officielle BD, autre dénomination B-RD) est un format de disque numérique breveté et commercialisé par Sony. Il existe principalement quatre types de disques Blu-ray sur le marché :

- BD-ROM : disque Blu-ray préenregistré d'une capacité de 27, 50, 100 Go ou 128 Go, suivant le nombre de couches. Un format à 200 Go est en préparation.
- Blu-ray 3D : disque Blu-ray préenregistré réservé à la diffusion de médias en trois dimensions.
- BD-R : disque enregistrable qui ne permet de graver les données qu'une seule fois sur le disque.
- BD-RE : disque Blu-ray réinscriptible.

Les formats enregistrables se divisent de la manière suivante :

- BD-R SL et BD-RE SL : disque Blu-ray enregistrable/réinscriptible d'une seule couche, avec une capacité de 25 Go.
- BD-R DL et BD-RE DL : disque Blu-ray enregistrable/réinscriptible de deux couches (DL : *Dual Layer*), d'une capacité de 50 Go.
- BD-R XL ou BD XL : disque Blu-ray enregistrable d'une capacité de 100 Go (trois ou quatre couches).

d. Lecture CD/DVD/BD

Rappelez-vous que :

- Un lecteur Blu-ray est compatible avec les DVD.
- Un lecteur de DVD comme un graveur de DVD peut aussi bien lire des CD que des DVD.
- Un graveur de CD peut lire toutes sortes de CD ; idem pour un graveur de DVD ou de Blu-ray.
- Les lecteurs ou les graveurs de CD ne peuvent pas lire des DVD ; de même, des lecteurs ou graveurs DVD ne peuvent pas lire des Blu-ray.
- Un lecteur "combo" est un lecteur de DVD capable de graver des CD. Il existe également des lecteurs "combo" Blu-ray capables de lire et de graver des DVD.



Les vitesses de lecture/gravure des lecteurs/graveurs de CD-ROM ou de DVD sont indiquées à l'aide d'un nombre suivi de la lettre « x » : 1x est égal à 150 Ko/s. Par exemple, pour un graveur CD, 40x/12x/48x signifie 40x en écriture, 12x en réécriture et 48x en lecture.

Pour un lecteur/graveur de Blu-ray, les vitesses sont également indiquées de la même façon. Mais 1x est égal à 4,29 Mo/s.

e. Nettoyage de la surface d'un disque

Utilisez un morceau de tissu non pelucheux pour nettoyer le disque. En aucun cas vous ne devez toucher à la face brillante du disque.

Le principe n'est pas de suivre les pistes dans un mouvement circulaire mais, au contraire, d'effectuer des mouvements du centre vers la périphérie du disque.

Si la surface du disque paraît présenter des taches de graisse ou est légèrement poisseuse, mélangez du shampoing pour bébé dans de l'eau tiède puis laissez tremper votre disque... Servez-vous ensuite d'un coton tige ou d'un tissu doux pour le nettoyer. Attendez ensuite que le disque soit complètement sec.

S'il y a des traces de doigts sur le disque, utilisez un chiffon imbibé d'alcool, d'éthanol ou de méthanol pour effacer les marques. N'utilisez en aucun cas un solvant fabriqué à partir d'un produit issu de l'industrie pétrolière, la surface du disque serait irrémédiablement abîmée. En dernier recours, vous pouvez aussi utiliser de l'eau distillée.

Si le disque est profondément rayé et la lecture impossible, il existe certains appareils appelés réparateurs de CD/DVD qui polissent la surface et permettent parfois de rendre de nouveau possible la lecture.

4. Le stockage externe

Le stockage externe électronique peut se faire en utilisant des périphériques comme une clé USB, un disque dur ou un SSD externe. Le principe de fonctionnement sera similaire aux disques durs et SSD internes. La connectique pourra varier : USB dans ses différentes versions, Thunderbolt, eSATA...