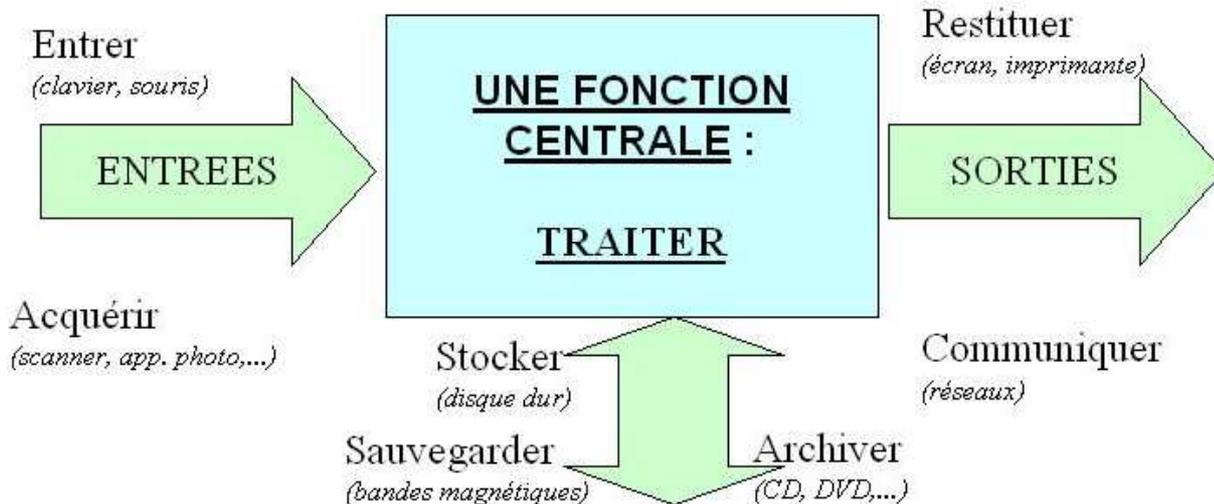


CH.2 – Gestion de la persistance des données

Dernière maj : dimanche 5 septembre 2010

I. INTRODUCTION

A. LES FONCTIONS



La **PERSISTANCE** est la **FACULTE À RESISTER AU TEMPS QUI PASSE** (pensez aux arbres à feuillage persistant)

Dans le domaine informatique, **MECANISMES MIS EN ŒUVRE POUR ASSURER UNE CONSERVATION DURABLE DES DONNEES D'UN SYSTEME D'INFORMATION INFORMATISE**, lorsque le système informatique n'est plus alimenté en énergie.

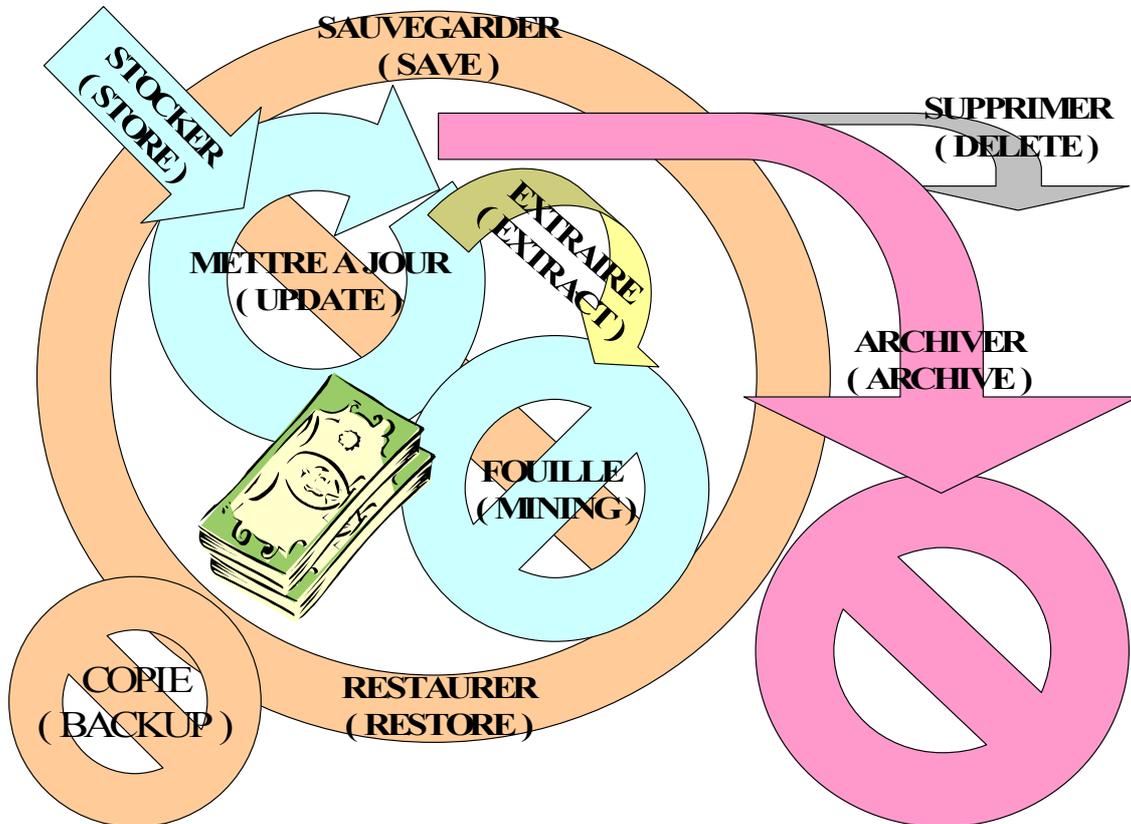
II. CYCLE DE VIE DES DONNEES D'UN S.I.

A. NAISSANCE, VIE ET DISPARITION DES DONNEES

STOCKER : mémoriser de manière les données sur un support rapide afin d'y faire appel dans un délai très court et actualiser, mettre à jour ces données
→ **DISQUE DUR** (anglais HARD DISK)

SAUVEGARDER / RESTAURER : créer une copie de secours des données afin de pouvoir les rappeler en cas de perte des données stockées : **MISE A JOUR INTERDITE**
→ **BANDE MAGNETIQUE** (anglais TAPE) : ACCES SEQUENTIEL LENT
→ **VIRTUAL TAPE LIBRARY** (bibliothèque de bandes virtuelles)
→ Mémoires FLASH

ARCHIVER : copier des données sur un support pas très rapide afin de conserver une trace en cas de besoin, avant de supprimer ces données du support de stockage : **MISE A JOUR INTERDITE**
→ **DISQUES OPTIQUES NUMERIQUES**



Le cycle de vie des données définit la vie des données depuis leur apparition (enregistrement sur un support de stockage) jusqu'à leur disparition (effacement du support).

B. IMPORTANCE DES DONNEES : VALEUR DE L'INFORMATION

La données est devenue tellement précieuse (on parle de **capital informationnel**, **patrimoine informationnel** de l'entreprise) qu'elle ne disparaît plus vraiment.

L'INFORMATION, UNE RICHESSE POUR L'ENTREPRISE :
LES DONNEES, SUPPORT DE L'INFORMATION, SONT PRECIEUSES ;
C'EST POURQUOI TOUT EST MIS EN ŒUVRE POUR LES PRESERVER, LES
SECURISER

Les données issues de l'activité d'une entreprise, permettent le calcul d'indicateurs (chiffres clefs) permettant son pilotage et l'amélioration de son efficacité ; par exemple, il est possible d'analyser des habitudes de consommation et d'ainsi segmenter les clients (= créer des profils, des familles de clients types), cibler au mieux leurs besoins, optimiser un placement des articles en magasin, etc.

C'est le domaine des outils de **DATAWARE HOUSING** (gestion d'entrepôts de données) et de **DATA MINING** (fouille de données).

C. PROBLEMATIQUE DE LA PERSISTANCE DE L'INFORMATION

L'EVOLUTION RAPIDE DES TECHNOLOGIES (LOGICIELS, MATERIELS) NE GARANTIT PLUS QU'UN SUPPORT D'ARCHIVE SERA ENCORE EXPLOITABLE DANS 10 ANS

_le support aura (mal) vieilli

_les dispositifs de lecture n'existeront plus ou ne seront plus compatibles

_les formats propriétaires de mémorisation des données auront évolué et ne seront plus reconnus

Exemple des disquettes : tout ce qui est sur disquette doit être **retranscrit** pour encore être exploitable dans quelques années (la disquette a été un support de sauvegarde et d'archive pour les petites entreprises pendant 10 ou 20 ans), contrairement au papier (plusieurs centaines d'années), exploitable manuellement.

_A l'ère du tout numérique (on parle aujourd'hui de **dématérialisation** des documents et supports papiers ou physiques), tout ce qui est archivé aujourd'hui devra être recopié sur un support actualisé dans quelques années.

_Le problème est identique avec l'**obsolescence des logiciels** (ce qui est archivé dans un certain format propriétaire ne pourra plus être relu dans quelques dizaines d'années

→ **D'où l'intérêt des langages à balises, XML, par exemple.**

III. PRINCIPES TECHNOLOGIQUES ET DOMAINES D'UTILISATION

A. TECHNOLOGIES MECANIQUES

Une surface supportant les données codées défile sous une tête de lecture/écriture, soit en rotation autour d'un axe (disques) ou de manière linéaire (bandes).

MAGNETIQUE : supports magnétisables, têtes de lecture/écriture

→ **Disque dur (hard disk)** : volumes importants, débits élevés, accès direct aux données

→ **Bande magnétique (tape)** : volumes importants, débits élevés, accès séquentiel aux données

OPTIQUE : supports gravées par des technologies optiques, lecture/écriture grâce à des rayonnements laser

→ **CD/DVD** : volumes importants, débits élevés, accès direct aux données

B. TECHNOLOGIES ELECTRONIQUES

ELECTRONIQUE : mémoires de type **EEPROM**, cellules composées de circuit intégrés sont soumis à des courant électriques permettant la mémorisation durable des données.

→ **Mémoires Flash** volumes faibles, débits élevés, accès direct aux données

C. SUPPORTS

	STOCKER	SAUVEGARDER	ARCHIVER
DISQUE DUR _ACCES DIRECT (RAPIDE) _VOLUMES IMPORTANTS	XXXX	XX ↑ LIBRARIES DE BANDES VIRTUELLES (Virtual Tape Library)	
BANDES MAGNETIQUES _ACCES SEQUENTIEL (LENT) _VOLUMES IMPORTANTS		XX ↓	
CD/DVD/supp. holographiques _ACCES DIRECT (RAPIDE) _VOLUMES IMPORTANTS			XXX
EEPROM _ACCES DIRECT (RAPIDE) _VOLUMES FAIBLES		X	

IV. TECHNOLOGIE DU DISQUE DUR

A. Structure physique

Une **UNITE DE DISQUE DUR** comprend :

- Un ou plusieurs **PLATEAUX MAGNETISABLES** tournant autour d'un axe de rotation,
- Un **BRAS SUPPORTANT LES TETES DE LECTURE/ECRITURE**, une pour chaque face utile des plateaux
- Le tout enfermé dans un **BOITIER HERMETIQUE**
- Une **CARTE CONTRÔLEUR** pilote l'ensemble

Les **PLATEAUX** subissent un **FORMATAGE DE BAS NIVEAU** en **USINE** qui prépare un premier niveau d'organisation de chaque face en :

- **PISTES CONCENTRIQUES** : entre chaque piste un petit espace permet à la tête de lecture/écriture de savoir qu'elle passe d'une piste à la suivante
- **SECTEURS** : chaque piste est découpée en **SECTEUR**, d'une taille, en général, de **512 OCTETS** qui seront utilisables; entre chaque secteur, un petit espace contient le numéro de secteur physique sur le disque et permet à la tête de savoir qu'elle passe d'un secteur au suivant

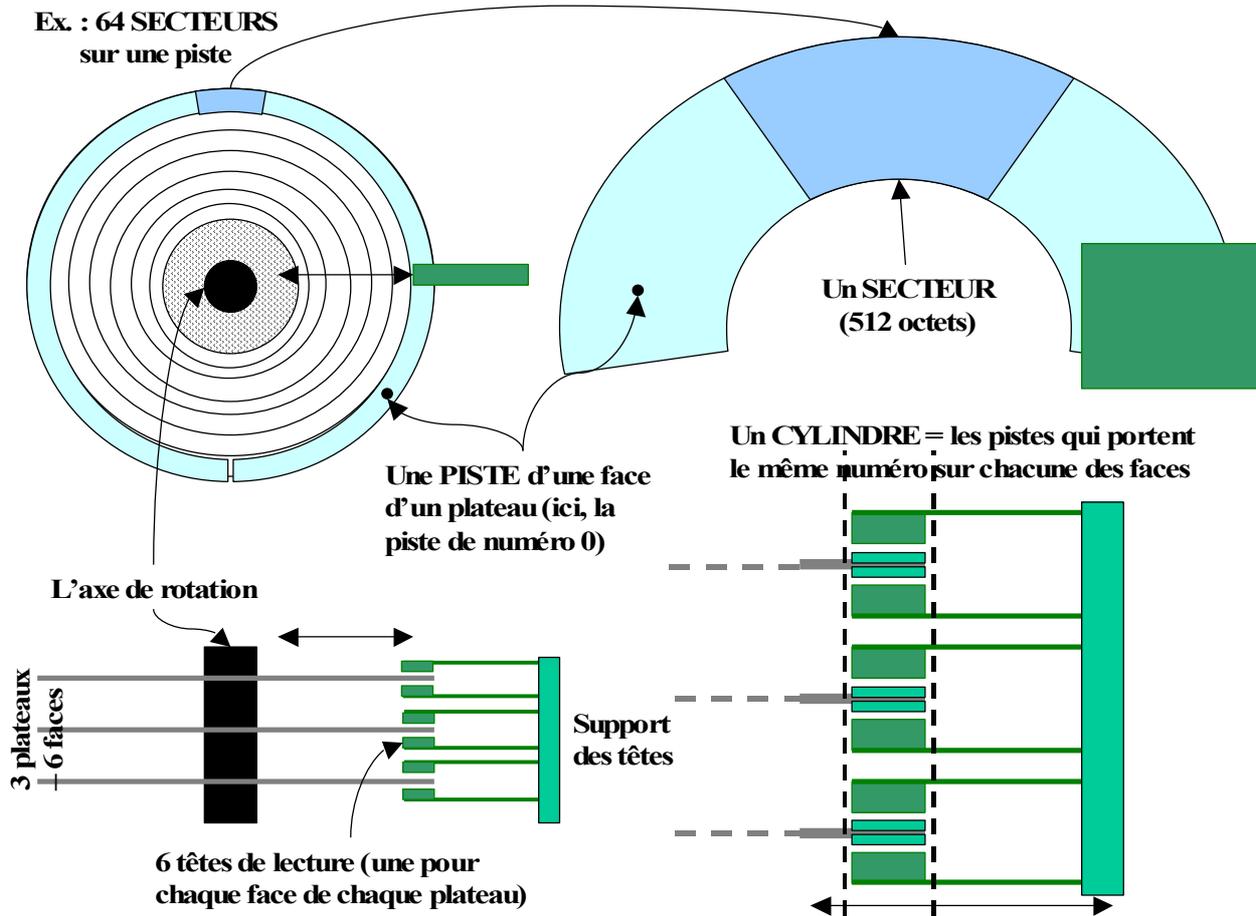


Figure 1 : PLATEAUX et TETES DE LECTURES

B. Fonctionnement

Des plateaux tournent à grande vitesse (150 tours par seconde) autour d'un axe. Le contrôleur envoie des commandes de déplacement du support des têtes afin que celles-ci se place sur le cylindre adressé. Une des têtes (= une des faces d'un des plateaux) est sélectionnée pour lire ou écrire sur un des secteurs de la piste .

C. Caractéristiques techniques

Caractéristique	Unité de mesure	Valeurs actuelles
VITESSE DE ROTATION	TPM : tours par minute rpm : rotation per minute	5.400 rpm → 15.000 rpm
DEBIT DISQUE, TAUX DE TRANSFERT	Mo/s : Méga octets par seconde MB/s : Méga bytes per second Gbps : Giga bits par second	50 Mo/s → 150 Mo/s Débit 'burst' : débit de vidage du cache une fois rempli à partir du disque (débit disque inférieur)
CAPACITE	Go : Giga octets	50 Go → 300 Go jusqu'à 100 To pour des systèmes de gestion de
MEMOIRE	Mo : méga octets	8 Mo → 16 Mo

CACHE		La plus importante possible
TEMPS D'ACCES	ms : millisecondes	5 ms → 15 ms latence rotationnelle : attente sur la piste + temps d'accès : accès à la piste
BRUIT	db : décibels	Le plus faible possible
TEMPERATURE	Degrès	Le plus faible dégagement possible
TAILLE	3 pouces ½ 2 pouces ½ 1 pouce 8/10ème	Plus le disque est petit, plus sa structure est rigide et plus il résiste aux chocs
CONSOMMATION ELECTRIQUE	Watts	La plus faible possible
RESISTANCE AUX CHOCS		En lien avec la taille : les supports de plus petite taille résistent mieux
MTBF	En dizaine de milliers d'heures	Doit être le plus grand possible

Le Mean Time Between Failure (**MTBF**, temps moyen entre pannes) donne une idée de la fiabilité du matériel.

V. INTERFACES DISQUE

Les interfaces disques permettent de relier l'unité de disque au monde extérieur (en fait à la carte mère, support de l'unité centrale). Ils définissent les caractéristiques de connexion : type de connecteurs, nombre de périphériques, débits, modes de connexion, langages d'accès aux données, etc.

Il existe 2 grands standard : ATA et SCSI

A. ATA / IDE : Advanced Technology Attachment / Integrated Device Electronics

La norme ATA permet de relier 4 périphériques (Disques durs, CD-ROM, etc.) sur 2 canaux (sur un canal : 1 périphérique est maître et l'autre esclave).

PATA : Parallele ATA : mode de transmission des données en parallèle

	Taux de transfert
IDE	Jusqu'à 4 Mo/s
E-IDE, Fast-IDE, Ultra ATA	Jusqu'à 20 Mo/s
ATA (UDMA-xxx)	Jusqu'à 133 Mo/s

SATA : Serial ATA : mode de transmission des données en série

	Taux de transfert
SATA	A partir de 150 Mo/s

→ SATA représente le standard mis en œuvre à l'heure actuelle sur les postes de travail.

B. SCSI / SAS : Small computer System Interface/ Serial Attached SCSI

Le SCSI permet de relier en cascade un grand nombre de périphériques, et prend en charge le traitement des commandes (le processeur s'en trouve allégé). Cette technologie, plus onéreuse, s'adresse particulièrement aux entreprises (serveurs).

SCSI	parallèle	Jusqu'à 200 Mo/s
------	-----------	------------------

VI. PARTITIONNEMENT D'UN DISQUE DUR

A. PARTITIONNEMENT

Le **PARTITIONNEMENT** est un **DECOUPAGE LOGIQUE** d'un **DISQUE DUR** en zones indépendantes appelées **PARTITIONS**, dans l'objectif de :

→ **INSTALLER PLUSIEURS OS** : chaque partition sera indépendante et pourra intégrer un système d'exploitation

→ **PARTAGER DES DONNEES ENTRE PLUSIEURS O.S.** : chaque partition sera indépendante et pourra intégrer un système d'exploitation

→ **SEPARER LES DONNEES SYSTEMES DES DONNEES**

UTILISATEURS : gérer plus simplement la sécurité, accès et sauvegardes

- Un disque physique est un matériel
- Un disque logique est soit :
 - Une partition : partie d'un disque physique
 - Un volume : regroupement de plusieurs disques physiques

B. MBR : Master Boot Record

Le **MBR** correspond au premier secteur d'un disque dur, il stocke :

→ **LA TABLE DES PARTITIONS DU DISQUE** : un tableau de 4 entrées qui permet de recenser de 1 à 4 partitions (dont 1 étendue)

→ **LE PROGRAMME DE DEMARRAGE** qui va permettre au BIOS de choisir la partition de démarrage

ADRESSE	CONTENU	TAILLE
0x000	Programme de partition (GAG s'y installe)	442 octets
0x1B8	Signature(WIN NT/2000)	4 octets
0x1BE	1ère entrée de partition	16 octets
0x1CE	2ème entrée de partition	Idem.
0x1DE	3ème entrée de partition	Idem.
0x1EE	4ème entrée de partition	Idem.
0x1FE	Code identification	2 octets = 0xAA55
		512 octets (1 secteur)

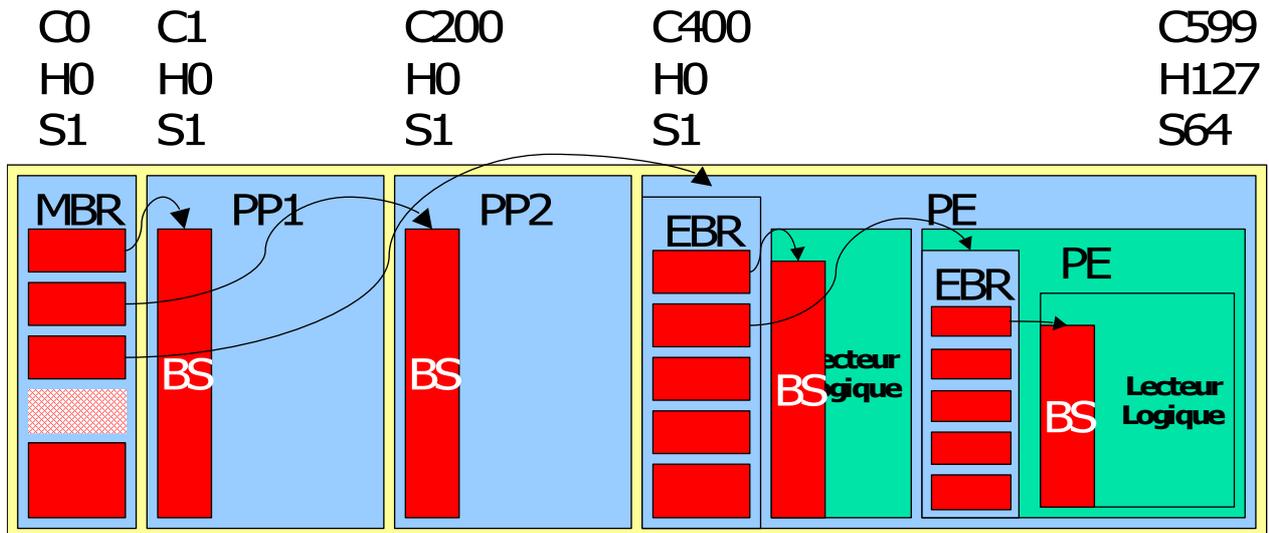
Figure 2 : structure du MBR

C. Partitions principales et partitions étendues

Le **MBR** correspond au premier secteur d'un disque dur, il stocke :

→ **LA TABLE DES PARTITIONS DU DISQUE** : 1 à 4 partitions

→ LE PROGRAMME QUI VA PERMETTRE LE LANCEMENT du chargement du système d'exploitation



D. Outils de partitionnement

→ Utilitaire en mode commande : FDISK
 → Produit commercial : PartitionMagic (PQ Magic)

VII. FORMATAGE ET SYSTEMES DE FICHIERS

A. FORMATAGE

Le **FORMATAGE** s'effectue **POUR UNE PARTITION** et exécute les tâches suivantes :

- **VERIFIER L'INTEGRITE PHYSIQUE DE LA PARTITION** : les secteurs physiques abîmés sont marqués ; s'ils sont trop nombreux, le formatage ne pourra avoir lieu
- **VIDER LA PARTITION DE TOUTES LES DONNEES** (si complet)
- **PREPARER UNE ORGANISATION** spécifique pour gérer les objets au sein de cette partition = installer un **SYSTEME DE FICHIER**

B. BOOT SECTOR et SYSTEMES DE FICHIER

- **BOOT SECTOR** : secteur contenant les caractéristiques de la partition et le programme de démarrage pour lancer le chargement du système d'exploitation
- Un **SYSTEME (DE GESTION) DE FICHIERS** (ou **SYSTEME DE FICHIERS, FILE SYSTEM en anglais**) regroupe les structures et programmes spécifiques permettant la gestion des objets dans une partition :
- **GESTION DES OBJETS STOCKES** : localisation des objets (dossiers et fichiers) et de leur contenu
- **GESTION DES ESPACES DISPONIBLES** : localisation des espaces disponibles pour l'ajout de nouveaux objets
- **VERIFICATION DE L'ACCES AUX OBJETS** : sécurité d'accès

→ **ASSURER UNE TOLERANCE AUX PANNE** en mettant en œuvre des journaux (traces des mises à jour effectuées sur les objets de la partition)

C. Commande **FORMAT**

La commande **FORMAT** permet le formatage d'un volume ou partition ; elle accepte comme paramètre :

→ la lettre de l'unité à formater

et comme option :

→ le type de Système de Fichier à installer sur cette partition

→ la taille de cluster à utiliser

La phase suivante est l'installation d'un système d'exploitation compatible avec le système de gestion de fichiers installé sur la partition.

→ En pratique, les programmes d'installation actuels incorporent l'appel au partitionnement et au formatage.

VIII. TAILLE et ADRESSAGE DES BLOCS DE DONNEES

A. TAILLE D'UN DISQUE

Les tailles sont spécifiées selon 2 modes : **CHS** et **LBA**

Le mode **CHS** précise :

→ **C = Cylinder** : un nombre de cylindres accessibles

→ **H = Head** : un nombre de têtes accessibles

→ **S = Sector** : un nombre de secteurs accessibles

→ **C X H X S X 512** : donne le volume maximal du disque

Le mode étendu, **LBA** (**Logical Block Addressing**)

→ fourni le nombre de secteurs adressables

→ **LBA X 512** : donne le volume maximal du disque

B. SECTEURS

L'ADRESSAGE **CHS** :

→ **C = Cylinder** : identifie le numéro de cylindre sur lequel se trouve le secteur, sur 10 bits (1024 cylindres accessibles)

→ **H = Head** : identifie le numéro de la tête sous laquelle se trouve le secteur (= piste), sur 8 bits (256 têtes)

→ **S = Sector** : identifie le numéro de secteur sur la piste, sur 6 bits (64 secteurs)

→ adressage de **1024 X 256 X 64** numéros de secteurs, soit env. **8Go**

L'ADRESSAGE **LBA** :

→ Adressage sur 28 bits : soit 2^{28} numéro de secteur, soit env. **128Go**

Pour passer du CHS au LBA :

Thème 3 – ARCHITECTURE MATERIELLE

→ Numéro de secteur LBA = $(S - 1) + (H * \text{nombre de secteurs par cylindre}) + (C * \text{nombre de secteurs par cylindre} * \text{nombre de têtes})$

Pour passer du LBA au CHS :

→ $S = 1 + (\text{LBA} \% \text{nombre de secteurs par cylindre})$

→ $H = (\text{LBA} / \text{nombre de secteurs par cylindre}) \% \text{nombre de têtes}$

→ $C = \text{LBA} / (\text{nombre de secteurs par cylindre} * \text{nombre de têtes})$

C. CLUSTERS

Les volumes supportés par les disques durs sont de plus en plus importants et le nombre d'objets à stocker également.

→ Le **CLUSTER** correspond à un **REGROUPEMENT DE SECTEURS** : de 1 à 128 secteurs, soit de 512 octets à 64 K octets

→ Le **CLUSTER** est **L'UNITE D'ALLOCATION DES OBJETS** dans une partition : lorsqu'un objet sera créé, sa taille sera au moins celle d'un cluster

IX. RAID et TOLERANCE DE PANNE

A. DEFINITION ET OBJECTIFS

RAID : Redundant Array of Independent (Inexpensive) Disks

Technologie mettant en oeuvre **PLUSIEURS DISQUES REDONDANTS** (on parle de grappe de disques redondants) dans un objectif de :

→ **AMELIORATION DES PERFORMANCES** : accélérer l'accès aux données grâce à plusieurs canaux

→ **TOLERANCE DE PANNE** : duplication des données ou mécanisme garantissant la reconstitution d'un disque de données à partir des données de 2 autres

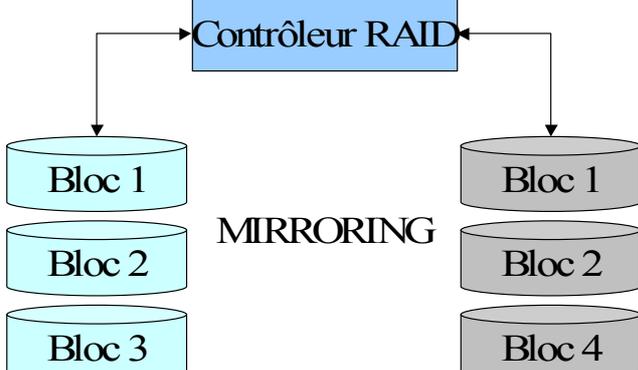
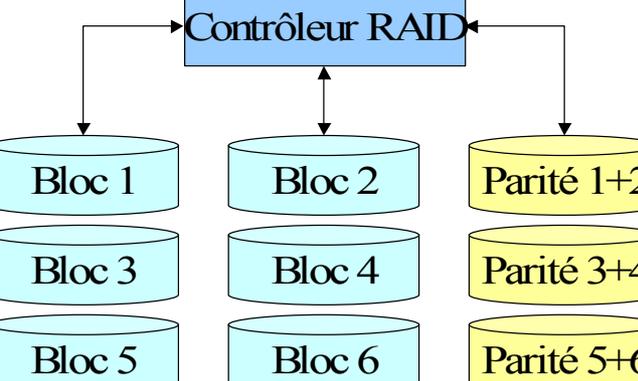
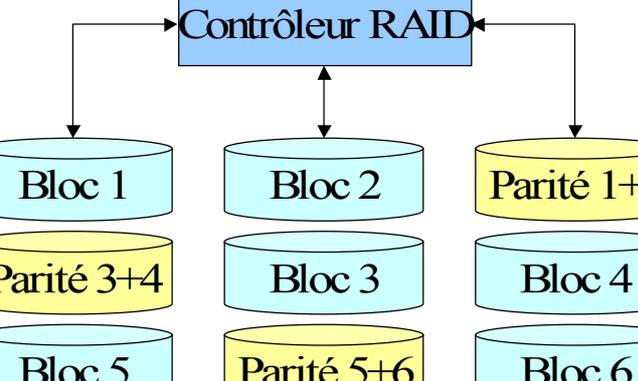
B. TECHNIQUES et NIVEAUX DE RAID

Le RAID utilise **PLUSIEURS DISQUES** et 2 technologies d'utilisation de ces disques :

→ Le **STRIPING** : utilisation de tous les disques pour écrire les données

→ Le **MIRRORING** : effet miroir, copie intégrale d'un disque vers le second

niveau	spécification	schéma
0	<p>STRIPPING</p> <p>PERFORMANCE</p> <p>PAS DE TOLERANCE DE PANNE : en cas de problème sur un des disques, PERTE DE DONNEES</p>	<p>Contrôleur RAID</p> <p>Bloc 1, Bloc 2, Bloc 3, Bloc 4, Bloc 5, Bloc 6</p> <p>STRIPPING</p>

1	<p>MIRRORING</p> <p>PERFORMANCE</p> <p>TOLERANCE DE PANNE</p>	
0+1 et 1+0	<p>Combinaisons avec Raid 0 et Raid 1</p>	
3	<p>STRIPING + DISQUE DE PARITE</p> <p>PERFORMANCE</p> <p>TOLERANCE DE PANNE</p>	
5	<p>STRIPING + PARITE REPARTIE SUR LES DISQUES</p> <p>PERFORMANCE</p> <p>TOLERANCE DE PANNE</p>	

C. MISE EN ŒUVRE DU RAID

Deux méthodes de mise en oeuvre :

→ **RAID MATERIEL** : assuré par la carte contrôleur de l'unité de disques (plus performant, mais contrôleur spécifique)

→ **RAID LOGICIEL (soft raid)** : assuré par le système d'exploitation (moins cher)

X. Sauvegardes

A. Mise en œuvre des sauvegardes

→ **DEFINIR LES FICHIERS A SAUVEGARDER**

→ **DEFINIR LA PERIODICITE DES SAUVEGARDES** (journalières, hebdomadaires, mensuelles)

- **ROTATION DES SAUVEGARDES** : mettre en oeuvre un cycle de sauvegardes sur plusieurs jours (plusieurs supports)
- **METTRE LES SUPPORTS DE SAUVEGARDE EN LIEU SÛR** (si possible dans un autre bâtiment)
- **PLANIFIER LES SAUVEGARDES (HORAIRE DECALE)**
- **VERIFIER LA BONNE EXECUTION**
- **VERIFIER QU'IL EST POSSIBLE DE RESTAURER**

B. Sauvegardes complètes, incrémentielles et différentielles

Trois strategies de sauvegardes :

SAUVEGARDES COMPLETES :

→ **TOUS LES FICHIERS SONT SAUVEGARDES :**

- = **INCONVENIENT** : temps de sauvegarde longs, volumes importants
- = **AVANTAGE** : la restauration n'a qu'à re

SAUVEGARDES INCREMENTIELLES :

→ **SEULEMENT LES FICHIERS AYANT ETE MODIFIES SONT COPIES :**
le bit d'archive du fichier est utilisé par le mécanisme de sauvegarde

- = **INCONVENIENT** : la restauration nécessite le recherche de la sauvegarde qui contient la dernière version du fichier (il faut s'assurer qu'elle existe encore !!!...)
- = **AVANTAGE** : temps de sauvegarde courts

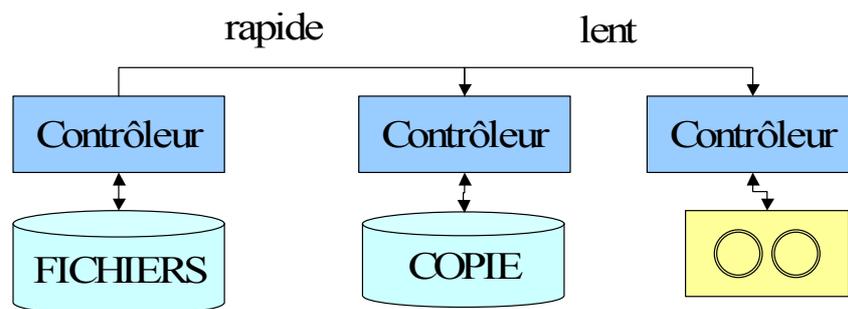
SAUVEGARDES DIFFERENTIELLES :

→ **SEULEMENT LES FICHIERS AYANT ETE MODIFIES DEPUIS LA DERNIERE SAUVEGARDE COMPLETE SONT COPIES** : si un fichier a été modifié depuis la dernière sauvegarde complète, il sera repris dans chaque sauvegarde différentielle jusqu'à la prochaine sauvegarde complète (sauvegarde cumulative)

- = **AVANTAGE** : à mi-chemin entre complète et incrémentielle : temps de sauvegarde relativement courts, la restauration de fichiers

C. Performance des sauvegardes

En 2 phases, copie rapide des fichiers sur une autre unité de disque (afin de permettre la réutilisation des fichiers), puis sauvegarde sur support lent.



XI. Annexe Systèmes de fichiers

Rappel : Un **SYSTEME DE FICHIERS**, ou Système de Gestion de Fichiers, SGF (*FILE SYSTEM, en anglais*) **DEFINIT COMMENT SERA ORGANISÉ L'ESPACE DES DONNÉES DANS UNE PARTITION.**

Le **code du SGF** est écrit dans le **premier secteur d'une partition**, le secteur de démarrage de la partition (**BOOT SECTOR**, en anglais).

Il doit assurer les fonctions de :

→ **GESTION DES OBJETS** (fichiers, dossiers, etc.) : savoir retrouver son contenu

→ **GESTION DES EMBLEMES LIBRES** : connaître les clusters disponibles pour ajouter de nouveaux objets, ou agrandir d'anciens objets

→ **ASSURER DES FONCTIONS DE SECURITES** :

être capable de récupérer les données en cas de coupure brutale,

pourvoir crypter les données,

les compresser,

pourvoir gérer des droits d'accès aux objets par utilisateur de l'ordinateur

tout cela **AVEC LES MEILLEURES PERFORMANCES** (il faut se souvenir que le disque est l'un des périphériques les plus lents : c'est donc en améliorant ses performances qu'on peut aussi améliorer les performances globales d'un système informatique)

A. Quelques caractéristiques des SF courants

Nom du système de fichiers	Taille maximale d'un fichier	Taille maximale d'une partition	Journalisée ou non ?	Gestion des droits d'accès?	Notes
FAT (File Allocation Table)	2 GiB	2 GiB	Non	Non*	MICROSOFT LINUX ce système de fichiers reste le plus universellement utilisé et accessible.
FAT32	4 GiB	8 TiB	Non	Non*	MICROSOFT (lim. 32Go) Linux (> 32Go)
NTFS (New)	Limitée par	2 TiB	Oui	Oui*	MICROSOFT

Thème 3 – ARCHITECTURE MATERIELLE

Technology File System)	la taille de la partition				ATTENTION : LINUX = l'écriture sur ce type de partition risquée
ext2fs (Extended File System)	2 TiB	4 TiB	Non	Oui	LINUX : Extended File System est le système de fichiers natif de Linux.
ext3fs	2 TiB	4 TiB	Oui	Oui	LINUX ext3 est essentiellement ext2 avec le support de la journalisation.
Ext4fs	16TiB	1EiB	Oui	Oui	ext4 est le successeur du système de fichiers ext3.
Btrfs	16EiB	16EiB	Oui	Oui	Successeur de ext4fs
ReiserFS	8 TiB	16 TiB	Oui	Oui	LINUX performant pour les petits fichiers mais gourmand en ressource processeur
XFS	16TB	16TB 64TB	Oui	Oui	LINUX
ZFS	16 ExaB 2 ⁴⁸ fichiers		Oui	Oui	UNIX Solaris Gestion de très grands espaces de stockage, gestion de pools de disques
GPFS	16 ExaB 2 ⁴⁸ fichiers		Oui	Oui	IBM (Global Parallel File System) répartition de l'écriture sur plusieurs disques, possibilité de miroir

TiB = Tibioctet (1024 gibioctets) :: GiB = Gibioctet (1024 mibioctets)

* Les systèmes de fichiers créés par Microsoft (FAT, FAT32 et NTFS) ne gèrent pas les droits d'accès aux fichiers comme les systèmes de fichiers de type Unix (ext2, ext3, ReiserFS...). Le système de fichiers NTFS gère les droits d'accès basé sur une liste de contrôle qui n'est pas prise en compte sous Linux. Les droits d'accès de type Unix doivent être émulés sur ces systèmes de fichiers ; cela est effectué au montage d'une partition de disque dur formatée selon l'un de ces systèmes de fichiers.

SOURCE : http://doc.ubuntu-fr.org/installation/systeme_de_fichiers

zetta 10²¹

exa 10¹⁸ (EiB = exbioctets)

péta 10¹⁵ (PiB = pébioctets)

téra 10¹² (TiB = tébioctets)

Thème 3 – ARCHITECTURE MATERIELLE

giga 10^9 (GiB = gébiotets)

méga 10^6

kilo 10^3