

Sauvegarde : Supports de données et Infrastructures

- **Les supports à mémoire permanente**
 - *Disques « durs »*
 - *ATA et S-ATA , SCSI et SAS*
 - *Baie de disques : organisation RAID*
 - *Les supports optiques*
 - *Les bandes magnétiques*
- **Les infrastructures de sauvegarde**
 - *Architecture NAS*
 - *Architectures SAN*
 - *Fibre Channel, iSCSI, autre*
- **Références techniques**

*Gilles Requilé LMG-UMR5508
gilles.requile@imgc.univ-montp2.fr*

Sauvegarde

Supports et Infrastructures

- **Sauvegarde** : *conserver, préserver, protéger*
- **Utilisation d'une mémoire permanente**
- **Nécessite un support pour stocker l'information**
- **Différents types de supports numériques**
 - *technologies, performances, fixes, mobiles, durabilité*
- **Nécessité de « transférer » l'information sur le support**
- **Intervention des réseaux** : *performances, distance*

Les questions de gestion des données : pilotage des sauvegardes, techniques d'archivages, d'indexation, ... sortent du cadre de cet exposé.

Supports de sauvegarde

- **Supports magnétiques**

- *disques sous diverses formes*
- *bandes et robotique associée*



- **Support optiques**

- *CD, DVD, hologramme*



- **Support électronique**

- *mémoire avec toutes ses variantes*

- **Autres**

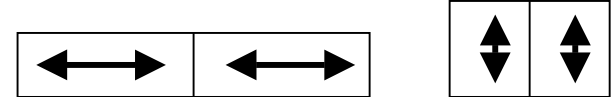
- *biologique -->> ??*
- *magnéto-optique -->> fin de vie ??*
- *mécaniques (magnétostriction, ...)*
- *rubans et cartes perforés*
- *papier (listing) ... mais est-ce un support « numérique » ?*

Disques « durs » (1)

- **Quelques caractéristiques des disques « durs »**
 - *Vitesse de rotation : 3600 à 15000 rpm*
 - *Temps d'accès : 15 ms à 3 ms*
 - *Capacité : 40 Go à > 1 To (nouvelle techno à écriture perpendiculaire ~2007)*
 - *Débit : dépend de l'interface et du cache interne (2 à 32 Mo)*
 - *Encombrement (3,5 pouces, 2,5 pouces --> 1 pouce), consommation*
- **Deux interfaces répandues (à BUS parallèle)**
 - *ATA Advanced Technology Attachment : de 2 Mo/s à 133 Mo/s (IDE Integrated Drive Electronics)*
 - *SCSI Small Computer System Interface : de 3 Mo/s à 320 Mo/s*
 - *De nombreuses variantes et évolutions (voir références)*
- **Convergence vers un BUS Série**

on parle plutôt maintenant de bande passante en bit/s

 - *ATA -->> S-ATA : de 1 à 4 Gbit/s (annoncé) (~150 à 600 Mo/s)*
 - *SCSI -->> SAS : de 3 à 6,6 Gbit/s (annoncé) (~400 à 750Mo/s)*



Disques « durs » (2)

- **Avantages des nouvelles technologies**
 - *Débits accrus*
 - *Connectique simplifiée (fin des « nappes »), technique « hot plug »*
 - *Accroissement du nombre d'équipements connectables (127 pour SAS)*
 - *Distance de connexion importante : 1m S-ATA, 8m (interne et externe) SAS*
- **Différences entre SATA et SAS**
 - *S-ATA Serial ATA : half duplex*
 - *SAS Serial Attached SCSI : full duplex (meilleures performances)*
 - *Les disques SAS peuvent avoir un double canal (redondance)*
- **Multi-compatibilité des contrôleurs SAS**
 - *Mixage possible des disques S-ATA et SAS : connecteur commun 7 broches,*
 - *Le connecteur SAS accepte des disques S-ATA mais pas l'inverse*
 - *Même câblage compact de type « ruban » données et alimentations*
 - *Contrôleur : se comporte comme un commutateur réseau*
 - *Supporte plusieurs protocoles : SSP, SMP (protocoles SCSI)
STP (protocole S-ATA) et utilise la même trame que FC avec le même adressage WWN*

Baies de disques RAID (1)

**Redundant Array of Inexpensives Disks
Independants**

*Permet de sécurisé l'information par différents
niveaux de redondance*

- **Conçu en 1987 à Berkeley avec 5 « niveaux ».**
*Le concept a évolué avec l'apparition de
multiples combinaisons
dont toutes ne font pas appel à de la redondance*
- **Certains niveaux peuvent être construits par
logiciel sans contrôleur spécialisé**

Baies de disques RAID (2)

- **Non redondants**

- *RAID-Linear* : concaténation de 2 (ou plusieurs) disques
- *RAID-0* : mode « *stripping* », écriture simultanée sur 2 disques

- **Redondance « simple »**

- *RAID-1* : mode « *mirroring* », on duplique les données à la volée

Facile à mettre en oeuvre. Nécessite seulement 2 disques. Disponible en version logiciel

- **Niveaux obsolètes ou peu utilisés**

- *RAID-2* : *mirroring* avec disque stockant les code d'erreur ECC (obsolète)
- *RAID-3* : écriture d'un octet de données sur chaque disque + disque parité
- *RAID-4* : idem RAID-3 pour des blocs de données

Baies de disques RAID (3)

- **Le plus utilisé**

- *RAID-5 : idem RAID-4 mais parité répartie sur tous les disques. Blocs et parité ne sont jamais sur le même disque. En général l'équivalent d'un disque est utilisé pour la parité. Très bon compromis entre performance, espace (à partir de 5 disques) et sécurité. Les données sont reconstruites à partir des autres disques. Gestion d'un disque de secours.*

- **Evolutions et combinaisons**

- *RAID-6 : évolution du RAID-5 avec double gestion de la parité : supporte la défaillance de 2 disques simultanément.*
- *RAID-7 : propriétaire (RAID-4 avec cache en écriture).*
- *RAID-S : propriétaire (mélange de RAID-4 et RAID-5).*
- *RAID-30, 50, 53, ... : différents mélange de 0, 3, 5, ...*
- *RAID-10 : plusieurs RAID-0 chacun dupliqués en RAID-1.*
- *RAID-0+1 : plusieurs ensembles de RAID-1 chacun étant en RAID-0.*

Supports optiques (1)

On peut distinguer 2 familles actuelles

- **Technologie de type CD (*Compact Disc*)**

- *CD-ROM (le cédérom) : lecture seule, disque pressé à partir d'une matrice*
- *CD-R : lecture seule mais enregistrable (gravure) de 650 Mo à 850 Mo*
- *CD-RW : réinscriptible, 1000 à 2000 cycles écritures, formatage, >=500 Mo*

Les deux dernières technologies utilisent une couche chimique sensible à la lumière, la température et l'humidité -->> Durée de vie moindre > 10 ans ?

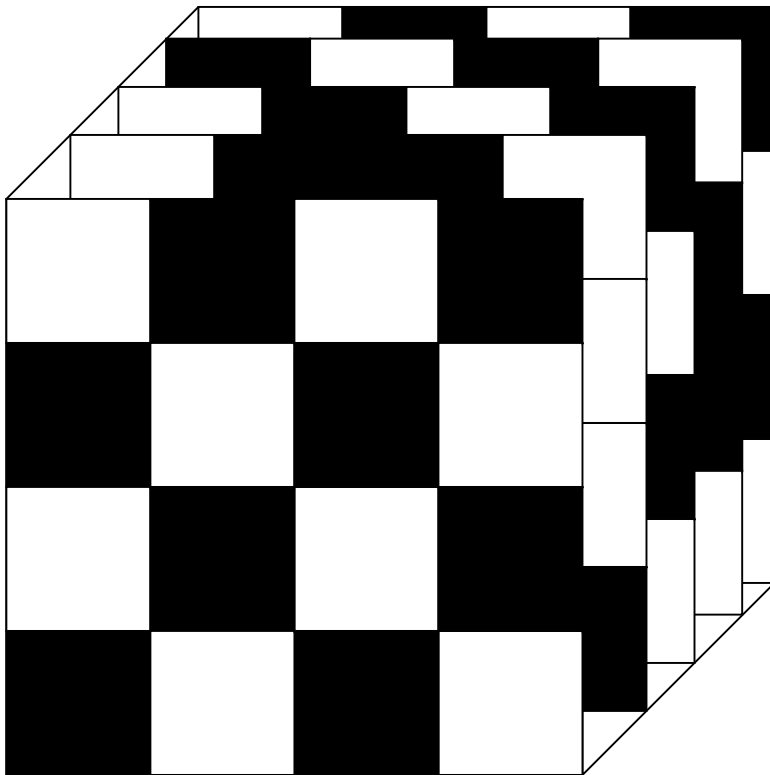
- **Technologie de type DVD (*Digital Versatile Disc*)**

- *Une capacité de 4 à 16 Go et débits < 30 Mo/s*
- *Plusieurs configurations : mono ou double densité et/ou couche et/ou face*
- *Une multitude de formats (audio, vidéo, informatique) et de dénominations*
- *Très sensible aux UV, à la température et à l'humidité (surtout les réinscriptibles)*

Supports optiques (2)

Le futur

Hologramme (*HVD Holographic Versatile Disc*) : > 1 To



- Un double faisceau laser (référence et objet) crée une interférence : image 3D par stockage de l'amplitude et la phase.
- Application aux techniques digitales : traverse une plaque CCD constituée de pixel noir (digit 0) et blanc (digit 1) : enregistrement dans un substrat sensible.
- Constitution dans le volume d'un même cristal de plusieurs couches (pages) selon l'angle du faisceau.
- Le même faisceau est donc capable de lire simultanément l'ensemble des pages.
- Chaque page est de l'ordre de 1 MBit et au même emplacement (1 cristal) on peut constituer des ensembles de plus de 100 pages (100 MBit par lecture. Temps d'accès ~2 ms).

Actuellement non ré-inscriptible. Annoncé : lecteurs compatibles DVD.

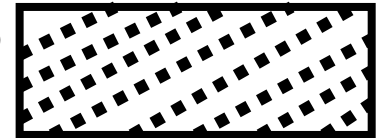
Bandes magnétiques (1)

- L'évolution des capacités suit celles des disques
 - De 20 Go à 800 Go (en mode compressé)
 - Présentation sous forme de cartouches amovibles
- Différents formats et multiples versions

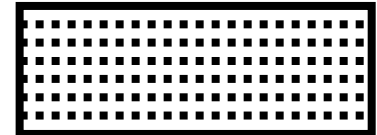
ATTENTION au rendement du mode compressé !

- DAT/DDS (Digital Data Storage) : DAT 2 à 24 Go 1,5 Mo/s
DDS3 12/24 Go, DDS4 20/40 Go 4,7 Mo/s --> DAT72 : 36/72 Go
- AIT (Advanced Intelligent Tape) : 50 Go (compressé) à 6 Mo/s
- Mammoth (Exabyte) : 60 à 200 Go (Compressé) 30 Mo/s max
- DLT/sDLT (Data Linear Tape) : DLT de 40 à 160 Go,
sDLT de 110 à 600 Go (compressé) à 36 Mo/s
- LTO (Linear Tape Open) : 100 Go (LTO1) à 800 Go (LTO3 compressé)
débit 160 Mo/s pour le LTO3 -->> voir débit des SAN

ENREGISTREMENT Hélicoïdal



ENREGISTREMENT Linéaire



- Durée de vie variable

– annoncé : 10 à 30 ans ?

Recycler tous les 5 ans !

Bandes magnétiques (2)

- **Interface performante**
 - *Essentiellement SCSI*
 - *Apparition de FC ou iSCSI sur les lecteurs les plus performants*
- **Robotique variée**
 - *De nombreux modèles et constructeurs*
 - *Pas de standard, voir robustesse de la mécanique*
 - *La même mécanique peut souvent accueillir différents lecteurs*
 - *Doit permettre de gérer des sauvegardes quotidiennes sans intervention*
 - *Nécessité d'au moins 6 à 7 emplacements de cartouche*
- **Précautions**
 - *Certaine fragilité du lecteur*
 - *Bien suivre les recommandations de nettoyage du constructeur*

Supports de stockage

Comparatif rapide

| | Disque | Bande | DVD | Hologramme |
|------------------------------|---------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Capacité | de 160 à 1 To | de 100 à 800 Go | de 4 à 16 Go | de 30 Go à 1,6 To |
| Débits | ~600 Mo/s | ~700 Mo/s | < 30Mo/s | ~100 Mo/s |
| Lecture/ Ecriture | OUI | limité à l'usure de la bande | limité à ~1000 cycles | non ré-inscriptible pour le moment |
| Usage | stockage | stockage/ archivage | stockage/ archivage | archivage |

Le couple disque/bande reste encore très « compétitif »

Quelques références Support

ORGANISMES STANDARDISATION

- <http://www.scsita.org/aboutscsi/sas/tutorials.html> : *nombreux tutoriaux*
- <http://www.scsita.org/> : *groupement industriel SCSI*
- <http://serialata.org/> : *groupement industriel SAS*
- <http://www.sata-io.org> : *groupement industriel SATA*
- <http://www.incits.org> : *International Committee for Information Technology Standards*
- <http://www.t13.org/> : *comité interface ATA*
- <http://www.t10.org/> : *comité interface SATA*

Articles

- <http://cerig.efpg.inpg.fr/Note/2003/interface-optimisation.htm>
article instructif sur l'utilisation des disque ATA et SCSI
- <http://www.aideonline.com> : *dossier ATA-SATA intéressant*

Divers

- <http://www.storagereview.com> : *on y trouve des benchmark de disques*
- <http://www.tldp.org/HOWTO/Software-RAID-HOWTO.html> : *implémentation logiciel du RAID*
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Holographie> : *informations techniques sur l'holographie*
- http://www.aideonline.com/pages/dossier-Les_DVD_enregistrables-36-1.html

Infrastructures de sauvegarde

Trois types d'architectures *à la fois concurrentes et complémentaires*

- **Serveur de fichier « classique »**
 - *Système d'Exploitation standard*
 - *Capacité disque renforcée, interface SCSI*
- **NAS : Network Attach Storage**
 - *Serveur de fichier dédié avec baie de disques sécurisée*
 - *Système d'Exploitation spécialisé*
- **SAN : Storage Area Networks**
 - *Sous-système de réseau indépendant du réseau local Ethernet-IP*
 - *Protocoles spécifiques*

Architecture NAS (1)

Le matériel

- **Serveur de fichier spécialisé**
 - *Processeur, mémoire*
 - *Systeme d'exploitation spécifique (base Win2003 ou Linux)*
- **Baie de disques rapides redondés (RAID)**
 - *BUS interne SCSI, SAS et/ou SATA, (parfois FC-AL)*
 - *Disques généralement « hot swapable ». Capacité de 250 Go à >> 100 To*
- **Entrées/sorties standards**
 - *Interface réseau souvent Gigabit (cuivre 10/100/1000 et/ou F.O.)*
 - *souvent interface SCSI externe*
- **Autres possibilités :**
 - *connexion de baies supplémentaires, lecteurs de bandes*
 - *protocole transfert de données : NDMP « Network Data Management Protocol »*
 - *protocoles/interfaces externes : F.C., iSCSI, ...*

Architecture NAS (2)

Les fonctionnalités

- **Supporte généralement de multiples protocoles d'accès**
 - *NFS, CIFS,*
 - *DFS, Appleshare, iSCSI, NETWARE, ...*
 - *HTTP, FTP, SSH, ...*
- **Souvent logiciels de supervision et/ou d'exploitation**
 - *gestion de la sauvegarde sur bande (licence ?),*
 - *gestion des clients (licence ?),*
 - *interconnexion avec d'autres NAS,*
 - *permet parfois des sauvegardes par liaisons chiffrées.*
- **Prix à partir de 2000 euros, jusqu'à 50000 euros ...**
 - *dépend de la capacité, de l'évolutivité, des performances,*
 - *de très nombreux fabricants, domaine en pleine croissance,*
 - *tous les constructeurs de PC, stations, calculateurs.*

Souvent difficile de « greffer » des fonctionnalités autres (logiciels libres ...)

Architectures SAN (1)

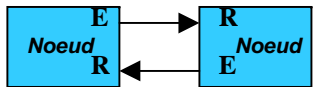
Éléments constitutifs

- **C'est avant tout un réseau dédié aux opérations de sauvegarde**
 - *réseau séparé du réseau local IP/Ethernet*
 - *protocole de réseau spécifique*
 - *nécessite des équipements réseaux spécialisés (commutateurs)*
 - *interconnecte des équipements dédiés (par exemple des NAS)*
 - *passerelle avec IP (liaisons autres SAN et réseau local)*
- **Protocole principal : Fibre Channel**
 - *terme ambiguë : pas nécessairement sur de la F.O.*
 - *est aussi utilisé comme protocole de BUS interne de baie de disque*
 - *débits garantis 1, 2 , 4 ou 8-10 Gbit/s sur de longues distances (F.O.)*
 - *faibles temps de latence*
- **Concurrencé par le protocole iSCSI**
 - *protocole au dessus de TCP*
 - *véhicule directement les commandes SCSI sur IP*
 - *utilise le réseau local standard (mais pas de bande passante garantie)*

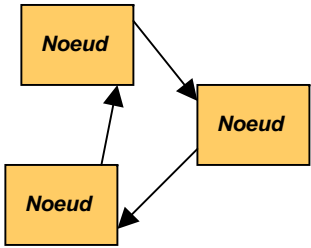
Architectures SAN (2)

Fibre Channel

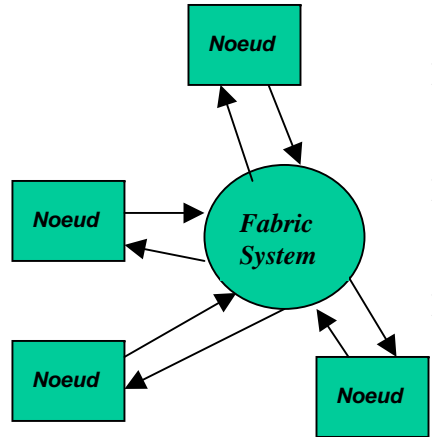
- Conçu pour transporter le protocole SCSI (version SCSI-3)
 - transport à longue distance (> 10 km sur F.O.)
 - Sériailisation Full-Duplex du protocole de BUS // Half-Duplex
 - Interface à 2 ports : émission et réception
 - différentes topologies possibles
 - protocoles en 5 couches



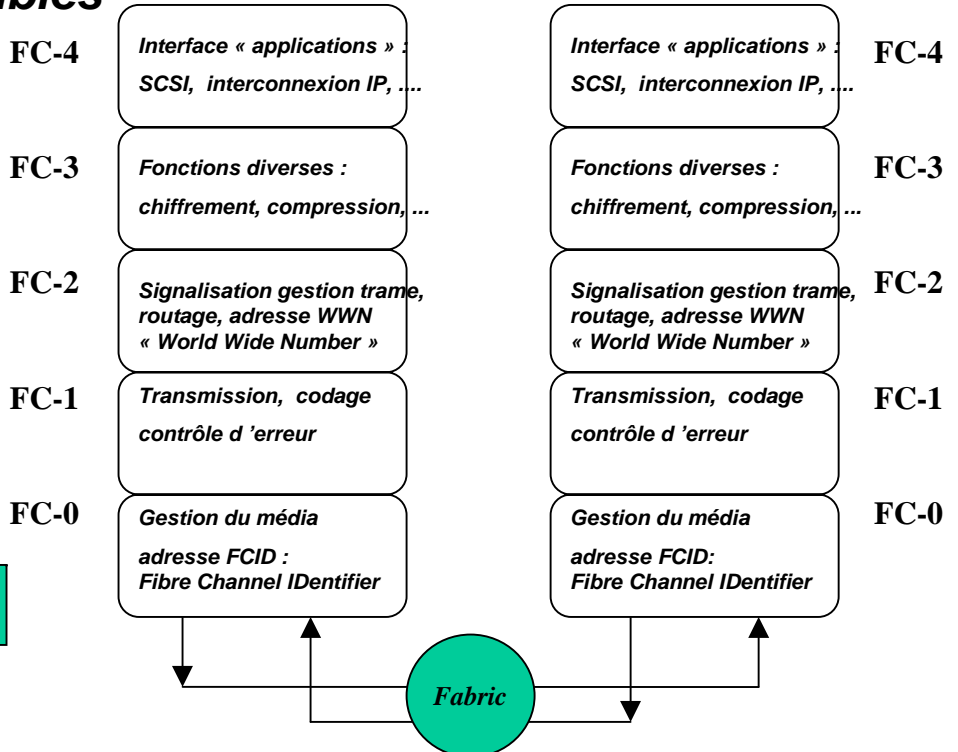
Point à Point



Boucle : Arbitrated Loop
Topologie « FC-AL »
Fonds de Panier de baie de disques de Serveur



Fonction de Switch-Routeur



Architectures SAN (3)

Fibre Channel et IP

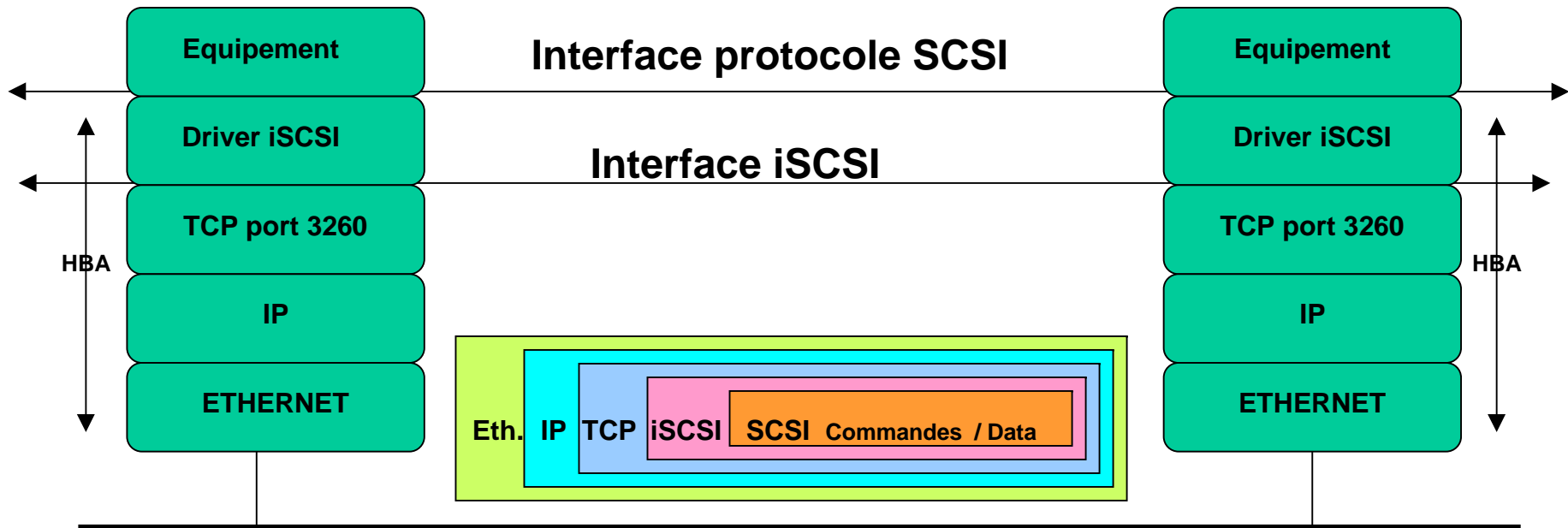
- **Interconnexion de 2 réseaux FC**
 - *souvent indispensable via IP*
 - *à très longues distances, pas de média dédiés à FC*
 - *2 méthodes différentes*
- **FCIP : Fibre Channel Over TCP/IP**
 - *tunnel dans IP,*
 - *tous les noeuds sont dans le même SAN*
 - *administration commune*
- **iFCP : Internet Fibre Channel Protocol**
 - *protocole FC à part entière*
 - *communications entre deux SAN différents*
 - *peut permettre aussi de connecter un appareil à un SAN*

Architectures SAN (4)

iSCSI le SAN concurrent

- **iSCSI** : *Internet Small Computer System Interface*

- *Initié par CISCO en 2000, normalisé par l'IETF en 2003*
- *Encapsulation des trames SCSI dans TCP*
- *Coupleur HBA (Host Bus Adaptateur) sortie Ethernet RJ45 directe*
- *Permet de mettre en place un réseau de stockage « bon marché »*
- *Pas de réseau dédié (mais performances « moindres » pour les applications critiques)*



Architectures de stockage (3)

Quelques références

ARTICLES ET PRESENTATIONS

- « Le SAN et le NAS : Le réseau au service des données » *Marie Galez (CINES) JRES2001*
- « Retour d 'expérience SAN multi-sites : de problèmes en solutions » *JRES2005*
Debord, Fredenucci, Mathian (Grenoble)
- <http://www.ossir.org/sur/supports/2006/20060314SecuriteSan.pdf>
François Riche. Réunion OSSIR 8/3/06

ORGANISMES DE STANDARDISATION

- www.fibrechannel.org *Fibre Channel Industry Association*
- ietf.org/rfc/rfc3720.txt *RFC iSCSI 2004*
- www.snia.org/education/tutorials/ *Storage Network Industry Association*
De nombreux tutoriaux sur les protocoles de stockage

PRESSE SPECIALISEE

- *Revue iStockage : Sauvegarde, archivage, technique, réglementation*

DIVERS

- <http://www.transtec.de/NL/F/IT-Kompendium/ITKnowHow.htm>
Intéressante documentation technique sur l'informatique et les solutions

Sauvegarde : Supports de données et Infrastructures

Quelques Conclusions et Questions

- Les performances des disques et bandes restent en cohérence
- Le SAN paraît peu adapté à des petites structures
 - *coûteux, mais le iSCSI mérite d'être étudié*
- Le NAS semble une solution « simple à gérer »
 - *quel coût pour les licences des postes clients ?*
- Le point crucial reste la récupération des données des postes clients : *supports et infrastructures matériels peuvent suivre*
- Le concept de virtualisation gagne du terrain
 - *ex : la bande (virtualisée) va laisser place au disque*
- Un autre concept émerge :
 - *la sauvegarde continue des données (CDP : Continuous Data Protection)*
- Délocalisation des sauvegardes ?