

# **maintenant**

**VOUS CONSOMMEREZ  
PLUS DE DONNÉES  
ET MOINS D'ASPIRINE**

## **LIVRE BLANC**

# **INFRASTRUCTURE SAN DIRECTEUR CISCO**



## **SOLUTIONS SAN DIRECTEUR MDS 9500**

**Hervé Castan**

**[hcastan@cisco.com](mailto:hcastan@cisco.com)**

**PROFITEZ DU RÉSEAU. maintenant.**



<b>1.</b>	<b>LA GAMME MDS9000 – INTRODUCTION.....</b>	<b>2</b>
1.1	PRESENTATION GENERALE DES DIRECTEURS MDS9500 .....	2
1.2	CONFIGURATIONS TYPES .....	3
1.3	PRESENTATION GENERALE DU COMMUTATEUR MDS9216 .....	3
1.4	PRESENTATION GENERALE DE LA GAMME MDS9100 .....	4
1.5	HOMOGENEITE DE L’OFFRE .....	4
<b>2.</b>	<b>CARACTERISTIQUES MATERIELLES .....</b>	<b>5</b>
2.1	EQUIPEMENT DE CLASSE « DIRECTEUR » .....	5
2.2	ARCHITECTURE INTERNE .....	5
2.3	DENSITE DE PORT ELEVEE ET EVOLUTION VERS LE 10 GIGA FC .....	6
2.4	CARACTERISTIQUES DES CARTES LIGNE 16 ET 32 PORTS FC .....	6
2.5	CARACTERISTIQUES DES CARTES LIGNE 4 ET 8 PORTS GBE .....	7
2.6	CARACTERISTIQUES DE LA CARTE HYBRIDE MPS .....	7
2.7	CARACTERISTIQUES DES MODULES DE SERVICE .....	8
2.8	AGREGATION DE LIENS ET REPARTITION DE CHARGE .....	8
2.9	EVOLUTION ET RECONFIGURATION SIMPLIFIEES DU SAN .....	9
2.10	SECURITE DE L’INFRASTRUCTURE .....	10
<b>3.</b>	<b>MECANISMES RESEAUX EVOLUES .....</b>	<b>11</b>
3.1	PARTITIONNEMENT LOGIQUE DE L’INFRASTRUCTURE MATERIELLE .....	11
3.1.1	<i>Description du mécanisme VSAN.....</i>	<i>11</i>
3.1.2	<i>Justification du partitionnement logique.....</i>	<i>12</i>
3.1.3	<i>Routing Inter-VSAN, IVR.....</i>	<i>13</i>
3.1.4	<i>Les VSAN en environnement Mainframe FICON.....</i>	<i>13</i>
3.1.5	<i>Configuration des VSAN.....</i>	<i>13</i>
3.2	DEFINITION DES ZONES PAR LUN .....	14
3.3	CONNECTIQUE IP ET DEPORT DE SAN .....	14
3.3.1	<i>Extension du SAN par encapsulation iSCSI.....</i>	<i>15</i>
3.3.2	<i>Déport de SAN par encapsulation FCIP.....</i>	<i>16</i>
3.3.3	<i>Multiplexage en longueur d’onde.....</i>	<i>18</i>
3.4	QUALITE DE SERVICE ET CONTROLE DE FLUX .....	18
3.5	MODULES DE SERVICE INTELLIGENTS .....	19
<b>4.</b>	<b>ADMINISTRATION ET DEBUGGING.....</b>	<b>20</b>
4.1	ADMINISTRATION PUISSANTE .....	20
4.2	CISCO FABRIC MANAGER SERVER .....	21
4.3	CISCO FABRIC SERVICE .....	21
4.4	SECURISATION OPTIMALE DE L’ADMINISTRATION .....	22
4.5	FIBRE CHANNEL SECURITY PROTOCOL .....	22
4.6	DIAGNOSTICS INTEGRES .....	23
<b>5.</b>	<b>TABLEAU RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES.....</b>	<b>24</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>25</b>

# 1. LA GAMME MDS9000 – INTRODUCTION

Les passerelles SCSI sur IP – protocole iSCSI – SN5420, annoncées en Mars 2001, ont marqué l'arrivée de Cisco Systems comme fournisseur d'équipements d'interconnexion pour les Réseaux de Stockage. L'offre Cisco n'a cessé de s'étoffer ensuite, avec la gamme SN5428, disponible depuis Mars 2002, consistant en l'intégration des passerelles d'encapsulation des flux de stockage sur IP directement dans un commutateur Fibre Channel. Le SN5428 permet de bâtir des Réseaux de Stockage de type départemental, ou Workgroup, en proposant la connectique haut débit Fibre Channel à 2 Gbps, couplée aux techniques d'encapsulation dans IP afin d'étendre le transport du protocole SCSI du réseau FC vers le réseau IP, tout en bénéficiant de la commutation Fibre Channel en local.

La stratégie de Cisco pour les Réseaux de Stockage va culminer en Août 2002, avec le lancement officiel de la gamme des Commutateurs et Directeurs Fibre Channel MDS9000. La famille MDS9000 comprend les éléments suivants :

- Directeurs FC : la famille MDS9500 est composée des châssis de classe Directeurs MDS9506 et MDS9509, entièrement modulaires, multi-fonctions, pouvant offrir jusqu'à 224 ports FC 1 ou 2 Gbps, ou un mélange de connectique FC, IP et de modules de service.
- Commutateur modulaire : la famille MDS9200 comprenant les MDS9216 et MDS9216i. Le MDS9216 dispose de 16 ports FC en standard, alors que le MDS9216i comprend 14 ports FC et 2 ports Gigabit Ethernet. Ces commutateurs peuvent évoluer jusqu'à 48 ports FC, ou une combinaison de ports FC et GbE par simple ajout de carte ligne dans le slot d'extension.
- Commutateurs fixes : la famille MDS9100 est composée de commutateurs fixes de 20 à 40 ports en connectique Fibre Channel uniquement.

Les gammes MDS9200 et MDS9500 sont disponibles depuis Décembre 2002. Ils ont subis des tests de compatibilité extrêmement rigoureux chez les principaux fournisseurs de baies de stockage, et sont maintenant au catalogue de ces fournisseurs que sont IBM, HP, EMC et HDS, ainsi qu'à l'ensemble de leurs revendeurs.

Le Cisco MDS9500 est un équipement de commutation Fibre Channel de classe Directeur, avec redondance complète de tous les composants actifs. Il offre ainsi un très haut niveau de disponibilité de l'infrastructure SAN.

## 1.1 Présentation générale des Directeurs MDS9500

Le directeur MDS9509 comprend 9 slots et le MDS9506 6 slots. Deux slots sont utilisés pour les matrices de commutation de type Cross-Bar. Les matrices de commutation supportent également la fonction de Supervision. Le MDS9500 peut recevoir les cartes lignes suivantes :

- Connectique Fibre Channel : carte ligne 16-ports FC ou 32-ports FC,
- Connectique GbE : carte ligne 4-ports GbE ou 8-ports GbE pour le transport des flux de stockage SCSI encapsulés dans des protocoles TCP/IP.
- Connectique mixte : carte ligne MPS, 14 ports FC et 2 ports GbE.

En configuration maximale, le MDS9509 va offrir 224 ports FC et le MDS9506 128 ports FC en carte ligne 32 ports FC. Les cartes ligne 16 et 32 ports présentent quelques différences au niveau de leurs caractéristiques et seront mixées dans le châssis MDS9500.

Le Directeur MDS9500 peut également recevoir des modules de service qui vont implémenter des solutions logicielles directement en cœur de réseau. Il existe trois modules de service aujourd'hui :

- Cache Service Module : le CSM est piloté par le logiciel SAN Volume Controller (SVC) d'IBM.
- Advanced Service Module : l'ASM est piloté par le logiciel Veritas Storage Foundation for Network (VSN) de Veritas Software.

- Storage Service Module : module universel destiné à recevoir des applications de gestion de l'espace disque, de réplication ou de sauvegarde. Ces applications sont attendues pour début 2005.

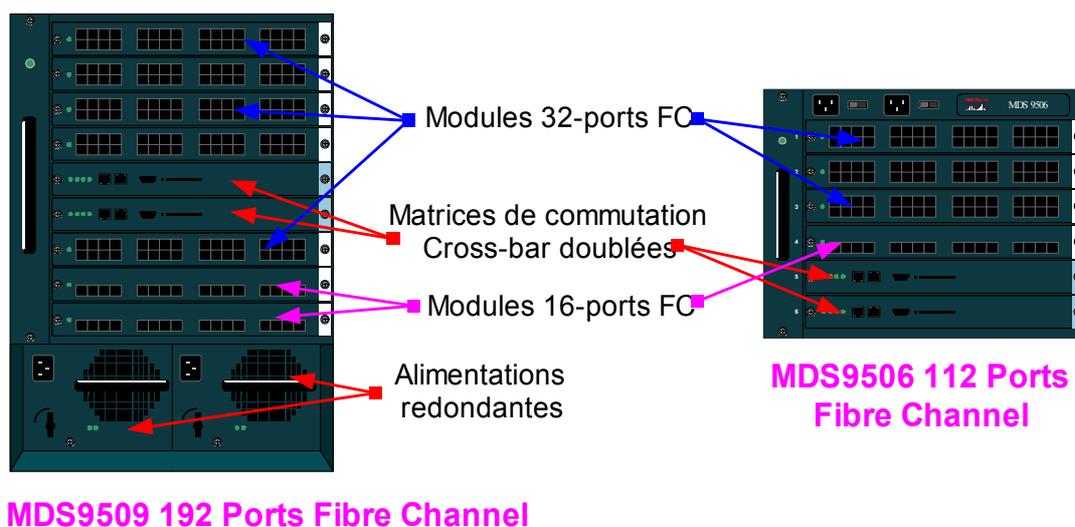
Le Directeur MDS9500 peut recevoir les différentes cartes et modules cités sans restriction autre que le nombre de slots disponibles. **Le Directeur MDS9500 est un équipement universel qui peut offrir dans une même unité, les protocoles Fibre Channel, FICON, FCIP et iSCSI, ainsi que des fonctions de Virtualisation intégrées.**

Chaque port est « auto-sensing » 1 et 2 Gbps, va négocier en FC Boucle (FC-AL) ou FC Switch, et peut recevoir indifféremment des connecteurs optiques SFP de type SW (fibre multimode en local) et LW (fibre monomode pour l'interconnexion distante).

Le MDS9509 dispose d'une mémoire Flash interne d'une capacité de 184 MOctets, utilisée pour le stockage des microcodes utilisés lors du démarrage de la machine. Il est possible aussi de lui adjoindre une mémoire flash externe, extractible, d'une capacité de 512 MO. Cette mémoire peut servir à stocker différentes versions de microcode, différentes versions de configurations, à les sécuriser, et à les copier d'un MDS9500 vers un autre.

## 1.2 Configurations types

Voilà un exemple de configuration des Directeurs MDS9500 :



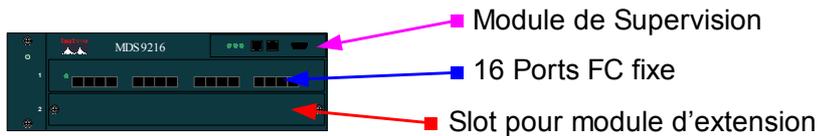
Il est à noter que les alimentations redondantes du MDS9506 sont situées à l'arrière du Directeur.

## 1.3 Présentation générale du Commutateur MDS9216

Le commutateur MDS9216 dispose de 16 ports FC 1 et 2 Gbps en standard, ainsi que d'un slot d'extension. Les différentes cartes ligne disponibles autorisent des évolutions du MDS9216 vers 32 ports FC, 48 ports FC ou configuration mixte 16 ports FC + 8 ports Gigabit Ethernet.

Alimentations et ventilateurs sont doublés, fonctionnent en partage de charge et sont échangeables à chaud.

Le schéma ci-dessous présente le MDS9216 en configuration de base :



### MDS9216 16 à 48 Ports Fibre Channel

L'ajout d'un module additionnel se fera sans interruption de service du MDS9216 au niveau des 16 ports FC d'origine.

Le commutateur MDS9216i est basé sur la carte mixte 14+2. Il offre 14 ports FC équivalents à ceux du MDS9216, deux ports Gigabit Ethernet et il dispose également d'un slot d'extension. Ce slot d'extension permet d'augmenter le nombre de ports FC ou GbE ou de recevoir un module de service. Dans ce cas, **le MDS9216i se transforme en équipement universel supportant les protocoles FC, FICON, FCIP et iSCSI et disposant de fonctions de Virtualisation intégrées.**

## 1.4 Présentation générale de la gamme MDS9100

La gamme MDS9100 est composée de deux commutateurs de configurations fixes, le MDS9120 et le MDS9140, tels que présentés ci-dessous :



Le MDS9120 offre 20 ports FC en 1 ou 2 Gbps et le MDS9140 offre 40 ports FC en 1 ou 2 Gbps, sur une hauteur de 1 RU. Ces deux commutateurs disposent de deux alimentations et deux ventilateurs, fonctionnant en partage de charge et pouvant être échangés à chaud.

## 1.5 Homogénéité de l'offre

Le MDS9509 est un châssis modulaire de classe Directeur, avec redondance totale de chacun des composants. Le MDS9216 est un commutateur FC sans redondance de la fonction de Supervision. Les MDS9120 et MDS9140 sont des commutateurs fixes en connectique FC uniquement. Le Directeur MDS9509 offre une densité de port très importante, jusqu'à 224 ports FC. Le MDS9216 offre un certain niveau de modularité par rapport aux MDS9100, avec la connectique IP possible, et l'intégration de modules de services dits « intelligents ». En dehors de ces différences, le même microcode est utilisé pour l'ensemble des équipements de la gamme MDS9000, du MDS9120 de 20 ports FC au MDS9509 224 ports, et les différentes fonctions évoluées décrites tout au long de ce document, bien que présentées principalement par rapport au Directeur MDS9509, sont disponibles sur tous les modèles, sauf spécification explicite. L'homogénéité de la gamme MDS9000, ainsi que l'intégration des différents éléments de cette gamme dans un réseau de stockage, sont donc parfaitement garanties.

## 2. CARACTERISTIQUES MATERIELLES

Les paragraphes suivants vont décrire les caractéristiques matérielles de la gamme MDS9500, à savoir ses spécificités techniques « bas-niveaux ».

### 2.1 Equipement de classe « Directeur »

Le MDS9500 est un équipement de classe Directeur.

A ce titre, la *Haute Disponibilité est garantie*.

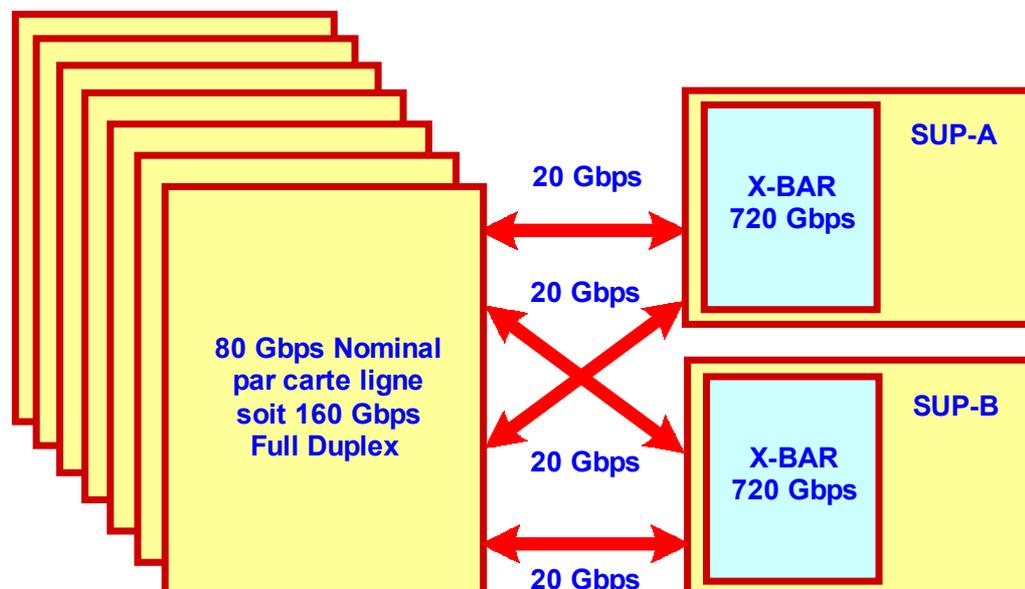
Tous les composants internes sont doublés (alimentations, horloges, ventilateurs, matrices de commutation Cross-Bar, fonction de Supervision, canaux d'administration), fonctionnent en partage de charge et sont tous échangeables à chaud, sans interruption de service du Directeur MDS9500.

Une évolution du nombre de port du Directeur MDS9500 se fait également en dynamique. Il suffit pour cela d'ajouter une carte ligne dans un slot disponible, et ce nouveau module est automatiquement pris en compte par la fonction de supervision du Directeur, sans impact sur son fonctionnement.

Les montées de niveau du microcode (firmware) se font, là encore, en dynamique, sans interruption de service et sans impact sur les flux en transit au sein du Directeur.

### 2.2 Architecture interne

Les Directeurs MDS9500 sont architecturés autour de deux matrices de commutation actives de type Cross-Bar, d'une capacité de 720 Gbps en full duplex par matrice. La capacité de commutation totale au niveau d'un châssis est de 1,44 Tbps en full duplex. Chaque carte ligne est reliée aux deux matrices de commutation par des connecteurs de 20 Gbps, 4 connecteurs par carte ligne, 2 vers chaque matrice, selon le schéma ci-dessous :



Le Directeur MDS9500 représente un seul nœud Fibre Channel d'un point de vue topologie réseau FC. Les cartes ligne sont reliées aux deux matrices de commutation et n'importe quel port du MDS9500 peut accéder à n'importe quel autre port via les deux matrices, même en configuration maximale de 224 ports sur un MDS9509. Les trames FC sont réparties entre les deux matrices de commutation. En cas de défaillance d'une matrice de commutation dans un Directeur, aucune perte de connexion des serveurs et périphériques, car tous les ports seront interconnectés par la deuxième matrice de commutation et cela, *sans interruption sur les flux en transit*.

La commutation des trames FC est centralisée sur les matrices Cross-bar avec un seul niveau de commutation. Ce mode de fonctionnement offre un temps de latence constant, et va garantir le respect de l'ordre d'émission des trames.

## 2.3 Densité de port élevée et évolution vers le 10 Giga FC

La capacité de commutation d'un Directeur MDS9500 est de 1,44 Tbps. Les deux matrices de commutation Cross-Bar sont actives et fonctionnent en partage de charge, avec 720 Gbps par matrice et jusqu'à 224 ports FC en carte ligne 32 ports sur le MDS9509. La commutation est centralisée sur les deux matrices. Chaque carte ligne dispose de 4 connecteurs de 20 Gbps vers les deux matrices. Ainsi, chaque matrice Cross-Bar peut garantir, à elle seule, la connectique de l'ensemble des 224 ports. La capacité maximale au niveau de chaque carte ligne est de 80 Gbps, soit 160 Gbps en Full-Duplex.

Grâce à cette capacité de connectique en fond de panier, la pérennité de l'investissement est assurée car les Directeurs MDS9500 vont pouvoir intégrer la technologie FC 10 Gbps sans changement de châssis ni de matrice de commutation. La capacité en commutation interne est déjà disponible et permettra la prise en compte de cette technologie FC 10 Gbps dans les MDS existants, par simple ajout de carte ligne intégrant la connectique requise. L'accès du module ligne 10 Gbps vers les matrices de commutation se fera par les mêmes connecteurs 20 Gbps utilisés aujourd'hui.

La ratification du protocole 10 Giga FC par le groupe de travail T11 de l'ANSI est attendue pour 2005. Il est intéressant de noter que les couches basses – FC0, FC1 - du protocole 10 Giga FC seront basées sur les couches basses du protocole 10 Giga Ethernet. Le standard 802.3ae de l'IEEE décrivant le 10 Giga Ethernet a été ratifié courant 2002, et des commutateurs Ethernet intégrant cette technologie sont disponibles chez Cisco depuis Septembre 2001. Cisco maîtrise la commutation de trame sur du 10 Gigabit natif depuis plus de trois ans maintenant.

La connectique 10 Giga FC sera utilisée initialement pour l'interconnexion des Directeurs MDS9500 de cœur de réseau. Deux liens 10 Giga FC entre deux Directeurs remplaceront ainsi un Trunk de 10 liens en 2 Gbps.

De la même façon que toutes les fonctions évoluées sont utilisées indifféremment en 1 et 2 Gbps, la technologie 10 Giga FC sera transparente pour les couches hautes. Tous les mécanismes décrits dans ce document – VSAN, QoS, Zoning, Trunking, etc. – seront exploités aussi bien sur les liens en 1 Gbps, 2 Gbps et 10 Gbps.

## 2.4 Caractéristiques des cartes ligne 16 et 32 ports FC

Chaque interface Fibre Channel fonctionne en auto négociation pour le débit – 100 ou 200 MO/s – pour le mode – half-duplex ou full-duplex – et pour le type de port.

Chaque interface peut négocier indifféremment en E Port, F Port, FL Port (périphériques en FC-AL Public) ou TE Port, ce dernier type assurant le transport des VSAN ou partitions logiques, tel que décrit plus loin. Les modes TL-Port, pour les périphériques en FC-AL Privé, et SD Port, pour le port SPAN, fonction de debugging décrite plus loin, devront être définis spécifiquement. Selon le besoin, chaque interface peut être forcée dans un mode précis.

Le choix entre carte ligne 16 et 32 ports dépendra des besoins d'interconnexion distante.

La carte ligne 32 ports dispose de 12 Buffer Credit par port. Elle sera utilisée pour la connectique locale, serveurs et robotiques de sauvegarde. L'objectif de ce module est la densité de connexion.

La carte ligne 16 ports dispose de 255 Buffer Credit par port. Ce n'est pas un pool partagé, mais bien 255 Buffer Credit dédiés à chaque port.

Cette capacité en Buffer Credit permet de garantir le débit maximal de 200 MO/s entre des sites distants. En technologie 2 Gbps, il faut environ un BC par kilomètre pour garantir le débit maximal. Les Directeurs MDS9500 peuvent donc assurer le débit maximal sur environ 250 kilomètres. En technologie 1 Gbps, le débit maximal est assuré sur 500 kilomètres. Si les équipements DWDM inter-sites n'assurent que du 100 MO/s, le MDS s'adaptera à ce débit.

Encore une fois, il faut bien noter que tous les ports d'un MDS9509 font partie du même nœud FC, avec un Domain-Id unique.

## 2.5 Caractéristiques des cartes ligne 4 et 8 ports GbE

Chaque interface Gigabit Ethernet est capable de supporter en même temps les protocoles FCIP pour l'encapsulation des trames FC dans IP, ou iSCSI pour l'encapsulation du protocole SCSI dans IP. Ces deux protocoles sont maintenant standardisés. Ils utilisent un port TC réservé, 3225 pour FCIP et 3260 pour iSCSI. Ils seront généralement connectés sur une interface Gigabit optique d'un commutateur Ethernet du réseau d'entreprise.

En utilisation FCIP, l'accès sera fourni à un routeur d'accès WAN pour pouvoir établir le tunnel FCIP vers le site distant. FCIP est basé sur un modèle « Peer-to-Peer ». Une fois établi, le tunnel FCIP est vu par les processus FC comme un simple lien ISL, indépendamment de la topologie et de la taille du réseau IP sous-jacent. Il sera donc possible d'agrèger plusieurs liens FCIP dans un PortChannel au même titre que les liens ISL FC. L'agrégation de liens est décrite au chapitre 2.7. Dans le cas où deux tunnels FCIP sont présentés au protocole de routage FSPF, les mécanismes de choix des routes mis en œuvre seront identiques à ceux utilisés pour les liens FC. Un lien FC de 2 Gbps dispose d'un point de 500 pour FSPF. Un tunnel FCIP sur un seul lien à 1 Gigabit Ethernet aura un poids de 1000 et FSPF pourra faire de l'équilibrage de charge sur des chemins à coût égal, ces chemins pouvant emprunter indifféremment des liens FC pur et FCIP.

En utilisation iSCSI, l'accès sera fourni potentiellement à l'ensemble du réseau d'entreprise afin de pouvoir ventiler les interfaces GbE des MDS9000 vers un nombre important de serveurs de débit moindre, en bénéficiant des architectures de type « Core-Edge » des réseaux modernes. Il n'est pas souhaitable de connecter les serveurs directement sur les MDS car la mise en place du protocole iSCSI va se justifier par la consolidation de nombreux serveurs de débit faible à moyen, sur les cartes IP des MDS9000. Une étude plus précise du positionnement et de la justification d'une architecture mixte FC + iSCSI est fournie dans le document suivant :

[http://www.cisco.com/global/FR/solutions/ent/avid\\_solutions/san/san\\_home.shtml](http://www.cisco.com/global/FR/solutions/ent/avid_solutions/san/san_home.shtml)

Une description plus précise de la mise en œuvre des protocoles d'encapsulation des flux de stockage dans IP est présentée au chapitre 3.3.

## 2.6 Caractéristiques de la carte hybride MPS

Le niveau 2.0 du firmware SAN OS apporte le support d'un nouveau module comprenant 14 ports FC et 2 ports Gigabit Ethernet. Il s'agit du module MPS pour MultiProtocol Service module. Ce module peut s'insérer dans n'importe quel slot d'un Directeur MDS9500 ou MDS9216. Il sert également de base au nouveau MDS9216i et la description de ce module s'applique à l'identique au MDS9216i. Outre le fait que le module MPS offre à la fois la connectique FC et la connectique GbE sur une même carte ligne, chacune de ces connectiques comporte un certain nombre d'améliorations par rapport aux autres cartes ligne.

Cette carte MPS peut être vue comme une carte 16-ports FC sur laquelle les ports 15 et 16 auraient été remplacés par des ports GbE. Les 14 ports FC disposent donc des mêmes caractéristiques, par exemple les 255 Buffer Credit par port sur tous les ports. Mais sur ce module, chaque groupe de 4 ports dispose de la possibilité d'augmenter le nombre de Buffer Credit sur un port du groupe au-delà de 255. Deux niveaux sont disponibles :

1. La capacité d'un port peut monter jusqu'à 2.400 Buffer Credit tout en conservant 255 BC sur chacun des trois autres ports.
2. En mettant offline les trois autres ports, le premier port peut monter jusqu'à 3.500 Buffer Credit.

Ce mécanisme nécessite la licence Enterprise. Les distances maintenant possibles deviennent extrêmement élevées car 2.400 Buffer Credit garantissent 2400 Kms wirespeed en 2 Gbps, soit 1.200 Kms en aller-retour, cas d'une solution de réplication.

***C'est la valeur de Buffer Credit la plus importante disponible sur le marché à l'heure actuelle.***

Les deux interfaces Gigabit Ethernet apportent également plusieurs améliorations marquantes par rapport aux modules 4 et 8 ports IP comme décrit ci-après :

- Compression en hardware. Capacité de compression au niveau du lien Gigabit, en fonction du profil des données en entrée et du ratio de compression obtenu.
- Chiffrement des flux FCIP. Une fois compressé, le flux de données peut-être chiffré en IPSec par algorithme DES, 3DES ou AES sur clé jusqu'à 256 bits.

Les nouvelles possibilités offertes par ce module MPS seront exploitées essentiellement pour l'extension de SAN via FCIP. Mais au-delà de ces évolutions, la mise en œuvre en iSCSI et en FCIP est identique à la mise en œuvre sur carte ligne IPS4/8.

## 2.7 Caractéristiques des modules de Service

Le CSM est un module sans connectique externe. Il occupe un slot d'un MDS9000 et l'accès aux services SVC est fourni par les interfaces des autres cartes lignes, via le fond de panier.

L'ASM et le SSM sont basés sur le même hardware, l'ASM étant dédié au logiciel VSFN. Ce hardware est une carte ligne 32-ports FC sur laquelle ont été implantés les ASIC pilotés par les logiciels appropriés. Ces modules de service disposent donc de leur propre connectique externe.

## 2.8 Agrégation de liens et répartition de charge

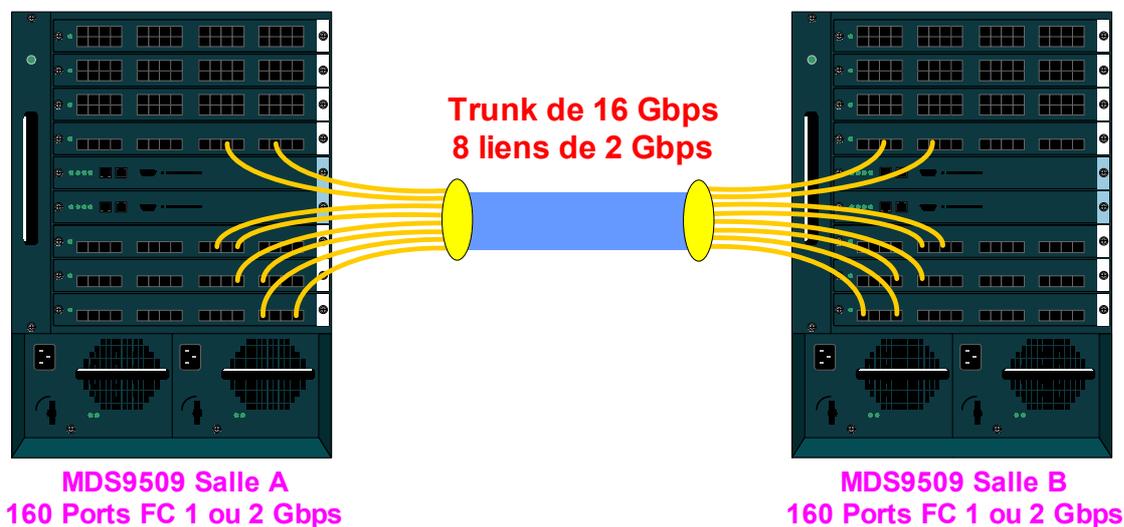
Un PortChannel entre Directeurs MDS9500 peut comprendre jusqu'à 16 liens de 2 Gbps, soit 32 Gbps au total, répartis sur des cartes ligne différentes dans chaque MDS. Ainsi, la défaillance d'une carte ligne n'impactera pas la disponibilité du Trunk. D'autre part, de nouvelles cartes ligne peuvent être ajoutées en dynamique, comme vu précédemment, et la capacité du PortChannel peut évoluer sans interruption de service. De la même façon, si le besoin s'en fait sentir, l'administrateur réseau pourra très simplement augmenter la capacité de l'agrégation en intégrant un lien supplémentaire dans le PortChannel, sans aucune interruption de service de ce dernier.

Il n'y a pas de notion de lien Master dans un PortChannel Cisco. Tous les liens sont banalisés. La défaillance de n'importe quel lien n'aura pas d'autre impact que la baisse de capacité de l'agrégation de la valeur du lien.

Il n'y a pas non plus de restriction sur la combinaison des mécanismes. Lors de la mise en place du PortChannel, ***les 255 Buffers Credit sont toujours disponibles sur chacun des ports composant le Trunk***, et ainsi, le débit maximal de 32 Gbps par Trunk est garanti jusqu'à 250 kilomètres.

La répartition de charge entre les différents liens d'un Trunk est basée sur un algorithme de Hashing entre Src-ID, Dst-ID et Exchange-ID. Ainsi, la cohérence d'une Entrée/Sortie sera garantie en envoyant toutes les trames par le même lien du Trunk, en respectant donc l'ordre d'émission des trames. Cette répartition de charge basée sur l'Exchange-ID permettra de bien équilibrer le flux d'une sauvegarde sur les différents liens du PortChannel.

Le schéma ci-après présente l'agrégation de lien de type PortChannel sur modules ligne multiples :



Sachant que la conception interne du MDS9500 - commutation centralisée - garantit également le respect de l'ordre d'émission des trames, il est tout simplement impossible dans une infrastructure à base de Directeur MDS9500 de récupérer des trames dans le désordre, et cela, même en interconnexion distante, via une agrégation de lien de type Trunk, comprenant des liens de longueurs inégales.

La configuration d'un PortChannel est facilitée par un mécanisme de détection de l'agrégation. Il suffit de configurer le PortChannel que d'un côté, sur un seul MDS9000 pour que l'autre MDS9000 le détecte et configure automatiquement le PortChannel avec les mêmes caractéristiques. Cela permet d'éviter tout risque d'erreur.

En plus de l'agrégation physique de type PortChannel, la gamme MDS utilise aussi la répartition de charge sur chemins à coût égal de type FSPF. L'algorithme de répartition de charge est identique à celui du PortChannel. Il est possible de combiner les deux mécanismes, pour avoir jusqu'à 128 PortChannel dans un Directeur, chacun pouvant recevoir jusqu'à 16 liens physiques de 2 Gbps.

Les MDS9000 disposent de la fonction « Port Tracking ». En cas de défaillance d'un lien ISL dans une configuration de type Dual-Fabric, ce mécanisme va permettre un basculement immédiat des flux vers le chemin alterné, sans déclencher les timers Fibre Channel. Il garantit ainsi une convergence FSPF immédiate.

## 2.9 Evolution et reconfiguration simplifiées du SAN

Chaque entité Fibre Channel, périphérique ou serveur, comprend une adresse unique de type WWN (World Wide Name) ou WWPN (World Wide Port Name). Lors de la connexion de l'interface au réseau FC, le Service de Login de la Fabrique, sur réception du WWPN, va retourner une adresse physique FCID, ou Fibre Channel Identifier, qui sera utilisée pour le routage des trames Fibre Channel au sein du réseau FC. Ce FCID est constitué de trois octets :

- Le Domain-ID correspondant au Domain-ID du commutateur FC sur lequel est connecté l'interface FC,

- L'Area\_ID utilisé en fonction des caractéristiques d'adressage du nœud considéré,
- Le Port\_ID correspondant à l'adresse ALPA en FC-AL.

Le problème potentiel est que certains Operating Systems, tel que HP-UX ou AIX, utilisent l'adresse physique FCID pour identifier les volumes logiques. Si le FCID de la baie de stockage change, alors les systèmes de fichiers de tous les serveurs HP-UX ou AIX accédant à cette baie doivent être posés et remontés.

Contrairement à l'offre Fibre Channel disponible aujourd'hui sur le marché, dans laquelle l'adresse FCID est liée au port physique sur le commutateur, le Port\_ID sur la gamme MDS n'est pas dépendant du port physique, mais assigné de façon séquentielle. Ainsi, toute reconfiguration de l'environnement FC n'aura plus d'impact au niveau des définitions système dans les Serveurs Unix. De la même façon, une baie de stockage peut changer de port sur le MDS9000, pour le remplacement d'une carte ligne par exemple, sans incidence pour les définitions système Unix.

L'affectation WWPN – FCID peut être définie en statique. Dans le cadre de migration de l'existant, il sera possible de reprendre les serveurs et baies de stockage en leur présentant le même adressage FC. Ainsi, les OS n'auront pas besoin d'être reconfigurés avec la nouvelle adresse FC des disques, il suffira de les connecter sur les MDS pour qu'ils retrouvent leur environnement.

## 2.10 Sécurité de l'infrastructure

La gamme MDS9000 dispose de plusieurs mécanismes garantissant la stabilité du réseau FC contre toute erreur de manipulation, reconfiguration ou malveillance. De plus, la gamme MDS9000 met en œuvre le protocole Fibre Channel Security Protocol (FC-SP) en cours de standardisation à l'ANSI T11.

Tout d'abord, il est possible de forcer chaque port à négocier par défaut en F Port ou FL Port. Ainsi, un commutateur malicieux ne sera pas en mesure de se substituer à un périphérique ou serveur, négocier en E Port, provoquer un Rebuild de la Fabrique et, avec la priorité appropriée, prendre le contrôle des processus FC. Le mode E Port lui sera interdit.

Pour les ports déjà en lien ISL, il est possible de restreindre les négociations de priorité uniquement au niveau de quelques commutateurs considérés comme extrêmement sécurisés. Cela est possible en bloquant les messages de Rebuild de la Fabrique émanant de commutateurs considérés comme moins sécurisés.

Pour les nœuds terminaux, un serveur ou périphérique va se retrouver par défaut dans une zone nulle dans laquelle il n'aura accès à aucune ressource. Seul l'administrateur pourra lui fournir un accès en le positionnant dans la Zone voulue. Là encore, un serveur malicieux n'aura aucune possibilité de perturbation sans que l'administrateur ne s'en aperçoive.

Enfin, le mécanisme Port Security va affecter un ou une liste de WWPN sur un port spécifique. Tout élément voulant se connecter dans la Fabrique via ce port, se verra interdire l'accès à la Fabrique s'il n'est pas spécifiquement listé dans la configuration du port concerné.

## 3. MECANISMES RESEAUX EVOLUES

La gamme des Directeurs MDS9500 de Cisco Systems dispose de nombreuses fonctions réseaux évoluées qui vont accroître de façon très importante les possibilités de l'infrastructure SAN et ouvrir de nouveaux horizons aux grands Centres Informatiques.

### 3.1 Partitionnement logique de l'infrastructure matérielle

Afin d'optimiser l'utilisation de ses équipements de commutation Fibre Channel, l'administrateur du Réseau de Stockage pourra envisager la consolidation de ses différents SAN sur une infrastructure mutualisée. Cette consolidation va apporter plus de souplesse dans le pilotage et l'administration de l'infrastructure SAN, des évolutions simplifiées, et une meilleure maîtrise des coûts par un taux d'occupation des ports supérieur ainsi que par une économie au niveau des liens ISL. En effet, les liens ou Trunks ISL seront également mutualisés entre les différentes partitions logiques avec un meilleur taux d'utilisation de la bande passante de ces liens, au lieu d'avoir des liens ISL dédiés par environnement physique. Cette consolidation devra cependant garantir l'isolation entre les différents environnements, Production, Sauvegarde, Développement, etc.

Dans le cadre de Réseau de Stockage devant héberger des entités autonomes, le partitionnement logique va apporter un niveau d'isolation correspondant à celui apporté par des environnements physiquement dédiés.

#### 3.1.1 Description du mécanisme VSAN

Au sein de la gamme MDS, le partitionnement logique d'une infrastructure matérielle mutualisée est mis en œuvre par le mécanisme des VSAN, les SAN Virtuels. Chaque VSAN va tourner l'ensemble des Processus Fibre Channel, et va se présenter comme un Fabric à part entière. L'isolation entre chaque Fabric est donc totale, car les processus sont isolés les uns des autres. Une reconfiguration ou un dysfonctionnement dans une partition logique n'aura strictement aucun impact sur les ressources des autres partitions. Ce partitionnement logique permet de s'affranchir des problèmes d'interopérabilité, car les éléments FC non compatibles seront installés dans des partitions logiques distinctes et ne se verront donc absolument pas.

La mise en œuvre du partitionnement logique en VSAN s'effectue par l'imposition d'un label ou tag sur l'en-tête de trame FC au moment où celle-ci rentre dans le premier MDS9000 du réseau SAN. Ce champ additionnel dans l'en-tête de chaque trame FC va contenir, entre autres informations, l'identification du VSAN auquel appartient cette trame. Cette information sera utilisée tout au long du cheminement de la trame dans le réseau de stockage et sera retirée au niveau du dernier commutateur, afin de restituer une trame standard au serveur ou périphérique de stockage. Il est intéressant de noter que **ce mécanisme de partitionnement logique de type VSAN est en cours de standardisation et est inclus dans le draft de la version 2 du standard FC-FS du comité T11 de l'ANSI**. Dans ce draft, un champ de 8 octets est ajouté à l'en-tête de trame. C'est le `Virtual_Fabric_Tag_Header` qui définit l'appartenance de la trame à un Fabric Virtuel via le `VF_ID` sur 12 bits. Ce `VFT_Header` comprend aussi 3 bits de QoS pour la priorisation des flux au sein du réseau.

La mise en œuvre du partitionnement logique dans le MDS9000 est rigoureusement identique au format de l'en-tête étendu ci-dessus. La taille, la position et la signification des champs dans cet en-tête étendu correspond exactement à la mise en œuvre effectuée par le MDS9000 de Cisco. Nos équipements de commutation Fibre Channel disposent donc d'un mécanisme de partitionnement logique de l'infrastructure physique parfaitement standardisé.

Les VSAN sont transportés sur les différents MDS interconnectés entre eux, avec une granularité d'allocation dans une partition au niveau du port. Dans chaque partition, les définitions de Zones (Hard et Soft) seront effectuées de la même façon que dans un Fabric classique. Les Zones seront garanties en hardware, grâce à des Listes de Contrôle d'Accès (ACL), positionnées dans les ports en entrée.

Il faut bien comprendre que le partitionnement logique ne se substitue pas au Zoning. Ce dernier va masquer des ressources entre elles, mais ne va pas garantir l'isolation d'exploitation. Celle-ci ne peut être totalement garantie qu'avec des Fabriques physiquement isolés.

### 3.1.2 Justification du partitionnement logique

Prenons le cas d'un environnement de type SAP dans lequel on peut retrouver l'environnement de Production, l'environnement d'Intégration, le « Bac à sable » pour le développement, l'environnement de Sauvegarde, et, éventuellement les besoins de connectique pour la Réplication distante, soit potentiellement cinq environnements pour la même application. Chacun de ces environnements peut très bien être totalement isolé, et dispose de contraintes de production qui lui sont propres.

Détaillons les options possibles qui s'offrent à l'administrateur.

Option 1-) Il déploie une infrastructure physique dédiée à chaque environnement, avec un taux d'utilisation très faible des ports FC des commutateurs utilisés pour les environnements de réplication, d'intégration et Bac à sable. En effet, ces environnements sont assez réduits en nombre de ports et la redondance des chemins d'accès va augmenter le nombre de commutateurs de faible densité. De plus, l'administration d'un parc important de petits commutateurs va s'en trouver complexifié d'autant.

Option 2-) Il optimise les coûts, et déploie une infrastructure unique pour tous les environnements, avec des risques importants en terme d'intégration et de pilotage. Par exemple, Production et Sauvegarde ne font pas souvent bon ménage, à la fois pour des problèmes d'interopérabilité et de non maîtrise des flux. D'autre part, les environnements d'Intégration et le Bac à sable sont sujets à des reconfigurations incessantes, complètement antinomiques avec la stabilité nécessaire à l'environnement de Production. On comprend aisément que, même si les Zones masquent les ressources d'Intégration des ressources de Production, elles sont gérées par le même processus de Serveur de Zone, unique dans toute la Fabrique. A chaque reconfiguration de Zones dans l'un ou l'autre des environnements, la Production peut être impactée.

Les risques sont encore plus importants lorsque l'administrateur du Réseau de Stockage doit héberger des clients différents, ou groupes d'utilisateurs, soit des Productions distinctes. Le Zoning va bien masquer les ressources du Client A par rapport au Client B, mais lors d'une modification de Zone demandée par le Client A, rien ne garantit à Client B de ne pas être impacté, car l'administrateur va intervenir au niveau du processus Serveur de Zone gérant le Client A, mais aussi le Client B, qui lui, n'a rien demandé.

Option 3-) Le client déploie les différents environnements de son parc SAP sur une infrastructure à base de Directeurs MDS9500. Chaque environnement sera isolé dans sa propre partition logique et géré par un jeu de processus FC dédié. La partition de Production, la plus importante en taille, utilisera la majorité des ports de l'infrastructure. Les autres partitions disposeront chacune du nombre exact de ports requis et pas plus. L'environnement de réplication, par exemple, pourra très bien se satisfaire d'un VSAN à 4 ports répartis sur deux Directeurs MDS9500. La redondance sera garantie pour chaque partition car les VSAN seront définis sur chaque Directeur MDS9500. L'utilisation des liens ou Trunk ISL sera optimisée car ils transporteront les différents VSAN. Les reconfigurations incessantes dans les environnements d'Intégration et Bac à sable seront totalement transparentes et sans aucun risque pour la Production car gérées par des processus FC distincts.

Cisco a poussé très loin le développement de ce mécanisme de partitionnement logique car il est aussi possible de définir des profils administrateur ne disposant de droit que dans une partition donnée. Ainsi, le Client A pourra complètement superviser sa ou ses partitions sans jamais avoir la moindre visibilité sur les partitions du Client B. L'administrateur du centre d'hébergement aura la visibilité sur la totalité de l'infrastructure matérielle, alors que chacun des Clients hébergés n'aura d'accès qu'à ses partitions logiques.

### 3.1.3 Routage Inter-VSAN, IVR

Il est possible de router entre différents VSAN. Une ressource dans un VSAN pourra communiquer avec une ressource située dans un autre VSAN qui peut être adjacent ou distant. Dans ce cas, un ou plusieurs VSAN dits de transit seront empruntés par les flux de données. Le routage inter-VSAN ne remet pas en cause les apports du partitionnement logique, à savoir l'isolation des ressources (celles qui ne sont pas concernées par le routage) et l'indépendance des processus FC entre chaque partition. Le routage s'effectue via les matrices de commutation cross-bar sans impact sur les performances.

Le routage inter-VSAN permet d'isoler certaines ressources dans une partition spécifique et de fournir l'accès de ces ressources à d'autres partitions. Par exemple, les ressources de sauvegarde peuvent être regroupées dans une partition dédiée, un « VSAN de Backup ». Il n'y a pas de ressource de sauvegarde dans les partitions de Production. Les flux de sauvegarde seront routés des partitions de Production vers la partition de Sauvegarde.

Le routage inter-VSAN apporte aussi l'isolation de certains tronçons dans le cadre de SAN étendu. Ainsi, si les Réseaux de Stockage de deux Centres Informatiques sont reliés via un réseau WAN IP, il est possible d'englober le lien WAN dans un VSAN de transit et de router entre les partitions de Production des deux Centres Informatiques via ce VSAN de transit. Toute perturbation au niveau du réseau WAN sera limitée au VSAN de transit et ne sera jamais propagée au sein des partitions de production.

Le routage inter-VSAN nécessite la licence Enterprise.

### 3.1.4 Les VSAN en environnement Mainframe FICON

La gamme MDS9000 supporte le protocole FICON et dispose de l'ensemble des fonctions nécessaires au support de l'environnement Mainframe. Ces fonctions sont :

- Administration In-Band via la fonction CUP.
- Port et Fabric Binding afin de garantir la stabilité de la topologie SAN vue par le Mainframe.
- Switch Cascading pour pouvoir chaîner deux MDS9000 entre les ressources Mainframe.

L'intérêt du VSAN pour la mise en place du protocole FICON est évident. Les ressources FICON sont des ressources dédiées, qui ne seront jamais accédées par une ressource FC. Un VSAN FICON sera configuré dans lequel ne seront connectés que les canaux FICON des Mainframes et baies de stockage, à l'exclusion de tout autre HBA ou périphériques et recevra toutes les ressources Mainframe. Ce VSAN FICON sera géré par son jeu de processus FC dédié et sera complètement protégé de tout événement survenant dans les partitions UNIX et Windows voisines. Une reconfiguration de zones pour insérer un serveur Windows ne présentera strictement aucun risque pour l'environnement Mainframe.

### 3.1.5 Configuration des VSAN

Nous avons vu que la granularité d'affectation dans un VSAN est au niveau du port sur le MDS9000. Avant d'affecter les ports au VSAN, il faut d'abord définir le VSAN. Cela peut se faire en local sur chaque MDS9000, mais il faut une définition rigoureusement identique sur chaque MDS9000. On utilisera donc l'outil d'administration embarqué Cisco Fabric Manager. A partir du CFM, l'administrateur définit le VSAN puis sélectionne l'ensemble des MDS9000 sur lequel ce VSAN doit être déployé.

L'affectation des ports dans le VSAN peut se faire de façon manuelle, au niveau de chaque MDS9000. Mais il est aussi possible d'utiliser un mécanisme d'affectation automatique en fonction du WWPN du nœud qui se connecte sur le port. Ce mécanisme d'affectation est centralisé via la fonction Cisco Fabric Services. CFS est décrit plus loin dans le document. CFS est accédé en In-Band et contient une table de correspondance des WWPN avec les VSAN. Un port non utilisé d'un MDS9000 est dans un état dynamique et n'appartient à aucun VSAN. Lorsque un serveur ou périphérique est connecté sur ce port du MDS9000, ce dernier récupère son WWPN lors de la phase de négociation initiale. Il interroge alors la base de donnée de CFS pour apprendre à quel VSAN appartient ce WWPN. Il configure ensuite le port concerné dans le VSAN voulu et le serveur peut effectuer ses phases de Login dans la Fabrique SAN à laquelle il appartient.

## 3.2 Définition des Zones par LUN

Dans une partition logique, le Zoning va masquer des ressources les unes par rapport aux autres. Ce mécanisme fonctionne par entité FC, qu'elle soit identifiée par port physique, adresse FCID ou WWPN. Il n'est pas possible de découper plus finement, notamment au niveau de l'interface d'une baie de stockage sur laquelle plusieurs volumes logiques (LUN) sont accrochés. La seule possibilité est d'utiliser la fonction de LUN Masking de la baie, qui ne va montrer que la LUN au serveur qui lui a été affecté. Cette fonction est propre à chaque baie, en fonction des fournisseurs, et la définition n'est pas centralisée.

Aujourd'hui, afin de proposer une isolation efficace, il faut combiner les fonctions de Zoning dans la Fabrique, avec les fonctions de LUN Masking dans chaque baie, le tout sur des Fabriques physiquement isolées dans le cas où une isolation forte est demandée, cas d'un hébergeur. L'intégration de la solution ne s'en trouve pas facilitée.

En combinant le mécanisme des VSAN avec le Zoning par LUN, la gamme MDS répond aux deux contraintes énoncées ci-dessus, à savoir à la fois l'isolation forte par Fabrique distinct – c'est le partitionnement logique par VSAN - et la finesse d'isolation au niveau des volumes logiques attachés à une même interface baie de stockage – c'est le LUN Zoning. Ces deux fonctions étant exploitées au sein même de l'infrastructure réseau, l'administrateur va disposer d'un outil unique, centralisé, pour répondre à toute demande, partitionnement logique à grande échelle, ou finesse de découpage sur chaque interface baie de stockage.

La gamme MDS9000 dispose aussi de la fonction de Zones Read-Only. Quelle que soit la définition initiale, WWPN, Port physique ou LUN Zoning, cette zone peut être marquée en lecture uniquement. Les serveurs pourront consulter les données des volumes logiques auxquels la visibilité leur est donnée, mais ils ne pourront en aucun cas les modifier. Cela est particulièrement approprié dans le cas où une entité dans l'entreprise est responsable de la mise à disposition d'informations qui seront consultées, mais sans possibilité de les modifier, par les autres entités de l'entreprise.

Le Zoning est garanti en hardware, par liste de Contrôle d'accès positionnée directement dans les ASIC sur les ports en entrée dans les Directeurs MDS9500. Ces ACL sont positionnées au moment de l'activation du ZoneSet. Elles vont filtrer les trames sur l'ensemble des champs d'en-tête FC et SCSI, y compris le numéro de LUN, sans aucun impact sur les temps de commutation. Le nombre maximum d'entrées dans une ACL est de 20000. La gamme MDS9000 supporte les dernières évolutions des standards de l'Ansi, FC-GS-4 et FC-SW-3.

## 3.3 Connectique IP et déport de SAN

La gamme MDS dispose d'un panel de possibilités très complet pour dépasser les limites de la technologie Fibre Channel. Il s'agit de la connectique IP intégrée pour les protocoles iSCSI et FCIP, ainsi que du multiplexage en longueur d'onde sur Fibre Noire. Il faut noter que la connectique IP n'est pas disponible pour la gamme MDS9100.

### 3.3.1 Extension du SAN par encapsulation iSCSI

Le besoin d'extension du Réseau SAN se fait de plus en plus pressant. Ce besoin est dicté par la volonté d'intégrer le maximum de serveurs de l'entreprise dans une infrastructure commune pour le transport du protocole SCSI vers des ressources mutualisées. Malheureusement, le ticket d'entrée de la technologie FC, technologie de fait pour le transport du protocole SCSI, est relativement élevé. Le ratio moyen entre HBA serveurs et interfaces baies de stockage est de 7 pour 1 en technologie 2 Gbps, soit un débit moyen de 30 MO/s là où le débit nominal de la technologie FC est de 100 ou 200 MO/s. Dans certains cas, le ratio est de 15 pour 1, soit un débit moyen d'environ 13 MO/S.

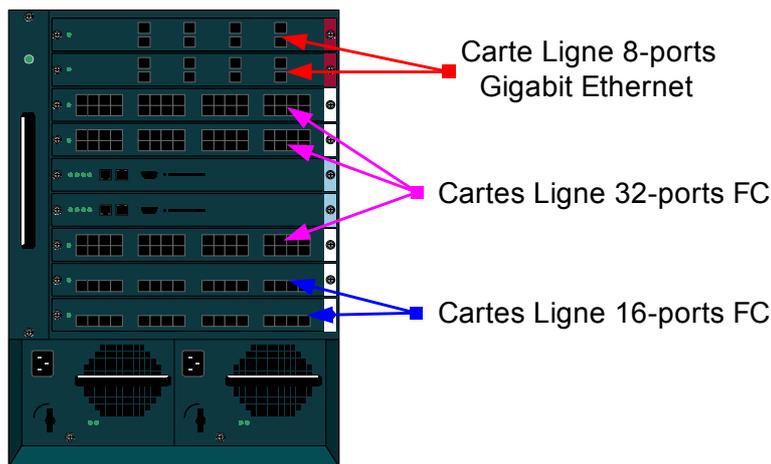
C'est le but du protocole iSCSI, ou SCSI sur IP, qui encapsule le jeu de commande et données SCSI dans des trames TCP/IP pour utiliser l'infrastructure IP existante, et offrant des débits en adéquation avec le besoin réel de chaque serveur. L'encapsulation iSCSI masque complètement le réseau IP utilisé pour le transport des flux SCSI. L'OS du serveur dispose d'un accès direct aux données, tout comme un serveur avec HBA FC.

Sur des débits de 10 à 15 MO/s de flux SCSI, le coût de l'infrastructure en SCSI sur IP est de l'ordre de 2 à 3 fois moindre par rapport au réseau FC. Mais le gain financier majeur se retrouve sur l'interface serveur d'un coût négligeable en technologie SCSI sur IP, alors qu'un HBA vaut environ 1500 Euros, prix public, en technologie SCSI sur FC, soit 3000 Euros si l'on veut de la redondance des chemins d'accès. D'un point de vue topologie, les utilitaires de MultiPathing fonctionnent de la même façon en SCSI sur IP qu'en SCSI sur FC. Toute défaillance d'un élément du réseau sera traitée par la redondance des chemins d'accès, que l'élément défaillant soit sur l'infra IP / Ethernet ou l'infra Fibre Channel.

Les modules IP supportent également le mécanisme VRRP pour la haute disponibilité des passerelles d'encapsulation iSCSI.

La gamme MDS9500 dispose des modules IPS-4 et IPS-8 en interface Gigabit Ethernet afin d'offrir cette connectique IP en natif. Chaque interface GbE pourra transporter les flux de stockage sur IP, soit en encapsulation iSCSI, soit en encapsulation FCIP. Les mécanismes d'isolation et de sécurité IP seront intégrés aux configurations des partitions logiques Fibre Channel, les serveurs en IP disposeront d'une adresse FC virtuelle et ils seront gérés par le réseau FC de la même façon que les serveurs avec HBA FC. Le Zoning, par exemple, sera mis en œuvre de la même façon pour les serveurs en FC natif et pour les serveurs en iSCSI. Chacun de ces serveurs présentera une adresse de type WWPN, réelle ou virtuelle.

Dans le schéma de configuration ci-après, le Directeur MDS9509 dispose de 128 ports FC et 16 ports GbE. Il peut fournir l'accès aux baies de stockage à environ 100 serveurs en attachement HBA et 200 serveurs de moindre capacité en accès iSCSI. Avec redondance des chemins d'accès, il faut deux Directeurs MDS9509 équivalents, pour 100 serveurs avec double HBA et 200 serveurs de moindre capacité avec double accès Ethernet.



### MDS9509 128 Ports FC + 16 Ports GbE

Il n'y a pas de restriction dans l'implantation des cartes ligne dans les Directeurs MDS9500, le nombre et la localisation des modules IPS-8 par rapport aux modules FC n'a aucune importance.

La mise en œuvre du protocole iSCSI peut se faire en deux modes, Transparent et Proxy :

- Mode Transparent : lorsque le module IP du MDS9000 reçoit une demande de connexion d'un serveur iSCSI, il va affecter un WWPN à ce serveur en connectique IP. Ce WWPN peut être affecté en dynamique ou prédéfini en statique. Ce WWPN est ensuite présenté sur la Fabrique pour les phases de Login. Le Serveur de Noms va enregistrer ce WWPN et lui affecter un FCID comme un serveur en attachement HBA classique. Le Zoning sera mis en œuvre pour chaque serveur iSCSI de la même façon qu'un serveur HBA. Ce WWPN est aussi utilisé par les baies de stockage pour les fonctions de LUN Masking.
- Mode Proxy : un WWPN est prédéfini et présenté aux processus FC de la Fabrique. Les différents serveurs iSCSI qui montent leur session iSCSI à destination du MDS9000 seront représentés par ce WWPN unique. Cela permet de faciliter l'ajout de serveur iSCSI sans avoir à intervenir au niveau du Zoning ou du LUN Masking de la baie de stockage.

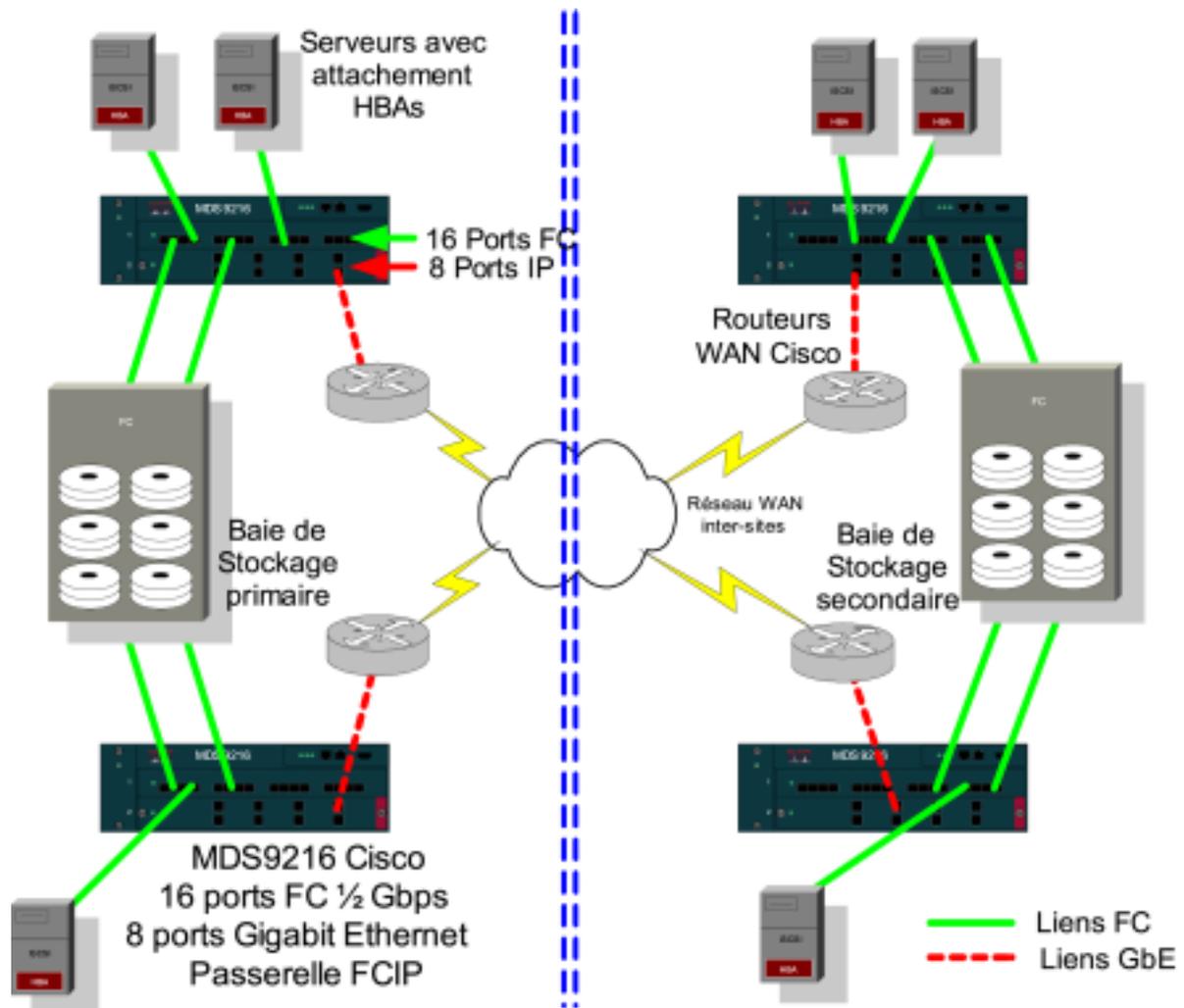
Chacune des interfaces des cartes IPS-4, IPS-8 et MPS peut gérer jusqu'à 200 serveurs iSCSI.

### 3.3.2 Déport de SAN par encapsulation FCIP

La nécessité d'étendre le Réseau SAN est aussi dictée par des besoins d'interconnexion de Centres Informatiques distants, Production et Secours, ou Hébergement et Secours. Plusieurs techniques sont possibles. Soit par Fibre Noire, lorsque les distances sont de l'ordre de la centaine de kilomètres, soit par Tunneling des trames FC dans IP au-delà, ou lorsque le coût de la fibre est prohibitif, ou que le Centre de Secours peut changer de localisation géographique – besoin d'un réseau d'accès maillé.

Pour aller au-delà des distances de la Fibre Noire, tels que décrit dans le chapitre suivant, ou pour bénéficier d'un réseau WAN IP existant, la gamme MDS peut utiliser le protocole FCIP qui va encapsuler les trames FC dans TCP/IP, et masquer complètement le réseau IP. Les deux environnements FC distants vont se connecter l'un à l'autre comme s'ils étaient adjacents, et les données de Production pourront être répliquées sur le site de Secours, comme si les ressources étaient locales.

Le schéma ci-dessous présente un exemple d'utilisation des modules IP intégrés dans les MDS pour assurer la réplication de données entre sites distants. Les baies de Stockage utilisent des interfaces dédiées pour leur interconnexion, et l'encapsulation FC dans IP est assurée directement dans les MDS9000 via le module IPS-8 :



## Solution de Réplication sur IP avec Infrastructure Cisco

Les ports Gigabit Ethernet peuvent également être affectés dans des partitions logiques, au même titre que les interfaces Fibre Channel. Ainsi, on peut définir un VSAN réplication qui va isoler logiquement l'infrastructure FC et GbE nécessaire à la réplication, tout en utilisant la passerelle FC sur IP intégrée dans le Directeur MDS.

Les flux FCIP peuvent être compressés en software sur les cartes IPS et en hardware sur la carte MPS. Ils peuvent être chiffrés en IPSec sur la carte MPS. Afin d'optimiser le comportement des applications sans que la distance pénalise trop les performances, les modules IPS et MPS disposent des mécanismes d'accélération :

- Write Acceleration : ce mécanisme effectue un « Spoofing » du R\_RDY afin de ne pas avoir de dégradation des performances lorsque la distance augmente. La fonction WA effectue un acquittement local de la demande de transfert de données ce qui a pour effet de démarrer le transfert de façon immédiate.
- Tape Acceleration : destiné à optimiser le comportement des périphériques de sauvegarde, la fonction TA travaille en conjonction avec la fonction WA et apporte un « Spoofing » de la phase Etat de fin d'I/O en local afin d'enchaîner les I/Os en continu

Les tunnels FCIP peuvent être ajustés au niveau des paramètres TCP, en fonction des caractéristiques de débit et de latence du lien WAN. Le fenêtrage TCP sera ajusté en fonction des valeurs fournies.

La gamme MDS9000 dispose également de la fonction SET (SAN Extension Tuner) qui va générer des I/O spécifiques pour évaluer le comportement d'une application donnée. En fonction du profil des I/Os, l'administrateur va générer un jeu de commande SCSI. Ensuite, il pourra vérifier le débit et la latence obtenue.

### 3.3.3 Multiplexage en longueur d'onde

En déport par Fibre Noire, Cisco dispose des équipements de la gamme ONS, l'ONS15540 et l'ONS15530 qui apportent deux niveaux de capacité en multiplexage de type DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing).

L'ONS15530 est capable de multiplexer jusqu'à 4 longueurs d'onde de 10 Gigabit chacune. Sur chacune de ces longueurs d'onde, il est possible d'effectuer un premier niveau de multiplexage temporel, de type TDM. Ainsi, sur chaque longueur d'onde, on pourra avoir 8 canaux de type Fibre Channel, FICON ou Gigabit Ethernet, soit un total de 32 liens par ONS15530 sur une fibre monomode. L'ONS15530 peut recevoir également jusqu'à 4 modules d'agrégation de 10 ports ESCON chacun, pour un total de 40 ports ESCON sur une seule longueur d'onde à 10 Gigabit.

L'ONS15540 a la capacité de multiplexer jusqu'à 32 longueurs d'onde de 10 Gigabit chacune sur une seule fibre noire, soit un débit total de 320 Gbps sur une fibre monomode. Les interfaces en entrée de l'ONS15540 peuvent provenir de sorties à 10 Gigabit de l'ONS15530, sur lequel un premier niveau d'agrégation TDM aura été effectué. Ainsi, il est possible de déployer une infrastructure dans laquelle jusqu'à 8 ONS15530 peuvent être concentrés sur un ONS15540 pour transporter jusqu'à 256 canaux – 8 canaux par longueur d'onde, 32 longueurs d'onde – de type Fibre Channel, FICON ou Gigabit Ethernet, sur des distances jusqu'à 200 Kms.

Dans le cas où les besoins en connectique sont moindres, il est possible d'utiliser le multiplexage en longueur d'onde de type CWDM. Avec ces multiplexeurs de type passif, on peut transporter jusqu'à 8 canaux de type Fibre Channel ou Gigabit Ethernet sur une fibre monomode, sur des distances jusqu'à 100 Kms.

## 3.4 Qualité de Service et Contrôle de flux

Les mécanismes de Qualité de Service vont assurer la « priorisation » des flux critiques, selon les choix du gestionnaire de ressources de stockage. Par défaut, les trames de contrôle seront traitées en priorité stricte, afin d'améliorer la convergence des protocoles Fibre Channel tels que le routage FSPF, la mise en place de la hiérarchie des nœuds FC, ainsi que le « merge » des Zones. Mais il sera aussi possible de différencier les flux de données entre eux, et de prioriser les flux d'applications critiques par rapport aux flux de sauvegardes par exemple.

Il faut définir les différentes classes de flux qui seront différenciés. Plusieurs possibilités sont offertes, la plus simple étant au niveau de la Zone. La hiérarchie de priorisation sera établie en fonction de l'appartenance des nœuds à telle ou telle zone. La valeur de QoS pour traiter la priorité d'une trame lors de son transit dans le réseau sera spécifiée dans le champ d'en-tête du Virtual Fabric Tag tel que défini par le comité T11 de l'Ansi. La mise en œuvre de la Qualité de Service par les MDS9000 est conforme au standard en vigueur.

La gamme MDS9000 supporte les Classes de Service 2, 3 et F. La Classe de Service 2 met en œuvre les mécanismes de contrôle de flux Buffer to Buffer Credit pour gérer la congestion dans le réseau, et End-to-End Buffer Credit, pour gérer la congestion de bout en bout, cas où le récepteur ne peut s'aligner sur le débit des trames envoyé par l'émetteur. Malheureusement, 99 % des implémentations ne supportent que la Classe de Service 3. Dans ce cas, le récepteur saturé va utiliser son mécanisme Buffer to Buffer Credit, mais il ne pourra que ralentir le commutateur adjacent, qui lui-même va ralentir son commutateur adjacent, et ainsi de suite, la congestion va remonter dans le réseau, et pénaliser d'autre flux que le flux en congestion.

En Classe de Service 3, la gamme MDS9000 dispose du mécanisme Fibre Channel Congestion Control, qui va apporter le contrôle de la congestion de bout en bout. Lorsqu'un récepteur est saturé, il va prévenir le MDS9000. Ce dernier, en examinant les trames en attente dans ses Buffers, va détecter l'origine de la congestion et la source du flux. Il va prévenir directement le MDS9000 en amont du flux, celui sur lequel est connecté l'émetteur, quelle que soit la topologie réseau entre les deux MDS. Le MDS9000 en amont va alors utiliser le mécanisme Buffer to Buffer credit pour ralentir l'émetteur. Le flux sera ainsi régulé au mieux des possibilités du récepteur, sans pénaliser les autres flux transportés au sein de l'infrastructure Fibre Channel. Dans le cas de topologie réseau se complexifiant, le mécanisme FCC apporte aux flux de données en Classe de Service 3, la plus utilisée, le contrôle de flux de type End-to-End Buffer Credit de la Classe de Service 2.

### 3.5 Modules de Service Intelligents

Les équipements modulaires de la gamme MDS, les Directeurs MDS9500 et commutateurs MDS9216 ont été conçus pour recevoir des modules de services dits « intelligents ». Ces fonctions ne sont pas disponibles sur la famille MDS9100.

Ces modules sont pilotés par des logiciels embarqués et apportent directement dans le réseau de stockage des fonctions intelligentes de type :

- Administration des volumes logiques,
- Virtualisation de l'espace disque,
- Striping,
- Réplication,
- Mirroring,
- Snapshot,
- Etc.

Les logiciels qui vont piloter les ASIC Cisco sont issus de développement d'éditeurs dont c'est le métier historique. Le détail de ces offres de services intelligents peut être présenté conjointement avec le fournisseur du logiciel de virtualisation.

Aujourd'hui les deux offres disponibles sont le SVC d'IBM sur le module CSM et le VSFN de Veritas Software sur le module ASM.

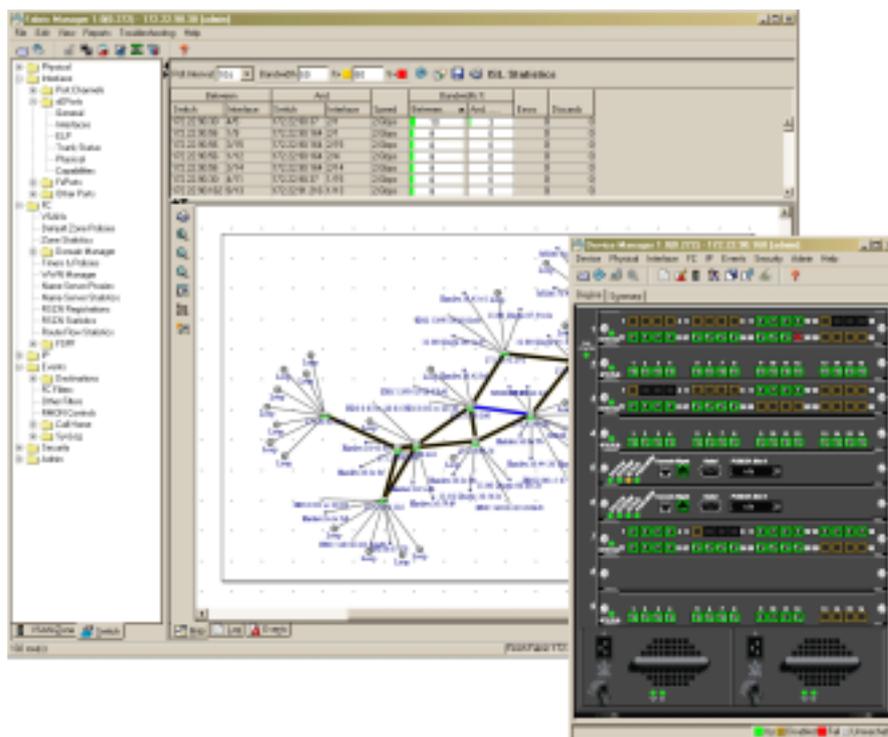
## 4. ADMINISTRATION ET DEBUGGING

Le pilotage du Réseau de Stockage devient extrêmement critique car ces environnements se complexifient en devenant de vrais réseaux, à topologie maillée, interconnexion distante, design de type Core-Edge, etc.

L'administrateur doit donc disposer d'un point focal pour une supervision globale, d'accès entièrement sécurisé, qu'elle que soit sa localisation géographique, et enfin d'outils d'analyse performants.

### 4.1 Administration puissante

Le Cisco Fabric Manager est un outil d'administration intégré dans chaque MDS. Il va assurer la découverte et la gestion de la topologie FC, la configuration et administration de chaque Directeur MDS9509, le diagnostic du réseau, la remontée d'alertes, la supervision et le « reporting » statistique et temps réel de l'état du réseau et de la charge des liens. L'accès au Fabric Manager est sécurisé par SSHv2 et SNMPv3. De plus, en mode console ou Telnet, le CLI est identique à celui de L'IOS Cisco. L'accès est possible en « Out-of-Band », par interface Ethernet, et en « In-Band », par IP sur FC (RFC2625). Les protocoles FC-GS-3 et FC-GS-4 vont apporter la gestion de toute la topologie FC, y compris les Serveurs et périphériques. Les MDS peuvent s'intégrer dans RME de CiscoWorks pour la gestion du parc réseau. Enfin, la fonction Call Home assure le relais vers les équipes de permanence.



Toutes les opérations relatives à la topologie seront effectuées dans la vue Fabric ci-dessus. Ces opérations seront, entre autres, la configuration des partitions logiques, la définition du Zoning, etc. Elles seront toujours réparties sur l'ensemble des nœuds FC.

Le paramétrage d'un MDS en particulier sera effectué à partir de la vue Device. Les opérations comme l'affectation des ports dans les VSAN, la création des PortChannels, etc. seront réalisés dans la vue Device.

En sélectionnant l'onglet Summary, le comportement d'un MDS9000 sera visualisé en temps réel, par la vue ci-dessous :

The screenshot displays the Cisco Fabric Manager Server (FMS) interface. At the top, it shows the device name 'Device Manager 1.00.272' and the IP address '172.22.90.56'. Below this, there are tabs for 'Device', 'Physical', 'Interface', 'FC', 'IP', 'Events', 'Security', 'Admin', and 'Help'. The 'Device' tab is active, showing a 'Summary' section with various thresholds: Poll Interval (10s), Thresholds (50, 80, 90), CPU % (0), Memory % (7), and Flash % (23).

The main part of the interface is divided into three sections:

- xFPorts (Data Switch Links):** A table listing various ports (e.g., 3/4, 1/12, 1/5) with their modes, channels, speeds, VSANs, neighbor information, and utilization percentages. Utilization is shown as a bar chart with red for Rx and green for Tx.
- FxPorts (Switch Sides):** A table listing ports (e.g., R/1, R/2, R/3) with their speeds, VSANs, and utilization percentages.
- MePorts (Attached Hosts & Storage):** A table listing ports (e.g., i0R/1, i0R/2) with their types, part numbers, and folder names.

Les outils disponibles dans le MDS vont faciliter l'administration des ressources Directeurs FC, Serveurs et baies répartis sur les différents sites, à partir d'un point focal. Il sera possible d'administrer les périphériques et serveurs avec le protocole FC-GS-3. Les anciens commutateurs 1 Gbps pourront également être administrés par ce moyen, selon leur niveau de firmware.

## 4.2 Cisco Fabric Manager Server

Le Cisco Fabric Manager Server, disponible sous la forme d'une licence additionnelle, va apporter le Reporting statistique. Chaque MDS9000 effectue la collecte des informations de charge et de type d'I/O au niveau de chaque port. Le Cisco FMS permet ensuite de générer des graphes de charge par lien, à la journée, à la semaine, au mois et à l'année.

Le Cisco FMS permet également de superviser plusieurs Fabriques distinctes à partir d'un point focal. Ainsi, dans le cas d'une architecture Dual-Fabric dans laquelle les deux réseaux SAN ne sont pas connectés entre eux, le Cisco FMS va détecter que ces deux Fabrics sont connectés à des périphériques communs et saura représenter cette topologie Dual-Fabric sur une vue consolidée unique.

## 4.3 Cisco Fabric Service

L'utilitaire CFS est un processus géré par le MDS9000 et dont le but est de centraliser les paramètres de configuration du Réseau de Stockage et d'automatiser la distribution de ces différents paramètres au sein des différents MDS9000 du réseau.

Plusieurs mécanismes des MDS9000 vont utiliser le service CFS pour la synchronisation des paramètres dans le réseau. Ces mécanismes sont : RADIUS, NTP, Syslog, CallHome, routage inter-VSAN, WWN-based VSAN, définitions des Rôles, etc.

## 4.4 Sécurisation optimale de l'administration

La sécurité de l'administration est un critère déterminant dans le choix d'équipement de Réseau de Stockage. Les équipements de commutation FC de la gamme MDS9000 vont demander une authentification forte lors de la phase de connexion à l'équipement à des fins d'administration, comme la majorité des équipements de commutation FC existants.

Mais la gamme MDS va bien au-delà. Qu'il s'agisse de l'administration en mode ligne de commande, en mode graphique, ou pour les transferts de fichiers, le Directeur MDS9500 va chiffrer les flux, grâce à l'utilisation exclusive de protocoles appropriés, SSHv2 pour le mode ligne de commande, SNMPv3 pour le mode graphique, et SFTP pour le transfert de fichiers système et de configuration. La confidentialité des données d'administration du réseau de stockage est donc parfaitement assurée. Et c'est un minimum, car s'authentifier n'est pas suffisant, si ensuite, il suffit d'installer une sonde au sein du réseau d'entreprise pour récupérer toutes les données relatives au réseau de stockage, sans que rien ne puisse prévenir ce genre d'intrusion, ni masquer les données proprement dites.

Un administrateur voulant se connecter aux unités MDS9000 devra s'authentifier soit auprès d'une base locale, soit par redirection vers un serveur RADIUS. Ce dernier vérifiera les droits de l'administrateur et pourra retourner le profil de l'administrateur, via VSA RADIUS, au MDS qui répondra ainsi aux requêtes de l'administrateur selon ses droits. Jusqu'à 64 profils administrateur peuvent être définis, y compris des profils par VSAN.

## 4.5 Fibre Channel Security Protocol

La gamme MDS9000 supporte la fonction DH-CHAP du protocole FC-SP. Ce protocole est basé sur des algorithmes largement éprouvés dans le monde IP, à savoir Diffie-Hellman, CHAP et DES.

1. Challenge Handshake Authentication Protocol ou CHAP a pour but d'authentifier les deux entités qui veulent dialoguer. Il est basé sur un nombre généré de façon aléatoire, le « Challenge », qui est échangé entre les deux parties et sert à coder le mot de passe d'authentification. Avec ce mécanisme, seul le challenge peut être intercepté, mais il ne permet aucun accès. Le mot de passe, lui, ne passera jamais en clair sur le réseau reliant entre les deux entités. Une authentification mutuelle des deux entités est également possible avec CHAP.
2. Diffie-Hellman est très largement répandu dans le monde IP et est une des briques de base du protocole IPsec. L'objectif de l'algorithme Diffie-Hellman est de générer un secret partagé entre les deux parties sans que jamais ce secret ne soit échangé sur le réseau. Il est aussi basé sur l'échange en clair de nombres générés de façon aléatoire, qui peuvent être interceptés mais ne pourront jamais suffire à dériver le secret partagé en cours d'élaboration. En tournant l'algorithme Diffie-Hellman sur ces nombres aléatoires, ainsi que sur d'autres nombres qui ne seront pas échangés et sont donc connus que d'une seule entité, chacune des deux parties va arriver au même résultat, le secret partagé. Ce secret partagé peut être ensuite utilisé par d'autres algorithmes, par exemple DES, 3DES ou AES, pour le chiffrement des flux de données à transmettre.
3. Data Encryption Service ou DES a pour objectif de chiffrer les flux de données afin de garantir la confidentialité lors de leur transit sur un réseau considéré comme non sûr. Il va utiliser un secret partagé généré par Diffie-Hellman. La longueur des clés de chiffrement de DES est de 56 bits. La clé de chiffrement en 3DES est de 168 bits. En AES, Advanced Encryption Services, elle peut varier de 128 ou 256 bits.

La gamme MDS9000 met en œuvre les fonctions CHAP pour l'authentification des deux parties en présence et Diffie-Hellman pour la génération des secrets partagés. Ces algorithmes sont traités par la fonction de supervision des MDS9000. Afin de connecter un commutateur FC vers un MDS9000 utilisant FC-SP, ce commutateur devra lui aussi mettre en œuvre FC-SP et les deux parties devront connaître le mot de passe requis afin que le lien ISL puisse monter et la Fabrique converger. FC-SP peut aussi être mis en œuvre sur un F-Port. Dans ce cas, le HBA du serveur devra supporter FC-SP et connaître le mot de passe du MDS9000 afin de pouvoir s'insérer dans le réseau SAN et s'enregistrer auprès des processus FC.

Afin de garantir le débit sur les liens FC, le chiffrement des données doit être effectué en hardware, via des ASIC spécialisés. Ces ASIC ne sont pas encore disponibles aujourd'hui. Ils sont attendus sur la gamme MDS9000 pour 2005. Il sera alors possible de chiffrer les flux FC au débit ligne.

## 4.6 Diagnostics intégrés

Des mécanismes extrêmement novateurs sont mis en œuvre dans le Directeur MDS9509. Le MDS dispose d'outils d'enregistrement et d'analyse des flux Fibre Channel.

L'utilitaire Cisco Fabric Analyzer fonctionne au niveau de la fonction de Supervision. Il peut décoder tous les flux de commande et contrôle Fibre Channel. Il est basé sur l'utilitaire Ethereal.

Pour décoder les flux de données, la gamme MDS9000 met en œuvre la fonction de SPAN de port, qui permet de répliquer le flux d'un port, en entrée ou en sortie, vers un autre port sur lequel est connecté un Analyseur de trame FC. Cette fonction d'analyse peut être assurée par le Port Adapter Analyzer, un élément additionnel de l'offre MDS, qui sera connecté sur le port SPAN par son interface FC, va encapsuler les trames FC dans IP, et les envoyer vers le Cisco Fabric Analyzer via son port GbE.

La gamme MDS supporte aussi le mode RSPAN, dans lequel le flux peut être répliqué à partir d'un commutateur MDS, puis envoyé via le réseau FC vers le commutateur sur lequel est connecté le PAA. Il n'est donc pas nécessaire de le déplacer sur le MDS dont on veut analyser le flux, la totalité de la topologie étant accessible via un point focal.

La fonction FC Ping sera utilisée pour vérifier l'accès entre deux éléments périphériques du réseau SAN, via l'émulation d'une commande de type Process Login (PRLI). La fonction FC TraceRoute vérifiera le chemin emprunté entre deux nœuds du réseau pour déterminer tout point de blocage, et fournira le temps de latence de chacun des nœuds empruntés par le flux de données. Ces mécanismes seront très utiles dans les phases d'installation et reconfiguration. Dans une interconnexion de SAN distants via le protocole FCIP, en cas de dégradation du temps de réponse, la fonction TraceRoute permettra de déceler instantanément le point dans le réseau d'où provient la dégradation en vérifiant le temps de réponse de chaque nœud.

Enfin, le MDS dispose d'un utilitaire de découverte des volumes logiques, afin de vérifier, non seulement l'accessibilité à la baie de stockage, mais également les LUN visibles par chaque interface, avec leurs caractéristiques techniques et la taille de chaque volume logique.

Ces fonctions sont disponibles via le Cisco Fabric Manager. Ainsi, l'administrateur pourra les activer depuis sa station, grâce à la couverture globale de CFM, et en toute confidentialité, grâce au chiffrement de bout en bout des données d'administration. L'analyseur de trame intégré est un puissant outil de debugging, disponible en standard dans les MDS9509.

## 5. TABLEAU RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES

Le tableau ci-dessous récapitule les principales caractéristiques des équipements de la gamme MDS9000 :

	9120	9140	9216/9216i	9506	9509
Type de Configuration	Fixe	Fixe	Modulaire	Modulaire	Modulaire
Nombre de slots pour cartes ligne	N/A	N/A	1 + 1	4	7
Densité de port FC minimale	20	40	16	16	16
Densité de port FC maximale	Idem	Idem	48	128	224
Incrément	N/A	N/A	16 ou 32 ports	16 ou 32 ports	16 ou 32 ports
Débit de 1 et 2 Gbps	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Transceiver SFP SW, LW, CWDM	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Emulation Ports F, FL et TL	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Emulation inter-switch E et TE	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Buffer Credit maximum par port	255	255	255	255	255
Agrégation max (PortChannel)	4 liens	8 liens	16 liens	16 liens	16 liens
Débit de l'agrégation	8 Gbps	16 Gbps	32 Gbps	32 Gbps	32 Gbps
Distance max de l'agrégation en 1 Gbps / 2 Gbps	500 km / 250 km	500 km / 250 km	7000 km / 3500 km	7000 km / 3500 km	7000 km / 3500 km
Alimentations redondantes	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Ventilateurs redondants	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Cross-bar et SUP redondantes	Non	Non	Non	Oui	Oui
Nombre de VSAN maximum (partitions logiques)	1024	1024	1024	1024	1024
Zoning par interface	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Zoning par WWPN, fWWN, FCID	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
LUNZoning, Zones Read-Only	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Zoning protégé par ACL	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Connectique iSCSI	Non	Non	Oui	Oui	Oui
Connectique FCIP	Non	Non	Oui	Oui	Oui
Densité de port max iSCSI / FCIP	0	0	8	24	48
Modules de services évolués	Non	Non	Oui	Oui	Oui
Admin ligne de commande	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Admin graphique embarquée	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
RADIUS, SNMPv3, SSHv2, RBAC	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
SNMP traps, Call Home, Syslog	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

## 6. CONCLUSION

La gamme MDS multi protocoles de Cisco, comprenant des commutateurs fixes d'entrée de gamme, des commutateurs modulaires et des équipements de classe Directeur offre un choix très large pour adresser les besoins d'évolution vers les réseaux de stockage des grands Centres Informatiques, aussi bien que des petites et moyennes entreprises, ou des environnements départementaux.

La gamme MDS apporte des évolutions majeures à la technologie Fibre Channel. Ces évolutions fortes permettent enfin d'envisager des réseaux de stockage de grande taille, grâce aux fonctions de conversion de protocole intégrés, et à l'utilisation de technologies appropriées au besoin réel des applications, que ce soit en terme de débit, de temps de réponse ou de haute disponibilité.

Les mécanismes d'agrégation de liens, de Buffer Credit de grande capacité, de connectique IP intégrée pour les encapsulations FCIP ou iSCSI, de partitionnement logique ou de Zoning par LUN sont sans équivalent sur le marché de la commutation FC à l'heure actuelle et ouvrent de nouveaux horizons pour répondre de manière satisfaisante aux nouvelles contraintes de réseaux de stockage. En effet, on assiste aujourd'hui à une banalisation de l'espace disque, et les fonctions intelligentes vont se concentrer dans le réseau, endroit le plus approprié car seul véritable point focal pour la centralisation de services évolués aux données.

La gamme MDS9000 étant disponible exclusivement par l'intermédiaire des principaux fournisseurs de périphériques de stockage, ainsi que l'ensemble de leurs canaux de revente, de plus amples informations peuvent être trouvées sur les sites web suivants :

Pour IBM :

<http://www.storage.ibm.com/ibmsan/products/cisco/index.html>

Pour EMC :

<http://www.emc.com/products/networking/connectrix.jsp>

Pour HP :

<http://h18006.www1.hp.com/storage/saninfrastructure.html>

Ces sites présentent également les derniers niveaux d'interopérabilité tels que validés par les fournisseurs de périphériques et serveurs eux-mêmes.

Sur le site Cisco, les informations relatives à la gamme MDS9000 se trouvent à partir du lien suivant :

<http://www.cisco.com/en/US/products/hw/ps4159/ps4358/index.html>

**Siège social Mondial**

Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, CA 95134-1706  
Etats-Unis  
www.cisco.com  
Tél. : 408 526-4000  
800 553 NETS (6387)  
Fax : 408 526-4100

**Siège social Européen**

Cisco Systems Europe  
11 rue Camilles Desmoulins  
92782 Issy Les Moulineaux  
Cédex 9  
France  
www-europe.cisco.com  
Tél. : 33 1 58 04 6000  
Fax : 31 1 58 04 6100

**Siège social Amérique**

Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, CA 95134-1706  
Etats-Unis  
www.cisco.com  
Tél. : 408 526-7660  
Fax : 408 527-0883

**Siège social Asie Pacifique**

Cisco Systems, Inc.  
Capital Tower  
168 Robinson Road  
#22-01 to #29-01  
Singapour 068912  
www.cisco.com  
Tél. : +65 317 7777  
Fax : +65 317 7799

**Cisco Systems possède plus de 200 bureaux dans les pays et les régions suivantes. Vous trouverez les adresses, les numéros de téléphone et de fax sur le site Web de Cisco à l'adresse suivante : [www.cisco.com/go/offices](http://www.cisco.com/go/offices)**

- 0 Afrique du Sud • Allemagne • Arabie saoudite • Argentine • Australie • Autriche • Belgique • Brésil • Bulgarie • Canada • Chili • Colombie • Corée • Costa Rica • Croatie • Danemark • Dubaï, Emirats arabes unis • Ecosse • Espagne • Etats-Unis • Finlande • France • Grèce • Hong Kong SAR • Hongrie • Inde • Indonésie • Irlande • Israël • Italie • Japon • Luxembourg • Malaisie • Mexique • Nouvelle Zélande • Norvège • Pays-Bas • Pérou • Philippines • Pologne • Portugal • Porto Rico • République tchèque • Roumanie • Royaume-Uni • République populaire de Chine • Russie • Singapour • Slovaquie • Slovénie • Suède • Suisse • Taiwan • Thaïlande • Turquie • Ukraine • Venezuela • Vietnam • Zimbabwe

- 0 Tous les contenus sont protégés par copyright © 1992 – 2003, Cisco Systems, Inc. Tous droits réservés. Catalyst, Cisco, Cisco IOS, Cisco Systems et le logo Cisco Systems sont des marques déposées de Cisco Systems, Inc ou de ses filiales aux Etats-Unis et dans certains autres pays.

Toutes les autres marques commerciales mentionnées dans ce document ou sur le site Web appartiennent à leurs propriétaires respectifs. L'utilisation du mot partenaire ne traduit pas une relation de partenariat d'entreprises entre Cisco et toute autre société.

(0202R)