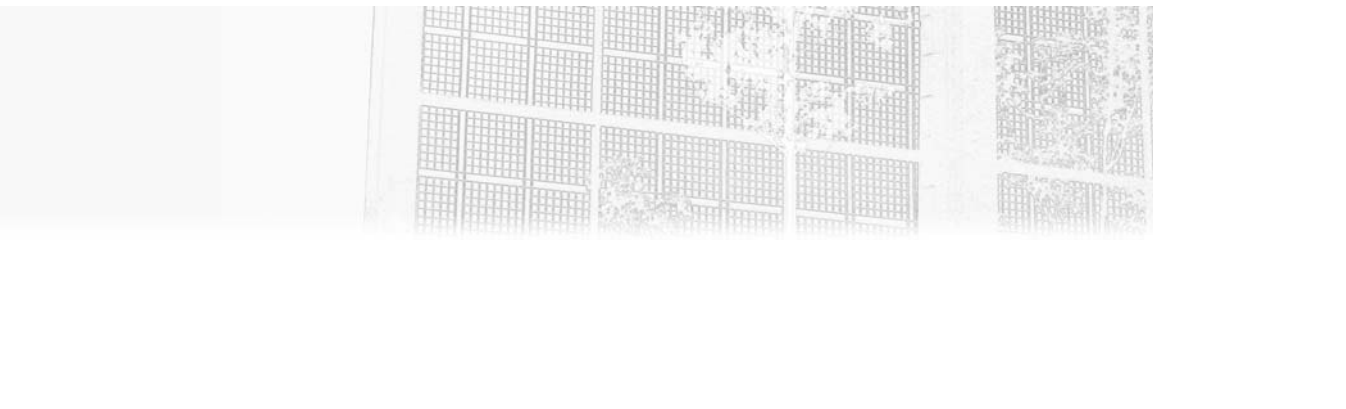




Chapitre 10

Fibre Channel et InfiniBand

1. Introduction

Certes, Ethernet est omniprésent et, à ce titre, il occupe un chapitre entier dans cet ouvrage (cf. chapitre Ethernet dans les centres de données). Mais, il n'est pas le seul protocole : Fibre Channel et InfiniBand occupent également une grande place. Sans oublier les divers protocoles d'attachement direct des serveurs aux unités de stockage tels NFS, SATA, SCSI... (cf. chapitre PCIe, RDMA, NVMe et autres...).

2. Fibre Channel

2.1 Présentation de Fibre Channel

Le protocole Fibre Channel (FC), qui a fêté ses 25 ans en 2019, est le protocole dominant dans les réseaux de stockage (SAN) des centres de données du monde entier. Il serait déployé dans 90 % des centres de données classés dans "Fortune 1000". Cela serait dû à sa nature déterministe et au développement de circuits imprimés dédiés (*Application-Specific Integrated Circuit* - ASIC) facilitant ainsi son déploiement.

Les premières spécifications du protocole Fibre Channel ont été définies en 1994, puis publiées sous forme de norme par l'ANSI, en 1997, sous la référence X3T11. Ce protocole Fibre Channel assure la transmission des informations sur fibres optiques, en mode canal, entre les ordinateurs et leurs unités de stockage des données.

Il a continûment évolué pour assurer une montée en débit. Par exemple, en 2016, la sixième génération de ce protocole – Gen 6 FC – offre un débit de 28,05 GBd sur un lien et de 4 x 28,05 GBd, sur quatre liens. La septième génération – Gen 7 FC – de fin 2018, assure un débit de 57,8 GBd sur un lien et de 4 x 57,8 GBd sur quatre liens.

Le plan de développement se veut ambitieux en visant de doubler ce débit pour 2026 et en se fixant comme objectif le téraoctet par seconde, pour l'année 2029.

Product Naming	Throughput (Mbytes/s)	Line Rate (Gbaud)	T11 Specification Technically Complete (Year)*	Market Availability (Year)*
1GFC	200	1.0625	1996	1997
2GFC	400	2.125	2000	2001
4GFC	800	4.25	2003	2005
8GFC	1,600	8.5	2006	2008
16GFC	3,200	14.025	2009	2011
32GFC	6,400	28.05	2013	2016
128GFC	25,600	4X28.05	2014	2016
64GFC	12,800	28.9 PAM-4 (57.8Gb/s)	2017	2019
256GFC	51,200	4X28.9 PAM-4 (4X57.8Gb/s)	2017	2019

Tableau des débits de Fibre Channel (source : FCIA)

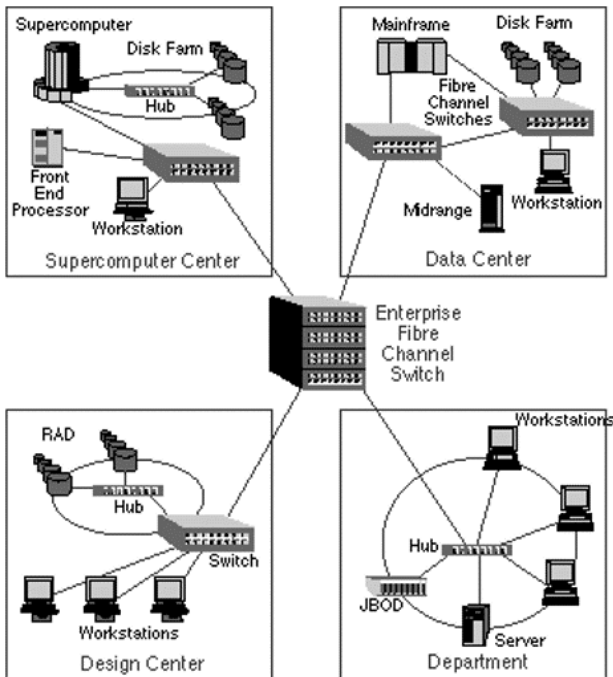
De plus, Fibre Channel a su se "marier" avec d'autres protocoles comme Ethernet à travers FCoE et NVM Express à travers FC-NVM.

D'après le rapport "Q418 Dell'Oro Worldwide SAN Report" publié par le cabinet d'études Dell'Oro, le chiffre d'affaires de Fibre Channel dans les réseaux de stockage aurait atteint les 2,5 milliards de dollars pour l'année 2018, et le nombre de ports des commutateurs et des adaptateurs de bus d'ordinateurs (*Host Bus Adapter* - HBA) aurait dépassé les 127 millions de ports depuis 2011.

2.2 Système Fibre Channel

Le système Fibre Channel (*Fibre Channel System* - FCS) représente un système informatique global travaillant avec le protocole Fibre Channel pour la transmission, le stockage et la gestion d'informations en mode canal.

La figure suivante illustre un FCS à travers un commutateur d'entreprise Fibre Channel (entreprise fibre channel switch) reliant d'autres commutateurs desservant les équipements informatiques du centre de données, du centre de calcul et autres directions de l'entreprise.



Fibre Channel au centre des applications informatiques (source : FCIA)

2.3 Générations de Fibre Channel

2.3.1 Générations 1 à 5

Les premières versions de Fibre Channel permettaient des débits relativement modestes : la version 1GFC avec, en 1996, une capacité de traitement de 200 Mo/s et un débit en ligne de 1 GBd ; puis, en 2000, la version 2GFC à 400 Mo/s et 2,125 GBd ; suivie, en 2003, de la version 4GFC à 800 Mo/s et 4,25 GBd. L'arrivée de produits disponibles sur le marché était décalée d'un à deux ans. Ces versions ont peu à peu disparu du marché, respectivement en 2003, 2008 et 2013.

Deux nouvelles versions plus performantes ont été spécifiées : la 8GFC à 1,6 Go/s et 8,5 GBd, en 2006, puis la version 16GFC à 3,2 Go/s et 14,025 GBd, en 2009. Là aussi, les solutions ont été commercialisées environ deux ans plus tard. La version 8GFC est actuellement en fin de vie et serait quasiment sortie du marché.

2.3.2 Génération 6

En 2013, la sixième génération de ce protocole, la 32GFC, a offert une capacité de 6,4 Go/s et un débit de 28,05 GBd sur un lien. En 2014, avec la possibilité de transmettre sur quatre liens en parallèle, le débit de Fibre Channel a alors atteint 4 x 28,5 GBd. C'est la version appelée 128GFC, dont les produits sont arrivés en 2016.

- Le document FC-PI-6 (*Fibre Channel-Physical Interface*) spécifie le 32GFC.
- Le document FC-PI-6P (P pour *Parallel*) spécifie le 128GFC.

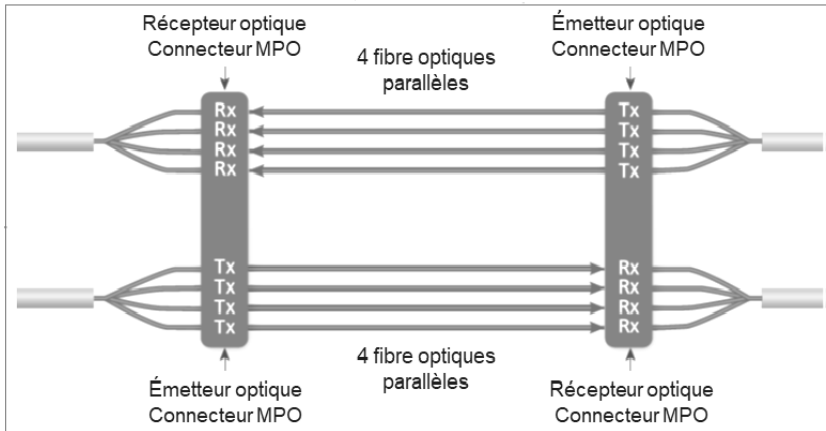


Schéma de transmission du 128GFC sur des fibres optiques multimodales A1-OM3 ou A1-OM4 parallèles, quatre fibres par sens de transmission

2.3.3 Génération 7

Les spécifications de la septième génération de Fibre Channel – Gen 7 FC – datent de 2018. Cette nouvelle génération existe en deux versions : 64GFC et 256GFC.

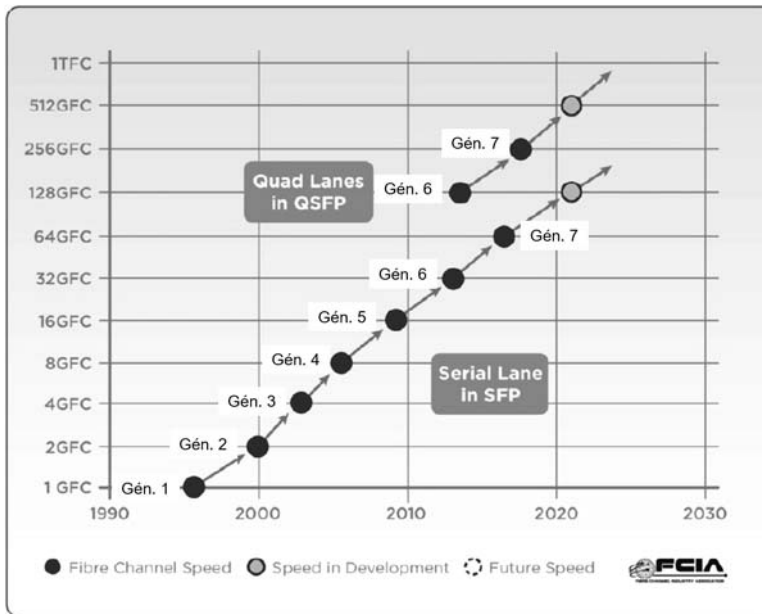
- Le document FC-P1-7 spécifie la version 64GFC, qui assure un débit de 57,8 GBd sur un lien.
- Le document FC-P1-7P spécifie la version 256GFC, qui offre un débit de 4 x 57,8 GBd par lien sur quatre liens parallèles.

Les premiers produits ont été disponibles dès 2019.

2.3.4 Synoptique des sept générations

Le développement de Fibre Channel s'est fait régulièrement.

Le point à noter est l'arrivée des transmissions sur quatre liaisons en parallèle, à la sixième génération. Cela permet de multiplier par 4 le débit transporté.



Synoptique des sept générations de Fibre Channel (source : FCIA)

Génération 8 et générations futures

L'association FCIA a plusieurs fois annoncé sa volonté de pousser le débit de transmission de Fibre Channel, l'objectif affiché est le 1TFC devant assurer le débit de 1 téraoctet par seconde en 2029.

2.4 Systèmes de câblage Fibre Channel

2.4.1 Médias et distances de transmission

Médias de transmission

Le câblage des réseaux de stockage de Fibre Channel s'appuie sur trois types de support : des câbles en cuivre qui sont de moins en moins utilisés, des fibres optiques multimodales et des fibres optiques unimodales. Classiquement, chaque liaison est constituée de deux fibres optiques, une pour la transmission dans un sens, l'autre fibre pour l'autre sens de transmission, bien qu'une fibre optique soit capable de transmettre simultanément dans les deux sens de transmission des signaux différents.

Distances de transmission

Il est important de noter que le choix du support de transmission est dicté par le produit [débit x distance]. Plus le débit souhaité est élevé, plus la distance est faible, mais ceci est aussi dépendant du type de fibre optique installée.

Par exemple, parmi les fibres multimodales A1-OMx (avec $x = 1$ à 5), les fibres A1-OM1 et A1-OM2 ne sont quasiment plus utilisées car leur produit [débit x distance] ne supporte plus la montée en débit de Fibre Channel.

Pour les premières générations de Fibre Channel, les fibres A1-OM3, A1-OM4 et A1-OM5 permettent des distances de 100 m à 350 m. Mais, pour la septième génération, la 64GFC, la fibre A1-OM3 n'autorise que 70 m alors que les fibres A1-OM4 et A1-OM5 permettent d'atteindre au minimum une centaine de mètres.

Les fibres optiques unimodales autorisent de 500 m à 10 km suivant le débit demandé. Certains industriels annoncent la disponibilité d'émetteurs-récepteurs portant la distance jusqu'à 25 km sur fibre unimodale.