

GigaEthernet ; une révolution en marche

INTRODUCTION

Faire transiter voix, images et données à très grande vitesse, améliorer les processus de communication entre les réseaux, le Web et les bases de données... aujourd'hui, tout cela est devenu possible avec les progrès des techniques optiques, les avancées technologiques et les nouvelles évolutions. L'architecture Ethernet ne cesse de progresser depuis 25 ans et les liaisons de sites distants « tout Ethernet » sont devenues monnaie courante. La perspective GigaEthernet offre de nouveaux défis techniques et de nouveaux enjeux à la R&D de France Télécom qui doit satisfaire les exigences perpétuelles de notre société en matière de communication.

Ce dossier mettra en lumière la transition réussie d'Ethernet à GigaEthernet et s'évertuera à démontrer le formidable potentiel de cette technologie permettant le développement de tous nouveaux services pour les entreprises et le grand public.

GigaEthernet : une rupture à la fois en termes de réseau et de services aux entreprises mais aussi une évolution vers l'IP

L'Ethernet et ses dérivés représentent, depuis les années 2000, plus de 80 % du marché des LAN. Cette technologie a donc accompagné la croissance des usages de communication à l'intérieur même des sites des entreprises. Jusqu'à présent cantonné au sein des LAN, l'Ethernet a fait son apparition en tant que technologie MAN sous la dénomination GigaEthernet en évocation du débit de base, soit 1 Gbit/s. L'augmentation des portées des interfaces optiques jusqu'à 120 km rend cette technologie compatible avec les caractéristiques des réseaux métropolitains.

En parallèle, les usages de télécommunications pour les entreprises continuent à évoluer et devraient nettement s'accroître dans les prochaines années, tirées par plusieurs facteurs : la mise en réseau des processus internes des entreprises (intranet), les relations avec leurs partenaires (extranets), l'accroissement des échanges, y compris vidéo, l'externalisation de prestations vers une prise en charge totale ou partielle par des opérateurs, l'augmentation du chiffre d'affaires par la mise en ligne des catalogues et la prise de commande par les clients, la convergence des services voix et données de l'entreprise sur un seul accès.

Concernant les débits transportés, si 2 Mb/s semblent confortables pour les petits sites, PME ou agences de grandes entreprises, les plus gros sites des grands comptes peuvent nécessiter plusieurs centaines de Mb/s, voire plusieurs Gb/s par exemple, entre les data centers bancaires. La montée en débit à venir est donc difficile à prédire mais un doublement tous les trois ans à coût constant donne un ordre de grandeur réaliste. Dans ce contexte, le potentiel du GigaEthernet est immense car il représente d'une part une rupture sur le plan économique et il permet d'autre part de nouveaux services grâce à une panoplie très riche de nouvelles fonctionnalités à l'intérieur du MAN.

De l'Ethernet au GigaEthernet : les raisons du succès

Inventé en 1974 par XEROX, puis imposé comme un standard du marché à partir de 1976 par INTEL et DIGITAL, l'IEEE s'empare de l'Ethernet et le normalise à partir de 1980 : un ensemble de standards IEEE porte sur la technique d'accès de l'Ethernet, la gestion des collisions, les algorithmes d'émission et de réception, les grandeurs physiques (délais, distances, etc.), la structure de la trame et les spécifications des supports physiques. En

conséquence, la technologie Ethernet est totalement indépendante des constructeurs, c'est un des facteurs importants de sa popularité.

L'Ethernet a été construit au départ sur quelques principes très simples : toutes les stations sont égales vis-à-vis du réseau (il n'y a pas de notion de maître/esclave) ; la méthode d'accès employée est distribuée entre tous les équipements connectés ; le mode de transmission est de type bidirectionnel alterné ; on peut relier ou retirer une machine du réseau sans perturber le fonctionnement de l'ensemble.

Ces principes simples ont permis, avec l'Ethernet, de concevoir plus facilement les réseaux et les équipements en comparaison avec d'autres technologies aux définitions plus complètes.

De nombreuses technologies réseaux "mieux définies" au départ se sont avérées très peu évolutives au fil du temps. La simplicité de la méthode d'accès et la simplicité de l'interconnexion avec les autres technologies ont fait d'Ethernet une technologie évolutive à des coûts acceptables pour toutes les catégories d'utilisateurs.

Simple au départ, cette technologie a su évoluer et s'adapter en permanence aux besoins du marché.

Aujourd'hui, l'appellation "Ethernet" regroupe quatre familles au sein desquelles existent de nombreuses déclinaisons :

- Ethernet et IEEE 802.3, la définition d'origine à 10Mbps ;
- Fast Ethernet, l'extension à 100 Mbps ;
- Gigabit Ethernet, l'extension à 1 000 Mbps ou 1 Gbps ;
- et, aujourd'hui, le 10 GBE, l'extension à 10 Gbps.

L'interface Ethernet a longtemps été confinée au réseau local, même dans sa version 100 Mbit/s. Le succès de cette dernière, en particulier la vitesse à laquelle la technologie aura permis la constitution d'interfaces économiques à haut débit, aura été un élément décisif dans la bataille qui a opposé IP à l'ATM.

En tuant l'accès direct à l'ATM pour les ordinateurs d'extrémités, ce type d'interface a repoussé cette technologie dans le cœur de réseau avec pour objectif principal le transport optimisé de l'IP. Aujourd'hui, l'interface Gigabit Ethernet, qui a pour caractéristique par rapport à ses prédécesseurs d'être une interface point à point mais qui conserve un format de trame équivalent, vient bousculer les interfaces traditionnelles en autorisant des distances d'une centaine de kilomètres, devenant ainsi parfaitement adaptée aux raccordements éloignés.

Au-delà de GigaEthernet

En 2002, la technologie 10 Gigabit est la plus récente évolution d'Ethernet vers les hauts débits. Plusieurs versions de 10 Gigabit Ethernet existent et se différencient par leur coût et leur portée. A titre d'exemple, le 10GbaseSX est une version assez bon marché, à portée limitée et le 10GbaseEX est une solution coûteuse permettant des applications WAN.

Le 10 Gigabit Ethernet, contrairement aux versions précédentes d'Ethernet, ne fonctionnera que sur de la fibre optique, et seulement en mode alterné simultané. Les collisions n'auront donc pas lieu, et les mécanismes de détection de celles-ci sont inutiles. Cela dit, il garde le même format de trame Ethernet et reste donc compatible avec les autres versions.

Avec ce nouveau standard, Ethernet confirme, comme le GigaEthernet, qu'il ne vise plus uniquement le marché LAN mais aussi les marchés MAN et WAN. Et l'on trouve aujourd'hui des équipements qui apportent des fonctionnalités d'opérateurs au protocole Ethernet, comme des temps de restauration de quelques millisecondes.

Parallèlement à ces solutions pour les réseaux métropolitains, d'autres technologies complètent l'offre Ethernet au niveau de l'accès : en mode point à point sur cuivre avec la technologie EoVDSL (Ethernet over VDSL) et en mode point à multipoint avec le EPON (Ethernet over Passive Optical Network) ou le GPON (travaux issus du FSAN). Dans ce dernier cas, le débit est alors supérieur au Gbit/s en full-duplex sur une mono fibre optique. L'arrivée de ces nouvelles technologies devrait permettre aux opérateurs de développer encore tout un panel de nouveaux services.

La première expérimentation GigaEthernet de France Télécom, une cible entreprise pour l'interconnexion de LAN : vers les très hauts débits

Une étude et une expérimentation ont été réalisées en Ile-de-France pour évaluer le coût et la faisabilité d'un réseau MAN Giga Ethernet s'inspirant de l'offre InterLAN 2.0 et en comparaison des solutions ATM. Plusieurs types d'entreprise ont été raccordés sur ce MAN afin d'appréhender, avec ces clients pilotes, les avantages de la technologie GigaEthernet. La solution technique expérimentée est basée sur un produit développé par la société Atrica avec le soutien de la R&D de France Télécom.

Tout en répondant aux aspirations des clients pilotes en termes de services d'interconnexion de LAN, elle a permis d'évaluer précisément la faisabilité du portage de ces services pour l'ensemble des débits depuis le Mb/s jusqu'au Gb/s.

L'optimisation économique apportée par la technologie GigaEthernet en comparaison avec l'ATM provient de l'utilisation d'équipements issus des LAN d'entreprises et donc très répandus. Cela touche deux éléments essentiels : les composants de commutations des équipements GigaEthernet et les interfaces optiques courte portée, de 10 à 15 km maximum. Ces deux phénomènes sont à combiner judicieusement dans la définition de l'architecture de réseau.

Pour améliorer encore la solution sur des débits compris entre 10 Mbit/s et 100 Mbit/s, plusieurs pistes sont considérées : l'utilisation d'équipements clients simplifiés assurant essentiellement la conversion électrique optique sur une seule fibre et disposant de fonctions de supervisions rustiques, des solutions d'accès mutualisant voix et données sur une interface 100 Mb/s optique, des solutions avec partage de fibre de type EPON ou GPON, la réduction des coûts d'exploitation par la mise en œuvre de processus de production automatisés.

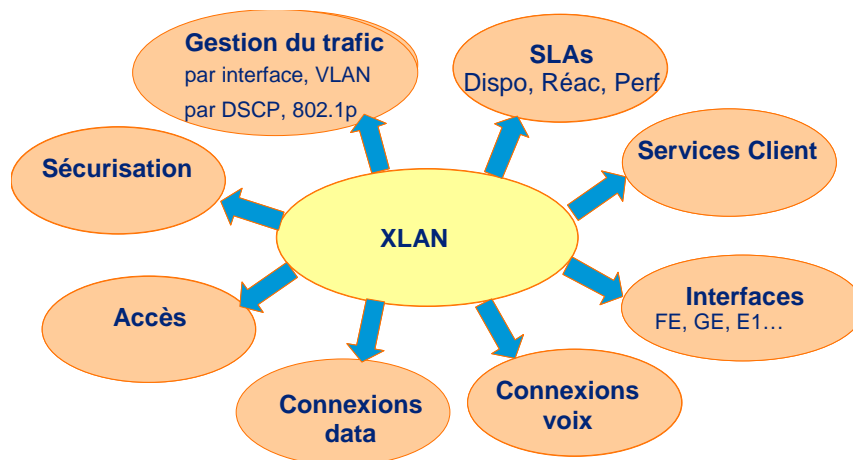
Pour les bas débits, inférieurs à 20 Mb/s symétriques, les technologies Ethernet évoluent pour s'adapter aux solutions xDSL afin de bénéficier de l'économie apportée par le cuivre.

Une conquête du marché de l'interconnexion THD des LAN d'entreprises

Des services d'interconnexion à haut débit de sites à travers un réseau privé virtuel sécurisé sont possibles grâce au GigaEthernet. A titre d'exemple, il est possible d'échanger des flux de données Ethernet ou des flux voix entre des sites sur des interfaces physiques Ethernet 10/100 Mb/s ou GigaEthernet (pour les data et la Voix sur IP) et E1 pour la voix entre PABX. Les solutions techniques permettent un large choix de gestion des flux client depuis une simple connexion par interface physique jusqu'à une connexion par VLAN, par adresse IP, en fonction des priorités du flux au niveau IP ou au niveau Ethernet.

Les connectivités offertes peuvent être très diverses et se rapprochent sur un MAN de ce dont disposent les clients sur leurs propres LAN. Ces connectivités variées peuvent être assorties d'engagements de qualité de services performants.

Exemple de services potentiels grâce au GigaEthernet sur un MAN



Les utilisations d'un MAN GigaEthernet sont multiples

L'interconnexion de LAN et de PABX

L'interconnexion des LAN situés sur les différents sites d'un client à très haut débit via des interfaces Ethernet de types différents, 10/100 et Giga Ethernet, est possible ainsi que l'interconnexion des PABX situés sur les différents sites du client. Des liaisons E1 (2 Mbit/s) sont alors émulées sur Ethernet.

Le service peut être vendu directement au client final ou via un intégrateur pour la gestion du niveau 3.

Le MAN peut-être utilisé comme collecte régionale très haut débit d'un accès IPVPN. Dans ce cas, c'est le fournisseur d'accès IPVPN qui intègre le service fourni par le MAN Ethernet dans son offre et la commercialise.

Il peut être utilisé comme collecte régionale très haut débit d'un accès Internet. Dans ce cas, c'est le fournisseur d'accès Internet qui intègre le service fourni par le MAN Ethernet dans son offre et la commercialise.

Enfin, on peut imaginer le regroupement de plusieurs services sur un même accès pour les entreprises mais aussi pour le grand public: interconnexion de LAN, accès aux services IP VPN, Internet, ASP... Là encore, c'est l'intégrateur qui place le service dans son offre et la commercialise.

Les apports et les nouveaux défis de la R&D de France Télécom : une introduction de l'IP dans la collecte

L'apport de la R&D a été majeur pour l'introduction du GigaEthernet dans les MAN de France Télécom, hissant ainsi le Groupe parmi les premiers opérateurs à avoir introduit une telle technologie dans son réseau. France Télécom s'est ainsi repositionné comme leader sur le secteur très concurrentiel qu'est le MAN, prisé des opérateurs nouveaux entrants particulièrement en zone dense.

L'opérateur historique a ainsi démontré qu'il pouvait être au rendez-vous des nouvelles technologies lorsque celles-ci sont adaptées aux besoins de ses clients, comme l'est

GigaEthernet. En outre, la R&D et les différentes entités impliquées du Groupe (SCE et RO&SI) travaillaient en complète synergie.

Pour anticiper suffisamment et donc être prêt à temps, la R&D de France Télécom a été active sur divers fronts en parallèle :

- une connaissance approfondie des technologies.
- une participation à l'ensemble des groupes de normalisation traitant du GigaEthernet.
- un travail actif, constant et très en amont de la construction des produits, auprès de partenaires industriels.
- une recherche des différenciateurs de l'Ethernet par rapport aux technologies dont disposait déjà France Télécom, différenciateurs sur lesquelles la R&D s'est appuyée pour proposer ces services innovants, les expérimenter et les mettre très tôt à la disposition du Groupe.

Pour les services offerts au grand public, la forte croissance en débit, principalement liée aux offres de services audiovisuels, incite à l'utilisation d'interfaces Gigabit Ethernet dans les DSLAM. Avant l'introduction d'une interface réseau Ethernet, les DSLAM actuels sont directement connectés aux points d'accès pour services audiovisuels en ATM/SDH, créant ainsi un réseau de multiples liaisons point à point. L'arrivée de l'Ethernet et surtout de l'IP en lieu et place de l'ATM évite ces multiples liaisons point à point et permet de mettre en place un réseau d'agrégation IP.

La taille des bouquets de chaînes de télévision numérique, plus de 300 Mb/s, et le nombre des bouquets spécifiques à chaque fournisseur de contenu comme TPS, Canal Plus, ont mis en évidence que la capacité de l'interface 622 Mb/s d'un DSLAM ATM allait être insuffisante s'il fallait transmettre plus d'un bouquet vers le même DSLAM.

Le choix d'une technologie Gigabit Ethernet pour le service MaLigne TV est conforté par les études d'architectures menées par la R&D avec les entités opérationnelles et par les premiers résultats de l'expérimentation « EDGEth » (Expérimentation DSLAM GigaEthernet) mise en place en 2003 à Rennes.

L'offre audiovisuelle MaLigne TV ayant stimulé le déploiement d'interfaces GigaEthernet en sortie du premier équipement réseau qui multiplexe l'ensemble des lignes ADSL, il est aujourd'hui prévu d'offrir les autres services résidentiels Internet et conversationnels via cette même interface.

Il est important de noter que cette technologie se retrouvant nativement dans la plupart des routeurs, la collecte de DSLAM s'appuie sur un réseau IP pour les offres triple play et non plus sur un réseau ATM. Ce choix est en partie justifié par le fait que les offres résidentielles sont nativement identifiées par une adresse IP. Pour les nouveaux services audiovisuels et conversationnels, cette adresse est attribuée par le protocole DHCP. De la même façon, pour les services aux entreprises, les solutions mêlant astucieusement IP et GigaEthernet seront évaluées.

CONCLUSION

Répondant parfaitement aux nouveaux besoins du monde moderne, la technologie Ethernet renforce sa position de réseau local le plus utilisé. Désormais, les nouvelles technologies comme les MAN GigaEthernet modifient la portée d'Ethernet à l'échelon national. A l'ère du GigaEthernet, tout semble indiquer que les débits vont continuer à croître encore considérablement. Les demandes des entreprises ou des particuliers incitent donc la R&D de France Télécom à une constante remise en question technique.

Juillet 2005



Aujourd'hui, l'opérateur historique a su démontrer son savoir-faire en matière de transport de la TV numérique jusqu'au client. Cela permet d'optimiser le réseau pour n'avoir à transporter que des informations strictement nécessaires, par exemple le transport d'une seule chaîne de télévision au lieu d'un bouquet complet, grand consommateur de débit.

France Télécom se doit de maintenir chaque jour un équilibre difficile entre des forts coûts de développement et un marché en mouvement constant. GigaEthernet apparaît donc comme une alternative crédible aux autres technologies dans plusieurs domaines. Pour un opérateur comme France Télécom, il faut bâtir des solutions mixtes combinant Ethernet et SDH, ATM ou IP, et intégrer l'existant dans le réseau déjà en place. C'est dans cet esprit que de nouvelles offres seront bientôt proposées.