

## Technologie Ethernet NBASE-T

Base de la norme IEEE 802.3bz

### Présentation

Depuis environ dix ans maintenant, les réseaux d'entreprise sont confortablement équipés d'Ethernet 1000BASE-T au niveau de la couche d'accès pour la grande majorité de leurs besoins en haut débit, mais le temps commence à avoir raison de cette technologie très utilisée. L'espace Wi-Fi constitue le catalyseur le plus important du changement. L'adoption rapide des normes des première et seconde vagues d'IEEE 802.11ac ainsi que la stratégie « Apportez votre appareil personnel » (BYOD) fracassent la barrière de débit de l'Ethernet 1000BASE-T. À cela s'ajoute un nombre croissant de cas d'utilisation intensive de données pour la recherche universitaire dans les campus d'entreprise, l'imagerie médicale, la CAO/CAM et l'édition multimédia, nécessitant plus d'un Gb/s et il semble bien que le moment soit venu pour le 1000BASE-T de se remettre en question, voire de songer à la retraite.

Les entreprises qui recherchent un débit dépassant le Gigabit Ethernet pour l'accès client se heurtent à un véritable problème : la limite nominale de 1 Gb/s du câblage Catégorie 5e/6 existant dans la plupart des infrastructures actuellement installées partout dans le monde. Le rééquipement des bâtiments avec des câbles Cat6a plus récents et nécessaires pour l'application 10GBASE-T est une possibilité, mais peut être excessivement perturbateur et coûteux pour certaines organisations. Un nouvel amendement de l'IEEE 802.3, 802.3bz, résoudra le problème en permettant des débits de données de 2,5 Gb/s et 5 Gb/s sur les câbles Cat5e/6 existants. Les travaux concernant la nouvelle norme sont bien engagés et devraient être terminés en automne 2016. Pour un nombre croissant d'utilisateurs recherchant des débits supérieurs à 1 Gb/s, cela n'est pas assez rapide.

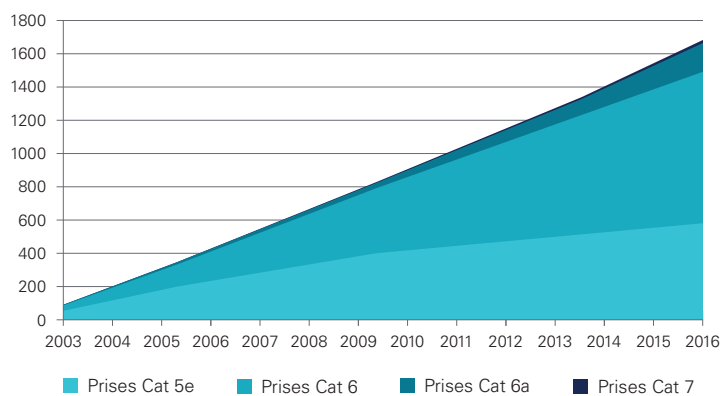
Pour répondre à la demande pressante de vitesses dépassant 1 Gb/s avant l'aboutissement de la norme IEEE 802.3bz, le NBASE-T Alliance, un consortium de grands noms du secteur, fort de plus de 45 membres couvrant tous les aspects de l'écosystème, développe des spécifications pré-norme et des produits en parallèle et en tandem avec le processus IEEE. À l'aide des spécifications NBASE-T, les utilisateurs peuvent commencer à déployer dès maintenant la technologie 2.5GBASET/5GBASE-T. Les personnes travaillant dans les entreprises NBASE-T ont été des collaborateurs clés à chaque étape du processus IEEE. Par conséquent, le projet de norme 802.3bz dépend d'une technologie de référence semblable à la spécification NBASE-T. Ainsi, les utilisateurs finaux peuvent raisonnablement s'attendre à une transition homogène vers la norme IEEE lorsque cette dernière sera ratifiée.

### Le goulot d'étranglement

Comme c'est bien souvent le cas, les efforts pour améliorer le débit et la vitesse dans un système classique font apparaître un goulot d'étranglement. Au niveau accès des réseaux d'entreprise, ce goulot d'étranglement est constitué par le câblage à paire torsadée entre le point d'accès Wi-Fi ou les périphériques clients et le commutateur. En 2014, dans le monde entier, environ 90 pour cent de la base installée des liens d'accès d'entreprise utilisaient des câbles Cat5e ou 6. Avant le développement de la technologie NBASE-T, cela limitait les débits de données à 1 Gb/s sur 100 mètres, constituant ainsi une barrière pour l'utilisation efficace des points d'accès 802.11ac seconde génération.

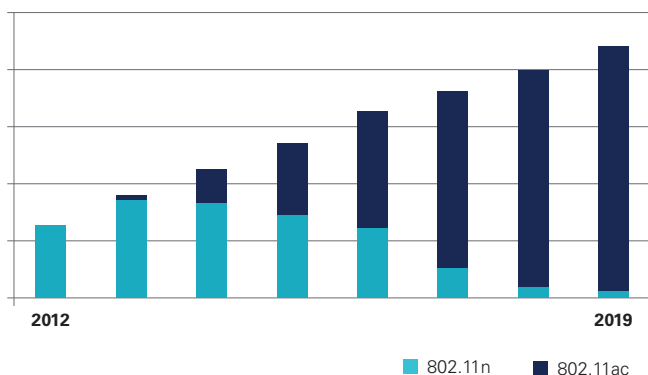
Le remplacement des câbles par des câbles Cat6a, plus récents ou mieux intégrés aux normes 10GBASE-T constitue l'un des moyens permettant d'éliminer le goulot d'étranglement. Toutefois, si la Cat6a est une option viable pour les déploiements dans un environnement vierge, elle pose de sérieux problèmes de faisabilité pour les infrastructures existantes. Non seulement le remplacement des câbles entraîne des perturbations pour les opérations, mais il est également très onéreux. Avec des dépenses liées variant de 200 à 800 dollars US par câble neuf pour des centaines de points d'accès, le coût de modernisation d'un campus établi peut facilement s'élever à plusieurs centaines de milliers de dollars. Étant donné l'énorme base installée (1.3B) de Cat5e et Cat6, il faudra beaucoup de temps pour que la Cat6a se démocratise (Figure 1).

**Figure 1:** Base installée de câblage Ethernet par catégorie (millions de prises) *Source : BSRIA*



La pression immédiate sur le goulot d'étranglement de 1 Gb/s est importante et croissante. L'adoption rapide de la première génération 802.11ac de 2 Gb/s, et suivie de près par la seconde génération de 6,9 Gb/s, est poussée par le marché embryonnaire et impatient des services sans fil. En 2015, environ 40 pour cent des points d'accès d'entreprise livrés prenaient en charge la 802.11ac. Ce chiffre devrait atteindre 75 pour cent d'ici à 2017. En outre, la seconde génération 802.11ac devrait augmenter rapidement et dépasser la première génération d'ici à 2019 (Figure 2). En effet, la prolifération d'appareils Wi-Fi « Apportez vos appareils personnels », la dernière technologie pour smartphones, tablettes et appareils portables, constitue un moteur principal, malgré le fait que les entreprises dans le domaine médical, multimédia, de l'imagerie, de l'éducation et axées sur la recherche, qui dépendent de la communication d'un nombre impressionnant de données, soient également mises à rude épreuve par la limite de 1 Gb/s.

**Figure 2:** Répartition par volumes de point d'accès d'entreprise  
Source : *Prévision sur 5 ans pour le réseau local sans fil* du groupe Dell'Oro Jan. 2015



La portée potentielle du 2.5G/5GBASE-T va au-delà de l'univers des entreprises bien que le timing de la mise à niveau des réseaux de plus petite échelle soit peut-être moins urgent. Des interfaces NBASE-T peuvent certainement être ajoutées aux serveurs de réseau internes en fonction des cas d'utilisation à traiter. Des produits sont déjà annoncés dans le secteur du jeu vidéo. Les déploiements de large bande à haut débit commencent à faire tomber plus tôt que prévu les barrières de 1 Gb/s, ce qui stimule de plus en plus la demande d'un contenu de données multimédia et à forte concentration de données. Pourtant, comme pour de nombreux progrès technologiques, la technologie NBASE-T a toutes les chances de se développer dans l'espace des entreprises, d'abord où la demande est plus pressante et où le coût et les ressources sont beaucoup plus facilement identifiables. L'extension vers les fournisseurs de services par câble et d'autres marchés suivra certainement.

## Comblent par la collaboration les lacunes existant sur le plan des normes

En 2014, les leaders des technologies réseau ont reconnu qu'un certain nombre de facteurs clés se conjuguèrent pour créer un écart grandissant sur le marché desservi par la technologie Ethernet. À cette époque, les normes Ethernet de l'IEEE étaient orientées vers le haut à 25 gigabits, 100 gigabits et plus. Malgré le fait qu'il existait un besoin évident et croissant de tirer parti d'un potentiel de 1 à 10 gigabits, l'organisme de normalisation ne tenait pas compte du domaine 2.5G/5GBASE-T. Il est évident qu'une norme 10GBASE-T existait, mais la mise à niveau de câblage associée représentait un obstacle pour les entreprises établies.

Ces leaders du secteur savaient que le besoin d'un Ethernet intermédiaire était imminent et qu'il était important de fournir des spécifications qui pouvaient être immédiatement mises en pratique. À la fin de 2014, un grand nombre de sociétés du secteur de l'infrastructure d'entreprise se sont regroupées pour rechercher un consensus autour d'une nouvelle norme et fournir des spécifications qui permettraient un développement immédiat de produits. Aquantia, Cisco Systems, Freescale et Xilinx ont formé le consortium NBASE-T Alliance avec pour objectif spécifique de combler l'écart existant entre les normes Ethernet 1000BASE-T et 10GBASE-T. Les activités du groupe tournaient autour de l'élaboration des produits et des spécifications 2.5G/5GBASE-T ainsi que de la contribution au développement d'une norme IEEE 802.3. Lorsque le processus 802.3bz commença, les personnes travaillant pour les entreprises membres de l'alliance ont été des acteurs essentiels et ont continué à contribuer à chaque étape. Fin 2015, l'alliance s'était développée et comptait plus de 45 membres, représentant l'ensemble des écosystèmes réseau, les points d'accès, les commutateurs Ethernet, le stockage et le calcul, les technologies de composants de support, tels que les circuits intégrés des couches physiques (PHY), les processeurs, les connecteurs, les contrôleurs, les commutateurs, les FPGA, les circuits intégrés de l'alimentation électrique par câble Ethernet, les équipements de câblage ou de test. Les sociétés membres sont activement impliquées dans l'élaboration des spécifications NBASE-T ou elles mènent des activités dans les domaines connexes, tels que les équipements de câblage ou de test.

En raison des activités de l'alliance et d'autres éléments du secteur, la norme IEEE 802.3bz a connu des progrès rapides. D'octobre 2014 à mai 2015, le processus est passé rapidement des appels à manifestation d'intérêt au travail effectif par un groupe de travail en passant par l'étape de groupe d'étude en vue de formuler des spécifications. En mai 2015, le groupe de travail 802.3bz a adopté une référence technique alignée sur la spécification NBASE-T. Dès la fin de 2015, la réalisation technique de la spécification 802.3bz touche à sa fin et celle-ci reste alignée sur la spécification NBASE-T. À chaque étape, le consensus a été rapidement trouvé et le groupe de travail 802.3bz a désormais adopté une date butoir d'achèvement de septembre 2016.

Dès le début, l'adoption d'une norme qui permette une interopérabilité multi-fournisseurs pour l'Ethernet 2.5GBASE-T et 5GBASE-T a été primordiale pour tous les efforts consentis par l'Alliance NBASE-T. Le soutien de plus de 45 membres du secteur fait de NBASE-T Alliance un atout précieux dans la définition et le développement des références et du consensus technique pour la 802.3bz, et un développement et un déploiement de la pré-norme pour les organisations qui en ont besoin.

## NBASE-T et les normes

La NBASE-T propose des produits et des spécifications de couches physiques de 2,5 et 5 gigabit Ethernet conformément à la nouvelle norme 802.3bz. L'accent particulier mis sur ces efforts porte sur le fait que la pré-norme développée dans le cadre des solutions est entièrement conforme ou simplement susceptible d'être mise à niveau par la norme une fois que cette dernière est enfin ratifiée. Les principales caractéristiques de la technologie NBASE-T sont les suivantes :

- La prise en charge des débits de données full duplex 2.5G/5G sur les câbles Cat5e/6 ou supérieurs (les débits sont normalement pris en charge dans un appareil multi-vitesse, à couche physique 100M/1G/2.5G/5G/10G)
- Évolutivité en fonction de la puissance et du coût dans le large éventail des produits
- Un sur-ensemble de fonctionnalités 802.3bz, avec l'ajout d'un « débit décroissant » en cas d'apparition de problèmes liés à la performance sur des installations de câblage non conformes
- Compatibilité avec PoE, PoE+, UPoE et un Ethernet de faible consommation d'énergie à tous les débits
- Prolongation de la négociation automatique de l'Ethernet pour ajouter les nouveaux débits de données 2,5 G/5 G.

La norme 10GBASE-T établie constitue la base technique de NBASE-T et de 802.3bz. En date de novembre 2015, la plupart des fonctionnalités des trois sont identiques, malgré la présence de différences pour certaines fonctionnalités. Les principales fonctionnalités qui méritent d'être relevées sont la NBASE-T PHY PCS/PMA, la négociation automatique, l'interface PHY/MAC et le segment de liaison.

### Couche physique PCS/PMA

Les spécifications de la sous-couche de codage physique (PCS) de NBASE-T sont basées sur le PCS de la norme IEEE 10GBASE-T et sur les normes de raccordement au support physique (PMA). Quelques mesures d'adaptation sont cependant nécessaires pour prendre en charge les nouveaux débits de données de 2,5 Gb/s et 5 Gb/s :

- L'horloge est mise à l'échelle de 1/2 et 1/4 afin d'accueillir des débits de données de 5 Gb/s et 2,5 Gb/s respectivement
- Le contrôle de parité à faible densité (LDPC) de NBASE-T est entièrement codé afin de protéger tous les bits et d'améliorer la performance des débits de 2,5/5 Gb/s

- La spécification NBASE-T offre une possibilité de correction d'erreur LDPC plutôt que la simple détection d'erreurs CRC-8 utilisée par 10GBASE-T
- Le contrôle de parité à faible densité de NBASE-T ne fait pas également appel au codage DSQ128 et au contraire il transmet des bits LDPC à l'aide d'une constellation totale disponible à partir de la modulation PAM-16

Les références techniques de la couche PCS dans 802.3bz sont identiques à celles de la spécification NBASE-T, par conséquent une conformité transparente est assurée.

### Négociation automatique

Une négociation automatique permet à tous les appareils basés sur différentes normes Ethernet de co-exister dans un réseau. Cela permet d'atténuer le risque de perturbation du réseau qui découle de l'utilisation de technologies incompatibles. Les normes IEEE 802.3 précédant la 802.3bz ne prennent pas en charge une négociation automatique pour les débits 2,5 Gb/s et 5 Gb/s. Les solutions NBASE-T assurent une négociation automatique en prolongeant le modèle de 10GBASE-T actuel, tel que décrit dans la clause 55, à une différence près. La négociation automatique de NBASE-T introduit un message étiqueté d'identificateur unique (OUI), tel que défini dans l'annexe 28C.6 de la 802.3-2012, pour faire connaître les possibilités de la couche physique NBASE-T, du mode 5G NBASE-T et du mode 2,5 G NBASE-T. Une couche physique de NBASE-T envoie les pages Base, Next et Extended. La page de message contient le OUI affecté par l'IEEE à la NBASE-T Alliance, 0xFA073E. Après la page OUI suit une page de message contenant les possibilités de NBASE-T. Le message étiqueté OUI et la page de message non formatée sont incorporés dans une page de message étendu et dans une page étendue non formatée, tel que décrit à l'annexe 28C de 802.3-2012. Ce mécanisme continue à fonctionner indépendamment des opérations de 802.3bz. Une fois la norme IEEE 802.3bz ratifiée, les systèmes NBASE-T devraient prendre en charge la négociation automatique de la nouvelle norme via une mise à niveau du microprogramme.

### Interface Couche physique /MAC

IEEE 802.3 définit l'interface indépendante du média de 10 gigabit (XGMII) entre la couche physique et MAC en tant qu'interface logique et non interface physique. La norme 802.3bz sera semblable. La spécification 802.3bz laisse au secteur la possibilité de définir les mises en œuvre physiques de l'interface couche physique/MAC. Les fournisseurs définissent de facto les MII dont les plus courants sont spécifiés dans les spécifications des systèmes Cisco, Serial Gigabit MII et Quad Serial Gigabit MII ; SGMII et QSGMII, respectivement. Ces interfaces permettent d'avoir plusieurs débits de données et plusieurs ports sur un seul convertisseur parallèle-série et convertisseur série-parallèle (SerDes). Le consortium NBASE-T Alliance a élaboré des spécifications pour une interface Couche physique/MAC basée sur ces spécifications avec pour objectif

d'accélérer le déploiement du système. Ils permettent une reconfiguration minimale de la boucle verrouillée en phase (PLL) SerDes, d'où une convergence plus rapide lorsque les débits de données changent sur l'interface réseau. Puisque SGMII et QSGMII ne prennent pas en charge les débits de données 2,5 Gb/s ou 5 Gb/s, Cisco Systems a défini l'Universal Serial XGMII (USXGMII) destiné à être utilisé dans le développement du produit NBASE-T. L'USXGMII prend en charge des débits de données de 100 M, 1 G, 2,5 G, 5 G et 10 Gps sur un seul SerDes fonctionnant à 10,3125 Gb/s. Pour l'optimisation des coûts, l'USXGMII peut, en outre, fonctionner à 5 Gb/s tout en prenant en charge un trafic de 100 M, 1 G, 2,5 et 5 G.

### Segment de liaison

Le segment de liaison spécifié par la norme IEEE 802.3bz définit les exigences en matière de câble et de raccordement des connecteurs entre deux points de terminaison. La spécification comprend la bande passante de liaison, la perte d'insertion, la perte de réflexion et la diaphonie entre les quatre paires torsadées du segment de liaison et entre les câbles adjacents (par ex., diaphonie exogène). Le NBASE-T Alliance a initié l'élaboration des spécifications du segment de liaison 2,5/5 gigabits et a fourni ces spécifications au groupe de travail 802.3bz. Cet important travail a été incorporé à la spécification 802.3bz. Les sociétés membres de NBASE-T ont également été les principaux acteurs des rapports techniques TIA TR42.7 et ISO/IEC SC25 WG3 qui décrivent comment utiliser 2.5GBASE-T et 5GBASE-T sur les câbles de catégorie 5e et de catégorie 6.

### Répondre à un besoin immédiat

Dans l'idéal, le développement de produits s'effectue lorsque les normes sont mises en place. Lorsque tel n'est pas le cas, la meilleure solution possible pour combler les lacunes liées aux pré-normes est celle qui est proposée par les leaders du secteur ayant de l'influence, la motivation, et l'interdépendance pour faire en sorte que les solutions provisoires soient conformes à la norme ou susceptibles d'être mises à niveau vers celle-ci lorsqu'elle est ratifiée. Dans le cas de 2.5GBASE-T et 5GBASE-T, il y a un fossé. Les leaders du secteur ont multiplié les efforts pour parvenir rapidement à un consensus et à une interopérabilité dans l'ensemble de l'écosystème, jetant ainsi les bases importantes qui permettent d'accélérer le processus des normes et de garantir une conformité de la pré-norme développée pour les produits.

Étant donné la demande tangible de débits de données entre l'Ethernet 1000BASE-T et 10GBASE-T sur des infrastructures existantes, l'Ethernet 2,5 et 5 gigabits est une annexe essentielle à la suite des normes de réseau actuelles avec des applications immédiates. Le consortium NBASE-T Alliance a joué un rôle clé dans la reconnaissance de ce besoin, jetant des bases crédibles et vérifiées pour une adoption en douceur d'une norme viable et apportant des spécifications de pré-normes et des produits qui seront conformes ou qui ne nécessitent plus qu'une mise à niveau du logiciel, une fois la norme ratifiée. À la suite de ces efforts, les entreprises qui se trouvent limitées par le gigabit Ethernet peuvent, en toute confiance et d'une manière rentable accéder aux débits de données multipliés par deux à cinq sur leur infrastructure de câblage existante.

© 2016 NBASE-T Alliance, Inc. Tous droits réservés. Toute utilisation non autorisée est strictement interdite.

NBASE-T<sup>TM</sup>, NBASE-T Alliance<sup>SM</sup> et tous les logos NBASE-T figurant dans ce document sont des marques déposées ou des marques non déposées, des marques de services et/ou des marques de certification de NBASE-T Alliance, Inc. ou de ses concédants de licence aux États-Unis ou dans d'autres pays. Tous droits réservés. Toute utilisation non autorisée est strictement interdite. Les autres noms, marques et logos figurant dans ce document sont des marques de commerce et/ou marques de service de leurs détenteurs respectifs.

Les spécifications et les contenus sont susceptibles d'être modifiés sans préavis.