

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 102 (2011)
Heft: (10)

Artikel: FTTH : réseau sécurisé de télégestion
Autor: Gachet, Daniel / Maalouf, Eliane
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856860>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

FTTH – Réseau sécurisé de télégestion

Une cinquième fibre pour de nouvelles perspectives

La gestion optimale de l'énergie électrique nécessite une infrastructure de télécommunications pour en mesurer et contrôler la consommation. Dans le cadre du déploiement de la fibre optique, quatre fibres seront raccordées à chaque ménage. A celles-ci se joindra une cinquième fibre offrant un support pour les services de télégestion. Les réseaux optiques passifs offrent une solution idéale pour maîtriser les aspects coûts et sécurité, et ouvrent de nouvelles perspectives pour les distributeurs d'énergie.

Daniel Gachet, Eliane Maalouf

Pour faire face aux mutations qui s'opèrent dans le secteur, les distributeurs d'énergie désirent développer des services favorisant l'efficacité énergétique, tels que des services de télégestion de la consommation (smart metering), d'optimisation de la gestion du réseau de distribution (smart grid) ou d'intégration de petits producteurs d'énergie verte décentralisés.

La mise en œuvre de compteurs intelligents (smart meters) sera essentielle pour atteindre cet objectif. Ils offrent non seulement une lecture détaillée de la consommation électrique, mais fournissent également des informations sur le type d'équipements enclenchés, la période d'activité, etc. Ils permettent en outre de commander à distance des char-

ges électriques, telles qu'allumer/éteindre le chauffe-eau, régler la ventilation ou le chauffage.

Cependant, pour exploiter ces propriétés et permettre le développement de nouveaux services, il est indispensable de disposer d'un réseau de télécommunications bidirectionnel permettant un transfert fiable et sécurisé des données entre les équipements de comptage et le système de gestion. Les réseaux optiques passifs (PON pour Passive Optical Networks) offrent une solution idéale de ce point de vue, tout en permettant de maîtriser les coûts liés à ces services. De plus, ils peuvent se greffer au réseau FTTH – sous la forme d'une fibre supplémentaire – lors de son installation.

Structure du réseau FTTH/FTTB

Les réseaux optiques FTTH/FTTB (Fiber To The Home/Fiber To The Building) s'imposent de plus en plus comme étant les réseaux d'accès du futur. Diverses coopérations entre les opérateurs traditionnels de télécommunications et les fournisseurs d'énergie électrique se mettent d'ailleurs en place pour en accélérer le déploiement [1].

Ces réseaux sont constitués de quatre fibres optiques raccordées à chaque ménage, favorisant le développement d'un réseau ouvert et garantissant la non-discrimination des fournisseurs de services (Swisscom, Sunrise, Orange, etc.). Outre ces quatre fibres, une fibre supplémentaire sera amenée dans chaque bâtiment. Elle permettra la réalisation d'un réseau sécurisé de télégestion. La **figure 1** représente un réseau classique de distribution d'énergie et le réseau de fibres optiques. Il est intéressant de noter que plus de 80% des bâtiments ont un éloignement inférieur à 10 km de la station primaire, permettant ainsi l'utilisation de lasers moins puissants et moins onéreux.

Challenge

Avec le raccordement des ménages à la fibre, des centaines de milliers de points d'accès sont à connecter au réseau. Le retour sur investissement des quatre fibres « télécom » est assuré par le revenu de services à forte valeur ajoutée (vidéo, voix, données, etc.). Par contre, pour les fournisseurs d'énergie visant une implémentation de type « smart metering » à grande échelle sur la cinquième fibre, le coût des interfaces optiques et de la maintenance du réseau pourrait être un frein à son déploiement, d'autant plus que des régulations strictes les empêchent de facturer ce service aux consommateurs. La maîtrise des coûts, la sécurité et la fiabilité sont donc des facteurs impératifs pour le développement des services de « smart metering » sur la fibre.

Réseaux optiques passifs

Les réseaux optiques passifs à multiplexage temporel (TDM pour Time Division Multiplex) à fibre unique permettent de réduire considérablement les coûts en

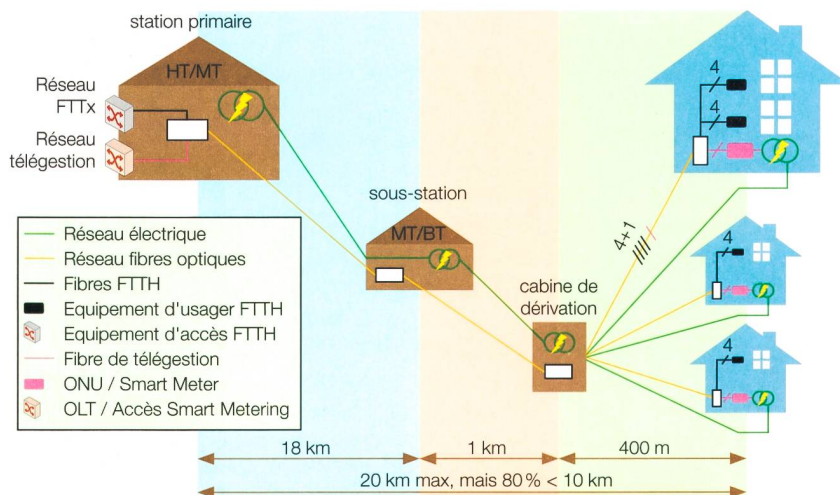


Figure 1 Réseau de distribution et de fibres optiques.

partageant la fibre entre plusieurs usagers et en éliminant tout élément actif dans le réseau. En effet, la connexion entre la terminaison de ligne optique (OLT pour Optical Line Termination) – côté centrale – et les unités de réseau optique (ONU pour Optical Network Unit) – côté usagers – ne requiert qu'un simple coupleur optique passif, formant de la sorte une architecture en arbre entre l'OLT et les ONUs.

Multiplexage temporel

Comme illustré dans la **figure 2**, dans le sens descendant (centrale vers usagers), le réseau est de type point-à-multi-points. Tous les ONUs connectés au réseau reçoivent tous les paquets envoyés par l'OLT. Un identifiant unique de la couche de liaison permet à chaque ONU d'extraire les paquets qui lui sont adressés. Dans cette direction, aucun mécanisme de détection de collision n'est nécessaire, car il n'existe qu'un seul émetteur, l'OLT.

Dans le sens montant (usagers vers centrale), grâce au coupleur optique directionnel, la connexion est de type point-à-point. Si, sans mécanisme d'arbitrage, des paquets émis par plusieurs ONUs arrivaient au même instant sur le coupleur optique, leurs données seraient corrompues et ne pourraient être transmises correctement à l'OLT. Un multiplexage temporel, gérant l'émission des ONUs, est donc indispensable pour éviter ces collisions. Il consiste à assigner à chaque ONU une fenêtre de temps dans laquelle ce dernier est autorisé à émettre ses données.

A noter qu'une méthode basée sur la détection de collision au niveau du coupleur optique serait totalement inefficace. Le temps élevé de propagation dans la fibre sur de telles distances et le caractère directionnel du coupleur optique empêchent une implémentation efficace de ce mécanisme bien connu dans l'Ethernet. Le multiplexage par longueurs d'ondes serait quant à lui une alternative, mais le coût élevé de cette technologie n'est pas approprié aux réseaux de télégestion.

Normes

Les deux organisations de standardisation, que sont IEEE et UIT-T, ont établi chacune un standard pour les réseaux optiques passifs. IEEE propose le 802.3ah [2], mieux connu sous l'acronyme EPON (Ethernet Passive Optical Network) avec un débit de 1,25 Gbps symétrique. UIT-T

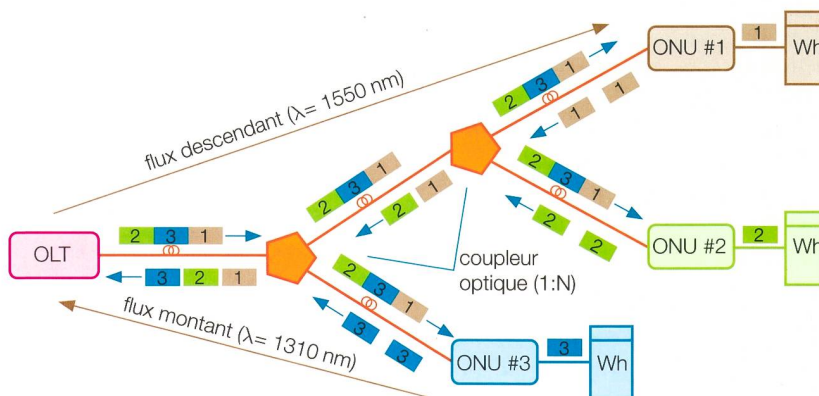


Figure 2 Réseau optique passif.

définit dans la suite de recommandations G.984 [3], usuellement nommée GPON (Gigabit Passive Optical Network), une pile de protocoles de couche 1 et 2 selon le modèle OSI (Open Systems Interconnection). GPON propose un débit asymétrique, de 2,5 Gbps dans le sens descendant et 1,25 Gbps dans le sens montant.

Bien qu'en pratique la plupart des installations PON aient un multiplexage de 1:32 ou inférieur (32 ONUs pour 1 OLT), EPON permet d'identifier plus de 32 000 ONUs par OLT, tandis que GPON offre un adressage de 128 ONUs par OLT. Pour les applications de télégestion, un taux de division aussi élevé que possible est préférable afin de réduire les coûts. Seule la puissance du laser côté OLT limitera ce facteur.

Lasers

Les réseaux à fibre unique nécessitent l'utilisation de lasers avec une longueur d'onde différente pour l'OLT et les ONUs. Un laser avec une longueur d'onde de 1550 nm sera choisi pour le flux descendant, côté OLT, et un laser à 1310 nm pour les ONUs, flux montant.

Services de smart metering

Hormis la lecture à distance de la valeur de compteurs, le smart metering propose la création de toute une série de nouveaux services, tels que :

- Le comptage : échantillonnage des valeurs de consommation offrant au distributeur d'énergie et à l'utilisateur une information sur la consommation courante, l'enregistrement de ces données, la génération d'histogrammes, la gestion de la configuration et des données des compteurs, etc.

- La tarification : tarification flexible et temps réel permettant l'application de modèles dépendant du type de consommateur, du revendeur d'énergie, du type de contrat (p. ex. contrôle du crédit pour le prépaiement), etc.

- Le monitoring : surveillance du réseau de distribution, notification en cas de coupure de courant, alerte du distributeur en cas de problème dans le réseau, etc.

- Le contrôle-commande : lecture, contrôle et commande d'appareils à distance, par exemple configuration des appareils électriques, régulation de température du chauffage, activation/désactivation d'équipements, etc.

Les réseaux sécurisés de télégestion permettront l'essor de ces services à des coûts tout à fait avantageux.

Composants

Comme illustré dans la **figure 2**, le réseau de télégestion est constitué de trois éléments principaux : les ONUs, le coupleur optique et l'OLT.

ONU

L'ONU, unité de réseau optique, se compose d'une interface de réseau optique, d'une ou plusieurs interfaces utilisateur, d'un bloc de contrôle d'accès au support, d'un bloc de sécurité ainsi que de fonctions de gestion (**figure 3**).

Le choix du transceiver optique assurant l'accès au réseau optique passif, dépendra principalement de la puissance nécessaire pour couvrir la distance entre l'ONU et l'OLT. Il est intéressant de noter que le prix augmente massivement pour des lasers permettant d'atteindre une distance supérieure à 10 km.

Le cœur de l'ONU est réalisé par le bloc de contrôle d'accès au support. Dif-

férents fabricants proposent des circuits intégrés à des prix très compétitifs, ceci aussi bien pour la technologie EPON que GPON. Côté réseau, une interface de type SERDES (Serializer/Deserializer) est généralement implémentée. Côté interface utilisateur, se trouvent généralement deux interfaces Ethernet, une de type MII (Media Independent Interface) à 10/100 Mbps et une de type GMII (Gigabit Media Independent Interface) à 1 Gbps. Ces puces intègrent également un processeur ARM (Advanced Risc Machine) avec différents périphériques – UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter), GPIO (General Purpose Input/Output), etc. Le processeur, avec un support matériel, permettra d'implémenter le bloc de sécurité ainsi que le bloc de gestion incluant les fonctions OAM (Operation, Administration and Maintenance) et QoS (Quality of Service).

De multiples variantes peuvent être proposées pour réaliser l'interface utilisateur. Probablement la plus universelle consiste à implémenter dans l'ONU seulement une interface de communication, p. ex. Ethernet, CPL (Courants Porteurs en Ligne), RF (Radio Fréquence), M-Bus (Meter-Bus), E/S (Entrées/Sorties), KNX ou autres. Cette interface permettra ensuite de connecter le périphérique fournissant la fonction souhaitée, p. ex. un compteur d'énergie. Le choix de l'interface dépendra du type de périphérique que l'on désire connecter au réseau de télégestion.

Zusammenfassung

FTTH – Gesichertes Fernmanagementnetzwerk
Eine fünfte Glasfaser eröffnet neue Perspektiven

Ein optimales Elektroenergie-Management erfordert eine Telekommunikationsinfrastruktur zur Messung und Überwachung des Energieverbrauchs (Smart Grid). Beim Aufbau des Glasfasernetzes zur Unterstützung der Kommunikationsdienste werden vier Glasfasern pro Haushalt verlegt. Zu diesen kommt eine fünfte Glasfaser hinzu, über die das Fernmanagement erfolgen soll (Smart Metering). Hierbei gilt es jedoch unbedingt die Aspekte Kosten und Sicherheit in den Griff zu bekommen. Passive optische Netzwerke (PON) sind eine ideale Lösung und eröffnen neue Perspektiven für die Energieversorger. Che

Coupleur optique

Bien que l'on trouve actuellement sur le marché une très large palette de coupleurs optiques, il n'est toujours pas possible de disposer de coupleurs avec un facteur de division supérieur à 1:64. Pour pallier à ce manque, il est possible d'en monter plusieurs en cascade afin d'obtenir le facteur souhaité. La topologie du réseau de distribution ainsi que le nombre d'ONUs à connecter, détermineront le choix et le nombre de coupleurs à déployer. Cependant, pour garder une grande flexibilité dans la réalisation du réseau, il sera préférable de placer tous les coupleurs à proximité de l'OLT.

OLT

L'OLT, terminaison de ligne optique, est composée d'une interface de réseau central, d'une ou plusieurs interfaces de réseau optique, d'un bloc de contrôle d'accès au support, d'un bloc de sécurité ainsi que de fonctions de gestion (figure 4).

Le choix de l'interface de réseau central dépendra du type de réseau que l'on désire implémenter. Dans sa version la plus simple, on proposera une interface Ethernet à 1 Gbps.

Le cœur de l'OLT est réalisé par le bloc de contrôle d'accès au support. Là aussi, différents fabricants proposent des circuits intégrés aussi bien pour la technologie EPON que GPON, avec une ou plusieurs interfaces PON. Ces puces intègrent également un ou plusieurs processeurs ARM avec différents périphériques (UART, GPIO, etc.) permettant l'implémentation du bloc de sécurité ainsi que celle du bloc de gestion.

Le choix des transceivers optiques pour l'accès au réseau optique passif dépendra principalement de la puissance nécessaire pour couvrir la distance entre l'OLT et les ONUs, ainsi que du facteur de division du coupleur optique.

Protection et sécurité

Dans un environnement globalisé, où tous les réseaux de communication peuvent être interconnectés, une protection et une sécurisation efficace du réseau de télégestion sont primordiales. Outre les menaces sur la confidentialité des données, la stabilité et la disponibilité du réseau optique de télégestion et du réseau de distribution électrique sont une priorité. Avec le raccordement de tous les ménages à la fibre, des milliers de points d'accès au réseau seront disponibles. La capacité de commander des charges ou des sources électriques à distance pourrait mettre en danger la stabilité du réseau électrique si celle-ci tombait en possession de personnes ou d'organismes malveillants.

La protection et la sécurisation du réseau de télégestion sont réalisées sur deux niveaux, logique et physique. Au niveau logique, une étude des menaces permettra de déterminer les risques et d'établir des mécanismes de contrôle adéquats ainsi que leur emplacement dans le réseau. Quelques aspects importants sont à considérer :

- La sécurité des données: assurer la séparation des flux des différents services – p. ex. la séparation du flux de gestion du réseau des flux des services –, garantir la confidentialité et l'intégrité des communications par chiffrement et cryptage, assurer l'authenticité des messages et des entités communicantes, etc.

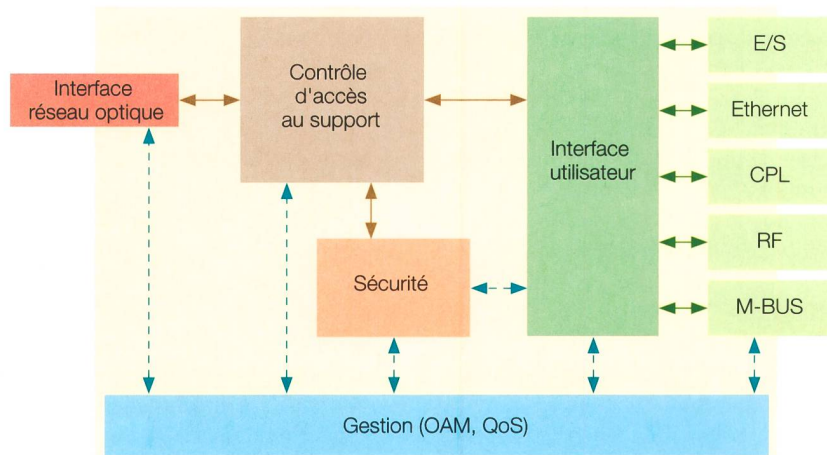


Figure 3 Structure de l'ONU.

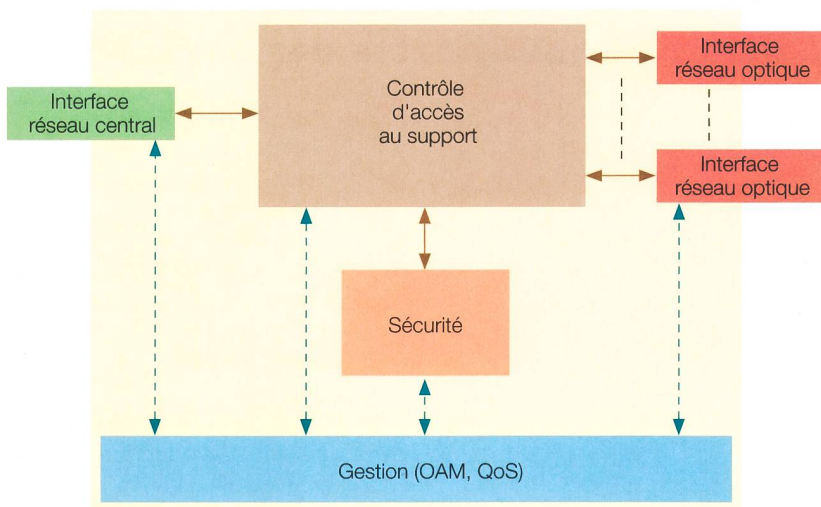


Figure 4 Structure de l'OLT.

■ La sécurité des systèmes : protéger les équipements contre les vulnérabilités inhérentes aux systèmes d'exploitation et aux applications, les injections de codes malicieux, etc., ou encore assurer une configuration fiable des services et des logiciels, etc.

■ La sécurité des applications : s'assurer que les applications soient développées suivant les bonnes pratiques de programmation et qu'elles appliquent des contrôles d'accès adéquats (vérification de l'identité du requérant du service, validation des autorisations, etc.), veiller également à ce que le service et les systèmes sous-jacents émettent les bonnes notifica-

tions et les transmettent aux bons destinataires, etc.

Au niveau physique, l'accès aux équipements de réseau (fibre optique, coupleurs optiques, compteurs, etc.) sera contrôlé en permanence afin de détecter toute coupure ou déconnection du réseau de télécommunications. Des procédures spécifiques permettront le remplacement ou l'ajout de composants dans le réseau sans générer des alarmes.

Perspectives

Les réseaux sécurisés de télégestion sont une composante essentielle d'une gestion efficace de l'énergie. Avec l'émer-

Figures: EIA-FR

gence de productions d'énergie verte générées par de petites installations, ceux-ci prendront de plus en plus d'importance.

Les réseaux optiques passifs proposent une solution très attractive. En plus des services de télémétrie et de téléaction, des applications de domotique peuvent facilement être créées. Ce type de réseaux pourrait également remplacer très avantageusement des réseaux de surveillance de bâtiments.

Références

- [1] Déploiement du FTTH en Suisse : www.fibre-suisse.ch et www.swissfibrenet.ch.
- [2] Standard EPON, IEEE 802.3ah : standards.ieee.org.
- [3] Standard GPON, UIT-T G.984 : www.itu.int/rec/T-REC-G/f.

Informations sur les auteurs

Prof. **Daniel Gachet** est ingénieur HES en électrotechnique. Il obtient son diplôme en 1984 à l'EIA-FR, puis travaille 9 ans chez ABB dans le développement logiciel de systèmes embarqués temps réel et distribués. En 1993, il entre au centre de recherche d'Ascom où il est chargé de l'architecture et du développement logiciel des équipements d'accès d'utilisateurs. En 2001, il reprend la direction des équipes de développement logiciel du groupe international KEYMILE et est responsable de l'architecture logicielle des systèmes embarqués. Depuis 2009, il est professeur en systèmes embarqués à l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg.

HES-SO Fribourg, Ecole d'ingénieurs et d'architectes, 1700 Fribourg, daniel.gachet@hefr.ch

Eliane Maalouf a suivi une formation d'ingénieure en télécommunications et réseaux à l'Université St. Joseph Beyrouth/Liban. Elle obtient son Master of Science in Engineering comme Architecte réseaux et sécurité IT en 2011 à la HES-SO/EIA-FR. Elle travaille actuellement comme ingénieure réseau, virtualisation et stockage auprès de MTF Quatra SA à Ecublens.

MTF Quatra SA, 1024 Ecublens, eliane.maalouf@mtf.ch

Anzeige

Ich erzeuge Energie.






Wo fließt Ihre Energie? Finden Sie's raus – Infos zum Einstieg bei der BKW-Gruppe gibt es unter:
www.bkw-fmb.ch/karriere

BKW®