White Paper
2019

Concepts d'alimentation sur les réseaux FTTO

Lignes directrices pour le design des concepts d'alimentation centralisée, de zone et locale

Nexans

Introduction

Lorsque l’on planifie et conçoit un réseau informatique, on considère en premier lieu la bande passante pour la transmission ainsi que la sécurité des données.

Cependant, un critère de base pour une infrastructure IT (y compris pour la téléphonie et les services de sécurité), performante et sécurisée, est son alimentation électrique parfaitement dimensionnée, efficace, sûre et fiable. Il s’agit d’être conforme aux normes électrotechniques, tout particulièrement pour les applications avec Power over Ethernet (PoE), c'est-à-dire lorsque le câble data fonctionne comme une ligne d'alimentation.

Pour nombre d’infrastructures LAN, la technologie FTTO offre des avantages par rapport à d’autres technologies de câblage structuré, notamment de par son approche globale et sa flexibilité. Les réseaux FTTO répondent à des exigences très élevées en termes de redondance, performance, évolutivité et de gestion du réseau. Pour profiter de tous les avantages du FTTO, une attention particulière doit être portée aux concepts d'alimentation intelligente.

Ce document s'adresse aux ingénieurs de conception de réseaux et aux responsables informatiques intéressés par le FTTO. Il examine de plus près différents concepts d'alimentation pour les réseaux FTTO et pré-définit des solutions de conception efficaces pour les applications avec PoE.

Pour une description détaillée des avantages et fonctionnalités des réseaux FTTO, lire notre brochure LANactive:

www.nexans.com/LANsystems

Qu’est-ce que le FTTO?

Contrairement au câblage structuré classique, Fiber To The Office (FTTO) est un concept de câblage LAN en environnements tertiaires décentralisé et distribué qui combine les avantages de la fibre optique et du cuivre à paire torsadée (TP).

FTTO signifie un câblage en fibre optique autant au niveau vertical que horizontal, jusqu’au plus proche de l’utilisateur. Les cordons de raccordement TP ne sont utilisés que sur les tous derniers mètres pour connecter les périphériques. En fibre optique, il est possible de couvrir des distances de transmission plus longues qu'en cuivre (où la distance est limitée à 100 m). De plus, la fibre optique est une solution très flexible et évolutive en termes de redondance et de bande passante. Sur les installations FTTO, les cordons de raccordement TP sont courts, d’où des conditions optimales pour la transmission de puissance via le câble data, et la prise RJ45 offre une interface universelle standardisée pour connecter divers terminaux.

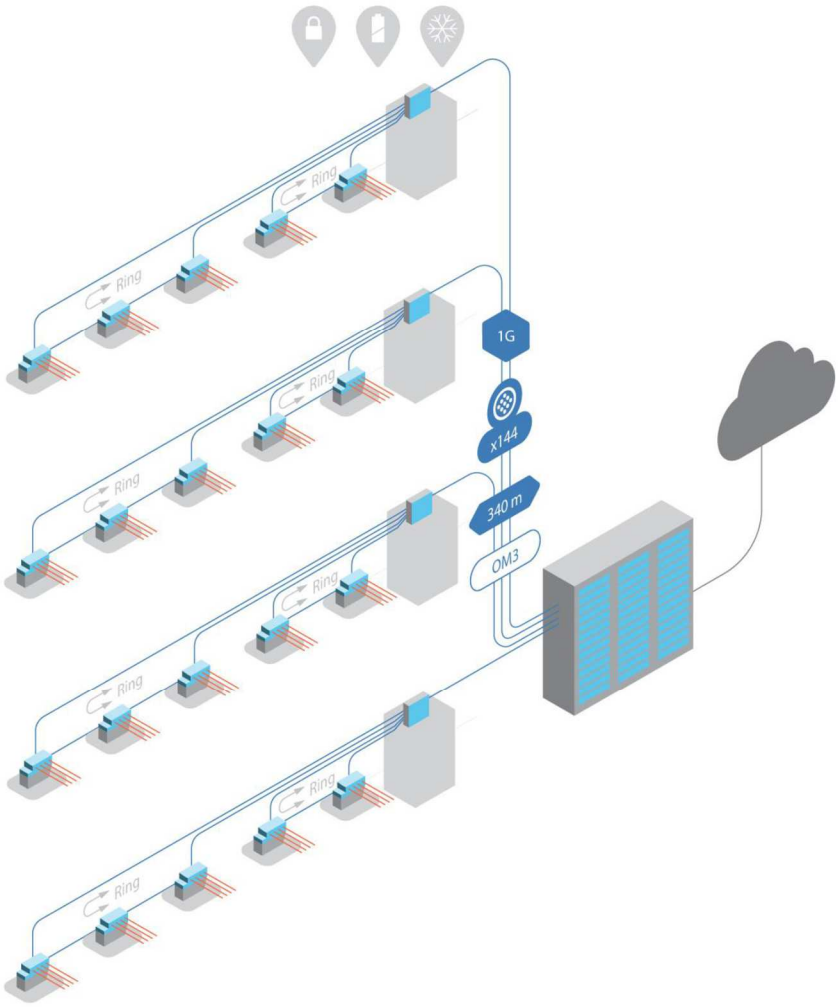

Schéma 1. Concept du câblage FTTO

Power over Ethernet – Alimentation via le câble data

Power over Ethernet (PoE, Type 1) IEEE 802.3af a été spécifié pour la première fois en 2003. En 2009, une autre norme a été adoptée, l'IEEE 802.3at (PoE +, Type 2). En 2018, la 3ème génération de normes PoE a été publié, à savoir l'IEEE 802.3bt (PoE ++, Type 3 et Type 4). Les normes PoE récentes diffèrent des plus anciennes, non seulement par le taux de consommation d'énergie plus élevé (en Watts), mais aussi par le type de protocoles Ethernet supportés et autres fonctionnalités.

	Nombre de paires requises	Puissance max. en sortie du PSE	Budget utilisable par le terminal (PD)	Standard	Effectif depuis
PoE	2	Class 1: 15.4 Watts	12.95 Watts	IEEE 802.3af, Type 1	2003
PoE+	2	Class 4: 30 Watts	25.50 Watts	IEEE 802.3at, Type 2	2009
PoE++	4	Class 6: 60 Watts	51 Watts	IEEE 802.3bt, Type 3	2018
PoE++	4	Class 8: 90 Watts	71 Watts	IEEE 802.3bt, Type 4	2018

Class: classification de la performance au niveau physique
PSE: Power Sourcing Equipment = par exemple, le FTTO-Switch
PD: Powered Device = téléphones et caméras IP, points d'accès wi-fi, scanners, etc.

Schéma 2. Aperçu des standards PoE

Cependant, un budget de puissance plus élevé signifie une augmentation de la température dans le câble data. Ce constat est déjà fait sur les applications PoE +. Ce développement pose un risque et représente un facteur de coût important. De plus, l'augmentation de la température a tendance à affecter négativement les propriétés d'atténuation et de transmission de données du câble. Ceci devient non négligeable lorsque plusieurs longs câbles sont confinés en un faisceau, car la chaleur s'accumule au centre du faisceau. Seuls les réseaux FTTO ne sont pas confrontés à ce problème puisque les câbles à paire torsadée utilisés sur ce concept sont courts (3-5 m). Ici, l'effet de l'augmentation de chaleur observé du fait de budgets PoE plus élevés peut être complètement négligé.

Quels terminaux supportent PoE, PoE+ et, à l'avenir, PoE++?

Déjà le 1er standard PoE, IEEE 802.3af, permettait des applications très utiles. Très vite, de nombreux périphériques réseau actifs ont supporté l'alimentation via le câble data. PoE est très pratique pour les utilisateurs. Un seul câble permet de fournir simultanément la data et l'électricité aux terminaux (points d'accès wi-fi, caméras IP, téléphones IP, notebooks, etc). C'est particulièrement mis en œuvre pour les téléphones VoIP et les points d'accès wi-fi et pour les applications situées dans des endroits non conventionnels comme les faux-plafonds.

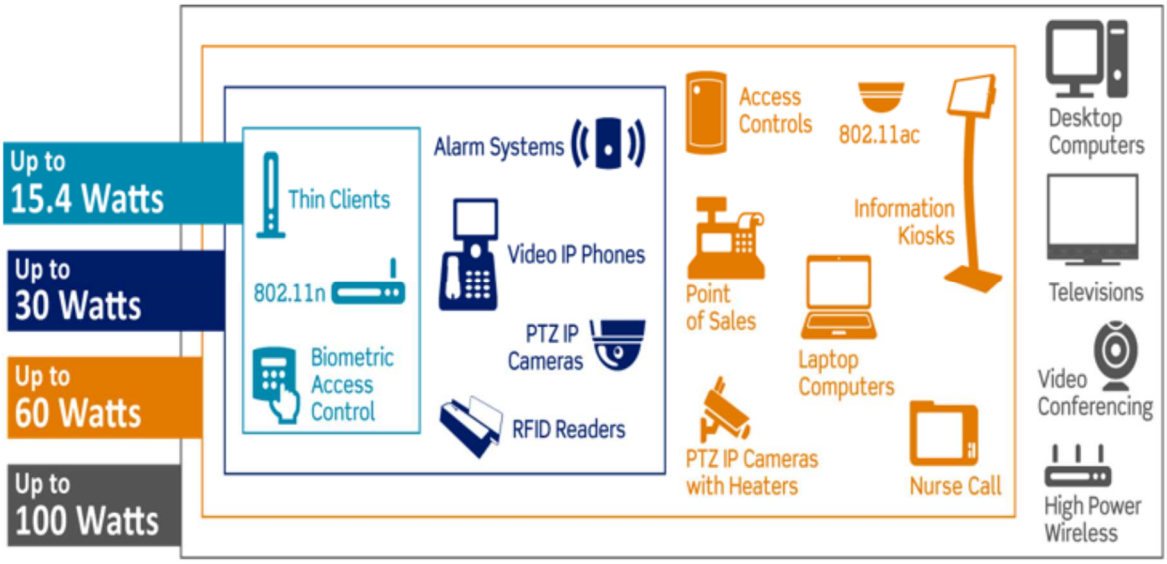

Schéma 3. Applications Power over Ethernet

Le tableau ci-dessous montre les divers scénarios possibles en fonction du nombre de ports PoE/PoE+ du FTTO-Switch et des applications connectées.

	Nombre de ports PoE utilisés	Besoin max. en PoE par switch, en Watts	Consommation Totale par switch, en Watts	Applications possibles
Scenario 1	2	20	26	VoIP, Wifi, Thin Client, caméra IP
Scenario 2	3	50	56	VoIP, Wifi ac, Thin Client, caméra IP PTZ
Scenario 3	4	90	96	VoIP, Wifi ac, Thin Client, caméra IP PTZ
Scenario 4	4	120	126	Plein support PoE+
Scenario 5	5	150	156	Plein support PoE+

Schéma 4. Scenarios de besoins en PoE selon les applications

Alimentation d'un réseau FTTO

1) En 230V AC

La manière la plus simple d'alimenter des FTTO-Switches est de les connecter au réseau 230V. L'avantage est qu'aucun câble spécial ou équipement de distribution n'est requis. Il suffit de s'assurer que les câbles transportant le courant électrique sont dimensionnés de manière adéquate pour la charge maximum escomptée et que les règles nationales de sécurité électrique soient respectées. L'inconvénient de ce concept d'alimentation électrique est que les FTTO-Switches ne peuvent alors pas fournir le PoE et que les terminaux tels téléphones IP doivent être alimentés par leurs propres alimentations, nécessitant des prises de courant supplémentaires.

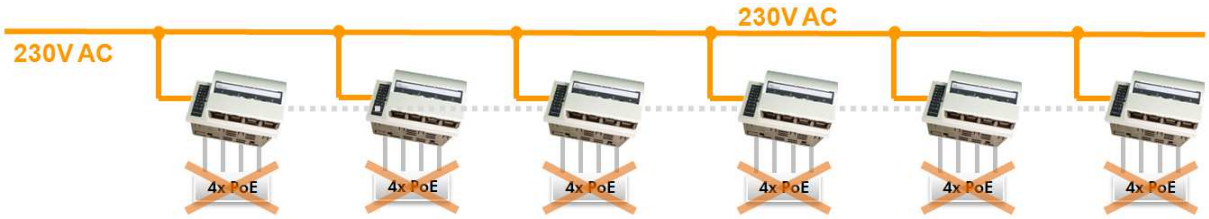

Schéma 5. Alimentation 230V AC des FTTO-Switches

Une alimentation non redondante, comme décrit ci-dessus, n'est acceptable que pour les réseaux non critiques. Dans la plupart des cas, cependant, les temps d'arrêt du réseau peuvent entraîner des dommages financiers considérables et, par conséquent, une fiabilité et une disponibilité élevées du réseau sont indispensables.

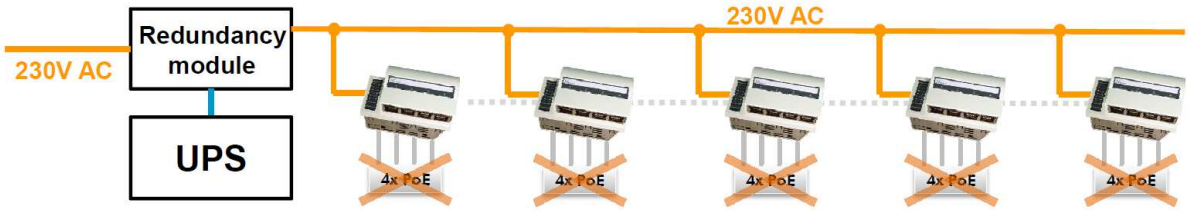

Schéma 6. Alimentation 230V AC des FTTO-Switches avec redondance

Pour assurer une disponibilité élevée du réseau en cas de panne de courant ou de court-circuit, le concept illustré sur le schéma 3 doit être complété de modules UPS (Uninterruptible Power Supply). Ces modules UPS maintiennent, en cas de panne, un fonctionnement normal du réseau pendant une certaine période.

2) En 54 V DC

Le courant alternatif 230-240V AC est transformé en courant continu de 48-54V DC au moyen d'un bloc d'alimentation. Cette tension est déterminante pour les FTTO-Switches supportant la fonctionnalité PoE. L'utilisation de blocs d'alimentation nécessite un effort de planification supplémentaire car différents câbles et points de distribution entrent en ligne de compte. Avec le concept d'alimentation locale 54 V DC, les blocs d'alimentation des FTTO-Switches sont répartis dans tout le bâtiment et se trouvent généralement dans le conduit de câble à proximité du FTTO-Switch.

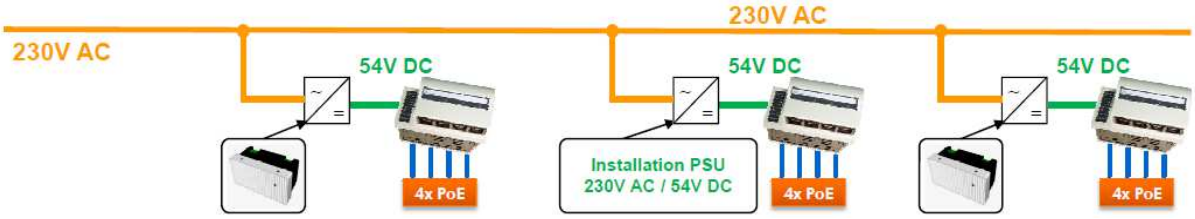

Schéma 7. Alimentation 54V DC des FTTO-Switches via le réseau électrique en place

En revanche, dans les concepts d'alimentation centralisée, le courant continu est acheminé directement depuis le local technique central vers les FTTO-Switches.

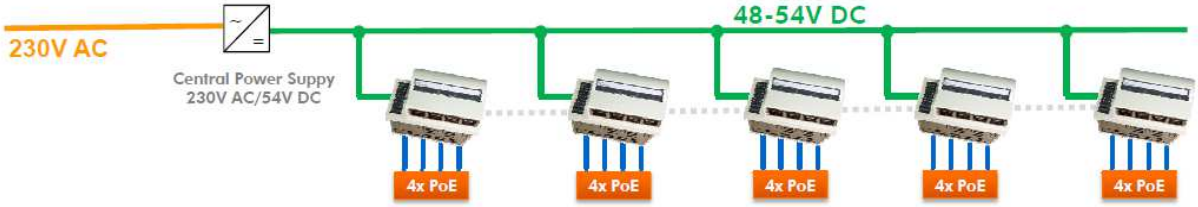

Schéma 8. Alimentation 54V DC des FTTO-Switches via une alimentation centralisée et un réseau électrique dédié

Les deux concepts d'alimentation 54V DC (centralisée et locale) peuvent être configurés de façon redondante. Les modules UPS surveillent l'ensemble du réseau et détectent les conditions de fonctionnement critiques à un stade précoce, avant que des pannes ou des courts-circuits ne se produisent, et garantissent la disponibilité du réseau en cas de panne électrique.

Dans le concept d'alimentations locales, c'est réalisé avec des modules UPS centraux. Dans un tel cas, il faut toutefois aussi prendre des mesures concernant la protection de ligne en considérant bien la puissance de sortie maximale de l'UPS.

Par exemple, un UPS 40A peut fournir un maximum de 40A. Ainsi, avec un courant de court-circuit de 40A, un disjoncteur C10 ne disjoncterait qu'après environ cinq secondes. Comme alternative, dans ce cas, un limiteur de courant de démarrage ou un plus petit nombre d'alimentations peuvent être la solution.

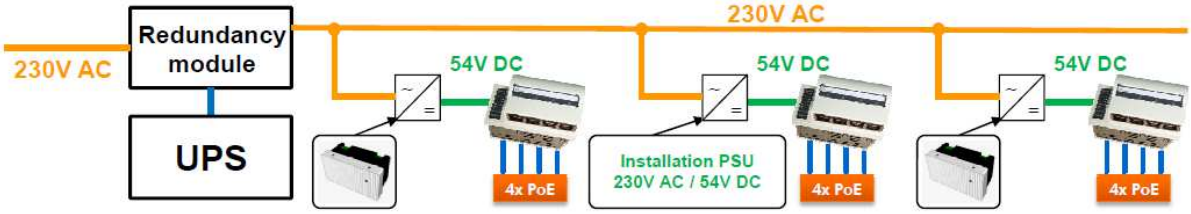

Schéma 9. Alimentation 54V DC des FTTO-Switches avec des blocs d'alimentation connectés aux lignes 230V AC redondées par un UPS

Dans le concept d'alimentation centralisée, c'est réalisé avec des modules d'alimentation supplémentaires dans le rack central assurant un fonctionnement sûr et sécurisé du réseau.

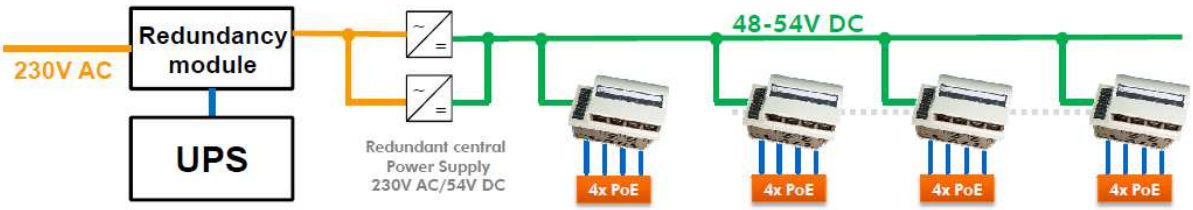

Schéma 10. Alimentation 54V DC des FTTO-Switches avec une alimentation centrale redondante et câblage électrique dédié

3) Disjoncteur

Dans le cas d'alimentations locales 54V DC, il faut aussi considérer avec attention le dimensionnement du disjoncteur sur le 230V.

Avec un disjoncteur, la ligne est protégée contre les dommages de chaleur en cas de courant trop élevé.

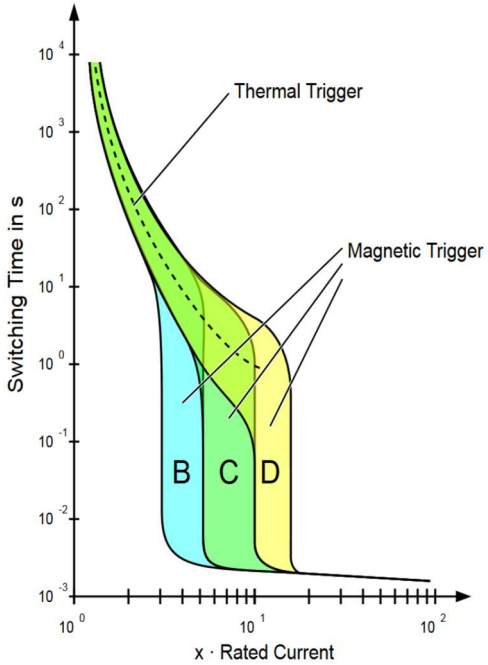

Schéma 11. Caractéristiques de disjoncteurs B, C & D-LS (Source: Wikipedia)

Les alimentations locales ont des courants de départ élevés sur une très courte durée. Certes, la valeur de 60A donnée dans la fiche technique est une valeur maximale, théoriquement possible, si branchée à une source d'énergie idéale. Nos mesures effectuées en laboratoire avec 10 alimentations (numéro d'article : 88646066) révèlent un courant total d'inrush de 55 A pendant 6 ms.

Si on utilise un disjoncteur B10 ou B16 (10A ou 16A avec caractéristique de type B), il se déclenche lors du dépassement du courant nominal - même si le dépassement est très bref.

Nexans recommande d'utiliser au minimum un disjoncteur C10 LS sur les réseaux avec alimentations locales. Un disjoncteur C est particulièrement avantageux pour les circuits avec des courants de départ plus élevés. En outre, le nombre d'alimentations connectées à un circuit devrait être limité à max. 10.

Le choix du disjoncteur approprié doit être fait par l'électricien en fonction des caractéristiques électriques du système, de l'environnement et des exigences spécifiques du client.

Concept d'alimentation centralisée

Le 48V DC est bien établi dans les télécommunications et se retrouve dans la première génération des normes PoE, à savoir IEEE 802.3af. La tension PoE définie dans ce 1er standard varie de 44 à 57 V DC. Pour parer aux éventuelles chutes de tension, 4V supplémentaires sont préconisés et doivent être ajoutés en tête, donc 48V DC pour PoE selon IEEE 802.3af.

Pour le PoE+ selon IEEE 802.3at, la tension définie varie de 50 à 57V DC. Ici aussi, 4V doivent être ajoutés en tête pour parer aux chutes de tension, de sorte que les blocs d'alimentation pour PoE+ se situent à 54V DC.

Dans les concepts d'alimentation centralisée, les FTTO-Switches sont alimentés via la source d'alimentation centrale dans une plage de tension de 50 à max. 57V DC. La source d'alimentation centrale est composée de plusieurs modules d'alimentation de 1500 ou 2500 W et est située, par exemple, dans l'armoire électrique dans le local technique. Les câbles électriques courent de là, via des points de dérivation, jusqu'aux FTTO-Switches, parallèlement aux câbles fibre optique.

Le niveau de tension de la source d'alimentation a un impact important sur le niveau du courant et de perte de puissance. Idéalement, il doit être le plus élevé possible mais ne doit pas dépasser la limite normative des 57V DC. Un niveau élevé de tension permet de réduire le niveau de courant global et d'éviter des pertes de puissance significatives. Conformément à la directive européenne basse tension, une tension de 57V DC est définie comme courant faible et, demeurant sous la barre des 60V CC, est inoffensive pour les humains et les animaux.

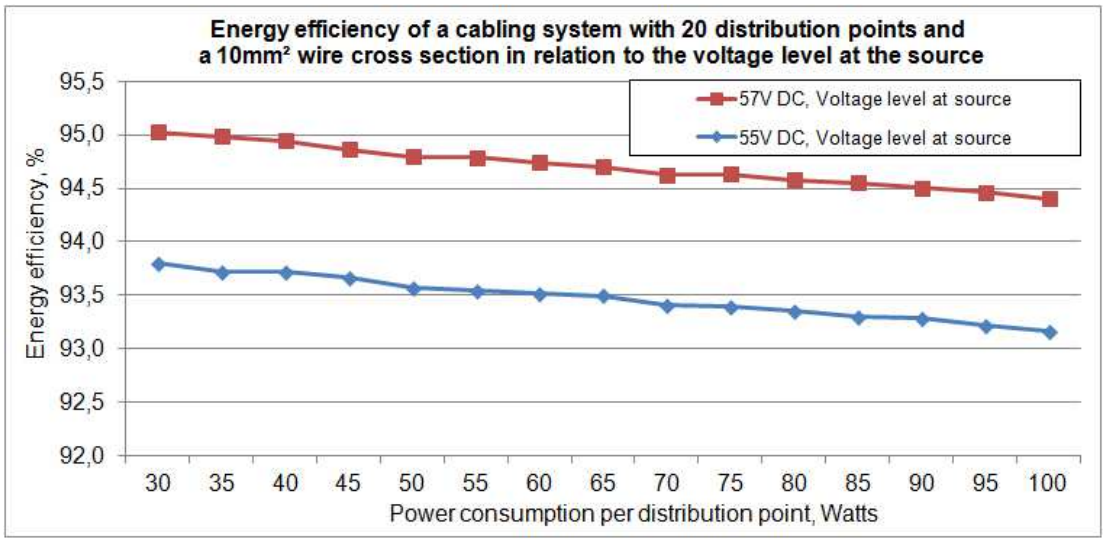

Schéma 12. Efficacité énergétique en fonction de la consommation et du niveau de voltage à la source

Le graphique ci-dessus montre comment l'efficacité d'un réseau électrique diminue avec l'augmentation de la puissance requise. La perte typique est d'environ 5 à 10%. Avec un concept équilibré, les pertes de puissance peuvent être réduites de 1 à 2%.

La section (diamètre) du câble conducteur détermine également la longueur maximale du câble d'alimentation. Bien sûr, il est possible de combler une distance plus longue avec de plus grandes sections. Toutefois, ceci impliquera également l'ajustement des circuits de protection pour tenir compte d'un courant plus élevé et les coûts pour l'ensemble de l'installation augmenteront considérablement.

Le graphique ci-dessous montre la performance de deux sections de câble en termes de consommation d'énergie par point de distribution d'alimentation (en W) et de longueur des câbles (en m).

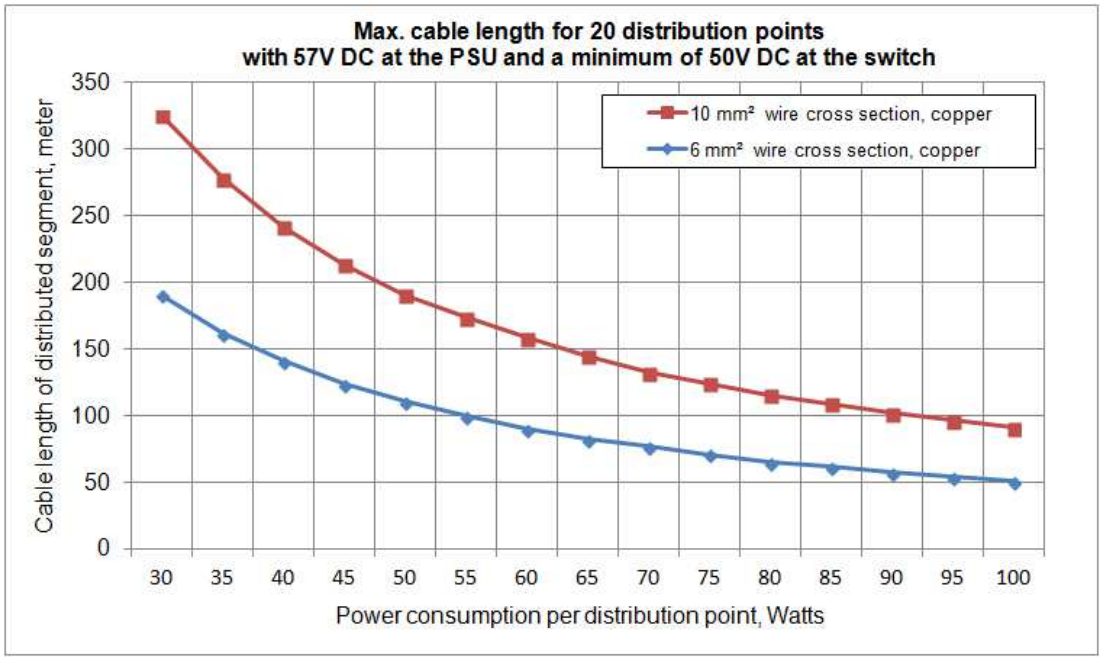

Schéma 13. Longueur de la ligne électrique en fonction de la consommation aux points de distribution

Plus le besoin d'énergie est élevé, plus la longueur du câble est limitée. La section du câble est un levier pour réaliser des distances plus longues. Par exemple, la longueur maximale possible d'un câble d'alimentation de 6 mm2 pour un besoin de puissance de 60W par point de distribution est d'environ 85 mètres. Pour le même besoin de puissance, un câble 10 mm² permet une longueur de plus de 150 mètres.

Composantes d'une alimentation centralisée

Un système d'alimentation centralisée comprend les éléments ci-dessous:

- Modules d'alimentation 1500W/2500W et leur châssis 19" pour une puissance totale de 8 à 25kW
- Batteries (optionnelles) pour applications spécifiques
- Câble de distribution 5 conducteurs de 4, 6 ou 10 mm² de section unitaire (4 conducteurs forment 2 canaux bipolaires)
- Boîtes de distribution pré-assemblées avec chacune 2 câbles et connecteurs (jusqu'à 20 FTTO-Switches peuvent être alimentés un point de distribution)
- Connecteurs de distribution 1: n
- Câbles pré-connectés pour le branchement aux FTTO-Switches

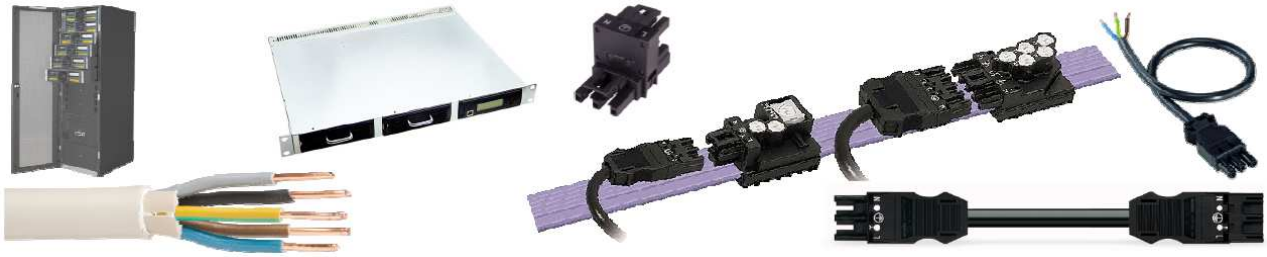

Schéma 14. Composantes d'une alimentation centralisée

Avantages

- Alimentations 230 VAC / 48 VCC centralisées modulables et administrables à distance via le réseau Ethernet
- Efficacité énergétique des applications de courtes distances (< 50m)
- Gestion et supervision centralisées
- Redondance centralisée

Inconvénients

- Conception complexe car nécessite de considérer plusieurs scenarios
- Réseau électrique dédié pour les FTTO-Switches
- OPEX élevé du fait des pertes lors du transport de l'énergie (sur longues distances ou petites sections)
- Oblige à définir une consommation électrique figée, de préférence sur-dimensionnée pour appréhender les besoins futurs : quid du CAPEX

Alimentation locale (au plus proche des FTTO-Switches)

Dans le concept d'alimentation locale (dédiée), on distingue deux approches.

La première approche consiste en un bloc d'alimentation électrique avec un budget de puissance inférieur à 150 W qui alimente un ou deux FTTO-Switches maximum. Dans cette approche, les distances entre le bloc d'alimentation et le FTTO-Switch sont très courtes, inférieures à 10 mètres, d'où des pertes du fait de la transmission en DC respectivement faibles. D'ailleurs, pour un besoin typique de 70W à 130W, les pertes sont négligeables.

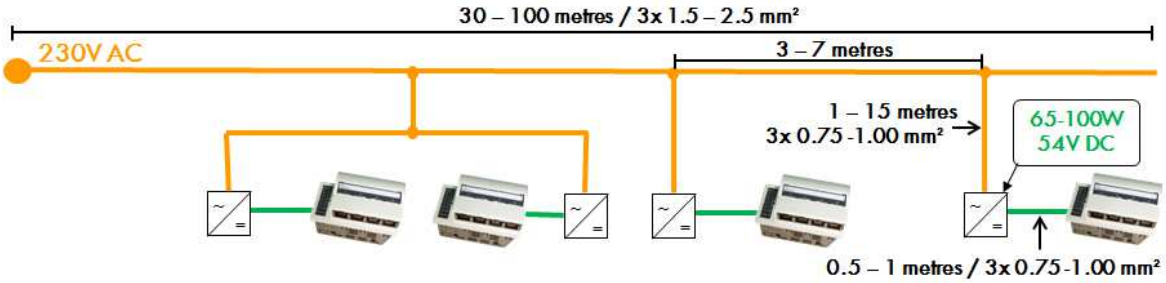

Schéma 15. Structure du concept d'alimentation locale

La seconde approche consiste en un bloc d'alimentation avec un budget de 500 à 1.500W, pour alimenter plusieurs FTTO-Switches. Les distances typiques vont de 10 à 50 mètres.

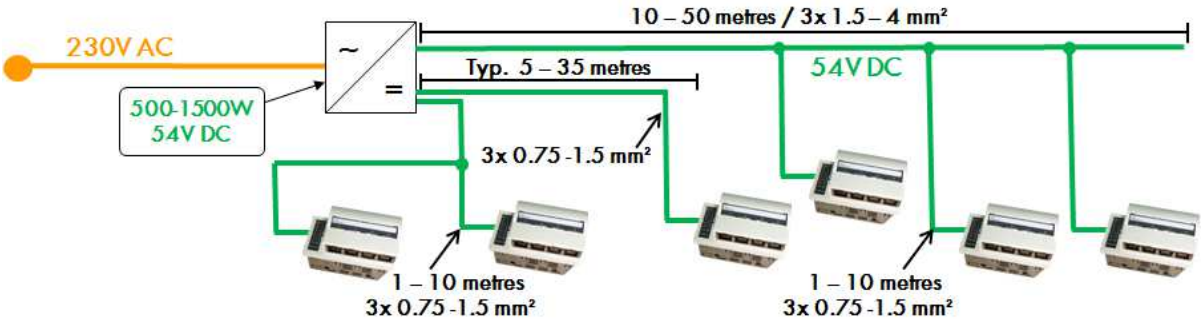

Schéma 16. Structure du concept d'une alimentation de zone

Les concepts d'alimentation locale et de zone sont efficaces car les distances entre le point de conversion AC vers DC (jusqu'à 54V DC) et les FTTO-Switches sont courtes. Les pertes de puissance sont minimes car la puissance transmise sur la distance l'est à un niveau de tension plus élevé (230 V AC).

Composantes d'une alimentation locale

Un système d'alimentation locale (dédiée) comprend les éléments ci-dessous:

- Blocs d'alimentation de 65 à 130W
- Câble de distribution 3 conducteurs de section 0.75 ou 1.5 mm²
- En option, pré-connecté avec connecteurs Wago ou Wieland à enfichage rapide
- Connecteurs de distribution 1: n pour 230V AC

Schéma 17. Composantes du concept d'alimentation locale

Avantages

- Efficacité énergétique maximum (car la transformation AC vers DC est réalisée au plus proche du FTTO-Switch)
- Mise en œuvre flexible autant pour infrastructures neuves ou rénovées
- Planification simple
- Economies du fait de l'emploi de câbles à petite section

Inconvénients

- Fonction de monitoring via le management du switch
- Budget de puissance limité à 65 voire 130W par switch
- Redondance si infrastructure 230V AC redondée
- Redondance Hardware dans une certaine mesure

Composantes d'une alimentation de zone

Un système d'alimentation de zone comprend les éléments ci-dessous:

- Blocs d'alimentation 500 à 1.500W, design rail DIN
- Câble de distribution 3 conducteurs de section 0.75, 1.5, 2.5 ou 4 mm²
- En option, pré-connecté avec connecteurs Wago ou Wieland à enfichage rapide
- Connecteurs de distribution 1: n autant pour les liaisons 230V AC que pour les liaisons 54V DC

Schéma 18. Composantes du concept d'alimentation de zone

Avantages

- Bonne efficacité énergétique (transformation réalisée en moyenne à 35 mètres du FTTO-Switch)
- Mise en œuvre flexible autant pour infrastructures neuves ou rénovées
- Planification simple
- Economies du fait de l'emploi de câbles à petite section
- Evolutivité grâce à la connexion en parallèle de plusieurs alimentations
- Redondance Hardware

Inconvénients

- Fonctions de monitoring limitées
- Nécessite un espace spécial dédié aux blocs d'alimentation, exemple: boîtier mural
- Redondance si infrastructure 230V AC redondée

Bon à savoir

Lors de la conception d'un système d'alimentation approprié et pérenne pour un réseau FTTO, il est important de bien considérer de multiples aspects : la charge de puissance maximale de l'ensemble du système, les mesures de sécurité électrique et les pertes de puissance qui en résultent doivent être prises en compte et vérifiées afin d'assurer un bon fonctionnement des appareils connectés. L'efficacité énergétique du concept d'alimentation ainsi que tous les coûts associés sont aussi déterminants et à bien analyser dès le départ.

Au-delà, voici quelques petits conseils fondés sur notre expérience :

1. Dans le cas d'un concept d'alimentation centralisée ou de zone, veillez à transmettre sur le voltage le plus élevé possible (max. 57V) pour minimiser les pertes de puissance.
2. Veillez à une protection électrique conforme aux normes et correctement dimensionnée de votre infrastructure pour sécuriser votre installation.
3. Veillez à utiliser des câbles éprouvés de fabricants reconnus sur le marché pour une bonne interopérabilité avec les autres composantes de l'installation.
4. Utilisez de préférence des câbles pré-terminés! Divers avantages: qualité optimale et testée, temps réduit d'installation.
5. Utilisez de préférence des alimentations pré-terminées et équipées de connecteurs standards! Par exemple de norme IEC 61535 pour un codage et verrouillage mécaniques. Cela accroît la sécurité et évite de faire déplacer un spécialiste lors de remplacements ou de petits réaménagements.
6. Ayez recours à la connexion en parallèle des alimentations rail DIN, si le système de câblage le permet.
7. Dans le cas d'un concept d'alimentation centralisée avec un câble plat, utilisez les 4 conducteurs pour la distribution électrique! Vous doublez alors la section, augmentez la puissance maximum et diminuez les pertes.

Comparaison des concepts

Le tableau suivant résume les trois concepts d'alimentation présentés.

Concept d'alimentation	Efficacité	Monitoring	Redondance	Coûts	Simplicité
centralisée	**	*****	*****	**	**
de zone	****	***	****	****	****
locale	*****	*	*	*****	*****

Schéma 19. Comparaison des concepts (note de 1 à 5; 5 = meilleure note)

Alors que l'alimentation centralisée s'est révélée très efficace pour les infrastructures FTTO à l'ère du PoE, le concept d'alimentation locale offre une meilleure performance dans les scénarios actuels avec PoE+ selon IEEE 802.3at et à venir avec PoE++ selon IEEE 802.3bt.

L'alimentation centrale offre des avantages en termes de disponibilité globale grâce à une redondance avancée, améliorée par les modules UPS. Cependant, l'efficacité est limitée par la longueur des lignes et le nombre de points de connexion. La première règle est que la puissance (W) doit toujours être transmise avec la tension la plus élevée possible (V). En outre, répondre aux besoins croissants en puissance PoE peut devenir difficile avec le temps, en particulier face à la rapidité de la convergence IP et des innovations technologiques. Le système peut croître et englober plus de modules et de points de distribution, mais il atteindra son point de saturation trop tôt. Pour compenser cela, le câblage électrique doit être surdimensionné, avec les effets financiers qui en découlent.

En résumé, on peut affirmer que l'alimentation centrale est une bonne alternative pour des scénarios d'application où la redondance est primordiale ou lorsque des options de supervision sont indispensables. Mais ses faiblesses dominent plus on migre vers le PoE+ et PoE++.

Le concept d'alimentation locale est la meilleure approche en matière de flexibilité, évolutivité et d'efficacité énergétique. En raison des distances relativement courtes entre les terminaux alimentés et la source d'alimentation, les pertes sont évitées. Lorsqu'un budget de puissance plus élevé est requis, par exemple plus de 130W par FTTO-Switch, on utilise des alimentations plus puissantes. Via le management des FTTO-Switches, on peut superviser l'alimentation (monitoring du PoE ; traps SNMP). Et la redondance du système d'alimentations locales peut être construite par des circuits d'alimentation séparés, protégés par des onduleurs.

Alimentations Nexans et Accessoires

Alimentations Nexans et accessoires	
Alimentations	
88646210	Alimentation Click-In 54VDC/70W 90x45
88646240	Alimentation Click-In 54VDC/130W 135x45
88646077	Alimentation Office avec prise Schuko 54VDC/65W
88646066	Alimentation Office 54VDC/65W
Alimentations Rail DIN	
88646182	Alimentation S 115-230VAC/48VDC 60W
88645960	Alimentation S 115-230VAC/48VDC 100W
88646250	Alimentation S 115-230VAC/48VDC 240W
88646072	Alimentation S 115-230VAC/48VDC 500W
Connecteurs enfichables	
88645986	Connecteur Wieland GST18I3S, femelle
88645987	Prise Wieland GST18I3S, mâle
88646098	Connecteur Wago Winsta, femelle
88646099	Prise Wago Winsta, mâle
Sets de câbles pour alim. Click-In	
88646280	Set Câbles 1x1m H03VV-F 3 G0.75 fils dénudés + 1x1.5m H03VV-F 3 G0.75 fils dénudés (pour alim. < 240W)
88646281	Set Câbles 1x1m H03VV-F 3 G0.75 fils dénudés + 1x1.5m H03VV-F 3 G0.75 avec prise Wieland GST18 d'1 côté (pour alim. <240W)
88646282	Set Câbles 1x1m H03VV-F 3 G0.75 fils dénudés + 1x1.5m H03VV-F 3 G0.75 avec prise WAGO WINSTA d'1 côté (pour alim. <240W)
88646264	Set Câbles avec borniers 54V DC de part et d'autre + bornier 230V AC pour alim. Click-In et prise Wieland GST18 de l'autre côté (pour alim. <240W)
Câbles pré-confectionnés pour 88646066	
88646080	Pré-terminaison avec prise Wieland GST18
88646093	Pré-terminaison avec prise WAGO Winsta

Ce document est à titre indicatif. Bien que les informations contenues dans ce document soient jugées exactes et correctes, Nexans se soustrait à toute responsabilité pour les actions prises en fonction des informations fournies.

Ce document est protégé par copyright © 2019 Nexans Deutschland. Les produits présentés sont protégés par droits d'auteur. Toute copie non autorisée de ce document ou de nos produits est interdite.

Pour toutes questions, nous contacter: sales.ans-fr@nexans.com

Internet: http://www.nexans.com/LANsystems

Portail Support: http://www.nexans-ans.de/support

Bureaux

Alsembergsesteenweg 2 b3
1501 Buizingen
Belgium

Bonnenbroicher Strasse 2-14
41238 Mönchengladbach
Germany

Immeuble Le Vinci
4 allée de l'Arche
92070 Paris La Défense Cedex
France

2 Faraday Office Park
Faraday Road, Basingstoke
Hampshire RG24 8QQ
United Kingdom

Office 1703, Jumeirah Bay Tower - X3
Jumeirah Lake Towers
PO Box 634339
Dubai
United Arab Emirates

© 2016 • Nexans Cabling Solutions. All rights reserved. LANmark, LANsense and GG45 are registered trademarks of Nexans. Release date: December 2019. kd-1426f01

www.nexans.com/LANsystems | info.ncs@nexans.com