

Août 2022

## DOSSIER TECHNIQUE FIBRE OPTIQUE FICHE N° 5

### *Fibres optiques en câbles : Performances et pérennité*

#### **Exemples de produits non conformes qui dégradent la fiabilité des réseaux FttH**

*Cette fiche traite des paramètres clés et des indicateurs essentiels permettant de choisir les fibres optiques et les câbles assurant la fiabilité à long terme des infrastructures de raccordement optique. En complément, ce document présente une analyse de tests réalisés sur certains câbles de raccordement utilisés sur le marché national, avec une attention particulière à leur conformité aux normes françaises, notamment recommandées par le comité expert fibre de l'ARCEP. Les non conformités détectées sur certains produits ne permettent pas de garantir la pérennité des réseaux déployés sur la boucle locale optique en France.*

## 1. Contexte

### Accélérer les raccordements FttH – un enjeu du plan France THD

Dans l'objectif d'encourager la mutualisation des infrastructures et ainsi d'accélérer le raccordement final des logements français, **le gouvernement a pris par arrêté<sup>1</sup> fin décembre 2021 une mesure de simplification de l'utilisation des ouvrages basse tension du réseau public de distribution d'électricité, exploités par Enedis, pour les raccordements FttH.**

Les points forts de cet arrêté consistent, d'une part, en l'exonération de calcul de charges pour les appuis ENEDIS n'accueillant pas de desserte optique et, d'autre part, en la spécification de contraintes techniques sur les câbles de branchement : (diamètre < 6,1 mm et masse linéique < 31 kg/km).

Dans son dernier livre blanc<sup>2</sup> sur « la qualité des infrastructures fibre optique », le SYCABEL mettait à disposition des différents acteurs une synthèse des problématiques essentielles et stratégiques liées à la qualité des infrastructures passives des réseaux fibre optique. La Fédération Française des Télécoms publiait également en juin 2021 un livre blanc<sup>3</sup> alertant plus spécifiquement sur le besoin d'amélioration de la qualité des raccordements en fibre optique.

Dans cette fiche, le SYCABEL tient à rappeler que les exigences techniques mentionnées dans l'arrêté dédié aux raccordements ne sont pas les seules à devoir être respectées, et souhaite **sensibiliser sur les références normatives en vigueur** concernant la qualité des fibres optiques et câbles optiques, et notamment sur les deux éléments clés pour la pérennité des réseaux que sont **la fiabilité optique et la fiabilité mécanique.**

## 2. Exigences techniques

### Fiabilité optique & fiabilité mécanique des liens optiques

Pour assurer la robustesse des réseaux de fibres optiques et optimiser leur durée de vie, il faut principalement prendre en compte :

- **La fiabilité optique**, pour éviter que la transmission du signal optique ne se détériore pendant la durée de vie du réseau.
- **La fiabilité mécanique**, pour éviter que les fibres ne se brisent pendant la durée de vie du réseau.

Quelles que soient les contraintes auxquelles est soumis le réseau, le choix des fibres optiques associées à des câbles qualitatifs sont des éléments clés !

### Fiabilité optique : la résilience de la transmission ou comment protéger le budget optique.

- **Le type de fibre optique - Un choix structurant**

Le type de fibre optique détermine fortement la résilience du réseau aux différents événements qu'il connaîtra au cours de sa vie. Ces "événements" vont générer des contraintes de courbures sur les fibres optiques (micro-courbure ou macro-courbure).

La fibre G.657.A2 est particulièrement adaptée aux exigences techniques et de déploiement des réseaux d'accès optiques. Compte tenu de ses performances en termes de tenue aux pertes induites par compressions et courbures, cette fibre permet de sécuriser les niveaux de pertes sur l'ensemble du spectre disponible (de 1260 à 1650 nm) et réduit les coûts d'installation, d'opération et de maintenance. Les études menées par le comité expert fibre de l'ARCEP ont montré que l'utilisation de la fibre G.657.A2 conduit à un système plus robuste vis-à-vis des aléas d'exploitation d'un réseau d'accès, comme le réseau FttH. **La fibre G.657.A2 est donc la fibre recommandée par le comité expert fibre de l'ARCEP sur l'ensemble de la BLOM (Boucle Locale Optique Mutualisée)<sup>4</sup>.**

### Fiabilité mécanique : éviter la casse !

- **L'allongement de la fibre - L'enjeu ultime**

Au cours de sa vie, le câble subit des contraintes qui peuvent affecter la fibre optique :

- **Des contraintes de traction permanente** : le câble est en tension constante du fait de son installation, des variations de température, et de son propre poids pour un câble aérien de raccordement.
- **Des contraintes de traction de courte durée dues à l'installation ou lors d'évènements climatiques** divers sur les câbles aériens (vent, glace, branche...).

Ces contraintes de traction peuvent générer un allongement des fibres optiques. C'est la préoccupation majeure de l'ingénierie des câbles optiques. **La conception d'un câble à fibres optiques est guidée par la nécessité absolue de limiter l'élongation des fibres car celle-ci a un impact direct sur la fiabilité mécanique et la durée de vie du lien optique.**

Pour aider à déterminer les performances d'un câble optique, la fiche technique d'un câble doit préciser :

- La contrainte de traction maximale admissible.
- A quel allongement fibre maximum cette traction correspond.

La résistance à la traction maximale admissible est définie par une unique valeur  $T_m$ , valeur de traction maximale acceptable par le câble. Les valeurs maximales de traction admissible par le câble de raccordement sont impérativement associées à une élongation maximale de la fibre optique qui la protège d'un vieillissement prématuré. Ces valeurs d'élongation sont définies dans les normes françaises Afnor XP C93-850-3-22 et XP C93-850-6-22 pour les câbles de branchement extérieur ou intérieur / extérieur. La méthode de test associée est la méthode E1 de la norme NF EN 60794-1-21:2015.

Pour les câbles aériens, à la traction maximale admissible  $T_m$  :

- ✓ l'allongement du **câble est inférieur ou égal à 0,5 %**, et réversible,
- ✓ l'allongement des **fibres est inférieur ou égal à 0,3 %**, et réversible,
- ✓ La variation d'affaiblissement, doit être inférieure ou égale à 0,05 dB sur la longueur du câble testé, et réversible.

**Ces valeurs d'allongement ne sont pas choisies par hasard.** Parmi les différentes études sur le sujet, on peut notamment citer le rapport technique **IEC TR 62048 qui fournit les indications et les formules permettant d'estimer la fiabilité et la durée de vie d'une fibre soumise à une contrainte de traction constante.** Ces calculs sont basés sur la loi de puissance pour la croissance des fissures au sein de la fibre optique, considérée comme l'approche la plus adaptée pour estimer le comportement en fatigue et donc la fiabilité et durée de vie du lien.

Pour donner un ordre de grandeur, si l'on considère un tronçon de quelques dizaines de mètres (distance typique entre deux poteaux ou entre le point de branchement optique et le logement) et une **probabilité de défaillance de  $10^{-3}$ , c'est-à-dire qu'une fibre sur 1000 est susceptible de casser : un allongement fibre limité à 0,3% correspond à une durée de plusieurs décennies (>50ans).** En d'autres termes, la casse d'une fibre sur les 1000 fibres considérées ne sera pas observée avant plusieurs décennies. Or **cette durée chute à quelques années voire même à quelques mois si l'on considère un allongement fibre de 0,5% voire 0,6%.**

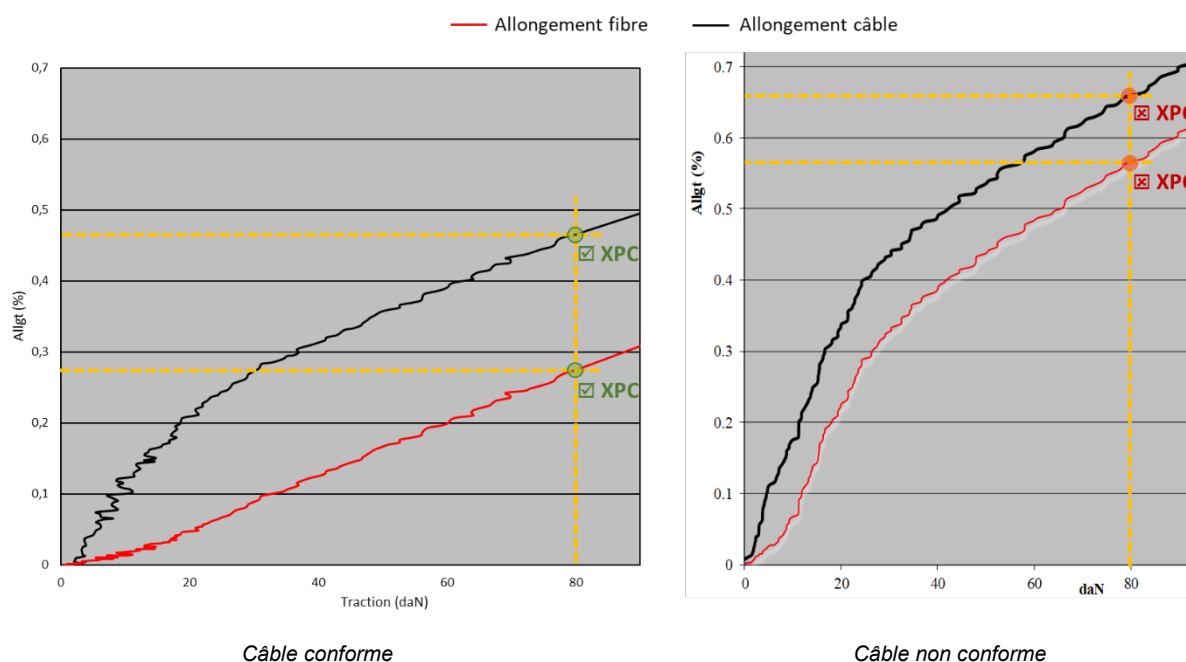
Il est évident que personne ne souhaite voir une fibre de raccordement sur mille cassée après quelques mois ou années d'installation ; dans l'hypothèse de 10 millions de raccordements aériens, cela ferait quand même 10 000 abonnés déconnectés et dont il faudrait refaire entièrement le branchement ! C'est pour cette raison qu'un allongement fibre maximum à 0,3% a été fixé dans les normes.

### 3. Tests sur des échantillons de câbles de branchement commercialisés

#### Des risques avérés - un rappel à l'ordre nécessaire

Le SYCABEL a réalisé un ensemble de tests de conformités aux normes Afnor précitées sur des câbles de branchement disponibles et majoritairement installés sur le marché français, notamment sur leurs performances en traction.

Les courbes ci-dessous illustrent des mesures de traction, pour un câble de raccordement conforme aux normes Afnor et pour un câble non conforme.



La valeur de **traction maximale d'un câble de branchement aérien est fixée à 80daN (800N)** par les normes Afnor précitées. L'allongement fibre doit être inférieur à 0,3% et l'allongement câble inférieur à 0,5% **Les résultats consignés dans le tableau ci-dessous sont indiqués à cette valeur de traction.**

Fabricant	Diamètre du câble	Elongation fibre à 80daN		Elongation câble à 80daN	
		Afnor XP C 93-850-6(3)-22	Mesuré*	Afnor XP C 93-850-6(3)-22	Mesuré*
SYCABEL 1	5 mm	0,3 %	0,30 %	0,5 %	0,50 %
SYCABEL 2	6 mm	0,3 %	0,29 %	0,5 %	0,29 %
SYCABEL 3	5 mm	0,3 %	0,29 %	0,5 %	0,48 %
SYCABEL 3	6 mm	0,3 %	0,28 %	0,5 %	0,47 %
Fabricant 4	6 mm	0,3 %	0,47 %	0,5 %	0,45 %
Fabricant 4	5 mm	0,3 %	0,53 %	0,5 %	0,53 %
Fabricant 5	6 mm	0,3 %	0,57 %	0,5 %	0,66 %
Fabricant 6	5 mm	0,3 %	0,75 %	0,5 %	0,71 %
Fabricant 7	6 mm	0,3 %	0,25 %	0,5 %	0,31 %

\*selon norme NF EN 60794-1-21:2015 Méthode E1, test effectué sur tronçon de 160m

**Certains échantillons dépassent de plus de deux fois l'allongement fibre autorisé !** Compte tenu des éléments techniques décrits précédemment, **ces résultats sont alarmants quant à la durée de vie de ces câbles.**

Il faut sensibiliser les acteurs à la nécessité de se conformer aux exigences des normes. Pousser le curseur sur l'aspect formation et certification des installateurs permettrait sans doute une meilleure adhésion aux enjeux de pérennité des réseaux.

Le manque d'information des donneurs d'ordres sur les normes en vigueur et la course au moins disant sont les raisons pour lesquelles certains choix de matériels sont effectués au détriment de la qualité. Le SYCABEL tient à sensibiliser les donneurs d'ordres et les acteurs du raccordement abonnés à l'importance du choix des câbles déployés pour les branchements abonnés<sup>5</sup>. Il en va de la pérennité des réseaux, de la qualité de service offerte aux abonnés et des coûts de maintenance dans les prochaines années.

1 <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2021/12/24/ECOI2138564A/jo/texte>

2 [https://www.sycabel.com/jcms/prd\\_609350/livre-blanc-la-qualite-des-infrastructures-fibre-optique](https://www.sycabel.com/jcms/prd_609350/livre-blanc-la-qualite-des-infrastructures-fibre-optique)

3 <https://www.fftelecoms.org/etudes-et-publications/livre-blanc-sur-lamelioration-du-raccordement-en-fibre-optique/>

4 [https://www.sycabel.com/jcms/prd\\_607254/fibres-optiques-g-657-a2-et-g-652-d-les-principaux-types-de-fibre-utilises-dans-les-reseaux-de-telecommunication-en-france](https://www.sycabel.com/jcms/prd_607254/fibres-optiques-g-657-a2-et-g-652-d-les-principaux-types-de-fibre-utilises-dans-les-reseaux-de-telecommunication-en-france)

5° [https://www.sycabel.com/jcms/prd\\_613637/guide-les-normes-francaises-pour-la-boucle-locale-optique-mutualisee](https://www.sycabel.com/jcms/prd_613637/guide-les-normes-francaises-pour-la-boucle-locale-optique-mutualisee)

## Pour en savoir plus

- ✓ Consultez les fiches du [dossier technique fibre optique](#) du SYCABEL
  - [Fibre optique :structures et caractéristiques](#)
  - [A propos de la normalisation des fibres optiques](#)
  - [Fibres optiques G.657.A2 et G.652.D : les principaux types de fibre utilisés dans les réseaux de télécommunication en France](#)
  - [Fibre optiques en câbles : Performances et pérennité – Sanctions d'atténuation de fibres en câbles](#)
- ✓ Rendez-vous sur [sycabel.com](https://www.sycabel.com) : [doc techniques](#)