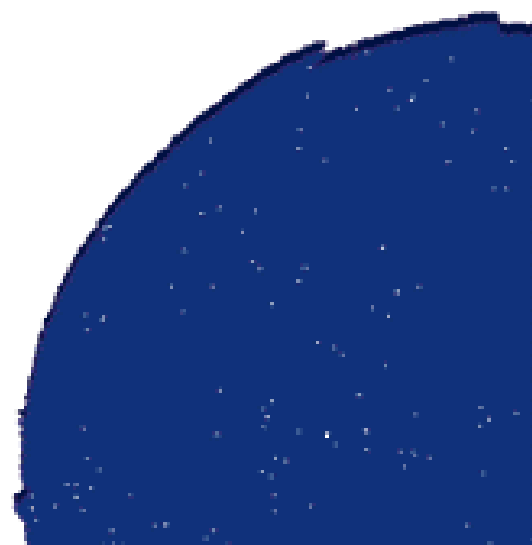


**Synthèse de la première phase des travaux d'évaluation
et d'expérimentation relatifs à la mutualisation des réseaux en fibre optique**



LISTE DES SITES EXPERIMENTES AU PREMIER TRIMESTRE 2009

opérateur d'immeuble	ville	adresse	architecture	localisation du point de mutualisation	nombre de locaux	opérateurs tiers			Date de fin de travaux	Date de raccordement des opérateurs tiers			
										France Télécom	SFR	Free	NC
France Télécom	Paris XV	4 rue Saida	multi-fibres (4)	pied d'immeuble	86		X	Free	terminé		X	raccordé	X
France Télécom	Paris XV	69 bis, rue de Brancion	multi-fibres (4)	pied d'immeuble	40+1 pro		SFR	Free	terminé		X	raccordé	X
France Télécom	Paris XV	301, rue de Vaugirard	mono-fibre	pied d'immeuble	42		X	Free	terminé		X	raccordé	X
France Télécom	Paris XV	6, rue François Mouthon	mono-fibre	pied d'immeuble	26		X	Free	terminé		X	raccordé	X
France Télécom	Paris XIII	52-56 avenue d'Ivry	mono-fibre	pied d'immeuble	84		SFR	X	terminé		X	raccordé	X
France Télécom	Paris XIV	53 rue Pernety	mono-fibre	pied d'immeuble	13		SFR	X	terminé		X	raccordé	X
France Télécom	Marseille	18 boulevard Baille/ 2 rue Friedland	PM d'îlot (Mono fibre)	façade	24		SFR	X	en cours			étude	étude
SFR	Paris XV	51 rue Fondary	multi-fibres (4)	pied d'immeuble	76	FT		Free	terminé	raccordé		raccordé	X
SFR	Paris XV	63 boulevard de Vaugirard	multi-fibres (4)	pied d'immeuble	26	FT		X	terminé	raccordé		X	X
SFR	Paris XIII	74 rue Dunois	mono-fibre	pied d'immeuble	301	FT		X	terminé	raccordé		X	X
SFR	Paris XIV	15 rue Bardinnet	mono-fibre	pied d'immeuble	591	FT		X	terminé	raccordé		X	X
SFR	Lyon III	34-36 rue Jeanne Hachette/6 rue Jean Renoir	mono-fibre	pied d'immeuble	122	FT		X	terminé	raccordé		X	X
SFR	Marseille	62 bd Baille 6e	PM d'îlot (Mono fibre)	façade	24	FT		X	en cours	étude		étude	X
Free	Paris XV	47 rue des Morillons	multi-fibres (4)	pied d'immeuble	32	FT	SFR		terminé	raccordé	raccordé		X
Free	Paris XX	55-57 rue d'Orfila	multi-fibres (3)	pied d'immeuble	46	FT	X		terminé	raccordé	X		X
Free	Paris XV	66 rue d'Alleray	multi-fibres (3)	pied d'immeuble	137	FT	SFR		terminé	raccordé	raccordé		X
Free	Montrouge	37-39 avenue Aristide Briand	multi-fibres (4)	chambre (extérieur)	30	FT	SFR		en cours	étude	étude		X
Numéricable	Paris XV	37-39 rue de Vouillé	multi-fibres (4)	pied d'immeuble	96	FT	SFR	Free	terminé	raccordé	raccordé	raccordé	X
Numéricable	Paris XX	18 rue de Lignier	mono-fibre	pied d'immeuble	43	FT	X	X	terminé	raccordé	X	X	X
Numéricable	Marseille	82 rue du commandant Rolland	PM d'îlot (Mono fibre)	Armoire de rue	9	FT	SFR	étude	en cours	étude	étude	étude	X
COVAGE	PARIS XI	32/36 rue Godefroy Cavaignac	multi-fibres (2)	pied d'immeuble et TH2	30	X	X	étude	Terminé	X	X	étude	X

SYNTHESE DE LA PREMIERE PHASE DES TRAVAUX D'EXPERIMENTATION ET D'EVALUATION : DESCRIPTION DES ARCHITECTURES ET DES PROCESSUS EXPERIMENTES

Ce document est un descriptif des architectures et des processus mis en œuvre dans les expérimentations. Les travaux d'évaluation des architectures menés par ailleurs ont fait l'objet d'une synthèse qui ne fait pas à ce stade consensus entre les acteurs.

Dans le cadre des travaux du sous-groupe « architecture / opérationnel », les opérateurs ont exposé l'architecture du réseau qu'ils ont mis en œuvre en tant qu'opérateur d'immeuble lors des expérimentations. Ils ont décrit les processus associés à l'installation et à l'exploitation de ce réseau mutualisé.

Le déploiement de différentes architectures de réseaux mutualisés, mono-fibre ou multi-fibres a fait l'objet d'expérimentations mises en œuvre par les opérateurs à partir de mi-décembre 2008. Les sites des expérimentations ont été déterminés collectivement sur la base d'immeubles situés dans des rues où plusieurs opérateurs avaient déployé un réseau horizontal, et pour lesquels un opérateur avait obtenu ou était en cours d'obtention d'une autorisation du propriétaire pour déployer de la fibre optique. L'état du déploiement de la fibre optique par les opérateurs à date a permis de mener des expérimentations sur un échantillon représentatif sur des zones très denses avec un point de mutualisation situé en pied d'immeuble. Quelques expérimentations ont par ailleurs pu être lancées avec un point de mutualisation situé à l'extérieur de la propriété privée, à proximité des immeubles.

Ce document présente les différentes architectures étudiées en expérimentation par les opérateurs, et décrit les processus présentés par les opérateurs lors de cette première phase de travaux pour la gestion d'un réseau FttH mutualisé.

1) Périmètre de l'expérimentation

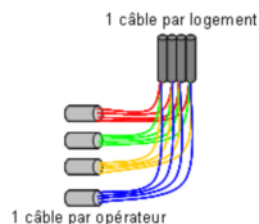
a) Vocabulaire

Le point de mutualisation désigne dans ce document le point de démarcation entre le réseau mutualisé déployé par l'opérateur d'immeuble et les réseaux des opérateurs tiers. Ses fonctionnalités dépendent de l'architecture mise en place.

Un point de flexibilité est un lieu où sont brassées les fibres amont, reliées au réseau de l'opérateur tiers, et aval, permettant de desservir un local donné.

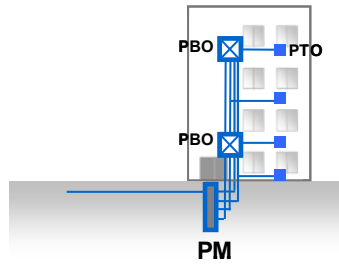
Un point d'éclatement est un lieu permettant la séparation de fibres dédiées.

Exemple de point d'éclatement (multi-fibres)



Dans toutes les architectures (mono-fibre et multi-fibres), des boîtiers d'étage sont installés. Ces boîtiers, PBO pour Point de Branchement Optique, desservent plusieurs étages et ont une zone d'influence maximale de douze logements en général.

Point de Branchement Optique (PBO) ou Boîtier d'Etage

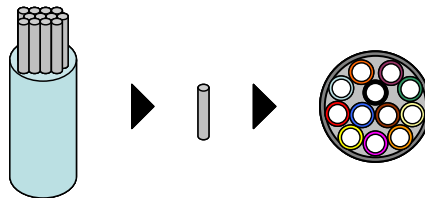


La prise optique installée chez l'abonné est désignée sous le terme PTO, Prise Terminale Optique.

Enfin, les fibres optiques sont déployées dans des câbles comprenant, selon les choix des opérateurs :

- des fibres unitaires (capacités des câbles par modulo de 12 fibres et dimensionnés au modulo supérieur au nombre de logements –typiquement 12/24/36/48/72/96, etc.)
- des micromodules (composés de 6 ou 12 fibres, ils sont assemblés pour composer un câble).

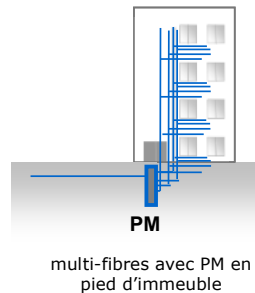
Câble de 144 fibres rassemblées en 12 micromodules



b) Les configurations expérimentées

i) Multi-fibres / Point de mutualisation en pied d'immeuble

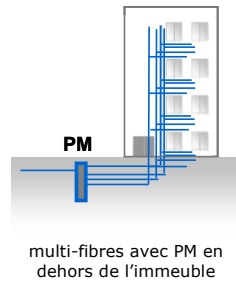
Cette solution consiste en l'installation de n (en général 4) fibres optiques par logement, déployées dans la (ou les) colonne montante depuis un point de mutualisation situé en pied d'immeuble



Périmètre de l'expérimentation : 8 immeubles (comprenant au moins 2 prises par logement), plus de 530 foyers au total, 1 immeuble supplémentaire en cours d'étude de raccordement par les opérateurs.

ii) Multi-fibres / Point de mutualisation en dehors de l'immeuble

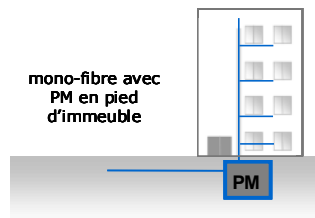
Cette solution consiste en l'installation de n (en général 4) fibres optiques par logement, déployées dans la (ou les) colonne montante depuis un point de mutualisation situé en dehors de l'immeuble.



Périmètre de l'expérimentation : 1 immeuble (en cours de réalisation à date), dont le point de mutualisation est situé dans une chambre de génie civil, 30 foyers au total.

iii) Mono-fibre / Point de mutualisation en pied d'immeuble

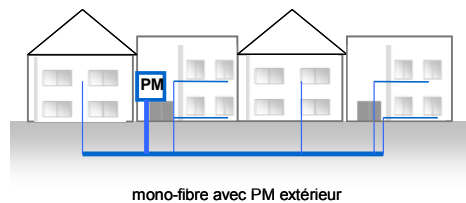
Cette solution consiste en l'installation d'une architecture mono-fibre (une fibre par logement), avec un point de mutualisation situé en pied d'immeuble.



Périmètre de l'expérimentation : 8 immeubles, plus de 1200 foyers au total.

iv) Mono-fibre / Point de mutualisation en dehors de l'immeuble

Cette solution consiste en l'installation d'une architecture mono-fibre (une fibre par logement) avec un point de mutualisation situé en extérieur.



Périmètre de l'expérimentation : 3 sites (en cours de réalisation, plus de 50 logements) mis en œuvre avec un point de mutualisation dit « d'îlots », qui rassemble moins de 24 logements regroupés sous forme de petits immeubles et de maisons individuelles. Ces points de mutualisation d'îlot devraient être positionnés en façade, en borne ou en armoire de rue.

c) Processus étudiés et méthodologie

Les opérateurs ont décrit précisément les sites des expérimentations, avec pour chaque immeuble concerné :

- **les caractéristiques de l'immeuble** : adresse, nombre de logements, nombre de cages d'escalier ou de colonnes montantes, nombre d'étages ;
- **les opérateurs impliqués** : identité de l'opérateur d'immeuble, nombre et identité des autres opérateurs participant à l'expérimentation ;
- **l'architecture de la mutualisation testée** : nombre de fibres (par tubes, par câble) déployées dans la colonne montante, nombre de fibres déployées par logement, présence ou non de boîtiers de brassage et localisation de ces boîtiers, localisation du point de mutualisation, opérations effectuées lors des raccordements des segments en fibre optique (soudures, connecteurs, etc.), nombre de fibres sur chaque segment, équipements et opérations réalisées au point de mutualisation...
- **le nombre de clients raccordés.**

La description des processus en fonction des choix d'architecture et du positionnement du point de mutualisation a tout d'abord fait l'objet de descriptions théoriques, s'appuyant sur de

premiers retours d'expérience ou fondées sur les expériences d'autres déploiements de réseaux (cuivre, coaxial). Puis, les opérateurs ont présenté leurs premiers retours sur la base des expérimentations effectives, pour chaque étape de fonctionnement identifiée. Ainsi, les opérateurs ont-ils transmis les modalités concernant :

- **l'installation de la fibre dans l'immeuble** : le processus d'accord avec le syndic ou les propriétaires ; les difficultés opérationnelles rencontrées en fonction de la localisation du point de mutualisation (à l'intérieur ou à l'extérieur de l'immeuble); les modalités envisageables lorsque le point de mutualisation est à l'extérieur de l'immeuble (en chambre, en façade, en armoire de rue, etc.); les modalités de déploiement vertical ; les choix effectués en terme d'éclatement des câbles dans le cas des câblages en multi-fibres ; les modalités de recette du câblage initial de l'immeuble.
- **le raccordement des opérateurs tiers au point de mutualisation** : la transmission d'informations préalables entre opérateurs (adresse, éléments techniques, etc. – la nature des éléments échangés et leur format étant étudiés dans le cadre du groupe dédié aux spécifications techniques) ; les processus de raccordement au point de mutualisation ; les modalités de recette après raccordement de la partie verticale.
- **le repérage des fibres** : au point de mutualisation, aux points de branchement optique, à la prise terminale optique.
- **le raccordement des clients** : les modalités de raccordement des clients, notamment quand celui-ci nécessite un raccordement depuis le point de branchement optique jusqu'au logement ; les processus mis en œuvre pour la réalisation de cette opération avec une description des rôles respectifs de l'opérateur d'immeuble et de l'opérateur commercial ; les modalités d'intervention dans les logements ; les modalités de prise de rendez-vous avec le client ; les processus de recette du raccordement client.
- **l'exploitation du réseau et la maintenance** : les limites de responsabilités des opérateurs ; les interventions dans l'exploitation ou la maintenance (curative, évolutive) du réseau ;
- **le service après vente** : le nombre de cas d'incidents recensés signalés par les abonnés ou les opérateurs et la typologie de ces incidents ; les processus mis en place pour gérer le service après vente sur un réseau mutualisé, notamment le logigramme décrivant les échanges entre le client, l'opérateur d'immeuble et l'opérateur commercial en cas de panne
- **le changement d'opérateur commercial** : les processus prévus pour le *churn* (vu du client et entre opérateurs)

2) Retours d'expérimentation

a) L'installation de la fibre dans l'immeuble par l'opérateur d'immeuble

i) Convention avec les propriétaires

La première étape consistant à établir une convention avec le syndic pour le raccordement d'un immeuble se révèle de difficulté variable. Les opérateurs notent des disparités dans le temps et l'énergie passée à convaincre les propriétaires.

ii) Installation du point de mutualisation

(1) Localisation du point de mutualisation

Le point de mutualisation est situé soit dans l'immeuble (en général, pour les expérimentations, le point de mutualisation est situé au sous-sol), soit à l'extérieur de l'immeuble.

Les opérateurs ayant mis en œuvre un point de mutualisation extérieur l'ont positionné

- **en chambre de génie civil** : l'opérateur ayant installé un point de mutualisation dans une chambre de génie civil a posé une chambre satellite à proximité d'une chambre de France Télécom et a effectué les travaux permettant de relier les deux chambres.

Cette opération était nécessaire pour permettre aux opérateurs tiers, dont les réseaux horizontaux sont déployés dans les infrastructures de France Télécom au lieu de l'expérimentation, de se raccorder au point de mutualisation. L'installation du point de mutualisation a nécessité les autorisations du gestionnaire de voirie d'une part et de France Télécom d'autre part (pour percuter sa chambre comme l'indique son offre de référence). Par ailleurs, certains opérateurs ont indiqué qu'une telle ingénierie impose aux opérateurs souhaitant un point de brassage par connecteurs, de l'installer à proximité de la chambre.

- **en façade** : un opérateur ayant installé un point de mutualisation en façade a effectué une déclaration préalable car cette installation avait pour effet une modification de l'aspect extérieur des bâtiments. Le délai d'instruction du dossier de déclaration préalable est d'un mois (*Code de l'urbanisme, art. R. 423-23*). A priori, il semble qu'un délai de recours supplémentaire suivant la déclaration existe et soit de deux mois.
- **en armoire de rue** : l'installation d'un point de mutualisation en armoire de rue nécessite une autorisation de la part du gestionnaire de voirie, lorsque l'armoire est créée ou agrandie. L'opérateur ayant proposé l'expérimentation correspondante souhaitait utiliser une infrastructure existante.

Les délais d'obtention des autorisations associés à la pose d'un point de mutualisation en extérieur n'ont pas permis de mener ces expérimentations dans les temps impartis. Ces expérimentations se poursuivent néanmoins.

(2) Equipements installés au point de mutualisation

Les équipements installés au point de mutualisation par l'opérateur d'immeuble diffèrent selon les architectures.

En multi-fibres, lors des expérimentations, les opérateurs d'immeuble ont installé au point de mutualisation leur propre équipement et ont mis à disposition des opérateurs tiers le câble ré-engainé contenant les fibres qui leurs étaient dédiées. Un opérateur a laissé les fibres en attente dans des cassettes sans les ré-engainer. Ce dernier câble était en général lové dans un boîtier de protection. Les opérateurs tiers avaient la possibilité de remplacer le boîtier de protection par l'équipement de leur choix dans les expérimentations dont le point de mutualisation était en pied d'immeuble. Par exemple, certains opérateurs PON y ont installé un point de flexibilité avec connecteurs pour leurs propres besoins. Les opérateurs tiers pouvaient y effectuer leur raccordement avec le réseau mutualisé :

- grâce à des connecteurs
- par soudures.

En mono-fibre, lors des expérimentations, le point de mutualisation comprenait un boîtier de brassage composé d'un panneau de brassage (relié aux fibres déployées vers les logements) et de compartiments dédiés à chaque opérateur tiers (chacun venant raccorder le câble de son réseau).

iii) Déploiement des fibres sur la partie terminale

Quelle que soit l'architecture considérée, les opérateurs identifient en général trois principaux segments dans l'installation de la fibre optique au sein d'un immeuble :

- le raccordement palier : segment entre le point de branchement optique et la prise optique chez l'abonné.
- La colonne montante : segment compris entre le pied d'immeuble et le (ou les) points de branchement optique. Suivant les configurations et la taille des immeubles, ces derniers peuvent comporter plusieurs colonnes montantes et plusieurs points de branchement optique par colonne.
- L'adduction : segment entre l'extérieur (première chambre de génie civil ou Point de Branchement Egout lorsque le câble horizontal est tiré en égouts visitables) et le pied de l'immeuble (propriété privée). Selon que le point de mutualisation est situé à l'intérieur ou à l'extérieur de l'immeuble, l'adduction est supportée intégralement par l'opérateur d'immeuble ou supportée par chacun des opérateurs.

En mono-fibre comme en multi-fibres, ces trois segments se retrouvent. Ils sont également mis en œuvre pour un déploiement sur un îlot, avec une colonne « montante » qui devient horizontale (colonne « rampante »). Pour les bâtiments de petite capacité, les opérateurs indiquent néanmoins pouvoir tirer directement les fibres depuis le point de mutualisation jusqu'aux logements.

En mono-fibre comme en multi-fibres, sur chaque segment, les fibres sont rassemblées dans des câbles de tailles différentes qui sont mis en correspondance aux points de branchement optique (boîtier d'étages) et au point de mutualisation.

Au point de branchement optique et au point de mutualisation,

- les fibres sont reliées physiquement par soudure, par épissure mécanique ou par connecteurs, au choix de l'opérateur d'immeuble (A l'exception d'un immeuble où un opérateur a mis en œuvre des connecteurs au point de branchement optique, l'ensemble des opérateurs a mis en œuvre des soudures au point de branchement optique) ;
- des loaves de fibres (dans les points de branchement) ou de câbles (au point de mutualisation) peuvent être positionnés ;
- les fibres ou les câbles sont repérés afin de pouvoir être reliés correctement.

La mise en correspondance des fibres dédiées aux logements et des fibres dédiées aux opérateurs peut être concentrée au point de mutualisation (en mono-fibre et en multi-fibres) ou être préparée par des éclatements dans les étages aux points de branchement optique (option proposée par la majorité des opérateurs). Ce choix diffère selon l'opérateur d'immeuble dans les expérimentations mises en œuvre.

(1) Déclinaison de l'architecture multi-fibres : éclatements au niveau du palier et du point de mutualisation

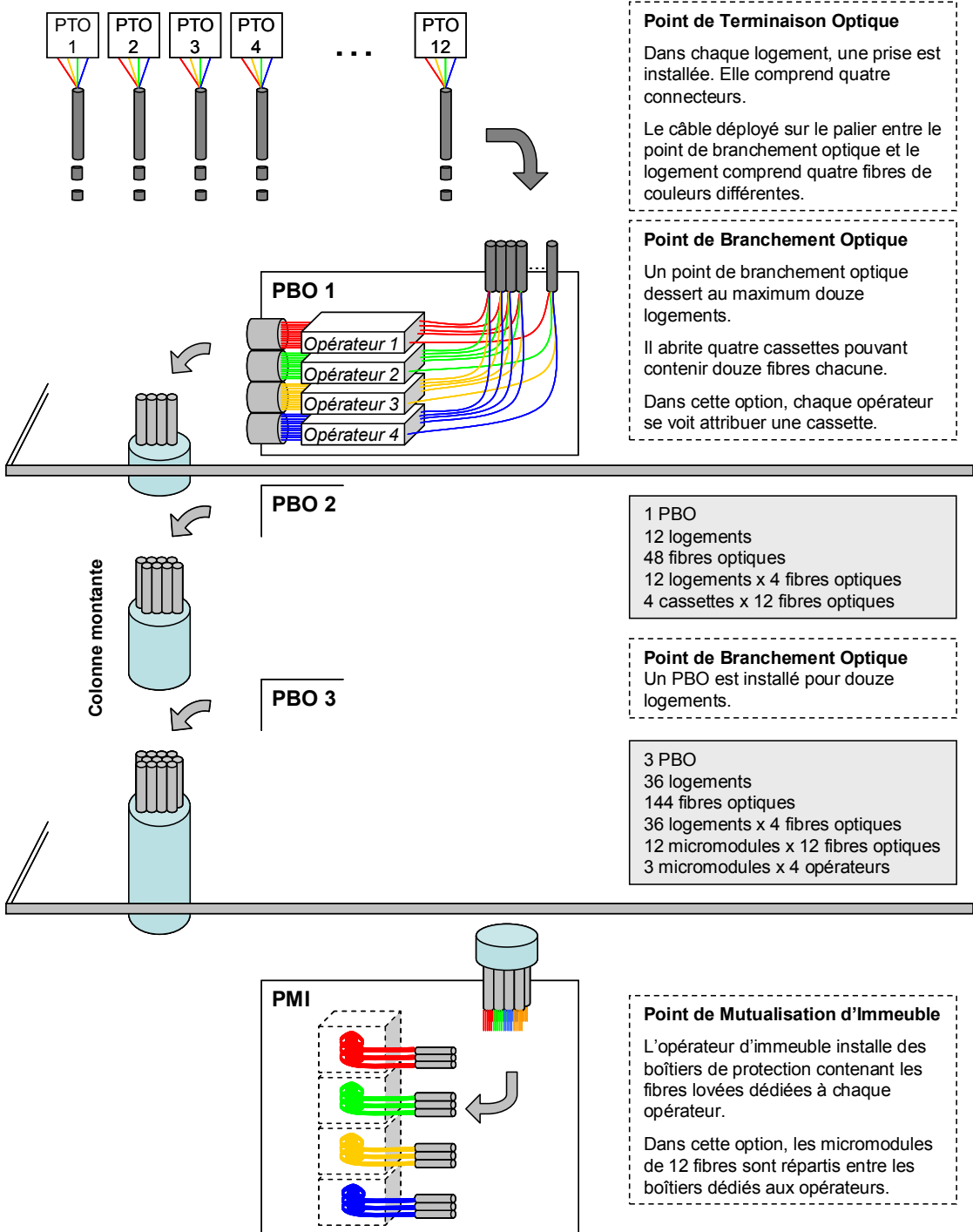
Chaque logement possède n (quatre en général) fibres affectées aux opérateurs. Ces fibres sont rassemblées dans un câble dédié au logement (câble de quatre fibres ou deux câbles de deux fibres dans certaines expérimentations). Au point de branchement optique, les 48 fibres en provenance de douze logements (au maximum) sont réparties dans quatre cassettes (au maximum). Chaque tube extrait est dédié à un seul opérateur à chaque Point de Branchement Optique : une première répartition des fibres a lieu.

Chaque cassette correspond à un micromodule (6 ou 12 fibres en général) en provenance de la colonne montante. Dans le cas général, chaque cassette est dédiée à un opérateur, donc les micromodules correspondants rassemblent les fibres d'un unique opérateur.

Au point de mutualisation, les micromodules sont répartis entre les opérateurs et ré-engainés dans des câbles dédiés à chacun sur une longueur limitée.

Quatre opérateurs ont mis en œuvre cette technique sur au moins un site d'expérimentation.

**Illustration d'une mise en œuvre d'un déploiement multi-fibres avec deux éclatements
(exemple sur un immeuble de 36 logements)**

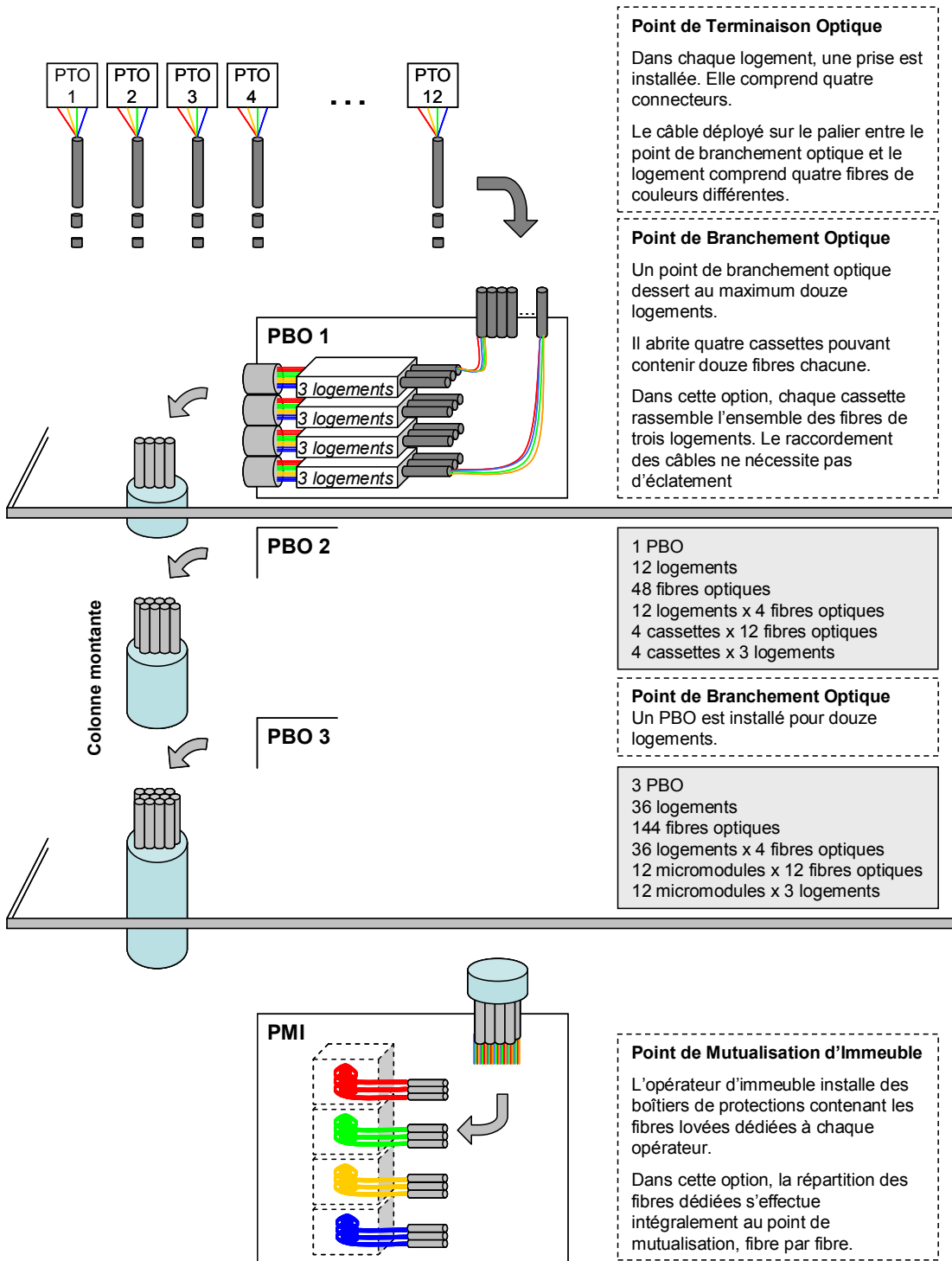


(2) Déclinaison de l'architecture multi-fibres : éclatement unique au niveau du point de mutualisation

Dans l'architecture multi-fibres, un autre choix consiste à effectuer l'intégralité de la répartition des fibres entre opérateurs au point de mutualisation. Dans ce cas, la répartition se fait fibre par fibre au point de mutualisation.

Un opérateur a mis en place cette architecture qui permet de simplifier le raccordement des fibres au niveau du point de branchement optique (puisque'il n'est pas nécessaire de répartir les quatre fibres optiques du câble d'abonné sur quatre cassettes), et concentre la répartition des fibres au point de mutualisation.

**Illustration d'une mise en œuvre d'un déploiement multi-fibres avec unique éclatement au point de mutualisation
(exemple sur un immeuble de 36 logements)**



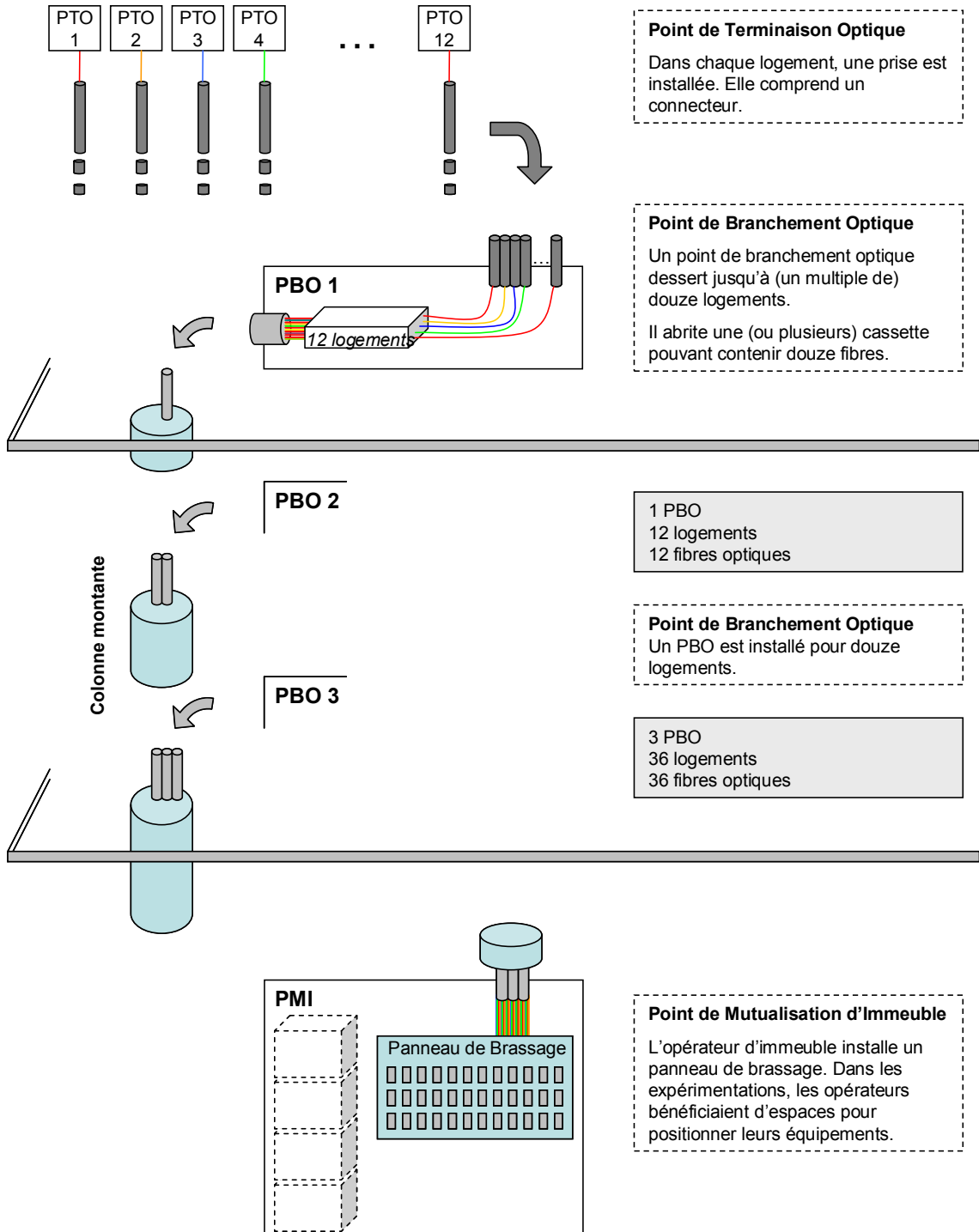
(3) Mono-fibre

Dans l'architecture mono-fibre, la répartition des fibres entre les opérateurs et les logements s'effectue au point de mutualisation, au niveau d'un boîtier de brassage avec des connecteurs.

Chaque logement possède une fibre, affectée à un opérateur.

Dans le schéma illustratif ci-dessous, des points de branchement optique sont mis en œuvre ; les fibres en provenance d'un maximum de douze logements sont rassemblées dans une cassette ; chaque cassette est mise en correspondance avec un micromodule (12 fibres) en provenance de la colonne montante.

Illustration d'une mise en œuvre d'un déploiement mono-fibre
(exemple sur un immeuble de 36 logements)



iv) Recette du câblage de l'immeuble

Une fois le raccordement effectué, l'opérateur d'immeuble effectue une recette sur les équipements qu'il a déployés.

En mono-fibre comme en multi-fibres, lors de l'installation de la colonne montante, les tests de continuité optique sont effectués entre les points de branchement optique et le point de mutualisation. En multi-fibres, certains opérateurs effectuent un test à raison d'une fibre par tube dans la colonne montante.

Lors de la réalisation du raccordement palier, les opérateurs effectuent des tests de continuité leur permettant de vérifier la continuité du chemin optique et de détecter les inversions de fibres optiques au niveau du point de branchement optique.

En mono-fibre, toutes les fibres ont fait l'objet d'un test de continuité entre le point de mutualisation et la prise terminale optique.

En multi-fibres, certains opérateurs ne réalisent des tests pour le raccordement palier que sur une seule fibre, ce qui pourrait induire des problèmes de SAV à la livraison, notamment d'inversion. Afin d'éviter cela, d'autres opérateurs ont choisi de tester les quatre fibres installées, *via* un test de continuité optique et en vérifiant qu'il n'y a pas d'inversion au niveau du point de branchement optique.

En outre, l'ensemble des opérateurs a convenu qu'en multi-fibres, il était opportun et nécessaire de réaliser des soudures fusion (aux niveaux du point de branchement optique et de la prise terminale optique), ce qui permet de vérifier la qualité de la soudure réalisée *ab initio*.

En mono-fibre comme en multi-fibres, les opérateurs ont noté que des améliorations étaient nécessaires dans ce processus. Les opérateurs ont observé la présence d'inversions, la présence de mauvais étiquetage ou de mauvaise affectation de fibre par l'opérateur d'immeuble, de non mise à jour du système d'information de l'opérateur d'immeuble, et ont décrit des problèmes liés à la livraison d'accès non conformes. De plus, en mono-fibre comme en multi-fibres, les opérateurs ont indiqué que les tests de continuité optique ne préjugeaient pas d'une contrainte sur une des fibres qui pourrait être exercée lors de leur rangement dans les cassettes de lovage.

b) le raccordement des opérateurs tiers au point de mutualisation

i) Processus de commande de raccordement

Les processus de commande de raccordement à un immeuble fibré, mis en œuvre dans les expérimentations, sont similaires d'un opérateur à l'autre, et ce quelle que soit l'architecture déployée dans l'immeuble. En général, l'opérateur commercial complète un formulaire type et soumet à l'opérateur d'immeuble une date de travaux pour le raccordement. L'opérateur d'immeuble accuse réception du dossier, remet à l'opérateur commercial les compléments d'information nécessaires (par exemple : le point de contact technique chez l'opérateur d'immeuble, la localisation précise du point de mutualisation, le plan de cheminement, les modalités de raccordement, les caractéristiques techniques, le contact dans l'immeuble, les éléments de repérage des fibres, la possibilité de demande d'accompagnement) et détermine la date des travaux.

ii) Accès au point de mutualisation

Les expérimentations avec point de mutualisation extérieur ne sont pas suffisamment avancées à ce stade pour permettre des retours.

Lorsque le point de mutualisation se trouve dans l'immeuble, les opérateurs commerciaux ont parfois fait part de difficultés pour accéder au point de mutualisation :

- d'une part, bien que le concept de mutualisation et d'intervention d'opérateurs tiers soit pris en compte lors de la signature de la convention entre l'opérateur d'immeuble et les propriétaires (citations nominatives des opérateurs susceptibles d'intervenir), les opérateurs commerciaux disent parfois rencontrer des difficultés avec les propriétaires lors de leur arrivée sur place (accès donné par le gardien, connaissance des codes d'accès...). L'accès à la propriété privée reste un point délicat. Ces difficultés sont d'autant plus grandes, pour les opérateurs tiers, lorsque le

raccordement de leur réseau au point de mutualisation nécessite d'entrer dans la propriété privée (adduction) en effectuant des travaux lourds (percement). Cependant, ces travaux sont réalisés une seule fois par immeuble et par opérateur. Certains opérateurs d'immeuble prévoient que l'opérateur commercial soumette son dossier à l'accord du syndic en cas de travaux spécifiques pour le raccordement au point de mutualisation (notamment, à Paris, depuis les égouts)

- d'autre part, l'accès au point de mutualisation est parfois sécurisé. La gestion du partage des clefs pour éviter des interventions conjointes entre l'opérateur d'immeuble et l'opérateur commercial soulève des questions non tranchées à date (clefs chez le gardien, boîtier de clefs à proximité du point de mutualisation, clefs standardisées, etc.)

iii) Techniques de raccordement et limites de responsabilité

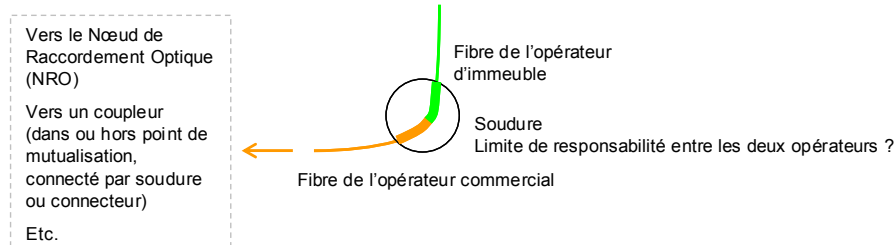
Comme précisé précédemment, le raccordement s'effectue soit par soudure, soit grâce à des connecteurs.

En mono-fibre, les raccordements entre les réseaux amonts et le réseau mutualisé ont lieu au niveau du boîtier de brassage sur lequel les opérateurs commerciaux viennent connecter leurs fibres (par l'intermédiaire d'un cordon, connecteurisé aux deux extrémités, ou d'un pigtail, connecteurisé à une extrémité et soudé à l'autre, apporté par l'opérateur commercial).

En multi-fibres, les fibres sont préalablement rassemblées par l'opérateur d'immeuble dans des câbles lovés dans des boîtiers dédiés aux opérateurs commerciaux ou laissées en attente dans des cassettes dédiées. Les opérateurs commerciaux font leur affaire du raccordement à leur réseau amont.

Les opérateurs ont soulevé la question de la limite de responsabilité entre l'opérateur commercial et l'opérateur d'immeuble lorsqu'une soudure est réalisée au niveau du point de mutualisation (et au niveau du point de branchement optique, le cas échéant).

Raccordement entre les fibres de l'opérateur commercial et de l'opérateur d'immeuble



En mono-fibre comme en multi-fibres, l'opérateur commercial suit les consignes reçues de la part de l'opérateur d'immeuble lors du processus de commande, ou communiquées par téléphone directement au technicien de l'opérateur commercial par le centre d'appel mis en place par l'opérateur d'immeuble (hotline mise en place par certains opérateurs). Ces indications permettent à l'opérateur commercial d'identifier les fibres optiques qu'il doit raccorder.

En mono-fibre, l'opérateur commercial intervient systématiquement au point de mutualisation à chaque raccordement d'un nouveau client, qui peut donc lui faciliter l'accès à l'immeuble si un rendez-vous a été pris.

En multi-fibres, les opérateurs peuvent procéder à des raccordements progressifs (au fur et à mesure des demandes des clients) ou procéder à un raccordement exhaustif initial, s'ils le souhaitent, pour minimiser les ré-interventions. Un opérateur procède ainsi au raccordement de l'intégralité des fibres lors de son arrivée au point de mutualisation. Les opérateurs conviennent qu'il est utile pour l'opérateur tiers de pouvoir identifier *ab initio*, parmi les fibres rassemblées dans son câble lové dédié, les fibres desservant effectivement un logement des fibres éventuellement posées en surnombre, afin de ne pas avoir à sur-dimensionner inutilement la capacité de fibres apportées depuis le génie civil. Ceci n'exclut pas des ré-interventions qui peuvent cependant être nécessaires au niveau du point de mutualisation dans certains cas particuliers (création d'un nouveau logement dans l'immeuble nécessitant

l'affectation d'une fibre supplémentaire, fibre hors service remplacée par une des fibres en surnombre par exemple).

Certains opérateurs s'interrogent sur la trop grande souplesse donnée par la possibilité de brasser des fibres en pied d'immeuble et estiment qu'elle est de nature à fragiliser l'intégrité du système d'information de l'opérateur d'immeuble.

iv) Recette et compte-rendu

Quelle que soit l'architecture et quel que soit l'opérateur d'immeuble, l'opérateur commercial envoie un compte-rendu de raccordement à l'opérateur d'immeuble une fois les opérations au point de mutualisation effectuées. Ce compte rendu permet à l'opérateur d'immeuble de mettre à jour son système d'information.

Les modalités de test de bon raccordement n'ont pas fait l'objet de description spécifique au point de mutualisation. En général, la recette est réalisée lors du branchement d'un client.

c) Le repérage des équipements installés sur la partie terminale.

Les raccordements de fibres par l'opérateur d'immeuble ou par l'opérateur commercial s'effectuent, en mono-fibre comme en multi-fibres, au niveau du point de mutualisation et au niveau du point de branchement optique. En multi-fibres, un repérage supplémentaire est nécessaire sur la prise terminale optique chez l'abonné puisque celle-ci comprend quatre connecteurs dédiés à quatre opérateurs.

i) Repérage des fibres et des câbles au point de mutualisation et au point de branchement optique

Le repérage des fibres s'effectue essentiellement par couleur. Pour tous les opérateurs, les fibres sont identifiables suivant douze couleurs différentes. Lorsqu'un tube comporte plus de douze fibres, certains opérateurs utilisent une ou plusieurs bagues d'identification réalisées à la fabrication par le câblé.

En outre, les câbles peuvent être étiquetés à chaque extrémité.

Les micromodules suivent également des codes couleurs.

Les codes couleurs utilisés par les opérateurs ne sont pas identiques à ce stade, mais l'opérateur d'immeuble indique les informations nécessaires au repérage à l'opérateur commercial.

ii) Repérage des prises terminales optiques

En mono-fibre comme en multi-fibres, les opérateurs repèrent par un numéro, propre à chaque opérateur d'immeuble, la prise terminale optique. Certains opérateurs indiquent également le numéro du boîtier d'étage correspondant, à l'intérieur de la prise terminale optique. Lorsque la prise est installée par un opérateur tiers, le numéro de la prise est déterminé par l'opérateur d'immeuble, et apposé par l'opérateur installant la prise (voir compte rendu des travaux relatif aux spécifications techniques).

Pour effectuer un raccordement palier, le système d'information de l'opérateur d'immeuble détermine le point de branchement optique le plus adapté pour le logement concerné (zone d'influence), et indique les correspondances entre la (ou les) fibre(s) optique(s) déployée(s) sur le palier et la (ou les) fibre(s) optique(s) déployées dans la colonne montante. Les points de branchements optiques sont repérés par des numéros étiquetés sur le boîtier.

Entre le point de branchement optique et la prise terminale optique, le câble peut être numéroté (incrémentation des numéros au fur et à mesure des raccordements clients par exemple).

Dans le cas des prises terminales optiques multi-fibres, chaque connecteur est repéré par une pastille de couleur de manière à ce que le raccordement de la box du client se fasse sur le bon réseau.

iii) Repérage des cassettes et des équipements des opérateurs

Lors des expérimentations, l'opérateur d'immeuble a imposé ses règles de repérage aux équipements des opérateurs commerciaux : ainsi, en mono-fibre, pour un opérateur par

exemple, les pigtails ou cordons installés par chaque opérateur commercial au point de mutualisation sont repérés avec *a minima* le nom de l'opérateur.

En multi-fibres comme en mono-fibre, les câbles, boîtiers ou cassettes placés au point de mutualisation et aux points de branchement optique sont étiquetés, et peuvent suivre un code couleur pour l'identification des opérateurs.

iv) Gestion du SI

L'ensemble des données nécessaires à la bonne connexion des segments de fibres à l'intérieur de l'immeuble d'une part, et à la jonction entre les réseaux des opérateurs et le réseau mutualisé d'autre part, est stocké dans le système d'information maintenu et mis à jour par l'opérateur d'immeuble.

d) Le raccordement des clients

Ce raccordement est soit effectué intégralement lors du câblage de l'immeuble (cas des immeubles neufs par exemple), soit réalisé à la demande de l'opérateur commercial lors d'un raccordement client.

Deux options d'installations sont possibles :

- passage par un conduit ou une goulotte existante ;
- passage par une goulotte posée à l'occasion ou passage en câble apparent : dans ces deux cas, l'accord du syndic ou du bailleur est nécessaire.

i) Techniques de raccordement

Les opérateurs ont indiqué que la technicité du raccordement à réaliser de part et d'autre du câble palier (soudure, branchement de connecteur) détermine les équipements nécessaires au technicien réalisant l'opération, influe sur le temps d'intervention donc sur les coûts. Aussi les choix de l'opérateur d'immeuble sur les modalités et sur la typologie de raccordement influe-t-il sur la complexité des interventions futures.

A l'extrémité correspondant au point de branchement optique :

- en mono-fibre, lors des expérimentations, la fibre déployée sur le palier était raccordée au point de branchement optique (soudure ou épissure mécanique) ;
- en multi-fibres, lors des expérimentations, les n (quatre en général) soudures, épissures mécaniques ou connexions sont réalisées pour les n (quatre en général) fibres dédiées aux futurs opérateurs.
 - o Lorsque le point de branchement optique comprend des cassettes dédiées à des opérateurs distincts, un éclatement a lieu au point de branchement optique.
 - o Lorsque le point de branchement optique comprend quatre cassettes dédiées chacune à trois logements, le raccordement ne nécessite pas d'éclatement du câble (chaque câble palier est affecté à une seule cassette).

A l'extrémité correspondant à la prise terminale optique, les opérateurs ont soit utilisé des câbles préconnectés soit effectué des soudures (ou épissures mécaniques) à la prise lors du raccordement du logement. Certains opérateurs estiment que la pose de câble préconnecté impose le sens de pose (du client vers le point de branchement optique), ce qui peut poser des contraintes opérationnelles selon eux.

ii) Opérateur réalisant le raccordement palier

Deux points de vue ont été présentés par les opérateurs quant aux modalités de raccordement des logements.

Certains opérateurs d'immeuble réalisent eux-mêmes le câblage total de l'immeuble (depuis le point de mutualisation jusqu'aux prises terminales optiques chez les futurs abonnés), et peuvent essayer de réaliser une majorité de raccordement de logements lors d'une première vague de travaux (même pour les habitants qui ne souscriraient pas à leur offre).

Dans un autre modèle, le raccordement palier est effectué par l'opérateur commercial à la demande de son client. Les raccordements palier sont alors progressifs, suivent les

commandes des clients et peuvent, dans la mesure du possible, être regroupés par immeuble.

(1) Le raccordement palier par l'opérateur d'immeuble

Les opérateurs ayant fait ce choix indiquent que leur périmètre de responsabilité porte sur l'ensemble du réseau compris entre le point de mutualisation et la prise terminale optique. Ils considèrent être ainsi moins sujets aux erreurs faites par des opérateurs tiers sur le câblage de l'immeuble et estiment avoir une meilleure maîtrise de leur système d'information associé.

Certains opérateurs commerciaux considèrent que cette méthode impose deux dérangements du client :

- lors de l'installation de la prise par l'opérateur d'immeuble,
- lors de l'installation de la box et la mise en service par l'opérateur commercial, si la démarche de l'opérateur commercial comprend une installation à domicile.

Lors des expérimentations, afin d'éviter la multiplication des rendez-vous chez le client, la nécessité de mettre en place une gestion partagée des plages d'intervention des sous-traitants a été soulevée. Des reports de rendez-vous de l'une ou l'autre des parties ont été observés.

Certains opérateurs commerciaux émettent également des réserves quant à la transmission des coordonnées de leurs clients à l'opérateur d'immeuble pour que ce dernier puisse effectuer l'installation de la prise. En effet, même si la prise de rendez-vous a été effectuée par l'opérateur commercial lors des expérimentations, un opérateur d'immeuble a indiqué avoir besoin des coordonnées du client pour intervenir (notamment, de son nom).

D'autre part, un opérateur considère que la mise en service au domicile systématique pour 100% des clients n'est pas une cible de travail industrielle et estime que certains opérateurs se contenteront à terme d'envoyer leur box, comme en ADSL.

(2) Le raccordement palier par l'opérateur commercial

D'autres opérateurs souhaitent pouvoir intervenir chez leurs clients lorsqu'ils sont opérateurs commerciaux. A ce titre, lorsqu'ils sont opérateurs d'immeuble, ils ne déploient les fibres qu'entre le point de mutualisation et le point de branchement optique.

Lorsque le raccordement palier n'est pas encore construit, l'opérateur commercial peut synchroniser cette intervention avec la mise en service chez le client final, si sa démarche commerciale comprend une mise en service à domicile. Un seul rendez-vous et un seul déplacement sont alors nécessaires.

L'opérateur commercial a alors la charge du raccordement palier du point de branchement optique à la prise terminale optique.

Un nouveau processus de commande est alors mis en œuvre entre l'opérateur commercial et l'opérateur d'immeuble. L'opérateur commercial communique à l'opérateur d'immeuble l'identification fine du logement (adresse, étage, date du rendez-vous, etc.) sans avoir besoin de préciser le nom du client. L'opérateur d'immeuble retourne à l'opérateur commercial les références nécessaires (référence et étage du point de branchement optique à utiliser, référence des câbles et fibres à utiliser au point de branchement optique et au point de mutualisation, référence de la prise à étiqueter chez le client, et au point de mutualisation ou au point de branchement optique).

L'opérateur commercial vérifie la continuité et la non-inversion des fibres qui lui sont allouées depuis la prise de l'abonné. Les opérateurs d'immeuble ne réalisant pas le raccordement palier ont mis en place une ligne téléphonique dédiée que l'opérateur commercial peut appeler *in situ* en cas de problème constaté (situation dans l'immeuble ne correspondant pas aux informations communiquées au préalable, fibre déjà affectée, test ayant mis en évidence un croisement de fibre,...). L'opérateur d'immeuble, lorsqu'il en a la possibilité, est en mesure de réaffecter *in situ* une nouvelle fibre à l'opérateur commercial en cas de problème constaté. Cette hotline permet donc dans certains cas d'éviter un déplacement de l'opérateur d'immeuble. Un opérateur identifie un risque à ce que l'opérateur commercial prenne l'initiative de s'affecter une nouvelle fibre sans en avertir l'opérateur d'immeuble.

L'opérateur commercial envoie un compte-rendu de raccordement à l'opérateur d'immeuble. L'opérateur d'immeuble met ensuite à jour son système d'information. Certains opérateurs s'interrogent sur les processus à mettre en œuvre et sur les impacts sur leur gestion de l'immeuble s'ils constatent l'absence de ce compte-rendu.

e) l'exploitation du réseau et la maintenance

i) Limites de responsabilités

Les limites de responsabilités des opérateurs intervenant dans l'exploitation du réseau sont définies lors de la convention de mutualisation entre l'opérateur d'immeuble et l'opérateur commercial. Pour les opérateurs d'immeuble ayant fait le choix dans le cadre de l'expérimentation du raccordement palier à l'initiative de l'opérateur commercial, réalisé par lui et lui appartenant, une limite de responsabilité se situe au niveau du point de branchement optique. Une limite de responsabilité se situe au niveau du point de mutualisation.

ii) Modalités de tests et possibilités d'intervention

Les tests sur les fibres optiques (crayon optique, puissance-mètre, pince de trafic optique, réflectométrie) diffèrent par :

- leur complexité de mise en œuvre (reposant donc sur des techniciens plus ou moins qualifiés)
- leur objectif (continuité de fibres, mesure d'affaiblissement, etc.)
- leurs répercussions sur les équipements (risques d'aveuglement éventuels)
- leur coût (équipement et temps pour le test)
- la nécessité de posséder un point de coupure pour les mettre en œuvre.

Les premiers retours d'expérimentation montrent l'intérêt de pouvoir faire des tests aux limites de responsabilité, que ce soit lors de la recette, d'une analyse de panne à l'installation, en service après vente ou pour mener une contre expertise.

Certains tests nécessitant d'accéder à la fibre et parfois de casser une soudure (en dernier recours), des questions sont apparues :

- un opérateur indique qu'une soudure ne peut être cassée plus de cinq fois en moyenne (car cela nécessite du love) sauf à souder une éventuelle rallonge, un autre opérateur note que casser une soudure peut être risqué pour les fibres voisines ;
- l'installation de connecteurs permet d'effectuer ces tests et définit une limite entre les responsabilités, toutefois le signal subit une atténuation à chaque connecteur ce qui conduit les opérateurs à en limiter l'utilisation. En outre, un opérateur estime que les manipulations répétées des connecteurs peuvent également contribuer à la dégradation du service (poussières, graisses déposées sur les connecteurs, etc.).

Sur les sites expérimentés,

- en mono-fibre, le point de mutualisation comportait systématiquement des connecteurs, mais les raccordements paliers étaient à la charge de l'opérateur commercial qui effectuait une soudure ou une épissure mécanique au point de branchement optique, incluse dans son domaine de responsabilité dans les expérimentations menées. Ce schéma prévoyait donc une soudure à la limite de responsabilité entre l'opérateur commercial et l'opérateur d'immeuble.
- En multi-fibres,
 - o un site a été proposé avec des connecteurs au point de mutualisation et au point de branchement optique, avec raccordement palier à la charge de l'opérateur commercial,
 - o pour tous les autres sites, les raccordements au point de mutualisation s'effectuaient par soudure ou par connecteurs (éventuellement installés par l'opérateur commercial), et le raccordement au point de branchement optique était réalisé par soudure (par l'opérateur commercial ou par l'opérateur d'immeuble). Deux sites étaient intégralement câblés par l'opérateur

d'immeuble, la limite de responsabilité « palier » était alors déplacée du point de branchement optique à la prise terminale optique chez le client.

iii) Remplacement de fibres (Fibres surnuméraires)

Dans certains cas de maintenance curative (fibres cassées par exemple), il est nécessaire de retirer un câble :

- sur le palier : l'opérateur d'immeuble ou l'opérateur commercial intervient, en fonction du schéma d'installation et de maintenance retenu
- dans la colonne montante : l'opérateur d'immeuble intervient. Lorsque l'opérateur d'immeuble intervient pour remplacer un tronçon ou l'intégralité du câble de la colonne montante, la question de la remise en service est posée. Ainsi, dans le cadre d'une architecture multi-fibres où les opérateurs commerciaux ont réalisé des soudures au point de mutualisation, la question n'est pas tranchée de savoir si l'opérateur d'immeuble répare les soudures (qu'il a cassées pour son intervention) pour les opérateurs commerciaux. Certains opérateurs préfèrent que les nouvelles fibres soient laissées en attente de soudures ultérieures par les opérateurs commerciaux.

La maintenance évolutive pose les mêmes problèmes.

La maintenance soulève la question de la pose de fibre en surnombre *ab initio*.

- En mono-fibre comme en multi-fibres, les câbles utilisés possèdent des nombres standards de fibres. Il est donc fréquent que des micromodules ou des fibres en surnombre existent (« *spare* »). Ces fibres peuvent être utilisées de manière palliative, mais les opérateurs ne considèrent pas ce surnombre comme une solution pérenne aux problèmes de maintenance. Par exemple, le « *spare* » n'est pas nécessairement situé dans le micromodule où se situe le problème.
- En mono-fibre comme en multi-fibres, se pose la question de la pose de câbles en surnombre. L'étude comparée entre l'investissement dans le déploiement systématique de câbles en surnombre et le coût d'opérations jugées rares de réparation sur ces câbles intéresse les opérateurs qui admettent manquer de retour d'expérience sur la question.

Quelle que soit l'architecture, la question de la pose de fibres surnuméraires est donc à étudier. Le manque de recul ne permet pas de conclure sur ces questions à date et les opérateurs s'accordent à dire que la notion de fibres additionnelles pourra être étudiée quand ils auront un retour d'expérience significatif.

f) Le service après vente (SAV)

i) Typologie des pannes

Les pannes peuvent provenir des éléments passifs du réseau (câble ou fibre défectueux, dégradation du matériel au domicile, mauvais raccordement par inversions de fibres au boîtier d'étage ou au point de mutualisation, atténuation ou contraintes sur la fibre, etc.) ou d'éléments actifs du réseau (box client, équipements situés au NRO, etc.).

Les incidents sur les fibres optiques peuvent être liés à des coupures dans le réseau ou à des affaiblissements excessifs dus à des contraintes exercées sur les fibres.

ii) Processus de SAV

Les processus de service après vente sont déclenchés suite à l'appel d'un client à son opérateur commercial, sur constat d'une dégradation dans le service délivré. Le processus mis en place dépend plus de l'opérateur d'immeuble considéré que de l'architecture déployée.

Les opérateurs conviennent qu'il revient à l'opérateur commercial d'effectuer un premier diagnostic pour détecter les problèmes liés à son périmètre de responsabilité avant tout envoi de ticket à l'opérateur d'immeuble. Ce premier diagnostic peut s'effectuer à distance (par téléphone avec le client, tests depuis le NRO, etc.). Si ce dernier n'est pas suffisant, l'opérateur commercial fait intervenir un technicien au domicile de son client.

Si le problème relève de l'opérateur d'immeuble, l'opérateur commercial envoie un ticket à l'opérateur d'immeuble avec les informations nécessaires et pertinentes (par exemple, pré-

localisation de la panne). L'opérateur d'immeuble informe l'opérateur commercial lorsque la panne est réparée selon lui. L'opérateur commercial vérifie que le service est rétabli avec son client.

iii) Tests et limites de responsabilité

Lors des expérimentations, certains opérateurs ont indiqué que l'identification de la localisation du problème et les tests sur son périmètre de responsabilité par l'opérateur commercial nécessitent que ce dernier puisse accéder à des points de coupure ce qui est toujours le cas en câblage mono-fibre. Certains considèrent qu'il relève, par analogie avec les processus mis en place pour le dégroupage, de la responsabilité de l'opérateur commercial de communiquer à l'opérateur d'immeuble les éléments de pré-diagnostic pertinents pour son intervention (dont pré-localisation).

L'ordre des tests pour la localisation des défauts, lorsque les points de mesure sont accessibles, est le suivant : tests au NRO, au point de terminaison optique, au point de mutualisation, au point de branchement optique.

Au point de mutualisation, lorsque les fibres sont soudées, l'opérateur commercial ne peut intervenir qu'au premier point de coupure dans son réseau. Quelle que soit la localisation de ce point (au NRO, au niveau d'un point de flexibilité situé proche du point de mutualisation, au niveau de la prise terminale optique chez le client), certains opérateurs émettent des doutes sur la précision de localisation des incidents par l'opérateur commercial (notamment via des tests de réflectométrie).

Au point de branchement optique, lorsqu'une soudure est réalisée, certains tests peuvent nécessiter de casser cette soudure. Ces tests sont pratiqués en dernier lieu, et la cassure de fibre pratiquée en dernier recours ou pour les besoins de la réparation. Dans ce cas, lorsque l'opérateur commercial est responsable du raccordement palier, la question de savoir si l'opérateur d'immeuble est autorisé à rompre une seconde fois la soudure afin de faire une contre-expertise n'est pas tranchée.

Lorsque l'opérateur d'immeuble effectue le raccordement palier, certains opérateurs estiment qu'il lui sera difficile de faire des tests depuis la prise terminale optique située chez un client qui n'est pas le sien et qu'il peut exister en outre un risque de mesures intrusives (éblouissement laser) sur les réseaux des opérateurs commerciaux.

Quelle que soit l'architecture mise en place, il apparaît que la nature des tests effectués lors du SAV et les processus sont encore à affiner.

g) la gestion du changement d'opérateur commercial (« churn »)

Lors du changement d'opérateur commercial, quel que soit le choix opéré pour le raccordement palier (par l'opérateur commercial ou par l'opérateur d'immeuble), le nouvel opérateur commercial intervient :

- au point de mutualisation, en mono-fibre, car il y a changement de connecteur au niveau du panneau de brassage.
- au point de mutualisation, en multi-fibres, si l'opérateur commercial n'avait pas raccordé 100% de la capacité de l'immeuble *ab initio*. En multi-fibres, l'opérateur ayant déjà relié ses fibres dans l'immeuble au préalable n'a plus à intervenir au point de mutualisation pour le *churn* (il suffit que le client utilise le connecteur correspondant à son nouvel opérateur commercial au niveau de sa prise terminale optique).

Dans tous les cas, l'opérateur commercial peut intervenir chez son client pour la mise en service s'il le souhaite.

En multi-fibres, les modalités de recette sur les fibres dédiées aux autres opérateurs peuvent permettre d'éviter de constater des carences de câblage au moment d'un *churn* et les problèmes de postproduction qui pourraient impliquer d'avoir à ré-intervenir au niveau du palier. Ces modalités n'ont pas encore été définies et les répercussions sur les coûts d'installation en multi-fibres doivent être étudiées.

- Pour les opérateurs d'immeuble s'étant chargé d'effectuer un câblage total, le nouvel opérateur commercial transmet les éventuels problèmes constatés à l'opérateur d'immeuble.
- Pour les opérateurs d'immeuble ayant laissé le raccordement palier au soin du premier opérateur commercial, le nouvel opérateur commercial peut être autorisé à modifier les soudures au niveau du point de branchement optique en cas de problème, sous réserve de suivre les instructions communiquées par l'opérateur d'immeuble.

Dans tous les cas, l'opérateur d'immeuble doit tenir à jour son système d'information pour en garantir l'intégrité.

SYNTHESE DE LA PREMIERE PHASE DES TRAVAUX D'EXPERIMENTATION ET D'EVALUATION :

PREMIERES SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Ce document est un descriptif des spécifications techniques discutées lors les expérimentations. Les travaux d'évaluation des architectures menés par ailleurs ont fait l'objet d'une synthèse qui ne fait pas à ce stade consensus entre les acteurs.

Dans le cadre des travaux du sous-groupe « spécifications techniques », les opérateurs ont décrit la liste des équipements installés sur la partie terminale, du point de mutualisation à la prise terminale optique chez l'abonné, ont donné leurs fonctionnalités et leurs spécifications techniques. Ce travail a été réalisé sur la base des équipements installés à l'occasion des expérimentations menées entre janvier et mars 2009, lors desquelles les architectures mono-fibre et multi-fibres ont été mises en œuvre et évaluées.

Ce document présente les principales conclusions du groupe, et souligne les questions qu'il conviendra d'approfondir dans l'objectif d'interopérabilité des équipements installés sur la partie terminale, dans le cadre de la mutualisation.

Les travaux de ce groupe seront poursuivis au sein d'un groupe de type « Comité d'experts de la fibre ».

1) Introduction

Les travaux ont d'ores et déjà permis de traiter un certain nombre de sujets qui font l'objet de consensus entre les opérateurs à ce stade sur les équipements à déployer sur la partie terminale.

Un tableau de synthèse, annexé au présent document, permet de lister ces points. Ce tableau distingue les équipements installés en fonction de leur localisation sur la partie terminale, du point de mutualisation à la prise terminale optique installée chez l'abonné. Il décrit les fonctionnalités des équipements et leurs spécifications techniques, en fonction de l'opérateur d'immeuble qui les installe. Dans chaque onglet, la dernière colonne permet de faire la synthèse de l'analyse effectuée par les opérateurs sur l'interfonctionnement des équipements entre opérateurs. Le code suivant a été utilisé pour cette synthèse :

- « OK » : si les opérateurs ont effectué des choix compatibles
- « NOK » : si les choix sont différents et gênent au moins l'un des acteurs

Le tableau fait apparaître que la conclusion « OK » a été adoptée pour la majorité des points. L'objet des paragraphes suivants de ce document est d'aborder plus spécifiquement certains points qui ont fait l'objet d'une discussion particulière dans le cadre des travaux menés, et /ou d'une synthèse de type « NOK » par les opérateurs.

2) Affaiblissement sur la partie terminale

Les opérateurs ont besoin de disposer d'un budget optique maximal entre le point de mutualisation et la prise terminale optique, c'est-à-dire de connaître l'affaiblissement maximal que subira le signal lumineux entre ces deux points. Cette information est indispensable pour garantir un niveau de puissance de lumière suffisant chez l'abonné et donc assurer la qualité de service au client.

Cet affaiblissement dépend de plusieurs paramètres :

- le nombre de soudures ou d'épissures mécaniques réalisées

- le nombre de connecteurs installés sur le parcours
- les contraintes subies par la fibre sur le parcours (angle trop important, contrainte physique, etc.)
- la longueur de câbles déployée

Les opérateurs ont convergé sur les valeurs typiques d'affaiblissement correspondant à ces différents événements sur la partie terminale :

Épissure par soudure	0,1 dB
Épissure mécanique	0,3 dB
Connecteur	0,5 dB
Fibre / km (avec marge de vieillissement)	0,35 dB/km à 1310 nm
	0,24 dB/km à 1490 nm

À partir de ces valeurs, et des valeurs communiquées par chaque opérateur d'immeuble dans le cadre des expérimentations menées, les opérateurs se sont mis d'accord sur les valeurs totales maximales suivantes, admissibles sur la partie terminale, du point de mutualisation à la prise terminale optique (extrémités incluses) :

- 2dB en architecture mono-fibre
- 1,5dB en architecture multi-fibres

Les architectures multi-fibres mises en œuvre dans le cadre des expérimentations ne prévoyant pas l'installation par l'opérateur d'immeuble de connecteurs au point de mutualisation, la valeur maximale totale est plus faible et permet de laisser les opérateurs qui le souhaitent mettre un point de flexibilité.

3) Connectique

Au niveau de la prise terminale optique installée chez l'abonné, un ou plusieurs connecteurs sont installés (en fonction de l'architecture mono-fibre ou multi-fibres). Dans les expérimentations menées, il est apparu que les opérateurs n'utilisaient pas tous le même type de connecteurs. Ainsi, si la majorité utilise des connecteurs de type SC/APC pour garantir un certain niveau de réflectance du réseau d'accès optique (-32 dB, conformément à la recommandation ITU G983.2), un opérateur utilise des connecteurs SC/UPC.

Les deux connecteurs sont identiques à l'exception du polissage, qui présente un angle de 8° dans le cas des connecteurs SC/APC et un polissage bombé à angle nul dans le cas des connecteurs SC/UPC. Outre cet affaiblissement élevé, les connecteurs SC/UPC ont un coefficient de réflectance dont la spécification est difficilement compatible avec la normalisation des systèmes PON selon certains participants.

Un opérateur a mené une série d'expériences menée sur plusieurs lots issus de fournisseurs différents : selon ces expériences, lorsqu'on veut connecter une fiche SC/APC sur une fiche SC/UPC, la différence d'angle entre ces deux connecteurs génère un affaiblissement moyen de 3,68 dB à 1310 nm et de 3,38 dB à 1550 nm. Cet affaiblissement correspond à une division par deux de la puissance, et équivaut à l'affaiblissement qu'implique un parcours de fibres de 10 km.

Certains opérateurs ont ajouté qu'avec les prochaines générations d'architectures PON et les montées en débit correspondantes, la sensibilité des équipements à la réflectance allait augmenter, rendant la réflectance d'un connecteur SC/UPC d'autant plus problématique.

Une solution identifiée par les opérateurs pour résoudre ce problème consiste à utiliser des cordons mixtes SC/APC d'un côté, SC/UPC de l'autre pour éviter toute connexion mixte.

Certains opérateurs ont indiqué que cette solution générerait une certaine complexité au niveau de la logistique.

D'autre part, l'opérateur concerné a prévu d'étudier l'impact que cela pourrait avoir pour lui d'adopter le connecteur SC/APC.

4) Risque d'aveuglement

Le groupe a étudié les conséquences d'un risque de raccordement d'équipements P2P et PON.

Les normes PON prévoient que le modem PON n'émette un signal que si l'équipement de centre le lui ordonne. Donc il n'y a aucun impact d'un modem PON sur un équipement point à point de centre.

La configuration en arbres des réseaux PON induit une fragilité inhérente à ces réseaux : lorsqu'un signal optique modulé de puissance suffisante est injecté à la longueur d'onde de 1310 nm (+50nm) depuis une feuille de l'arbre (par exemple, depuis une prise terminale optique située chez un abonné), une perturbation peut être générée sur tout ou partie de l'arbre (donc au maximum pour 64 abonnés potentiellement raccordés sur l'arbre).

L'occurrence et la probabilité de ce risque n'a pas été quantifiée par le groupe dans le cadre des travaux menés. Lors des travaux menés, ce point a été plus particulièrement étudié dans l'hypothèse où la source laser provenait d'un équipement terminal point-à-point (box). Ce cas peut se présenter en pratique si un abonné d'un opérateur point-à-point vient brancher sa box sur une prise reliée à un arbre PON par erreur (parce qu'il va la tester chez son voisin, ou parce qu'il se trompe de prise en multi-fibres, etc.).

Les travaux avaient pour vocation de déterminer dans une première phase la nature des perturbations induites et les conséquences pour les équipements actifs touchés.

Deux opérateurs ont réalisé des tests sur ce sujet à l'occasion des travaux menés avec des équipements d'abonné point à point qui émettent une puissance lumineuse en permanence.

Les premiers tests en laboratoire ont été effectués sur un équipement point à point placé sur un arbre GPON.

Le test a permis de déterminer les plages de fonctionnement des équipements qui produisent un aveuglement, c'est-à-dire qui conduisent à des pertes de trames ou des pertes de trafic bidirectionnel.

Ce test a mis en évidence le fait que les perturbations induites étaient réversibles, c'est-à-dire qu'elles n'avaient pas de conséquence durable sur les équipements actifs de l'arbre GPON.

Il a en outre été démontré que dans certaines conditions, des pertes de trame sont observées pour certaines plages d'affaiblissement de la branche sur laquelle se trouve l'équipement point-à-point plus faible que celui de la branche sur laquelle l'équipement PON est installé. En outre, ce test a souligné que la perturbation induite est d'autant plus forte :

- que le modem P2P émet à une forte puissance,
- que le modem PON émet à une faible puissance.

Au cours de la deuxième série de tests en laboratoire, un modem P2P émettant à une puissance de $-11,6\text{dBm}$ a été utilisé. L'opérateur a confirmé qu'il existait bien une zone de perturbations (donc une gêne dans la délivrance du service), lorsque l'écart entre l'affaiblissement reçu par la box PON et celui sur la box P2P était élevé. Ainsi, toutes les branches d'un arbre PON n'ayant pas forcément le même affaiblissement, elles ne ressentent pas forcément les conséquences de la perturbation de la même façon au niveau des services.

Les opérateurs ont noté que les résultats dépendaient également du niveau d'émission du modem GPON. Dans cette deuxième série de tests, l'opérateur a constaté que le sens remontant était majoritairement perturbé.

Les opérateurs ont convenu que des tests complémentaires en laboratoire sont nécessaires, en particulier avec des équipements d'abonné n'émettant de puissance que sous condition, en particulier pour analyser les conséquences sur les services (TV, téléphonie, internet). En

outre, certains opérateurs ont formulé le souhait de pouvoir réaliser des essais en laboratoire conjoints entre opérateurs GPON et point-à-point, afin de mener des tests correspondants aux équipements réellement déployés sur le terrain et in fine permettre de quantifier la probabilité de l'apparition d'un tel risque pour les réseaux et services au plan opérationnel.

Les opérateurs ont commencé à évoquer certaines solutions.

Tout d'abord, la voie du détrompage physique pourrait être explorée, pour empêcher les utilisateurs de se tromper de prise dans l'architecture multi-fibres par exemple.

D'autre part, un opérateur a indiqué qu'une solution pourrait consister à baisser les niveaux de puissance des modems. Cet opérateur a cependant convenu que cela pourrait générer des contraintes non raisonnables sur le réseau déployé en amont.

Un opérateur a souligné qu'il était possible de durcir les contraintes d'atténuation sur les différentes branches d'arbres PON pour arriver à des écarts plus faibles entre les branches, limitant les perturbations.

Enfin, un opérateur a mentionné la possibilité d'interdire l'émission spontanée des modems, ce qui pourrait empêcher l'apparition de telles perturbations, ce qui revient à faire respecter l'avis G985 (amendement 1) de l'UIT-T selon certains participants.

Les travaux sur ce sujet doivent se poursuivre dans le cadre du « comité d'experts de la fibre ». D'une part, les tests en laboratoire doivent continuer et permettre d'affiner les analyses menées, en particulier pour quantifier la probabilité d'apparition de ce risque vu du client et pour évaluer précisément les impacts sur la qualité de service. D'autre part, il convient que les opérateurs proposent des solutions pour limiter voire éliminer le risque d'aveuglement et qu'ils les expérimentent afin qu'elles soient évaluées et généralisées le cas échéant.

5) Étanchéité des équipements installés dans des chambres de génie civil

Dans les expérimentations menées, l'une d'elles prévoit l'installation d'un point de mutualisation dans une chambre de génie civil. Cette expérimentation a soulevé la question de l'étanchéité des équipements installés dans les chambres de génie civil, celles-ci pouvant être régulièrement inondées.

Les opérateurs ont d'abord convenu que la fibre est moins sensible que le cuivre vis-à-vis de l'eau. Ainsi, si les perturbations n'interviennent pas immédiatement en cas d'inondation d'une boîte, les équipements contenus peuvent subir des dégradations progressives. En outre, les composants qui peuvent se trouver dans les chambres (boue, etc.) peuvent également être véhiculés par l'eau et polluer les équipements installés selon certains opérateurs.

Pour garantir l'étanchéité des équipements installés, certains opérateurs considèrent qu'il est possible de mettre la boîte sous pression et de vérifier la pression a posteriori. L'étanchéité des entrées de câbles doit également être vérifiée. En effet, si la boîte prend l'eau, il existe un risque de propagation de l'eau dans le câble, donc un risque de propagation aux points de mutualisation voisins. Certains opérateurs ont indiqué utiliser des câbles à étanchéité longitudinale qui permettaient d'éviter ce problème.

Les opérateurs ont convenu que des règles précises pour la manipulation de ces boîtes sont à prévoir, surtout si plusieurs opérateurs sont amenés à y intervenir. Si les processus prévus par les équipementiers ne sont pas respectés minutieusement, l'étanchéité de la boîte est en effet remise en cause.

Certains opérateurs ont estimé que ce point de fragilité était un obstacle à la viabilité de ces équipements, et qu'il ne semblait donc pas raisonnable d'installer des points de mutualisation en chambre inondable. D'autres considèrent qu'il suffit de décrire les processus et de les appliquer, et que des prises de risque similaires sont réalisées aux points où plusieurs opérateurs interviennent conjointement (pour les points de brassage partagés par exemple).

Un opérateur a présenté les résultats d'un test en laboratoire mené par un équipementier sur une boîte pouvant être installée en chambre inondable. Ce test permet de donner, pour

certains types d'équipements, le nombre maximal de quelques dizaines de cycles d'ouverture / fermeture pouvant être subis par une boîte sans risque pour les équipements contenus.

Certains opérateurs ont indiqué qu'ils avaient besoin de brasser au niveau du point de mutualisation, et que l'implantation de ce type d'équipements ne permettait pas de le faire, puisque le nombre d'ouvertures et de fermetures de la boîte était limité. D'autres considèrent que la fonctionnalité du point de mutualisation n'est pas nécessairement de permettre le brassage en ce point, et qu'une telle localisation peut donc être envisagée.

Les travaux sur ce point doivent se poursuivre, notamment via des expérimentations de point de mutualisation installés dans des chambres de génie civil.

6) Interface délivrée par l'opérateur d'immeuble au point de mutualisation dans l'architecture multi-fibres

Si, dans l'architecture mono-fibre, l'ensemble des opérateurs converge sur le fait que l'opérateur d'immeuble doit donner accès à une fibre connectée sur un panneau de brassage correspondant aux logements desservis, la question se pose en d'autres termes concernant l'architecture multi-fibres.

En effet, dans les expérimentations menées, la plupart des opérateurs d'immeuble donnaient accès, pour l'architecture multi-fibres, à un câble lové au point de mutualisation, correspondant aux fibres dédiées à chaque opérateur tiers. Ces fibres n'étaient donc pas connectées par l'opérateur d'immeuble.

Or, un opérateur considère qu'il est nécessaire que l'opérateur d'immeuble, même dans l'architecture multi-fibres, donne accès à des fibres connectées au point de mutualisation. Cet opérateur estime en effet que sans la présence de connecteurs au niveau de ce point, il n'est pas possible de distinguer clairement les frontières de responsabilité entre opérateur d'immeuble et opérateurs tiers. En outre, cet opérateur a souligné l'importance de disposer de connecteurs pour pouvoir réaliser des tests en ce point dans le cadre du SAV. Un autre opérateur étudie également cette possibilité. Un autre opérateur estime qu'il existe d'autres méthodes pour réaliser ces tests depuis d'autres points de coupure et qu'il revient à l'opérateur commercial de prélocaliser les pannes, et non à l'opérateur d'immeuble. D'autres opérateurs estiment que l'opérateur commercial doit pré-localiser les pannes sur son domaine de responsabilité.

Ce point n'a pas été tranché et pourra faire l'objet de travaux supplémentaires. Il nécessite en effet que davantage d'expérimentations soient menées pour évaluer la nécessité ou non de disposer de connectique au niveau du point de mutualisation.

7) Capacité maximale du point de branchement optique dans l'architecture multi-fibres

Le point de branchement optique est le boîtier installé dans les étages, qui marque la délimitation entre la colonne montante et le raccordement de l'abonné (sur le palier, jusqu'à sa prise terminale optique). Ce boîtier a une zone d'influence déterminée par le système d'information de l'opérateur d'immeuble, i.e. l'ensemble des logements qui peuvent être raccordés à ce point.

En mono-fibre, la capacité maximale de ces boîtiers est en général de 12 fibres en aval, soit 12 logements maximum desservis depuis le point de branchement optique.

En multi-fibres (avec $n=4$ fibres), la majorité des opérateurs a retenu le même nombre de logements pouvant être desservis au maximum en aval, soit 12 logements. Cela signifie que le point de branchement optique a donc une capacité 4 fois supérieure, puisque 4 fois plus de fibres sont installées par logement (48 FO au total).

Or, un opérateur estime que si les boîtiers fournis par les équipementiers permettent en effet d'atteindre cette capacité maximale, en pratique, les contraintes opérationnelles impliquent de réduire cette capacité maximale à 6 logements (donc à 24 fibres au lieu de 48). Cet opérateur estime en effet que les opérations de soudures à réaliser au point de branchement optique, qui nécessitent d'extraire des fibres des modules provenant de la colonne montante, ne sont

pas réalisables en pratique au-delà d'une certaine capacité, ou génèrent des risques trop importants en exploitation (contraintes, casse de fibres, etc.).

Ce point n'a pas été tranché, et ne génère en tout état de cause pas de problème d'interopérabilité. Il peut cependant avoir un impact sur les coûts et doit donc continuer à être suivi dans les travaux à suivre. Des retours d'expérience sont nécessaires pour évaluer les difficultés liées aux opérations réalisées en ces points en fonction de leur capacité.

8) Interopérabilité des systèmes d'information

Les opérateurs ont partagé au sein du groupe leur vision sur les systèmes d'information permettant d'identifier les équipements sur la partie terminale. L'ensemble des opérateurs a convergé sur le fait que l'opérateur d'immeuble était responsable de l'intégrité du système d'information correspondant à la partie terminale qu'il avait déployée, et à sa mise à jour.

Les opérateurs ont plus particulièrement échangé sur l'identification des équipements sur la partie terminale.

Sur la prise terminale optique (PTO), les points de convergence du groupe sont les suivants :

- Il est nécessaire d'avoir une référence propre à l'opérateur d'immeuble sur la PTO dans le(s) premier(s) digit(s) (entête) et avec une longueur de champ maximale à respecter.
- L'opérateur d'immeuble fournit le numéro des PTO dans son immeuble.
- L'opérateur d'immeuble est garant de l'unicité des références de prises (au sein de son propre SI).
- Il convient de déterminer un nombre maximum de caractères pour le nommage de la PTO.

Aux dernières discussions, les opérateurs semblent converger sur les deux points suivants :

- La longueur du numéro de PTO est à la liberté de l'opérateur d'immeuble tant qu'elle est inférieure à la longueur maximale définie.
- Le reste des digits (après celui identifiant de l'opérateur d'immeuble) est à la liberté de l'opérateur d'immeuble. Des règles communes de nommage pourront être établies.

Les opérateurs ont convergé sur les règles de numérotation pour le PBO (Point de Branchement Optique) :

- Sur la nécessité d'avoir un préfixe correspondant à l'opérateur d'immeuble sur le numéro du PBO.
- Sur la définition d'une longueur maximale de caractères pour les numéros de PBO.

Pour l'identification des équipements installés au point de mutualisation, les opérateurs ont convergé, pour l'architecture mono-fibre :

- Sur la nécessité d'avoir un préfixe correspondant à l'opérateur d'immeuble sur le numéro du boîtier de brassage.
- Sur la définition d'une longueur maximale de caractères pour les numéros de boîtiers de brassage.

En multi-fibres, le point reste à investiguer.

Les opérateurs ont également abordé la question des informations transmises entre opérateurs lors des commandes, pour l'identification des logements en particulier (voir tableau de synthèse en annexe). Il existe une divergence sur la transmission du nom du client :

- Lorsque l'opérateur d'immeuble réalise le raccordement palier, il a besoin de cette information pour intervenir chez le client.

- Lorsque l'opérateur commercial réalise le raccordement palier, il n'est pas nécessaire de transmettre cette information à l'opérateur d'immeuble. Cette information est néanmoins transmise au sous-traitant de l'opérateur commercial.

Certains opérateurs ne souhaitent pas transmettre cette information à l'opérateur d'immeuble.

Enfin, en cas de changement d'opérateurs (« churn »), les opérateurs ont décrit les processus prévus dans leur système d'informations.

Au sein du mono-fibre, il existe un consensus sur le fait qu'il y avait un écrasement de la commande de l'ancien opérateur par la nouvelle commande. En multi-fibres, le point reste à investiguer mais certains opérateurs considèrent qu'il n'est pas nécessaire d'écraser la première commande pour en lancer une seconde, puisque les fibres sont dédiées et que les clients sont libres de gérer la période de recouvrement entre leurs offres. En outre, certains opérateurs estiment qu'en multi-fibres, il n'y a pas d'obligation pour l'opérateur d'immeuble de notifier l'opérateur commercial initial lorsqu'un abonné souscrit à une offre chez un nouvel opérateur.

Quelle que soit l'architecture, les participants convergent :

- Sur le fait qu'il n'y a pas d'obligation pour l'opérateur commercial de notifier l'opérateur d'immeuble sur la perte d'abonnement.
- Sur l'obligation pour l'opérateur d'immeuble de tenir son référentiel à jour.

Au total, il ne semble pas y avoir de problème d'interopérabilité majeur identifié entre les systèmes d'information des opérateurs à ce stade. Cependant, vu l'importance de ce sujet dans l'efficacité des processus entre les opérateurs, il semble raisonnable de continuer les travaux, afin de garantir une gestion optimale et pérenne de ces échanges.

9) Neutralité des équipements installés à l'intérieur des logements ou locaux

Les opérateurs installent à l'intérieur du logement de l'abonné une prise terminale optique. Cette prise peut être, selon les schémas expérimentés, installée par l'opérateur d'immeuble ou par l'opérateur commercial. En tout état de cause, dans la perspective d'un changement d'opérateur de services pour le client, cette infrastructure sera amenée à être utilisée par différents opérateurs.

L'ensemble des opérateurs a convenu que cette prise devait être neutre vis-à-vis de l'opérateur qui l'avait installée, et ne pas comporter de logo faisant référence à un opérateur particulier.