



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

L.53

(05/2003)

SÉRIE L: CONSTRUCTION, INSTALLATION ET
PROTECTION DES CÂBLES ET AUTRES ÉLÉMENTS
DES INSTALLATIONS EXTÉRIEURES

**Critères de maintenance des fibres optiques
pour les réseaux d'accès**

Recommandation UIT-T L.53

Recommandation UIT-T L.53

Critères de maintenance des fibres optiques pour les réseaux d'accès

Résumé

Cette Recommandation porte sur les critères de maintenance des fibres optiques pour les réseaux d'accès. Elle décrit les prescriptions de base, le tronçon de maintenance, les fonctions de test et de maintenance ainsi que des méthodes permettant d'élaborer des lignes directrices appropriées de maintenance des réseaux point à multipoint ou des réseaux optiques en anneau.

Source

La Recommandation L.53 de l'UIT-T a été approuvée par la Commission d'études 6 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation A.8 le 14 mai 2003.

AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2003

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références normatives..... 1
3	Termes et définitions 2
4	Abréviations..... 2
5	Prescriptions de base..... 3
5.1	Topologies de réseau 3
5.2	Tronçon de maintenance..... 4
5.3	Fonctions de test et de maintenance 4
6	Méthodes de test et de maintenance 6
6.1	Méthodes de test et de maintenance applicables aux réseaux d'accès point à multipoint..... 7
6.2	Méthodes de test et de maintenance applicables aux réseaux d'accès en anneau..... 8
7	Longueur d'onde de test et de maintenance 8
	Appendice I – Solutions pratiques applicables aux réseaux d'accès point à multipoint 10
I.1	Expérience du Japon..... 10
	Appendice II – Solutions pratiques applicables aux réseaux d'accès en anneau 14
II.1	Expérience de l'Indonésie 14
II.2	Expérience du Japon..... 18
	Appendice III – Caractéristiques d'un capteur d'infiltration d'eau dans une fibre optique 21
III.1	Introduction 21
III.2	Structure du capteur..... 21
III.3	Principe de détection de l'infiltration d'eau 22
III.4	Caractéristiques du capteur..... 22

Introduction

Des réseaux comprenant plusieurs types de typologie, y compris celle des réseaux optiques passifs (PON, *passive optical network*) ou des réseaux en anneau à multiplexeurs d'insertion-extraction (ADM, *add-drop multiplexer*) ont récemment été installés en raison de la diversification des services de communication optique. Les architectures point à multipoint et en anneau jouent un rôle très important dans la construction des réseaux à fibres optiques de par leur efficacité et leurs faibles coûts. La méthode de test et de maintenance utilisée pour les réseaux en étoile simple classiques (voir les Recommandations UIT-T L.25 et L.40) ne peut être adaptée à ces architectures de réseaux. La couverture des réseaux à fibres optiques a rapidement progressé en raison de la croissance des services IP. Pour que les réseaux à fibres optiques puissent être testés et maintenus de façon efficace, il est nécessaire d'établir des critères de maintenance identiques pour les réseaux point à multipoint et les réseaux en anneau.

Recommandation UIT-T L.53

Critères de maintenance des fibres optiques pour les réseaux d'accès

1 Domaine d'application

La présente Recommandation décrit le tronçon de maintenance, les fonctions de test et de maintenance, les méthodes et les critères applicables pour les réseaux point à multipoint et les réseaux en anneau d'un réseau d'accès.

2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

- Recommandation UIT-T G.652 (2003), *Caractéristiques des câbles et fibres optiques monomodes.*
- Recommandation UIT-T G.694.1 (2002), *Grilles spectrales pour les applications de multiplexage par répartition en longueurs d'onde: grille dense DWDM.*
- Recommandation UIT-T G.694.2 (2002), *Grilles spectrales pour les applications de multiplexage par répartition en longueurs d'onde: grille espacée CWDM.*
- Recommandation UIT-T G.983.1 (1998), *Systèmes d'accès optique à large bande basés sur un réseau optique passif.*
- Recommandation UIT-T G.983.2 (2002), *Spécification de l'interface de gestion et de commande de terminaison de réseau optique pour réseau optique passif à large bande.*
- Recommandation UIT T G.983.3 (2001), *Système d'accès optique à large bande avec capacité de service accrue par attribution de longueur d'onde.*
- Recommandation UIT-T G.983.4 (2001), *Système d'accès optique à large bande avec capacité de service accrue par l'assignation dynamique de largeur de bande.*
- Recommandation UIT-T G.983.5 (2002), *Système d'accès optique à large bande avec capacité de survie améliorée.*
- Recommandation UIT-T G.983.6 (2002), *Spécifications de l'interface de gestion et de commande des terminaisons de réseau optique pour les réseaux optiques passifs à large bande à dispositifs de protection.*
- Recommandation UIT-T G.983.7 (2001), *Spécification de l'interface de gestion et de commande de terminaison optique pour système de réseau optique passif à large bande avec attribution dynamique de largeur de bande.*
- Recommandation UIT-T G.983.8 (2003), *Prise en charge des interfaces de gestion et de commande ONT des réseaux optiques passifs à large bande pour l'Internet, le RNIS, la vidéo, l'étiquetage des réseaux locaux virtuels, le brassage des conduits virtuels et d'autres fonctions de sélection.*

- Recommandation UIT-T G.984.1 (2003), *Réseaux optiques passifs gigabitaires: caractéristiques générales.*
- Recommandation UIT-T L.25 (1996), *Maintenance des réseaux en câbles à fibres optiques.*
- Recommandation UIT-T L.40 (2000), *Système de surveillance, de test et d'assistance à la maintenance des installations extérieures à fibres optiques.*
- Recommandation UIT-T L.41 (2000), *Longueur d'onde de maintenance sur les fibres d'acheminement des signaux.*
- Recommandation UIT-T L.42 (2003), *Extension des solutions à fibres optiques au réseau d'accès.*
- Recommandation UIT-T L.52 (2003), *Déploiement des réseaux optiques passifs.*
- CEI 61746 éd.1.0 (2001), *Etalonnage des réflectomètres optiques dans le domaine de temps (OTDR).*

3 Termes et définitions

Aux fins de la présente Recommandation, les définitions données dans les Recommandations UIT-T G.652, G.694.1, G.694.2, G.983.1 à G.983.8, L.25, L.40, L.41, L.42, L.52 et dans le Document CEI 61746 éd.1.0 s'appliquent.

3.1 réseau d'accès: réseau à fibres optiques qui relie le centre de communication d'un exploitant à des maisons individuelles ou à des entreprises, etc. (utilisation de fibres FTTH, FTTC).

3.2 réseau d'accès point à multipoint: réseau d'accès hébergeant un terminal OLT dans le centre de commutation ainsi que plusieurs unités ONU [L.52].

3.3 réseau en anneau: réseau à fibres optiques en boucle hébergeant un terminal OLT dans le centre de commutation et des unités ONU dans certains bâtiments d'abonnés [L.42].

3.4 tronçon de maintenance: portion de fibres optiques faisant l'objet de tests et d'opérations de maintenance dans un réseau d'accès.

3.5 surveillance: consiste à vérifier l'état des éléments de réseau (NE, *network element*). Elle a deux rôles: informer d'une dégradation affectant un élément de réseau avant que des problèmes surviennent et donner des informations sur l'anomalie affectant un élément de réseau lorsque des problèmes apparaissent [L.25, L.40].

3.6 contrôle: a pour objet de rétablir le fonctionnement normal d'un élément de réseau ou de prendre des mesures permettant de maintenir la qualité de service [L.25, L.40].

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ADM	multiplexeur d'insertion-extraction (<i>add-drop multiplexer</i>)
B-OTDR	réflecteur optique temporel par diffusion de Brillouin (<i>Brillouin optical time domain reflectometer</i>)
CB	bâtiment d'abonné (<i>customer building</i>)
CC	centre de commutation
FTTC	fibre jusqu'au trottoir (<i>fibre to the curb</i>)
FTTH	fibre jusqu'au domicile (<i>fibre to the home</i>)
H-OTDR	réflecteur optique temporel à haute résolution spatiale (<i>high spatial resolution optical time domain reflectometer</i>)

ID light	lumière d'identification (<i>identification light</i>)
OLT	terminal de ligne optique (<i>optical line terminal</i>)
ONU	unité de réseau optique (<i>optical network unit</i>)
OTDR	réflecteur optique temporel (<i>optical time domain reflectometer</i>)
PON	réseau optique passif (<i>passive optical network</i>)
RT	terminal distant (<i>remote terminal</i>)

5 Prescriptions de base

5.1 Topologies de réseau

5.1.1 Réseau d'accès point à multipoint

La configuration de base d'un réseau d'accès point à multipoint est illustrée sur la Figure 1.

Cas 1: diviseur en intérieur dans le centre de commutation;

Cas 2: diviseur en extérieur (passif ou actif);

Cas 3: diviseur en intérieur (passif ou actif) dans le bâtiment d'abonné.

5.1.2 Réseau d'accès en anneau

La configuration de base d'un réseau d'accès en anneau est représentée sur la Figure 2.

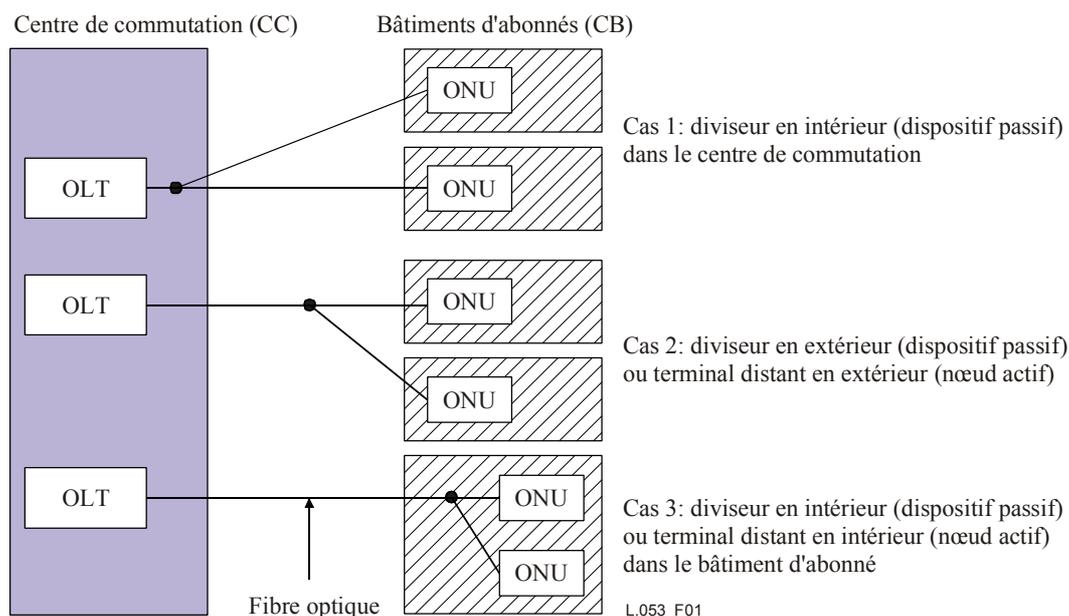


Figure 1/L.53 – Configuration d'un réseau d'accès point à multipoint

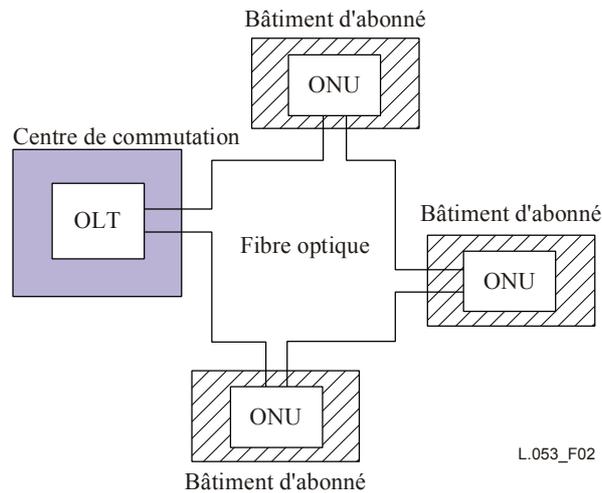


Figure 2/L.53 – Configuration d'un réseau d'accès en anneau

5.2 Tronçon de maintenance

On classe les tronçons de maintenance comme suit:

5.2.1 Tronçon de maintenance d'un réseau d'accès point à multipoint

Les tronçons de maintenance du réseau d'accès point à multipoint de la Figure 1 sont les suivants:

- Cas 1: fibre optique entre le terminal OLT et l'unité ONU (cas 1) de la Figure 1 (tous les tronçons);
- Cas 2: fibre optique entre le terminal OLT et l'unité ONU (cas 2) de la Figure 1 (tous les tronçons);
- Cas 3: fibre optique entre le terminal OLT et le diviseur en intérieur.

5.2.2 Tronçon de maintenance d'un réseau d'accès en anneau

Le tronçon de maintenance du réseau d'accès en anneau de la Figure 2 regroupe tous les tronçons de ce réseau.

5.3 Fonctions de test et de maintenance

5.3.1 Fonctions de test et de maintenance des réseaux d'accès point à multipoint

Les fonctions de maintenance des réseaux d'accès point à multipoint sont classées conformément aux indications du Tableau 1.

Tableau 1/L.53 – Fonctions de test et de maintenance des réseaux d'accès point à multipoint

Catégorie	Activité	Fonction de test et de maintenance	Nature
Maintenance préventive	Surveillance (exemple: test périodique, test continu)	Détection d'une augmentation de l'affaiblissement sur la fibre Détection d'une augmentation de l'affaiblissement de la puissance du signal Détection d'une infiltration d'eau	Facultative Facultative Facultative
	Test (exemple: test de dégradation de fibre)	Localisation du défaut sur la fibre Mesure de la répartition des contraintes mécaniques sur la fibre Localisation de l'infiltration d'eau	Facultative Facultative Facultative
	Contrôle (exemple: contrôle d'un élément de réseau)	Identification de la fibre Transfert de fibre	Facultative Facultative
Après installation avant la mise en service ou maintenance après détection d'un défaut	Surveillance (exemple: réception d'une alarme du système de transmission au signalement d'une anomalie par un client)	Voir l'alarme en provenance du système d'exploitation sur le tracé Voir l'alarme en provenance du système d'exploitation du service client	Facultative Facultative
	Test (exemple: test après installation, test d'anomalie de fibre)	Confirmation d'état de la fibre Identification de l'origine de la panne (équipement de transmission ou réseau à fibres) Localisation du défaut sur la fibre	Obligatoire Obligatoire Obligatoire
	Contrôle (exemple: installation/ réparation/ remplacement de câble)	Identification de la fibre Transfert de fibre Stockage de la base de données sur les installations extérieures Information sur le tracé des câbles	Obligatoire Facultative Obligatoire Facultative

5.3.2 Fonctions de test et de maintenance des réseaux d'accès en anneau

Les fonctions de maintenance des réseaux d'accès en anneau sont classées conformément aux indications du Tableau 2.

Tableau 2/L.53 – Fonctions de test et de maintenance des réseaux d'accès en anneau

Catégorie	Activité	Fonction de test et de maintenance	Nature
Maintenance préventive	Surveillance	Détection d'une augmentation de l'affaiblissement sur la fibre	Facultative
		Détection d'une augmentation de l'affaiblissement de la puissance du signal	Facultative
		Détection d'une infiltration d'eau	Facultative
	Test	Localisation du défaut sur la fibre	Facultative
		Mesure de la répartition des contraintes mécaniques sur la fibre	Facultative
		Localisation de l'infiltration d'eau	Facultative
Contrôle	Identification de la fibre	Facultative	
	Transfert de fibre	Facultative	
Après installation avant la mise en service ou maintenance après détection d'un défaut	Surveillance	Voir l'alarme en provenance du système d'exploitation sur le tracé	Facultative
		Voir l'alarme en provenance du système d'exploitation du service client	Facultative
	Test	Confirmation d'état de la fibre	Obligatoire
		Identification de l'origine de la panne (équipement de transmission ou réseau à fibres)	Obligatoire
		Localisation du défaut sur la fibre	Obligatoire
	Contrôle	Identification de la fibre	Obligatoire
Transfert de fibre		Facultative	
Stockage de la base de données sur les installations extérieures		Obligatoire	
Information sur le tracé des câbles		Facultative	

6 Méthodes de test et de maintenance

Il existe plusieurs manières d'implémenter ces fonctions de test et de maintenance. On utilise couramment les tests de réflectométrie OTDR, les tests de mesure d'affaiblissement, les mesures partielles de puissance du signal (contrôle de puissance) et la détection de la lumière d'identification. Les méthodes les plus courantes sont décrites ci-après.

6.1 Méthodes de test et de maintenance applicables aux réseaux d'accès point à multipoint

Tableau 3/L.53 – Méthodes de test applicables aux réseaux d'accès point à multipoint

Catégorie	Activité	Fonction	Méthodes
Maintenance préventive	Surveillance	Détection d'une augmentation de l'affaiblissement sur la fibre	OTDR/test d'affaiblissement
		Détection d'une augmentation de l'affaiblissement de la puissance du signal	Mesure de puissance
		Détection d'une infiltration d'eau	Test OTDR
	Test	Localisation du défaut sur la fibre	Test OTDR (Note 1)
		Mesure de la répartition des contraintes mécaniques sur la fibre	Test B-OTDR
		Localisation de l'infiltration d'eau	Test OTDR (Note 1)
	Contrôle	Identification de la fibre	Test OTDR (Note 1)/détection de la lumière d'identification (Note 2)
		Transfert de fibre	Commutation (Note 3)
Après installation avant la mise en service ou maintenance après détection d'un défaut	Surveillance	Voir l'alarme en provenance du système d'exploitation sur le tracé	En ligne/support extérieur
		Voir l'alarme en provenance du système d'exploitation du service client	En ligne/support extérieur
	Test	Confirmation d'état de la fibre	OTDR/test d'affaiblissement (Note 1)
		Identification de l'origine de la panne (équipement de transmission ou réseau à fibres)	OTDR/test d'affaiblissement (Note 1)
		Localisation du défaut sur la fibre	Test OTDR (Note 1)
	Contrôle	Identification de la fibre	Test OTDR (Note 1)/détection de la lumière d'identification (Note 2)
		Transfert de fibre	Commutation (Note 3)
		Stockage de la base de données sur les installations extérieures	En ligne/support extérieur
		Information sur le tracé des câbles	En ligne/support extérieur
<p>NOTE 1 – Le réflectomètre OTDR à haute résolution spatiale (H-OTDR) peut être utilisé pour la surveillance des fibres optiques en direction d'un diviseur placé en extérieur et au-delà de celui-ci.</p> <p>NOTE 2 – La lumière ID signifie lumière d'identification (exemple: lumière modulée à 270 Hz, 1 kHz ou 2 kHz).</p> <p>NOTE 3 – On entend par commutation la commutation mécanique ou manuelle.</p>			

6.2 Méthodes de test et de maintenance applicables aux réseaux d'accès en anneau

Tableau 4/L.53 – Méthodes de test applicables aux réseaux d'accès en anneau

Catégorie	Activité	Fonction	Méthodes
Maintenance préventive	Surveillance	Détection d'une augmentation de l'affaiblissement sur la fibre	OTDR/test d'affaiblissement
		Détection d'une augmentation de l'affaiblissement de la puissance du signal	Mesure de puissance
		Détection d'une infiltration d'eau	Test OTDR
	Test	Localisation du défaut sur la fibre	Test OTDR
		Mesure de la répartition des contraintes mécaniques sur la fibre	Test B-OTDR
		Localisation de l'infiltration d'eau	Test OTDR
	Contrôle	Identification de la fibre	Détection de la lumière d'identification (Note 1)
		Transfert de fibre	Commutation (Note 2)
Après installation avant la mise en service ou maintenance après défaut	Surveillance	Voir l'alarme en provenance du système d'exploitation sur le tracé	En ligne/support extérieur
		Voir l'alarme en provenance du système d'exploitation du service client	En ligne/support extérieur
	Test	Confirmation d'état de la fibre	OTDR/test d'affaiblissement
Identification de l'origine de la panne (équipement de transmission ou réseau à fibres)		OTDR/test d'affaiblissement	
Contrôle	Localisation du défaut sur la fibre	Localisation du défaut sur la fibre	Test OTDR
		Identification de la fibre	Détection de la lumière d'identification (Note 1)
		Transfert de fibre	Commutation (Note 2)
		Stockage de la base de données sur les installations extérieures	En ligne/support extérieur
		Information sur le tracé des câbles	En ligne/support extérieur
NOTE 1 – La lumière ID signifie lumière d'identification (exemple: lumière modulée à 270 Hz, 1 kHz ou 2 kHz).			
NOTE 2 – On entend par commutation la commutation mécanique ou manuelle.			

7 Longueur d'onde de test et de maintenance

Il est important de choisir une longueur d'onde appropriée pour la surveillance et le test des réseaux à fibres optiques. En particulier les fonctions de maintenance ne doivent pas perturber l'acheminement des signaux de transmission de données. La Rec. UIT-T L.41 contient les prescriptions générales applicables pour la sélection de la longueur d'onde de maintenance. Ces prescriptions sont indiquées dans le Tableau 5, qui précise les longueurs d'onde appropriées pour les différentes fonctions de test et de maintenance, longueurs d'ondes identiques pour un réseau d'accès point à multipoint et pour un réseau d'accès en anneau.

Tableau 5/L.53 – Sélection de la longueur d'onde de maintenance

Catégorie	Activité	Fonction	Longueur d'onde
Maintenance préventive	Surveillance	Détection d'une augmentation de l'affaiblissement sur la fibre Détection d'une augmentation de l'affaiblissement de la puissance du signal Détection d'une infiltration d'eau	Longueur d'onde de maintenance (Note) Longueur d'onde du signal Longueur d'onde quelconque pour les fibres n'acheminant pas de signaux
	Test	Localisation du défaut sur la fibre Mesure de la répartition des contraintes mécaniques sur la fibre Localisation de l'infiltration d'eau	Longueur d'onde quelconque pour les fibres n'acheminant pas de signaux Longueur d'onde quelconque pour les fibres n'acheminant pas de signaux Longueur d'onde quelconque pour les fibres n'acheminant pas de signaux
	Contrôle	Identification de la fibre Transfert de fibre	Longueur d'onde de maintenance (Note) Aucune longueur d'onde
Après installation avant la mise en service ou maintenance après défaut	Surveillance	Voir l'alarme en provenance du système d'exploitation sur le tracé Voir l'alarme en provenance du système d'exploitation du service client	Aucune longueur d'onde Aucune longueur d'onde
	Test	Confirmation d'état de la fibre Identification de l'origine de la panne (équipement de transmission ou réseau à fibres) Localisation du défaut sur la fibre	Longueur d'onde quelconque Longueur d'onde quelconque Longueur d'onde quelconque
	Contrôle	Identification des fibres Transfert de fibres Stockage de la base de données sur les installations extérieures Information sur le trajet des câbles	Longueur d'onde quelconque Aucune longueur d'onde Aucune longueur d'onde Aucune longueur d'onde

NOTE – Se reporter à la Rec. UIT-T L.41 ("Longueur d'onde de maintenance des fibres d'acheminement des signaux").

Appendice I

Solutions pratiques applicables aux réseaux d'accès point à multipoint

I.1 Expérience du Japon

Le présent appendice décrit une méthode d'identification des défauts faisant intervenir un réflectomètre optique temporel à haute résolution et applicable aux réseaux optiques point à multipoint.

I.1.1 Introduction

Le fonctionnement d'un réseau à large bande nécessitera la mise en œuvre de milliers de fibres optiques dans les réseaux d'accès optiques. Il est essentiel de disposer d'un système de test des lignes à fibres optiques pour réduire les coûts de construction et de maintenance et améliorer la fiabilité du service. Le Japon a déjà développé un système de ce type appelé AURORA (AUtomatic optical fibeR OpeRation support system) [1]. En outre, nous avons également appliqué ce système à diverses structures de réseaux [2]. A présent, des réseaux optiques passifs (PON, *passive optical network*) comprenant des diviseurs optiques placés dans des boîtiers ou coffrets optiques à proximité des locaux de l'utilisateur sont actuellement mis en œuvre dans des réseaux d'accès afin de fournir des services IP à haut débit [3]. Ce système de test ne peut cependant pas assurer la surveillance des câbles à fibres optiques de réseaux PON à fibres optiques ramifiées. Un système prototype capable de localiser les défauts de fibres optiques de réseaux PON a été conçu et évalué.

I.1.2 Système de test de lignes à fibres optiques utilisable pour un réseau PON

I.1.2.1 Configuration du système

La Figure I.1 illustre la configuration de notre système de test de lignes à fibres optiques pour la surveillance d'un réseau PON comprenant un diviseur optique placé dans un boîtier optique aérien. Ce système est formé d'un équipement de test (TE, *test equipment*) contenant un réflecteur optique temporel (OTDR, *optical time domain reflectometer*), des sélecteurs de fibres optiques (FS, *optical fibre selector*) qui sélectionnent des fibres de test, des coupleurs optiques et des filtres optiques. L'équipement de test et les sélecteurs de fibres sont installés dans le local de terminaison de câble d'un centre de commutation. Les coupleurs optiques émettent une lumière de test dans les lignes optiques et les filtres optiques installés à l'avant d'un terminal de liaison optique (OLT, *optical line terminal*), des unités de réseau optique (ONU, *optical network unit*) permettant le passage du signal lumineux utile et bloquant celui du signal lumineux de test. Les filtres optiques placés à l'avant des unités ONU réfléchissent le signal de test émis par le réflecteur OTDR, ce qui permet de localiser les défauts de la fibre. Le terminal de contrôle transmet à l'équipement de test l'ordre d'effectuer divers tests de fibre optique, par le biais d'un réseau de communication de données (RCD). L'équipement de test contrôle le fonctionnement du réflectomètre OTDR et des sélecteurs de fibres, et transmet les résultats des tests au terminal de contrôle. Ce système effectue des mesures automatiques de réflectométrie OTDR, détecte les caractéristiques des fibres, localise les défauts et précise leur emplacement sans dégrader la qualité de transmission.

Il existe deux méthodes de surveillance d'un réseau à fibres optiques ramifiées d'un réseau PON, fondées sur l'utilisation d'un réflectomètre OTDR. La première consiste à mesurer la lumière réfléchie par des fibres optiques ramifiées [4]. Cette méthode convient pour la localisation de fibres optiques défectueuses lorsque chacune des fibres optiques ramifiées a une longueur supérieure à 100 m. Nous choisissons la seconde méthode, qui consiste à mesurer les valeurs des signaux réfléchis par les filtres optiques placés à l'avant des unités ONU [5], étant donné que la longueur de chaque fibre optique ramifiée reliant un diviseur à une unité ONU est inférieure à 100 m.

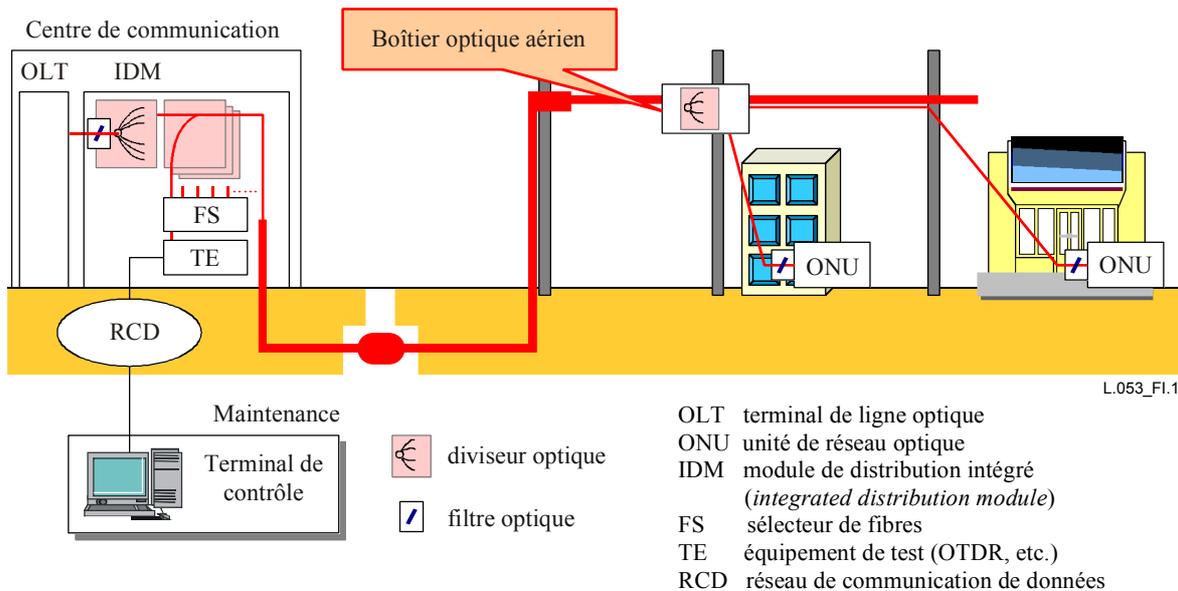


Figure I.1/L.53 – Configuration d'un système de test de ligne à fibres optiques pour la surveillance du réseau

I.1.2.2 Technique de localisation des défauts

La technique de localisation des défauts pour des fibres optiques ramifiées par un diviseur optique est illustrée sur la Figure I.2. Puisque les longueurs de fibres optiques ramifiées sont différentes, les réflexions de Fresnel dues aux filtres optiques #1 et #2 peuvent être différenciées. Nous pouvons déterminer que la fibre optique associée au filtre optique #1 est défectueuse puisque la valeur de l'intensité réfléchie par ce filtre est différente de sa valeur initiale.

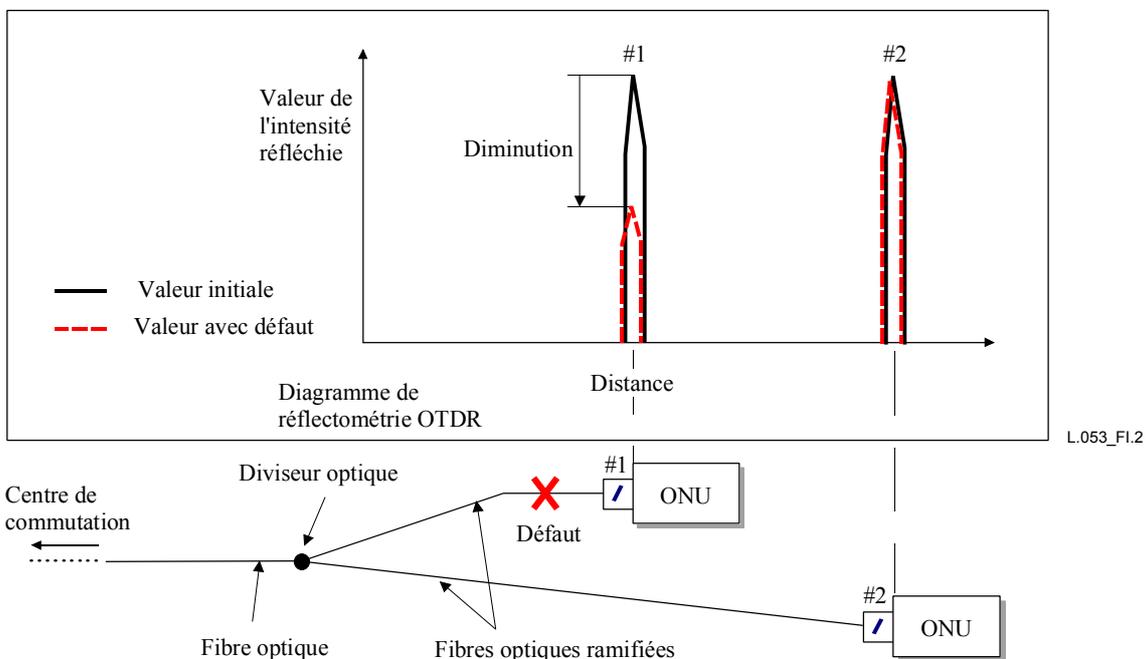


Figure I.2/L.53 – Localisation d'un défaut sur une fibre optique ramifiée

I.1.3 Evaluation d'un système prototype

I.1.3.1 Dispositif expérimental

La Figure I.3 représente le dispositif expérimental que nous avons utilisé pour l'évaluation de notre système prototype ainsi que le diagramme de mesure de réflectométrie OTDR haute résolution (H-OTDR) pour des fibres optiques ramifiées par un diviseur optique à quatre branches. La longueur d'onde H-OTDR utilisée était de $1,65 \mu\text{m}$ et la largeur d'impulsion était inférieure à 10 ns. La réflexion de Fresnel notée #1 provient d'une extrémité de fibre optique ramifiée. Les réflexions de Fresnel #2 et #3 sont dues à des filtres optiques. Nous avons appliqué aux fibres optiques les techniques de réseaux de Bragg sur fibres afin d'obtenir des affaiblissements de rétrodiffusion élevés [6]. Le filtre optique doit également permettre le passage des signaux lumineux utiles ayant des longueurs d'onde égales à $1,3$ et $1,55 \mu\text{m}$, mais bloquer le passage du signal lumineux de test présentant une longueur d'onde égale à $1,65 \mu\text{m}$. Les affaiblissements de rétrodiffusion à l'extrémité de la fibre optique ramifiée #1 et des filtres optiques #2 et #3 étaient respectivement de $-14,9$, $-1,5$ et $-1,8$ dB, pour une longueur d'onde de $1,65 \mu\text{m}$.

I.1.3.2 Comparaison des valeurs réfléchies par les filtres optiques et par les extrémités de fibres optiques ramifiées

Nous avons mesuré la différence entre les affaiblissements d'insertion des fibres optiques ramifiées #1 et #2 par un diviseur optique à quatre branches en utilisant une source lumineuse de $1,65 \mu\text{m}$ de longueur d'onde et un appareil de mesure de puissance optique. Cette différence était de 0,7 dB pour une longueur d'onde de $1,65 \mu\text{m}$. On observe sur le diagramme de réflectométrie H.OTDR que l'intensité réfléchie par le filtre optique #2 est supérieure de 6,2 dB à celle réfléchie par l'extrémité de la fibre optique ramifiée #1. Ces résultats nous ont permis de vérifier que les intensités réfléchies par les filtres optiques étaient toutes supérieures à celles réfléchies par les extrémités des fibres optiques ramifiées.

I.1.3.3 Résolution associée à la localisation des défauts

Nous avons évalué la résolution associée à la localisation des défauts pour ce système prototype. La Figure I.3 montre que nous sommes en mesure de différencier les réflexions de Fresnel dues aux filtres optiques #2 et #3 séparés par une distance de 2 mètres. Nous avons vérifié que notre système prototype permet de localiser un défaut dans une fibre optique lorsque la différence entre les longueurs des fibres optiques ramifiées est supérieure à 2 m.

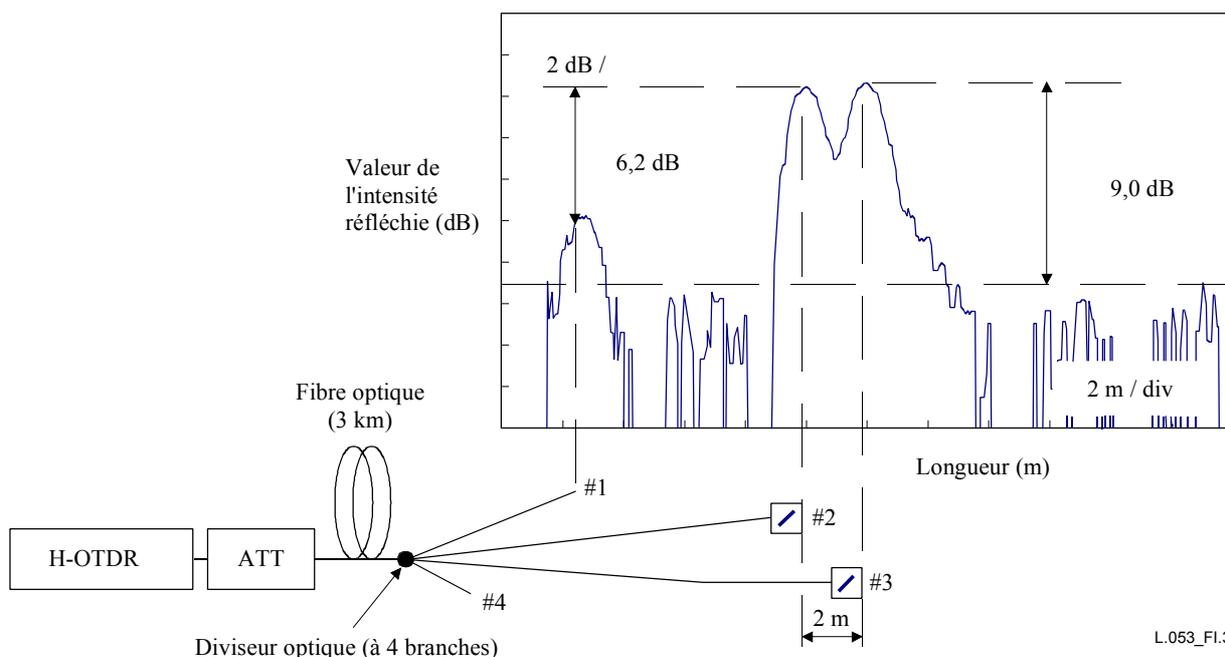


Figure I.3/L.53 – Dispositif expérimental d'évaluation du système prototype et diagramme de réflectométrie H-OTDR mesurée

I.1.3.4 Dynamique du système

Nous avons évalué la dynamique de ce système prototype. Nous avons mesuré l'affaiblissement d'insertion entre le réflectomètre H-OTDR et l'extrémité avant du filtre optique #3 en utilisant une source lumineuse de $1,65 \mu\text{m}$ et un appareil de mesure de puissance optique. L'affaiblissement d'insertion était de 24,7 dB. La différence entre la valeur de l'intensité réfléchie par le filtre optique #3 et le niveau de bruit crête était de 9,0 dB sur le diagramme H-OTDR. Par conséquent, la dynamique de ce système prototype était supérieure à 31,5 dB pour une longueur d'onde du signal de $1,65 \mu\text{m}$ lorsque l'affaiblissement de rétrodiffusion du filtre optique était supérieur à $-2,5$ dB et que la valeur seuil de localisation du défaut était de 1,9 dB. Ce système prototype permettait de localiser une fibre défectueuse dans un réseau PON comprenant un diviseur à 32 branches (dont l'affaiblissement d'insertion était de 17,5 dB) et 10 km de fibres ($0,5$ dB/km), lorsque l'affaiblissement de couplage (y compris celui d'un sélecteur de fibres et d'un coupleur optique) était inférieur à 9,0 dB.

I.1.4 Conclusion

Nous avons décrit la fonction de localisation des défauts de fibre d'un système de test de lignes à fibres optiques faisant intervenir un réflectomètre H-OTDR des filtres optiques utilisant les techniques de réseaux de Bragg sur fibres dans le cas d'un réseau PON. Nous avons évalué le fonctionnement d'un système prototype et déterminé que sa dynamique était supérieure à 31,5 dB. Nous avons vérifié que ce système prototype dispose d'une dynamique suffisante pour localiser les défauts de fibre d'un réseau PON comprenant un diviseur optique à 32 branches.

Références

- [1] TOMITA (N.), TAKASUGI (H.), ATOBE (N.), NAKAMURA (I.), TAKAESU (F.), TAKASHIMA (S.): Design and performance of a novel automatic fibre line testing system with OTDR for optical subscriber loops, *IEEE J. Lightwave Technol.*, Vol. 12, No. 5, pages 717-726, mai 1994.

- [2] ENOMOTO (Y.), ARAKI (N.), MINE (K.), IZUMITA (H.) and TOMITA (N.): Upgraded optical fibre line testing system and its application to optical access networks, *Proc. GLOBCOM98 Access Networks Mini Conf.*, pages 134-139, 1998.
- [3] ENOMOTO (Y.), MINE (K.), MIYASHITA (A.), MACHINO (H.), IZUMITA (H.), HOGARI (K.), NAKAMURA (M.): Novel compact optical splitter for outside plant in access network, *Proc. OECC 2002*, pages 380-381, 2002.
- [4] SANKAWA (I.), FURUKAWA (S.), KOYAMADA (Y.), IZUMITA (H.): Fault location technique for in-service branched optical fibre networks, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, Vol. 2, No. 10, pages 766-768, octobre 1990.
- [5] FURUKAWA (S.), SUDA (H.), YAMAMOTO (F.), KOYAMADA (Y.), KOKUBUN (T.), TAKAHASHI (I.): Optical fibre line test and management system for passive double star networks and WDM transmission systems, *Proc. IWCS'95*, pages 640-648, 1995.
- [6] HOGARI (K.), MIYAJIMA (Y.), FURUKAWA (S.), TOMITA (N.), TOMIYAMA (K.), OHASHI (M.): Wideband and highly reflective step-chirped fibre grating filter embedded in an optical fibre connector, *Electron. Lett.*, Vol. 32, No. 13, pages 1230-1231, juin 1996.

Appendice II

Solutions pratiques applicables aux réseaux d'accès en anneau

II.1 Expérience de l'Indonésie

On décrit, dans le présent appendice, le module de dérivation du signal lumineux de test d'un réseau à hiérarchie numérique synchrone (SDH, *synchronous digital hierarchy*) utilisé pour une topologie de réseau d'accès optique (OAN, *optical access network*) en anneau à hiérarchie SDH.

II.1.1 Introduction

Ce module est principalement utilisé:

- lorsqu'il est nécessaire de court-circuiter un multiplexeur d'insertion-extraction (ADM) et d'acheminer le signal lumineux de test pour assurer la surveillance de la topologie d'un réseau en anneau à hiérarchie SDH.

Dans ce cas, le module de dérivation du signal lumineux de test du réseau à hiérarchie SDH sépare le signal lumineux de test de longueur d'onde égale à 1550 ou 1650 nm du signal lumineux utile à l'entrée du multiplexeur ADM avant de les recombinaison en sortie, ce qui permet d'éviter le brouillage ou l'affaiblissement du signal de test.

II.1.2 Module de dérivation du signal lumineux de test d'un réseau à hiérarchie SDH

Afin de permettre le contournement par un signal optique de test des terminaux ADM, le système automatique d'aide à distance pour l'exploitation de fibres optiques de Telkom (T-AURORA, Telkom automatic remote optical fiber operation support system) – version indonésienne d'un système de surveillance, de test et d'aide à la maintenance des installations extérieures à fibres optiques – ou le système de réflectométrie optique temporel (OTDR) manuel utilise des modules de dérivation du signal lumineux de test d'un réseau à hiérarchie SDH.

Un tel module comprend deux coupleurs WDM multiplexage par répartition en longueur d'onde (WDM, *wavelength division multiplexing*) et se trouve au niveau d'un terminal de ligne ADM. Chaque dérivation WDM à 1310/1550 nm relie la ligne optique à l'entrée est/ouest de l'ADM, les dérivation à 1650 nm permettant au signal lumineux de test émis par le réflectomètre OTDR de contourner le multiplexeur ADM (Figure II.1.1).

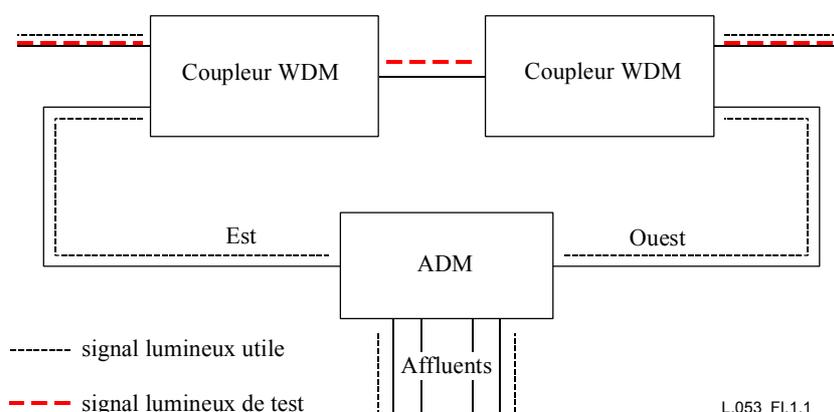


Figure II.1.1/L.53 – Module de dérivation du signal lumineux de test d'un réseau à hiérarchie SDH

Dans notre cas, le module de dérivation du signal lumineux de test d'un réseau à hiérarchie SDH peut être de 2 types (suivant le domaine d'application considéré):

1) **Modèle A**

Les longueurs d'onde des signaux lumineux utile et de test sont respectivement de 1310 et 1550 nm. La caractéristique unique d'un tel module est que les entrées de ces signaux sont interchangeable. On utilise comme source du signal lumineux de test un système support d'exploitation (OSS, *operation support system*) non intégré (tel qu'un réflectomètre OTDR manuel par exemple).

2) **Modèle B**

Ce module est adapté à la mise en œuvre d'un système T-AURORA lorsque les longueurs d'onde 1310/1550 nm sont utilisées pour le signal lumineux utile et que la longueur d'onde du signal lumineux de test est de 1650 nm.

Les modèles A et B diffèrent de part les longueurs d'onde utilisées pour les signaux lumineux utiles et de test. Lors de l'implémentation de ce modèle, des filtres doivent être placés à l'entrée et à la sortie de chaque multiplexeur ADM afin d'éviter que le signal lumineux de test ne pénètre dans ces multiplexeurs.

Un prototype de modules de dérivation du signal lumineux de test d'un réseau à hiérarchie SDH (Modèle A) est représenté sur la Figure II.1.2 suivante:

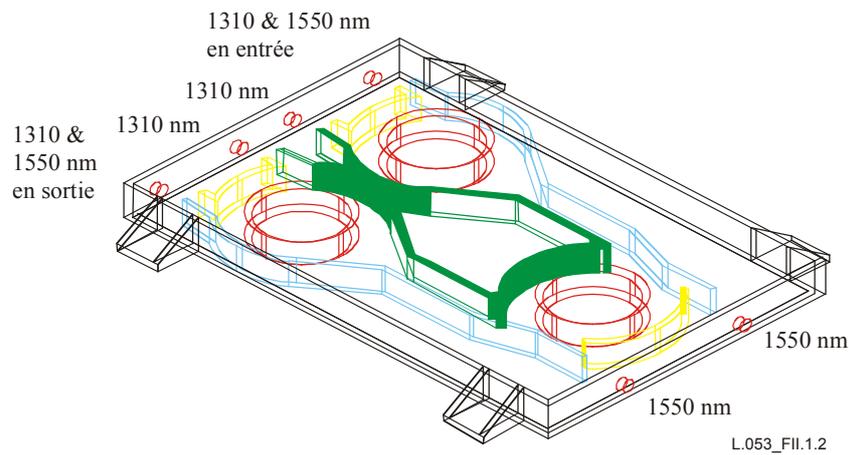


Figure II.1.2/L.53 – Prototype de module de dérivation du signal lumineux de test d'un réseau à hiérarchie SDH (modèle A)

L'insertion d'un module de dérivation du signal lumineux de test d'un réseau à hiérarchie SDH contribue de manière significative à la surveillance d'un câble optique physique d'une topologie de réseau en anneau à hiérarchie SDH. Sans ce module, la capacité de surveillance d'un réflectomètre OTDR ou d'un système T-AURORA se limiterait à celle la liaison vers le multiplexeur ADM le plus proche (Figure II.1.3).

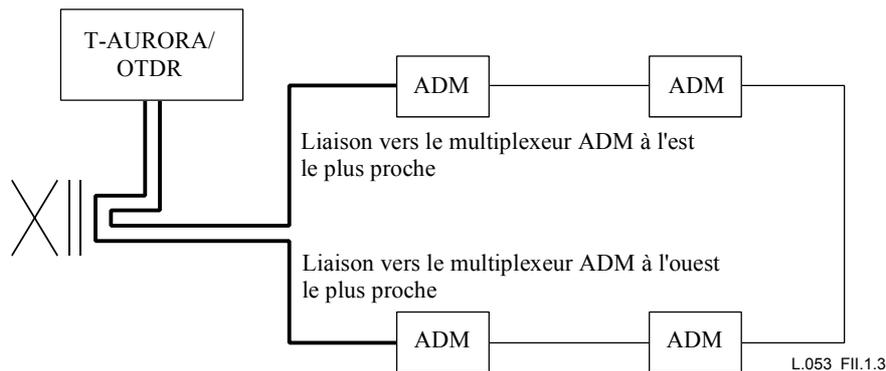


Figure II.1.3 – Surveillance d'un câble optique sans insertion de modules de dérivation du signal lumineux de test d'un réseau à hiérarchie SDH

L'introduction de modules de dérivation du signal lumineux de test dans un réseau en anneau à hiérarchie SDH accroît la capacité d'acheminement du signal lumineux de test à toutes les liaisons de cet anneau grâce au "shuntage" des multiplexeurs ADM (Figure II.1.4).

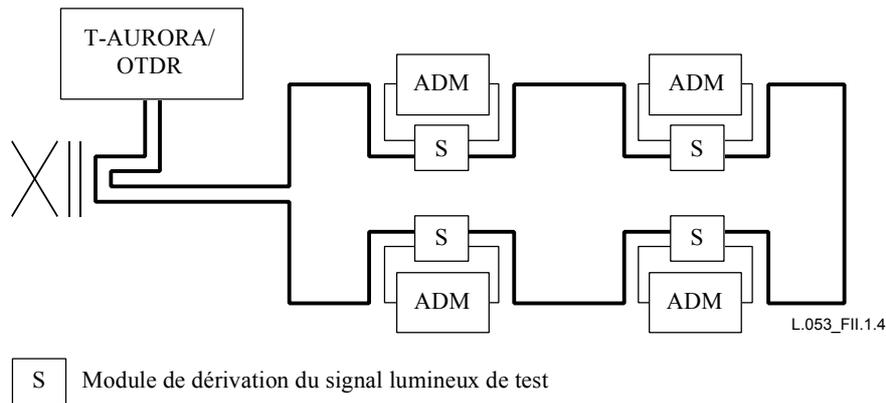


Figure II.1.4/L.53 – Insertion de modules de dérivation du signal lumineux de test dans un réseau en anneau à hiérarchie SDH

II.1.3 Diagramme de mesure de la réflectométrie OTDR en cas d'insertion d'un module de dérivation du signal lumineux de test d'un réseau à hiérarchie SDH

Nous avons effectué une simulation pour analyser la qualité et le mode de fonctionnement d'un module de dérivation du signal lumineux de test inséré dans un réseau en anneau à hiérarchie SDH. Le dispositif de simulation est représenté sur la figure ci-dessous (Figure II.1.5).

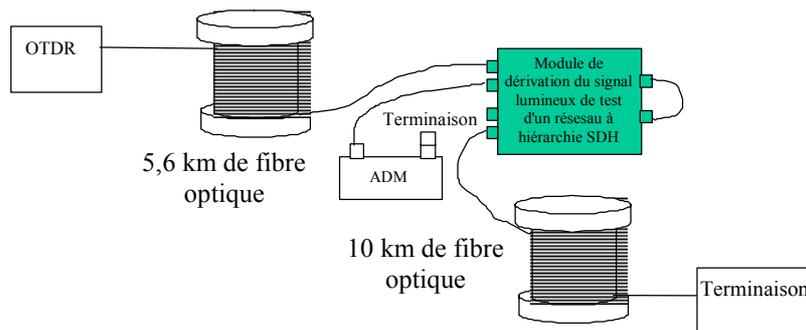
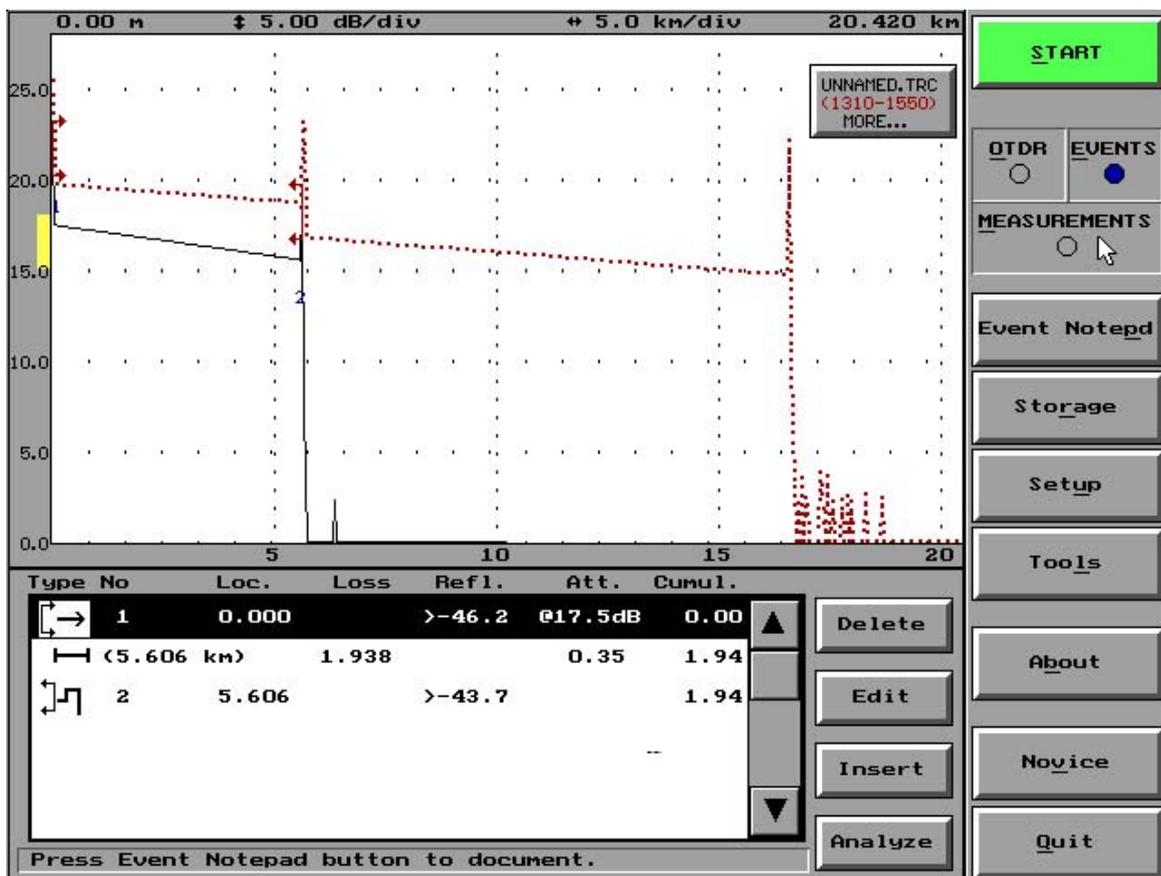


Figure II.1.5/L.53 – Dispositif de simulation pour la mesure du diagramme de réflectométrie en cas d'insertion d'un module de dérivation du signal lumineux de test

Les résultats de la simulation de réflectométrie OTDR indiqués sur la figure ci-dessous montrent que le signal lumineux de test (ligne pointillée) parcourt tout le câble jusqu'à l'extrémité de celui-ci, alors que le signal lumineux utile ne parcourt que les 5,6 premiers kilomètres (Figure II.1.6).



L.053_FII.1.6

Figure II.1.6/L.53 – Résultat de la simulation de réflectométrie OTDR

II.1.4 Conclusion

Nous avons décrit le module de dérivation du signal lumineux de test d'un réseau à hiérarchie SDH afin de l'intégrer à notre système OSS aux fins de surveillance d'un câble à fibres optiques. Ce module peut être utilisé pour permettre au signal lumineux de test de contourner les multiplexeurs ADM afin de garantir la continuité de surveillance du trajet optique pour la longueur d'onde considérée.

La présente contribution vise à faire partager l'expérience acquise relative au processus d'exploitation et de maintenance d'un réseau d'accès optique.

II.2 Expérience du Japon

Le présent appendice décrit un module de dérivation du signal lumineux de test pour la surveillance d'un réseau optique en anneau comprenant des multiplexeurs ADM.

II.2.1 Introduction

Des réseaux en anneau comprenant des multiplexeurs d'insertion-extraction (ADM), placés dans des centres de communication et des bâtiments d'abonnés, sont actuellement installés en zones urbaines afin de constituer des réseaux à large bande. Toutefois, l'application de la méthode de test classique ne permet pas de surveiller les câbles à fibres optiques entre les bâtiments d'abonnés. Nous proposons donc à cette fin une méthode faisant intervenir des modules de dérivation du signal lumineux de test.

II.2.2 Configuration du système de test

La Figure II.2.1 illustre la configuration de notre système de test de lignes à fibres optiques comprenant des modules de dérivation du signal lumineux de test pour la surveillance d'un réseau en anneau à multiplexeurs ADM.

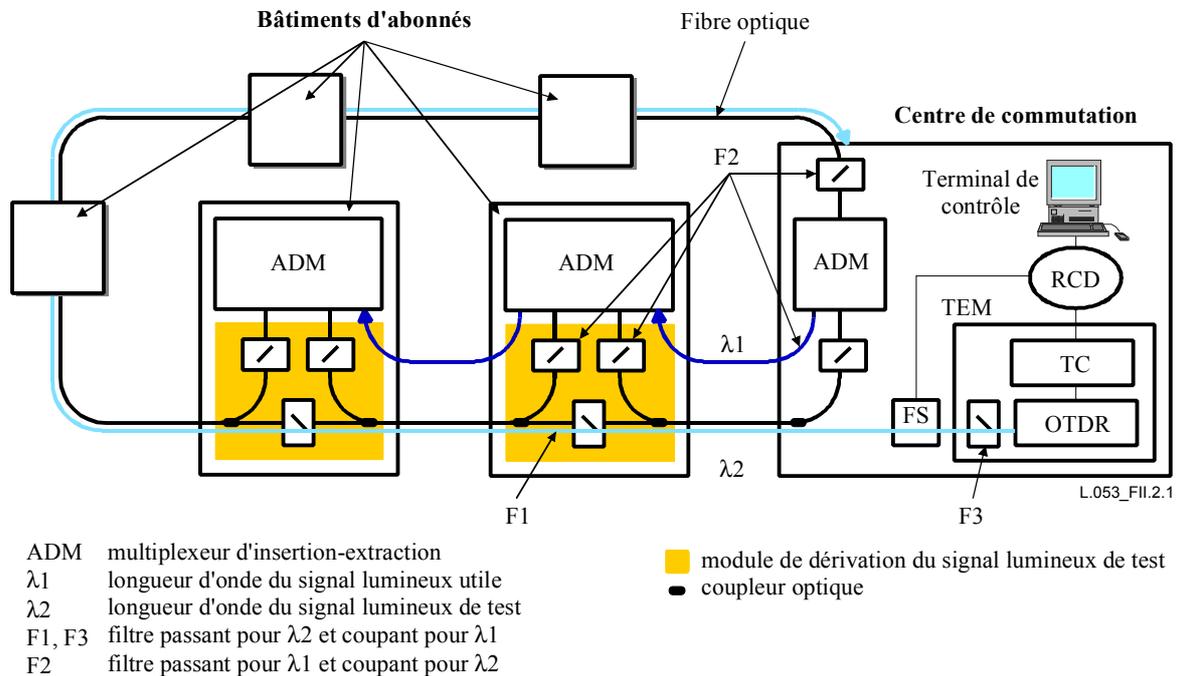


Figure II.2.1/L.53 – Configuration du système de test

Ce système comprend un terminal de contrôle, des modules d'équipement de test (TEM, *test equipment module*), qui contiennent chacun un réflecteur optique temporel (OTDR) et un dispositif de contrôle de l'équipement de test (TC, *test equipment controller*), des sélecteurs de fibres optiques (FS) qui sélectionnent les fibres à tester, des coupleurs optiques et des filtres optiques. Les modules TEM et les sélecteurs de fibres sont placés dans le local de terminaison de câble d'un centre de commutation.

Les coupleurs optiques du centre de commutation introduisent un signal lumineux de test dans la ligne à fibres optiques, les coupleurs optiques des bâtiments d'abonnés transmettent ensuite ce signal au câble suivant. Nous avons également installé trois types de filtres (F1, F2 et F3). Les filtres F2 permettent le passage du signal lumineux utile (longueur d'onde λ_1) mais bloquent le signal lumineux de test (longueur d'onde λ_2). Ils sont placés à l'entrée des multiplexeurs ADM. Les filtres F1 et F3 permettent le passage du signal lumineux de test mais bloquent le signal lumineux utile. Ils sont respectivement placés entre les coupleurs des bâtiments d'abonnés et à l'avant du réflectomètre OTDR.

Le terminal de contrôle transmet au dispositif TC l'ordre d'effectuer divers tests de fibre optique par le biais d'un réseau de communication de données (RCD). Ce dispositif assure le contrôle du réflectomètre OTDR et des sélecteurs de fibres, et transmet les résultats de test au terminal de contrôle. Notre système de test effectue des mesures automatiques de réflectométrie OTDR, détecte les caractéristiques de fibre et localise les défauts entre bâtiments d'abonnés sans dégrader la qualité de transmission.

II.2.3 Configuration du module de dérivation du signal lumineux de test

Les longueurs d'onde 1,31 μm et 1,55 μm étant déjà utilisées pour la transmission du signal utile, nous avons utilisé la longueur d'onde 1,65 μm pour les tests de maintenance, conformément à la Rec. UIT-T L.41. La longueur d'onde du signal lumineux utile ADM étant de 1,31 μm et celle du signal lumineux de test étant de 1,65 μm , nous avons utilisé des coupleurs de multiplexage par répartition en longueur d'onde (WDM, *wavelength division multiplexing*) 1,31/1,65 μm afin d'obtenir de faibles niveaux d'affaiblissement d'insertion. Nous avons en outre introduit des filtres F1 (passant pour la longueur d'onde 1,65 μm et coupant pour la longueur d'onde 1,31 μm) et F2 (passant pour 1,31 μm et coupant pour 1,65 μm). Pour une longueur d'onde de signal utile égale à 1,55 μm , nous avons utilisé des coupleurs WDM 1,55/1,65 μm , des filtres F1 (passant pour 1,65 μm et coupant pour 1,55 μm) et des filtres F2 (passant pour 1,55 μm et coupant pour 1,65 μm).

II.2.4 Diagramme de mesure OTDR pour un câble à fibres optiques

La Figure II.2.2 correspond au diagramme de réflectométrie OTDR pour un câble à fibres optiques comprenant deux modules de dérivation du signal lumineux de test placés à 1,0 et 1,2 km du centre de commutation. Il nous permet de vérifier que notre système de test peut assurer la surveillance des câbles entre bâtiments.

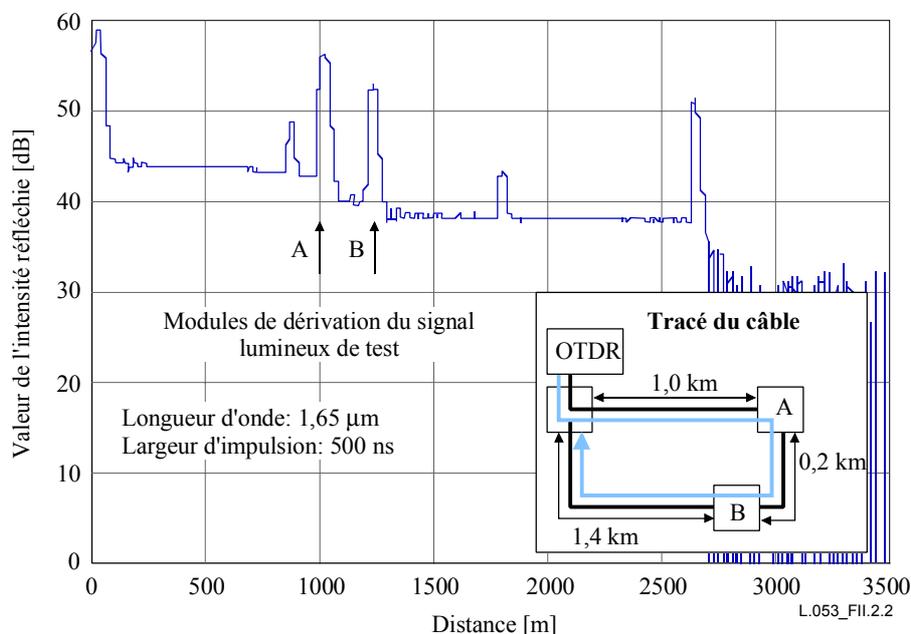


Figure II.2.2/L.53 – Diagramme de mesure OTDR de câble à fibres optiques comprenant des modules de dérivation du signal lumineux de test

II.2.5 Conclusions

Nous avons décrit un système de test de lignes à fibres optiques comprenant des modules de dérivation du signal lumineux de test. Nos expériences ont confirmé que ce système est en mesure d'assurer la surveillance des câbles à fibres optiques d'un réseau en anneau à multiplexeurs ADM et qu'il ne dégrade pas la qualité de transmission.

Appendice III

Caractéristiques d'un capteur d'infiltration d'eau dans une fibre optique

Le présent appendice décrit un capteur d'infiltration d'eau dans une fibre optique utilisé au Japon pour mesurer l'infiltration d'eau dans les réseaux d'accès. On y présente une méthode de mesure permettant de détecter l'infiltration d'eau.

III.1 Introduction

Le capteur d'infiltration d'eau est fixé sur une fibre optique dans un boîtier. Il doit entraîner un accroissement de l'affaiblissement du signal dans la fibre lorsque de l'eau s'infiltré dans le boîtier. Cet accroissement est mesuré par un réflecteur OTDR (*optical time domain reflectometer*), ce qui permet de détecter et de localiser l'infiltration d'eau (Figure III.1). La maintenance d'un ruban à fibres peut généralement être assurée par un tel détecteur.

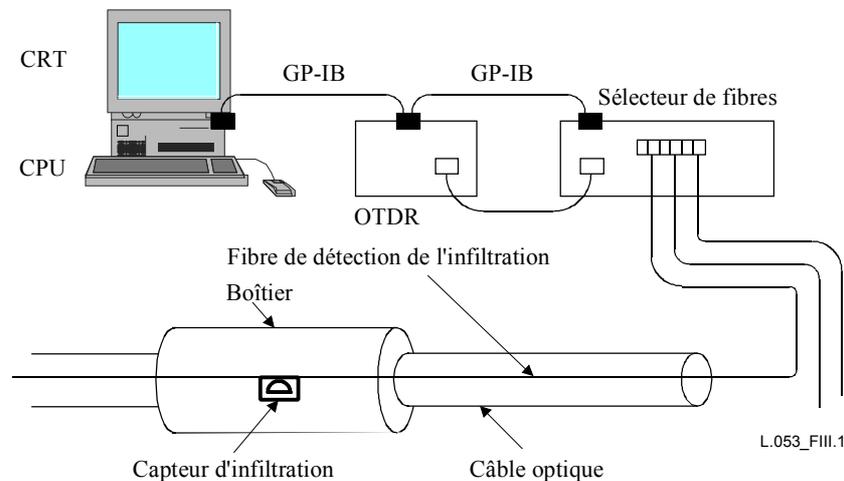


Figure III.1/L.53 – Capteur d'infiltration d'eau dans une fibre optique

III.2 Structure du capteur

La structure du capteur d'infiltration d'eau dans une fibre optique est illustrée sur la Figure III.2. Elle comprend essentiellement deux éléments: un compartiment hydrophile et un guide de courbure (guide permettant de courber une fibre optique et dont le rayon de courbure dépend des paramètres de la fibre considérée). Ce capteur peut être utilisé pour des rubans à fibres.

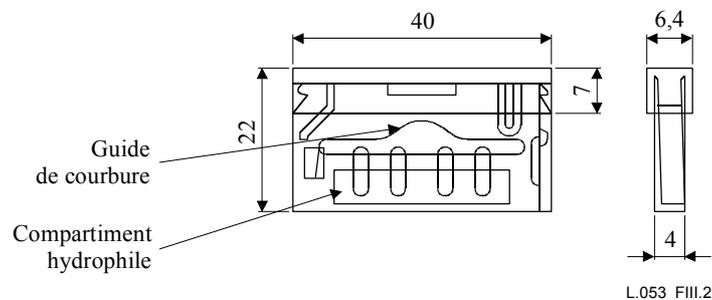


Figure III.2/L.53 – Structure du capteur d'infiltration d'eau

III.3 Principe de détection de l'infiltration d'eau

Une infiltration d'eau peut être détectée comme suit:

- 1) lorsque de l'eau s'infiltré dans le boîtier et que le capteur est immergé, le volume du compartiment hydrophile du capteur augmente (notons que le capteur est insensible à la présence de vapeur d'eau);
- 2) le compartiment hydrophile ainsi élargi exerce une poussée sur le guide de courbure, ce qui courbe la fibre optique et entraîne un accroissement de l'affaiblissement du signal optique (Figure III.3);
- 3) la mesure par le réflectomètre OTDR de l'accroissement de l'affaiblissement permet de détecter et de localiser l'infiltration d'eau (Figure III.4).

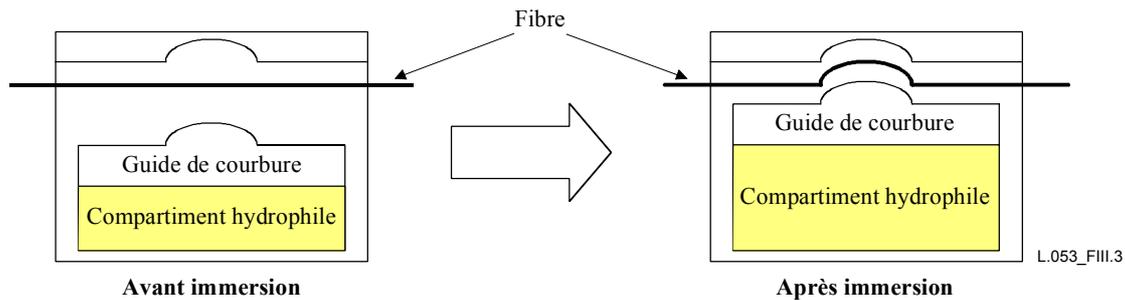


Figure III.3/L.53 – Courbure de la fibre après absorption de l'eau

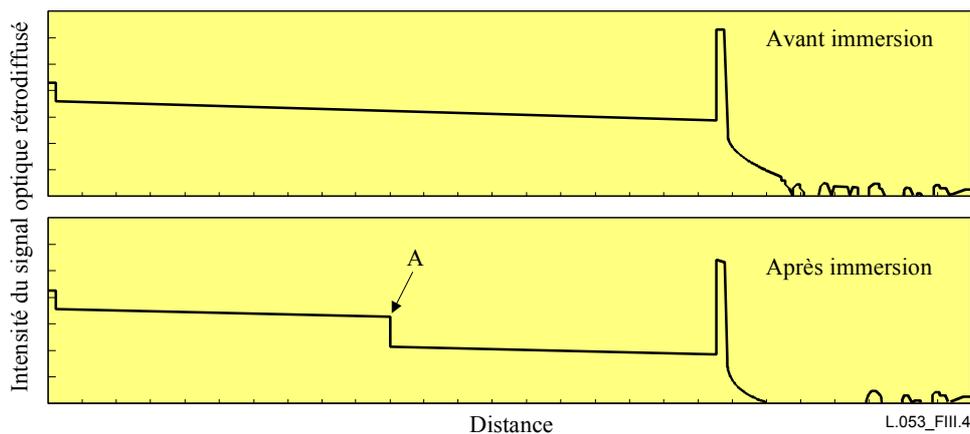


Figure III.4/L.53 – Diagramme OTDR avant et après infiltration d'eau

III.4 Caractéristiques du capteur

Paramètre	Description
Fibre optique utilisable	ruban à 4 fibres (G.652)
Température de fonctionnement	entre 0 et 40° C
Temps de réponse	moins de 24 heures
Affaiblissement d'insertion avant immersion	0,01 dB
Accroissement de l'affaiblissement pour une longueur d'onde de 1,55 µm	supérieur à 2,0 dB
Poids	4 g environ

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication