

MOOC : Réseaux d'accès optiques FTTH



Marie-B PIEL

IUT R&T Saint-Malo

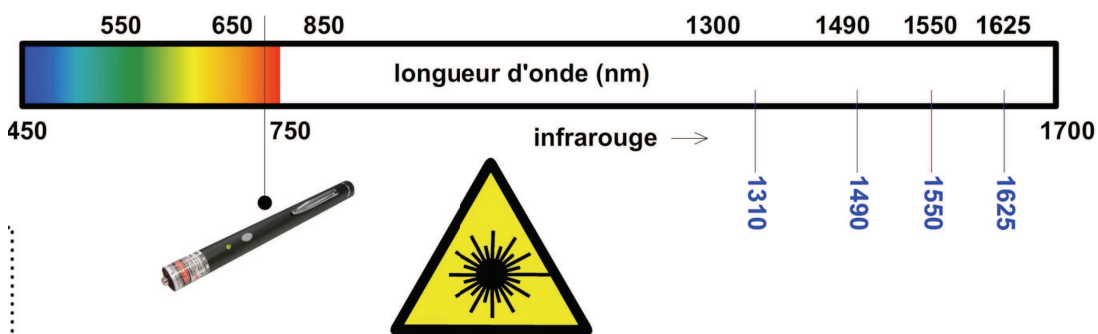
Semaine 4 : Tests et mesures

Vidéo S4L1 partie1 : Test de continuité (partie 1)

Dans ce cours, nous allons parler des classes laser des appareils de mesure, puis présenter un outil très présent sur le terrain, à savoir le crayon optique. Nous terminerons par la sonde d'inspection des connecteurs pour mettre en évidence l'importance de nettoyer connecteurs et raccords.

Classe laser

Nous allons manipuler des sources laser dont les longueurs d'onde d'émission font de 600 à 1650 nm. Parmi les appareils de mesure présentés dans ce cours, certains utilisent des longueurs d'onde visibles, comme le crayon optique, et d'autres utilisent des longueurs d'onde non visibles, comme les sources optiques qui émettent à 1310, à 1490, à 1550 nm et à 1625nm, longueurs d'onde utilisées dans le réseau FTTH.



Invisible ne veut pas dire sans danger, il ne faut pas mélanger puissance et visibilité. Des longueurs d'onde non visibles et de puissances élevées peuvent être dangereuses pour l'œil en direct ou en réflexion. Il faut donc toujours vérifier les indications de classes laser affichées sur les appareils de mesure avant toute manipulation.

Dans notre cas, les appareils de mesure utilisés sur le terrain sont de classe 1, 1M, 2 ou 2M. En classe 1 et 1M, il n'y a pas de danger dans des conditions d'utilisation raisonnablement prévisibles et à condition de ne pas utiliser d'optique qui concentre la puissance, comme un microscope. En classe 2 et 2M, le danger est limité car ce sont des lasers de longueur d'onde visible pour lesquels nous avons le réflexe de fermer les paupières en moins d'un quart de seconde, cela toujours à condition de ne pas utiliser d'optique.

RISQUES CLASSES	Oeil vision directe du faisceau	Oeil vision directe du faisceau avec optiques
1		
1M		
2		
2M		

Danger potentiel si durée d'exposition $t > 0,25s$
 Peut être dangereux

Dans ce chapitre de tests et mesures, avant toute manipulation, nous vérifierons que la source laser est éteinte, ou du moins, nous ne regarderons pas directement la fibre optique, et surtout nous n'utiliserons pas de focal ou d'amplificateur visuel.

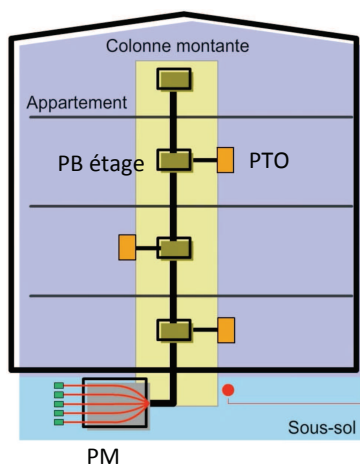
Crayon optique

Le crayon optique est un outil de test de longueur d'onde autour de 650 nm, donc visible, appelé également crayon de laser rouge.

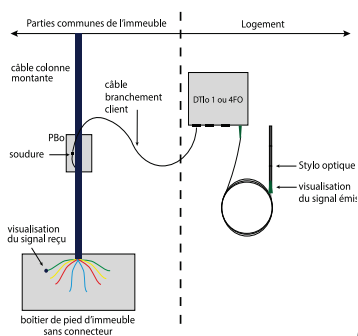


C'est un appareil de classe 2M. Ce crayon optique, de puissance moins d'un milliwatt, a une portée de trois à quatre kilomètres dans une liaison point-à-point (sans coupleur).

Nous avons ici une maquette immeuble représentant le réseau FTTH en zone très dense haute densité. Chez l'abonné, nous avons la prise PTO avec, dans l'exemple de cette maquette, deux fibres chez l'abonné. Le câble ici relie le PTO à la partie PB de l'étage, c'est la partie raccordement qu'on appelle également D3. Le PB de l'étage a une épissure. Un câble repart dans la colonne montante, c'est la partie D2, qui arrive au PM en bas de l'immeuble. Les différents opérateurs arrivent sur ce PMI et les différentes prises des abonnés arrivent au niveau de ce PBI.

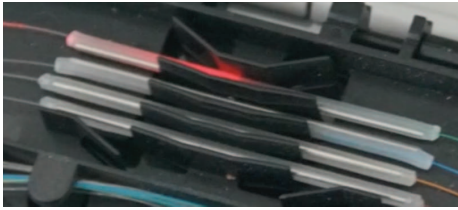


Nous allons faire un test de continuité entre la prise PTO de l'abonné et le PM en bas de l'immeuble. Pour cela, nous plaçons une jarretière au niveau du PTO, nous allumons le crayon et nous plaçons le crayon au niveau de la jarretière. Nous allons ensuite au PM en bas de l'immeuble pour observer la lumière qui arrive sur une des prises du boîtier. Pour les besoins de la vidéo, je vais placer une jarretière sur le raccord qui s'allume et pouvoir observer la lumière qui arrive en discontinu. Sur le terrain aujourd'hui, les différents raccords et prises du boîtier sont transparents. Il est donc inutile d'enlever les capuchons, on peut voir arriver la lumière directement sur une des prises. Le crayon optique peut transmettre la lumière visible en discontinu ou en continu.



doc extrait du guide d'Objectif Fibre

Avec ce test, il est également possible de repérer visuellement des défauts, on parle de mesures VFL, Visual Fault Location. On peut repérer un connecteur défectueux, une courbure appelée contrainte, une mauvaise épissure, une cassure, ou des erreurs de couleur de fibres suite à des épissures inversées au niveau du PBO, par exemple.



Cette mesure de crayon optique est une première mesure d'observation facile à mettre en place, mais limitée. Nous n'avons pas de valeur d'atténuation ou d'information sur la longueur.

Vidéo S4L1 partie2: Test de continuité (partie 2)

Sonde d'inspection des connecteurs

Ici, nous allons visualiser l'état des connecteurs et vérifier l'absence de salissures et rayures. Ce que nous appelons salissures sont des poussières, de l'humidité, de la graisse des doigts ou des vêtements, des produits nettoyants. Elles peuvent contaminer les raccords, les connecteurs, et donc l'ensemble de la liaison.

Sur cet exemple, il a juste suffi de laisser le connecteur sans capuchon.



Sur l'autre exemple, quelqu'un a touché le connecteur.

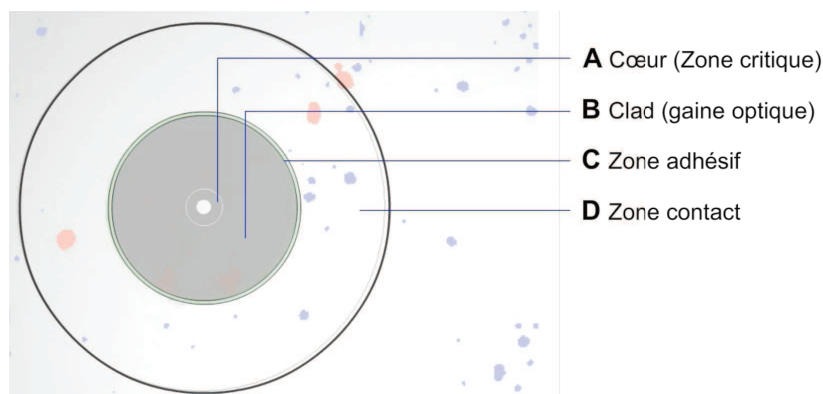
Les salissures, et également, les rayures sur des connecteurs ou raccords, entraînent des atténuations qui peuvent être importantes et qui risquent un non-respect du budget optique de la liaison, c'est-à-dire un dépassement de l'atténuation max autorisée sur la liaison optique, alors que le test de continuité avec le crayon optique est jugé correct. Les salissures et rayures diminuent également le rapport signal à bruit, et donc limite le débit de transmission possible dans une liaison optique.

Pour vérifier l'état des connecteurs ou raccords, l'outil sonde d'inspection des connecteurs utilise un microscope vidéo associé à un logiciel. Dans notre exemple, nous allons analyser l'état d'un connecteur de type SC/APC d'une fibre monomode (connecteur vert). Pour cela, il faut choisir l'embout correspondant pour le microscope et paramétrer correctement le logiciel.



Nous plaçons le détrompeur du connecteur en face du trait de l'embout, ce n'est pas une source laser, et nous pouvons régler le focus du microscope. Une fois le focus réglé, nous pouvons lancer l'analyse.

L'analyse nous donne une image de l'état du connecteur. Au centre, nous voyons un point blanc. Il s'agit du cœur de la fibre monomode de diamètre d'environ 9 micromètres dans lequel l'onde optique se propage. L'analyse a également superposé 4 zones sur l'image. Ces zones sont définies par la norme IEC 61 300-3-35 pour fibre monomode et sont présentées ici dans ce tableau de manière simplifiée.



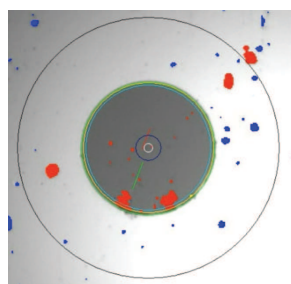
La zone A, zone critique, de diamètre de 0 à 25 micromètres, donc plus que le cœur de la fibre, ne tolère aucune rayure et aucune salissure. La zone B, zone de la gaine optique, de diamètre compris entre 25 et 120 micromètres, tolère de petites rayures et de très petites salissures. La zone C est la zone adhésif, la zone de colle, comprise entre 120 et 130 micromètres. La zone D, la zone de contact, fêrle, de diamètre compris entre 130 et 250 micromètres. La zone C et D tolèrent les rayures, mais ne tolèrent que des salissures de très faible diamètre.

norme IEC 61300-3-35 pour fibre monomode

zone	description	diamètre	rayures	défauts
A	Cœur (Zone critique)	0-25 μ m (plus que le cœur)	aucun	aucun
B	clad (gaine optique)	25-120 μ m	max 10 μ m	max 3 μ m
C	zone adhésif	120-130 μ m	ok	max 10 μ m
D	zone contact	130-250 μ m	ok	max 10 μ m



Ici, l'analyse nous montre un échec : les défauts et rayures non tolérés sont en rouge, et les défauts et rayures tolérés sont en bleu.



Pour nettoyer ce connecteur défectueux, il est possible d'utiliser un stylo de nettoyage, ou une cassette de nettoyage. Dans les 2 cas, un ruban défile à chaque action.

Le stylo de nettoyage permet de nettoyer des connecteurs ou des raccords. Il est préférable d'actionner 2 fois pour un nettoyage efficace.



Pour nettoyer notre connecteur, on place comme ceci et on actionne 2 fois.



Pour utiliser la cassette de nettoyage, on appuie ici, sur ce bouton, on voit le ruban qui défile et on vient nettoyer. Si nous refaisons le test de notre connecteur défectueux, le test est correct.

En résumé, nous savons déjà qu'une liaison optique est fragile, mais elle ne tolère aucune salissure et aucune rayure. Il est important de bien garder les protections des connecteurs "dust cap" et des raccords, mais cela ne suffit pas. Il est essentiel de vérifier l'état des connecteurs et surtout de bien nettoyer avec un crayon nettoyant ou une cassette de nettoyage avant chaque connexion, et systématiquement avant chaque mesure.

Vidéo S4L2 partie1: Mesures d'affaiblissement (partie 1)

Dans ce cours, nous allons nous intéresser à une mesure appelée mesure d'atténuation ou d'affaiblissement ou de perte d'insertion entre deux points afin de vérifier le respect du budget optique de la liaison. Pour faire cette mesure, nous pouvons le faire soit sur un réseau actif avec un wattmètre optique d'insertion, soit sur un réseau non actif avec une source optique et un wattmètre optique.

Avec une source optique et un wattmètre optique

Ici, le réseau est non actif. Pour mesurer l'atténuation entre deux points, nous avons besoin d'une source optique qui émet une puissance émise à une longueur d'onde et d'un récepteur optique qui mesure la puissance reçue à cette même longueur d'onde. Ce récepteur s'appelle un wattmètre optique, ou photomètre ou radiomètre. L'écart entre la puissance émise et la puissance reçue, on va mesurer directement l'atténuation en dB. La source laser est de classe 1M.



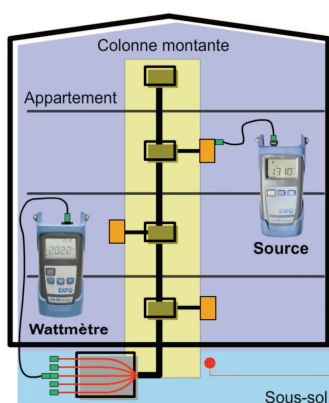
Avant de faire la mesure, on doit vérifier le type de connecteur de la liaison (ici connecteur vert monomode SC/APC), vérifier le type de fibre optique (ici c'est de la monomode G657A2) et connaître la ou les longueurs d'onde de l'application (en réseau FFTH, c'est 1310 nm et 1490 nm. On va faire

les mesures à 1310 nm et 1550 nm qui est une longueur d'onde proche de 1490 nm). Nous pouvons ainsi choisir les jarretières, donc les cordons optiques de même type de fibres et même type de connecteurs que la liaison à étudier, choisir la source optique et le wattmètre optique qui dispose des embouts adaptés, et nettoyer les connecteurs et les embouts avant utilisation.

Nous allons d'abord faire une étape de calibration. La source est éteinte, nous avons connecté les jarretières à la source optique et au wattmètre optique. Nous choisissons unité dB sur le wattmètre. Nous activons la source à la longueur d'onde 1310 nm. Nous vérifions que le wattmètre optique est à la même longueur d'onde, 1310 nm, et nous faisons la référence à zéro, c'est-à-dire la calibration, en appuyant quelques secondes sur le bouton REF.

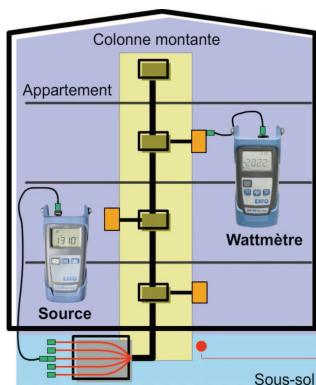


Nous atteignons la source. Nous avons placé la liaison à étudier entre les jarretières. Ici, nous voulons mesurer l'atténuation entre la prise PTO de l'abonné et le PM en bas de l'immeuble. Nous avons donc relié la jarretière de la source optique au niveau de la prise PTO et nous avons relié la jarretière du wattmètre optique au niveau du PM. Nous allumons la source, 1310 nm, et l'atténuation en dB de la liaison PTO/PM s'affiche directement à l'écran du wattmètre optique.



On peut voir 0,75 dB d'atténuation, cette valeur est correcte puisqu'elle ne doit pas dépasser 2 dB en zone très dense. En zone moins dense, la valeur d'atténuation entre le PTO et PM ne doit pas dépasser 3 dB.

En remarque, la propagation n'est pas tout à fait la même dans les deux sens, c'est pourquoi il est préférable, quand cela est possible, de faire la mesure dans les deux sens. Nous avons déjà l'atténuation PTO vers PM. Pour obtenir l'atténuation PM vers PTO, il faut inverser la place des appareils.

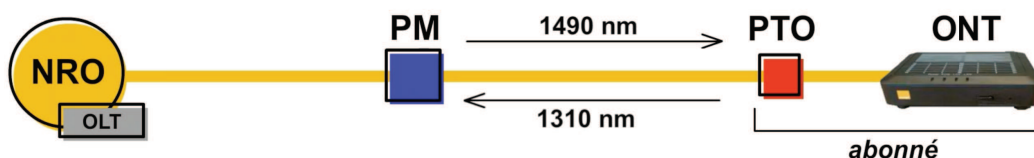


Au niveau du PM, on place la source, et au niveau du PTO, on peut mesurer l'atténuation PM vers PTO sur le wattmètre optique. L'atténuation finale de la liaison est alors obtenue par moyenne des deux valeurs d'atténuation de chaque sens.

Vidéo S4L2 partie2: Mesures d'affaiblissement (partie 2)

Avec un wattmètre optique d'insertion sur un réseau actif

Ici, le réseau est actif à la longueur d'onde 1490 nm dans le sens descendant PM vers PTO, et 1310 nm dans le sens montant PTO vers PM. La source laser en sortie du SFP est ici de classe 1M.

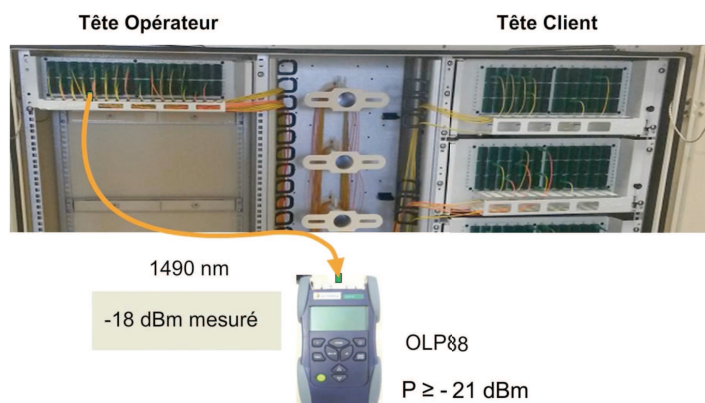


Pour rappel, l'OLT émet toujours. L'ONT, quant à lui, n'émet que s'il reçoit un signal de l'OLT, c'est à dire si et seulement si l'ONT est installée avec jarretières connectées au PTO du client.

L'objectif de cette mesure est de vérifier le budget optique entre le PM et le PTO, en mesurant l'écart entre la puissance mesurée au niveau du PM et la puissance mesurée chez l'abonné au niveau de la prise terminale PTO. Cette mesure permet également de vérifier les puissances émises et reçues chez l'abonné au niveau du PTO.

Mesure au PM – Cas PM au SRO

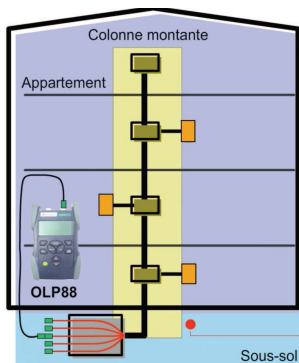
On se place d'abord au PM, ici c'est une armoire de rue. On place le wattmètre à l'aide de la jarretière optique du PM. On choisit dBm, puisqu'on mesure une puissance. On mesure la puissance à 1490 nm. Cette puissance mesurée au niveau du PM doit être supérieure ou égale à moins 21 dBm.



Ici, on mesure -18 dBm. Une fois la mesure faite, on branche la jarretière côté client et on va chez l'abonné pour faire la mesure au niveau du PTO.

Mesure au PM – Cas PM en bas de l'immeuble

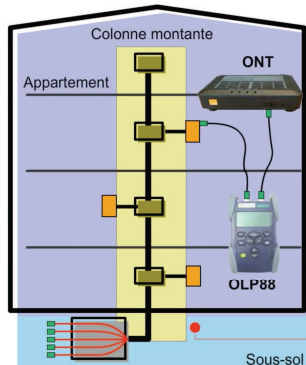
Ici, on est en zone très dense-haute densité, le PM est en bas de l'immeuble. Nous prenons le même appareil que précédemment, l'OLP 88 et nous plaçons notre jarretière en sortie OLT, et nous branchons la jarretière sur le PM. On mesure la puissance en dBm à 1490nm puisqu'on est dans le sens OLT vers l'abonné. La valeur mesurée au niveau du PM à 1490nm doit être supérieure ou égale à -21 dBm.



La valeur mesurée ici à -22dBm ne convient pas. Il aurait fallu trouver -21dBm, ou -20dBm, ou -18 dBm. Une fois la mesure faite, on branche la jarretière côté client et on va au PTO client.

Mesure au PTO chez l'abonné

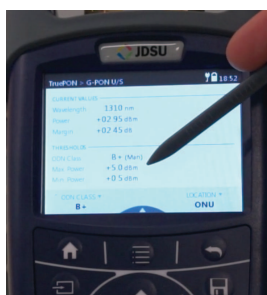
Chez l'abonné, on va placer le wattmètre entre la prise PTO et l'ONT de l'abonné. Pour cela, on prend la jarretière qui relie l'ONT et le PTO et on la place à la sortie OLT du wattmètre optique. On prend une jarretière qu'on va placer à la sortie ONT du wattmètre et qu'on relie ici à l'ONT.



La puissance reçue de l'OLT, donc à 1490nm, doit être supérieure ou égale à -23 dBm.

Nous pouvons mesurer l'atténuation entre le PM et le PTO en mesurant l'écart entre la puissance mesurée précédemment au PM et la puissance mesurée ici au PTO client. L'écart entre ces 2 puissances ne doit pas excéder 2 dB en zone très dense et 3 dB en zone moins dense.

Nous pouvons également, chez l'abonné, mesurer la puissance émise par l'ONT. Cette puissance est émise à 1310 nm et elle doit être comprise entre 0,5 dBm et 5 dBm.



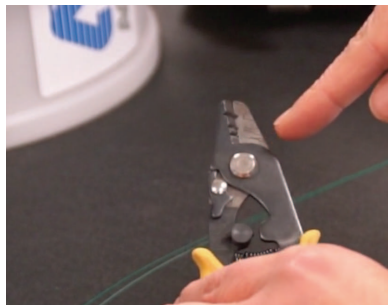
Ici, nous mesurons une puissance de 2,96 dBm.

Vidéo S4L3 : Utilisation d'une soudeuse cœur à cœur

Dans ce cours, nous allons faire une épissure par fusion, c'est-à-dire souder deux fibres, (ici deux fibres monomode) à l'aide, dans un premier temps, d'une soudeuse cœur à cœur sans support, puis nous dirons quelques mots sur les soudeuses cœur à cœur avec support, et les soudeuses gaine à gaine.

Sans support

Pour effectuer cette épissure par fusion, je vais d'abord vous présenter le matériel nécessaire. Nous allons utiliser deux morceaux de fibres monomode 9/125 micromètres. Dans cet exemple, cette fibre n'a que la protection de couleur à 250 micromètres. Nous avons également une pince à dénuder pour enlever la protection, c'est une pince trial avec trois positions pour enlever les protections de la fibre : à 3 millimètres, à 900 micromètres et à 250 micromètres ;



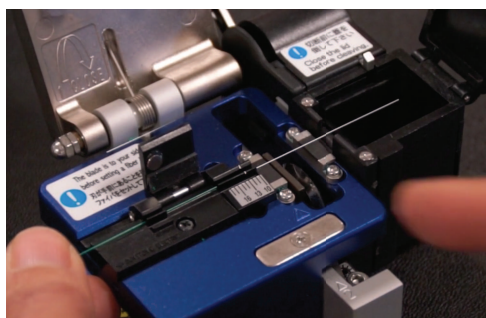
un nettoyeur et les lingettes non pelucheuses ; une cliveuse pour préparer la fibre, c'est-à-dire pour couper la fibre avec un angle droit (cette opération est très importante, car seuls les angles de moins de 2 ° d'écart seront acceptés par la soudeuse) ; un smouv, manchon thermo rétractable, pour protéger la soudure ; et une soudeuse, ici, la T-39 de Sumitomo.

Après avoir allumé la soudeuse, une auto inspection permet de vérifier le bon fonctionnement de l'appareil. Il faut vérifier également que l'arc de test a été fait et paramétrer, si ce n'est pas déjà fait, en indiquant le type de fibres à souder et la longueur du smouv. Ici, nous avons sélectionné fibre monomode et smouv de 60 millimètres.

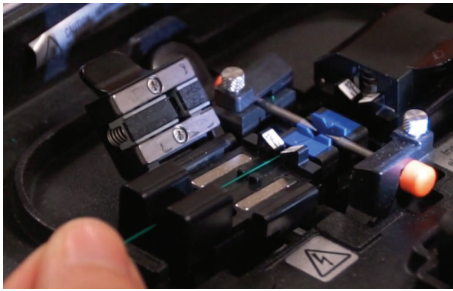
Nous utilisons la pince trial pour dénuder la fibre sur une longueur d'environ 2,5 à 3 centimètres. Ici, la fibre n'a que la protection de couleur à 250 micromètres, nous allons utiliser donc la dernière position la pince trial.

Ensuite, nous allons nettoyer la fibre à l'aide d'un produit ou des lingettes pour enlever les derniers résidus. Il faut faire chanter la fibre.

Maintenant, nous allons cliver la fibre, pour cela, il faut ouvrir la poubelle, armer la cliveuse afin de positionner correctement la lame puis poser la partie de la fibre avec la limite de la protection couleur juste à la limite ici au numéro 10. Il faut fermer partiellement la poubelle, fermer le clapet et cliver. À noter que le morceau de fibre coupé tombe dans la poubelle de récupération et ici, c'est une cliveuse sans support.

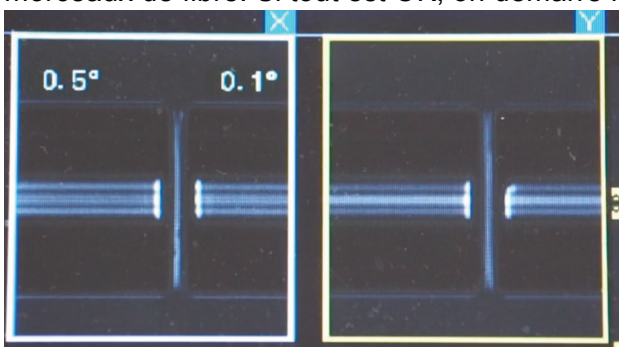


Nous soulevons le couvercle de la soudeuse ainsi que le clapet, et nous venons poser la fibre près des électrodes, mais sans dépasser ; la partie en couleur est au niveau du numéro 10.

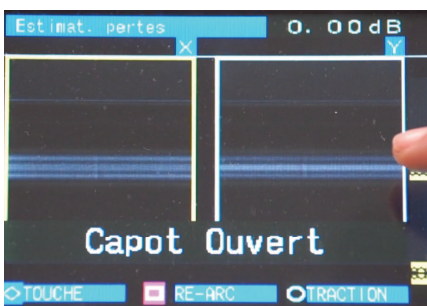


Nous allons faire la même opération pour l'autre morceau de fibre, juste avant, nous passons d'abord le smouv et puis ensuite, nous allons dénuder, nettoyer, cliver et poser ce second morceau de fibre près des électrodes. Les moteurs de la soudeuse rapprochent les morceaux de fibre, un arc de nettoyage nettoie les derniers résidus.

Vous visualisez les morceaux de fibres selon l'axe X et l'axe Y, qui sont des axes d'observation au-dessus et sur le côté, afin de bien examiner les angles de clivages et les alignements des deux morceaux de fibre. Si tout est OK, on démarre la soudure.

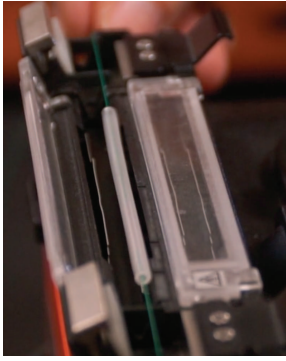


Vous pouvez visualiser les alignements des cœurs, il ne doit pas y avoir de défauts, comme une bulle, un trait noir, un décalage.

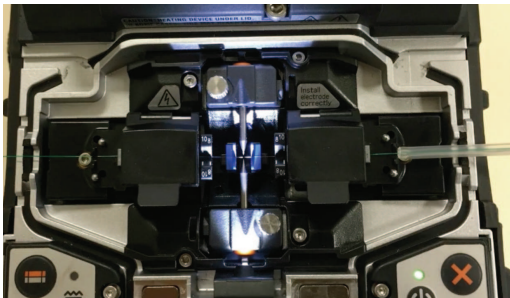


L'appareil affiche une estimation des pertes. Cette estimation de perte est calculée uniquement selon l'alignement des cœurs que l'on peut voir ici : on observe la gaine et les cœurs en X et Y. Cet alignement n'est pas la vraie valeur d'atténuation d'épissure, c'est le cas le plus optimiste. Sur le terrain, si l'estimation de perte est supérieure à 0,1 dB voire 0,07dB, il faut recommencer l'épissure. Si tout est OK, nous pouvons ouvrir le four et soulever les clapets. Une force de traction va venir vérifier la solidité de la soudure. Si la soudure casse, il sera peut-être nécessaire de refaire un nouvel arc pour recalibrer les électrodes et la température de fusion.

Ensuite, on vient faire glisser le smouv sur la soudure. Le four ouvert, nous allons placer le smouv au centre du four et on ferme en appuyant juste avec les fibres. Le four se déclenche automatiquement. Après le bip, on sort l'épissure et on pose à l'arrière de la soudeuse pour refroidissement.

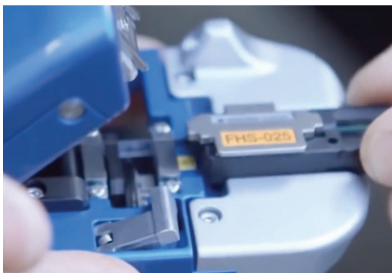


Aujourd'hui, il existe une nouvelle soudeuse comme la T71 ou T72, pour lesquels il est possible de bloquer le smouv sur le côté avec le couvercle de la soudure.

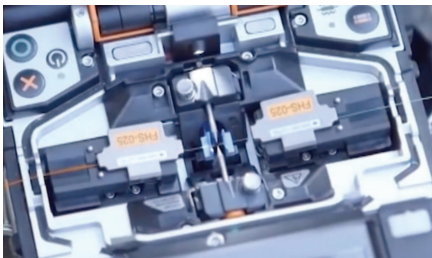


Avec support

Il existe également des soudeuses cœur à cœur avec support. Pour cela, on place la fibre dans le support, puis ce support avec la fibre est inséré directement dans la cliveuse, exemple la cliveuse FC7.



Ensuite, on reprend une fois clivé, on reprend le support avec la fibre et on le place dans la soudeuse, exemple, la soudeuse 71C.



Une fois les morceaux de fibres soudés, nous procédons comme précédemment, nous enlevons les fibres, nous plaçons le smouv sur l'épissure et on insère dans le four.

Il existe un troisième type de soudeuse : les soudeuses gaine à gaine. Par exemple, la Sumitomo T201. L'alignement et estimation des pertes se fait cette fois-ci par rapport aux gaines des deux fibres et non par rapport au cœur. Cette soudeuse peut être utilisée dans la partie raccordement, appelé également D3.