

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



**المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique**

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

**En vue de l'obtention du
Diplôme d'ingénieur d'état en Génie Mécanique**

Thème:

**ETUDE DE MONTAGE DEMONTAGE ET
QUALIFICATION D'UNE SONDE FLOSCAN IMAGER
EN VUE DE SON INDUSTRIALISATION**

Proposé par

Schlumberger

Responsable de stage

Mr. R.Eloundou

Encadreur

Mr. M.Aït-Ali

Présenté par

Bencharif Fella

PROMOTION 2004-2005

Je dédie ce travail:

A mes chers parents pour leurs sacrifices, leurs encouragements et leurs dévouements,

A ma sœur Amina et mes deux frères Billal et Toufik,

A mes amis : Ziana, Imène, Narymane, Nadia, Fouad, Malya, Sara, Sihem,

Ainsi qu'à toutes les personnes que j'ai pu oublié.

REMERCIEMENTS.

Je remercie M. M. Ait Ali pour ses conseils, son aide précieuse et particulièrement pour sa disponibilité quant à l'élaboration de ce rapport.

Je remercie profondément Mr Larbi de m'avoir fait l'honneur de présider le jury.

Mes remerciements vont aussi à Mr Benbraïka et Mr Bennour pour avoir accepté de juger ce travail.

Ma profonde gratitude va à toutes les personnes ayant contribué à ma formation.

Je tiens à remercier mon maître de stage M. Raynald Eloundou, pour la confiance qu'il a eu en moi en me donnant des responsabilités aussi importantes et en me laissant une aussi grande marge de décision, pour m'avoir permis de voir et d'apprendre ce qu'était le travail d'un ingénieur en entreprise et d'y participer pleinement et surtout pour sa patience.

Un grand merci à M. Dominique Sabina pour toutes les explications théoriques et pratiques qu'il a bien voulu me donner avec une grande générosité et patience et grâce auquel j'ai acquis beaucoup de connaissances dans le domaine de la « mécatronique ».

Merci à M. Remi Marcus pour la place qu'il m'a offerte dans son équipe et pour m'avoir donnée la chance de prolonger mon stage et d'apprendre plus.

Merci à M. Nicolas Bouret pour tous le temps qu'il m'a consacré en production.

ملخص

أنجز هذا العمل في إطار اتفاقية تعاون بين المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات و شركة شلومبيرجي و ذلك خلال تربص بالمركز التقني لكلمار؛ بفرنسا. الهدف من هذا العمل يتمثل في إتمام الملفات التقنية الخاصة بتركيب أداة قياس "قلوسكان إيماجر" داخل أبار بيتر ول مائلة بهدف تحديد طبيعة السوائل و سرعتهم. خلال هذا العمل تم كذلك تحديد إجراءات تفكيك و تركيب أداة القياس وتعيير السلسلة الضوئية. كل هذه الإجراءات دونت في دليل الصيانة للأداة. الكلمات المفتاحية إجراءات، تأهيل، صيانة، ضوئي.

Résumé

Ce projet de fin d'études a été réalisé dans le cadre de la convention de coopération entre l'Ecole Nationale Polytechnique et la société Schlumberger. Il a fait l'objet d'un stage avec prise en charge au centre technologique de Clamart SRPC. Le travail réalisé a consisté, d'une part à mettre à jour les spécifications techniques de montage de l'outil FloScan Imager (utilisé dans les puits de pétrole déviés et horizontaux pour déterminer les phases de fluide en présence et mesurer leurs vitesses) et, d'autre part, à établir les différentes procédures de montage/ démontage de l'outil ainsi qu'un diagnostic complet de la partie optique de l'outil qui ont été incorporés dans le manuel de maintenance.

Mots clés : FSI, Spécifications, Qualification, Maintenance, Optique.

Abstract

This project has been undertaken within the Ecole Nationale Polytechnique-Schlumberger cooperation agreement. It has been a subject of an internship of four months and a half at the Schlumberger technological SRPC center in Clamart France. The work which has been completed consisted on one hand, in updating the assembly technical specifications of the FloScan Imager (which is a production logging tool used in deviated and horizontal wells to determine the fluid phases and their velocities), and on the other hand in establishing the different disassembly/assembly procedures of the tool as well as a complete troubleshooting procedure of the tool optical chain that were incorporated in the maintenance manual.

Key words: FSI, Specifications, Qualification, Maintenance, Optic.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	2
ACRONYMES.....	8
SYMBOLES.....	8
1 AVANT PROPOS.....	9
1.1 PRESENTATION DE SCHLUMBERGER.....	9
1.2 LES DIFFERENTES ETAPES DE L'EXPLOITATION D'UN GISEMENT DE PETROLE.....	10
1.2.1 <i>Formation des hydrocarbures.....</i>	<i>10</i>
1.2.2 <i>Exploration, forage et mise en production éventuelle.....</i>	<i>10</i>
1.2.2.1 Détermination de l'emplacement du forage par les services de sismique.....	10
1.2.2.2 Réalisation du forage/mesures en cours du forage par les services de forage.....	11
1.2.2.3 Evaluation du réservoir d'hydrocarbures par les services de logging.....	11
1.2.2.4 Evaluation de la capacité, logging, essais et mise en production des puits.....	11
1.2.3 <i>Les différents types de puits.....</i>	<i>12</i>
1.2.4 <i>Les diagnostics des puits et anomalies de production.....</i>	<i>12</i>
1.3 OBJECTIFS DU STAGE.....	13
2 PROBLEMATIQUE DES PUITES DEVIES.....	15
3 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU FSIS.....	17
3.1 LE MODULE SONDE FSIS.....	17
3.1.1 <i>Capteurs Optiques.....</i>	<i>19</i>
3.1.1.1 Principe physique.....	19
3.1.1.2 Chaîne optique.....	20
3.1.1.2.1 Carte optoélectronique.....	21
3.1.1.2.2 Coupleurs optiques.....	24
3.1.1.2.3 Traversée optiques.....	25
3.1.1.2.4 Extensions optiques.....	25
3.1.1.2.5 Les capteurs optiques.....	26
3.1.2 <i>Capteurs électriques.....</i>	<i>28</i>
3.1.3 <i>Les capteurs de vitesse Mini-hélices (MS).....</i>	<i>29</i>
3.2 LE MODULE HYDRAULIQUE FSIM.....	30
3.2.1 <i>Le vérin hydraulique.....</i>	<i>31</i>
3.2.2 <i>Le module hydraulique et le piston de compensation.....</i>	<i>33</i>
3.2.2.1 Module hydraulique.....	33
3.2.2.2 Piston de compensation.....	35
3.2.2.3 Châssis électronique.....	36
3.2.3 <i>Circuit hydraulique.....</i>	<i>36</i>
4 TRAVAUX ET CONTRIBUTIONS AU PROJET FSIS.....	38
4.1 CONTRIBUTION A LA MISE A JOUR DU MANUEL DE MAINTENANCE.....	38
4.1.1 <i>Schéma de démontage de la sonde FSIS.....</i>	<i>39</i>
4.1.2 <i>Schéma de démontage du module hydraulique FSIM.....</i>	<i>40</i>
4.1.3 <i>Calibration de la chaîne optique.....</i>	<i>40</i>
4.2 SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE MONTAGE DE L'OUTIL.....	43
4.2.1 <i>Spécification technique de montage de la sonde FSIS.....</i>	<i>43</i>
4.2.2 <i>Spécification technique de montage du module hydraulique FSIM.....</i>	<i>43</i>
4.3 CONTRIBUTION AU RAPPORT DE QUALIFICATION.....	46
4.4 TEST DES COUPLEURS OPTIQUES.....	48
5 CONCLUSION.....	51
ANNEXE 1 : PHASES D'EXPLOITATION D'UN PUITES DE PETROLE.....	52

ANNEXE 2 : GESTION DU PROCESSUS DU DEVELOPPEMENT DE L'OUTIL	53
ANNEXE 3 PROCEDURES DE MONTAGE/DEMONTAGE DU MANUEL DE MAINTENANCE	54
ANNEXE 4 PROCEDURE DE MONTAGE/DEMONTAGE DU FSIM	71
ANNEXE 5 MONITORING AND TROUBLESHOOTING OF THE OPTICAL CHAIN	88
ANNEXE 6 SYNOPTIQUE DE REGLAGE DE LA CHAINE OPTIQUE.....	97
ANNEXE 7 EXTRAITS DE LA SPECIFICATION DE MONTAGE DU FSIS.....	98
ANNEXE 8 EXTRAITS DE LA SPECIFICATION DE MONTAGE DU FSIS (SCISSION DE L'OUTIL)	
	103
ANNEXE 9 EXTRAITS DE LA SPECIFICATION DE MONTAGE DU FSIM	109
ANNEXE 10 TEST FONCTIONNEL DU PISTON	114
ANNEXE 11 EXTRAIT DU RAPPORT DE QUALIFICATION.....	115

Table des figures

Figure 1 : Illustration des régimes d'écoulement : différentes déviations pour un même débit	15
Figure 2 : Réponses attendues d'un outil capable de mesurer les « holdup » ainsi que les vitesses en différents points d'une section donnée du puits	16
Figure 3 : FloScan Imager Tool FSIT	17
Figure 4 : Log up	18
Figure 5 : Log down	18
Figure 6 : Vue générale de la sonde FSIS	18
Figure 7 : Capteur optique	19
Figure 8: Réflexion et réfraction par une surface polie séparant deux milieux homogènes et isotropes	20
Figure 9 : Chaîne optique	21
Figure 10 : Carte optoélectronique	21
Figure 11 : Principe du capteur optique	22
Figure 12 : Signal obtenu par le capteur	23
Figure 13 : Schéma d'un coupleur optique	24
Figure 14 : Traversées optiques	25
Figure 15 : Extension optique	26
Figure 16 : Capteur optique	26
Figure 17 Lumière réfléchi en fonction de l'indice de réfraction du milieu	27
Figure 18 : Capteur électrique	28
Figure 19 : Signal obtenu par un capteur électrique	29
Figure 20 : Mini-hélice	29
Figure 21 : Coupe longitudinale du capteur de vitesse mini-hélice	30
Figure 22 : Module hydraulique FSIM	30
Figure 23 : Coupe du vérin hydraulique	31
Figure 24 : Module 1	31
Figure 25 : Module 2	32
Figure 26 : Système de verrouillage	32
Figure 27 : Ensemble module hydraulique et piston de compensation	33
Figure 28 : Vue extérieur et coupe longitudinale du module hydraulique	33
Figure 29 : Zone d'utilisation du moteur	34
Figure 30 : Vue éclatée du piston de compensation	35
Figure 31 : Châssis électronique	36
Figure 32 : Schéma du circuit hydraulique du FSIM	36
Figure 33 : Action du vérin sur les bras de la sonde FSIS	37
Figure 34 : Organigramme de montage de la sonde FSIS	39
Figure 35 : Organigramme de montage du module FSIM	40
Figure 36 : Extrémité coupleur photodiode	41
Figure 37 : Extrémité coupleur optique LED	42
Figure 38 : Organigramme de montage mécanique	44
Figure 39 : Organigramme de montage électronique	45
Figure 40 : Nouveau capteur de rotation	46
Figure 41 : Courbe de tests en pression et température	47
Figure 42 : Schéma de test d'un coupleur optique	48

Figure 43 : Voie abîmée par écrasement	50
Figure 44 : Voie abîmée par écrasement	50

ACRONYMES

EP : capteur électrique.

FSIT : FloScan Imager Tool.

FSIS : FloScan Imager Sonde.

FSIM : FloScan Imager Module hydraulique.

LED : Light Emitting Diode.

MS : Mini-hélice.

OP : capteur optique.

SYMBOLES

i : angles d'incidence.

i' : angle de réfraction.

n : indice de réfraction.

θ : angle limite de réflexion [°].

λ : longueur d'onde [nm].

1 AVANT PROPOS

Ce projet de fin d'études d'ingénieur a été réalisé dans le cadre de la convention de coopération entre l'Ecole Nationale Polytechnique et la société Schlumberger qui a offert pour l'année universitaire 2004/2005 trois stages dans son centre technologique de Clamart, France.

1.1 Présentation de Schlumberger

Schlumberger est un groupe multinational créé en 1927 par deux frères français **Conrad et Marcel Schlumberger**. Implanté aujourd'hui dans une centaine de pays, ce groupe compte 65000 employés de 140 nationalités différentes.

Un des principaux secteurs, celui des Services Pétroliers (Oilfield Services), fournit à l'industrie du pétrole une large gamme de services allant de l'exploration à la mise en production des gisements d'hydrocarbures.

Ce secteur emploie 30000 personnes et est composé de 6 groupes de services:

Services "Sismique" : établissent la carte géologique, détectent et analysent la couche de pétrole.

Services "Forage" : mettent en place les opérations de forage des puits et guident ces opérations en informant les foreurs sur l'état géologique.

Services "Logging" : déterminent le potentiel des puits et contrôlent le forage à l'aide des outils de mesures.

Services "Cimentation" : installent un "casing" en acier (chape qui habille le puits) et le cimentent.

Services "Tests et production": perforent le casing après la cimentation. Ils évaluent la quantité et la qualité de pétrole et du gaz que peut produire le puits.

Services "Computing et management" : fournissent aux clients les équipements pour optimiser et contrôler la production.

1.2 Les différentes étapes de l'exploitation d'un gisement de pétrole

1.2.1 Formation des hydrocarbures

Les hydrocarbures sont le résultat de réactions chimiques de matières organiques mélangées à des sédiments. Ces réactions très lentes ne conduisent à la production d'hydrocarbures qu'après des millions d'années. Durant cette période, les sédiments sont compactés et deviennent une matière poreuse. Lorsque celle-ci est surmontée d'une couche de roche imperméable, cette structure peut devenir un réservoir à pétrole.

Il faut donc localiser le réservoir, forer, puis déterminer s'il est exploitable ou non. Les critères de décision sont la quantité d'hydrocarbures présents et les conditions d'extraction.

Dans la recherche de nouvelles réserves d'hydrocarbures, chaque projet est unique. Bien que les problèmes de base soient toujours les mêmes, les processus de mise en œuvre sont complexes. Les Services Pétroliers effectuent les mesures nécessaires à la solution de ces problèmes à chaque étape de la vie d'un réservoir.

1.2.2 Exploration, forage et mise en production éventuelle

Les différentes activités d'exploration géophysique et de forage de puits verticaux ou déviés sont schématisées en annexe I.

1.2.2.1 Détermination de l'emplacement du forage par les services de sismique

Cette étape consiste essentiellement à émettre à partir de la surface (terrestre ou marine) des ondes acoustiques réfléchies par les différentes couches géologiques ; les temps de traversée de celles-ci sont convertis en profondeurs afin de situer l'emplacement du puits et d'établir son programme de forage.

1.2.2.2 Réalisation du forage/mesures en cours du forage par les services de forage

Le programme de forage consiste à réaliser un trou de diamètre décroissant et dont la profondeur finale peut dans certains cas atteindre 10000m. Les mesures à réaliser en cours de forage (résistivité, azimuth, angle de déviation,...) informent le foreur en temps réel de la direction, du type de formation géologique traversée, de la progression du forage et améliorent la sécurité. Pour un réservoir d'épaisseur donnée, le forage de puits déviés permet d'augmenter la production par puits, donc de réduire le nombre de puits à réaliser pour un objectif de production fixé. Ainsi, de plus en plus de puits sont forés fortement déviés et parfois même horizontaux. Dans les réservoirs situés dans des zones offshore cela permet de limiter le nombre de plateformes qui sont de réalisation coûteuse.

1.2.2.3 Evaluation du réservoir d'hydrocarbures par les services de logging

Après les estimations permises par la géologie et la géophysique, les compagnies pétrolières se basent sur les résultats de logging réalisés durant le forage pour affiner et obtenir une évaluation précise des potentiels de production d'hydrocarbures. A cet effet, des instruments dits de « logging », de plus en plus perfectionnés sont descendus (en wireline) dans les puits à l'extrémité d'un câble conducteur. Certains de ces outils sont conçus et développés au centre de Clamart pour Schlumberger. Ces services interviennent à d'autres étapes de la vie du puits et notamment pendant la production pour la maintenance ou la remise en état des puits.

1.2.2.4 Evaluation de la capacité, logging, essais et mise en production des puits

Durant le forage, des tubes d'acier appelés « casing » de diamètres de plus en plus petits sont descendus au fond du puits et vissés les uns aux autres. Ils sont destinés à consolider le forage et à en empêcher l'effondrement des parois. Ils sont fixés par cimentation dans le trou de forage. Après la mise en place des casings et si les résultats de l'évaluation du potentiel de production réalisés précédemment sont positifs, on installe un tube central appelé « tubing » de diamètre intérieur de 3 à 5'' permettant la mise en test et la production éventuelle du puits.

L'étanchéité de la jonction est assurée par un bouchon ou « packer ». Les outils sont descendus dans le tubing au bout d'un câble conducteur grâce à un treuil. Le câble permet de transmettre les informations aux équipements d'enregistrement installés en surface.

1.2.3 Les différents types de puits

Il existe différents types de puits en fonction des caractéristiques de gisements : les puits d'exploration, les puits de production et les puits d'injection.

- Les puits de production.

Dans les puits de production, la pression initiale du réservoir est souvent suffisante pour permettre au pétrole de remonter jusqu'à la surface. Ce type de puits, dit éruptif, est mis en production en perforant le casing et la formation adjacente à l'aide de charges creuses explosives au niveau du réservoir ; ces perforations permettent au mélange d'hydrocarbures de pénétrer à l'intérieur du casing et de remonter à la tête du puits par le tubing. Ces perforations sont nombreuses et se font à des profondeurs différentes en fonction des couches exploitables.

- Les puits d'injection.

Il existe des puits dans lesquels on injecte de l'eau, du gaz naturel sous pression à la base du gisement pour maintenir la pression du réservoir à des valeurs permettant une production éruptive. Ces puits d'injection permettent d'augmenter le taux de récupération, donc la production totale cumulée d'un gisement. Ils sont réalisés au fur et à mesure du « vieillissement » du gisement lorsque sa pression résiduelle ne suffit plus à faire remonter le pétrole en surface. L'injection d'eau ou de gaz pour maintenir la pression du réservoir, afin d'augmenter le taux de récupération cumulé d'hydrocarbures, est adaptée à la nature particulière de celui-ci.

1.2.4 Les diagnostics des puits et anomalies de production

Lors de l'exploitation d'un gisement, les puits produisent des mélanges d'eau, d'huile et de gaz selon la nature et les particularités du réservoir. La préoccupation principale est de limiter dans le temps à la fois la chute de pression dans le réservoir et la production d'eau. Lorsque la production d'eau devient excessive, il faut en déterminer l'origine. L'ingénieur réservoir fait

alors appel aux opérations de « logging » que nous avons déjà décrites à l'étape précédente. Elles apportent ainsi des informations détaillées sur le débit et les proportions relatives des différentes phases présentes in situ. Dans le cas où une forte augmentation du débit d'eau est observée, l'ensemble des relevés et des tracés donnés par l'outil (log) permet de localiser la zone d'entrée d'eau. Ces entrées excessives sont supprimées en coulant un bouchon en ciment sur les perforations incriminées.

1.3 Objectifs du stage

L'objectif assigné en projet de fin d'études est de répondre à l'offre de stage faite par la société Schlumberger, département « Cased Hole Products » au centre de production SRPC (Schlumberger Riboud Product Center) de Clamart. Ce stage consiste à participer au sein de l'équipe engineering du projet FSI à *travailler sur l'industrialisation de l'outil et son transfert vers la production*. Ce centre SRPC compte environ 500 employés ; c'est à la fois un centre d'engineering et un centre de production ; de plus il assure le support technique des équipes de terrain.

L'activité du centre se divise en deux secteurs: les études et la production.

Les études ont pour objectif de concevoir, développer et industrialiser de nouveaux produits et d'améliorer les outils existants.

La production a pour objectif la fabrication d'outils de mesure.

Ce stage s'est déroulé du 19 Avril au 31 Août 2005 ; initialement il devait prendre fin au 08 Juillet 2005.

Les tâches principales qui m'ont été confiées initialement dans le cadre de ce projet ont consisté à reprendre et à compléter les spécifications techniques de montage de l'outil et à qualifier les capteurs de rotation. Elles ont par la suite été étendues afin de :

- Rédiger une partie des spécifications techniques de montage de l'outil utilisées par la production à partir des modifications apportées à l'outil d'une part par le service engineering et d'autre part par le service production. Les modifications du service engineering consistent d'une part en un nouveau test de la chaîne optique pour la sonde FSIS et, d'autre part en une procédure de remplissage et un test fonctionnel du

piston pour le module hydraulique FSIM, tandis que celles du service production ont porté sur le processus de production (chaîne de test, et scission de la sonde FSIS en partie mécanique et partie électronique).

- Rédiger les procédures de montage et de démontage du FSIS et du FSIM, établir et rédiger une procédure de réglage de la chaîne optique ainsi qu'un synoptique synthétisant les étapes de réglage pour le manuel de maintenance de l'outil.
- Suivre la qualification du nouveau design des capteurs de rotation MCM et intégrer la qualification de l'outil scindé dans le rapport de qualification global.
- Effectuer des tests en atténuation des coupleurs et des traversées optiques.

2 PROBLEMATIQUE DES PUIITS DEVIES

Effectuer des mesures dans les puits déviés ou horizontaux a toujours été un défi. Les outils conventionnels de mesure (production logging) développés pour les puits verticaux ne permettent pas de donner des réponses effectives quand ils sont confrontés aux écoulements complexes et multiphasiques des puits fortement déviés et horizontaux. Contrairement aux puits verticaux où les écoulements sont à phases mélangées et où les mesures sont globales, les écoulements rencontrés dans les puits déviés sont à phases séparées : huiles, eau et gaz à cause des effets de la gravitation. Dans ce cas il est nécessaire de localiser l'étendu des phases en présence et de faire des mesures sur chacune d'elle.

Schlumberger a développé un outil appelé FloScanImager (FSI) qui permet actuellement une analyse complète des écoulements complexes et multiphasiques rencontrés dans les puits déviés et horizontaux. Cet outil est capable de déterminer en temps réel les proportions et la nature des fluides présents dans un écoulement triphasique (eau, huile et gaz) dans ces puits.

Les mesures sont réalisées grâce à une série de capteurs: les mini-hélices pour les mesures de vitesses, les capteurs optiques pour la discrimination des phases liquide et gazeuse, les capteurs électriques pour la distinction de l'eau.

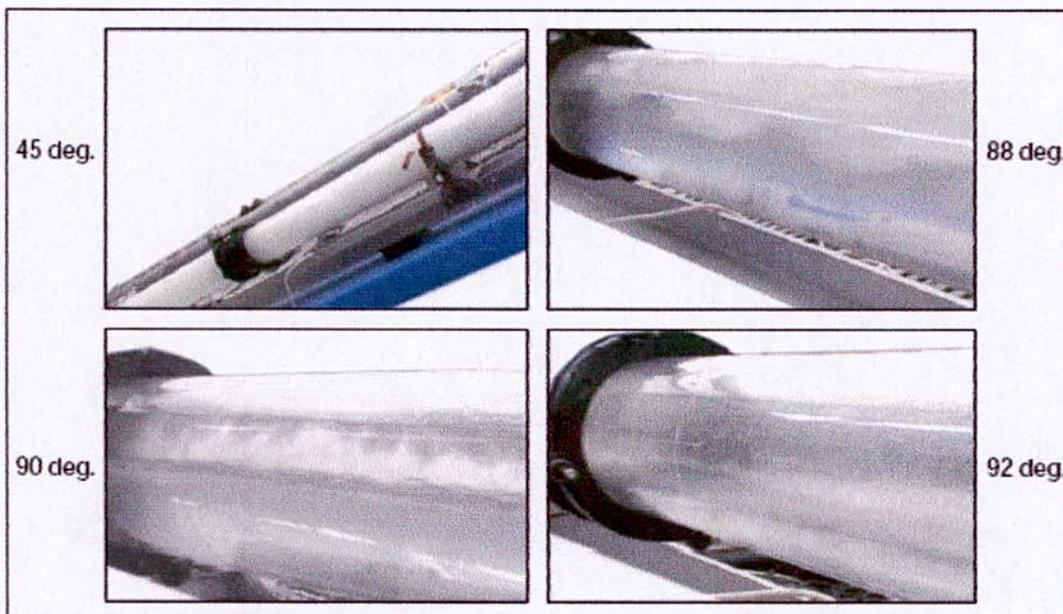


Figure 1 : Illustration de la cartographie d'écoulement : différentes déviations pour un même débit

Les écoulements dans les puits déviés peuvent être très complexes, avec des re-circulations, ou des stratifications. La figure 1 ci-dessus illustre la cartographie d'écoulement en fonction de l'angle de déviation du puits (45, 88, 90 et 92 degrés par rapport à la verticale); les débits sont identiques pour les 4 déviations.

Le FSI permet de déterminer la nature de ces fluides, de mesurer leurs proportions (holdup) et leurs vitesses en différents points le long du puits pour une section donnée comme le montre la figure 2 ci-dessous (l'eau est représentée en bleu, l'huile en vert et le gaz en rouge)

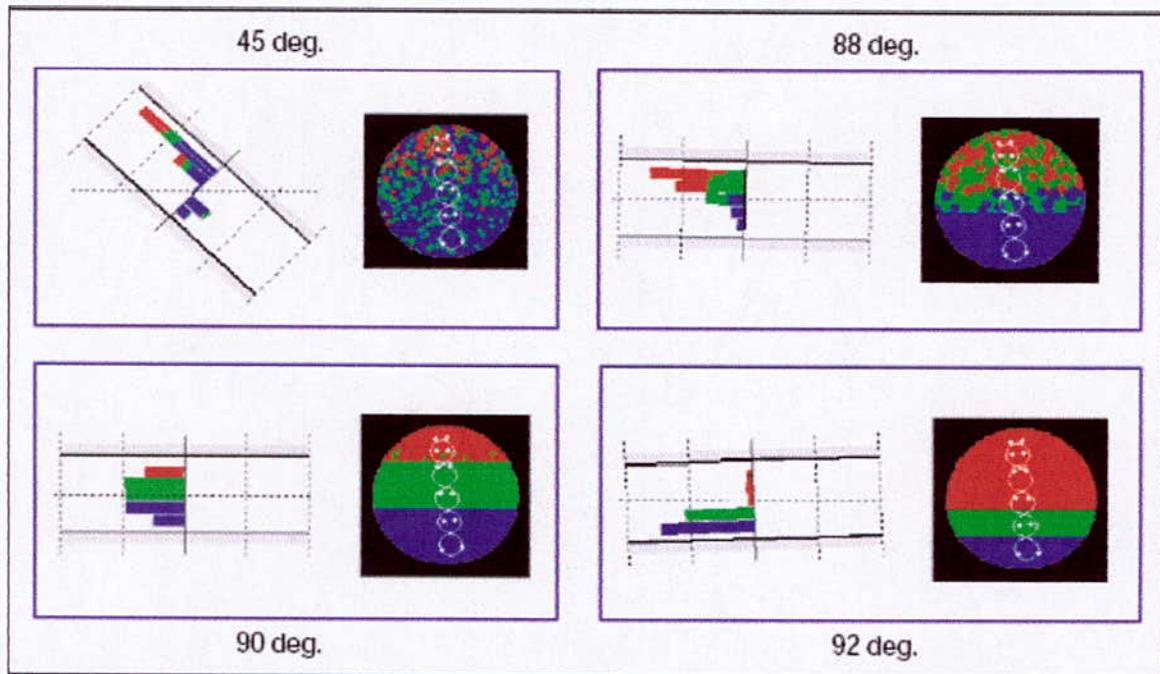


Figure 2 : Réponses attendues d'un outil capable de mesurer les « holdup » ainsi que les vitesses en différents points d'une section donnée du puits

3 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU FSI

Le FloScan Imager (FSI), illustré en figure 3 ci-dessous, est composé principalement de deux modules: la sonde FSIS qui comprend une partie mécanique avec les deux bras rétractables et une partie châssis électronique ; le module hydraulique FSIM à la gauche de la figure 3 ci-dessous permet l'ouverture et la fermeture des bras de l'outil.

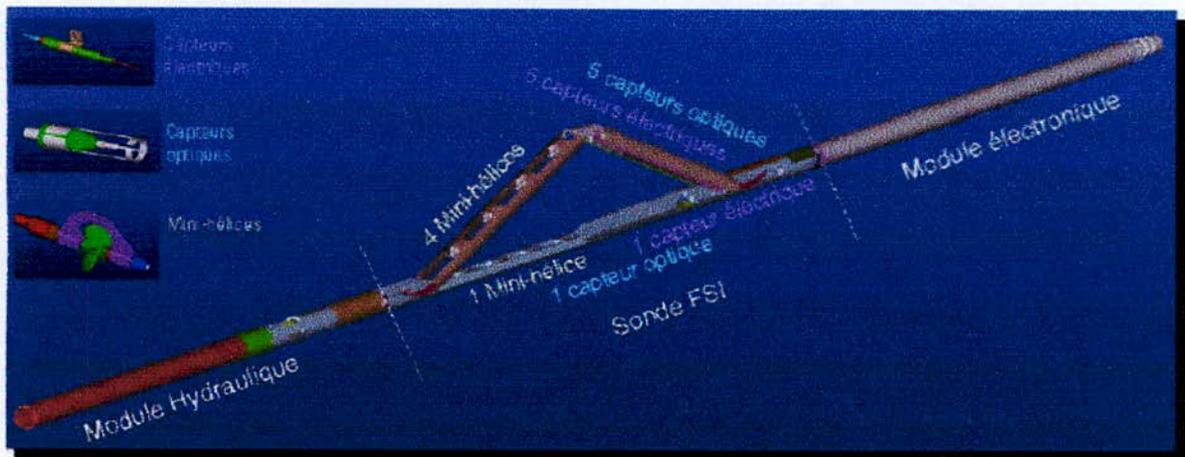


Figure 3 : FloScan Imager Tool FSIT

3.1 Le module sonde FSIS

La sonde comprend deux bras rétractables qui s'adaptent au diamètre du puits (grâce à quatre ressorts à lames) sur lesquelles sont disposés les différents capteurs, un support en acier inoxydable comprenant une mini hélice (MS), un capteur optique (OP), un capteur électrique (EP), et une série de cartes électroniques reliées à un PC en surface qui permet l'acquisition des données mesurées par les capteurs.

Le **bras rétractable** permet de garder l'outil fermé en le descendant dans les puits et de l'ouvrir une fois qu'il est au fond avec le module hydraulique FSIM. Ce bras est composé de deux parties :

- **une partie aval** portant cinq capteurs optiques (OP) et cinq capteurs électriques (EP), disposés de façon symétrique le long du bras.
- **une partie amont** portant quatre capteurs mini hélices (MS).

Les figures 4 et 5 ci-dessous illustrent l'adaptation des bras au diamètre du puits en monté ou en descente grâce aux ressorts.

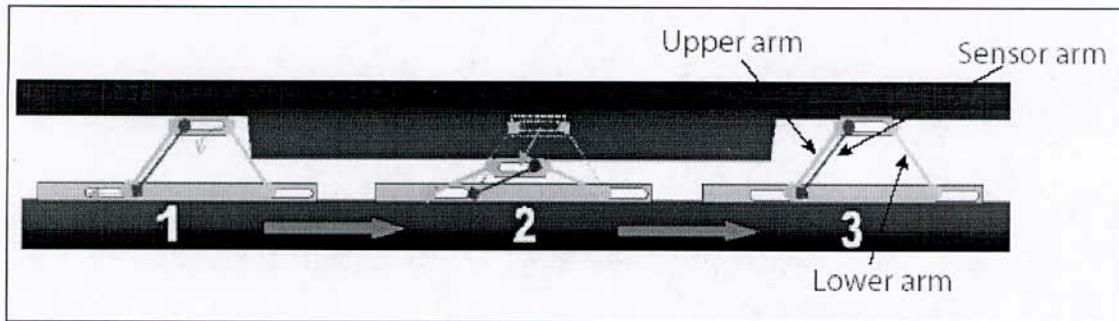


Figure 4 : Log up

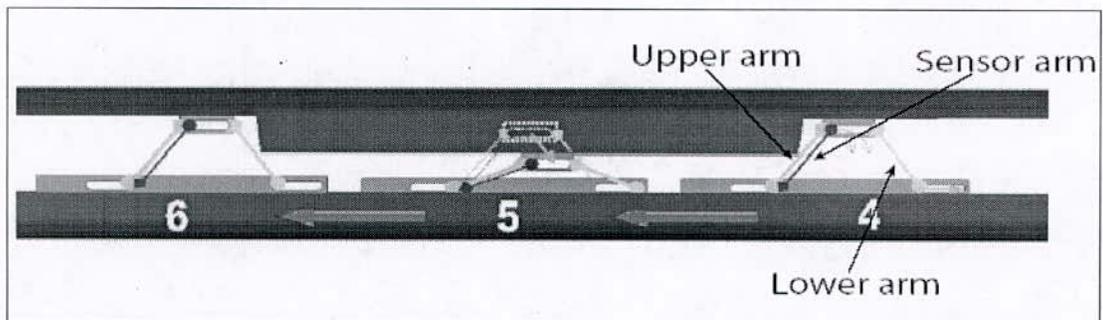


Figure 5 : Log down

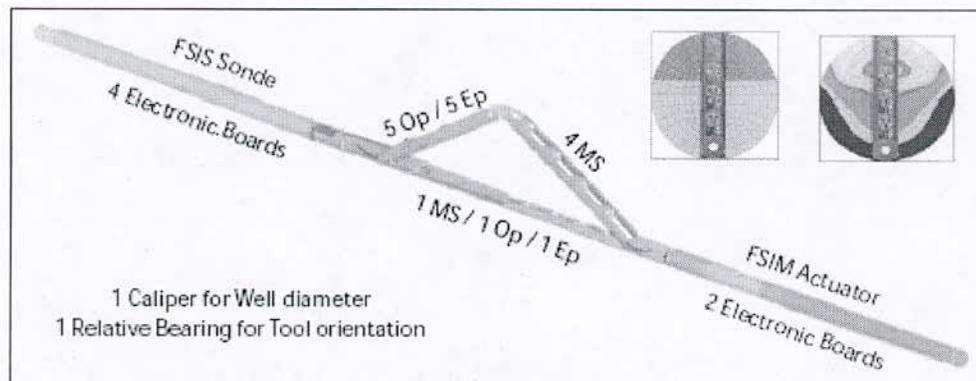


Figure 6 : Vue générale de la sonde FSIS

3.1.1 Capteurs Optiques

Les capteurs optiques permettent de distinguer les phases liquides du gaz. Chaque capteur optique, illustré en figure 7 ci-dessous, est constitué d'une pointe en saphir dont l'indice de réfraction est voisin de celui de l'huile et de l'eau, et suffisamment différent de celui du gaz.

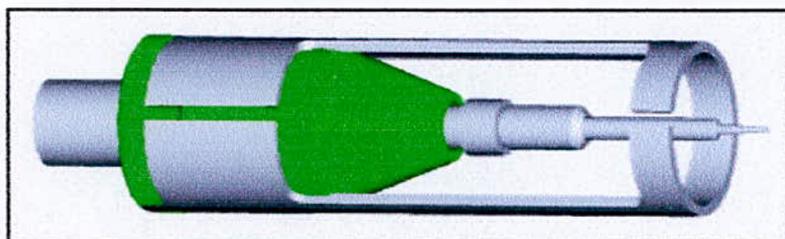


Figure 7 : Capteur optique

De la lumière est envoyée par une LED (Light Emitting Diode) ; elle est ensuite transmise ou réfléchi à travers la fibre optique suivant que le capteur se trouve dans du liquide ou du gaz. La lumière réfléchi est transmise à une photodiode qui la convertit en signal électrique. L'application d'un seuil de tension au signal obtenu permet de distinguer le liquide du gaz.

3.1.1.1 Principe physique

La lumière envoyée par la LED dans une pointe en saphir plongée dans le milieu à sonder est transmise ou réfléchi suivant la loi de Descartes. Selon cette loi, lorsque la lumière rencontre la frontière entre deux milieux homogènes et isotropes, elle est réfléchi lorsque les milieux sont d'indices de réfraction différents, et réfractée lorsque ceux-ci sont identiques.

Il faut que la surface qui matérialise cette frontière soit polie, c'est-à-dire que ses irrégularités aient des dimensions très inférieures à la longueur d'onde de la lumière utilisée. Dans ces conditions, les lois de Descartes précisent que :

- le rayon réfléchi et le rayon réfracté sont dans le plan défini par le rayon incident et la normale à la surface ;
- l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence ;
- la relation entre l'angle de réfraction et l'angle d'incidence est donnée par l'équation (1) ci-dessous:

$$n \sin i = n' \sin i' \quad (1)$$

Ainsi, il y a réfraction tant que $\sin i < \sin \theta = n'/n$. Pour $i > \theta$ (*angle limite*), il y a **réflexion totale**.

Les paramètres sont définis dans la figure 8 ci-dessous.

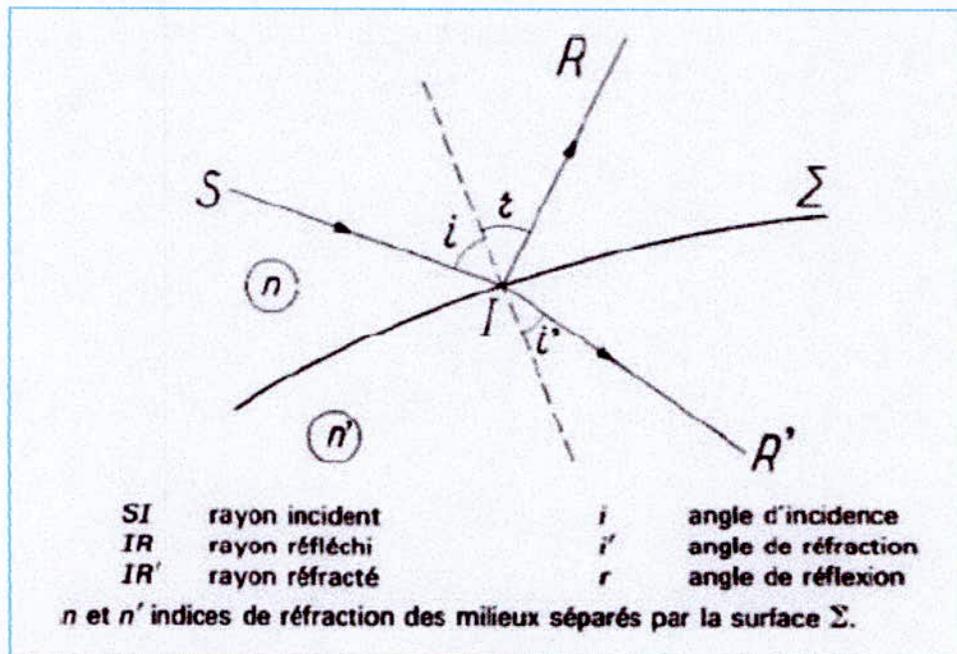


Figure 8: Réflexion et réfraction par une surface polie séparant deux milieux homogènes et isotropes

Les écarts d'indice de réfraction entre le gaz, l'eau et l'huile (ie respectivement 1, 1.33 et 1.5) permettent la discrimination entre les différents milieux car:

- θ (Air) = 36° ,
- θ (Eau) = 51° ,
- θ (Huile) = 62° .

3.1.1.2 Chaîne optique

La chaîne optique comprend : une carte optoélectronique sur laquelle sont connectés les deux coupleurs optiques, deux traversées optiques, six extensions optiques et six capteurs optiques.

Une partie de cette chaîne optique, comprenant extensions et capteurs, est exposée au milieu extérieur qui est à 150°C et 15kpsi (1035 bars), l'autre, comprenant carte optoélectronique et les coupleurs optiques, étant isolée. Cette chaîne optique est représentée en figure 9 ci-dessous.

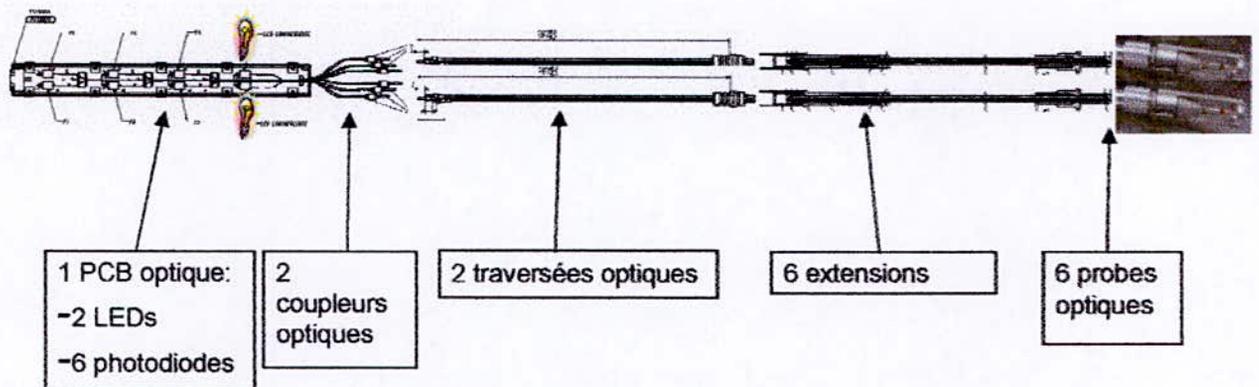


Figure 9 : Chaîne optique

3.1.1.2.1 Carte optoélectronique

La carte optoélectronique comprend deux LEDs (Light Emitting Diodes) émettrices et six photodiodes réceptrices. Chaque LED éclaire 3 photodiodes. La figure 10 ci-dessous illustre cette disposition.

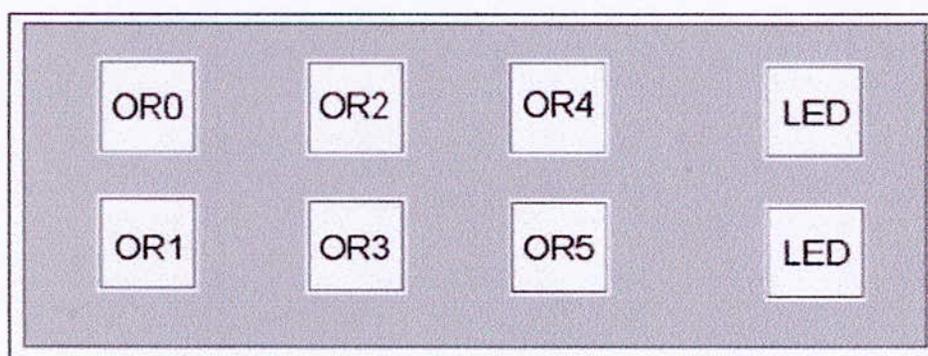


Figure 10 : Carte optoélectronique

De la lumière dans le domaine infrarouge ($\lambda = 850 \text{ nm}$) est émise à l'aide d'une diode électroluminescente dans une fibre optique en silice et à saut d'indice. A l'interface entre le

capteur optique et le fluide, une partie de la lumière est transmise dans le milieu extérieur et une autre est réfléchi et revient dans la fibre.

La diode émettrice (LED) alimentée par un courant de 25 mA, émet sur une longueur d'onde principale de 850 nm. Le pilotage de la LED se fait par un transistor NPN. Le signal lumineux réfléchi provenant du capteur optique provoque l'apparition d'un courant d'électrons dans la photodiode. L'intensité résultante est convertie en tension à l'aide d'une résistance, puis amplifiée pour obtenir des niveaux de tension entre 0 et 5 Volts. Quelque soit ce niveau, le signal parasite ou bruit est au plus de 10 mV. Dans l'huile, où le signal est le plus bas, la tension est typiquement de l'ordre de 400 mV. Cela fait, au plus un rapport Bruit/Signal égal 2.5 %. Ce qui est considéré comme très négligeable.

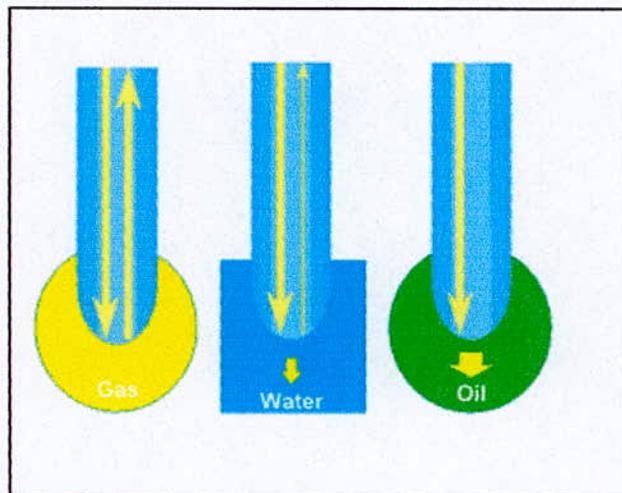


Figure 11 : Principe du capteur optique

Un coupleur optique permet de récupérer le signal lumineux réfléchi qui est ensuite converti en puissance électrique grâce à une photodiode de réception. Ce signal est enfin traduit en tension.

Le signal obtenu est de la forme suivante :

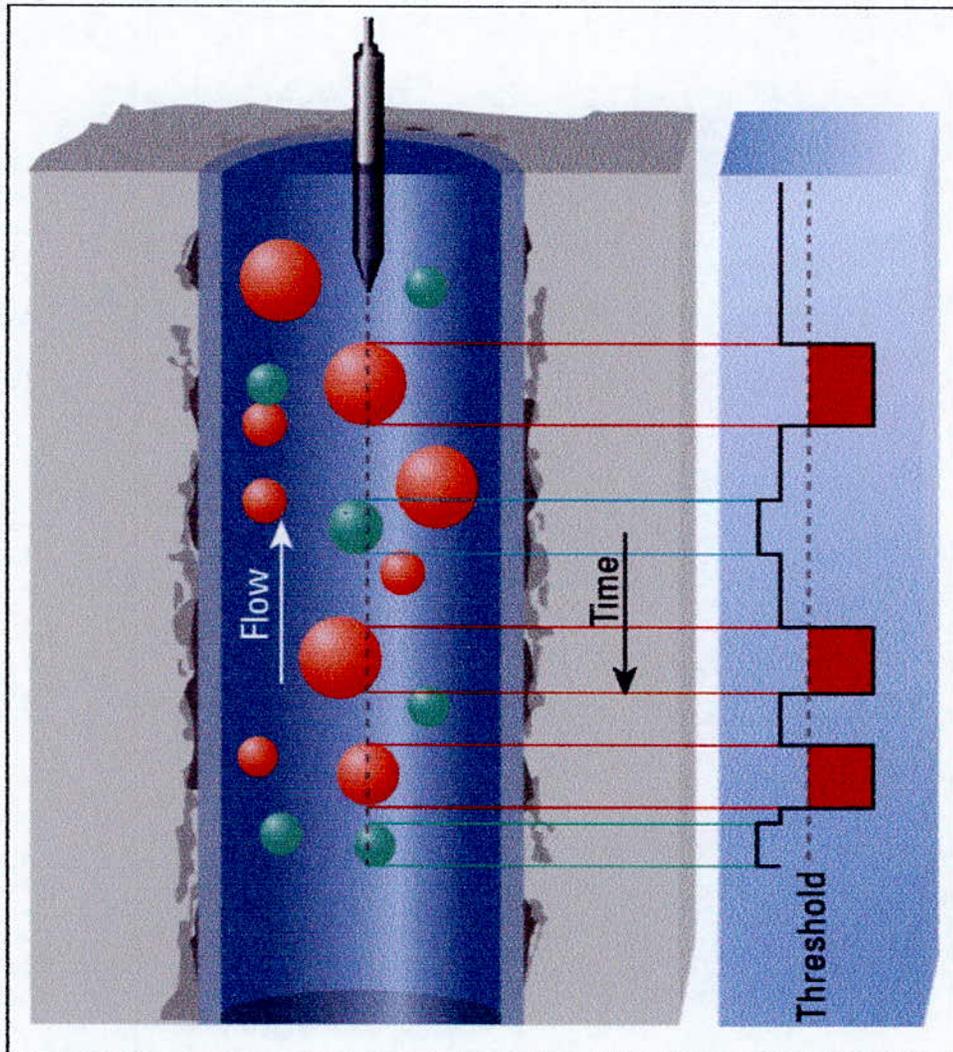


Figure 12 : Signal obtenu par le capteur

Les signaux des six capteurs auxquels est appliqué un seuil de tension « threshold » permettent de déterminer si le milieu rencontré est du liquide ou du gaz. Le niveau de tension pour le gaz est de 4 V et celui du liquide de 1 V pour l'huile et 1.8 V pour l'eau. La proportion de gaz ou de liquide vue par le capteur est directement liée au temps passé dans le milieu.

3.1.1.2.2 Coupleurs optiques

Le principe de mesure retenu suppose que l'on soit capable à la fois d'envoyer un signal lumineux dans une voie et de récupérer le signal réfléchi dans une autre. Dans le domaine des fibres optiques, il existe un composant appelé coupleur qui, intégré dans la chaîne, assure la fonction diviseur ou concentrateur de la transmission. Ce coupleur est schématisé par la figure 13 ci-dessous

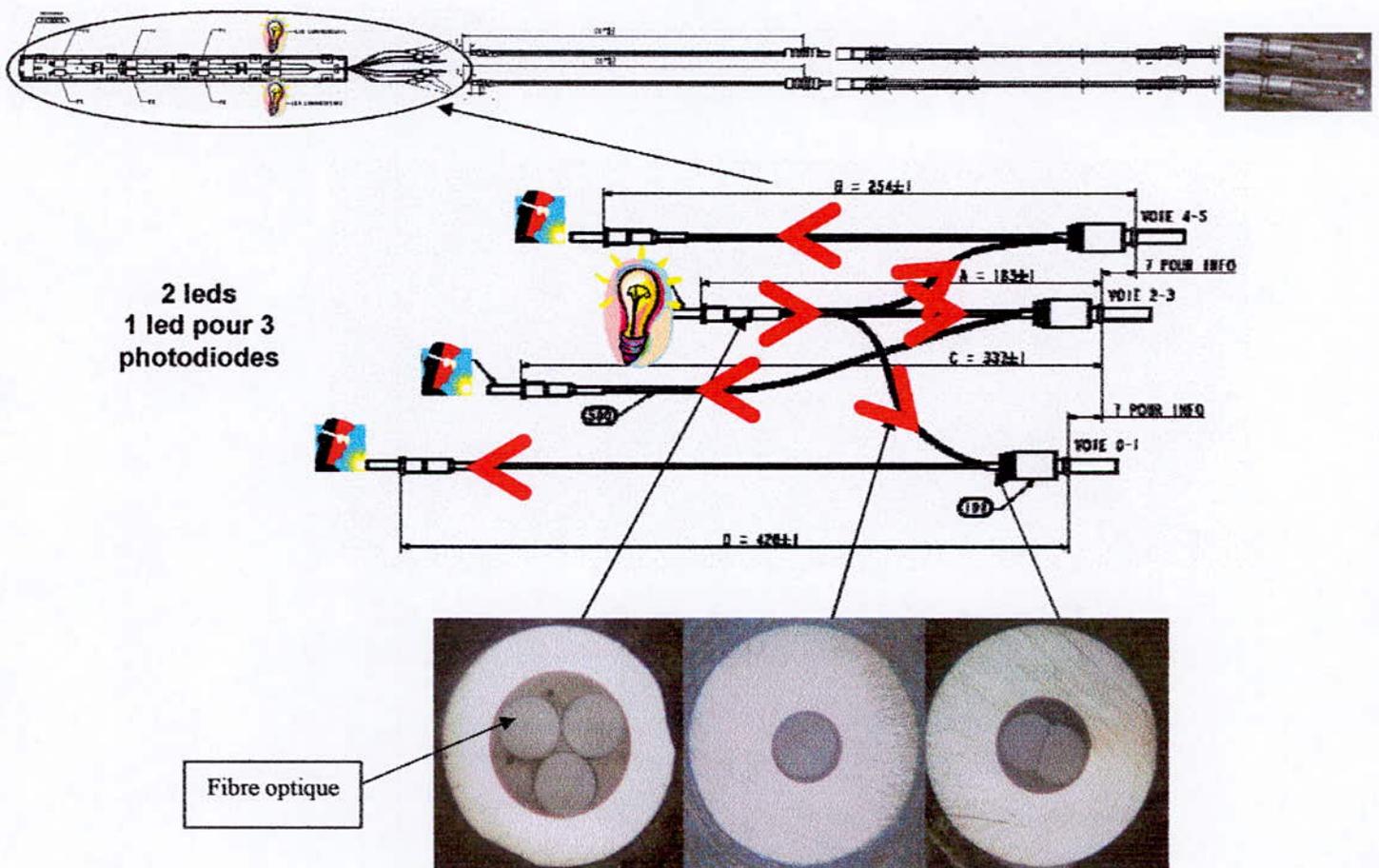


Figure 13 : Schéma d'un coupleur optique

Les coupleurs optiques permettent donc de transmettre le signal lumineux émis par la LED, de le répartir suivant 3 voies, de récupérer le signal réfléchi au niveau des capteurs optiques et finalement de le transmettre aux photodiodes.

3.1.1.2.3 Traversée optiques

Les traversées optiques du FSI permettent la transmission des informations lumineuses des diodes LED et des capteurs optiques. Elles relient les coupleurs optiques des cartes électroniques aux extensions des capteurs optiques. Les traversées optiques sont constituées de trois fibres optiques collées à l'intérieur de trois tubes en ~~titane~~ *Titane*. Elles sont illustrées par la figure 14 ci-dessous.

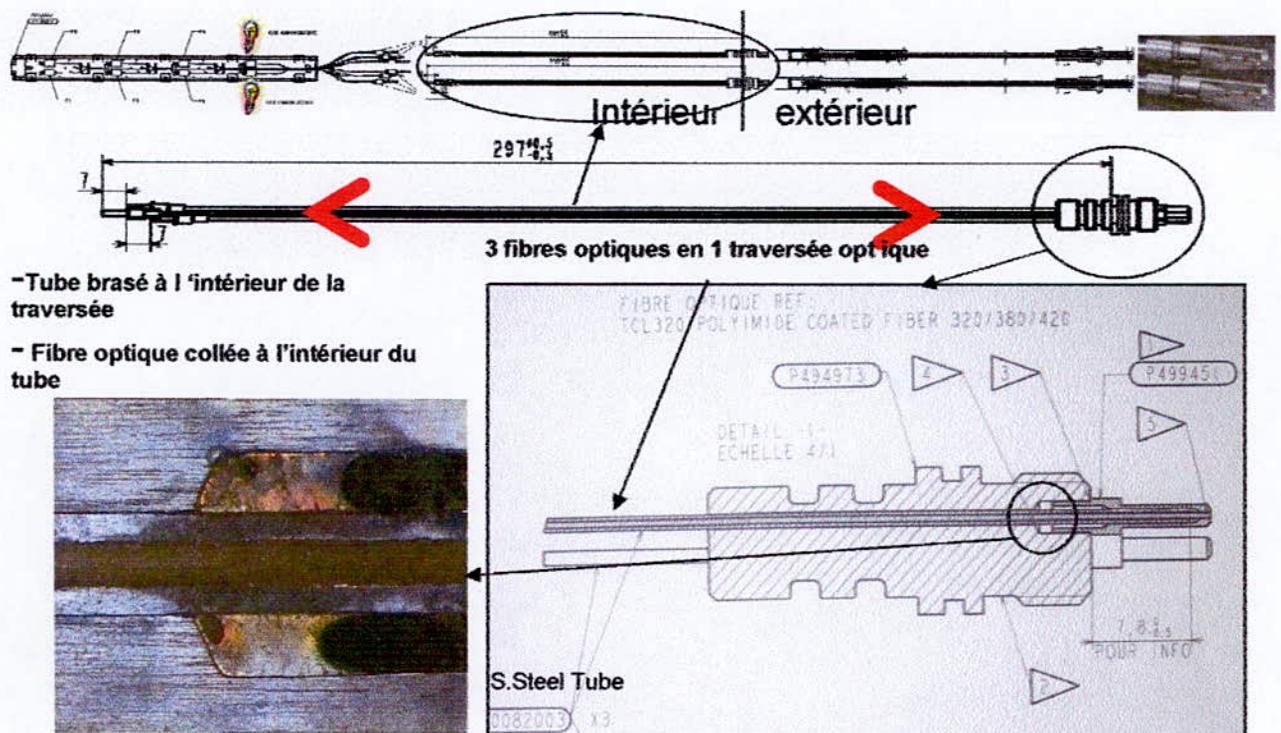


Figure 14 : Traversées optiques

Les traversées optiques servent de barrières de pression, elles doivent résister à des pressions et températures de l'ordre de 15kpsi (1035 bars) et 150°C respectivement.

3.1.1.2.4 Extensions optiques

Les extensions optiques sont constituées de fibres optiques insérées dans un tube en titane. Elles sont schématisées par la figure 15 ci-dessous.

Les premières générations de F.S.I. ont connu des extensions optiques en téflon, c'est maintenant le titane, plus rigide, qui est utilisé. Elles sont connectées d'un coté à un capteur optique et de l'autre à une traversée optique.

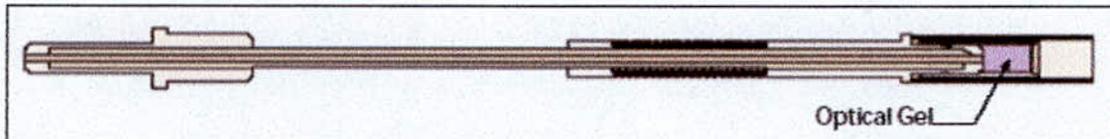


Figure 15 : Extension optique

3.1.1.2.5 Les capteurs optiques

La sonde FSIS comprend six capteurs optiques disposés sur l'un des deux bras de l'outil. Chaque capteur optique, illustré en figure 16 ci-dessous est constitué d'une pointe en saphir dont l'indice de réfraction est voisin de celui de l'huile et de l'eau, et suffisamment différent de celui du gaz.

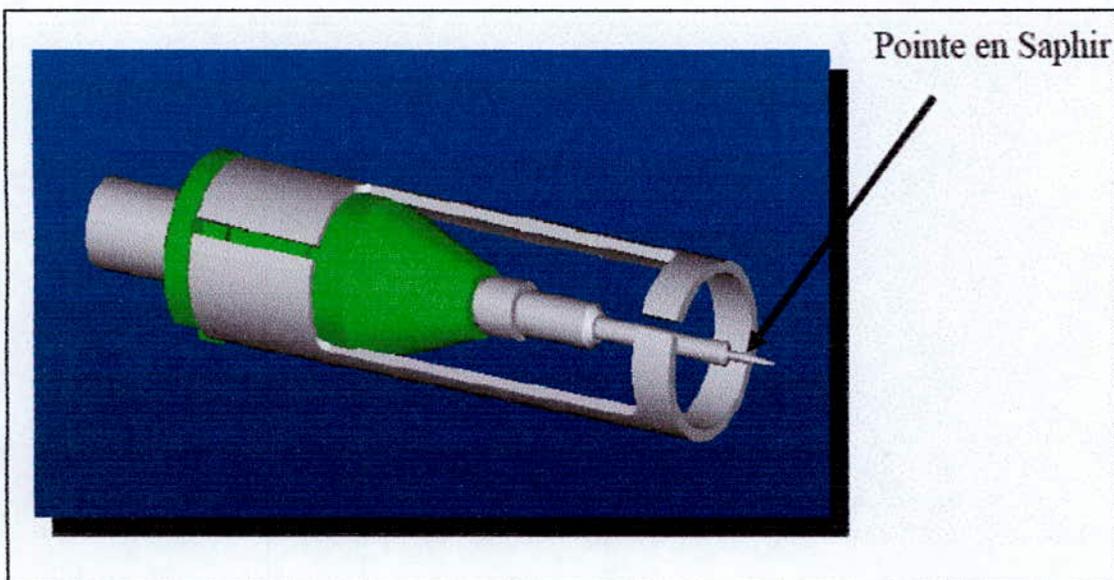


Figure 16 : Capteur optique

La lumière réfléchié dans le capteur dépend de l'indice de réfraction du milieu dans lequel se trouve celui-ci. Le pourcentage de réflexion en fonction de l'indice de réfraction est donné par la figure 17 ci-dessous :

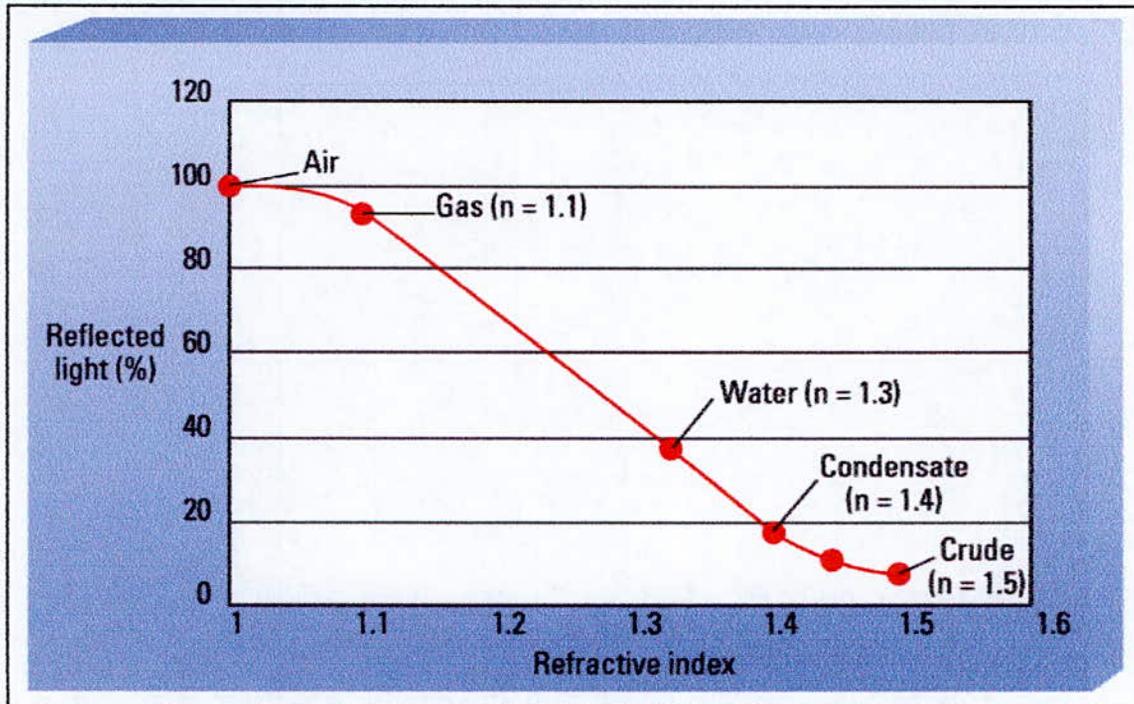


Figure 17 Lumière réfléchié en fonction de l'indice de réfraction du milieu

En résumé, la chaîne optique comprend (à partir du haut de l'outil) :

- Une carte optoélectronique comprenant deux diodes LEDs émettrices et six photodiodes réceptrices.
- Deux coupleurs optiques connectés au deux diodes LEDs et aux six photodiodes d'un côté et aux traversées optiques de l'autre.
- Deux traversées optiques connectées aux coupleurs optiques d'un côté et aux extensions optiques de l'autre.
- Six extensions optiques de longueurs différentes connectées aux traversées optiques d'un côté et aux capteurs optiques de l'autre.

Du **gel optique** est introduit dans de petites chambres prévues à cet effet au niveau des connexions entre les différents composants de la chaîne optique. Ce gel possède le même

indice de réfraction que la fibre et permet ainsi d'éviter des réflexions du signal lumineux sur la voie optique.

3.1.2 Capteurs électriques

Les capteurs électriques différencient l'eau des hydrocarbures (huile et gaz) selon la résistivité électrique de ces milieux ; ils sont constitués de deux électrodes. Un courant électrique parcourt les électrodes si le milieu environnant est conducteur. Dans les puits, seule l'eau saumâtre de salinité supérieure à 15000 ppm est conductrice ; l'huile et le gaz ne le sont pas. La figure 18 ci-dessous montre ce dispositif

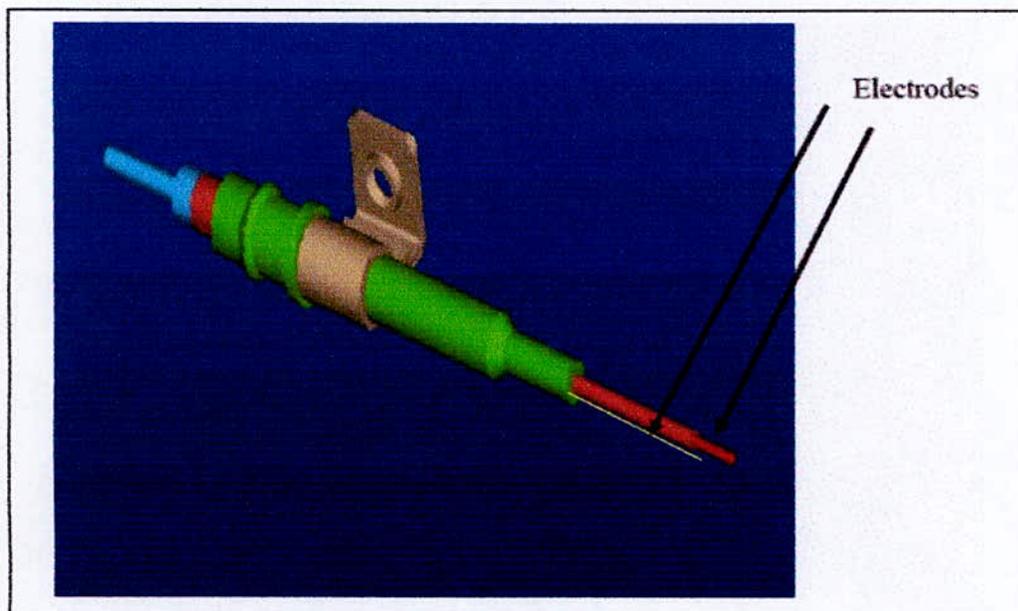


Figure 18 : Capteur électrique

Le courant qui parcourt les électrodes est ensuite converti en tension et l'application d'un seuil de tension au signal ainsi obtenu permet de déterminer si le milieu environnant est de l'eau conductrice (la tension de l'eau saline est de 3,5 V) ou un hydrocarbure isolant (tension de l'ordre de 0,5 V pour l'huile et le gaz). Les seuils de tension ainsi obtenus sont illustrés en figure 19 ci-dessous.

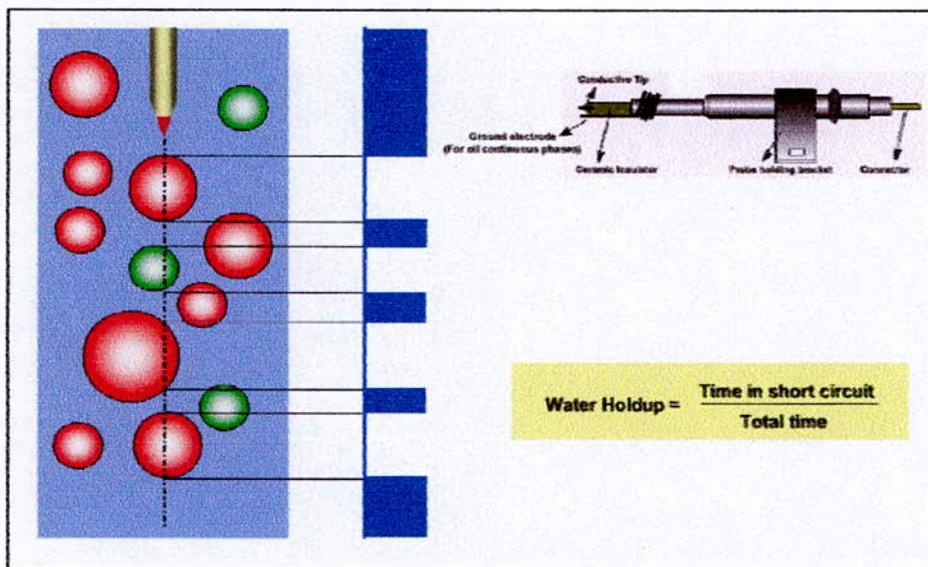


Figure 19 : Signal obtenu par un capteur électrique

Avec les deux différents capteurs électriques et optiques, qui permettent de déterminer l'eau et le gaz, on en déduit la présence d'huile en recoupant les résultats par différence.

3.1.3 Les capteurs de vitesse Mini-hélices (MS)

Les mini-hélices permettent de déterminer la vitesse et le sens de circulation du fluide rencontré. La figure 20 ci-dessous montre la photo d'un tel dispositif.



échelle

Figure 20 : Mini-hélice

Deux aimants situés à l'extrémité du moyeu génèrent des champs magnétiques périodiques lorsque l'hélice tourne. Un capteur fixe situé au voisinage des aimants mesure ces champs périodiques et les transforme en signaux électriques eux-mêmes périodiques, ce qui permet de déterminer la vitesse et le sens de rotation des hélices. La figure 21 ci-dessous représente la coupe longitudinale du dispositif mini hélice capteur de vitesse.

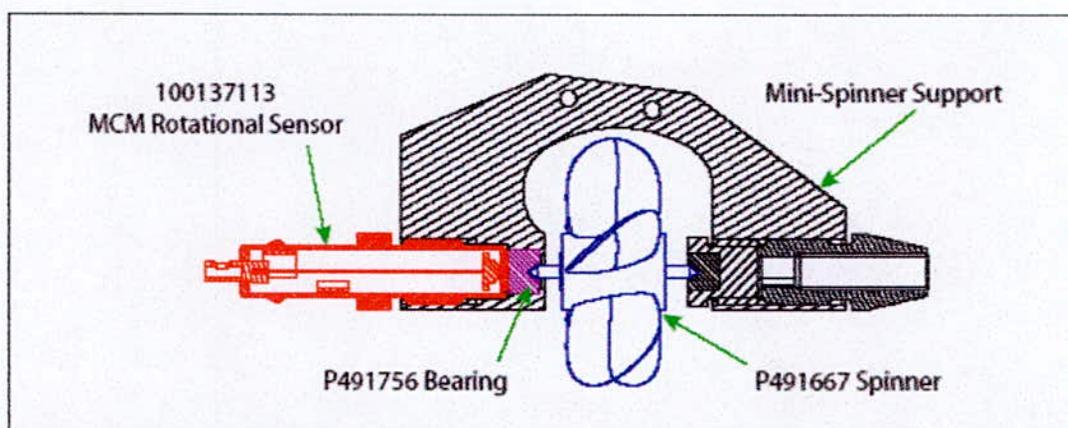


Figure 21 : Coupe longitudinale du capteur de vitesse mini-hélice

3.2 Le module hydraulique FSIM

Le module hydraulique FSIM est le moteur hydraulique de l'outil. Son rôle est de fournir la puissance hydraulique nécessaire à l'ouverture et à la fermeture de la sonde d'analyse de puits pétroliers en production FSIS (FloScan Imager Sonde). L'ensemble est représenté par la figure 22 ci-dessous.

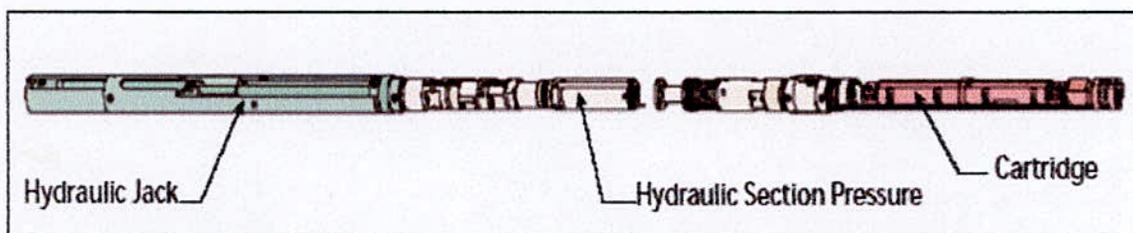


Figure 22 : Module hydraulique FSIM

Le FSIM est constitué de trois parties principales qui sont : le vérin hydraulique, le module hydraulique avec le piston de compensation et finalement le châssis électronique.

3.2.1 Le vérin hydraulique

Le vérin illustré en figure 23 ci-dessous, comprend un piston relié à un coupleur mécanique qui assure l'ouverture et la fermeture des bras de la sonde selon que la chambre du piston est remplie ou non d'huile.

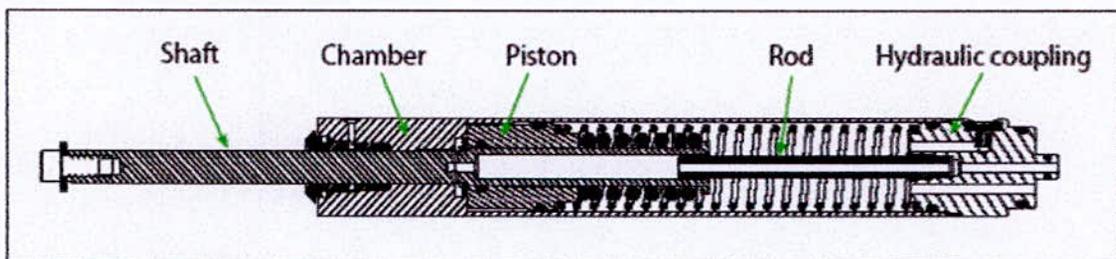


Figure 23 : Coupe du vérin hydraulique

Le vérin comprend deux modules:

- Un premier module illustré en figure 24 ci-dessous comprenant une chambre de piston à l'intérieur de laquelle coulisse le piston et sa tige, un racleur, deux ressorts: un ressort de rappel du piston et un ressort accumulateur de pression.

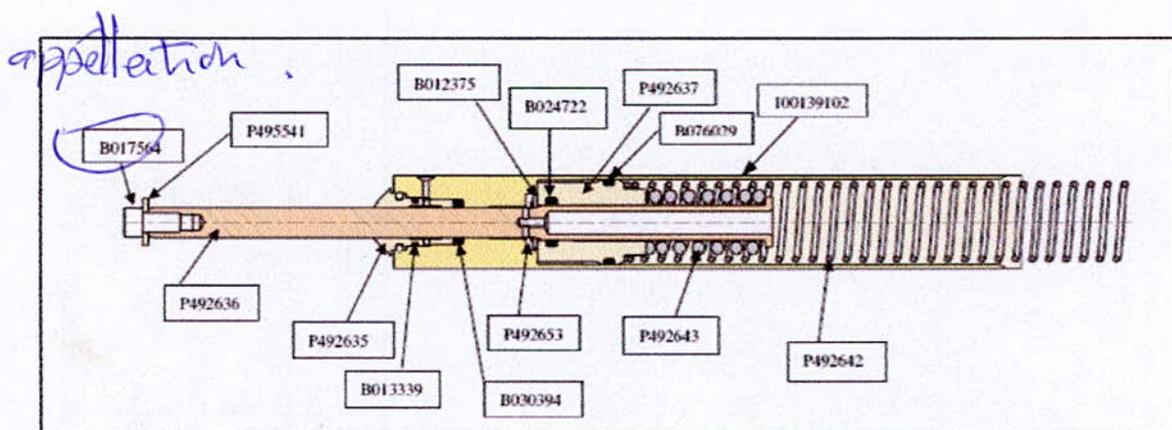


Figure 24 : Module 1

- Un second module qui comprend un coupleur hydraulique sur lequel se situe la seconde vis de purge et une tige creuse permettant la circulation de l'huile pour le remplissage ou la vidange du vérin.

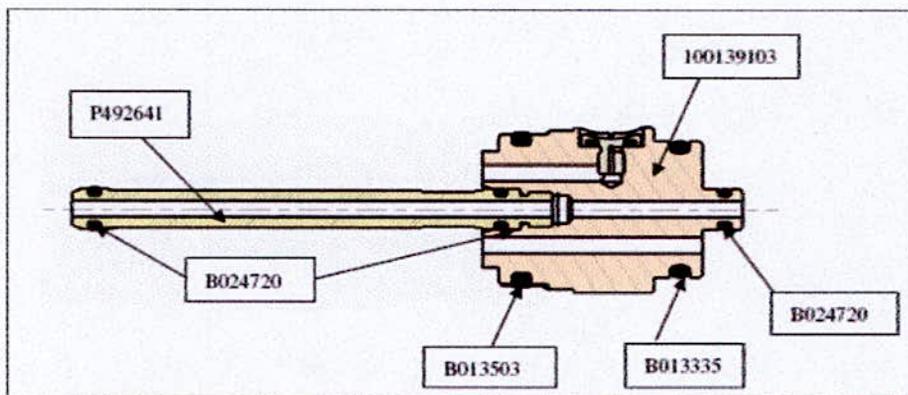


Figure 25 : Module 2

Les deux modules sont assemblés par un système de verrouillage mécanique rapide représenté en figure 26 ci-dessous.

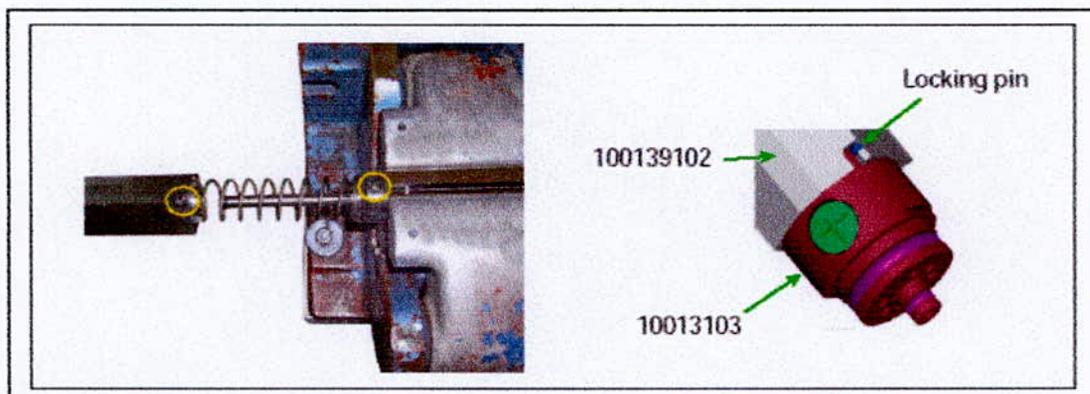


Figure 26 : Système de verrouillage

3.2.2 Le module hydraulique et le piston de compensation

Cette partie représentée en figure 27 ci-dessous comprend le module hydraulique et le piston de compensation. Le module hydraulique est constitué du groupe moto-pompe, du clapet anti-retour, du limiteur de pression et du solénoïde. Ce module hydraulique alimente le vérin. L'ensemble module hydraulique et piston de compensation, relié par le câblage électrique, baigne dans l'huile à l'intérieur d'un tube cylindrique (housing).

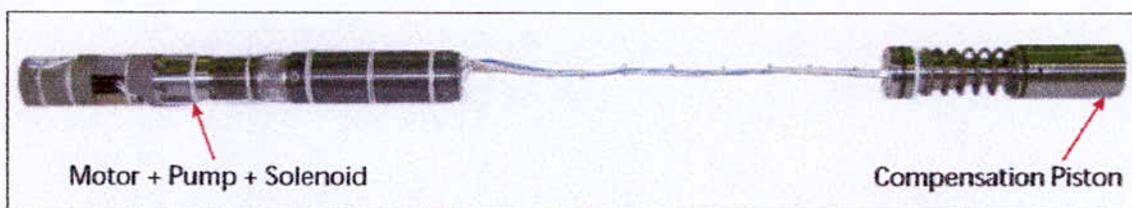


Figure 27 : Ensemble module hydraulique et piston de compensation

3.2.2.1 Module hydraulique

Le module hydraulique, est repris en figure 28 ci-dessous.

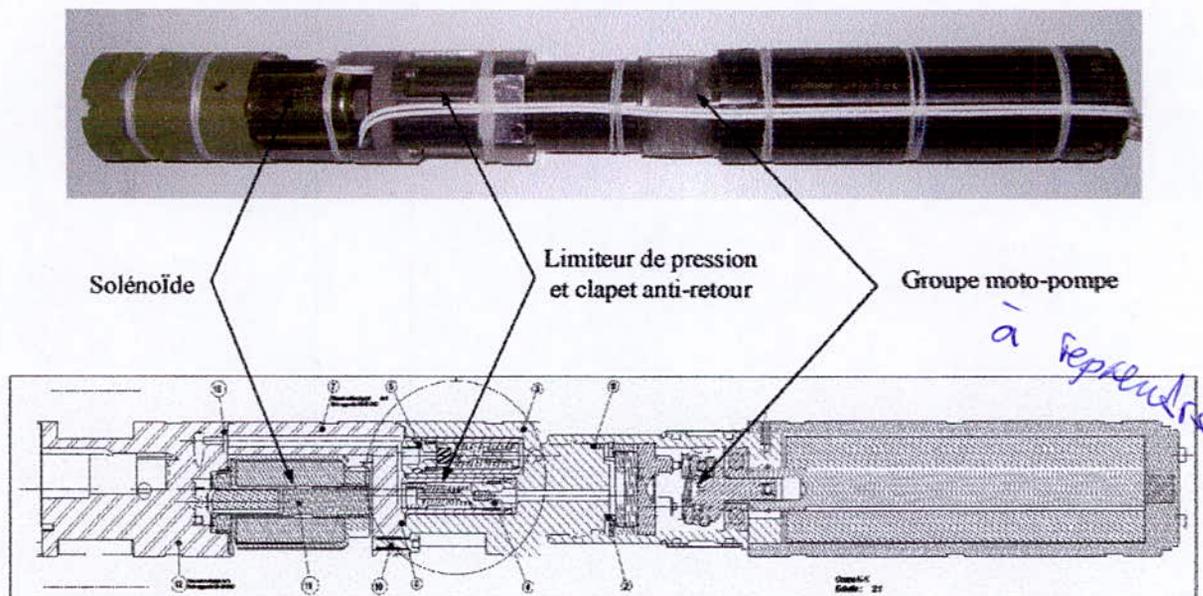


Figure 28 : Vue extérieure et coupe longitudinale du module hydraulique

Le moteur utilisé dans ce module est du type asynchrone diphasé de diamètre extérieur maximum 37,2 mm et fournissant une puissance mécanique supérieure à 20 Watts. Ce moteur est composé d'un rotor à cage d'écureuil et d'un stator bobiné diphasé à point commun. Le déphasage est obtenu grâce à une carte électronique de conversion et de commande pour une alimentation en courant continu. Il doit fonctionner sous les conditions de pression et température suivantes :

Température de fonctionnement : -25°C à +200°C

Température de stockage : -55°C à +65°C

Choc thermique : -55°C à +25°C en moins de 2 minutes

Pression : entre 1 bar et 1400 bars (20,000 psi)

La zone d'utilisation du moteur est donnée en figure 29 ci-après :

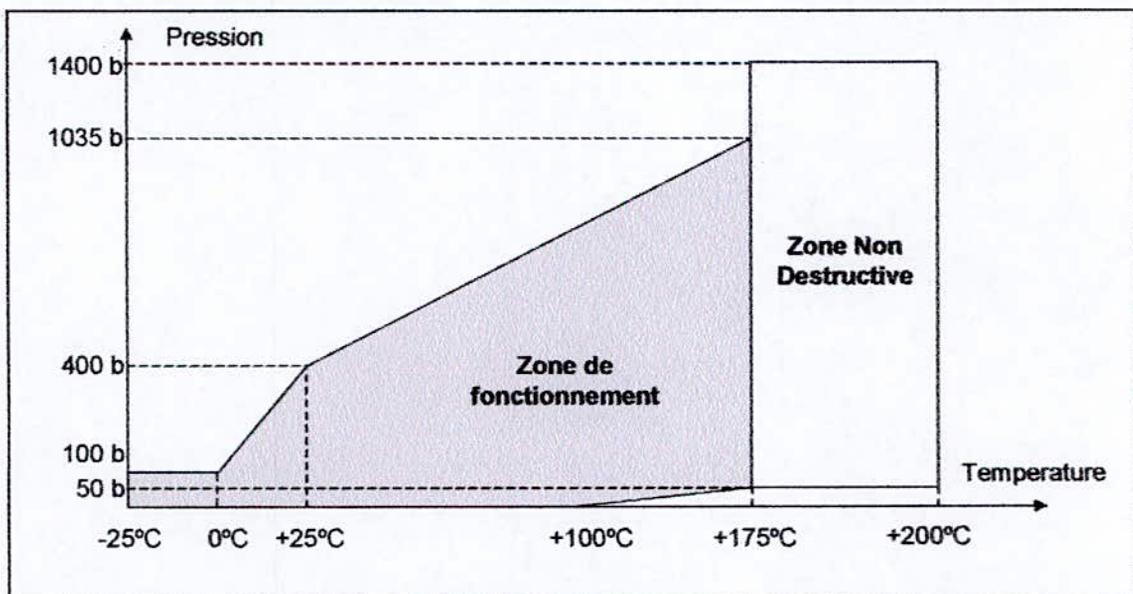


Figure 29 : Zone d'utilisation du moteur

Les caractéristiques du moteur permettent de garantir un couple supérieur à $C_{\min} = 0,10m \cdot N$ dans toutes les conditions de pression et de température, avec :

$$C_{nom} \geq 0,10m \cdot N$$

$$V_{nom} \geq 2000trs \cdot \min^{-1}$$

$$\Rightarrow P_{\min} = C \cdot V \geq 20W$$

Ce moteur assure une transmission directe de la pompe qui aspire l'huile à travers un filtre.

Le groupe moto-pompe alimente le vérin avec une huile sous une pression de 40 bars et avec un débit minimum de 0,5 l/mn.

Le moteur est utilisé immergé dans l'huile du circuit hydraulique de type Esso UNIVIS J-26 dont les caractéristiques principales sont d'après Esso les suivantes :

Univis J 26	
Densité à 15,6°C	0.865
Viscosité à 100°C	9.8 cst
Viscosité à 40°C	26.9 cst
Viscosité à -25°C	200 cst
Viscosité à -40°C	857 cst
Rigidité diélectrique	35 kV

3.2.2.2 Piston de compensation

Le piston de compensation illustré en figure 30 ci-dessous transmet la pression environnante du puits à l'huile, équilibrant ainsi la pression subie par le tube « housing » ce qui permet au moteur de fonctionner dans des conditions convenables. Ce piston permet aussi de compenser les dilatations de l'huile dues à la température élevée (14% d'expansion du volume de l'huile à 150°C) et le collapse dû à la pression (6% de collapse du volume à 15kpsi)

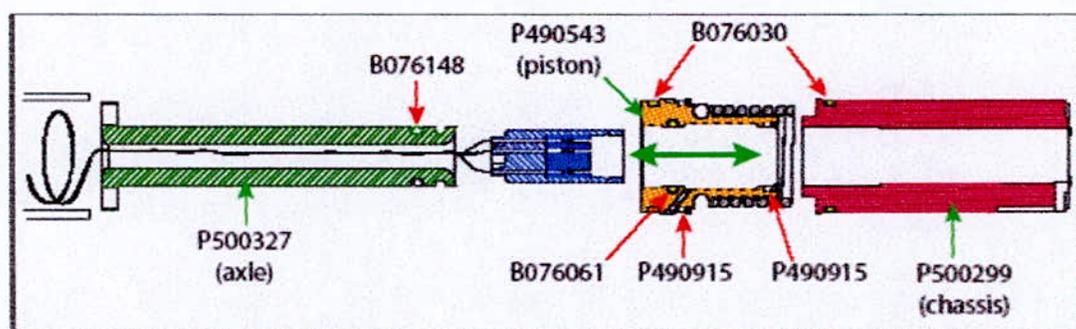


Figure 30 : Vue éclatée du piston de compensation

3.2.2.3 Châssis électronique

Le châssis électronique représenté en figure 31 ci-dessous a pour objet d'alimenter et de contrôler le moteur électrique et le solénoïde ; il comprend deux cartes à circuits imprimés PCB, une carte d'alimentation et une carte digitale de transformation du courant continu en courant alternatif. Ce châssis étanche est soumis à une pression d'une atmosphère

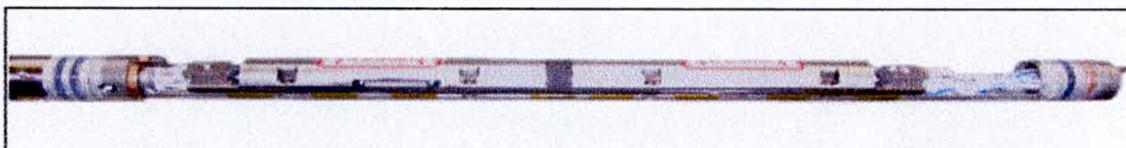


Figure 31 : Châssis électronique

3.2.3 Circuit hydraulique

Le circuit hydraulique du FSIM est représenté en figure 32 ci-dessous. Son principe de fonctionnement est le suivant :

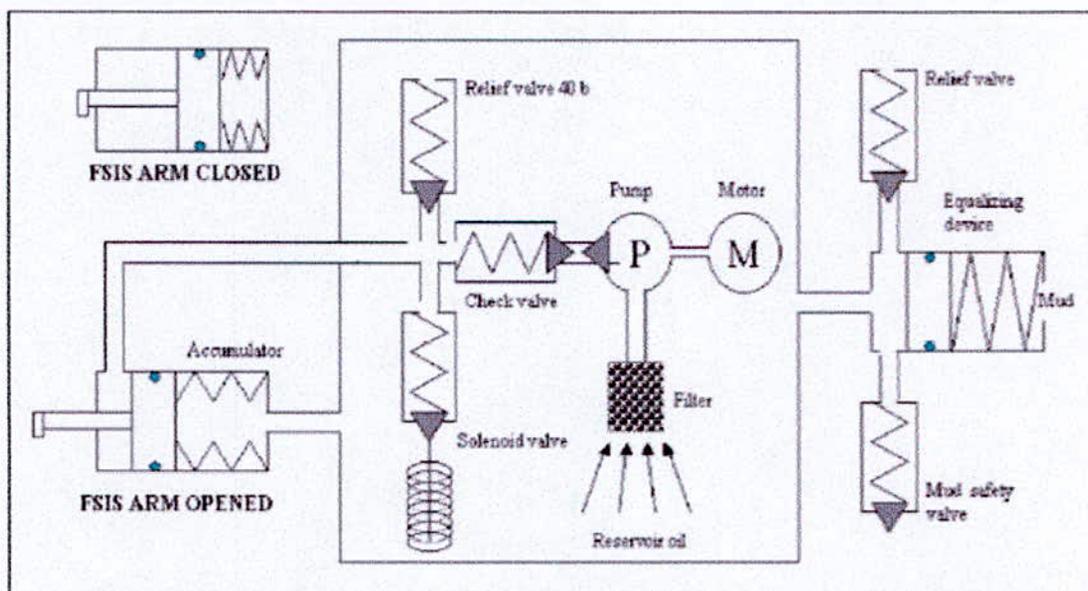


Figure 32 : Schéma du circuit hydraulique du FSIM

- L'huile est transférée du réservoir vers la pompe.
- Cette huile est refoulée à travers un clapet anti-retour et pousse le piston du vérin.
- Ainsi, les bras de la sonde sont fermés quand le vérin est rempli d'huile et ouverts quand celui-ci est vide (sous l'action du piston qui tire sur le bras inférieur)

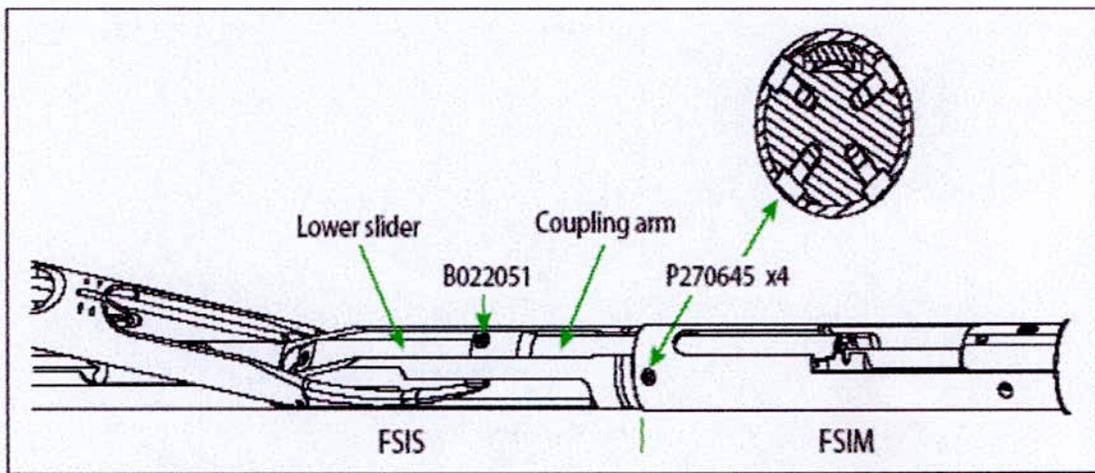


Figure 33 : Action du vérin sur les bras de la sonde FSIS

- Un limiteur de pression permet de maintenir la pression à l'intérieur et à l'extérieur de la partie hydraulique en dessous de 40 bars.
- Le piston de compensation est utilisé pour transmettre la pression à l'huile et maintenir en sécurité le module hydraulique. Il permet aussi d'absorber les dilatations du volume d'huile dues aux températures élevées et le collapse de l'huile dû à une pression importante.

4 TRAVAUX ET CONTRIBUTIONS AU PROJET FSI

4.1 Contribution à la mise à jour du manuel de maintenance

Le manuel de maintenance d'un outil Schlumberger est rédigé suivant un canevas bien déterminé quelque soit l'outil. Ce manuel, destiné à l'ingénieur terrain, doit être rédigé en anglais. Le document est structuré de façon modulaire ; il comprend les modules relatifs :

1. à la sécurité « Health Safety and Environment » : Celui-ci détaille les risques relatifs à l'utilisation de l'outil et de l'équipement associé. On y détaille aussi les conditions de transport et de conservation de l'outil ainsi que les procédures d'urgence.
2. à la description générale « General Description and Specifications » : Ce module donne une description générale de l'outil, des mesures qu'il permet d'effectuer ainsi que des équipements utilisés.
3. au mode opératoire « Theory of Operations » : Ce module décrit les principes physiques des mesures effectuées et leurs applications.
4. à la description fonctionnelle « Functional description » : qui comprend la description générale du fonctionnement de l'outil et de ses différentes parties. Ce module comporte aussi un diagramme de fonctionnement mécanique et un diagramme de fonctionnement électronique.
5. à la description électronique « Detailed Electronic description » des circuits et des cartes électroniques utilisées.
6. à la description mécanique « Detailed Mechanical Description » des systèmes mécaniques et/ou hydrauliques utilisés.
7. aux procédures de montage et démontage « Disassembly and Assembly » ; celles-ci sont relatives au montage et au démontage de l'outil pendant les étapes de maintenance périodiques.
8. à la maintenance « Maintenance » : ce module définit les fréquences de maintenance et les tests opérationnels à effectuer périodiquement.
9. à la calibration « Calibration » : ce module décrit les procédures de calibration à effectuer avant chaque utilisation de l'outil.
10. au diagnostic « Troubleshooting » : Ce module permet de faire un diagnostic de l'outil afin de détecter les problèmes éventuels et d'y apporter des solutions.

Ma contribution au manuel de maintenance a consisté à rédiger le module de montage et démontage de l'outil « Disassembly and Assembly ». Il s'est agit de spécifier les étapes et les procédures de démontage et de montage de la sonde (FSIS) et du module hydraulique (FSIM), détaillées en Annexes 3 et 4, et de synthétiser ces procédures en organigrammes qui permettront à l'ingénieur terrain de démonter les parties pour lesquelles il doit effectuer une maintenance particulière sans avoir à démonter l'outil entièrement.

4.1.1 Schéma de démontage de la sonde FSIS

La figure 34 ci-dessous représente l'organigramme de montage de la sonde FSIS. On voit ainsi qu'on peut démonter tous les capteurs sans toucher aux autres parties de l'outil. Par contre pour démonter la chaîne optique il est nécessaire de démonter d'abord les capots (covers) et ensuite les tubes (Housing).

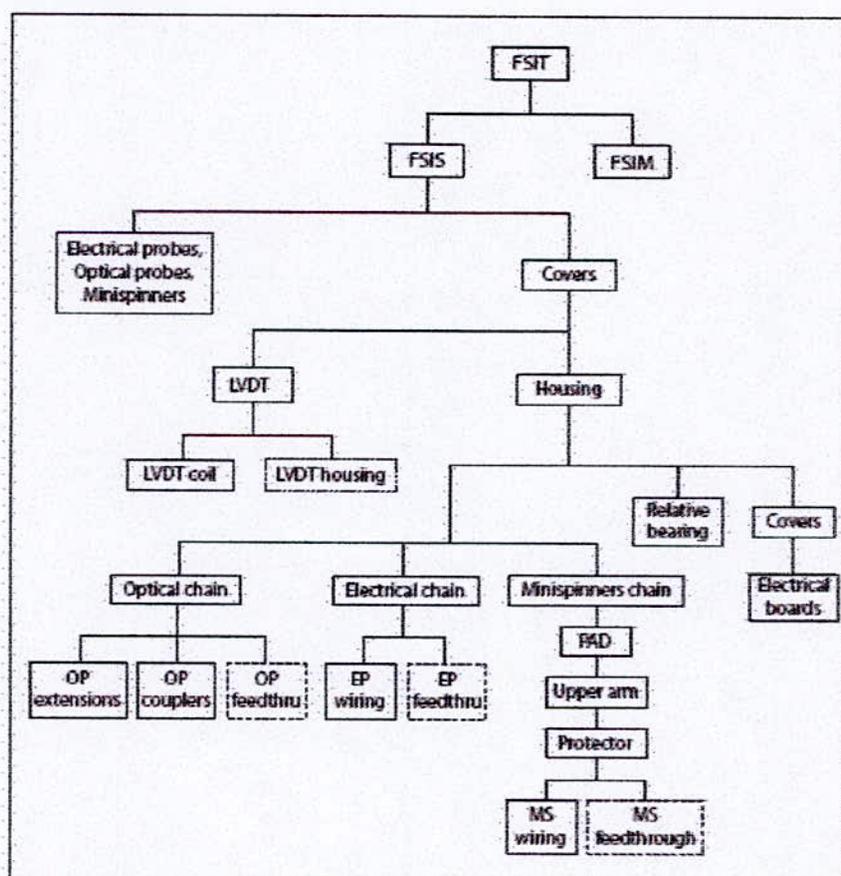


Figure 34 : Organigramme de montage de la sonde FSIS

4.1.2 Schéma de démontage du module hydraulique FSIM

La figure 35 ci-dessous représente l'organigramme de montage du module FSIM. On voit ainsi qu'il est possible de le démonter en trois parties séparées qui sont le châssis piston, l'ensemble module hydraulique et piston de compensation et le châssis électronique. Par ailleurs, pour démonter l'axe du piston de compensation par exemple, il est nécessaire de démonter successivement l'ensemble module hydraulique et piston de compensation, retirer le tube Housing et ensuite démonter le piston de compensation.

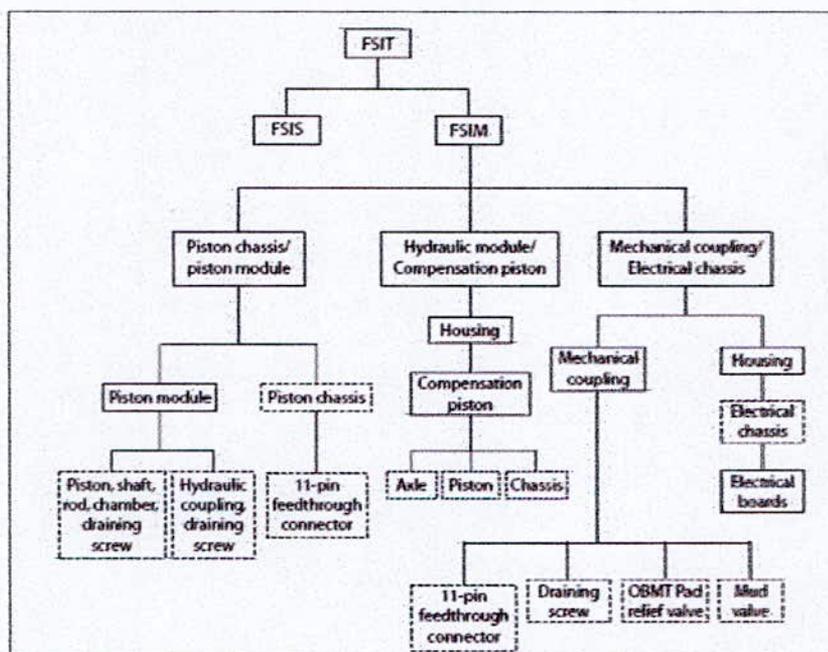


Figure 35 : Organigramme de montage du module FSIM

Les parties représentées dans des rectangles en pointillés comportent des joints d'étanchéité qui nécessitent un remplacement périodique ou après utilisation de l'outil dans un environnement contenant du H₂S.

4.1.3 Calibration de la chaîne optique

La calibration des capteurs optiques s'effectue dans l'air. La puissance de la diode LED est d'abord fixée à 30% et les gains de tous les capteurs sont fixés à 1. En lançant la calibration automatique, l'algorithme de calcul va augmenter la puissance de la diode LED de 3% à

chaque itération jusqu'à ce que la valeur de signal maximale, pour l'un des capteurs optique, atteigne la tension prédéfinie de 4 V (valeur obtenue dans le gaz). Une fois cette valeur atteinte, un calcul itératif va permettre aux autres capteurs d'atteindre les 4 V en ajustant les gains automatiquement. Ce gain est défini comme étant le rapport des 4 V (signal le plus élevé) aux tensions obtenues pour chaque capteur. Il doit être inférieur à 3 ; si cette condition n'est pas vérifiée, un réglage de la chaîne optique s'impose.

Mon travail a consisté à décrire ces étapes de réglage et à les synthétiser ensuite en un synoptique, pour permettre à l'ingénieur terrain qui n'est pas forcément familiarisé avec l'outil, d'effectuer ce réglage.

Les étapes de réglage consistent à optimiser dans un premier temps la puissance optique reçue par les six photodiodes réceptrices en translatant l'extrémité du coupleur fixé au niveau de la photodiode (le but est de trouver la distance focale du signal lumineux) représentée en figure 36 ci-dessous ; cette manipulation permet de maximiser le signal lumineux reçu par la photodiode afin de minimiser les gains.

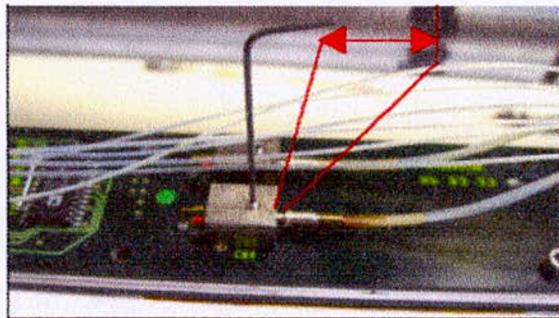


Figure 36 : Extémité coupleur photodiode

Après avoir maximisé le signal optique reçu par les photodiodes, on maximise le signal optique émis par la diode LED émettrice en effectuant une légère translation du coupleur pour augmenter le signal émis ; on équilibre ce signal entre les trois voies (chaque diode LED éclaire trois capteurs optiques) en effectuant une petite rotation pour minimiser l'écart d'émission entre les voies. La figure 37 représente le réglage de la diode LED et les trois voies qu'elle alimente.

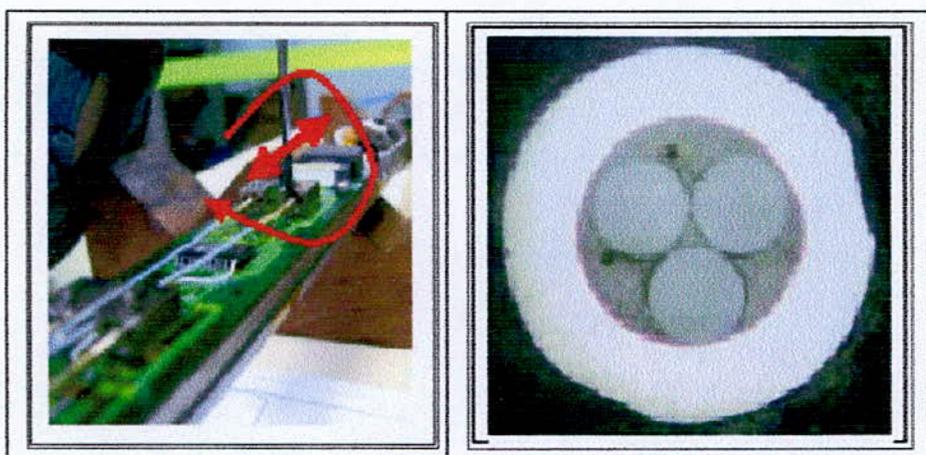


Figure 37 : Extrémité coupleur optique LED.

Si le gain est toujours supérieur à 3 après avoir effectué ce réglage, il faudra alors procéder à une vérification de l'atténuation optique sur toute la chaîne. On nettoie les connexions entre les différents composants de la chaîne optique et on remet du gel entre celles-ci. On mesure ensuite l'atténuation à partir des traversées jusqu'au capteur pour chaque voie ; l'atténuation optique doit être inférieure à 4 dB pour chaque voie. Si ce résultat n'est pas atteint, on déconnecte les traversées des extensions optiques et on effectue la mesure pour chaque traversée ou extension séparément. L'atténuation de chaque traversée ou extension doit être inférieure à 2 dB. Si cette condition n'est pas vérifiée il faudra alors remplacer la traversée ou l'extension défectueuse par une traversée ou extension neuve et refaire la calibration optique.

Cependant si l'atténuation optique est inférieure à 4 dB et que tous les composants de la chaîne optique sont dans les tolérances, il y a de fortes probabilités pour que le capteur optique soit endommagé ; il faudra alors le changer et procéder à la calibration automatique.

Les étapes de réglage sont détaillées en annexe 5 et le synoptique en annexe 6.

4.2 Spécifications techniques de montage de l'outil

Les spécifications techniques de montage de l'outil sont des documents qui définissent les opérations principales de montage de l'outil ainsi que l'organigramme de la chaîne de production devant servir à la fabrication.

Dans cette partie, mon travail a porté sur les deux spécifications techniques concernant la sonde FSIS et le module hydraulique FSIM.

4.2.1 Spécification technique de montage de la sonde FSIS

La sonde comprend deux parties: une partie mécanique montée dans l'atelier "intégration mécanique" et une partie électronique montée dans l'atelier "intégration électronique" au sein du SRPC. L'outil étant monté au sein du SRPC, les montages électronique et mécanique pouvaient se réaliser concomitamment, en circulant l'outil entre les deux ateliers.

Cependant, la production de l'outil a été par la suite sous traitée à deux intégrateurs différents, un mécanique et l'autre électronique ; ainsi l'outil a été scindé en deux parties. Il fallait adapter la spécification de montage de la sonde ainsi scindée en décrivant les étapes de montage de la scission et en modifiant l'organigramme de production. Ce travail est détaillé en annexes 7 et 8.

4.2.2 Spécification technique de montage du module hydraulique FSIM

La spécification technique de montage du module hydraulique a été reprise et complétée par la rédaction des procédures de remplissage du FSIM, et du test fonctionnel du piston (en annexes 9 et 10), les organigrammes de montage mécanique et électronique correspondants sont représentés dans les figures 38 et 39 ci-dessous.

Ces organigrammes font ressortir les étapes principales de montage, l'ordre dans lequel elles doivent être réalisées ainsi que les tests à effectuer pour valider les montages.

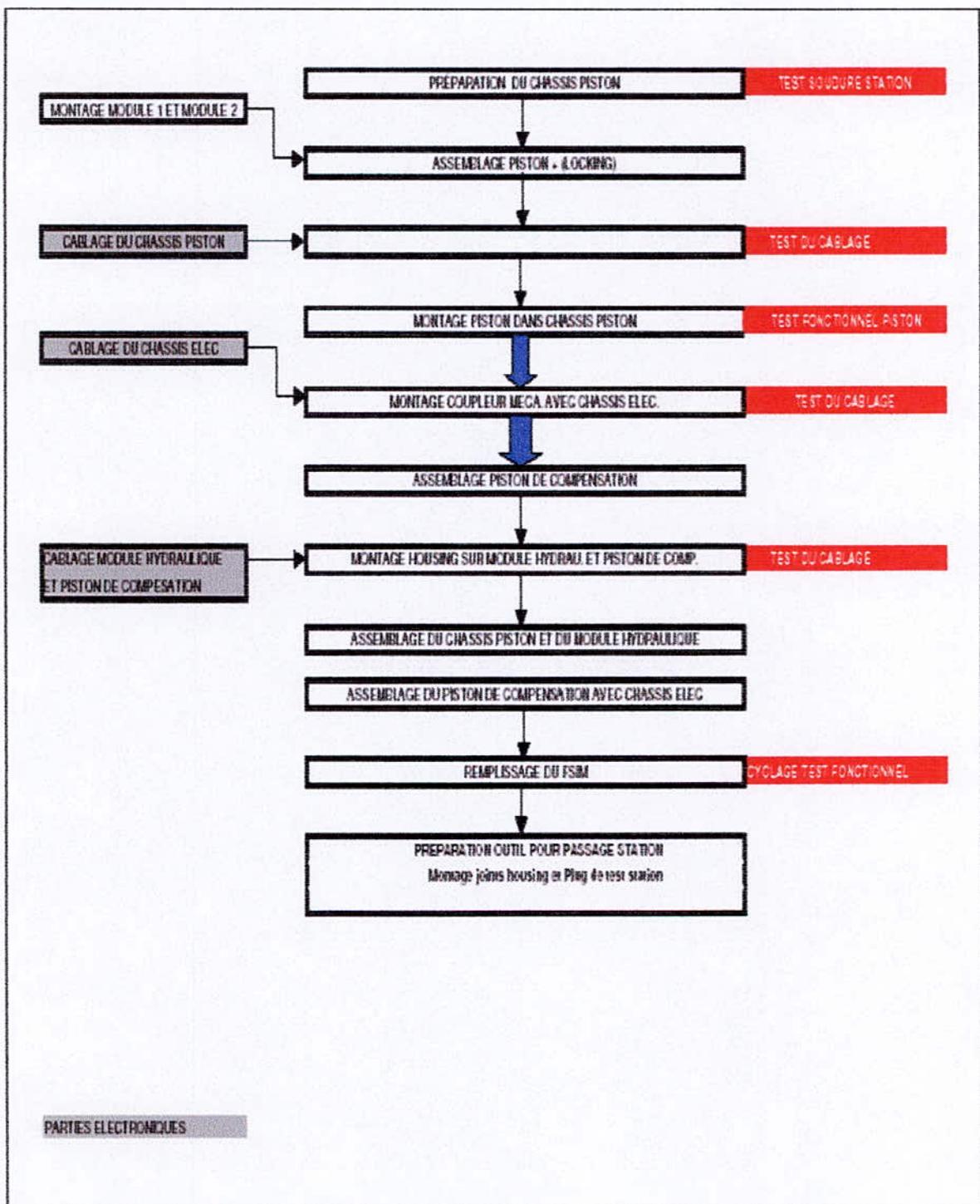


Figure 38 : Organigramme de montage mécanique

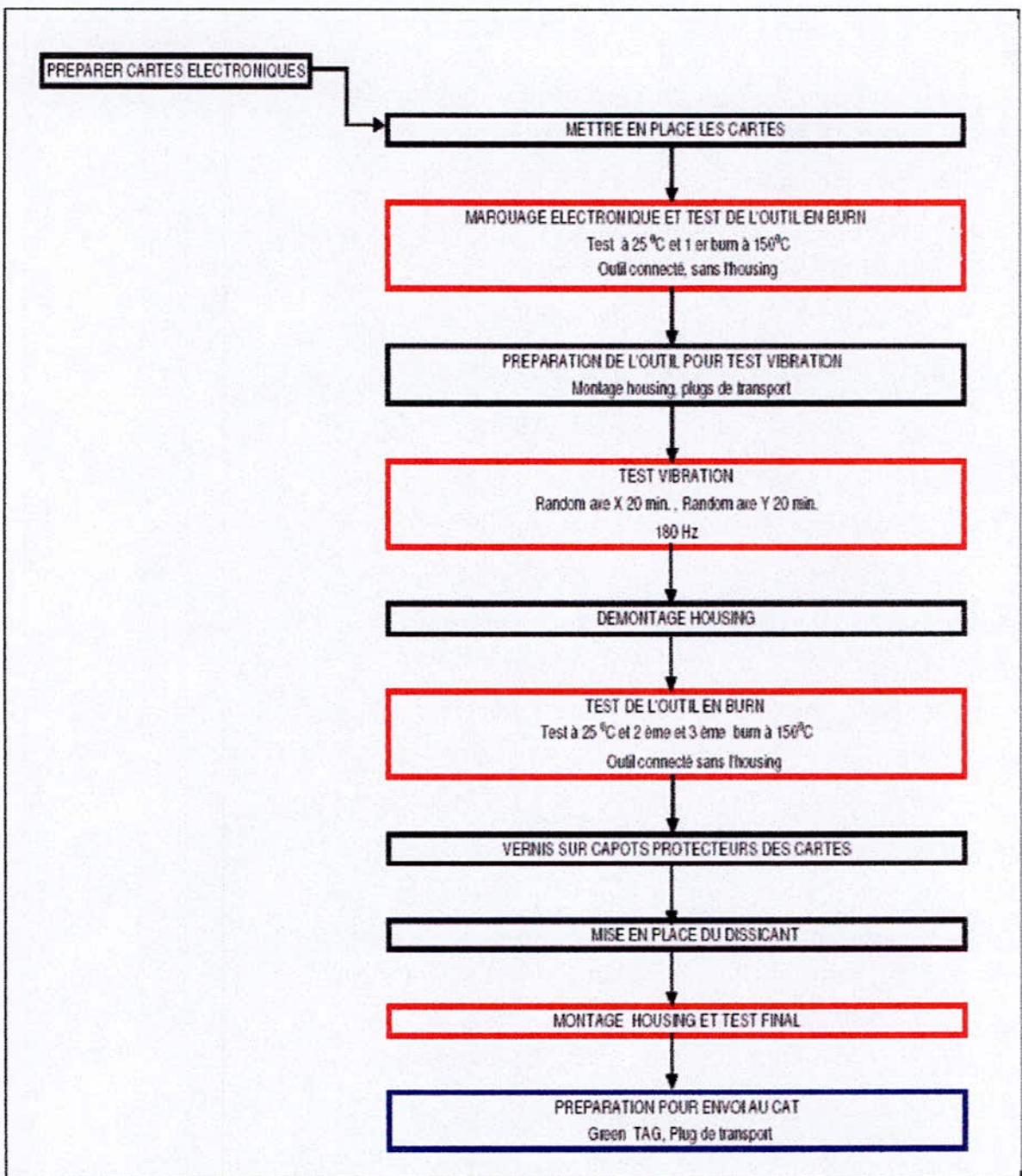


Figure 39 : Organigramme de montage électronique

4.3 Contribution au rapport de qualification

Le rapport de qualification contient les résultats de la qualification des parties critiques de l'outil. Le travail effectué sur ce document consistait à finaliser la qualification du nouveau design du capteur de rotation d'une part et à intégrer la qualification de l'outil scindé, d'autre part (voir annexe 11).

Le nouveau design du capteur de rotation consiste en une carte à circuit imprimé PCB soudée à une traversée qui est elle-même soudée à un tube en acier allié avec un procédé de soudure par faisceaux d'électrons. Ce dispositif est illustré dans la figure 40 ci-dessous.

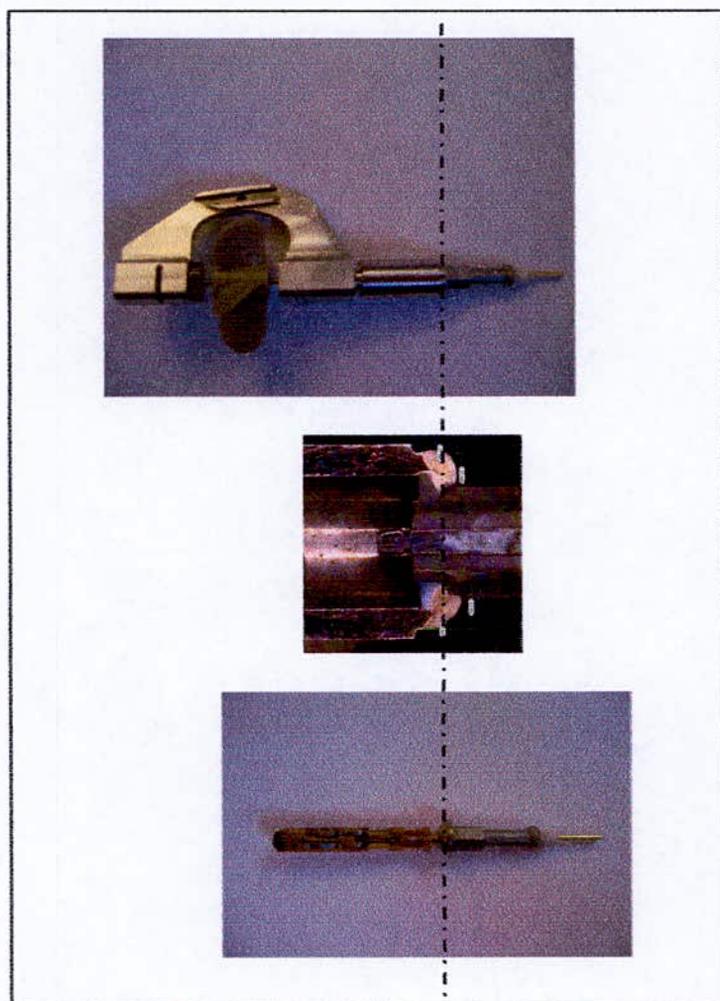


Figure 40 : Nouveau capteur de rotation.

La validation de ce nouvel emballage consiste à lui faire subir des tests en pression et température et de s'assurer par la suite que l'ensemble est parfaitement étanche en vérifiant le signal électrique du capteur à l'aide d'un oscilloscope. Le plan de qualification de l'outil exige 1000 heures de test à 150°C et sous 1035 bars. Les 1000 heures sont effectuées par cycles de huit fois cinq heures comme le montre la courbe représentée dans la figure 41 ci-dessous. Ces tests sont effectués dans la station d'essai du centre SRPC.

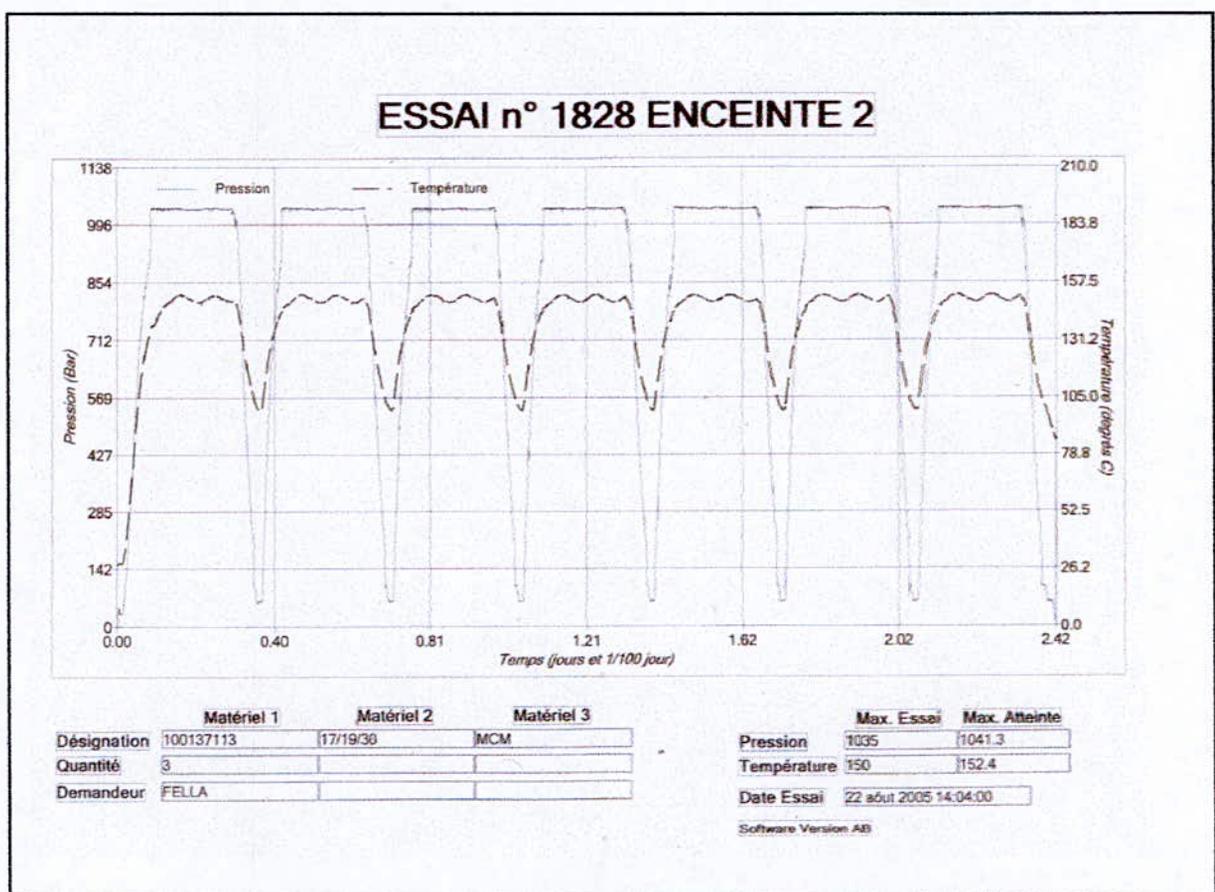


Figure 41 : Courbe de tests en pression et température

4.4 Test des coupleurs optiques

Durant les réglages effectués sur quelques outils par l'équipe du projet, et après avoir appliqué les étapes de réglage de la chaîne optique décrites en annexe 6, un problème est apparu au niveau de certains coupleurs optiques qui étaient hors tolérances en atténuation optique. J'ai effectué les mesures d'atténuation des différentes voies des coupleurs avec un multimètre optique.

Le test consistait à mesurer l'atténuation optique définie par la formule suivante :

$$\text{Atténuation optique} = 10 \text{ Log } (P_{\text{out}}/P_{\text{in}}) \text{ (dB)} \quad (2)$$

Avec : P_{in} : puissance optique d'entrée (input)

P_{out} : puissance optique de sortie (output)

Unité de l'atténuation optique : dB

Sur chaque coupleur optique, les mesures sont effectuées pour les six voies de la manière illustrée sur la figure 42 ci-dessous :

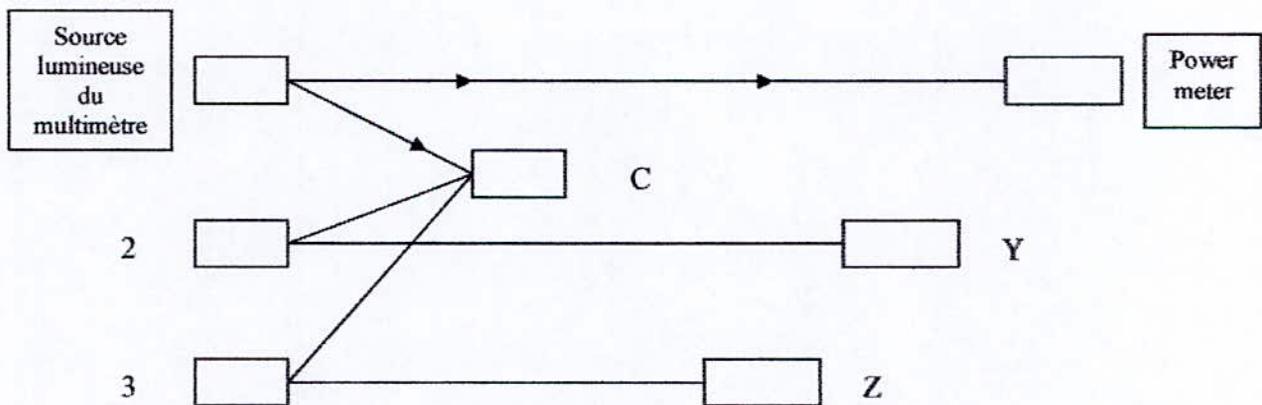


Figure 42 : Schéma de test d'un coupleur optique.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 1 ci-dessous. On remarquera ainsi que pour le coupleur N°88, la voie 2->Y est hors tolérance, son atténuation étant de 7,4 dB (l'atténuation maximale étant de 6 dB).

Coupleur N	1→C	1→X	2→C	2→Y	3→C	3→Z	Etat du coupleur
96	6,05	4,78	5,91	5,38	6,66	5,8	BON
34	5,46	4,36	6,44	4,09	6,43	3,86	BON
73	6,37	5,43	6,05	4,38	5,46	3,76	BON
69	5,87	4,4	5,82	4,35	5,78	4,7	BON
71	6,03	5,16	6,51	5,41	6,2	3,64	BON
54	6,36	5,26	6,27	4,8	5,57	4,45	BON
94	6,38	3,18	6,18	4,71	6,02	2,11	BON
92	5,16	6,47	-5,9	4,3	6,39	5,29	BON
88	7,4	5,03	6,29	7,4	6,13	4,84	DEFECTUEU
86	7,76	5,3	6,66	4,73	6,68	4,89	DEFECTUEU
36	6,92	5,58	6,9	5,65	6,69	5,36	DEFECTUEU
38	7,2	5,67	7,59	5,92	6,6	5,57	DEFECTUEU
95	Coupleurs montés sur cartes, non testés mais fonctionnels après réglage des cartes						
57							
91							
97							
30							
31							
90							
Voies abimées							
Coupleurs burnés							

Tableau 1: Résultats des mesures optiques

Après une inspection visuelle et au microscope, certains coupleurs optiques se sont avérés abîmés comme le montre les figures 43 et 44 ci-dessous par suite d'un écrasement accidentel chez le fabricant. Ces risques d'écrasement des coupleurs optiques ont été portés à la connaissance du fabricant ; ils peuvent être évités en manipulant les coupleurs avec précaution et minutie. On voit ainsi que les composants optiques sont des parties très critiques de l'outil, une atténuation trop grande entraînerait une faible puissance optique au niveau du capteur.

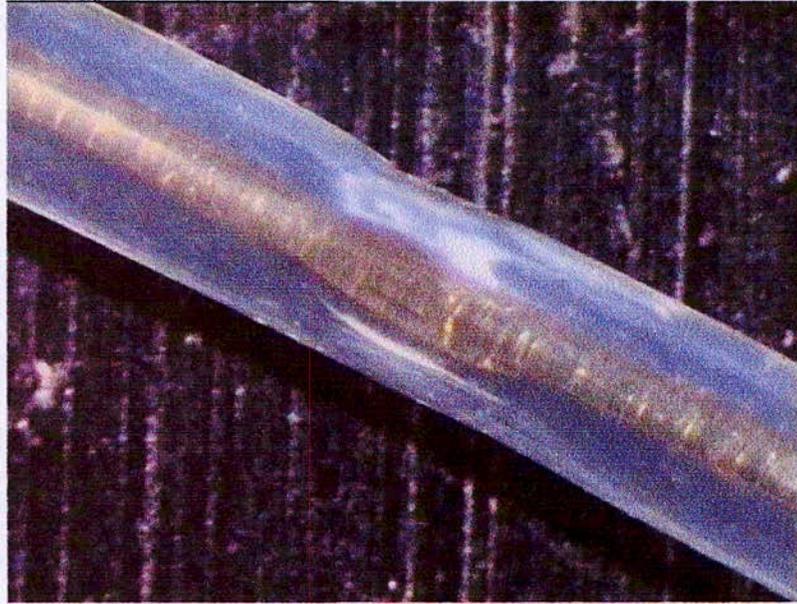


Figure 43 : Voie abîmée par écrasement



Figure 44 : Voie abîmée par écrasement

5 Conclusion

Les objectifs assignés au stage étaient de travailler dans l'équipe du projet sur la finalisation du dossier technique de l'outil FSI (FloScan Imager) et de son manuel de maintenance.

Les documents du dossier technique qui ont été finalisés dans ce cadre sont :

- Les spécifications techniques de la sonde FSIS et du module hydraulique FSIM.
- Le rapport de qualification, en effectuant la qualification du capteur de rotation et la scission de l'outil;
- Les procédures de montage/démontage du manuel de maintenance.

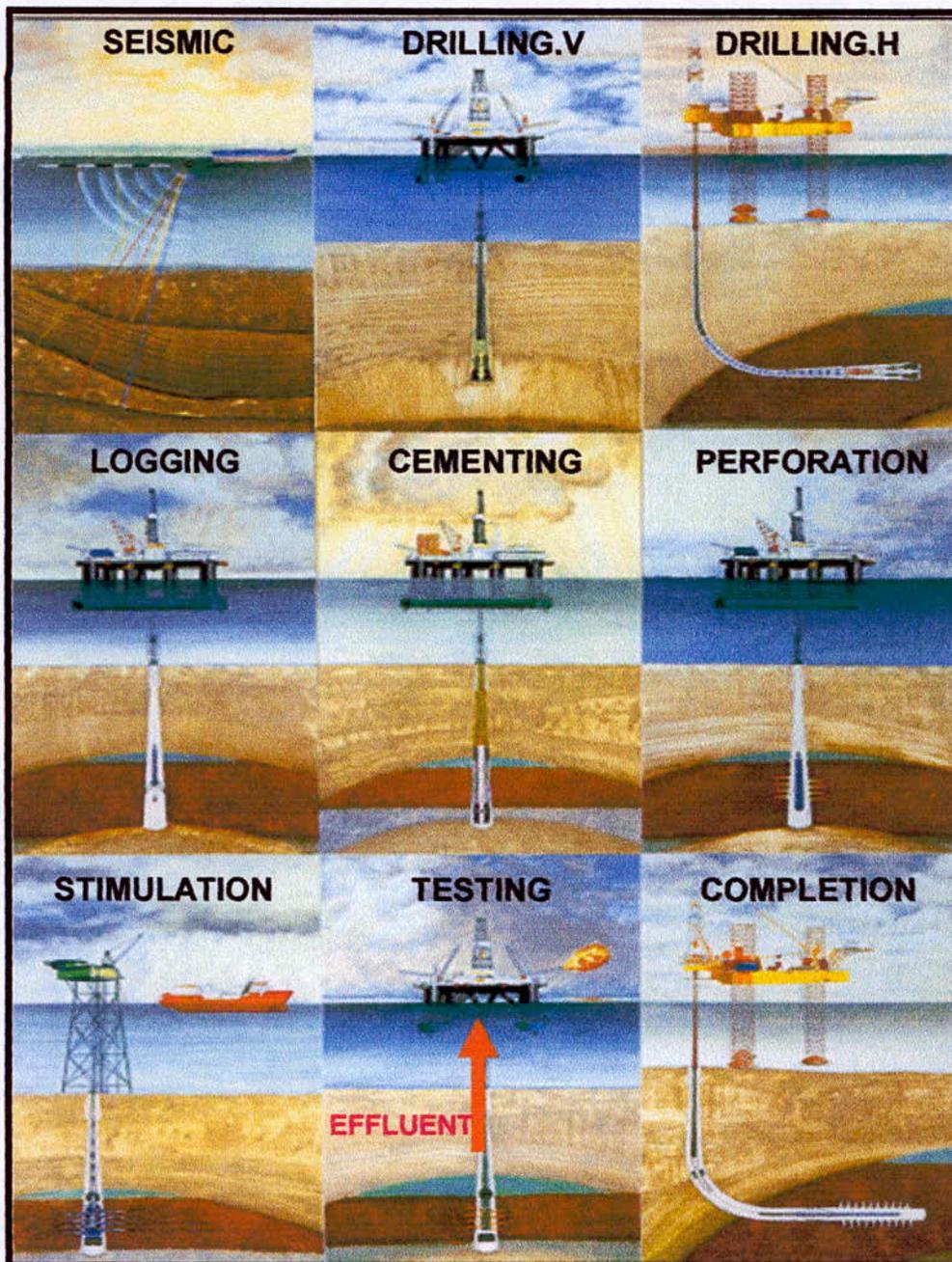
Le travail réalisé a été étendu par la suite aux tâches suivantes :

- Etablir et rédiger la procédure de réglage optique pour le manuel de maintenance.
- Vérifier la conformité d'un certain nombre de coupleurs et de traversées optiques.
- Intégrer la scission de l'outil dans la documentation technique.

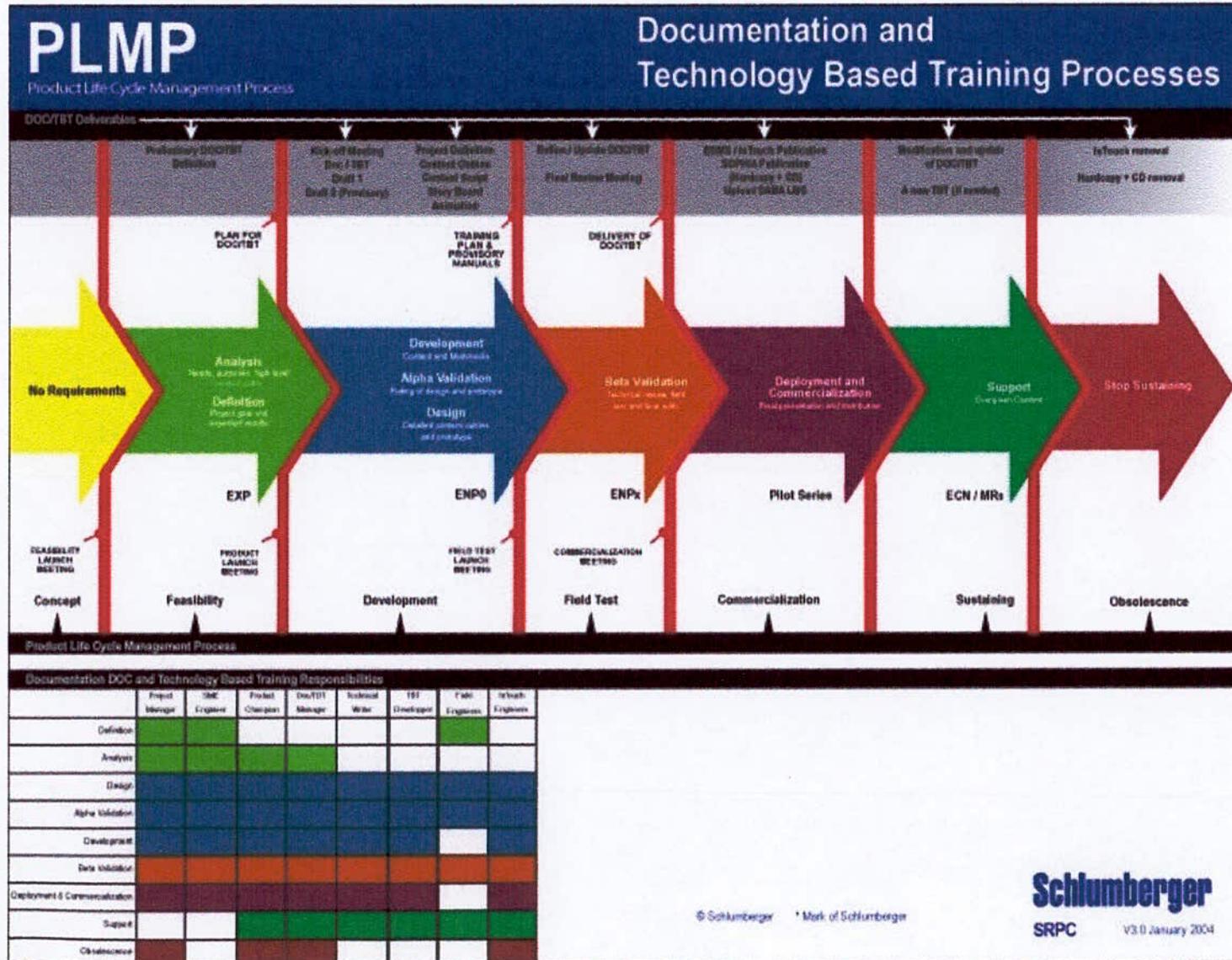
L'ensemble des tâches qui m'ont été confiées a été réalisé à la satisfaction de l'équipe du projet. Ce stage m'a permis de me former aux méthodes de travail de la société Schlumberger et en particulier, au travail d'industrialisation d'un outil et tout ce que cela implique comme procédures de montage/démontage, qualification de pièces critiques et de dossiers techniques d'un outil. Ce stage m'a aussi permis d'élargir mes connaissances non seulement dans le domaine de la mécanique pratique mais aussi dans celui de l'optique et de l'électronique, grâce aux connaissances qui m'ont été transmises par les membres de l'équipe du projet.

Ce stage a aussi abouti à mon recrutement en CDI comme ingénieur d'industrialisation dans la division forage de Schlumberger.

ANNEXE 1 : Phases d'exploitation d'un puits de pétrole



ANNEXE 2 : Gestion du processus du développement de l'outil



ANNEXE 3 Procédures de montage/démontage du manuel de maintenance

1-1

/ FSIS disassembly
PREVIEW DRAFT

1-1

1 FSIS DISASSEMBLY

The FSIS must be disassembled for maintenance purpose: O-ring or wirings replacement, electronic boards alignment or replacement.

A desiccant bag must also be replaced each time the housing is removed.

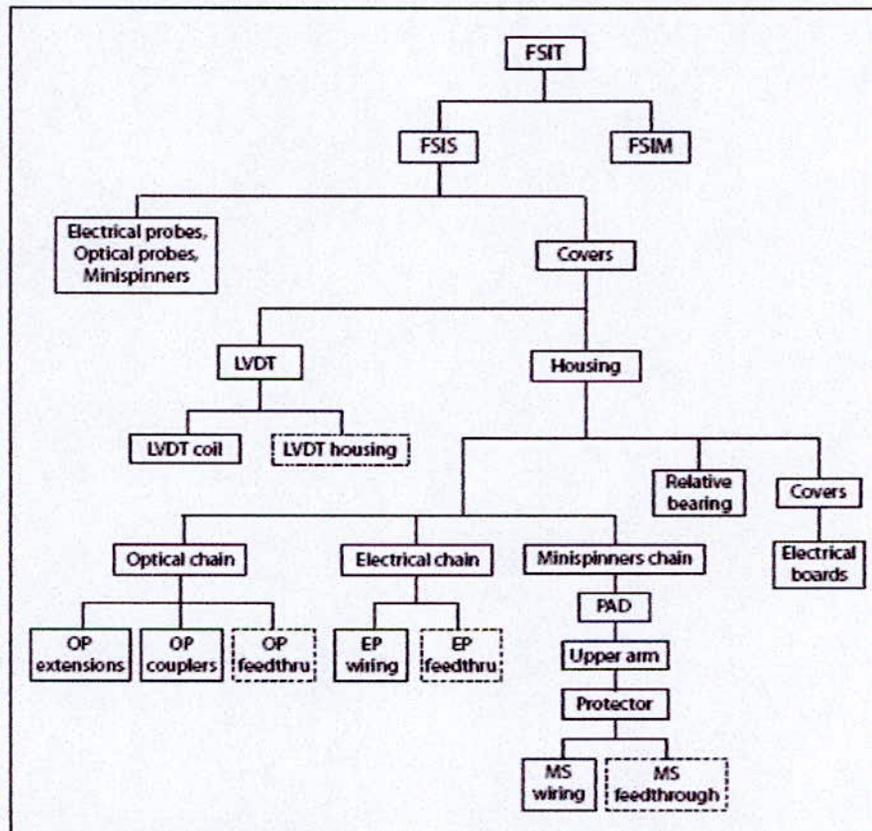


Figure 1-1: FSIS Disassembly Chart

Dotted line in the drawing shows where the O-ring must be replaced.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

W/Release Date:Provisory EDMS UID: Produced: 16-Sep-2005 15:57:01

PREVIEW DRAFT

Although optical, electrical and minispinner sensors replacement can be done without disassembly, the operation is described in the section that described the corresponding chain.

1.1 Covers and housing removal

Refer to DP490339 drawing.

- 1 Remove the 2 screws P270645, then the cover P490643.

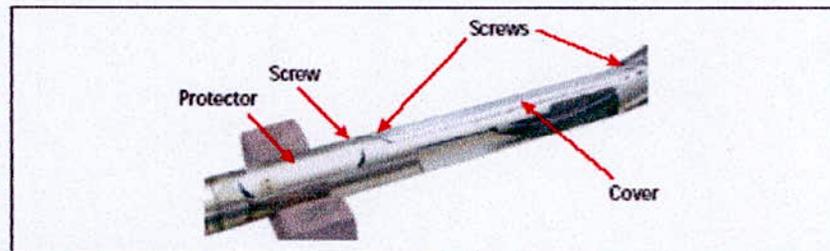


Figure 1-2: FSIS Covers

- 2 Remove the screw P270645, then the protector P498804.
- 3 Unscrew the 2 screws P270645 to disconnect the housing P490340 from the tool body (see Section B-B on DP490339 drawing).

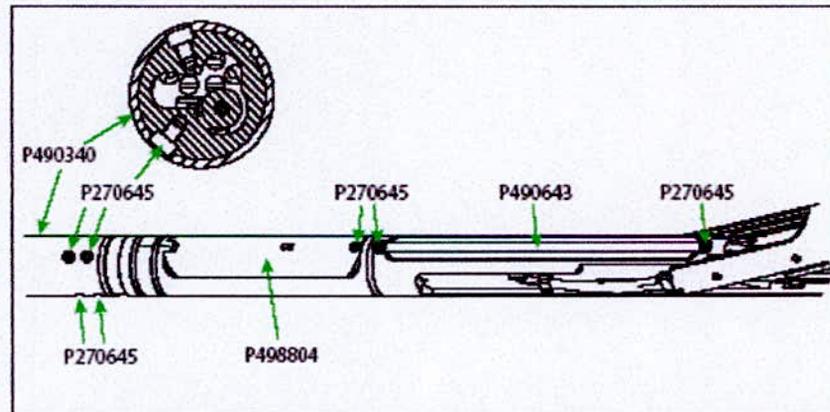


Figure 1-3: FSIS Housing Removal

- 4 Pull on the housing to remove it.
- 5 Remove and discard the desiccant bag.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

1.2 LVDT

The LVDT must be disassembled when its O-ring must be replaced (see Section N-N on DP490339 drawing).

**Warning**

Potential Severity: Serious
 Potential Loss: Assets
 Hazard Category: potential energy

The LVDT is composed of 3 main elements: The coil, the housing and the core. In this procedure, the core remains inside the FSIS.

Note that the coil and the core are matched together. If one of the two parts must be changed, the complete LVDT must be replaced.

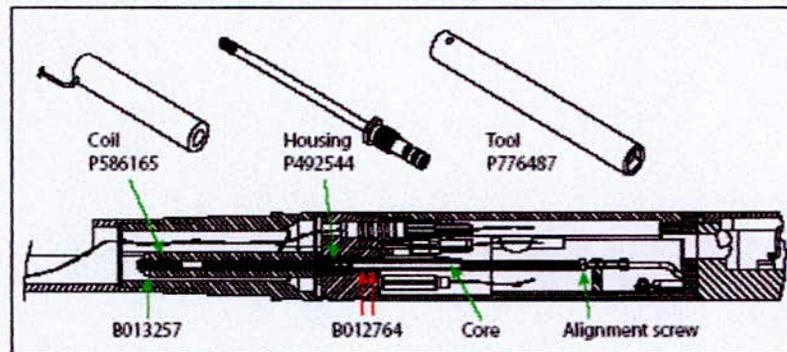


Figure 1-4: LVDT disassembly

- 1 Unscrew B013257 screw.
- 2 Remove the LVDT coil P586165.
- 3 Unscrew the LVDT housing P492544 using the special tool P776487.
- 4 Remove carefully the housing. The end of the core must not be hurt.
- 5 Remove the 2 O-rings B012764.

1.3 Electrical chain

An electrical chain consist of (from probe to board):

- The probe.
- The wiring.

PREVIEW DRAFT**Private**

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

- The feedthrough.
- The wiring between the feedthrough and the board.

For detail information, refer to .

**Caution**

Potential Severity: Light
 Potential Loss: Assets, Personnel
 Hazard Category: machinery equipment hand tools

Probe tips should have been covered. If not, cover them with their caps as you can hurt your finger and/or damage the probe.

Electrical Probe (EP) removal

Refer to DP493938 and DP490339 drawings.

- 1 Cover the probe with a cap, if not done before.
- 2 Unscrew of 2 or 3 turns (do not remove) the screw near the electrical probe to release the external part of its support:
 - EP0 (on FSI body): Screw B016984.
 - EP1-EP5 (on FSI upper arm): Screw B017134.
 Note that EP4 and EP5 are hold together by the same support.
- 3 Remove the electrical probe.
- 4 Slide the boot retainer P245716 away from the probe connection.
- 5 Disconnect the probe by pulling on the boot H231596.
- 6 Remove the probe.

Electrical Probe wiring removal

Refer to drawing DP493938 and DP490339.

- 1 Remove the Electrical probe(s) as explained before.
- 2 Release the wire protectors:
 - For EP0 wiring: Release the three B075854 screws from the back of the FSI body to release the three P490809 cable plates.
 - For EP1-EP5 wiring: Release the three B017134 screws of EP1-EP3 to release P495289 wire protector from the electrical probe arm P490474.
- 3 Cut all the collar.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

- 4 Remove slowly all electrical wires.
- 5 Disconnect the wires on bulkhead end.
On the bulkhead, MiniSpinners (MS) wires are on the top and Electrical Probes (EP) wires on the bottom. MS wires must be disconnected first.

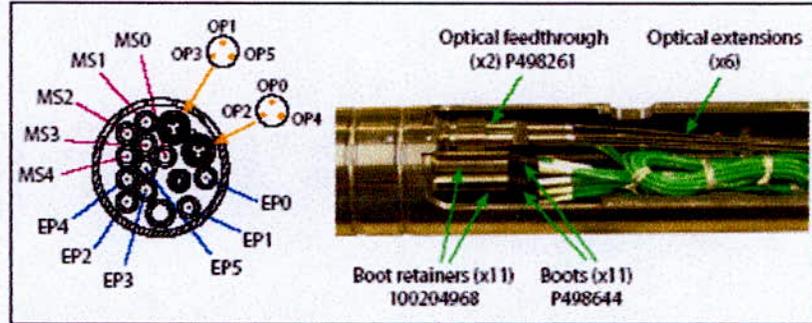


Figure 1-5: Bulkhead connections

For each connection:

- Move backward the boot retainer 100204968.
- Pull on the boot P498644 to disconnect the wire.

- 6 Pull the wires out of the bulkhead.

Electrical feedthrough removal

- 1 On the left side of the bulkhead, remove the adhesive strap around the electrical probes harness.
- 2 Cut the collar on the group of 6 wires.
- 3 Identify the wire(s) before cutting it (them). Put a label it (them) if necessary.
- 4 Cut the wire(s).



Figure 1-6: Electrical Feedthrough Removal

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

5 Unscrew the feedthrough with the special tool 100110104.

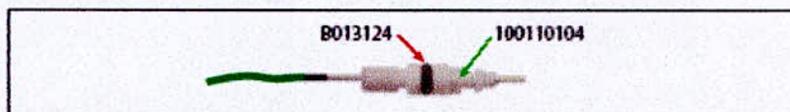


Figure 1-7: Feedthrough

6 Remove the O-ring B013124.

1.4 Optical chain

An optical chain consist of (from probe to board):

- The optical probe.
- The Optical extension.
- The optical feedthrough (groups 3 probes extensions).
- The optical coupler (group light emission and reception for 3 probes).

For more information, refer to

Refer to drawing DP493938 and DP490339.



Warning

Potential Severity: Serious
 Potential Loss: Assets, Personnel
 Hazard Category: machinery equipment hand tools, potential energy

The head of the optical probes is very pointed, thin and fragile. Caps must be mounted onto them.

Operator's finger may be hurt or the probes may be damaged if they are kept unprotected.

Optical probe removal

1 Mount the caps onto the probes, if not done before.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

2 Unscrew, but do not remove, the screw near the optical probe to release the external part of its support:

- OP0 (on FSI body): Screw B016984.
 - OP1-OP5 (on FSI arm): Screw B017134.
- Note that OP4 and OP5 are held together by the same support.

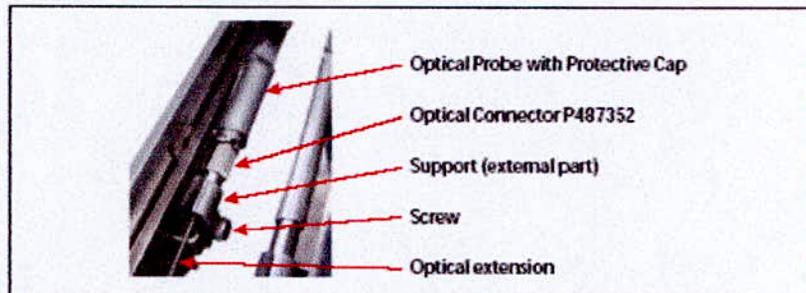


Figure 1-8: Optical Probe Removal

- 3** Unscrew the optical connector P487352 and remove it from the extension.
- 4** Remove the optical probe P787564 from the optical extension.

Optical Extension (OE) removal

- 1** Disconnect the optical extension from the probe by unscrewing the optical connector P487352.
- 2** With the special tool, P???????????? unscrew the nut P489276.

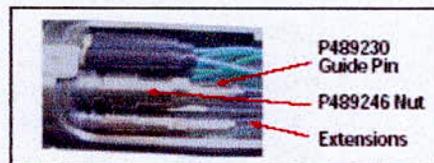


Figure 1-9: Optical extension Removal

- 3** Remove the guide pin P489230 from the upper optical feedthrough.
- 4** Remove the 3 optical extensions (OE1, OE3, OE5) from the guide pin P489230.
- 5** Do the same with the three other extensions (OE0, OE2, OE4) from the lower optical feedthrough.
- 6** Remove slowly the extensions one by one from the left to the right (from PSTC to FSIM-B) in that order: OE1, OE0, OE2, OE3, OE4, OE5.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT**Optical feedthrough removal**

- 1 Unscrew the 2 screws B015029 to free P497612 Optical bracket (see section Z-Z on DP490339 drawing).

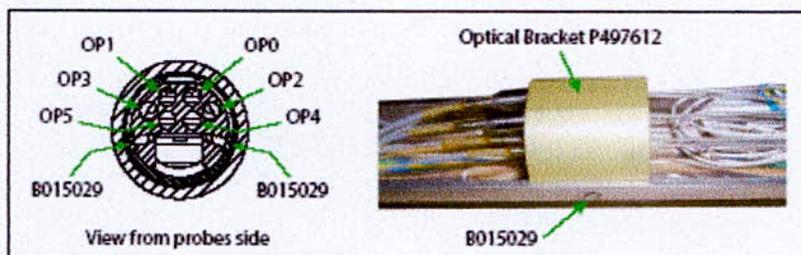


Figure 1-10: Optical Bracket

- 2 Move the optical bracket to get access to the connectors between the optical feedthrough and couplers.
- 3 Using a plier, disconnect the connectors.
- 4 Pull on the group of 3 fibers of the to remove the feedthrough P498261 from the bulkhead.

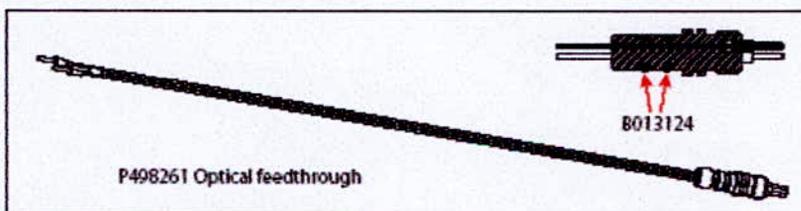


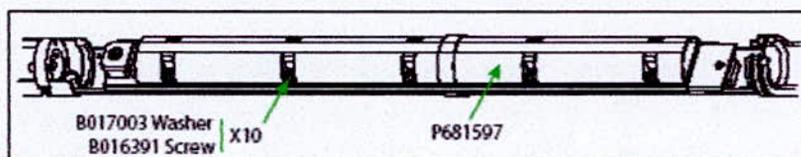
Figure 1-11: Optical Feedthrough

- 5 Remove the O-ring B013124.

Optical couplers removal

An optical coupler consist in a group of 6 optical fibers with appropriate connection to drive light between the optical board and the optical feedthrough. There are 2 such a coupler in the FSIS, one for odd probes, one for even probes.

- 1 Unscrew and remove the 10 screws + washers B016391 + B017003 and remove the Folder Hood P681597 of the Optical board FSIO 004 P773091.

**PREVIEW DRAFT**

Private

Copyright © 2005 Schumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

- 2 On the optical board, free the optical coupler by unscrewing the Allen screws on the LED's and Optical Receivers.

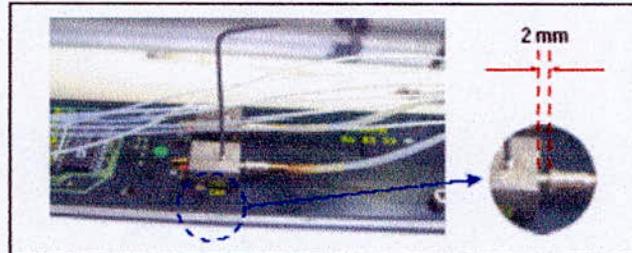
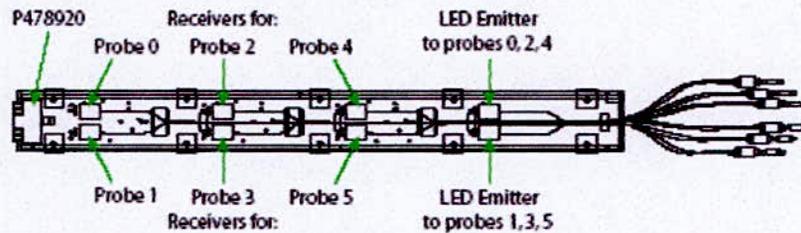


Figure 1-12: Optical Couplers



- 3 Free the optical couplers from the LED and the optical receivers.

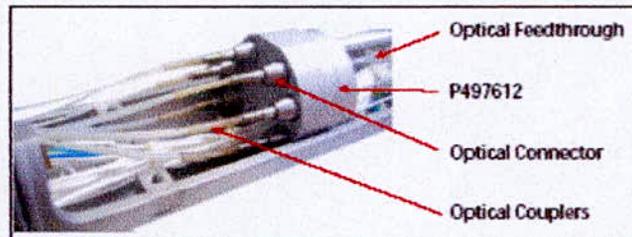


Figure 1-13: Optical Connectors

- 4 Unscrew the optical connectors from the optical feedthrough.
 5 Cut all the collar.
 6 Remove the optical couplers.
 7 Unscrew the 2 screw B015729 and remove the Optical Bracket P497612.

1.5

Spinner module chain

The FSIS is equipped with 5 Mini-Spinners (MS). One is located on the FSIS body (MS0), four are located on the lower arm (MS1 to MS4).

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

- 3 While holding the spinner with a hand, unscrew a little the rotational sensor (100137113) until the bearing P491756 moves backward enough to make the spinner axle free.

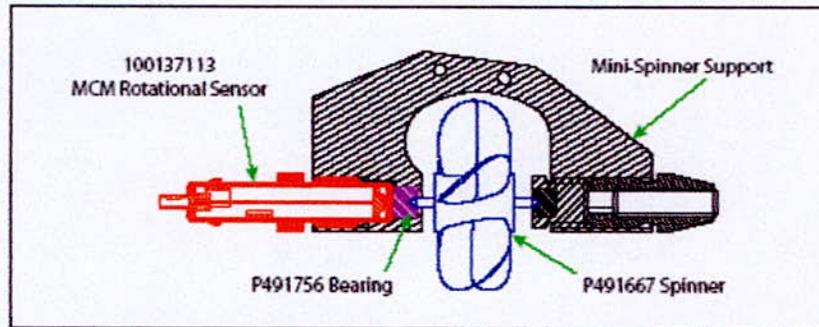


Figure 1-15: Spinner and Rotational Sensor Removal

- 4 Remove the spinner.
- 5 If required, fully unscrew the rotational sensor and remove it.

MiniSpinner module removal

- 1 Disconnect the module by moving the boot retainer 100204967 backward, then by pulling on the boot.
- 2 Remove the two spirol pins:

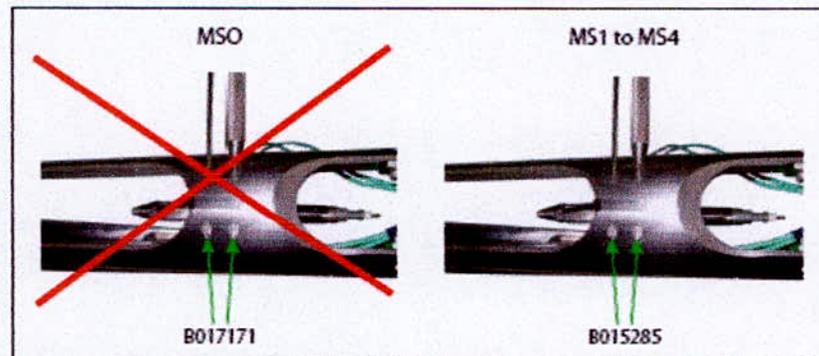


Figure 1-16: Mini-Spinners (MS) removal

- B017171 for MS0.
- B015285 from MS1, MS2, MS3 and MS4.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

3 Remove the Spinner module: P490716 (MS0), P496747 (MS1 to MS4),

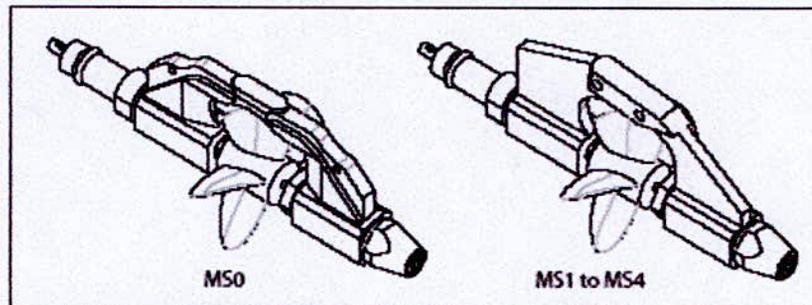


Figure 1-17: Mini-Spinners Modules

MiniSpinner wiring removal

1 Make the minispinner wires free on the lower arm:

- Disconnect the wires by moving the boot retainer 100204967 backward, then by pulling on the boot.
- Cut the wire close to the connector and remove the boot and the boot retainer.
- Unscrew the 10 B017374 screws to make P490809 bridles free.
- Take the wires out of their grooves.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

2 Separate the sensor arms P490473 and P490474 from the pad P497387 (see section L-L on DP490339 drawing).

The arms can be separated in any order.

- Unscrew B018731 screw and remove the axle P497623 (cylinder with flat parts behind) and the washer B022330.

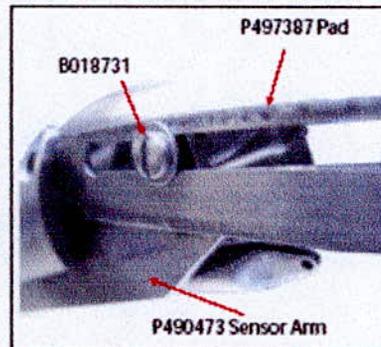


Figure 1-18: PAD Disassembly

The sensor arm is now free but remains hung to the pad by the spinner wires.

- Repeat the operation for the other sensor arm.

3 On both side of the upper arm:

- Remove the 9 screws B017374 and bridles P490809.
- Remove carefully the long wire protectors P497354.

4 Disassemble the pad from the lower arm to remove the wires:

- On both side of the arm end, unscrew and remove the 2 screw + axel assemblies (respectively B020854 and P497617, see section K-K on DP490339 drawing).
Block the axle using a slotted bit screwdriver while unscrewing the screw with an hexagonal key.
- While taking care to the probes, rotate the pad to get access to the wire protector located under it.
- Slide gently down the minispinner wires until the sensor arms become horizontal.
- Pull on the wires to finish to remove them from the pad.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

- 11 Disconnect the wires on bulkhead end.
On the bulkhead, MiniSpinners (MS) wires are on the top and Electrical Probes (EP) wires on the bottom. MS wires must be disconnected first. For each connection:

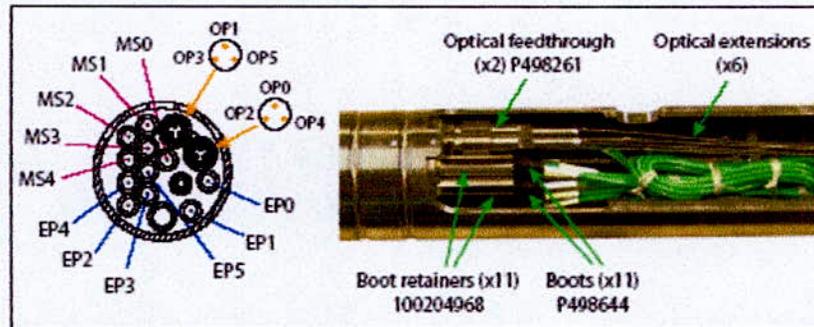


Figure 1-20: Bulkhead connections

- Move backward the boot retainer 100204968.
- Pull on the boot P498644 to disconnect the wire.

Electrical MS wire extending

This operation has to be done only when additional wire length is needed in case of broken connection or damaged wire.

- 1 Identify the corresponding cable.
- 2 Cut the collar.
- 3 Pull on the cable to get the required length.

1.6 PAD

Refer to drawing DP493938 and DP490339.



Warning

Potential Severity: Serious
Potential Loss: Assets, Personnel
Hazard Category: machinery equipment hand tools, potential energy

The head of the optical probes is very pointed, thin and fragile. Caps must be mounted onto them.

Operator's finger may be hurt or the probes may be damaged if they are kept unprotected.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

- 1 Check that all probes are protected by their caps. Install them if necessary.
- 2 Make MiniSpinner wires free:
 - Disconnect all MiniSpinners on the lower arm (MS1-MS4). Refer to 1.5 Spinner module chain for disassembly.
 - Cut the wires close to the connectors.
 - Remove boot retainers and boots.
- 3 Separate the sensor arms P490473 and P490474 from the pad P497387 (see section L-L on DP490339 drawing). The arms can be separated in any order.
 - Unscrew B018731 screw and remove the axle P497623 (cylinder with flange parts behind) and the washer B022330.

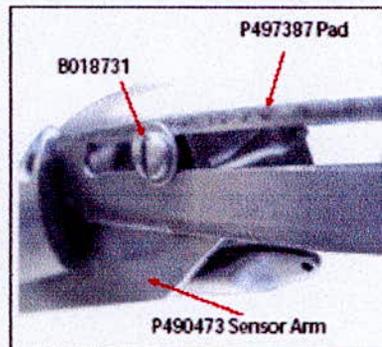


Figure 1-21: PAD Disassembly

The sensor arm is now free but remains hung to the pad by the spinner wires.

- Repeat the operation for the other sensor arm.
- 4 On both side of the lower arm end, unscrew and remove the 2 screw + axel assemblies (respectively B020854 and P497617, see section K-K on DP490339 drawing). Block the axle using a slotted bit screwdriver while unscrewing the screw with an hexagonal key.
 - 5 While taking care to the probes, rotate the pad to get access to the wire protector located under it.
 - 6 Slide gently down the minispinner wires until the sensor arms become horizontal.
 - 7 Finish wire removing from the pad.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

- 8** Removing and unscrew the 2 screw + axel assemblies (respectively B020854 and P497617) on the upper arm side.
- 9** Remove the pad.

1.7 **Relative bearing**

- 1** Unscrew the 2 screws B015029 on both sides of the FSIS body.
- 2** Cut the wires close to bearing (they are identified by their color).
- 3** Remove the relative bearing.

PREVIEW DRAFT**Private**

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

Annexe 4 Procédure de montage/démontage du FSIM

1-1

/ FSIM-B Disassembly

1-1

PREVIEW DRAFT

1 FSIM-B DISASSEMBLY

The FSIM-B must be disassembled for periodic replacement of O-rings, and for maintenance operation on electronic boards when required. A desiccant bag must also be replaced each time the electrical housing is removed.

As shown in [Figure 1-1](#), the FSIM-B can be divided into 3 sections:

- The piston section with the piston and the piston chassis.
- The hydraulic section with the hydraulic module and the compensation piston.
- The electrical section with the mechanical coupling and the electronic boards.

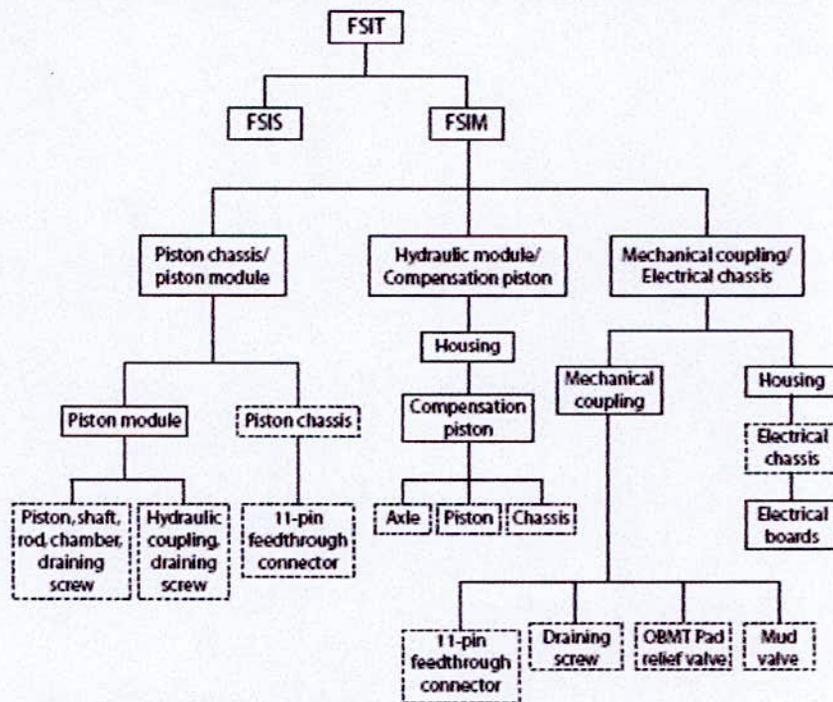


Figure 1-1: FSIM Disassembly Chart

The 3 sections can be disassembled separately. Dotted lines in the figure shows where O-rings must be replaced.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

WWWRelease Date: Provisory\EDMS UID: \Produced: 15-Sep-2005 10:01:47

PREVIEW DRAFT

Mud and relief valve O-ring removal is described apart from the electrical section as it can be done separately and as no disassembly is required.

1.1 FSIM / FSIS separation

**Warning**

Potential Severity: Serious
 Potential Loss: Personnel
 Hazard Category: pressure

Make sure that the FSIS arm is open before starting any handling, as the piston of the FSIM must be in fully extended position.

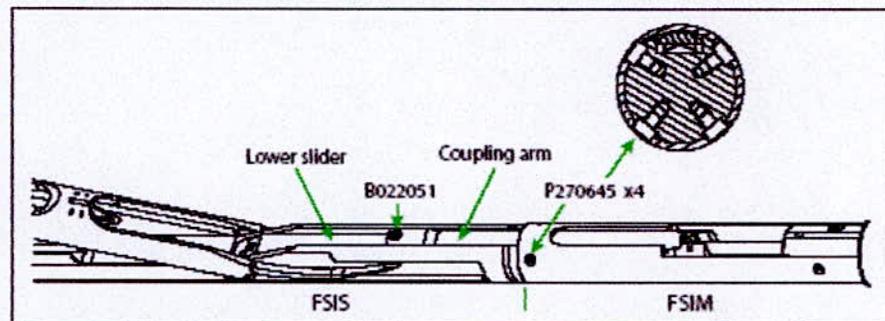


Figure 1-2: Separation of FSIS and FSIM

- 1 Unscrew and remove B022051 screw to separate the FSIM coupling arm and the FSIS lower slider.
- 2 Unscrew and remove the four screws P270645.
- 3 Pull on the FSIM to separate it from the FSIS.

1.2 Piston Section

This part of the tool must be disassembled to change critical O-rings that can be damaged after a certain number of hours of use. The piston section is attached to the Hydraulic module inside the Hydraulic section housing from which it must be separated.

PREVIEW DRAFT**Private**

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT**Caution**

Potential Severity: Light
 Potential Loss: Personnel
 Hazard Category: pressure

Before each disassembly, check whether the piston section is filled or empty. Do not start any handling without being sure that this part of the tool is empty.

1 Empty the Piston module:

- Using a retention tub, unscrew delicately the draining screw P491939 (see section E-E on DP492631 drawing).
- Empty the module and remove B012416 O-ring.
- Unscrew the second draining screw (see section C-C of 100139100D drawing).
- Remove the O-ring B012416 on the second draining screw.

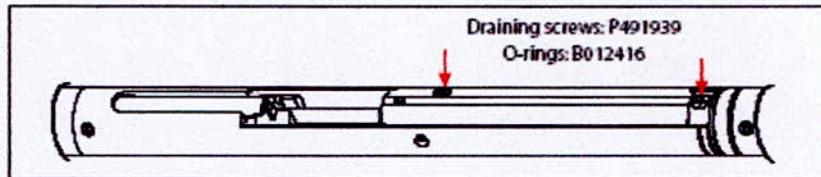


Figure 1-3: Piston Draining Screws

2 Separate the piston section from the rest of the FSIM.

It is connected to the Hydraulic module P491926 inside the housing of the hydraulic section from which it must be separated.

The housing of the hydraulic section remains connected to the rest of the SFIM and the Hydraulic module remains inside it.

Inside this housing, the compensation piston stay in its original position.

- Unscrew the 4 screws P270645 (see section G-G on DP492631 drawing) to disconnect the piston section from the housing of hydraulic section.

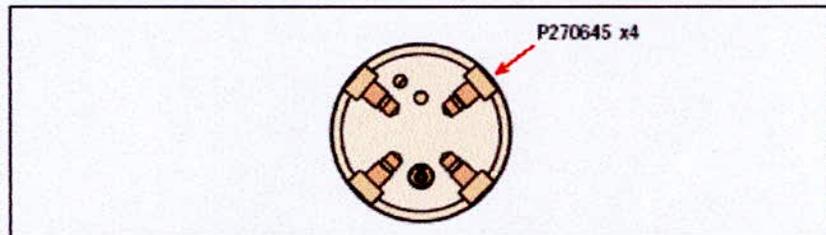


Figure 1-4: Piston Chassis to Hydraulic Housing Connection

PREVIEW DRAFT**Private**

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

- Pull on the piston chassis to slide it out until the junction with the Hydraulic module can be seen.

i Note

So as not to damage the wire, make it jut out of some centimeters only. A slack of wire inside the housing allows to move the Hydraulic module out of the housing enough to be able to disconnect it from the piston section.

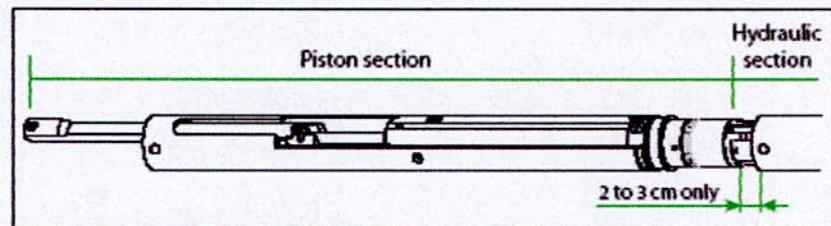


Figure 1-5: Hydraulic section Maximum Jutout

- Pull 2 or 3 cm more to get access to the screws.
- Unscrew the 4 screws B017134 (see Section H-H on DP492631 drawing) and separate the 2 sections.

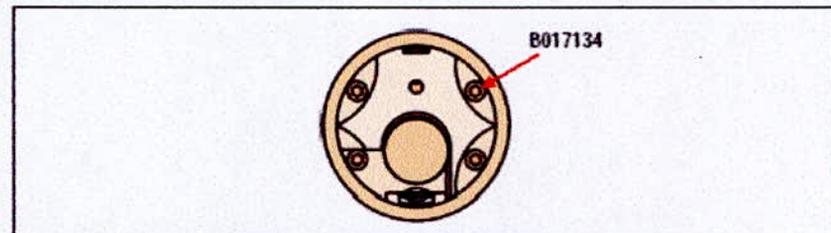


Figure 1-6: Piston Chassis to Hydraulic Module Connection

- On the right end of the section, remove B076030 and B012733 O-rings.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT**3** Piston module extraction

- Unscrew the 2 screws P270645 to separate the piston module from the piston chassis (see section D-D on DP492631 drawing).

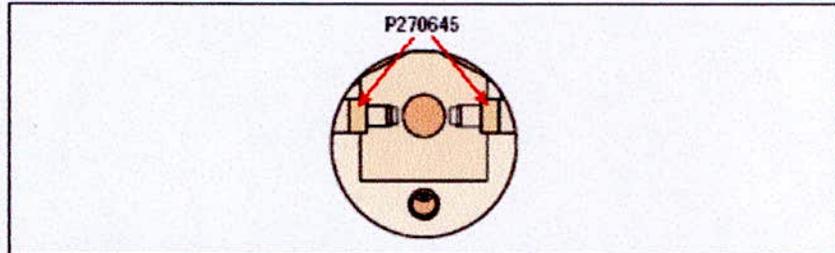


Figure 1-7: Piston Module from Piston Chassis Removal

- With a puncher and a hammer, slide out the piston from the chassis.
- Pull up the piston rod P492636 and separate it from the coupling arm P492650 (no tool required).

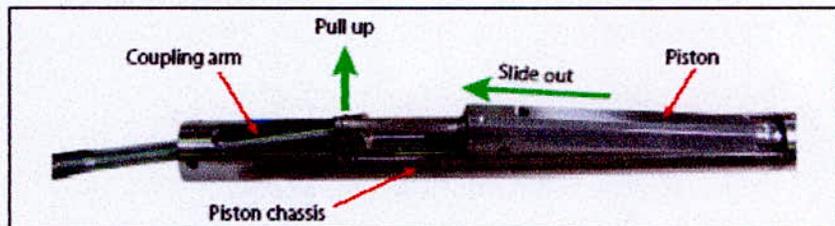


Figure 1-8: Piston Shaft and Coupling Arm Separation

- Take the piston out of its chassis.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT**4** Disassemble the piston module.

The piston module must be disassembled to change the critical O-rings located in it.

It consists of 2 main elements: The piston assembly (piston, shaft, chamber, rod and springs) and the hydraulic coupling.

The rod is screwed in the hydraulic coupling

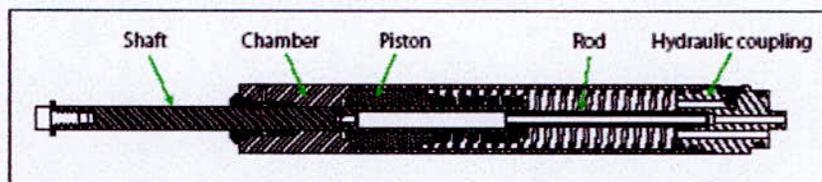


Figure 1-9: Piston O-rings Locations



Caution

Potential Severity: Light
 Potential Loss: Personnel
 Hazard Category: pressure

A spring located behind the hydraulic coupling keeps a permanent pressure on it. Pay attention when disassembling the piston.

Besides, oil ejection may happens.

- Grip the hydraulic coupling 100139103 in a vice. It is fixed to the piston chamber 100139102 by a quick-locking system.

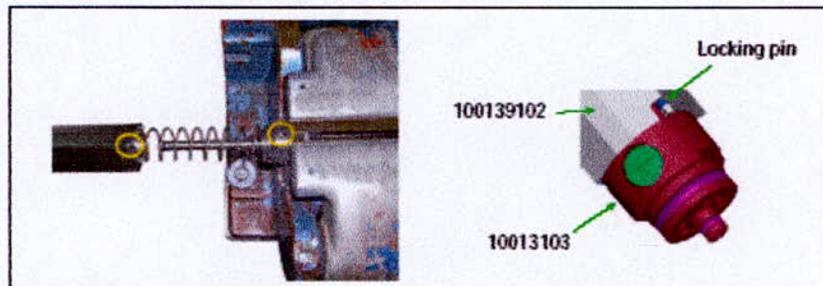


Figure 1-10: Locking System

- Press the piston on the hydraulic coupling and turn counterclockwise to unlock it.
- Pull on horizontally to slide it along the rod and separate it.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

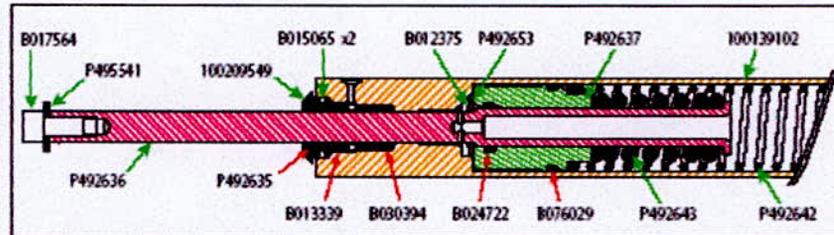
PREVIEW DRAFT**5** Piston disassembly (P492636 + P492635 + 100139102 + P492637 + P492642) and O-rings removal

Figure 1-11: Piston disassembly

- Remove P492642 spring from 100139102.
- Unscrew B017564 screw at the end of P492636 shaft and remove P495541 washer.
- Press on the shaft to slide it inside the chamber.
The shaft, piston and spring (P492636 + P492637 + P492643) will come out together.
- On this assembly, remove B012375 retaining clip and P492653 washer.
- Slide the piston P492637 along the shaft P492636 and remove it.
P492643 spring can stay in its place.
- Remove O-rings B024722 and B076029 inside and around the part.
- Using a pin drift, remove the 2 spiral pins B015065, then remove the P492635 scrapper.
- Remove the O-ring 100209549 inside the scrapper (see Section B-B on drawing 100139100D).
- Remove the O-ring viton B030394 located inside the piston body

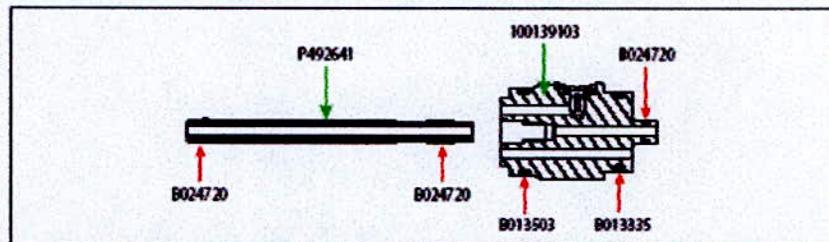
PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT**6 Hydraulic coupling and rod O-rings removal**

- Unscrew P492641 rod to separate it from the Hydraulic Coupling 100139103.
- On the rod, remove the two B024720 O-rings.
- On the coupling, remove B013503, B013335 and B024720 O-rings.

**Figure 1-12: Hydraulic Coupling O-ring locations****PREVIEW DRAFT****Private**

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT**7** Piston chassis disassembly and O-rings removal.

On the piston chassis, O-rings must be replaced on 100152422 right connector. P490546 left hand connector must be disassembled first to get slack in the wires.

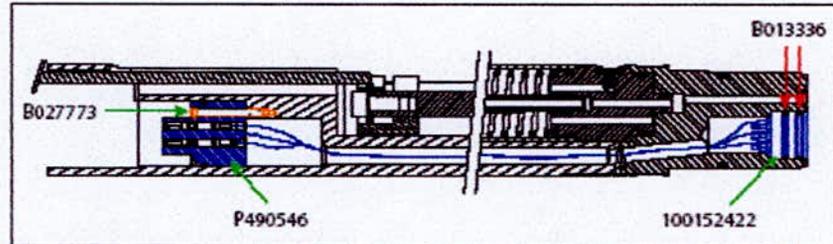
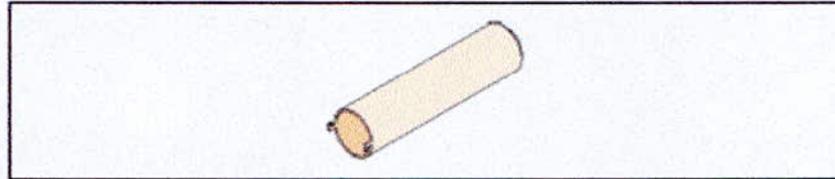


Figure 1-13: Piston Section connector O-rings

- Unscrew B027773 screw to release the P490546 8-pin left feed-through.
- Pull gently on the connector and turn it to give some slack to the twisted wires.
- Now, disconnect the P491643 11-pin feed-through right connector with the specific removing tool.



- Remove the two B013336 O-rings on the 11-pin feed-through connector.

1.3 Hydraulic section (hydraulic module and compensation piston)

In the hydraulic section, only the compensation piston must be disassembled to change critical O-rings that can be damaged after a certain number of hours of use. There is no maintenance operation on the hydraulic module.

To disassemble the compensation piston, the hydraulic and electronic sections of the tool must be separated.

They are linked together by the mechanical coupling on which their housings are fixed.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT**i Note**

For electrical feedthrough wiring, there is a connector at both end of the hydraulic section. A slack in the wire harness H03 (P772700) between the hydraulic module and the compensation piston allows disassembly. However, this procedure must be followed carefully as the harness can be damaged if stretched.

**Caution**

Potential Severity: Light
 Potential Loss: Personnel
 Hazard Category: pressure

Before disassembly, check whether the compensation piston is filled or empty. Do not start any handling without being sure that this part of the tool is empty.

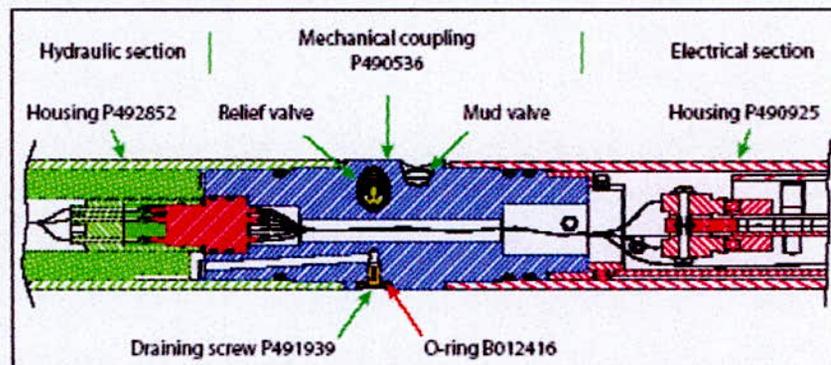
1 Empty the compensation piston.

Figure 1-14: Compensation Piston Draining Screw

- Using a retention tub, unscrew delicately the draining screw P941939 (see section M-M on DP492631 drawing).
- Empty the module.
- Remove B012416 O-ring.

PREVIEW DRAFT**Private**

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

- 2 Push the hydraulic module inside the housing as close as possible to the compensation piston to get the maximum of wire length.

**Caution**

Potential Severity: Light
Potential Loss: Assets
Hazard Category: machinery equipment hand tools

This operation is required when the piston module and chassis assembly has been disassembled first, as the hydraulic module has been partially pulled out of the housing.

PREVIEW DRAFT**Private**

Copyright © 2005 Schiumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT**3** Separate Hydraulic and electronic sections.

- Unscrew the 4 screws P270645 to disconnect the housing of the hydraulic section from the rest of the tool (see Section L-L on DP492631 drawing).

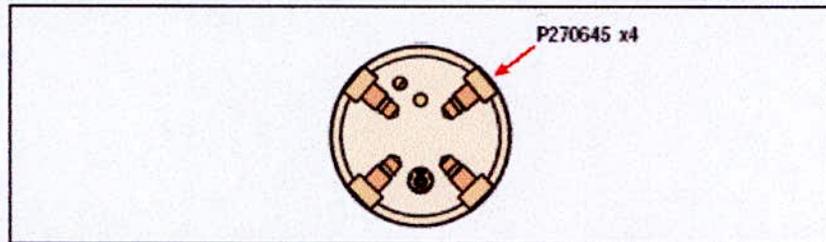


Figure 1-15: Hydraulic Housing Separation

- Pull gently on the Electronic section until the junction with the compensation piston can be seen (3 screws).
A slack of wires inside the hydraulic section housing is long enough to allow elements separation for further disassembly.

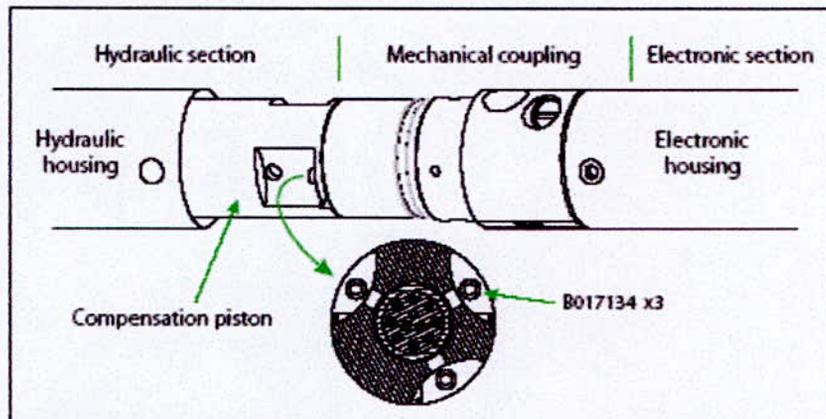


Figure 1-16: Hydraulic Module Separation

- Unscrew the three B017134 screws (see Section K-K of DP492631 drawing).
- Pull gently on the compensation piston to get access to the through-wiring connector and disconnect it.

PREVIEW DRAFT

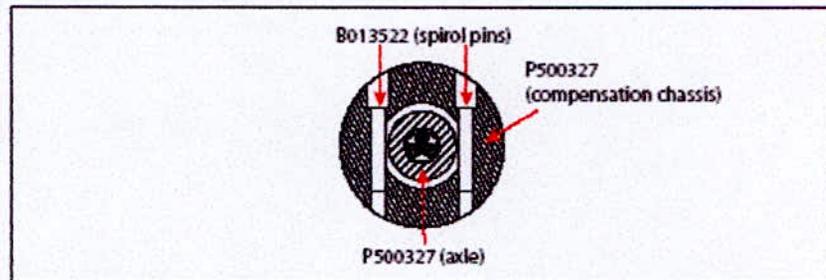
Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT**4** Disassemble the compensation piston to replace the O-rings.

This piston is made with 4 parts: The piston P490953, the chassis P500299, the axle, P500327 and the spring P490557.

- Pull gently on the chassis to slide the whole assembly out of the housing.
- Remove the 2 spirol pins B013522 (see Section J-J of DP492631 drawing) to separate the axle and the chassis.



- Slide the axle and the connector out of the piston.

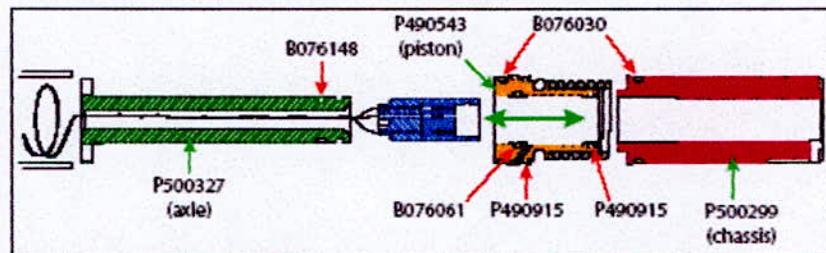


Figure 1-17: Compensation piston disassembly

- Remove the 3 O-rings (B076030, B076061) and the 2 wiper seals inside (P490914 and P490915) and outside the 2 parts of the piston.
- On the axle P500327, remove the O-ring B076148.

1.4 Relief and mud valves

On the mechanical coupling between Hydraulic and electronic section, the relief and the mud entry valve must be removed to replace the O-rings (see [Figure 1-14 Compensation Piston Draining Screw](#)).

This operation does not require any disassembly of tool element and can be done independently.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

1.4.1 Relief Valve

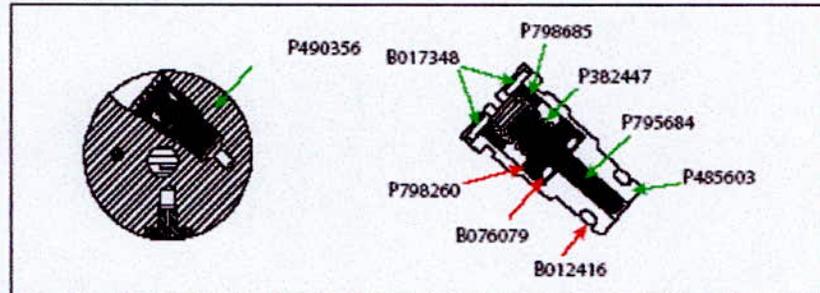


Figure 1-18: Relief valve

- 1 On P490356 mechanical coupling, unscrew and remove P798048 assembly (see Section N-N of DP492631 drawing)
- 2 Remove B012416 O-ring.
- 3 Remove the 2 spirol-pins B017348, then remove the cap P795685.
- 4 Remove P382447 spring.
- 5 Remove P795684 needle, then P798260 peeling shim.
- 6 Remove B076079 O-ring inside the needle.

1.4.2 Mud Valve

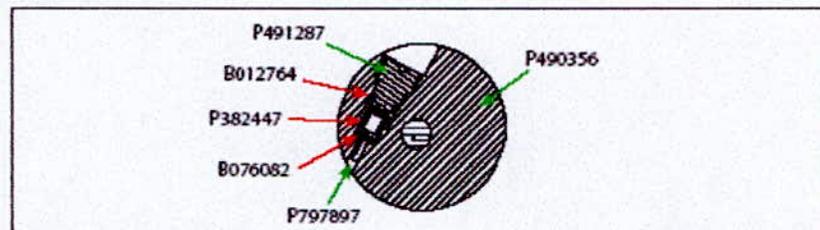


Figure 1-19: Mud valve

- 1 On P490536 mechanical coupling, unscrew and remove P491287 screw (see Section N-N of DP492631 drawing)
- 2 Remove B012764 O-ring.
- 3 Extract P797897 valve.
- 4 Remove P382447 spring.
- 5 Remove B076082 O-ring.

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schiumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

1.5 Electrical section

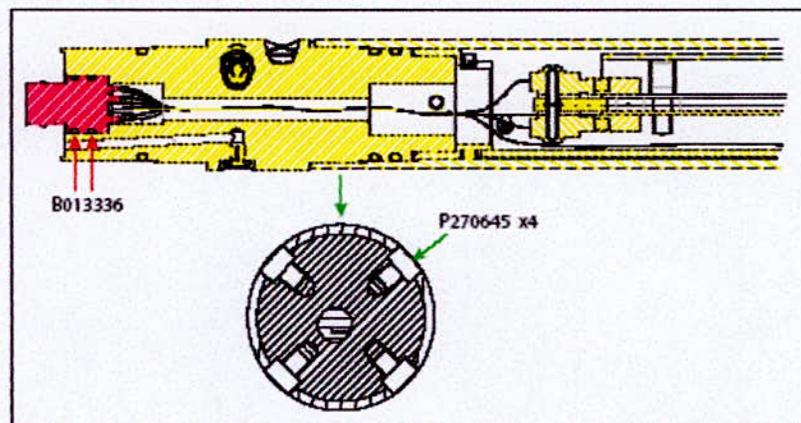
The electrical section must be disassembled for periodic replacement of a desiccant bag, and when a maintenance operation must be done on the electronic boards.

Several O-rings and the desiccant bag must be replaced every time the module is disassembled.

O-rings and desiccant bag removal

1 Remove the 11-pin connector O-rings.

- On the mechanical coupling, using the special extraction tool 100152422, pull the P491643 11-pin connector (connection with the hydraulic module) until the two B013336 O-rings are visible.
- Remove the O-rings.

**PREVIEW DRAFT**

Private

Copyright © 2005 Schlumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT**2** Separate the electronic section and the mechanical coupling.

- Unscrew the four P270645 screws (see Section P-P on DP492631 drawing).
- Pull P490925 housing and remove it.

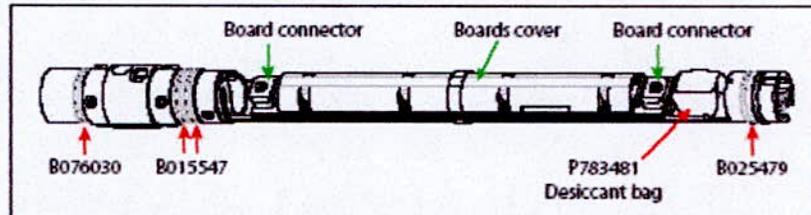


Figure 1-20: Electrical Module without Housing

3 Remove the desiccant bag P783481.**4** On the electrical frame P490536, remove O-ring B076030 near the right connector (H245261).**5** On the mechanical coupling:

- Remove O-ring B076030 on the left end.
- Remove the 2 O-rings B015547 on the right end by sliding them along the electrical frame.

Electrical board removal (for maintenance purpose only)

Two boards are located inside the electrical module cap: FSIM001 (P/N 100156510) and FSIM002 (P/N P479500).

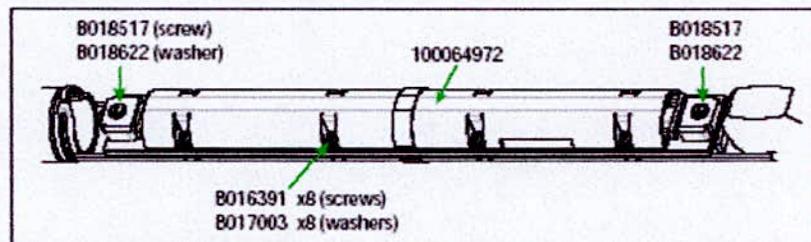
1 Unscrew and remove the eight B016391 screws and washers B017003.**2** Remove the cap 100064972.**3** Unscrew and remove B018517 screws with B018622 washers at both ends of the boards to release the four connectors.

Figure 1-21: Electrical Boards

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

PREVIEW DRAFT

- 4 Remove the electrical boards 100156510 (FSIM001) and P479500 (FSIM002) from the electrical frame.

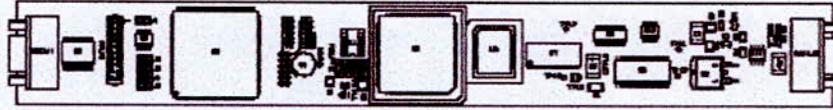


Figure 1-22: 100156510 FSIM001 Electrical Board Replacement

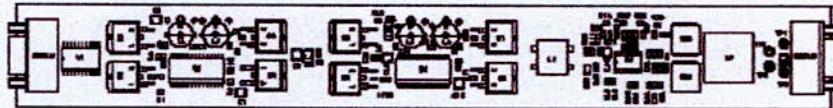


Figure 1-23: P479500 FSIM002 Electrical Board Replacement

PREVIEW DRAFT

Private

Copyright © 2005 Schumberger, Unpublished Work. All rights reserved.

ANNEXE 5 Monitoring and Troubleshooting of The Optical Chain

Tuning of LEDs and Optical Receivers in order to obtain Optical Gains of less than 2 during Surface Gain Settings

Note

The procedures stated therefore have to be followed provided that the two steps below have been performed and the gain of any one optical probe is greater than 2 during the automatic gain settings at surface in air.

1. Clean with B07942, dry and inject optical gel (B079413) at optical probe/extension (P491605) level, optical extension/optical feedthru (P494974) level.
2. Check the optical loss on all optical extensions (P491605) with the optical meter (100110107) and the attenuation is in the range – 2 dB.

Components of FSIO004 Board

Following is the schematic of the optical receivers and the two LED's on the FSIO-004 board. The top LED serves the lines 0, 2, and 4 and the bottom LED serves the lines 1,3 and 5. There are 6 optical receivers, one for each optical line (6 altogether for FSI).

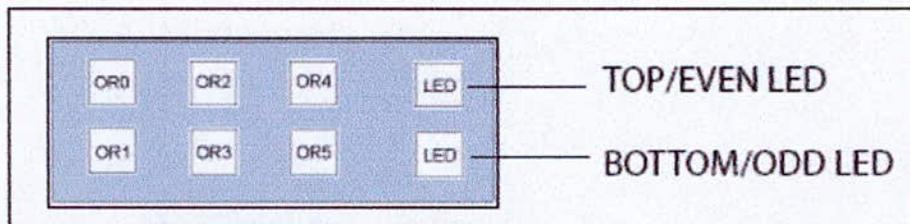


Figure 10-1: Components of FSIO-004 Board

10.1.3.1 Tuning of The Optical Receivers (P493450)

1 Set the LED power at 30% LPOW via the Maxis:

Log Phase/FSIT Tasks/Advanced Setup/LED Power Manual Change

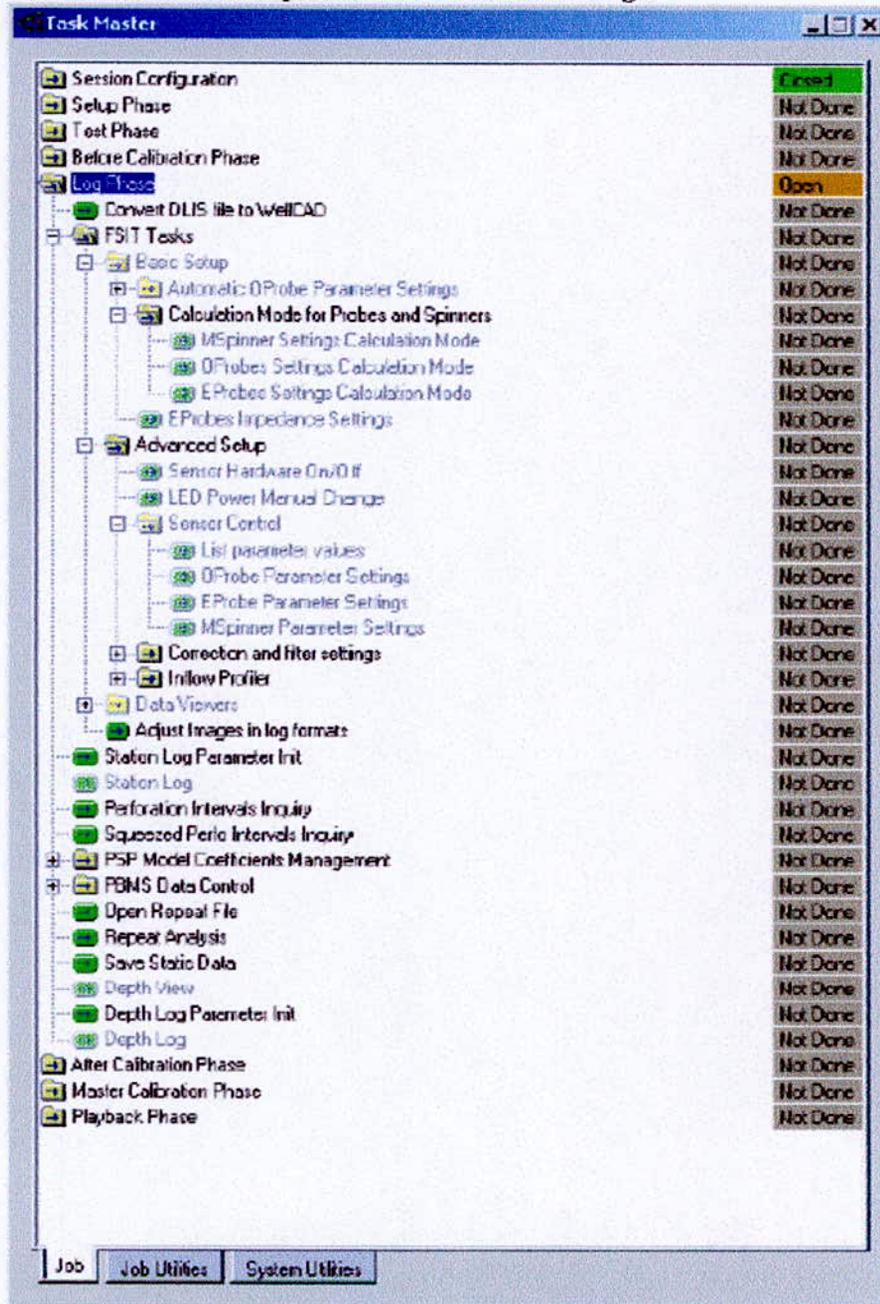


Figure 10-6: LED Power Manual Change

2 Set all the gains to 1: GGA0_FSI to GGA5_FSI:

**Log Phase/FSIT Tasks/Advanced Setup/Sensor Control/Oprobe
Parameter Settings/**

3 Monitor the max/min optical signals on the IO Monitor (GHMNn_FSI and GHMXn_FSI where n = 0, 1, 2, 3, 4, 5).

4 Unscrew the small Allen screw in order to be able to tune. Tune one optical receiver P493450A at a time.

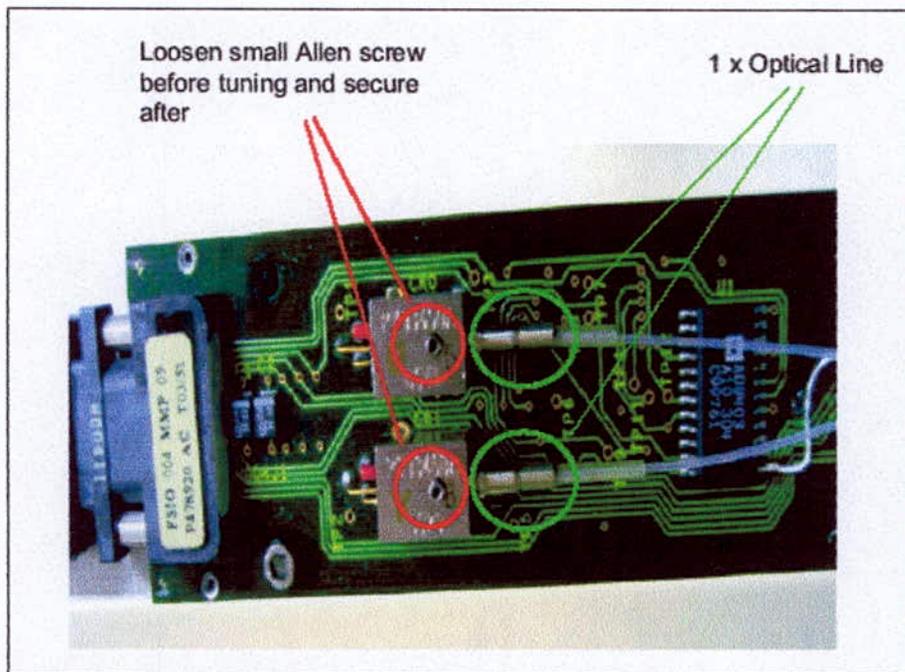


Figure 10-7: Optical Receivers

5 Move the optical line marked in [Figure 10-7 Optical Receivers](#) along the horizontal axis in order to increase the signal at the receiver. At the same time, monitor the signal GHMNn and GHMXn where n = 0, 1, ..., 5 on the IO monitor depending on receiver being tuned. Secure the optical line in place with the small Allen screw when the signal is at its maximum value.

Tip

Use a screwdriver and pliers to move the couplers as shown in [Figure 10-8 Screwdriver Tip](#).

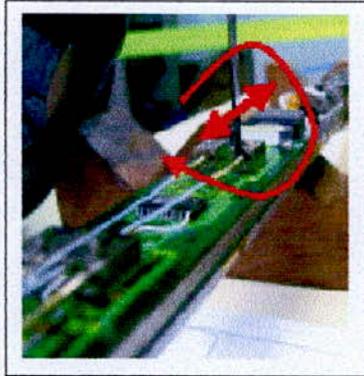


Figure 10-8: Screwdriver Tip

Note

Prior to performing step 6, ensure that the steps described in section 10.1.3.2 Tuning LEDs(P793582A) have been done.

6 Repeat the procedure described in step 1 through 5 for optical lines that require tuning in order to obtain a gain less than 2 during surface gain settings.

Note

If the ratio between the highest signal and the lowest is more than 2, degrade the highest signal in order to obtain a reasonable gain on all optical lines.

Tip

For tuning it is required to move in the horizontal as each receiver has only one optical line attached to it as described in [Figure 10-9 Optical Line at Receiver](#).

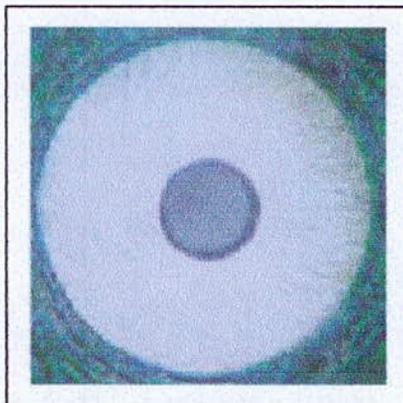


Figure 10-9: Optical Line at Receiver

7 Perform automatic Oprobe gain setting with probes in air via the Maxis as illustrated in Figure 10-10 Automatic OProbe Parameter Settings:

Log phase/FSIT Tasks/Basic Setup/Automatic Oprobe Parameter Settings

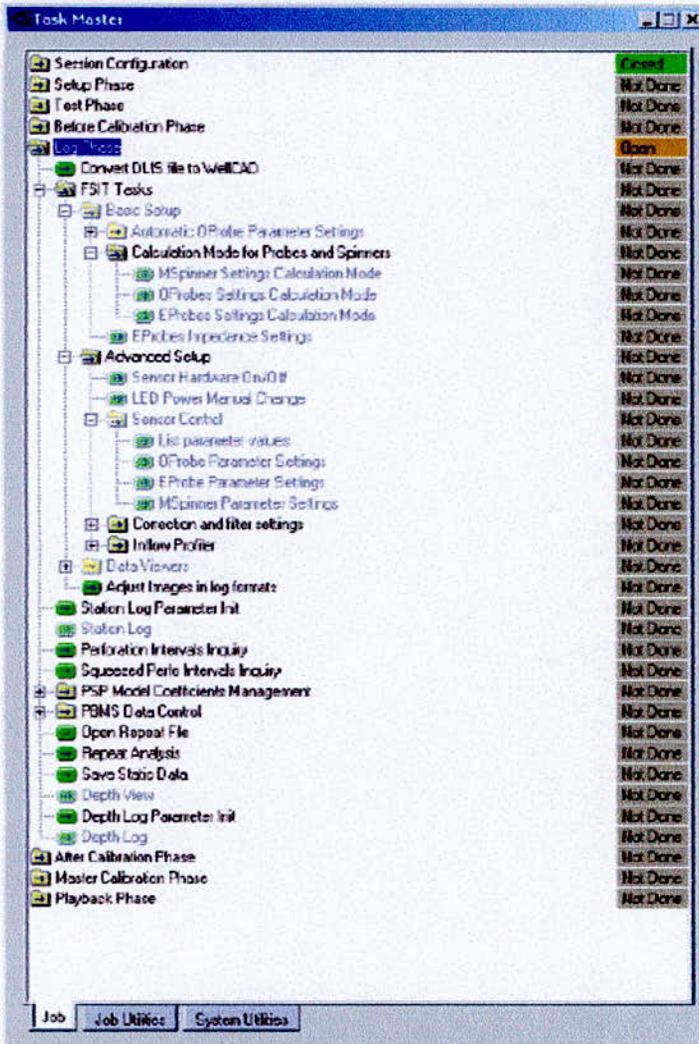


Figure 10-10: Automatic OProbe Parameter Settings

10.1.3.2 Tuning of The LEDs (P793582A)

1 Set the LED power at 30% LPOW via the Maxis:
Log Phase/FSIT Tasks/Advanced Setup/LED Power Manual Change

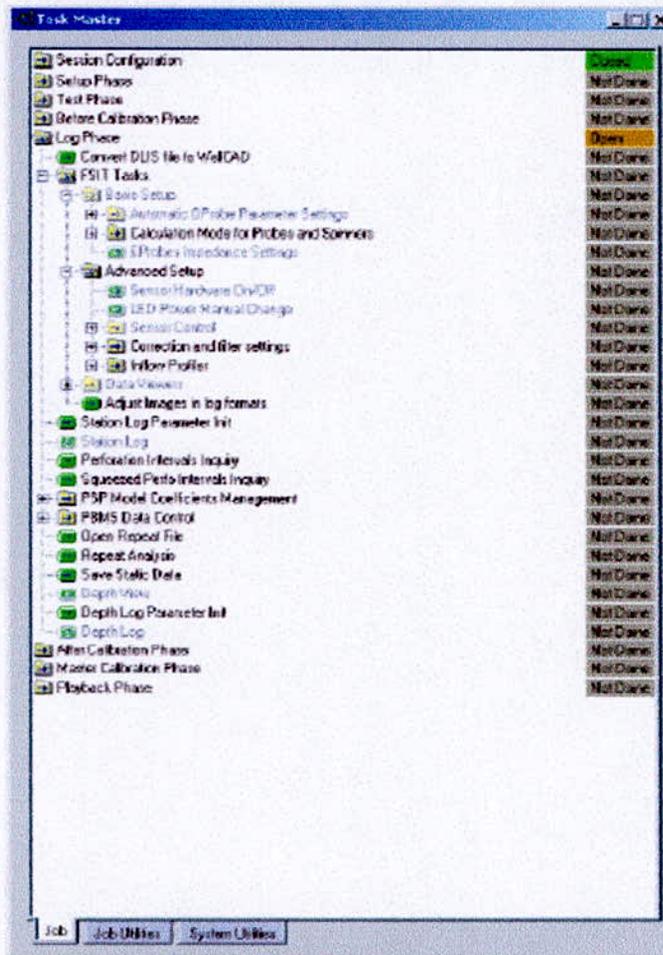


Figure 10-2: LED Power Manual Change

2 Set all the gains to 1: GGA0_FSI to GGA5_FSI:
**Log Phase/FSIT Tasks/Advanced Setup/Sensor Control/Oprobe
Parameter Settings**

3 Unscrew the small Allen screw in order to be able to tune. The top LED is for lines 0,2,4 and the bottom one is for lines 1,3 and 5.

Note

It is not required to remove completely the small Allen screw.

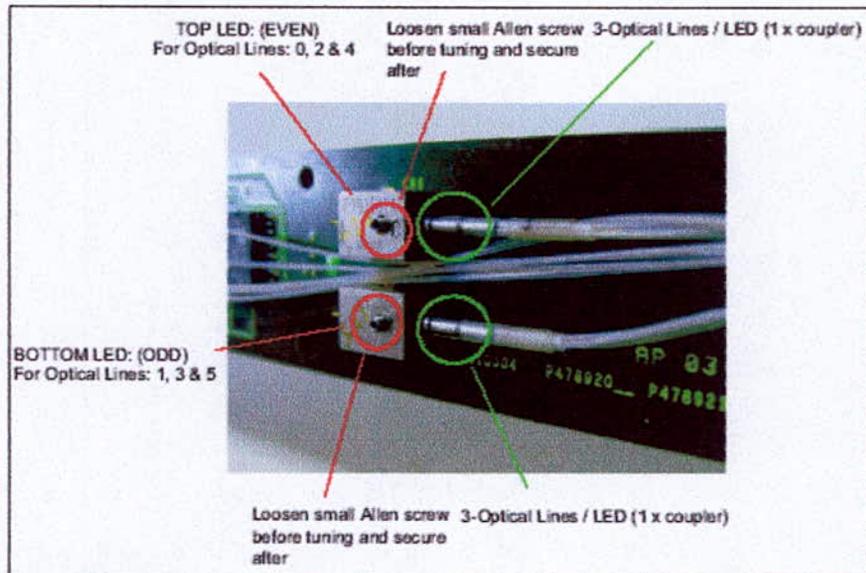


Figure 10-3: LEDs

4 Monitor the max/min optical signals on the IO Monitor (GHMN_n_FSI and GHMX_n_FSI where n = 0,1,2,3,4,5) depending on LED being tuned.

5 Firstly move along the horizontal axis to increase the signal at the receivers, then rotate to equalize the signals of the couplers attached to the TOP/(EVEN) LED in order to obtain max signals of 4-5 V. Monitor on the IO Monitor the following signals (GHMN_m, GHMX_m where m = 0, 2, 4), in order to obtain the maximum signals on all lines. When this position is found, secure the small Allen screw.

6 Repeat the same procedure for the BOTTOM/(ODD) LED. Monitor on the IO Monitor the following signals (GHMN_m, GHMX_m where m = 1, 3, 5), in order to obtain the maximum signals on all lines. When this position is found, secure the small Allen screw.

Tip

Use a screwdriver and pliers to move the couplers as shown in [Figure 10-4 Screwdriver Tip](#).

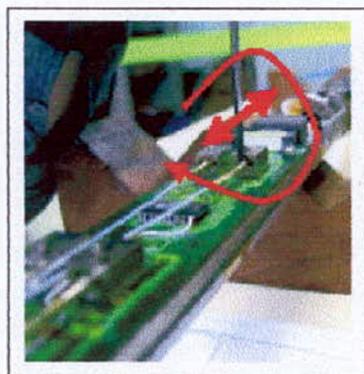


Figure 10-4: Screwdriver Tip

Tip

For tuning, it is required to move along the horizontal axis as well as to rotate since each LED is shining light on 3 optical fibers which look as per [Figure 10-5 One Coupler having 3 Optical Lines at each LED](#).

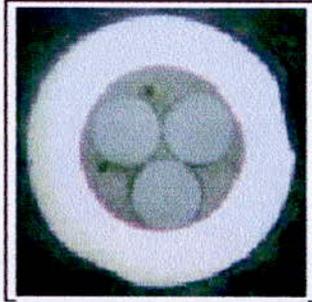


Figure 10-5: One Coupler having 3 Optical Lines at each LED

Note

If the gain for any optical line is still greater than 2, perform the tunings described in section 10.1.3.1, step 6.

Optical Chain Check

Note

If the gain for any optical line is still greater than 3 after tuning LEDs and Optical Receivers, check the Optical chain.

Setup Calibration

Position the toggle switch of the emitter on 850 nm and then plug in the optical extension on the right wavelength.

Position the second extension on the receiver.



Note

Ensure that the measurement unit is dB on the emitter.

Before each measurement, clean, dry and inject optical gel (B079413) in the tips of the extensions. And then connect them using a sleeve. Press on Set/Ref until obtaining the Zero.

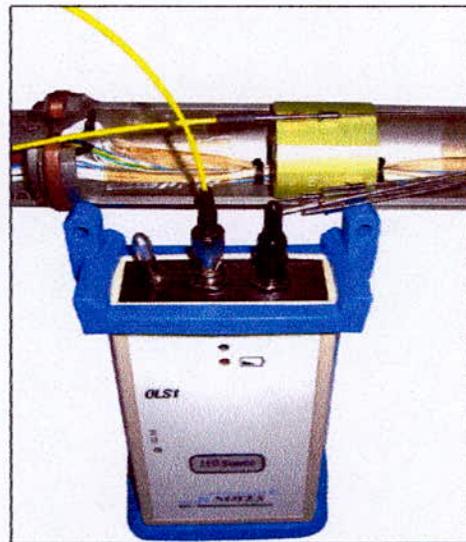
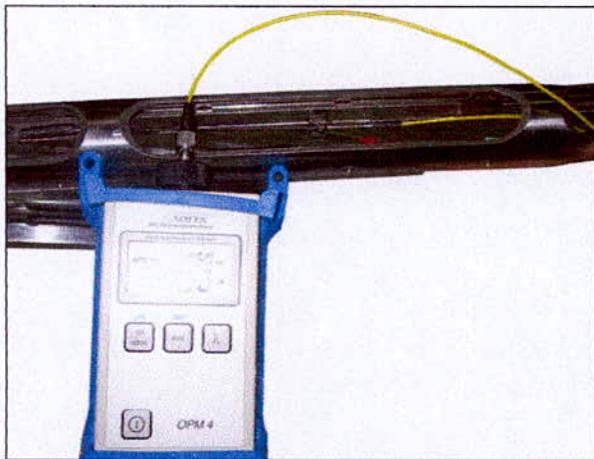
Optical loss check

Note

This test allows the measurement of the optical loss on the optical chain.

Remove the optical probe and disconnect the optical couplers from the optical feedthroughs. Refer to chapter 7.1.2.2 for Optical couplers removal.

Connect the emitter on one tip of the optical chain, and the receiver on the other tip. Ensure that the optical attenuation on the whole optical chain is less than 4 dB.



Note

If the optical loss is greater than 4 dB, disconnect the optical feedthroughs from the optical extensions and then perform an optical loss check stated before for each optical feedthrough.

The optical loss for each optical feedthrough should be less than 2dB.

If the optical loss for any feedthrough is greater than 2dB, change the optical feedthrough. Refer to 7.1.2.2 Optical Chain.

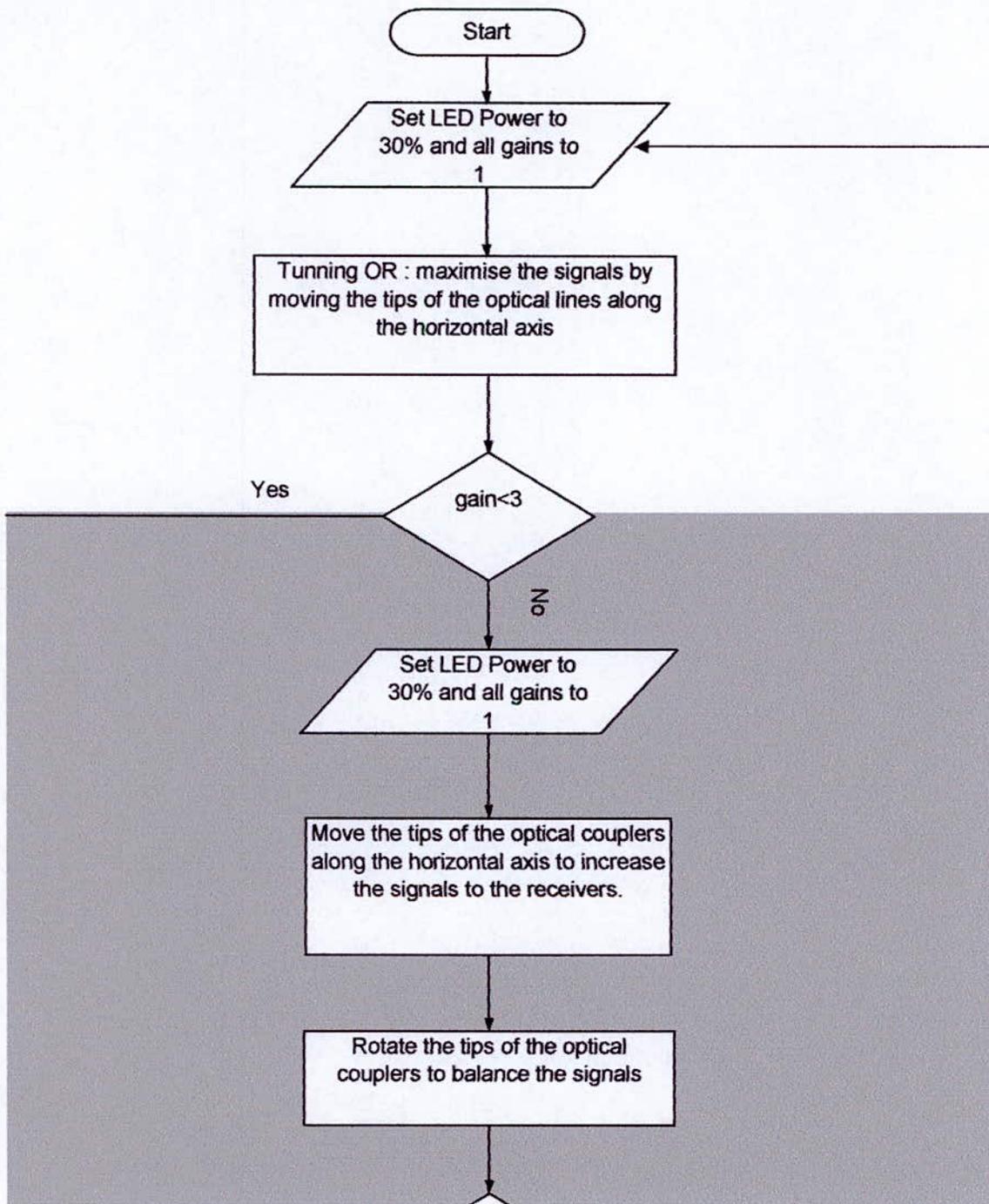
Note

If the optical loss for all the feedthroughs is less than 2dB, perform an optical loss check for each optical extension.

The optical loss for each optical extension should be less than 2dB.

If the optical loss for any optical extension is greater than 2dB, change the optical extension. Refer to 7.1.2.2 Optical Chain.

ANNEXE 6 Synoptique de réglage de la chaîne optique



Annexe 7 Extraits de la spécification de montage du FSIS

SPECIFICATION					
Procédure de montage de la SONDE FSIS-A					
Prepared by	N.Bouret	Des. Engineer	D. Sabina		
Date prepared	June, 2005	Mfg. Engineer	Project Manager	M. Faur	

3.18 Connecter les traversées optiques et les extensions

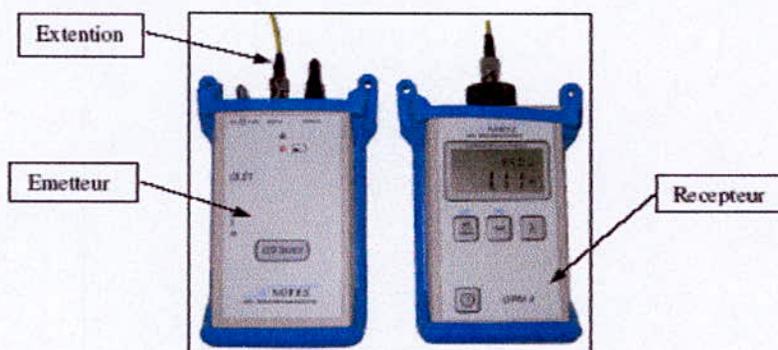
- Séparer les extensions optiques en 2 groupes : paires et impaires (chaque numéro correspond une position de capteur optique et également à sa propre voie optique)
- Commencer par la traversée optique du bas donc pour les voies optiques 0, 2 et 4.
- Nettoyer la traversée optique ainsi que les extensions optiques à l'aide du spray nettoyeur optique B079424.
- Sécher toutes les pièces avec la bombe d'air sec B079423 puis mettre du gel optique B0794 dans les sleeves recouvertes de souplisseau sur les extensions optiques.
- Passer l'écrou P489276 dans le groupe des 3 extensions optiques.
- Placer le guide P489230 de sorte que, lorsque l'on connecte les extensions optiques, chaque des voies corresponde à celles de la traversée optique.
- Connecter les extensions optiques sur la traversée optique du bas en s'aidant du guide P48923
- Glisser et visser l'écrou P489276 avec l'outil spécial P492517 et une clef 11/32".

Répéter les mêmes opérations pour la traversée optique du haut, pour les voies 1,3 et 5.

3.19 Vérification connexions et signaux traversées/extensions optiques

NOTE

Avant de procéder au test, nettoyer toutes les connexions à l'aide du spray nettoyant, sécher avec la bombe d'air sec et remettre du gel.



	SRPC - Clamart	Page 26 of 42	Part Number : 100171197-AB
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

SPECIFICATION			
Procédure de montage de la SONDE FSIS-A			
Prepared by	N.Bouret	Des. Engineer	D. Sabina
Date prepared	June, 2005	Mfg. Engineer	Project Manager M. Faur

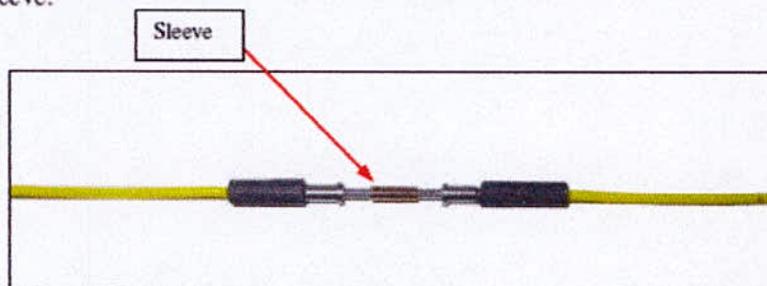
3.19.1 Etalonnage des appareils

- Positionner l'interrupteur de l'émetteur sur 850 nm.
- Brancher l'extension sur la longueur d'onde correspondante.
- Brancher la deuxième extension sur le récepteur.
- Pour allumer, appuyer sur set et power en même temps jusqu'à l'apparition du "P"

NOTE

Sur l'émetteur, s'assurer que l'unité de mesure est en dB

- Nettoyer, sécher et mettre du gel sur les extrémités des extensions et les connecter à l'aide d'une sleeve.



- Maintenir appuyé sur set/ref jusqu'à l'obtention du zéro.

3.19.2 Test en atténuation des traversées/extensions optiques

Note

Ce test consiste à mesurer les pertes en puissance optique sur toute la ligne

- Connecter l'émetteur sur une extrémité de la voie optique et le récepteur sur l'autre.
- Vérifier que l'atténuation sur la chaîne est inférieure à 3dB.

3.19.2.1 Fiche suiveuse mesure optique

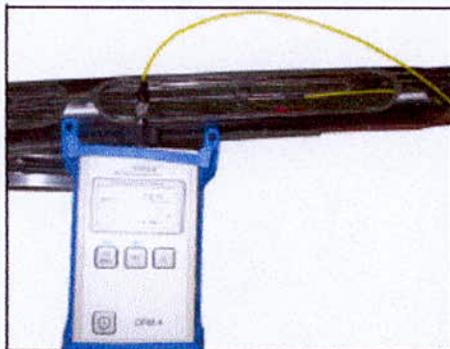
- Effectuer la mesure de chacune des voies optiques à l'aide de l'émetteur et récepteur optique fournis dans la boîte 100110107
- Noter les valeurs trouvées dans le tableau ci-dessous.

Schlumberger	SRPC - Clamart	Page 27 of 42	Part Number : 100171197-AB
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

SPECIFICATION				
Procédure de montage de la SONDE FSIS-A				
Prepared by	N.Bouret	Des. Engineer	D. Sabina	
Date prepared	June, 2005	Mfg. Engineer	Project Manager	M. Faur

- Pour chaque ligne optique, on ne devra pas dépasser 3 dB d'atténuation optique.

Numéro de série de l'outil :	
Traversée voies paires (0, 2, 4)	Traversée voies impaires (1, 3, 5)
Voie 0 =	Voie 1 =
Voie 2 =	Voie 3 =
Voie 4 =	Voie 5 =



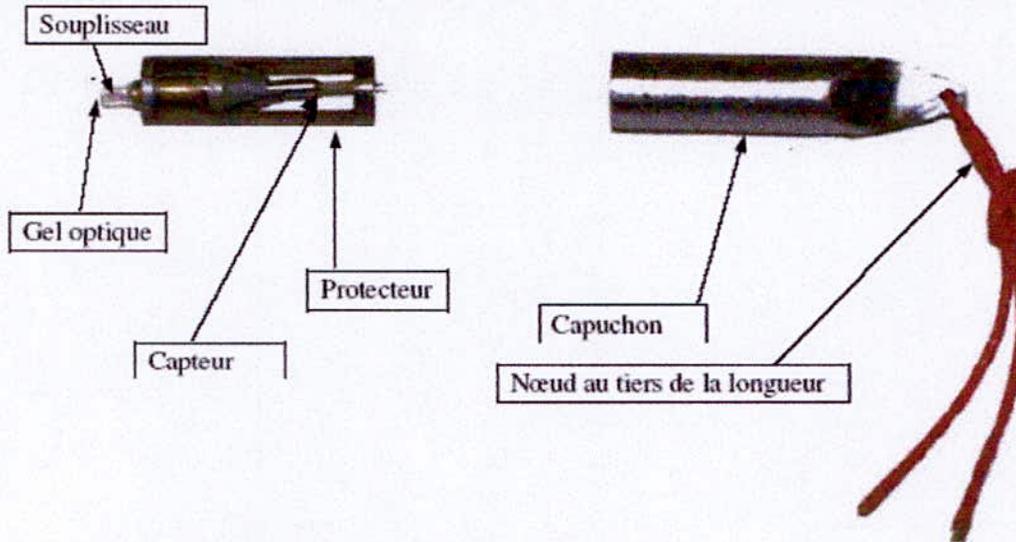
3.20 Montage des capteurs optiques

ATTENTION : NE JAMAIS RETIRER LE PROTECTEUR NI LE CAPUCHON!

- Prendre les capteurs optiques (P787564)
- Nettoyer avec la bombe spéciale optique les bouts de la rallonge optique et du capteur.
- Sécher avec la bombe d'air sec les bouts de la rallonge optique et du capteur.

	SRPC - Clamart	Page 28 of 42	Part Number : 100171197-AB
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

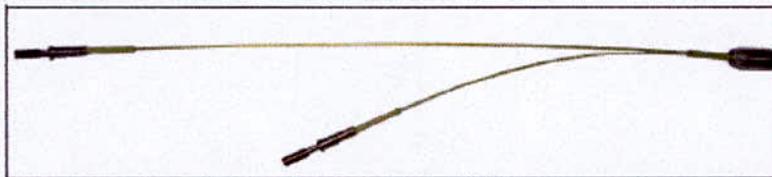
SPECIFICATION			
Procédure de montage de la SONDE FSIS-A			
Prepared by	N.Bouret	Des. Engineer	D. Sabina
Date prepared	June, 2005	Mfg. Engineer	Project Manager M. Faur



- Mettre du gel optique dans le souplisseau du capteur.
- Connecter un capteur sur chacune des extensions optiques.
- Mettre l'écrou P487352 et le serrer en butée à la main

3.20.1 Test en réflexion des traversées/extensions optiques

- Connecter le coupleur en Y sur la voie à tester.



- Sur chaque branche du coupleur, connecter les extensions de l'émetteur et du récepteur.

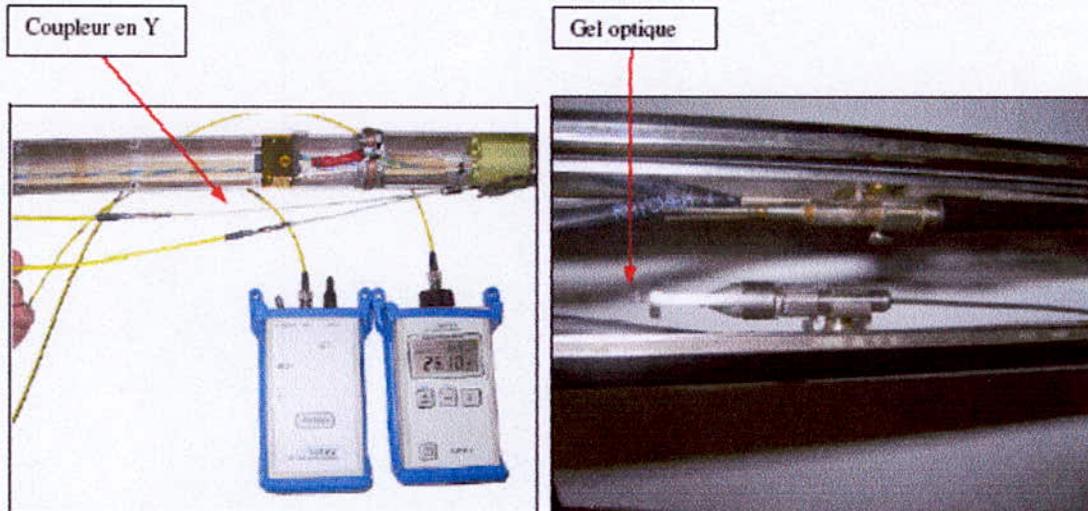
Note

Avant de procéder à ce test, recouvrir l'extrémité de la probe optique avec du gel optique.

	SRPC - Clamart	Page 29 of 42	Part Number : 100171197-AB
	<small>Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger</small>		

SPECIFICATION			
Procédure de montage de la SONDE FSIS-A			
Prepared by	N. Bouret	Des. Engineer	D. Sabina
Date prepared	June, 2005	Mfg. Engineer	Project Manager M. Faur

- Vérifier que la puissance optique réfléchie est supérieure à 26.5 dB.



- En fin de test, nettoyer les probes optiques à l'aide du spray et séchez avec la bombe d'air sec

3.20.1.1 Fiche suiveuse mesure optique

- Effectuer la mesure de chacune des voies optiques à l'aide de l'émetteur et récepteur optique fourni dans la boîte 100110107
- Noter les valeurs trouvées dans le tableau ci-dessous.

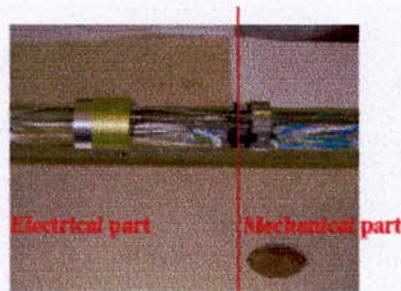
Numéro de série de l'outil :	
Traversée voies paires (0, 2, 4)	Traversée voies impaires (1, 3, 5)
Voie 0 =	Voie 1 =
Voie 2 =	Voie 3 =
Voie 4 =	Voie 5 =

	SRPC - Clamart	Page 30 of 42	Part Number : 100171197-AB
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

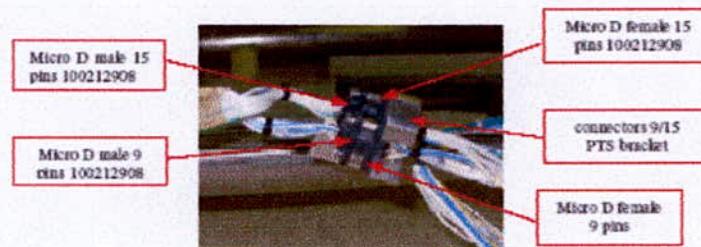
Annexe 8 Extraits spécification de montage du FSIS (scission de l'outil)

9.6 Connexion des coupleurs et des traversées optiques

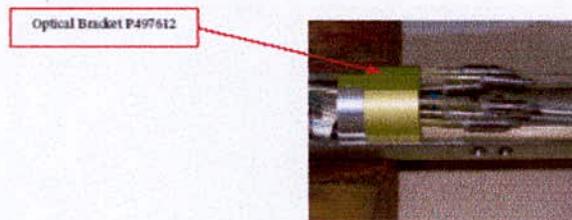
- Passer chaque coupleur optique dans le support P497612 suivant le repérage indiqué sur le plan DP490339.



- Nettoyer les extrémités des coupleurs optiques avec la bombe de nettoyant optique B079424 et la bombe d'air sec B079423 et introduire ensuite du gel optique B079413.



- Connecter chaque traversée optique au coupleur correspondant,
- Mettre de la Loctite 222 sur la fente des écrous vissé.



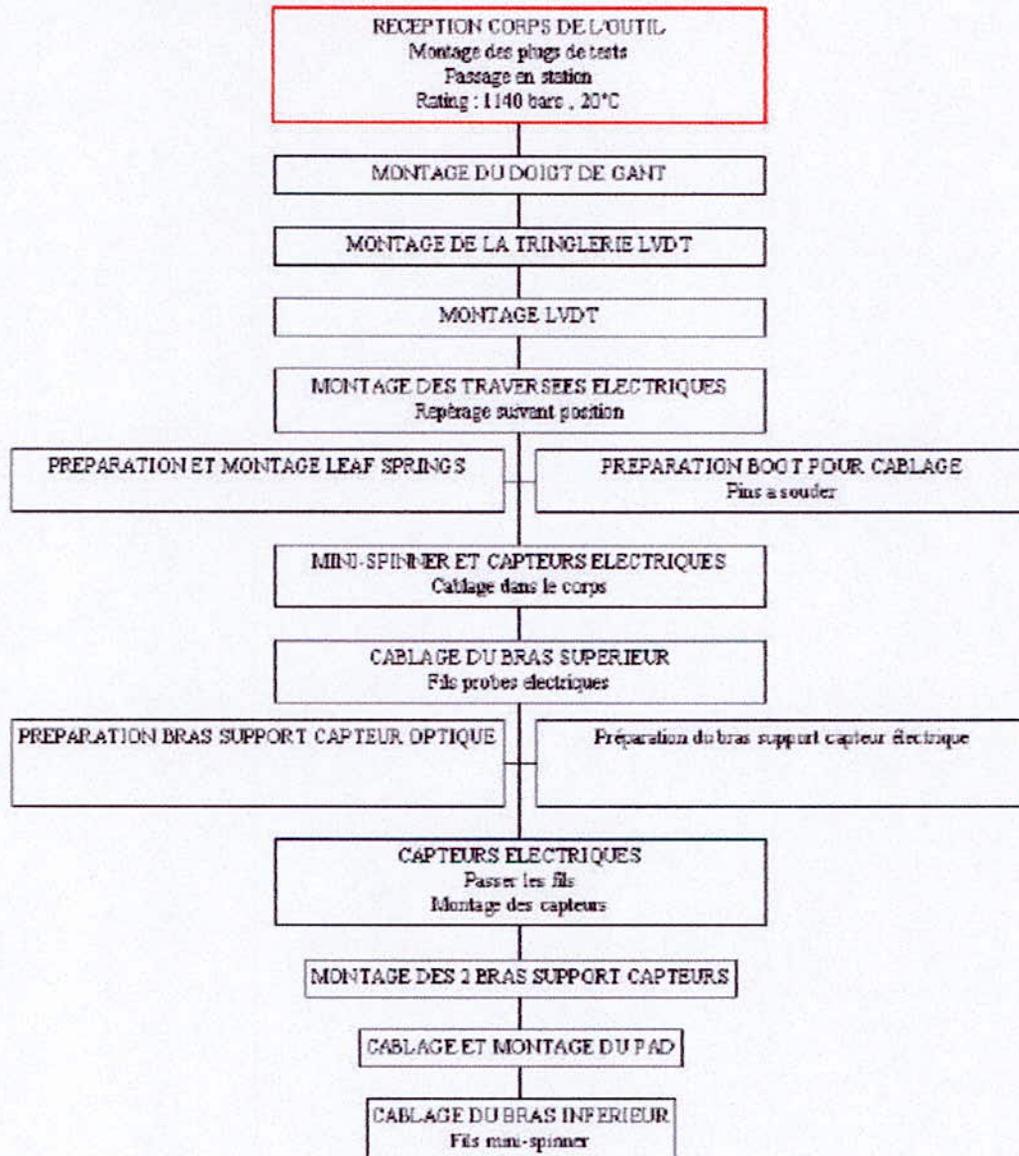
- Fixer les connecteurs micro D femelles (100228202 et 100228696) sur le support connecteur 100201357 à l'aide des vis (Loctite 241)
- Connecter les micro D males(100212908 et 100228636) aux micro D femelles et les visser.
- Faire une boucle d'environ 5 cm et fretter les fils.

- Mettre en place le support connecteur 100201357 sur le châssis en prenant soin de passer les traverses dans la fente du support, et le visser à l'aide des 3 vis B015029 (Loctite).
- Fixer le support P497612 sur le châssis à l'aide des deux vis.
- Fretter les coupleurs optiques.

SPECIFICATION			
Procédure de montage de la SONDE FSIS-A			
Prepared by	N.Bouret	Des. Engineer	D. Sabina
Date prepared	June, 2005	Mfg. Engineer	Project Manager M. Faur

FLOWCHART

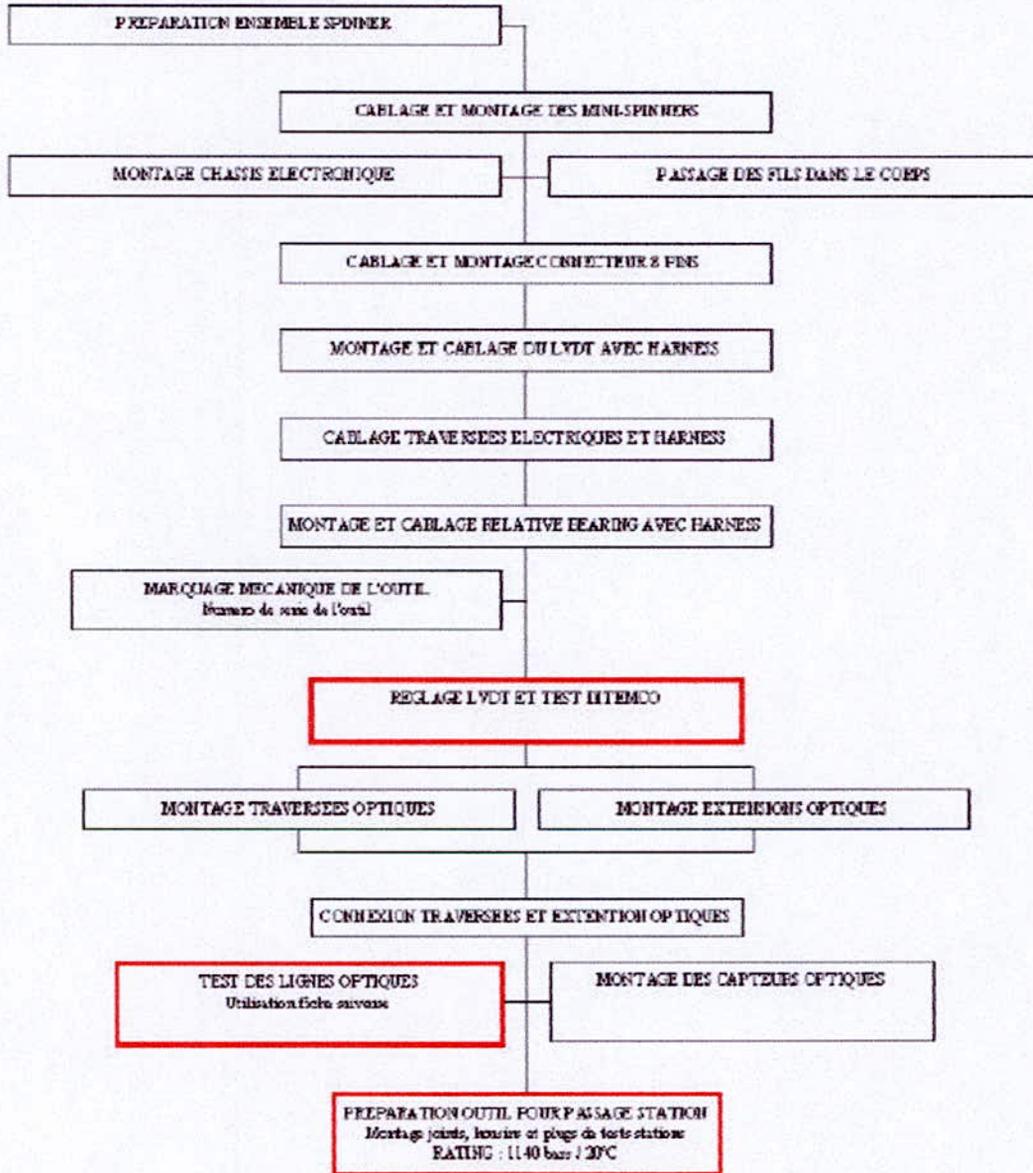
1^{ère} Partie Mécanique :



	SRPC - Clamart	Page 39 of 42	Part Number : 100171197-AB
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

SPECIFICATION			
Procédure de montage de la SONDE FSIS-A			
Prepared by	N.Bouret	Des. Engineer	D. Sabina
Date prepared	June, 2005	Mfg. Engineer	Project Manager M. Faar

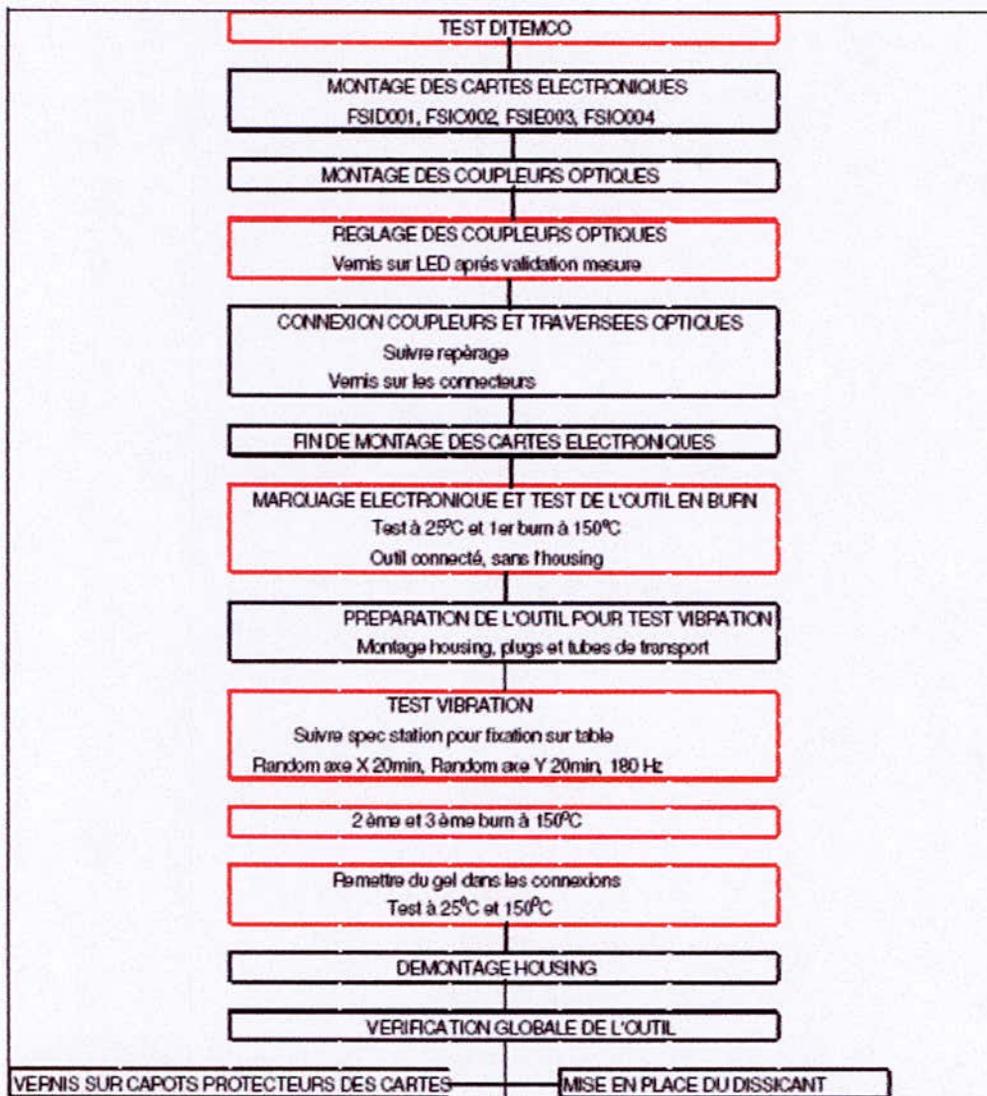
2^{ème} Partie Mécanique :



	SRPC - Clamart	Page 40 of 42	Part Number : 100171197-AB
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

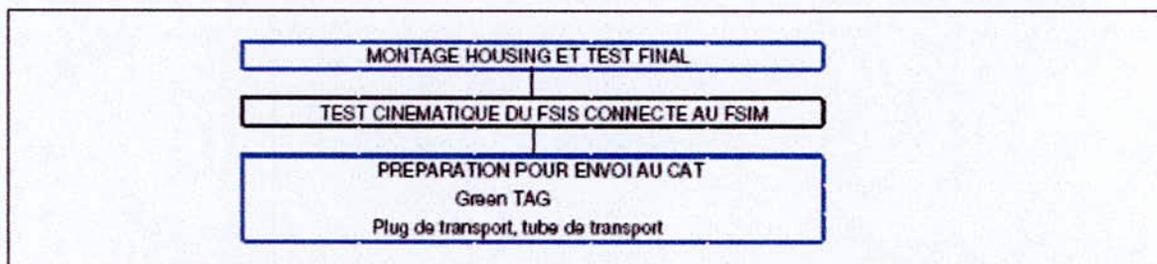
SPECIFICATION			
Procédure de montage de la SONDE FSIS-A			
Prepared by	N.Bouret	Des. Engineer	D. Sabina
Date prepared	June, 2005	Mfg. Engineer	Project Manager M. Faur

Partie Electronique :



Schlumberger	SRPC - Clamart	Page 41 of 42	Part Number : 100171197-AB
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

SPECIFICATION					
Procédure de montage de la SONDE FSIS-A					
Prepared by	N.Bouret	Des. Engineer	D. Sabina		
Date prepared	June, 2005	Mfg. Engineer	Project Manager	M. Faur	

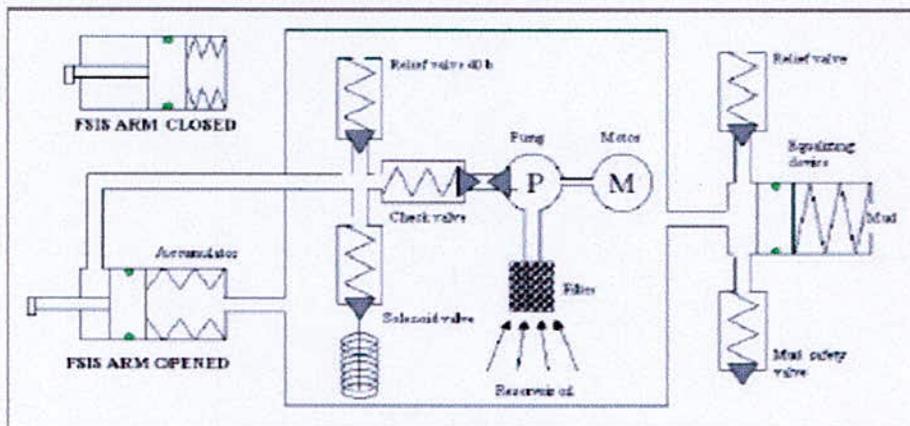


Schlumberger	SRPC - Clamart	Page 42 of 42	Part Number : 100171197-AB
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

Annexe 9 Extraits de la spécification de montage du FSIM

SPECIFICATION				
Procédure de montage du FSIM-B				
Prepared by	N. Bouret	Des. Engineer	D. Sabina	
Date prepared	08-2005	Mfg. Engineer	R. Eloundou	Project Manager M. Faur

4 PROCEDURE DE REMPLISSAGE DU FSIM



Schema hydraulique du FSIM

4.1 Remplissage par pompe à vide

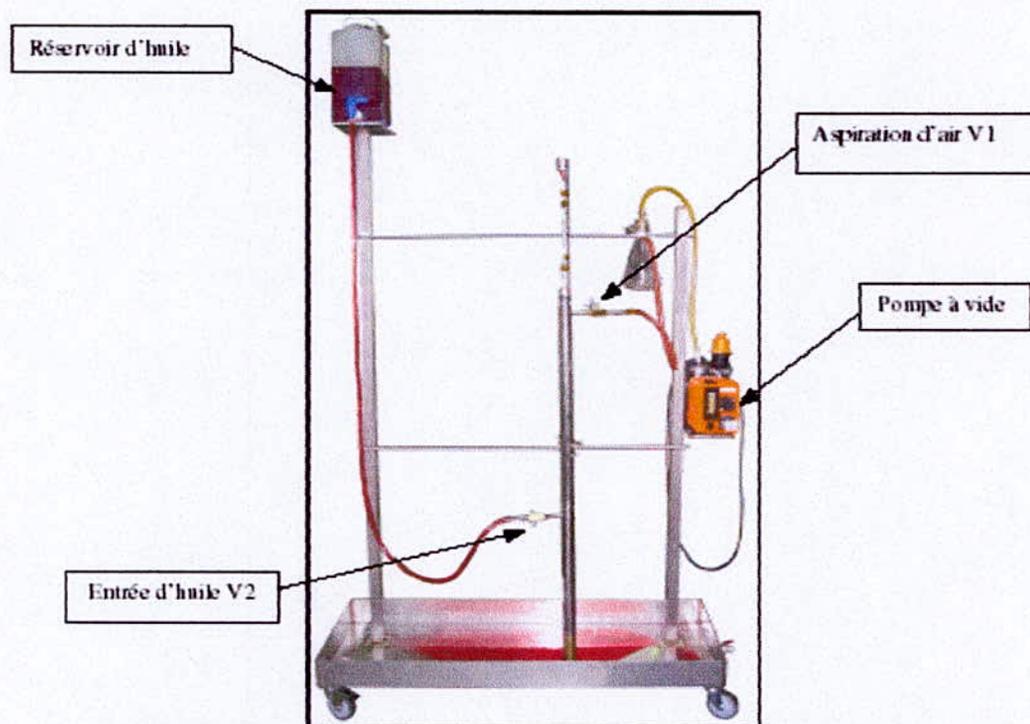
- Préparer le set up de remplissage (cf. Photo ci-dessous)

Étape 1:

- Connecter le robinet d'alimentation d'huile au niveau de la vis de purge référence 2 et le robinet d'aspiration d'air au niveau de la vis de purge référence 1.
- Fermer le robinet d'aspiration et alimenter la pompe afin de vérifier qu'il n'y a pas de prise d'air dans le circuit robinet, séparateur air/huile et les tubes pendant quelques secondes.
- Ouvrir le robinet et mettre l'outil en aspiration pendant 2 heures.
- Arrêter la pompe et ouvrir le robinet d'entrée d'huile, vis de purge référence 2, tout doucement afin de ne pas émulsionner l'huile jusqu'à ce que le séparateur air/huile soit à moitié rempli et laisser se stabiliser pendant 2 heures.

	SRPC - Clamart	Page 18 of 34	Part Number : 100171195-AC
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation écrite de Schlumberger		

SPECIFICATION					
Procédure de montage du FSM-B					
Prepared by	N. Bouret	Des. Engineer	D. Sabina		
Date prepared	08-2005	Mfg. Engineer	R. Eloundou	Project Manager	M. Faur



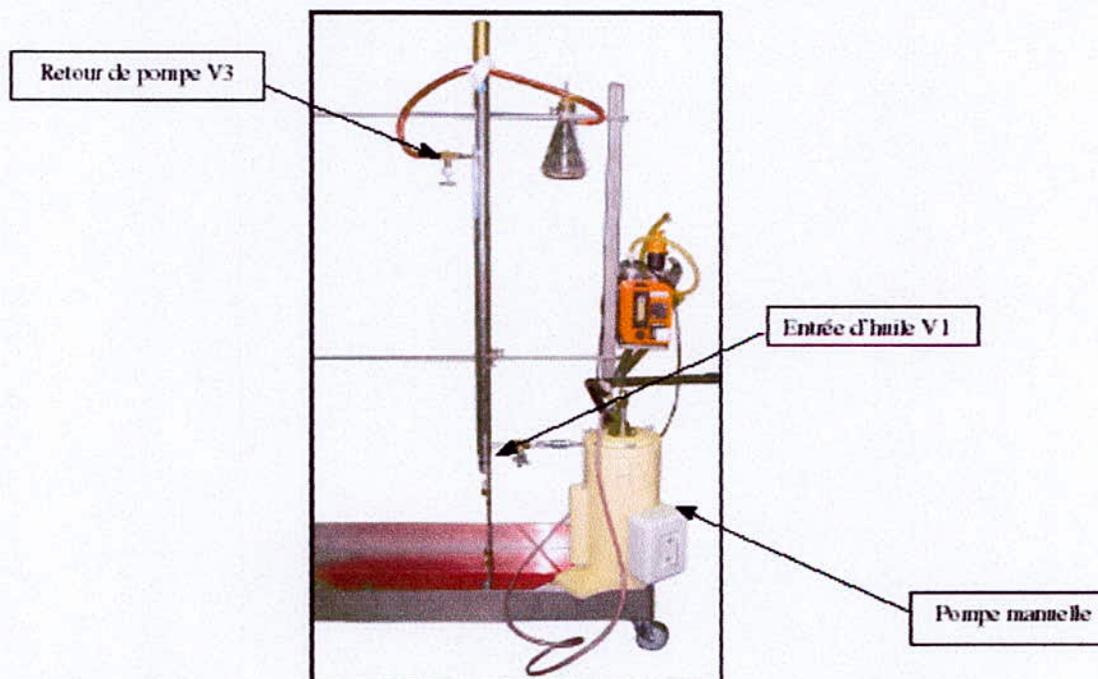
- Déconnecter le robinet sur la purge référence 1 et remettre la vis de purge. Disposer l'outil horizontalement et retirer le robinet et remettre la vis de purge référence 2.
- Retirer la vis de purge référence 1 et connecter le robinet relié à la pompe manuelle en prenant soin de purger l'air du circuit au préalable.

Schlumberger	SRPC - Clamart	Page 19 of 34	Part Number : 100171195-AC
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation écrite de Schlumberger		

SPECIFICATION					
Procédure de montage du FSM-B					
Prepared by	N. Bouret	Des. Engineer	D. Sabina	Project Manager	M. Faur
Date prepared	08-2005	Mfg. Engineer	R. Elouidon		

Etape 2 :

- Replacer l'outil sur le set up de remplissage en orientant le couplage arm vers le haut. Le retour de pompe se fait à partir de la vis de purge référence 3.
- Ouvrir le circuit et pomper doucement afin de ne pas émulsionner l'huile. Laisser se stabiliser pendant quelques minutes.
- Retirer le robinet au niveau de purge 3 et remettre la vis de purge.
- Disposer l'outil horizontalement avant de procéder au remplissage du piston de compensation.



Etape 3 :

La procédure de remplissage du piston de compensation est décrite au **chapitre 4.4**

	SRPC - Clamart	Page 20 of 34	Part Number : 100171195-AC
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

SPECIFICATION					
Procédure de montage du FSIM-B					
Prepared by	N. Bouret	Des. Engineer	D. Sabina		
Date prepared	08-2005	Mfg. Engineer	R. Eloundou	Project Manager	M. Faur

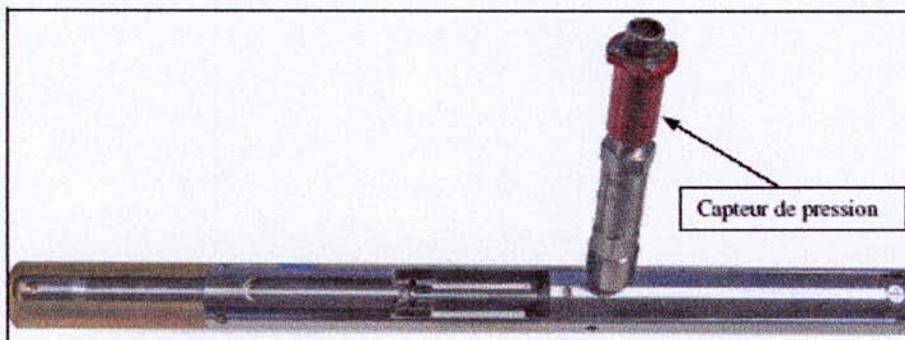
4.3 Montage du capteur de pression

4.3.1 Cyclage effectué

- Si le cyclage a déjà été effectué, procéder au remplissage du piston de compensation.

4.3.2 Cyclage non effectué

- Avant de cycler l'outil mettre en place le capteur de pression 01G2004-9 (cf. photo ci-dessous) après avoir retiré la vis de purge référence 3.



4.4 Remplissage du piston de compensation

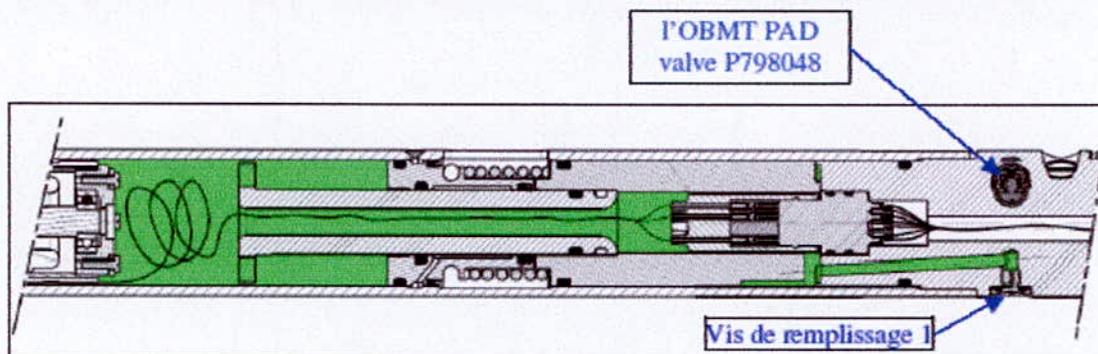
Le but de cette dernière manipulation est de remplir le piston de compensation, l'outil est à l'horizontale et est mis en pression par la vis de purge référence 1, on comprime alors le ressort P490557 jusqu'à obtenir le ressort en spires jointives.

NB : On peut à cette étape effectuer un test de l'OBMT PAD valve P798048 :

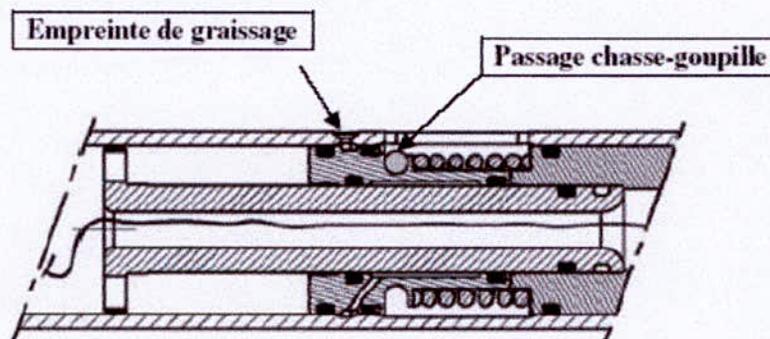
Ce test consiste à mettre en surpression le FSIM-B après avoir mis les ressorts en spires jointives à l'aide de la pompe hydraulique, jusqu'à faire sortir de l'huile de l'OBMT PAD valve P798048. (suivant réglage entre 8 et 12 bars)

Schlumberger	SRPC - Clamart	Page 26 of 34	Part Number : 100171195-AC
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

SPECIFICATION					
Procédure de montage du FSIM-B					
Prepared by	N. Bouret	Des. Engineer	D. Sabina		
Date prepared	08-2005	Mfg. Engineer	R. Eloundou	Project Manager	M. Faur



- Fermer le robinet et déconnecter la pompe.
- Utiliser un chasse goupille pour conserver le ressort compressé pour pouvoir graisser les joints.
- Ouvrir le robinet lentement afin de permettre à l'huile de sortir doucement.
- Retirer le robinet et remettre la vis de purge P491939 sur P490536.



ATTENTION
 Avant de finir la procédure de remplissage effectuer le graissage des joints du piston de compensation et du Vérin

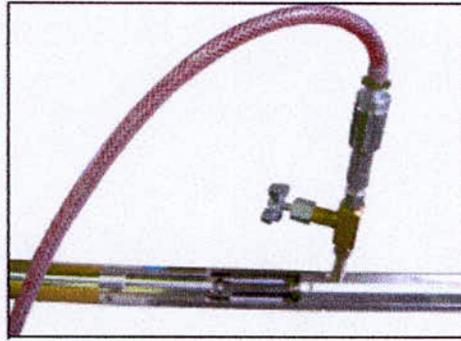
Schlumberger	SRPC - Clamart	Page 27 of 34	Part Number : 100171195-AC
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

Annexe 10 Test fonctionnel du piston

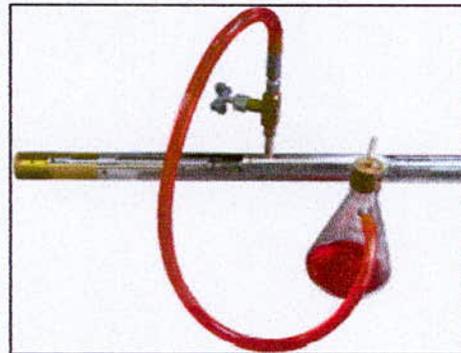
SPECIFICATION					
Procédure de montage du FSIM-B					
Prepared by	N.Bouret	Des. Engineer	D. Sabina		
Date prepared	08-2005	Mfg. Engineer	R. Eloundou	Project Manager	M. Faur

3.2.6 Test fonctionnel du piston

- Monter le plug de transport P491888 pour garder le coupling arm en alignement.
- Retirer la vis de purge référence V3 et y connecter le robinet de remplissage relié à la pompe manuelle.



- Fermer le piston en injectant de l'huile.
- Fermer le robinet d'entrée d'huile et déconnecter la pompe.
- Brancher sur le robinet le flacon de récupération.



- Ouvrir le robinet pour relâcher le piston en vérifiant qu'il s'ouvre sans à-coups et de façon continue.

Schlumberger	SRPC - Clamart	Page 11 of 34	Part Number : 100171195-AC
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

Annexe 11 Extrait du rapport de qualification

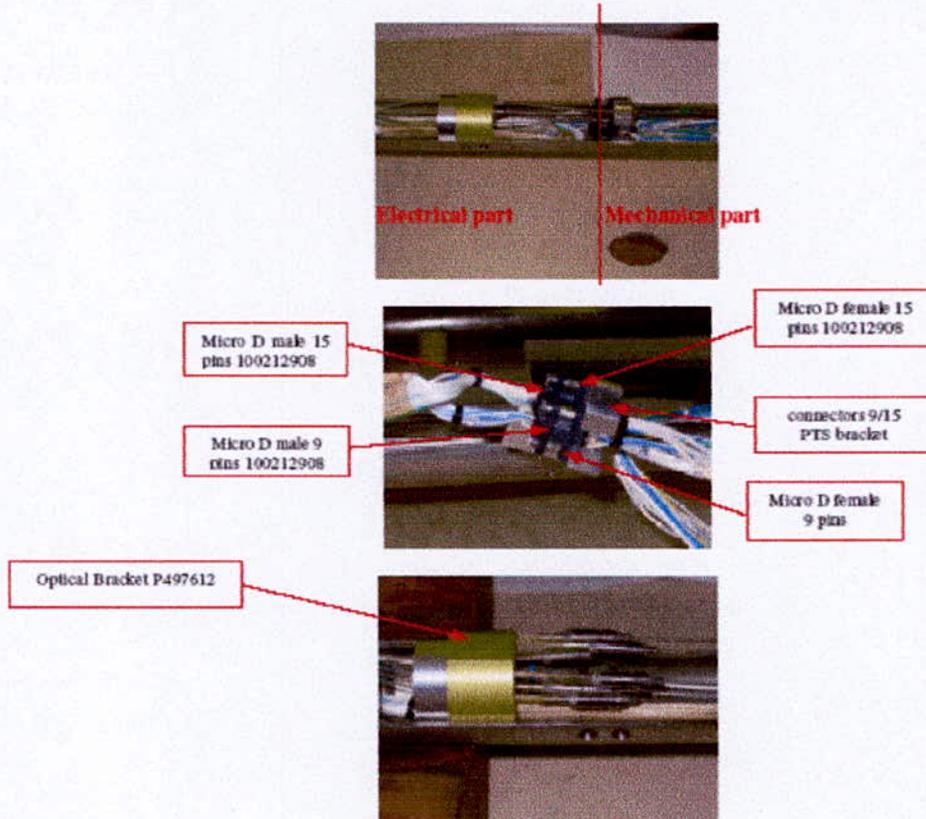
SPECIFICATION					
FSIS QUALIFICATION REPORT					
Prepared by	P.L.Laizet/W.Chaoui	Des. Engineer	D. Sabina		
Date prepared	November, 2004	Mfg. Engineer	M. Faur	Project Manager	M. Faur

3.6 FSIS Split

The purpose of the modification is to replace the chassis of the FSIS, with a new chassis implemented to split the electrical and mechanical parts of the FSIS for manufacturing ease.

The FSIS split consists in :

- Separating the electrical harness: 2 for the mechanical part, and 1 for the electrical one.
- A connector 9/15 PTS bracket to support the micro-D connectors that connect the cut harness.
- The groove where the optical bracket P497612 is fixed has been shifted 10 cm forward.



	SRPC - Ciamart	Page 16 of 32	Part Number : 100170919-AC
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

SPECIFICATION					
FSIT QUALIFICATION REPORT					
Prepared by	P.L.Laizet/W.Chaoui	Des. Engineer	D. Sabina		
Date prepared	November, 2004	Mfg. Engineer	M. Faur	Project Manager	M. Faur

4.1.6 Spit FSIS

The qualification tool has been tested in vibrations and temperature at the SRPC facilities.

- Vibrations: random vibrations $0.5g^2/Hz$ @ 10 Hz to $0.02 5g^2/Hz$ from 60 Hz to 1000 Hz and decreasing at 6 dB/oct. to 2000Hz on X, Y.
Number of cycles : 4 times one 40 minutes on X, Y.
- Temperature: Test at 25°C and 3 burns at 150°C.

A Maxis test has been performed and the results are in the following table:

Number of Tool	730
Date of control	08/23/2005

OP Calibration	<input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK
- Led Power	42 %	
- OP0 Gain	1.85	
- OP1 Gain	1.25	
- OP2 Gain	1.00	
- OP3 Gain	1.92	
- OP4 Gain	2.20	
- OP5 Gain	2.09	
Test with Gel		
- OP0 Max Value		
- OP1 Max Value		
- OP2 Max Value		
- OP3 Max Value		
- OP4 Max Value		
- OP5 Max Value		
Spinner 0 Test		
- Positive / Negative	<input checked="" type="checkbox"/> OK / <input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK / <input type="checkbox"/> NOK
- Waveform	<input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK
Spinner 1 Test		
- Positive / Negative	<input checked="" type="checkbox"/> OK / <input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK / <input type="checkbox"/> NOK
- Waveform	<input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK
Spinner 2 Test		

	SRPC - Clamart	Page 28 of 32	Part Number : 100170919-AC
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

SPECIFICATION		
FSIT QUALIFICATION REPORT		
Prepared by	P.L.Laizet/W.Chaoui	Des. Engineer D. Sabina
Date prepared	November, 2004	Mfg. Engineer M. Faur Project Manager M. Faur
- Positive / Negative - Waveform	<input checked="" type="checkbox"/> OK / <input checked="" type="checkbox"/> OK <input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK / <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> NOK
Spinner 3 Test - Positive / Negative - Waveform	<input checked="" type="checkbox"/> OK / <input checked="" type="checkbox"/> OK <input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK / <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> NOK
Spinner 4 Test - Positive / Negative - Waveform	<input checked="" type="checkbox"/> OK / <input checked="" type="checkbox"/> OK <input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK / <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> NOK
EP Test	<input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK
Relative Bearing	<input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK
Caliper	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK
- Without ring	8.77 inches	
- 3 inches ring	inches	
- 8 inches ring	inches	
- caliper closed	1.18 inches	
Electronic gravure	<input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> NOK

After the vibrations test, the visual inspection didn't mention any damages and the FSIS worked properly during the functional tests with Maxis.

Schlumberger	SRPC - Clamart	Page 29 of 32	Part Number : 100170919-AC
	Property of Schlumberger - Do not disclose, use or reproduce without written approval from Schlumberger. Propriété de Schlumberger - Ne pas exposer, utiliser ou copier sans l'autorisation expresse de Schlumberger		

Bibliographie

- [1] Cecilia Persson, *Le pétrole: des pores aux pipelines*, SRPC Doc TBT Group, 2004.
- [2] Michel Henri, *Optique géométrique*, A190, Techniques de l'ingénieur.
- [3] Aziz Bamik, *Rapport de stage ingénieur*, Ecole Supérieure de l'Energie et des Matériaux, France, 1998.

Jean Claude Chaimowicz , *Introduction à l'optoélectronique: "Principes et mise en oeuvre"*