

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 55 (1977)

**Heft:** 1

**Artikel:** Spleissung des neuen 12tubigen Koaxialkabels 2,6/9,5 mm = Epissure du nouveau câble coaxial à 12 tubes 2,6/9,5 mm

**Autor:** Fink, Werner

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874112>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 30.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Spleissung des neuen 12tubigen Koaxialkabels 2,6/9,5mm

## Epissure du nouveau câble coaxial à 12 tubes 2,6/9,5 mm

Werner FINK, Bern

621.315.212.4:621.315.687.1

Zusammenfassung. An das neue 12tubige Koaxialkabel mit verbesserten Eigenschaften muss auch das Spleissystem angepasst werden. Die elektrischen und mechanischen Eigenschaften der neuen Spleissung werden dargelegt und mit der bisherigen Methode verglichen.

Résumé. Le système d'épissure doit aussi être adapté au nouveau câble coaxial à 12 tubes dont les caractéristiques sont améliorées. Les propriétés électriques et mécaniques de la nouvelle épissure sont expliquées et comparées à la méthode actuelle.

### Giunzione del nuovo cavo coassiale 2,6/9,5 mm a 12 tubi

Riassunto. Le caratteristiche del nuovo cavo coassiale a 12 tubi sono state notevolmente perfezionate, per cui è stato necessario adattare anche il sistema di giunzione. Nel seguito vengono spiegate le caratteristiche elettriche e meccaniche delle nuove giunzioni e confrontate con il metodo vecchio.

## 1 Einleitung

Das neue 12tubige Koaxialkabel soll das Übertragungsmittel einer neuen Generation sein. Die zurzeit verfügbaren 60-MHz-Systeme bilden in dieser die untere Grenze.

Das seit 1952 im 4tubigen Grosskoaxialkabel verwendete koaxiale Leiterpaar 2,64/9,52 mm wird beibehalten, seine Qualitätseigenschaften werden jedoch verbessert, so dass diese Koaxialtube für Systeme bis zu 500 MHz genügt. Die Qualitätsverbesserungen beim Kabel müssen selbstverständlich auch bei den Spleissungen erreicht werden. Die heute übliche Spleissung erfüllt die Forderungen für bis zu 60-MHz-Anlagen, für Systeme höherer Ordnung würde sie jedoch nur noch bedingt genügen. Es musste somit ein neues, besseres Spleissverfahren gefunden werden.

Da dies nicht ein nur schweizerisches Problem darstellt, haben wir uns in den Nachbarländern umgesehen. Dabei sind wir unter anderem auf die von der italienischen Firma *Sielte* (Rom) entwickelte Spleissmethode gestossen. Diese stellt entgegen andern Lösungen nicht eine verbesserte bisherige Methode dar, sondern sie wurde unter Anwendung neuer Techniken, wie Hartlöten und Krimpen, von Grund auf neu entwickelt. Die verhältnismässig einfache handwerkliche Ausführung und die guten elektrischen sowie mechanischen Eigenschaften bewogen die PTT-Betriebe, dieses Spleissverfahren zu übernehmen.

## 2 Die gestellten Anforderungen

Welche Merkmale muss eine neue, gute Spleissung aufweisen?

- Die elektrischen und mechanischen Eigenschaften des koaxialen Leiters müssen auch an der Spleissstelle erhalten bleiben.
- Zwei Kabel mit gleichen Eigenschaften müssen reflexionsfrei verbunden werden können, das heisst die Impedanz entsprechend der Formel

$$Z_{\infty} = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{D_a}{d_i}$$

muss homogen bleiben.

- Der Kostenaufwand für das Spleissmaterial muss auf das Minimum beschränkt bleiben.
- Der Zeitaufwand für die Ausführung der Spleissung soll minimal sein.

## 1 Introduction

Le nouveau câble coaxial à 12 tubes va devenir le moyen de transmission d'une nouvelle génération de systèmes, les équipements à 60 MHz actuels constituant à cet égard la limite inférieure d'utilisation.

La paire de conducteurs coaxiaux 2,64/9,52 mm employée depuis 1952 dans les grands câbles coaxiaux à 4 tubes subsistera, mais ses propriétés seront améliorées au point qu'elle pourra être retenue pour des systèmes plafonnant à 500 MHz. Il ne suffit pas, bien entendu, d'améliorer la qualité des câbles, mais aussi celle des épissures. Si les épissures actuelles parviennent à satisfaire aux exigences posées aux installations allant jusqu'à 60 MHz, elles deviennent en général insuffisantes pour les systèmes d'un ordre plus élevé. Il fallut donc trouver une méthode d'épissure plus perfectionnée.

Ce problème ne se rencontrant pas uniquement en Suisse, nous avons examiné les méthodes pratiquées dans les pays qui nous entourent. Parmi plusieurs procédés d'épissure, celui qu'a développé la maison italienne *Sielte* (Rome) a particulièrement retenu notre attention. Contrairement à d'autres solutions, il ne représente pas seulement une amélioration de la méthode actuelle, mais fait appel à une technologie entièrement nouvelle comprenant une soudure électrique à l'argent et des sertissages. Vu la réalisation relativement simple de cette épissure et ses bonnes propriétés électriques et mécaniques, il fut décidé de l'adopter.

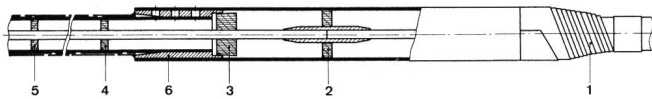
## 2 Exigences posées

Quelles doivent être les caractéristiques d'une bonne épissure d'un type nouveau?

- Propriétés électriques et mécaniques du conducteur coaxial maintenues également au point d'épissure.
- Jonction sans réflexions de deux câbles aux mêmes propriétés, l'impédance devant rester homogène conformément à la formule

$$Z_{\infty} = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{D_a}{d_i}$$

- Coûts du matériel d'épissure limités à un minimum.
- Réalisation de l'épissure en un temps minimal.
- Epissures aussi simples à effectuer que jusqu'ici et réalisables en campagne.



**Fig. 1**  
**Spleissung nach bisheriger Methode – Méthode d'épissure utilisée jusqu'ici**

- 1 Bund aus Papierklebeband – Enroulement de papier adhésif
- 2 Teflonscheibe – Disque de téflon  $\varnothing$  12,7 mm
- 3 Teflonpfropfen – Bouchon de téflon
- 4 Teflonscheibe – Disque de téflon  $\varnothing$  9,5 mm
- 5 Polythenscheibe – Disque de polythène
- 6 Rohrleiterkragen – Collet de conducteur tubulaire

– Die Arbeitsausführung soll bezüglich Schwierigkeitsgrad den bisherigen Rahmen nicht übersteigen und muss feldtüchtig sein.

### 3 Das bisherige Spleissverfahren

Der Zentralleiter wird mit einer Zentralleiterhülse und Weichlot verbunden. Durch die Zentralleiterhülse entsteht an der Verbindungsstelle eine wesentliche Durchmesser-Vergrößerung (Fig. 1).

Der Wert  $Z_{1\text{ MHz}} \cong 75 \Omega$  kann nur durch entsprechende Vergrößerung des Innendurchmessers des Aussenleiters erhalten bleiben oder nur in kleinem Rahmen, durch Verändern des Dielektrikums ( $\sqrt{\epsilon_r}$ ).

Die bisherigen Spleissmethoden beruhen praktisch alle auf diesem Prinzip. Die Lösung, den Durchmesser der Aussenleiterhülse gegenüber dem Aussenleiterdurchmesser zu vergrößern, war auch von der praktischen Seite her sehr erwünscht. Die Aussenleiterhülse konnte vorgängig über die Tube geschoben und dank der Weichlotverbindung, Aussenleiterhülse-Kragen-Aussenleiter, auch jederzeit wieder getrennt werden.

Eine genaue Anpassung der Durchmesser über die ganze Spleisslänge bietet jedoch in der praktischen Ausführung einige Schwierigkeiten, besonders an den Übergangsstellen. Jede Abweichung erzeugt entsprechende Reflexionen. Im Mittel beträgt der Reflexionsfaktor dieser Spleissungen

$$r \cong 2\%$$

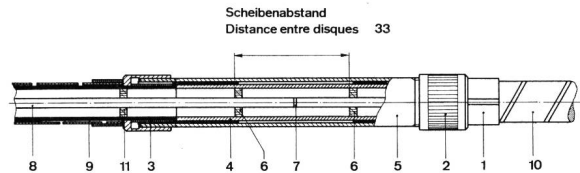
gemessen mit dem Time Domain Reflectometer, bei einem Sprungsignal von 170 ps Anstiegszeit (Fig. 5a).

### 4 Die neue Spleissung

Zwei Koaxialtuben gleicher Eigenschaften können nur dann homogen miteinander verbunden werden, wenn auf der ganzen Länge der Spleissung die Abmessungen und das Material des Zentralleiters, des Aussenleiters und des Dielektrikums erhalten bleiben. Diese Grundsätze sind bei der neuen Spleissung annähernd erfüllt (Fig. 2).

Der Zentralleiter wird mit einer Silberlegierung stossfrei, ohne jegliche Verdickung, hart gelötet. Die Lötung geschieht elektrisch mit einem Schweißtransformator, gekoppelt mit einem Wechselstromgenerator und Benzinaggregat. Die mechanische Festigkeit dieser Verbindung ist grösser oder gleich jener des Zentralleiters.

Der Aussenleiter wird mit einer Aussenleiterhülse, deren Innendurchmesser genau dem Innendurchmesser der Tube angepasst ist, durchverbunden. Mit Spezialzangen und einem Absetzdorn wird der Aussenleiter beidseitig auf einigen Zentimetern der äusseren Form der Aussenlei-



**Fig. 2**  
**Querschnitt einer gespleisssten Tube nach neuer Methode – Section d'un tube épissé selon la nouvelle méthode**

- 1 Klemmhülse – Douille de serrage
- 2 Überwurfmutter – Ecroû à chapeau
- 3 Distanzhülse – Douille de distance
- 4 Aussenleiterhülse – Douille de conducteur extérieur
- 5 Gewindehülse – Manchon fileté
- 6 Teflonscheibe – Disque de téflon
- 7 Silberlotplättchen – Plaquette de soudure à l'argent
- 8 Zentralleiter – Conducteur central
- 9 Aussenleiter – Conducteur extérieur
- 10 Stahlband – Ruban d'acier
- 11 Polythenscheibe – Disque de polythène

### 3 Procédé d'épissure utilisé jusqu'ici

Les conducteurs centraux sont reliés au moyen d'une douille et d'une soudure à l'étain. Il est évident que la douille réunissant les deux conducteurs centraux à épisser entraîne une augmentation sensible du diamètre (fig. 1).

Il s'ensuit que seule une augmentation du diamètre intérieur du conducteur extérieur du tube ou, dans une plus faible mesure, une modification du diélectrique ( $\sqrt{\epsilon_r}$ ) permet de maintenir la valeur  $Z_{1\text{ MHz}} \cong 75 \Omega$  environ.

Les méthodes d'épissure appliquées jusqu'ici reposent pratiquement toutes sur ce principe. Du point de vue pratique, il était même souhaitable d'augmenter le diamètre de la douille de conducteur extérieur par rapport au diamètre extérieur du tube. D'une part, la douille pouvait ainsi être mise en place avant l'épissure, et, d'autre part, il était possible de rouvrir l'épissure par dessoudage de la soudure à l'étain reliant la douille, le collet et le conducteur extérieur. Il est toutefois difficile d'adapter exactement les diamètres sur toute la longueur du point d'épissure, particulièrement aux jonctions. Or, toute déviation de la norme conduit à des réflexions. Le facteur de réflexion de ces épissures est en moyenne de

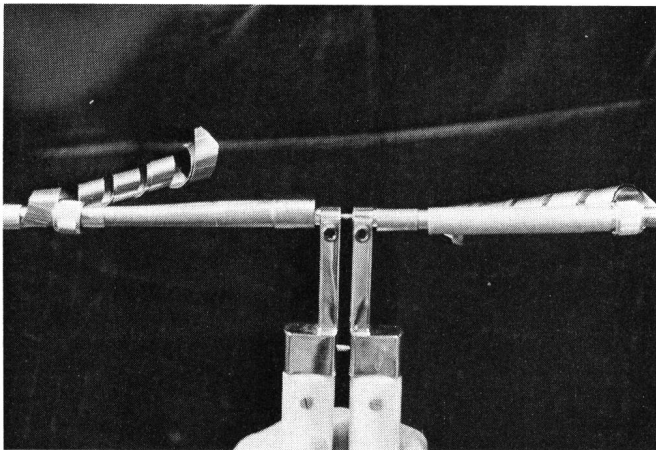
$$r \cong 2\%$$

la mesure étant effectuée avec le réflectomètre Time Domain, compte tenu d'un temps d'établissement de 170 ps du signal impulsionnel (fig. 5a).

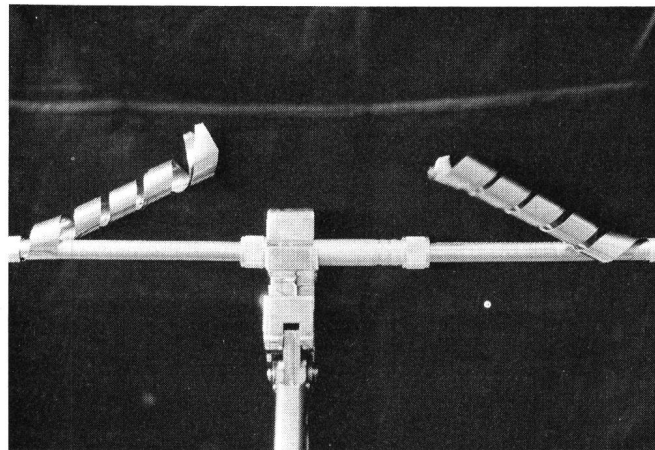
### 4 Nouvelle épissure

Pour que deux tubes coaxiaux aux mêmes propriétés puissent être reliés de manière homogène, il faut que les conditions suivantes soient remplies: les dimensions du conducteur central, du conducteur extérieur et du diélectrique doivent être constantes sur toute la longueur de l'épissure. La nouvelle épissure satisfait dans une large mesure à ces exigences (fig. 2).

Au moyen d'un alliage à l'argent, les deux conducteurs centraux sont soudés l'un à l'autre sans bavure ni épaissement. La soudure se fait à l'aide d'un transformateur de soudure alimenté par un groupe électrogène délivrant une tension alternative. La résistance mécanique de cette jonction est supérieure ou égale à celle du conducteur original.



**Fig. 3**  
Verbinden des Zentralleiters durch Hartlöten – Jonction du conducteur central par soudure à l'argent



**Fig. 4**  
Durchverbinden des Aussenleiters durch Krimpen – Jonction du conducteur extérieur par sertissage

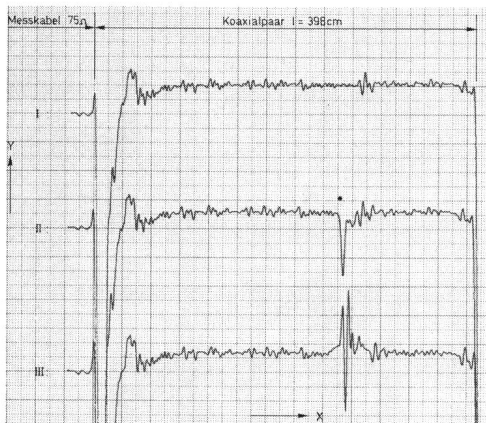
terhülse angepasst. Der Aussenleiter wird zum Einschleiben der Aussenleiterhülse einseitig leicht gespreizt. Nach dem Hartlöten des Zentralleiters (Fig. 3) und dem Einregulieren der Distanzscheiben aus Teflon wird die Aussenleiterhülse in ihre endgültige Lage gebracht. Die Aussenleiter werden beidseitig der Hülse mit den Spezialzangen wieder zylindrisch geformt. Mit den vorgängig über die Kabelenden gestülpten Distanzhülsen, Gewindehülsen und Überwurfmutter werden die Aussenleiter fest verschraubt. Die Gewindehülse ist aus weichem Kupfer und die Aussenleiterhülse aus hartem Messing. Mit einer Krimpzange werden auf der Gewindehülse, unmittelbar neben den Überwurfmutter, beidseitig mehrere Nuten eingepresst. Durch das Verpressen der weichen Gewindehülse und des Aussenleiters auf der harten Aussenleiterhülse entsteht eine einwandfreie elektrische Quetschverbindung (Fig. 4).

Die für die Verarbeitung der Leiter zurückgelegten Eisenbänder werden sorgfältig wieder bis an die Überwurfmutter heran aufgewickelt und mit Klemmhülsen fixiert. Zum Schluss werden die blanken Teile mit einem Kunststoffbandwickel isoliert.

Das Reflektogramm (Fig. 5b) dieser neuen Spleissung zeigt in Kurve III praktisch denselben Verlauf wie in Kurve I. Das heisst, das Koaxialpaar hat nach dem Spleissen genau die gleichen Eigenschaften wie im ursprünglichen Zustand vor der Trennung. Da in einem mehrtubigen Kabel der Verbindungspunkt für alle Tuben millimetergenau am gleichen Ort liegt, variiert der Abstand der unmittel-

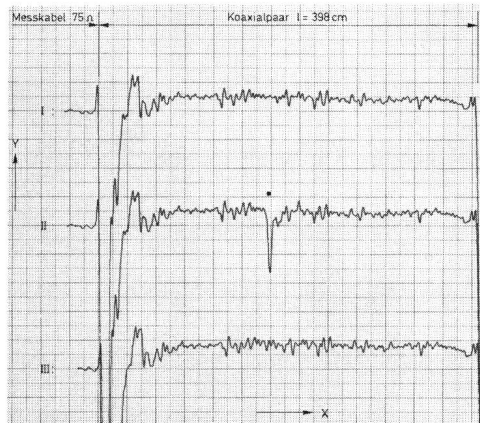
Les deux conducteurs extérieurs des tubes à réunir sont assemblés au moyen d'une douille dont le diamètre intérieur correspond exactement au diamètre intérieur des conducteurs extérieurs. Pour placer cette douille, il faut évaser légèrement sur quelques centimètres les conducteurs extérieurs des coaxiaux à réunir (jauge spéciale et pinces). Après avoir réuni à la soudure à l'argent les conducteurs centraux (fig. 3), et mis en place les entretoises en téflon, on place la douille de conducteur extérieur dans sa position définitive. Des deux côtés de la douille, les tubes sont à nouveau rendus cylindriques au moyen d'une pince spéciale. Des entretoises, un manchon fileté et des écrous à chapeau, glissés au préalable sur les extrémités des câbles, servent finalement à réunir fermement les conducteurs extérieurs par vissage. La douille filetée est en cuivre tendre et la douille de conducteur extérieur en laiton dur. Avec une pince à sertir, appliquée directement après les écrous à chapeau sur la douille filetée, on imprime des deux côtés plusieurs rainures de sertissage. Par cette opération, la douille filetée tendre s'incruste fermement sur le conducteur extérieur et sur la douille de conducteur tubu-

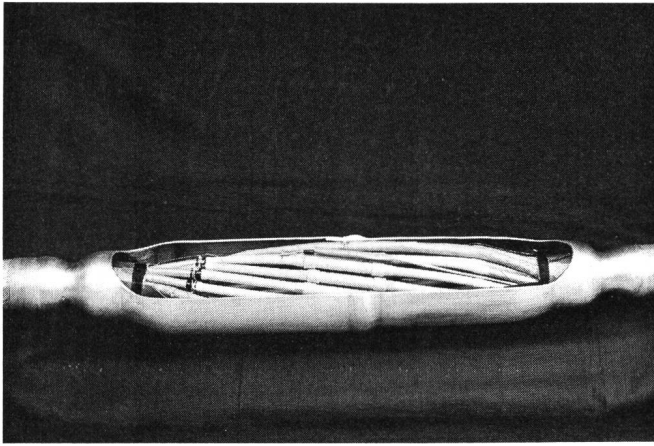
- Messkabel – Câble de mesure  
Koaxialpaar – Paire coaxiale  
X-Achse – Axe des X 1 cm  $\triangleq$  30 cm  
Y-Achse – Axe des Y 1 cm  $\triangleq$  p = 1 %  
I Tube vor dem Trennen – Tube avant le sectionnement  
II Tube an der vorgesehenen Trennstelle mechanisch deformiert – Tube déformé mécaniquement au point de séparation prévu  
III Tube nach dem Spleissen – Tube après l'épissure



**Fig. 5a**  
Reflektogramm einer Koaxialtube 2,6/9,5 mm, gespleisst nach bisheriger Methode – Réfectogramme d'un tube coaxial 2,6/9,5 mm épissé selon l'ancienne méthode

**Fig. 5b**  
Reflektogramm einer Koaxialtube 2,6/9,5 mm, gespleisst nach neuer Methode – Réfectogramme d'un tube coaxial 2,6/9,5 mm épissé selon la nouvelle méthode





**Fig. 6**  
**Aufgeschnittene Bleimuffe einer fertig erstellten 12-Rohr-Koaxialkabelspleissung (Spleisslänge 80 cm) - Manchon de plomb ouvert montrant une épissure terminée d'un câble coaxial à 12 tubes (longueur d'épissure 80 cm)**

telbar benachbarten Zentrierscheiben im schlechtesten Fall um  $\pm \frac{1}{2}$  Scheibenabstand (16 mm). Durch beidseitiges Ausregulieren über drei Scheiben kann der Fehler sehr klein gehalten werden. Der Wert des Reflektionsfaktors beträgt

$$r \leq 0,5\%$$

das heisst die Reflexion ist kleiner als die Unregelmässigkeiten im Kabel selbst.

Diese gute Qualität bietet die Möglichkeit, Kabel ohne Qualitätsreduktion zusätzlich zu schneiden und wieder zu spleissen, wenn bautechnische Gründe dies erfordern.

Gestützt auf die guten mechanischen Eigenschaften und die im Reflektogramm ersichtliche Homogenität kann gesagt werden, dass die elektrischen und mechanischen Eigenschaften sowie die reflexionsfreie Verbindung vorzüglich erfüllt sind.

Hinsichtlich des Preises ist erfreulich, dass das Material für die neue Spleissungsart etwa die Hälfte des bisher verwendeten Materials kostet.

Der Zeitaufwand liegt ungefähr gleich, ist doch mit routiniertem Personal eine Reduktion auf etwa 80% zu erwarten, da die Arbeitsausführung im Schwierigkeitsgrad als gleich bezeichnet werden kann.

Als einziger negativer Punkt muss das Mitführen der Hartlöteinrichtung erwähnt werden. Dies fällt jedoch, ausser wegen der Anschaffungskosten, praktisch nicht ins Gewicht, da die Koaxialkabelspleissergruppen über geländegängige Fahrzeuge verfügen.

## 5 Schlussbemerkung

Der Durchmesser sowie die Spleisslänge konnten bei der 12-Tuben-Koaxialspleissung so gewählt werden, dass die heute in den Schächten vorhandenen Mittelstücke (80 cm Abstand) und Konsolen weiter verwendet werden können.

Wie aus *Figur 6* ersichtlich ist, können durch geschickte Aufteilung der 4 Tuben des Zentrums alle 12 Tuben in einer Lage gespleisst werden. Das Ausbiegen der Tuben kann durch Beibehalten des Verseildralles relativ klein gehalten werden.

Mit dieser neuen Spleissung hoffen wir, ein qualitativ hochstehendes, preisgünstiges Verbindungsmittel für das Koaxialkabel der neuen Generation gefunden zu haben.

laire dure, si bien qu'il en résulte une connexion électrique irréprochable (*fig. 4*).

Les rubans d'acier déroulés pour le traitement du conducteur sont soigneusement remis en place, jusqu'au niveau des écrous à chapeau, et fixés avec une douille de serrage. Pour terminer, les parties dénudées sont recouvertes d'une bande adhésive en plastique.

La courbe III du réflectogramme (*fig. 5b*) de cette épissure a pratiquement la même allure que la courbe I. Cela signifie que le conducteur coaxial, après épissure, possède exactement les mêmes propriétés qu'avant le sectionnement. Vu que le point de jonction de tous les tubes d'un câble multitubulaire se situe au millimètre près sur le même plan, l'écart entre les disques de centrage voisins est, dans le cas le plus défavorable, de plus ou moins un demi-écart entre disques (16 mm). En réglant la position des disques des deux côtés, on peut réduire l'erreur à une valeur très faible. La valeur du facteur de réflexion est

$$r \leq 0,5\%$$

Cela signifie que la réflexion due à l'épissure est plus faible que celle qui provient des irrégularités que présente le câble.

Vu ce bon résultat, on peut sectionner des câbles, si des motifs de construction l'exigent, et les épisser après coup sans aucune diminution de la qualité.

Les excellentes propriétés mécaniques et l'homogénéité établie par les réflectogrammes démontrent que l'objectif visé, à savoir des caractéristiques électriques et mécaniques impeccables et une liaison exempte de réflexions, est pleinement atteint.

Sur le plan des coûts du matériel, il est réjouissant de constater que les nouvelles épissures reviennent environ deux fois moins cher que les anciennes.

Le temps nécessaire à leur réalisation est pratiquement le même. Toutefois, quand le personnel aura acquis une certaine routine, il sera possible de le ramener à 80% de ce qu'il était, vu la similitude du degré de difficulté du travail.

Le seul point négatif est l'obligation d'emporter le poste de soudure électrique et le groupe électrogène. Hormis les frais d'acquisition, cela ne joue pas grand rôle, les groupes d'épisseurs de câbles coaxiaux disposant de véhicules tout-terrain.

## 5 Conclusion

Le diamètre et la longueur des épissures de câbles à 12 tubes ont été choisis de manière que l'on puisse continuer à utiliser des pièces mitoyennes (écart 80 cm) et des consoles se trouvant actuellement dans les chambres.

Comme le montre la *figure 6*, on peut épisser tous les 12 tubes en une seule et même couche, si les 4 tubes centraux sont adroitement disposés. La torsion de toronnage étant maintenue, la cambrure des tubes est faible.

Nous espérons que les épissures décrites pour câbles coaxiaux de la nouvelle génération tiendront leurs promesses et qu'elles assureront des jonctions de haute qualité à un prix favorable.