

09464

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL

Organisation pour la Mise en Valeur  
du Fleuve Sénégal (OMVS)  
Haut Commissariat  
Centre de l'Énergie et l'Équipement  
Saint-Louis



PROJET ENERGIE

# Dossier de présentation du lot Fibre Optique

MAI 1997

**EDF**

Electricité  
de France

EDF Production Transport



**Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve SENEGAL**  
**Dossier de présentation du lot Fibre Optique**

09464

**Dossier de présentation du lot Fibre Optique**

**Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve SENEGAL**  
**Dossier de présentation du lot Fibre Optique**

**SOMMAIRE**

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPTION ET PERFORMANCES REQUISES DES LIAISONS AVEC FIBRES OPTIQUES.....</b>	<b>1</b>
2.1. <u>DESCRIPTION GENERALE DES LIAISONS AVEC FIBRES OPTIQUES</u> .....	1
2.2. <u>DESCRIPTION DU CABLE DE GARDE AVEC FIBRES OPTIQUES INTEGREES (OPGW)</u> .....	2
2.3. <u>PERFORMANCES REQUISES DES LIAISONS AVEC FIBRES OPTIQUES</u> .....	3
2.3.1. <i>Fibres optiques</i> .....	3
2.3.2. <i>Terminal Numérique de Liaison Optique (TNLO)</i> .....	4
2.3.3. <i>Atelier d'énergie solaire pour répéteurs optiques</i> .....	5
2.3.4. <i>Equipements de Multiplexage</i> .....	6
<b>3. ESTIMATION DES BESOINS QUANTITATIFS.....</b>	<b>10</b>
<b>4. ESTIMATION DES COUTS.....</b>	<b>11</b>

## 1. INTRODUCTION

Le réseau de télécommunications de l'OMVS est principalement composé de liaisons CPL (Courant Porteur Ligne) sur l'ensemble du réseau et de liaisons à fibres optiques incorporées au câble de garde entre DAGANA et MANANTALI via MATAM et KAYES pour prendre en compte les besoins en téléphonie, téléconduite et téléprotection.

Ce document présente exclusivement un descriptif technique de l'ensemble des équipements composant le lot Fibre Optique ainsi qu'un estimatif des besoins quantitatifs et des coûts associés.

## 2. DESCRIPTION ET PERFORMANCES REQUISES DES LIAISONS AVEC FIBRES OPTIQUES

### 2.1. Description générale des liaisons avec fibres optiques

De façon à satisfaire l'ensemble des besoins actuels de transmission et disposer d'un réseau de télécommunications offrant des extensions futures, des liaisons à fibres optiques sont prévues sur les tronçons DAGANA - MATAM - KAYES - MANANTALI.

Un des deux câbles de garde de la ligne 225 kV contient des fibres optiques (Cf. paragraphe 2.2). Les fibres optiques sont de type mono-mode et offrent un minimum d'affaiblissement à la longueur d'onde de 1 550 nm, au nombre de quatre, et sont disposées à l'intérieur d'un tube en alliage d'aluminium dans des rainures hélicoïdales pour offrir l'élasticité nécessaire lors de la pose du câble de garde et en exploitation.

La structure présentée est conforme aux recommandations de l'OMVS (compte rendu DAKAR du 6 au 10/03/95).

Des épissures sont réalisées sur les fibres optiques au niveau d'un pylône d'ancrage (tous les trois à cinq km). Ces épissures permettent de raccorder les fibres optiques de tourets de câble de garde différents.

Les quatre fibres optiques sont utilisées de la façon suivante :

- Fibre 1 :  
Transmission unidirectionnelle des informations du poste A vers le poste B distant.
- Fibre 2 :  
Transmission du poste B vers le poste A.
- Fibres 3 et 4 :  
Utilisables en secours des fibres 1 et 2.

A noter que des répéteurs optiques en ligne sont à prévoir (cinq au total) pour atteindre les postes d'extrémité. Ces répéteurs sont alimentés par l'intermédiaire de panneaux solaires installés dans le pylône ou par une source d'alimentation BT.

Dans les postes d'extrémité, un câble de prolongement posé en caniveau permet de raccorder les équipements terminaux.

On distingue :

- Le Terminal Numérique de Liaison Optique (TNLO) dont le rôle est de convertir le signal numérique électrique à 8 Mbps en un signal optique à une longueur d'onde de 1550 nm (cette longueur d'onde permet de minimiser le nombre de répéteurs optiques en ligne).
- Les équipements de multiplexage qui permettent de transmettre simultanément l'ensemble des voies pour la téléphonie, téléprotections et téléconduite ; il est à noter que la technique "Drop-insert" est mise en oeuvre pour ne prévoir qu'un seul équipement de ce type dans les postes concernés; le multiplexeur est relié à deux terminaux optiques dans les postes de MATAM et KAYES.

## 2.2. Description du câble de garde avec fibres optiques intégrées (OPGW)

Le tronçon de ligne à 225 kV MANANTALI - DAGANA aura deux câbles de garde:

- Un câble de garde du type OPGW 107/44 du côté nord.
- Un câble de garde du type ACSR 48/28 du côté sud.

Le câble de garde à fibre optique incorporera comme minimum quatre (4) fibres optiques monomodes à longueur d'ondes de 1550 nm.

Le soumissionnaire devra fournir comme alternative le prix d'un câble avec 12 fibres optiques au lieu de 4. La longueur total du câble OPGW requis entre MANANTALI et DAGANA est de 734 km. incluant entrées aux postes et boîtes d'épissures.

La fourniture du câble OPGW doit inclure les épissures. Le nombre d'épissures requis a été estimé à 240 unités.

Autres caractéristiques du câble de garde OPGW, fournies par le Consultant du lot Lignes HT (SNC - SHAWINIGAN) :

Diamètre total	15.3 mm
Section alliage aluminium	62.8 mm <sup>2</sup>
Section Acs fils	44.00 mm <sup>2</sup>
Section totale	106.8 mm <sup>2</sup>
Poids	0.55 kg/m
Formation (1 <sup>ère</sup> couche)	14 Acs fils 2 mm
Formation (2 <sup>ème</sup> couche)	20 Alu all. fils 2 mm
Résistance à 20°C	0.32 S/km
Module d'élasticité	116.5 Gpa
Coefficient de dilatation par °C	17.5 x 10 <sup>-6</sup> /°C
Charge de rupture (UTS)	73.5 kN
Tension maximale (tous les jours)	20% UTS
Tension maximale d'opération	65% UTS
Diamètre maximum de flexion	500 mm
Température d'opération	- 40 / + 70°C
Température d'entreposage	- 40 / + 70°C
Température d'installation	- 10 / + 45°C
Température (tous les jours)	25°C

### 2.3. Performances requises des liaisons avec fibres optiques

#### 2.3.1. Fibres optiques

Le câble à fibres optiques sera prévu pour supporter les effets de l'environnement et particulièrement les champs électriques et magnétiques produits par la proximité des conducteurs de la ligne d'énergie.

Une durée de vie d'au moins 25 ans est requise, le soumissionnaire fournira les résultats des tests d'endurance menés sur ce câble.

Il fournira également tous les détails sur la méthode de suspension et les procédures d'installation en incluant les techniques d'épissure et raccordement.

Avant la mise en service de ces liaisons avec fibres optiques, des essais de réception de chacun des constituants seront menés, il s'agit :

- des équipements d'extrémité émetteur et récepteur,
- des connecteurs,
- des câbles optiques,
- des boîtiers d'épissures.

La pose du câble de garde avec fibres optiques incorporées sera réalisée, avec grand soin, de façon à ce que :

- le déroulage et la pose des accessoires n'introduisent pas sur les fibres optiques d'affaiblissement supplémentaire par rapport aux valeurs mesurées en usine,
- les épissures soient réalisées de façon satisfaisante et n'introduisent pas d'affaiblissement excessif.

Les valeurs d'affaiblissement maximales suivantes sont requises:

- affaiblissement maximum d'épissure : 0.1 dB,
- atténuation maximale de la fibre à 1550 nm : 0.25 dB,
- atténuation moyenne de la fibre à 1550 nm : 0.2 dB,
- affaiblissement maximum des connecteurs d'extrémité : 0.5 dB

Les autres caractéristiques des fibres optiques sont:

- Dispersion chromatique : 20 ps / (km.  $\mu\text{m}$ )
- Diamètre de la gaine : 125  $\mu\text{m} \pm 2.5\%$
- Diamètre du coeur : 10  $\mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$
- Erreur de concentricité :  $< 1 \mu\text{m}$
- Non circularité de la gaine :  $< 2\%$

Les fibres optiques doivent respecter la recommandation G 652 du CCITT.

Pour faciliter le repérage des fibres, un codage de couleurs compatible avec la norme CEI 304 sera utilisé.

### 2.3.2. Terminal Numérique de Liaison Optique (TNLO)

Le TNLO a pour fonction en émission de convertir des signaux numériques électriques basés sur la hiérarchie 8,448 kbit/s, en un signal optique pour transmission sur la fibre optique, et réciproquement en réception.

Le TNLO est conforme à la recommandation G 956 du CCITT.

Le TNLO est situé dans un châssis qui comprend :

- module de transmission :
  - . convertisseur,
  - . émetteur optique.
- module réception:
  - . récepteur optique,
  - . convertisseur.

- modules divers:
  - . système d'alarme,
  - . source d'alimentation,
  - . interface de données d'exploitation,
  - . interface pour téléphone de service (aide à la maintenance entre 2 terminaux optiques distants en utilisant un canal 64 kbit/s du MIC).

Des données seront fournies concernant la fiabilité des composants optoélectroniques, en particulier les résultats de tests accélérés pour estimer la durée de vie et le MTBF du TNLO.

Une fonction CAG est intégrée pour tenir compte des variations d'affaiblissement.

Pour protéger le personnel intervenant en maintenance, l'émetteur optique sera automatiquement coupé ou son niveau d'émission réduit de 9 dB, en cas de coupure de la fibre optique.

### 2.3.3. Atelier d'énergie solaire pour répéteurs optiques

L'atelier d'énergie solaire est constitué d'un ensemble piles photovoltaïques, régulateur, batterie, tableau de distribution.

La tension nominale d'utilisation sera de 48 V DC.

L'atelier d'énergie solaire sera installé sur les pylônes retenus pour installer les répéteurs optiques

Il constituera sur ce site la source d'énergie électrique primaire non secourue ; il sera dimensionné pour fournir, de façon permanente, la consommation des équipements répéteurs.

Les modules photovoltaïques seront assemblés en panneaux (PV). Les panneaux seront fixes et orientés de manière à recueillir un maximum d'énergie sur l'ensemble de l'année. Lors de l'installation des panneaux, l'Entrepreneur veillera tout particulièrement à éviter d'occulter une partie du panneau par un masque (ombre portée), en toute heure du jour (particulièrement entre 9h00 et 15h00 solaires) et en toute saison.

Les éléments de fixation des panneaux (PV) seront conçus pour supporter les contraintes liées à l'environnement :

- résistance à la corrosion (atmosphère marine),
- tenue aux vents extrêmes > 60 m/s.

Les panneaux seront protégés contre les oiseaux (anti-reposoir) et accessibles pour un entretien annuel.



La batterie d'accumulateur sera d'un type spécifique à l'application photovoltaïque, à très faible courant d'auto-décharge. La batterie sera au plomb et de type sans entretien ; elle est montée en floating.

Le soumissionnaire validera le choix technique d'un atelier d'énergie solaire en source unique, compte tenu des consommations des équipements répéteurs qu'il propose et des conditions d'ensoleillement extrêmes (plus longue période sans ensoleillement).

#### 2.3.4. Equipements de Multiplexage

##### Multiplex 2ème ordre (2/8 Mbit/s)

###### a) Caractéristiques générales

L'équipement doit être conforme au niveau 2 du système hiérarchique de transmission numérique défini par le CCITT.

L'équipement doit multiplexer, à l'émission, 4 entrées numériques plésiochrones à 2048 kbit/s pour obtenir un signal composite à 8448 kbit/s, selon un procédé de justification positive et bit cyclique d'espacement conforme à la recommandation CCITT G 741.

En réception, l'équipement doit permettre de reconstituer les 4 signaux plésiochrones à 2048 kbit/s à partir du signal composite à 8448 kbit/s.

L'équipement doit être entièrement opérationnel dans les deux sens (émission et réception) même en cas d'absence de l'un, deux ou trois signaux primaires à 2 Mbit/s.

L'équipement doit être conforme aux avis G 703, G 742 et G 823 du CCITT.

Les alarmes suivantes devront être traitées conformément à l'avis CCITT G 742, table 1:

- défaut d'alimentation,
- perte d'un signal à 2048 kbit/s,
- perte du signal composite à 8448 kbit/s,
- perte de verrouillage de trame,
- signal d'alarme transmis en trame hertzienne (AIS),
- BER > 10<sup>-3</sup>,
- détection AIS à 8448 kbit/s.

L'équipement sera de conception modulaire, installé dans un bâti et câblé à la capacité maximale.

Les alarmes devront être visualisées localement par des voyants (LED) ; des points de test permettront le diagnostic et le dépannage des éléments en défaut.

b) Caractéristiques particulières

- Port 2048 kbit/s :
  - . débit : 2048 kbit/s
  - . impédance : 75  $\Omega$
  - . codage : HDB3
  - . conformité : CCITT G 703 - fig. 15
  
- Port 8448 kbit/s :
  - . débit : 8448 kbit/s
  - . conformité : CCITT G 703 - fig. 16
  
- Tension d'alimentation : 48V DC (-12.5 % +21 %)
  
- Conformité globale : CCITT G 703  
CCITT G 742  
CCITT G 823

Multiplex 1er ordre (MIC 30 voies)

a) Caractéristiques générales

L'équipement doit être conforme au niveau 1 du système hiérarchique de transmission numérique défini par le CCITT.

Il doit être conforme aux normes de conception technologique les plus récentes, avec utilisation de circuits imprimés multicouches, circuits hybrides, composants montés en surface ; il doit être conforme aux normes de transmission les plus récentes publiées par le CCITT.

- *Structure du signal numérique*

Le multiplex 1er ordre doit utiliser les techniques de multiplexage temporel à modulation d'impulsions codées (TDM/MIC) conformément aux avis CCITT G 732/737 :

- . fréquence d'échantillonnage : 8 kHz
- . nombre de bits de quantification : 8 bits
- . loi de quantification : A, logarithmique (A = 87,6) selon avis G 711 du CCITT

Un intervalle de temps (IT) comporte 8 bits.

Une trame MIC comporte une séquence de 32 IT, à 8 kHz de fréquence de trame.

Une multitrame MIC consiste en une séquence de 16 trames successives, la fréquence de multitrame étant de 500 Hz.

Le caractère de verrouillage de trame est représenté par les bits 2 à 8 de l'IT 0.

Le signal de verrouillage de multiframe est représenté par les 4 premiers digits de l'IT 16 de la trame 0.

Les IT 0 et 16 sont réservés à la signalisation interne du train numérique.

– *Perte et rétablissement du verrouillage de trame*

La perte de verrouillage e trame survient lorsque 4 signaux consécutifs de verrouillage de trame (VT) n'ont pas été reconnus.

Une fois le verrouillage perdu, le système de verrouillage de trame considère le verrouillage rétabli lorsque 3 VT consécutifs ont été reconnus.

– *Gigue*

Le niveau de gigue admissible à l'entrée du multiplex est défini dans la recommandation CCITT G 823.

– *Signaux de base de temps (synchronisation)*

Le signal de base de temps doit pouvoir être extrait soit du signal composite à 2 Mbps, soit d'une source externe.

– *Interfaces*

Le multiplex MIC doit offrir les interfaces de raccordement suivants :

- interface numérique de ligne à 2 Mbps conforme à l'avis CCITT G 703 (code HDB3),
- interface numérique d'abonné à 64 kbit/s conforme à l'avis CCITT G 703,
- interface analogique d'abonné soit 2 fils, soit 4 fils, avec signalisation E & M par interface, conforme à l'avis CCITT G 712.

Le nombre d'interfaces de ligne est de 1.

Le nombre total d'interfaces d'abonné est de 30.

Une carte de signalisation E & M ne devra pas regrouper plus de 2 groupes de signaux E & M, pour des raisons de fiabilité globale.

– *Alimentation*

- tension nominale: 48V DC
- plage de variation de tension: 42 - 58V DC

L'alimentation pourra être dupliquée si nécessaire et sera protégée contre les courts-circuits, surtensions et surintensités.

**4. ESTIMATION DES COUTS**

Le coût estimatif du lot Fibre Optique s'élève à :

**41 810 000 FF**

et se décompose comme suit:

SITES :	F.O. (OPGW) (km)	Terminal Optique	MUX.	Répéteur
MANANTALI		1	1	
KAYES		2	1	
MATAM		2	1	
DAGANA		1	1	
Nbre. Total	734	6	4	5
Prix unitaire (FF)	49 387	260 000	100 000	720 000
Sous-total (FF)	<b>36 250 000</b>	<b>1 560 000</b>	<b>400 000</b>	<b>3 600 000</b>

<b>Total hors maintenance (FF)</b>	<b>41 810 000</b>
------------------------------------	-------------------

Le prix estimé pour la fourniture du câble spécifié dans le présent document incluant les épissures, (CIF Dakar - Sénégal) est de 6 250 000 US\$ (source SNC - SHAWINIGAN), soit 36 250 000 FF sur la base de 1 US\$ = 5,8 FF.

