Spécification technique pour les SFP Transceivers

Cahier des Clauses Techniques et Particulières n° CNRS/2026/021 du 18/09/2026

Nick Lumb

CPPM

Résumé

Ce document définit les spécifications techniques des émetteurs-récepteurs optiques (SFP Transceivers) utilisés dans le projet KM3NeT.

Destinataires

Pour appel d'offre.

Statut du document

Revision	Date	Comment	Reviewed by	Approved by
2	23-03-2026	Pour marché 2026	J-W Schmelling	N. Lumb

Suivi des évolutions

Revision	Date	Comment	Reviewed by	Approved by
1	02-03-2026		S. Henry J-W Schmelling	N. Lumb
2	23-03-2026	Mise à jour tableaux	J-W Schmelling	N. Lumb

Table of Contents

1 Documentation et Acronymes 4
1.1 Abréviations/Acronymes 4
1.2 Documents de référence 4
2 Introduction 5
3 Spécifications des SFP pour KM3NeT 5
3.1 Spécifications générales 5
3.2 Standards 6
3.3 Spécifications de performance fonctionnelle 6
3.3.1 Conditions d'opération générales 6
3.3.2 Émetteur 6
3.3.3 Récepteur 7
3.4 Conditions d'opération 8
4 Fiche de validation fournie par le titulaire 8
5 Logistique 9
5.1 Emballage 9
5.2 Documentation 10
6 Annexe 10
Annexe 1 Documentation pour l'appel d'offres (à annexer à l'offre technique) 10

1 Documentation et Acronymes

1.1 Abréviations/Acronymes

Abréviation	Description
APD	Avalanche Photo Diode
BER	Taux d'erreur de bit (Bit Error Rate)
BOL	Début de vie (Beginning Of Life)
EOL	Fin de vie (End Of Life)
GbE	Gigabit Ethernet
KM3NeT	Cubic Kilometre Neutrino Telescope
LOS	Loss Of Signal
PRBS	Séquence binaire pseudo-aléatoire (Pseudo Random Bit Sequence)
ROSA	Receiver Optical Sub-Assembly
SMSR	Side Mode Suppression Ratio
TOSA	Transmitter Optical Sub-Assembly
SFP	Small Form factor Pluggable transceiver
UPI	Unique Product Identifier

1.2 Documents de référence

	Title	Reference
RD 1.	Guide for Developing System Requirements Specifications	IEEE-STD-1220-1998 (IEEE 1998) IEEE 8

2 Introduction

Le projet KM3NeT-ORCA a pour objectif de continuer la réalisation de l'infrastructure sous-marine pour implanter un observatoire pour l'étude des neutrinos, composé à terme d'une centaine de lignes de détection et de l'instrumentation pour les sciences de la mer et de l'environnement. Il est situé à environ 40 km au sud de Toulon à 2500 m de profondeur.

La communication et le transfert des données entre la terre et le site profond sont réalisés au travers d'un réseau optique qui nécessite l'emploi d'émetteurs-récepteurs optiques à terre et embarqués en mer.

Les spécifications suivantes sont applicables pour l'appel d'offre des émetteurs-récepteurs optiques SFP qui se trouvent à la station à terre de l'expérience KM3NeT.

Le titulaire doit fournir le produit suivant :

- SFP émetteur-récepteur optique

Ce marché concerne l'achat d'un maximum de 1300 pièces, sans minimum imposé.

3 Spécifications des SFP pour KM3NeT

Le SFP sera installé sur des cartes d'accueil avec une durée de vie de 15 ans sans entretien.

Req.1.	Durée de vie 15 ans minimum

3.1 Spécifications générales

Les émetteurs-récepteurs SFP ont les spécifications générales suivantes :

Req.2.	Taux des données: 1.25 Gb/s GbE
Req.3.	Portée: 120 km point à point fibre monomode standard avec atténuation de 0.2dB/km et dispersion chromatique de +18 ps/(nm•km)
Req.4.	BER à EOL: mieux que 10^{-12} mesuré avec un PRBS de 2^7-1 à 1.25 Gb/s GbE taux de données. BER doit être mesuré en configurant la puissance à la sortie du TOSA à la même valeur que la puissance de sortie moyenne en fin de vie (Req.15) et avec 120km de fibre monomode avec une atténuation de 0.2dB/km et dispersion chromatique de +18 ps/(nm•km)
Req.5.	ROSA doit être un APD limitant

3.2 Standards

Le SFP doit être conforme aux standards suivants :

Req.6.	SFF-8431 Rev 4.1 est applicable
Req.7.	SFF-8432 Rev 4.2
Req.8.	SFF-8472 Rev 10.1
Req.9.	Telcordia GR-468
Req.10.	ROHS-6
Req.11.	Class 1 Laser Safety

3.3 Spécifications de performance fonctionnelle

Les émetteurs-récepteurs SFP auront les spécifications fonctionnelles suivantes :

3.3.1 Conditions d'opération générales

	Parameter	Unit	Min	Typ.	Max
Req.12.	Absolute Supply Voltage	V	0	-	4.0
Req.13.	Operating Voltage	V	3.135	-	3.465
Req.14.	Total Current	mA	-	-	300
Req.15.	Operating Case Temperature	°C	-5	-	75
Req.16.	Storage Temperature	°C	-40	-	85

3.3.2 Émetteur

Caractéristiques électriques					
	Parameter	**Unit**	**Min**	**Typ.**	**Max**
Req.17.	Input Differential Impedance	Ω	-	100	-
Req.18.	Single Ended Data Input Swing	mV	100	-	1000
Req.19.	Tx Disable Voltage	V	2.4	-	-
Req.20.	Tx Enable Voltage	V	-	-	0.8

Caractéristiques optiques					
	Parameter	**Unit**	**Min**	**Typ.**	**Max**
Req.21.	Optical Power	dBm	0	-	5
Req.22.	Optical Extinction Ratio	dB	9	-	-
Req.23.	Optical Wavelength	nm	1500	-	1580
Req.24.	Optical Rise/Fall Time	ps	-	-	260
Req.25.	Spectral Width (-20dB)	nm	-	-	1
Req.26.	Side Mode Suppression Ratios	dB	30	-	-
Req.27.	Relative Intensity Noise	dB/Hz	-	-	-120
Req.28.	Deterministic Jitter	ps	-	-	80
Req.29.	Total Jitter	ps	-	-	227
Req.30.	Dispersion Penalty (120km)	dB	-	-	2

3.3.3 Récepteur

Caractéristiques électriques					
	Parameter	**Unit**	**Min**	**Typ.**	**Max**
Req.31.	Single Ended Data Output Swing	mV	200	-	600
Req.32.	Data Output Rise/Fall Time	ps	-	-	260

Caractéristiques optiques					
	Parameter	**Unit**	**Min**	**Typ.**	**Max**
Req.33.	Average Rx Sensitivity@GbE	dBm	-	-	-32
Req.34.	Average Rx Sensitivity@ 1X FC	dBm	-	-	-32
Req.35.	Maximum Input Power (Overload)	dBm	-7	-	-

Req.36.	Optical Center Wavelength	nm	1260	-	1600
Req.37.	LOS Assert	dBm	-45	-	-
Req.38.	LOS De-assert	dBm	-	-	-32
Req.39.	LOS Hysteresis	dB	0.5	2	5

3.4 Conditions d'opération

Les SFPs doivent être capables d'opérer sous les conditions suivantes :

	Parameter	**Min**		**Max**	**Unit**
Req.40.	Température boitier	-5		+75	°C
Req.41.	Tension alimentation	3.135		3.465	V

4 Fiche de validation fournie par le titulaire

Le titulaire doit effectuer des tests sur 100% des pièces livrées. La fiche de validation doit inclure la mesure des paramètres suivants :

	Paramètre rapporté dans la fiche de validation	**Unit**
Req.42.	Numéro de série fournisseur	
Req.43.	BER à 1.25 Gb/s avec PRBS de 2^7-1 pour les cas suivants : - 0 km et - 120 km de fibre monomode standard avec atténuation de 0.2dB/km et dispersion chromatique de +18 ps/(nm•km)	
Req.44.	Maximum Broadband SMSR: valeur min	dB
Req.45.	Digital Diagnostic Case Temperature Error: valeurs min and max	°C
Req.46.	Digital Diagnostic Receiver Optical Power Error: valeurs min and max	dB
Req.47.	Digital Diagnostic Transmitter Optical Power Error: valeurs min and max	dB

Req.48.	Version du firmware	
Req.49.	Consommation courante: valeur max	A
Req.50.	Consommation énergétique: valeur max	W
Req.51.	Receiver LOS Assert level: valeur max	dBm
Req.52.	Receiver LOS Deassert level: valeur min	dBm
Req.53.	Receiver LOS Hysteresis: valeurs min and max	dB
Req.54.	Sensibilité maximum at 1.25 Gb/s avec PRBS de 2^7-1 pour les conditions suivantes: - 0 km et - 120 km de fibre monomode standard avec atténuation de 0.2dB/km et dispersion chromatique de +18 ps/(nm•km)	
Req.55.	Puissance émetteur moyenne : valeurs min and max	dBm
Req.56.	Transmitter eye crossing: min and max	%
Req.57.	Transmitter ER: valeur min	dB
Req.58.	Transmitter Mask Margin: valeur min	%

5 Logistique

5.1 Emballage

Req.59.	Le SFP doit être livré dans une boîte qui le protège pendant le transport.
Req.60.	Le titulaire doit décrire l'emballage utilisé pour le transport.
Req.61.	L'emballage doit protéger le SFP contre des chocs mécaniques pendant le transport.
Req.62.	L'emballage doit protéger le SFP contre des décharges électriques.
Req.63.	Chaque boîte doit être accompagnée par une fiche détaillant les caractéristiques techniques du SFP dans la boîte.
Req.64.	Le format du fichier numérique détaillant les caractéristiques de chaque SFP et l'association entre le numéro de série du fournisseur et le UPI KM3NeT sera définie avec le fournisseur à la fin de l'appel d'offre.
Req.65.	Des indicateurs de chocs doivent être présents sur les boîtes de transport.

Req.66.	Le titulaire assume toute responsabilité pour le transport, y compris l'assurance ; les frais de transport seront payés par le titulaire y compris la prise en charge des éventuels frais d'importation.

5.2 Documentation

Req.67.	Chaque livraison sera accompagnée par une fiche détaillant les numéros de série et les caractéristiques techniques des SFPs.
Req.68.	Le format du fichier numérique détaillant les caractéristiques de chaque SFP et l'association entre le numéro de série du fournisseur et le UPI KM3NeT sera définie avec le fournisseur à la fin de l'appel d'offre.

6 Annexe

Annexe 1 Documentation pour l'appel d'offres (à annexer à l'offre technique)

Req.69.	Fiabilité calculée : FIT comme prédit par Telcordia SR-332. La fiabilité doit être calculée dans la plage de températures entre 10 et 60 °C sur 15 ans.
Req.70.	Fiabilité réelle calculée comme le ratio : nombre total de pièces défectueuses retournées au titulaire / nombre total de pièces produites.
Req.71.	Telcordia GR-468 rapport de qualification.