



DELEGATION PARIS-NORMANDIE

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

MARCHES PUBLICS DE FOURNITURES

**Achat de Cartes électroniques CLB-V6
pour de nouvelles lignes de détection du projet KM3NeT-ORCA dans le
cadre du financement NEPTUNE par la région Normandie.**

Lot n°06

ACHETEUR :

CNRS-Délégation Paris-Normandie
3 rue Michel Ange
75794 PARIS Cedex 16

FORME CONTRACTUELLE :

Accord-cadre mono-attributaire à prix unitaire passé selon la procédure formalisée d'appel d'offres ouvert en application des articles L. 2124-2, R. 2124-2 et R. 2161-2 à R. 2161-5 du code de la commande publique.

Il s'agit d'un marché de fournitures soumis aux dispositions du Cahier des Clauses Administratives Générales aux marchés publics de fournitures courantes (CCAG/FCS) issu de l'arrêté du 31 mars 2021.

Ce document comporte 26 pages, y compris la page de garde.



SOMMAIRE

1 PREAMBULE	4
2 PRESENTATION.....	4
2.1 CONTEXTE GENERAL DU PROJET.....	5
2.2 CONTEXTE DE L'ACHAT.....	5
2.3 OBJET DU MARCHE.....	5
2.4 ALLOTISSEMENT	5
3 DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS ATTENDUS ET DES SPECIFICATIONS GENERALES ET TECHNIQUES	6
3.1 OBJET DU PRESENT DOCUMENT	6
3.2 DEVIS DEMANDE	6
3.3 PRODUCTION DES CLBs	7
3.4 DÉVERMINAGE	9
3.5 TESTS POST-ASSEMBLAGE : TEST FONCTIONNEL ET TEST HASS	9
3.6 CERTIFICAT DE CONFORMITÉ (CoC).....	10
3.7 EXIGENCES DE FABRICATION DES CIRCUITS IMPRIMES (PCB)	11
3.7.1 EXIGENCES TECHNIQUES GENERALES POUR LA FABRICATION DES PCB	11
3.7.2 EXIGENCES SPECIFIQUES A L'APPEL D'OFFRES : CLBv6	19
4 DELAI / MODALITES DE LIVRAISON ET D'EXECUTION DES PRESTATIONS	24
4.1 DELAI MAXIMUM DE LIVRAISON DE L'ENSEMBLE DES PRODUITS.....	24
4.2 REVUES AUDITS ET JALONS	24
4.3 MODALITES DE LIVRAISON ET AMENAGEMENT DES LOCAUX	24
4.4 CORRESPONDANTS TECHNIQUES DU CNRS.....	25
4.5 CORRESPONDANTS TECHNIQUES DE KM3NET	26
4.6 LIEUX DE LIVRAISON / ACCES	26
5 OPERATIONS DE VERIFICATION	26
5.1 MODALITES DE RECEPTION DEFINITIVE DES PRESTATIONS	26

LISTE DES ABREVIATIONS

CCAG	Cahier des Clauses Administratives Générale
CCAP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
CCTP	Cahier des Clauses Administratives Particulières
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
LPCC	Laboratoire de Physique Corpusculaire de Caen
EPST	Etablissement public à caractère scientifique et technologique
FCS	Fournitures courantes ou services
KM3NeT	Kilomètre cube Neutrino Telescope
ORCA	Oscillation Research with Cosmics in the Abyss
ARCA	Astroparticle Research with Cosmics in the Abyss
NEPTUNE	Neutrino Physics with Telescope Underwater
CLB	Central Logic Board
AABUS	As Agreed Between User and Supplier/Manufactured « Comme convenu entre l'utilisateur et le fournisseur/fabricant »
HASS	Highly Accelerated Stress Screen « Test de stress hautement accéléré » = test de déverminage
DfM	Design for Manufacturing – “Conception pour la fabrication”
BOM	Bill Of Materials
HT	Hors taxes
RC	Règlement de la consultation
RGPD	Règlement général sur la protection des données personnelles
PEPR	Programmes et équipements prioritaires de recherche
SCTD	Service centralisé de traitement de la dépense

ANNEXES AU PRESENT CCTP

Annexe 1	Tests HALT&HASS_KM3NeT
Annexe 2	BOM CLB-V6
Annexe 3	Traduction en anglais de ce présent CCTP
Annexe 4	Traduction en anglais de : Tests HALT&HASS_KM3NeT

Dans le présent CCTP :

- Les termes “équipement”, “fourniture” et “matériel” désignent indifféremment le matériel à fournir pour chaque lot ;
- Le terme “Titulaire” désigne la société qui se voit attribuer un ou plusieurs lots du marché ;
- Le terme “Marché” désigne le contrat conclu entre le CNRS et le Titulaire de chaque lot.



1 Préambule

La prise en charge des prestations définies dans le présent document constitue un contrat avec un établissement public avec obligation de moyens et de résultats.

Le Titulaire prend l'engagement qu'il est en mesure d'exécuter, ce marché dans le strict respect des obligations visées dans les documents contractuels du marché et ce, notamment, en matière de clauses de confidentialité, de qualification et d'assurances.

Le Titulaire est réputé, sous sa responsabilité et indépendamment de toutes justifications fournies, avoir reçu les autorisations légales d'exercer et posséder la qualification professionnelle correspondant à la nature et à l'importance de la prestation objet du présent marché. Il sera seul à supporter les conséquences qui pourraient résulter du fait que cette qualification ne serait pas conforme à la réglementation ou erronée et, en particulier, les conséquences de la résiliation que pourrait prononcer de ce fait, à bon droit, le CNRS.

Outre les documents constituant le dossier de consultation, le Titulaire du marché est tenu d'observer les spécifications et prescriptions des décrets, arrêtés, règlements, normes, textes en vigueur à la date de remise de son offre.

2 Présentation

Le Centre national de la recherche scientifique (ci-après « CNRS ») est un organisme public de recherche (Etablissement public à caractère scientifique et technologique, EPST, placé sous la tutelle du Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation). Il produit du savoir et met ce savoir au service de la société.

Sa gouvernance est assurée par un président-directeur général, assistés de directeurs généraux délégués.

Avec plus de 33 000 personnes, un budget de 3,5 milliards d'euros et une implantation sur l'ensemble du territoire national, le CNRS exerce son activité dans tous les champs de la connaissance, en s'appuyant sur plus de 1100 laboratoires.

Présent dans tous les champs de la connaissance

Principal organisme de recherche à caractère pluridisciplinaire en France, le CNRS mène des recherches dans l'ensemble des domaines scientifiques, technologiques et sociétaux. Il couvre la totalité de la palette des champs scientifiques.

Le CNRS est présent dans toutes les disciplines majeures regroupées au sein de 10 instituts et développe, de façon privilégiée, des collaborations entre spécialistes de différentes disciplines, et tout particulièrement avec l'université, ouvrant de nouveaux champs d'investigations qui permettent de répondre aux besoins de l'économie et de la société.

Présent sur tout le territoire national

17 délégations en région assurent une gestion directe et locale des laboratoires et entretiennent les liens avec les partenaires locaux et les collectivités territoriales.

2.1 Contexte général du projet

Le projet NEPTUNE, financé par la Région Normandie, a pour objectif de continuer la réalisation de l'infrastructure sous-marine pour implanter un observatoire sous-marin KM3NeT ORCA, 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.

2.2 Contexte de l'achat

La présente consultation a pour objet la fourniture de cartes électroniques appelées CLB-V6. Intégrée dans les 18 modules optiques de chaque ligne de détection, la carte logique centrale (CLB) est la carte électronique principale du système d'acquisition KM3NeT. Le présent CCTP décrit toutes les obligations techniques contractuelles du titulaire. Elles constituent pour le titulaire une obligation de résultats.

2.3 Objet du marché

Achat de 169 cartes électroniques CLB-V6 pour de nouvelles lignes de détection du projet KM3NeT-ORCA dans le cadre du financement NEPTUNE par la région Normandie.

Quantité : 169 pièces (Quantité estimée par rapport à l'allocation budgétaire).

2.4 Allotissement

Le présent marché est un marché de fournitures.

Le marché fait l'objet de 08 lots distincts. Chaque lot fait l'objet d'un marché séparé.

Lots	Dénomination des lots
01	Cable vertical Opto-Electrique (VEOC)
02	Structure de support des bouées
03	Carte électronique BPS (Base Power System)
04	Pénétrateur VEOC dans le Base Module
05	Conteneur cylindrique du Base Module
06	Carte électronique CLB (Central Logic Board)
07	TSFP optical Transceiver
08	Hydrophone

3 Description des équipements attendus et des Spécifications générales et techniques

3.1 Objet du présent document

L'objectif de ce document est de décrire les spécifications (minimales) pour les activités suivantes :

- 1) Production de 169 cartes électroniques appelées CLB (Central Logic Boards) – décrites à la section 3.
- 2) Highly Accelerated Stress Screening – HASS : Procédure de déverminage des produits (pour écarter les défauts de jeunesse) et tests fonctionnels – documentation jointe (Annexe 1).

3.2 Devis demandé

L'offre doit comprendre :

- Une présérie de 5 cartes, y compris les circuits imprimés.
- Une série de 164 cartes.

Le devis doit détailler les coûts, en distinguant les coûts non récurrents des coûts récurrents, comme suit :

- Coût des composants (nomenclature et composants auxiliaires tels que décrits dans la présente documentation)
- Services d'ingénierie : préparation du dossier de fabrication, étude de conception pour la fabrication (DfM), rédaction des instructions de fabrication (organigramme de fabrication), gestion de la production, contrôle qualité, documentation et remise des rapports d'inspection, d'essai et de conformité
- Fabrication de cartes de circuits imprimés (PCB)
- Analyse de microcoupes de PCB
- PCBA : assemblage de cartes électroniques
- Rayons X
- Programmation et mise en œuvre de l'inspection optique automatisée (AOI)
- Programmation et mise en œuvre du boundary scan
- Tests : tests fonctionnels et test de vieillissement accéléré (HASS)

De plus, le devis doit inclure le montant total.

Pour chaque activité, le devis doit inclure au minimum :

- Une déclaration d'acceptation de tous les critères pertinents décrits dans le présent document, accompagnée d'une liste des améliorations proposées (le cas échéant).
- L'offre économique.
- Le délai prévu et le plan de livraison. Le nombre prévu de lots et leur taille doivent être indiqués, ainsi que le calendrier de livraison prévu.
- Les coûts non récurrents doivent être indiqués séparément des coûts récurrents. Un prix unitaire, incluant uniquement les coûts récurrents, doit être fourni.
- Les différentes normes de qualité que l'entreprise candidate s'engage à respecter doivent être précisées. Elles seront considérées comme un plus, à l'exception de la norme ISO-9001, qui est obligatoire.
- Le processus de fabrication, les installations et le processus de test doivent être décrits dans le devis.
- Le laboratoire tiers prévu pour l'analyse transversale, s'il est connu.

KM3NeT fournit les fichiers de production ; les produits doivent être fabriqués exactement comme décrit dans ces fichiers. Les modifications proposées, le cas échéant, doivent être acceptées par KM3NeT.

3.3 Production des CLBs

1. La conception de la carte est identifiée par le code KM3NeT V6, décrit dans les dossiers de l'appel d'offres..
2. La production des circuits imprimés doit être conforme à la norme IPC Classe 3 (avec les limitations que peut comporter la conception). Toute modification concernant la conception fournie doit être convenue avec KM3NeT (comme convenu entre l'utilisateur -KM3NeT- et le fabricant « AABUS »).
3. Le processus d'assemblage des circuits imprimés doit être conforme à la norme IPC Classe 3 (avec les limitations que la conception peut comporter). Comme dans le cas précédent, toute modification concernant la conception fournie doit être convenue avec KM3NeT (comme convenu entre l'utilisateur -KM3NeT- et le fabricant « AABUS »).
4. Des composants électroniques sont présents des deux côtés du circuit imprimé.
5. Les fichiers Gerbers décrivent la conception du circuit imprimé. Le circuit imprimé fabriqué doit être strictement conforme aux fichiers Gerbers fournis.

6. Les masques de pâte à souder doivent être fournis et générés par l'entreprise à partir des fichiers Gerber fournis, afin que celle-ci puisse choisir le facteur de rétrécissement des pastilles en fonction de la pâte à souder utilisée et de l'épaisseur du masque. La pâte à souder doit être déposée sur le circuit imprimé à l'aide des masques susmentionnés à l'aide d'une machine automatique afin d'obtenir une très bonne uniformité et de garantir une haute qualité de soudage des composants. Le dépôt de pâte à souder doit être inspecté avant de commencer le peuplement du circuit imprimé (à l'aide d'un système d'inspection de la pâte à souder (SPI) ou similaire).
7. L'AOI doit être utilisé sur toutes les cartes.
8. Tous les composants SMD doivent être placés à l'aide de machines automatiques Pick&Place. Un four à refusion doit être utilisé pour souder les composants.
9. Les tests de balayage des limites sont obligatoires.
10. Inspection par rayons X et vérification des composants avec empreinte BGA sur toutes les cartes. Les images doivent être disponibles sur demande.
11. Les cartes doivent être identifiées à l'aide d'étiquettes apposées sur celles-ci. Les informations à imprimer sur ces étiquettes (à l'aide d'un code QR) seront fournies par KM3NeT. Si les circuits imprimés portent également un code d'identification individuel défini par le fabricant, celui-ci doit fournir un fichier électronique contenant la correspondance entre l'étiquette KM3NeT et l'étiquette du fabricant.
12. L'entreprise doit assurer la traçabilité de tous les composants achetés conformément à la norme IPC-1782 niveau 3.
13. Sur tous les CLB, la cage SFP (U13, pressfit) doit également être soudée au moins sur les 4 sommets.
14. Une vis doit être utilisée pour les pôles de guidage (4 x WT-102-2) à utiliser avec J11, J12, J13 et J14. Toutes les vis et rondelles doivent être en acier inoxydable.
15. Une vis avec rondelle doit être utilisée avec J11 et J12 pour renforcer le connecteur. Les vis doivent également être en acier inoxydable.
16. Les outils officiels de Samtec, l'un pour les connecteurs de signaux et l'autre pour les connecteurs d'alimentation, doivent être utilisés pour les connecteurs à insertion en force (J11, J12, J13 et J14). Le fabricant doit décrire le processus et les installations nécessaires pour réaliser l'assemblage des connecteurs à insertion en force. Les contraintes et les forces d'insertion doivent être surveillées (et consignées) conformément aux instructions définies par Samtec.
17. KM3NeT désignera un interlocuteur technique unique qui sera chargé de traiter exclusivement avec l'entreprise les questions techniques liées à la production.
18. L'entreprise qui fabrique les cartes fournira également un emballage adéquat pour l'expédition. L'expédition elle-même est considérée comme faisant partie de ce marché.

19. La société doit fournir les composants répertoriés dans la nomenclature (et ceux indiqués dans cette section). Chaque composant doit correspondre exactement au numéro de pièce spécifié dans la nomenclature (des numéros de pièce uniques doivent être utilisés dans toute la production : celui spécifié dans la nomenclature). Tous les composants doivent être acquis par le biais d'un canal officiel. Le recours à des courtiers n'est acceptable que dans des cas spécifiques et doit être explicitement convenu à l'avance avec KM3NeT (AABUS). Les codes de données (DC) de chaque numéro de pièce doivent être fournis.
20. Si une référence est obsolète, le remplacement doit être approuvé par KM3NeT (AABUS).
21. En plus de la nomenclature, l'entreprise doit également se procurer 1 bornier Phoenix (1792757) et 2 embouts 18 AWG, 1 mm² et 8 mm par carte

Embout de câble, câble simple, 18 AWG, 1 mm ² , 8 mm	Farnell 2817747
Bornier enfichable, 5,08 mm, 2 voies, 24AWG à 12AWG	Farnell 1792757

3.4 Déverminage

Le déverminage des CLBv6 sera réalisé conformément à :

KM3NeT_ELEC_WD_2018_001-HALT&HASS_KM3NeT

3.5 Tests post-assemblage : Test fonctionnel et Test HASS

22. Le processus de test, en plus des rayons X, de l'AOI, du Boundary Scan, etc., doit prévoir un premier test fonctionnel, un test HASS et un test fonctionnel final.
23. Le logiciel permettant d'effectuer les tests fonctionnels sera fourni par KM3NeT, qui apportera son aide pour l'installation et la formation à l'utilisation de l'outil de test. La durée du test est estimée à 30 minutes maximum (comme il y a deux tests fonctionnels, un avant les tests HASS et un après, la durée totale sera d'une heure maximum). L'entreprise doit fournir le matériel auxiliaire nécessaire au test, tel qu'une alimentation électrique ou un ordinateur. Une connexion Internet est nécessaire afin de stocker les résultats du banc d'essai dans la base de données KM3NeT.
24. Après les tests fonctionnels, un test mécanique doit être effectué. Une carte octopus, fournie par KM3NeT, doit être insérée pour tester les connecteurs J11, J12, J13 et J14. Les résultats des tests doivent être inclus dans le CoC.
25. Les tests HASS (Highly Accelerated Stress Screening) du CLBv6 seront effectués conformément au document joint :
 - KM3NeT_ELEC_WD_2018_001-HALT&HASS_KM3NeT.

Commenté [1]: The goal is now to move asap to a full testbench to replace this mechanical test

Commenté [2R1]: OK, when it is ready the document should be updated.

Commenté [3]: To check with Vladimir if a reminder of this has been included in the testbench software. The output of this tests can also be included in the json report (in this case the info can be excluded from the CoC)

26. La température maximale est de 72 °C et la température minimale du cycle est de - 32 °C. Les exigences relatives au cycle de température sont décrites dans le document précédent. Si possible, un taux de montée supérieur à celui spécifié sera apprécié.
27. Pour les essais climatiques CLBv6, le nombre requis de PB sera fourni par KM3NeT.

3.6 Certificat de Conformité (CoC)

28. La livraison des cartes doit être accompagnée d'un certificat de conformité (CoC – Certificate of Conformity) commun à toutes les cartes livrées. Le CoC doit inclure les identifiants des cartes KM3NeT (UPI), l'identifiant du fabricant et l'adresse MAC. Ces informations doivent également être fournies dans un fichier électronique (tableur).
29. Le CoC doit comporter au moins sept cases à cocher : une pour l'inspection AOI, le scan des limites, les rayons X, les premiers tests fonctionnels, les tests climatiques (HASS) et une autre pour les derniers tests fonctionnels.
Il doit également comporter une case supplémentaire pour le résultat des tests mécaniques des connecteurs à ajustement serré (J11, J12, J13 et J14).
Pour les cartes qui n'ont pas passé les tests, un rapport sur les défaillances doit être préparé.
30. En outre, le CoC doit contenir les informations suivantes :
 - Informations sur la société:
 - i. Nom et adresse de la société
 - ii. Coordonnées
 - Identification du certificat et identification du produit :
 - i. Un numéro unique identifiant le certificat de conformité : le code de la carte (UPI) fourni par KM3NeT.
 - Conformité aux normes:
 - i. Liste des normes et réglementations auxquelles le produit est conforme (par exemple, CE, RoHS, REACH)
 - ii. Références aux tests (fonctionnels, HASS, rayons X, AOI...) et certifications effectuées.
 - Date de fabrication et informations sur la production :
 - i. Date de fabrication du circuit imprimé et d'assemblage du CLB
 - ii. Liste des machines utilisées pour l'assemblage et le test des circuits imprimés
 - Informations sur les composants et la traçabilité :
 - i. Codes de date
 - ii. Conformité à la traçabilité selon la norme IPC 1782 niveau 3
 - iii. Détails permettant de retracer les composants et les processus de fabrication utilisés.

- Déclaration de conformité:
 - i. Une déclaration signée par un représentant autorisé de la société attestant que le produit est conforme aux normes spécifiées et a été fabriqué selon les spécifications fournies.

3.7 Exigences de fabrication des circuits imprimés (PCB)

3.7.1 Exigences techniques générales pour la fabrication des PCB

31. Normes requises:
 - a. IPC-600 CLASSE 3 pour l'acceptabilité des cartes de circuits imprimés
 - b. Conformité à la norme IPC-6012 CLASSE 3 (pour la fabrication de circuits imprimés rigides) : spécifications de qualification et de performance pour les circuits imprimés rigides
 - c. IPC-2221 : s'assurer que la conception des circuits imprimés respecte les directives IPC-2221 relatives à la conception générique des circuits imprimés
 - d. Marquage UL (Underwriters Laboratories) garantissant la conformité aux normes de sécurité
- 32.
33. *** Traduit avec www.DeepL.com/Translator (version gratuite) ***
34. Material:
 - a. Laminate: FR4 High TG must be used (IPC-4101B/126)
 - b. Fiber weave: To be required if necessary (example 2216 or 1080) (AABUS)
 - c. ROHS compliance: Lead-free
 - d. UL approval: According to 94-V0
35. The thickness of individual copper clad sheets shall be as defined in the stack-up diagram
36. ENIG finish: plating per the current revision of IPC-4552
37. Vias filled and capped, except for press-fit and through-hole, in compliance with IPC 4761
38. Required Cross-section analysis: Perform cross-sectional analysis to verify the integrity of plating, via filling, and overall structure.
39. FAI-CL3: (First Article Inspection - Class 3): Conduct a detailed inspection of the first article produced to ensure it meets all specified requirements.
40. Metrological Analysis required.
41. Destructive testing:
 - a. An additional micro-section analysis must be requested by the PCB assembler to a third-party laboratory - the selection of the third-party

laboratory must be communicated to KM3NeT beforehand for approval, and the third-party laboratory must be located inside the European Union. The micro section must guarantee an IPC-600 class 3 level.

- b. Before the microsection, it is recommended to perform a thermal stress according to the procedure of IPC-TM-650 2.6.8. Test Condition A. (Bath temperature of +288°C +/- 5°C). Baking of PCBs for 8 hours at +125°C +/- 5°C to be done before shocks. Perform 4 thermal shocks. Samples must return to room temperature between each test. The duration of a shock, that is to say the PCB in contact with the alloy bath (Sn63Pb37 or Sn60Pb40) must be 10 seconds -0/+1s.
- c. X-out panels may be used for solder samples

42. Solder mask:

- a. Solder mask over bare copper (smobc) on primary and secondary sides using supplied artwork following the current revision of IPC-SM-840 type B.
- b. Color: black
- c. Liquid photo-imageable (LPI) IPC-SM-840, halogen-free
- d. No bleed-out allowed over exposed SMD pads.
- e. No exposed traces.
- f. Solder Mask applied with spray

43. Transfer layers by Laser Direct Imaging

44. Electrical tests: All PCBs shall pass 100 % electrical test using the supplied IPC-356 netlist following the current revision of IPC-9252, class 3.

45. European Union producer: the PCB producer must have the factory placed in a country member of the European Union.

46. Silkscreen:

- a. Silkscreen primary and secondary sides with white epoxy, non-conductive, non-nutrient ink.
- b. Any unspecified stroke width shall be 0.13 mm
- c. Clip the silkscreen away from any exposed metal.
- d. Vendor date code, logo, UL, and any additional marking to be located on the secondary side.
- e. Bag and tag are acceptable for PCBs that are too small for marking.
- f. PCB RoHS markings must comply with IPC-1066. The preferred location for the marking is on the printed circuit board top layer.
- g. The method required is an inkjet printer in white, for marking the printed circuit board, and shall be legible to corrected, unmagnified vision.

47. Flatness specification:

- a. Bow and twist of assembly sub-panel or singular PCB shall not exceed 0,75% as required inside IPC-600.
- b. Test following the current revision of IPC-TM-650 2.4.22.

48. Holes' acceptability level: Shall conform to IPC 600 Class 3.

49. Impedance: conform to IPC 2221 - IPC 6012 (all tolerances +/- 10%) when



specified.

50. Packaging and handling:

- a. PCBs are to be packed in an MBB (Moisture Barrier Bag).
- b. Add a desiccant inside with an HIC (Humidity Indicator Card).
- c. PCBs shall be packaged in vacuum-sealed inner containers.
- d. Outer containers shall be sufficient to prevent damage during shipping and handling.

51. Documentation:

- a. Provide detailed documentation, including manufacturing process flowcharts, test reports, and material certifications.
- b. Include traceability information to be linked to each step of the production process to review, if necessary, quality checks and results.
- c. A certificate of conformance shall be supplied with each shipment.
- d. An impedance certificate must be provided when controlled impedance is required.

52. Design for Manufacturing: A Design for Manufacturing (DfM) analysis is requested. The PCB manufacturer is required to send their DfM guide and a report with the result of the DfM. Manufacturers can propose manufacturing file modifications to comply with DfM recommendations or improve reliability. Each change must be tracked, and the customer must be informed. Specifically, manufacturers are allowed to implement “teardrops” when necessary to improve reliability by enhancing the connection and reducing the undesirable breakout of drilling.

53. Communication: Establish clear communication channels between the PCB manufacturer and the assembly company for real-time updates and issue resolution.

54. On-site visits to the PCB producer: The Quality and Production Managers from the PCB-Assembly Company will conduct four on-site visits to the PCB manufacturing facility. Customers must be invited at least two weeks before. The trip cost must be taken into account in the consolidated cost analysis.

- a. Feasibility analysis - PCB Production plan: Initial meeting to discuss production requirements, timelines, and quality standards.
- b. To Kick Off Production: Formal start of production with a detailed plan and initial inspection of materials and processes.
- c. Manufacturing Inspection Point (pre buy off): During PCB Manufacturing, visit to inspect quality, check for any deviations, and ensure compliance with specifications.
- d. FAI review (Post-Production Validation / Final buy off): Final inspection and validation of the completed prototypes before delivery.

KM3NeT could waive any or all of these visits after agreement with the Assembly company. (AABUS)

55. Repairing: Not allowed for IPC-6012 CLASS 3

- **Normes requises :**

1. IPC-600 CLASSE 3 pour l'acceptabilité des circuits imprimés
2. Conformité IPC-6012 CLASSE 3 (pour la fabrication de PCB rigides) : spécifications de qualification et de performance pour les cartes imprimées rigides
3. IPC-2221 : la conception du PCB doit être conforme aux directives IPC2221 pour la conception de cartes de circuits imprimés génériques. *Les isollements entre pistes, pads et vias doivent respecter les valeurs minimales de la **Classe 3 IPC-2221**, avec un espacement minimum de **0.127 mm (5 mils)** pour les couches externes et **0.102 mm (4 mils)** pour les couches internes, sauf indication contraire dans les fichiers Gerber. Les largeurs de piste doivent être conformes aux fichiers de production, avec une largeur minimale de **0.15 mm** pour les signaux différentiels ($100 \Omega \pm 10\%$).*
4. Marquage UL (Underwriters Laboratories) pour garantir le respect des normes de sécurité

- **Matériel:**

Stratifié : FR4 High TG doit être utilisé (IPC-4101B/126)
 Tissage des fibres : AABUS - À justifier dans l'offre (exemple 2216 ou 1080)
 Conformité ROHS : Sans plomb
 Homologation UL : Selon 94-V0

- L'épaisseur des différentes couches (12 couches) doivent être définies dans le schéma d'empilement
- Finition ENIG : placage selon la révision actuelle de l'IPC-4552
- Vias remplis et bouchés, à l'exception de "pressfit" et du trou traversant ("through-hole") conformément à la norme IPC 4761
- Analyse de section transversale requise : Effectuez une analyse de section transversale pour vérifier l'intégrité du placage, du remplissage et de la structure globale.
- FAI-CL3 : (Inspection du premier article - Classe 3) : Effectuer une inspection détaillée du premier article produit pour s'assurer qu'il répond à toutes les exigences spécifiées.
- Analyse métrologique requise

- **Panélisation (mise en panneau) :**

L'assembleur de PCB enverra les informations concernant la mise en panneau des PCB à KM3Net avant de commencer la production de PCB

- **Micro-sections (PCB):**

1. L'échantillon et le rapport de la micro-section doivent être fournis par le fabricant de PCB à l'assembleur PCB, qui les adressera à KM3NeT pour approbation.
2. L'analyse micro-section doit être demandée par l'assembleur de PCB à un laboratoire tiers - la sélection du laboratoire tiers doit être communiquée à KM3NeT au préalable pour approbation et doit être placée dans l'Union européenne. La section micros doit garantir un niveau IPC 600 classe 3
3. L'analyse micro-section doit être réalisée après chocs thermiques : Contrainte thermique selon la procédure de l'IPC-TM-650 2.6.8. Condition de test A. (Température du bain de $+288^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$). Étuvage des cartes de circuits imprimés (PCB) pendant 8 heures à $+125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ à effectuer avant les chocs. Effectuer 4 chocs thermiques. Les échantillons doivent revenir à température ambiante entre chaque test. La durée d'un choc, c'est-à-dire le temps pendant lequel la carte de circuit imprimé est en contact avec le bain d'alliage (Sn63Pb37 ou Sn60Pb40), doit être de 10 secondes -0/+1s.
4. Des panneaux X-out peuvent être utilisés pour l'échantillon de soudure

- **Masque de soudure :**

1. Masque de soudure sur cuivre nu (smobc) sur les couches externes conformément à la révision actuelle de la norme ipc-sm-840 type b.
2. Couleur : vert mat / noir
3. Liquide photo-imageable (LPI) IPC-SM-840, sans halogène
4. Aucune purge n'est autorisée sur les tampons « smd » exposés.
5. Pas de traces exposées.
6. Masque de soudure appliqué par pulvérisation
 - Couches de transfert par imagerie directe laser
 - Tests électriques : Tous les PCB doivent passer un test électrique à 100 % en utilisant la netlist IPC-356 fournie conformément à la révision actuelle de l'IPC-9252, classe 3.

- **Producteur de l'Union européenne :**

Le producteur de PCB doit avoir l'usine dans un pays membre de l'Union européenne.

- **Sérigraphie :**

1. Sérigraphie face primaire et secondaire avec encre époxy blanche, non conductrice, non nutritive.
2. Toute largeur de trait non spécifiée doit être de 0,13 mm
3. Fixez la sérigraphie loin de tout métal exposé.
4. Le code de date du fournisseur, le logo, « l' UL » et tout marquage supplémentaire doivent être situés sur le côté secondaire.
5. Les marquages RoHS des PCB doivent être conformes à la norme IPC-1066. L'emplacement préféré pour le marquage est sur la couche supérieure de la carte de circuit imprimé.
6. La méthode requise est une imprimante à jet d'encre en blanc, pour le marquage de la carte de circuit imprimé et doit être lisible à une vision corrigée et non agrandie

- **Spécification de planéité :**

1. Le défaut de planéité du PCB unique ne doit pas dépasser 0,75 % comme requis par l'IPC-600
2. Essai conformément à la révision actuelle de l'IPC-TM-650 2.4.22

- **Niveau d'acceptabilité des trous :**

Doit être conforme à la norme IPC 600 Classe 3

- **Impédance :**

Conforme à IPC 2221 - IPC 6012 (toutes les tolérances +/- 10 %) lorsque spécifié

- **Emballage et manutention :**

1. Les PCB doivent être emballés dans un MBB (Moisture Barrier Bag)
2. Ajoutez un déshydratant à l'intérieur avec une carte d'indicateur d'humidité (HIC)
3. Les PCBs doivent être scellés sous vide.
4. L'emballage doit protéger de tout dommage pendant le transport et la manutention.

- **Documentation :**

1. Tous les documents devront être rédigés en Français et/ou en Anglais
2. Fournir une documentation détaillée, y compris des organigrammes du processus de fabrication, des rapports d'essai et des certifications de matériaux.
3. Inclure des informations de traçabilité à relier à chaque étape du processus de production pour examiner si nécessaire les contrôles de qualité et les résultats.
4. Un certificat de conformité doit être fourni avec chaque expédition
5. Certificat d'impédance lorsque l'impédance contrôlée est requise

- **Conception pour la fabrication :**

Une analyse de conception pour la fabrication (DfM - Design for Manufacturing) est requise. Le fabricant est tenu d'envoyer son guide DfM et un rapport avec le résultat du DfM. Les fabricants peuvent proposer des modifications aux dossiers de fabrication pour se conformer à la recommandation DfM ou améliorer la fiabilité. Chaque changement est suivi et le client en est informé et doit donner son accord. Plus précisément, les fabricants sont autorisés à mettre en œuvre des « **teardrops** » lorsque cela est nécessaire afin d'améliorer la fiabilité, en améliorant la connexion en réduisant les ruptures indésirables du perçage.

- **Communication :**

Indiquer clairement les règles de communication entre le fabricant de circuits imprimés et l'entreprise d'assemblage pour des mises à jour en temps réel et la résolution des problèmes.

- **Visites sur place chez le producteur de PCB :**

Le responsable de la qualité et le responsable de production de l'entreprise d'assemblage de PCB effectueront des visites sur site de l'usine de fabrication de PCB. Les clients doivent être invités au moins 2 semaines avant. Le coût du trajet est pris en compte dans l'analyse des coûts consolidés. 4 visites sont souhaitées :

1. Analyse de faisabilité - Plan de production de PCB : Réunion initiale pour discuter des exigences de production, des délais et des normes de qualité.
2. Pour lancer la production : Démarrage formel de la production avec un plan détaillé et une inspection initiale des matériaux et des processus.
3. Point d'inspection de fabrication (pré-achat) : Pendant la visite de fabrication de PCB pour inspecter la qualité, vérifier les écarts et s'assurer de la conformité aux spécifications.
4. Revue FAI (Post-Production Validation / Final buy off) : Inspection finale et validation des prototypes terminés avant livraison.

KM3NeT peut renoncer à tout ou partie de ces visites après accord avec l'entreprise d'assemblage.

La proximité du fabricant de PCB sera prise en compte dans la sélection des offres et la facilité de visite (présence sur le territoire Européen).

- **Garantie :**

Fournir une garantie couvrant les défauts de matériaux et de fabrication pendant une période d'au moins 2 ans à compter de la date de livraison.

- **Réparation :**

Non autorisé pour IPC-6012 CLASSE 3

3.7.2 Exigences spécifiques à l'appel d'offres : CLBV6

- Documents complémentaires : <https://clb-b28e33.pages.km3net.de>
(mot de passe fourni par KM3NeT après engagement de respect de confidentialité)
- Présérie : 5 prototypes devront être délivrés avant lancement du batch complet pour valider le process d'assemblage
- Connecteur PressFit :

Le candidat doit décrire la procédure et les moyens utilisés (outils) pour insérer ces connecteurs sur la carte. Les contraintes et forces d'insertion devront être mesurées et rapportées.

Le candidat devra approvisionner les outils d'insertion recommandés par SAMTEC pour les connecteurs concernés.

Position sur la carte :

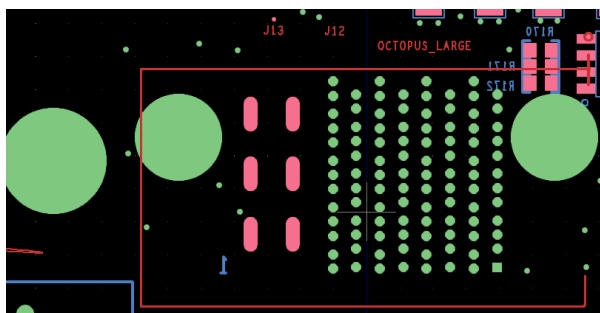


Fig1

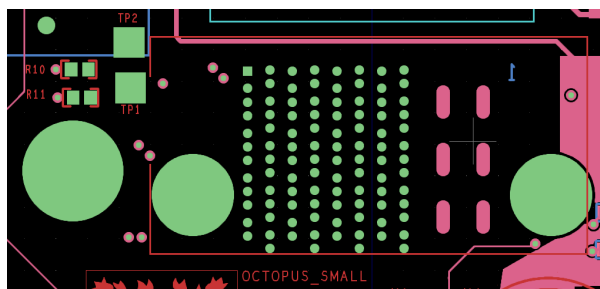


Fig2

Spécifications du connecteur :

HDMT-4-08-1-S-VT-0-1 :

Taille des terminaisons = 0,017" (0,450 mm), **version -1**. Les trous percés doivent être de 0,450 mm avec une tolérance de $\pm 0,130$ mm et un PTH de 0,36 mm avec une tolérance de $\pm 0,05$ mm (voir la note 2. L'ÉPAISSEUR DE LA FINITION DE CUIVRE NE DOIT PAS VARIER DE PLUS DE 0,02[0,001] DANS N'IMPORTE QUELLE VIA)

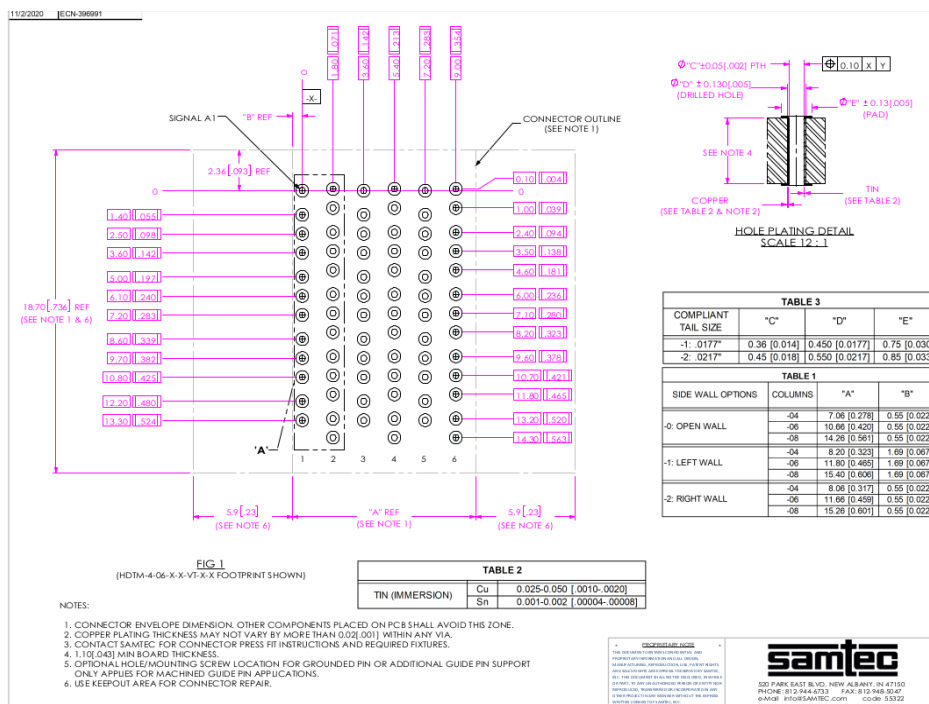


Fig3: Empreinte Connecteur PressFit

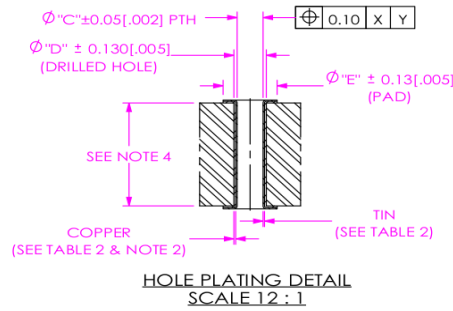


TABLE 3			
COMPLIANT TAIL SIZE	"C"	"D"	"E"
-1: .0177"	0.36 [0.014]	0.450 [0.0177]	0.75 [0.030]
-2: .0217"	0.45 [0.018]	0.550 [0.0217]	0.85 [0.033]

Fig4: Hole Plating Connecteur PressFit

- Empilement PCB:

Empilable CLB6-2				
		Épaisseur (µm)		
Signal	Dessus	0.037	Cuivre	
	FR4-TG180	100	FR4-TG180	
GND	GND1	0.017	Cuivre	
	FR4-TG180	180	FR4-TG180	
Signal	SIG1	0.017	Cuivre	Impédance contrôlée
	FR4-TG180	200	FR4-TG180	
GND	GND2	0.017	Cuivre	
	FR4-TG180	180	FR4-TG180	
Signal	SIG2	0.017	Cuivre	Impédance contrôlée
	FR4-TG180	200	FR4-TG180	
Power	ALIM1	0.017	Cuivre	
	FR4-TG180	100	FR4-TG180	
Power	ALIM2	0.017	Cuivre	
	FR4-TG180	200	FR4-TG180	
Signal	Le SIG3	0.017	Cuivre	Impédance contrôlée
	FR4-TG180	180	FR4-TG180	
GND	GND3	0.017	Cuivre	
	FR4-TG180	200	FR4-TG180	
Signal	Le SIG4	0.017	Cuivre	Impédance contrôlée
	FR4-TG180	180	FR4-TG180	
GND	GND4	0.017	Cuivre	
	FR4-TG180	100	FR4-TG180	
Signal	FOND	0.037	Cuivre	

MATERIAL DE BASE Y CONSTRUCCIÓN

Tipo	Espesor inicial nominal	Cu final teórico	Fabricante	Ref.fabricante
Cobre HTE	12 μ	37 μ	CIRCUIT FOIL	TZA
Prepreg 106 FR4>170Tg	2x0,05mm=0,10mm		ISOLA DUEREN	PCL-FRP-370HR 106-73
Core FR4>170Tg	0,18mm-17/17 μ	17/17 μ	ISOLA DUEREN	PCL-FR-370HR
Prepreg 2116 FR4>170Tg	1x0,11mm=0,11mm		ISOLA DUEREN	PCL-FRP-370HR 2116-52
Prepreg 2113 FR4>170Tg	1x0,09mm=0,09mm		ISOLA DUEREN	PCL-FRP-370HR 2113-57
Core FR4>170Tg	0,18mm-17/17 μ	17/17 μ	ISOLA DUEREN	PCL-FR-370HR
Prepreg 2116 FR4>170Tg	1x0,11mm=0,11mm		ISOLA DUEREN	PCL-FRP-370HR 2116-52
Prepreg 2113 FR4>170Tg	1x0,09mm=0,09mm		ISOLA DUEREN	PCL-FRP-370HR 2113-57
Core FR4>170Tg	0,10mm-17/17 μ	17/17 μ	ISOLA DUEREN	PCL-FR-370HR
Prepreg 2113 FR4>170Tg	1x0,09mm=0,09mm		ISOLA DUEREN	PCL-FRP-370HR 2113-57
Prepreg 2116 FR4>170Tg	1x0,11mm=0,11mm		ISOLA DUEREN	PCL-FRP-370HR 2116-52
Core FR4>170Tg	0,18mm-17/17 μ	17/17 μ	ISOLA DUEREN	PCL-FR-370HR
Prepreg 2113 FR4>170Tg	1x0,09mm=0,09mm		ISOLA DUEREN	PCL-FRP-370HR 2113-57
Prepreg 2116 FR4>170Tg	1x0,11mm=0,11mm		ISOLA DUEREN	PCL-FRP-370HR 2116-52
Core FR4>170Tg	0,18mm-17/17 μ	17/17 μ	ISOLA DUEREN	PCL-FR-370HR
Prepreg 106 FR4>170Tg	2x0,05mm=0,10mm		ISOLA DUEREN	PCL-FRP-370HR 106-73
Cobre HTE	12 μ	37 μ	CIRCUIT FOIL	TZA

• Définition des valeurs et des couches à impédance contrôlée :

Impédance contrôlée :	TOP: width = 0.15 mm and clearance = 0.20 mm
Plans de retour :	SIG_1; SIG_2 and SIG_3: width = 0.15 mm and clearance = 0.30 mm
	Layers: SIG_1, SIG_2, SIG_3, SIG_4
	SIG_1 & SIG_2 => GND2
	SIG_3 & SIG_4 => GND4
Impédance différentielle :	100 Ω
Largeur :	0.15 mm
Dégagement dans les signaux différentiels :	0.30 mm
Dégagement par rapport à la masse :	0.30 mm
Rempli de résine et recouvert : diamètre des vias:	0.249 mm

4 Délai / Modalités de livraison et d'exécution des prestations

La livraison est à la charge du titulaire.

Le matériel sera emballé pour assurer un transport en toute sécurité.

Le délai de livraison sera déterminé par le titulaire avec la condition de ne pas dépasser le délai maximum.

La livraison pourra se faire en plusieurs lot qui devront être définies dans l'offre comme mentionné au §3.2.

4.1 Délai maximum de livraison de l'ensemble des produits

Délai maximum : 10 mois

4.2 Revues audits et jalons

Un **Kick Off** meeting sera organisé (participants : CNRS/KM3NeT/Titulaire) pour initier la prestation afin de valider les exigences liées au CCTP et les modalités de déroulement de la prestation.

Livrable Kick Off : 1 compte rendu signé et un planning

Un audit pourra être réalisé chez le sous-traitant afin de vérifier les moyens de production, organigrammes et procédés.

Une **MRR** (Manufacturing Readiness Review) : Organisé avant chaque série pour valider le dossier de fabrication fourni par KM3NeT, les instructions et process de fabrication du sous-traitant.

Livrables MRR : Dossier de fabrication validé + rapport DfM

Un **MIP** (Manufacturing Inspection Point) : pour réaliser des points d'inspection clés avant et après la fabrication.

Livrables MIP : Rapport d'inspection (photos, mesures)

4.3 Modalités de livraison et aménagement des locaux

Les livraisons s'effectuent les jours ouvrés du lundi au vendredi de 9h à 12h et de 14h à 17h.

L'emballage et la livraison est à la charge du titulaire du marché.

Le titulaire est responsable des opérations de conditionnement, d'emballage, de chargement et d'arrimage.

Les risques afférents au transport jusqu'au lieu de livraison incombent au titulaire.



La date exacte de livraison des prestations sera fixée de commun accord entre le laboratoire et le titulaire.

Les prestations livrées par le titulaire ou son représentant doivent être accompagnées d'un bon de livraison établi en deux exemplaires, précisant :

- ✧ La date d'expédition,
- ✧ Les références du marché,
- ✧ L'identification du titulaire,
- ✧ L'identification des fournitures livrées.

Dommmages occasionnés par les livraisons et les installations :

Le titulaire reste responsable de toute dégradation, de quelque nature que ce soit, occasionnée par ses agents ou le transporteur sur les équipements : bâtiments, terrains, plantations, installations, etc....

Le CNRS se réserve le droit d'exécuter elle-même ou de faire exécuter, au compte du titulaire, la réparation des dommages causés.

4.4 Correspondants Techniques du CNRS

Jérôme PERRONNEL
Laboratoire de Physique Corpusculaire de Caen - LPCC
6 Boulevard Maréchal Juin
F-14050 Caen cedex
France



4.5 Correspondants Techniques de KM3NeT

David CALVO
Instituto de Física Corpuscular - IFIC
Parque Científico, Catedrático José Beltrán, 2
E-46980 Paterna
España

4.6 Lieux de livraison / Accès

La livraison doit avoir lieu à l'adresse suivante :

ECS - Laboratorio CAPACITY
Attn : Guido Schioppa
Viale Carlo III di Borbone 153
81020 San Nicola la Strada (CE) Italie

Heures de livraison :
Du lundi au jeudi, de 10h00 à 14h00
Vendredi : fermé

En dehors des horaires indiqués, il ne sera pas possible de procéder au chargement ou au déchargement.

5 Opérations de vérification

A la livraison, le CNRS/KM3NeT effectue les contrôles et tests suivants :

- Inspection visuelle
- Contrôle de la documentation

5.1 Modalités de réception définitive des prestations

La réception finale est prononcée dans un délai maximum de deux semaines après la livraison, suite aux contrôles de vérifications et de la fourniture de la documentation listée dans ce document.