



Marchés de l'Etat et de ses Etablissements Publics  
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

---

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
DÉLÉGATION PARIS B  
16 rue Pierre et Marie Curie – 75005 Paris  
Tél. : 01.42.34.94.00 – Fax : 01.43.26.87.23

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES  
(C.C.T.P.)**

N° CCTP\_XXX\_2020\_LPNHE\_Cartes électroniques

**Objet du marché :**

Fabrication, câblage et test  
de 80 cartes électroniques

## Table des matières

1.	Objet de l'appel d'offre .....	5
1.1	Objet du marché .....	5
1.2	Correspondance et Réunion .....	5
2.	Documents applicables .....	5
3.	La carte Front-end FEC .....	5
3.1	T2K.....	5
3.2	Description fonctionnelle de la carte Front-end .....	6
3.3	Description technique de la carte Front-end .....	6
4.	Détail de l'appel d'offre .....	8
4.1	Opérations à réaliser par le Titulaire .....	8
4.2	Renseignements à fournir par le soumissionnaire lors de sa réponse à l'appel d'offres .....	9
4.3	Offre de prix à fournir par le soumissionnaire .....	9
5.	Gestion des fournitures livrées au titulaire .....	10
5.1	Documents .....	10
5.2	Outils de test.....	10
5.3	Composants électroniques.....	10
6.	Description des opérations à réaliser par le titulaire .....	10
6.1	Fabrication Circuit Imprimé.....	10
6.2	Vérification des circuits imprimés.....	13
6.3	Approvisionnement des composants .....	13
6.4	Câblage, assemblage.....	14
6.5	Déverminage des cartes électroniques .....	14
6.6	Vérification des cartes électroniques .....	14
6.7	Contrôle visuel final .....	15
6.8	Test électrique de la carte électronique.....	15
7.	Conditionnement et expédition .....	15
8.	Réception des cartes électroniques.....	16
9.	Assurance qualité.....	17

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	<b>Ref. :</b> <b>Ed. :</b> <b>Rev. :</b> <b>Date:</b>
--	--	---	--

### Liste des acronymes

ADC :	Analog to Digital Converter
AOI :	Automatic Optic Inspection
ASIC :	Application-specific integrated circuit, <i>circuit intégré numérique spécifique</i>
DAC :	Digital to Analog Converter
ESD :	Electrostatic discharge sensitive device
FEC :	Front-end Card
FEM :	Front-end Mezzanine
IPC :	<i>Standard de réalisation de produits électroniques</i>
LPNHE :	Laboratoire de Physique Nucléaire et de Hautes Energies – CNRS
ND280 :	<i>Désigne le détecteur proche de l'expérience T2K</i>
PCB :	Printed Circuit Board
T2K :	Tokai to Kamiokande : <i>expérience de physique des particules au Japon</i>
TPC :	Time Projection Chamber : <i>type de détecteur de particules</i>

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	<b>Ref. :</b>
			<b>Ed. :</b>
			<b>Rev. :</b>
			<b>Date:</b>

## 1. Objet de l'appel d'offre

### Définitions:

- Circuit imprimé : Circuit imprimé sans composant
- Carte électronique : Circuit Imprimé équipé des composants soudés

### 1.1 Objet du marché

L'objet du marché concerne l'approvisionnement de composants passifs, la réalisation, le câblage, le test, le conditionnement et l'expédition de :

- Au maximum 80 cartes électroniques
  - Une présérie de validation de 8 cartes
  - Une tranche conditionnelle à 2 variantes : 36 cartes ou 72 cartes
  - Une tranche conditionnelle de 36 cartes, si tranche précédente choisie à 36 cartes
- Avec en options (à chiffrer obligatoirement)
  - Contrôle à sonde mobile (type Takaya) de chaque carte
  - Contrôle optique automatique (AOI) de chaque carte

### 1.2 Correspondance et Réunion

Les correspondances, réunions et discussions relatives au marché se dérouleront en français. Il appartient au titulaire de désigner pour l'exécution du marché, des interlocuteurs ayant la maîtrise de la langue française.

## 2. Documents applicables

Cette section regroupe l'ensemble des documents applicables pour la réalisation de l'ensemble des cartes à produire.

Intitulé	Référence	Version	Nom de fichier
Nomenclature des composants			FEC_T2KII_BOM_jjmmaa.xlsx
Schématique de la carte FEC			Schema_jjmmaa.pdf
Placement Routage de la carte FEC			jjmmaa.brd
			T2KII_jjmmaa.zip FEC_T2KII_jjmmaa.zip
Procédure des tests de production			FEC_T2KII_Procedure_de_test_jjmmaa.docx
Configuration du banc de test			FEC_T2KII_Test_bench_config_jjmmaa.docx
Fiche de suivi / tests			FEC_T2KII_Fiche_suivi_tests_jjmmaa.xlsx

Les références et noms de fichiers exacts seront fournis au titulaire à la commande

## 3. La carte Front-end FEC

### 3.1 T2K

L'expérience T2K, basée au Japon, est une collaboration internationale qui étudie les oscillations de neutrinos à l'aide de 2 détecteurs (proche et lointain). La phase d'upgrade actuelle de l'expérience va devoir permettre d'améliorer les résultats de recherche, notamment en incorporant 2 nouvelles chambres TPC au détecteur proche ND280.

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	<b>Ref. :</b> <b>Ed. :</b> <b>Rev. :</b> <b>Date:</b>

Ces 2 TPC seront équipées de capteurs et de cartes électroniques de lecture. Les cartes FEC (Front-end Card) sont le « premier maillon » des cartes électroniques composant la chaîne de lecture.

### 3.2 Description fonctionnelle de la carte Front-end

Les cartes FEC seront installées dans les TPC du détecteur ND280 pour l'upgrade de l'expérience T2K. Elles sont placées directement en aval des détecteurs de particules « Micromegas », et font chacune l'acquisition de 576 voies analogiques issues du détecteur. Un signal de déclenchement issu de la carte FEM (Front-end mezzanine) développée à l'IRFU (CEA/Saclay) initie une phase de relecture des 576 voies mémorisées dans les ASICs, qui sont ensuite numérisées et envoyées vers la carte FEM via 8 liaisons LVDS dédiées. Un circuit de calibration peut délivrer sur ordre une pulse programmable sur chacune des voies de mesure via une commande venant de la carte FEM.

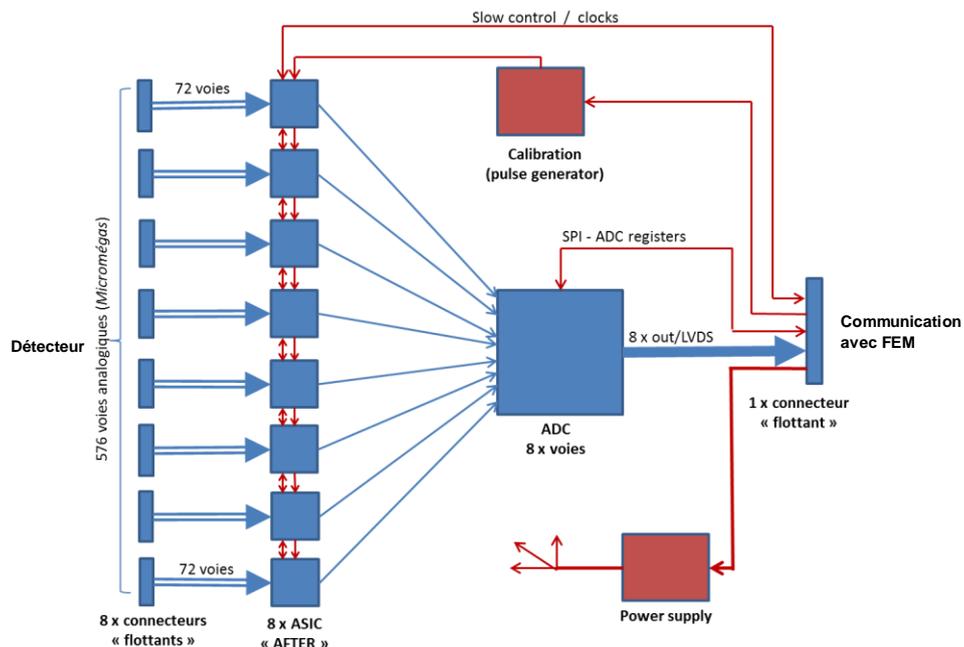


Figure 3-1 : Synoptique de fonctionnement de la carte électronique FEC

### 3.3 Description technique de la carte Front-end

La carte FEC se compose principalement :

- De 8 ASICs AFTER (mise en forme, échantillonnage et mémorisation des signaux issus du détecteur)
- D'un ADC 8 voies - 12 bits
- De connecteurs à technologie flottante 80 points pour connecter la carte au détecteur Micromegas d'une part (qté : 8), ainsi qu'à la carte FEM d'autre part (qté : 1).
- D'un pulser de calibration intégré comprenant un DAC 14 bits.
- De 3 régulateurs linéaires délivrant 3 alimentations stabilisées pour les besoins de la carte

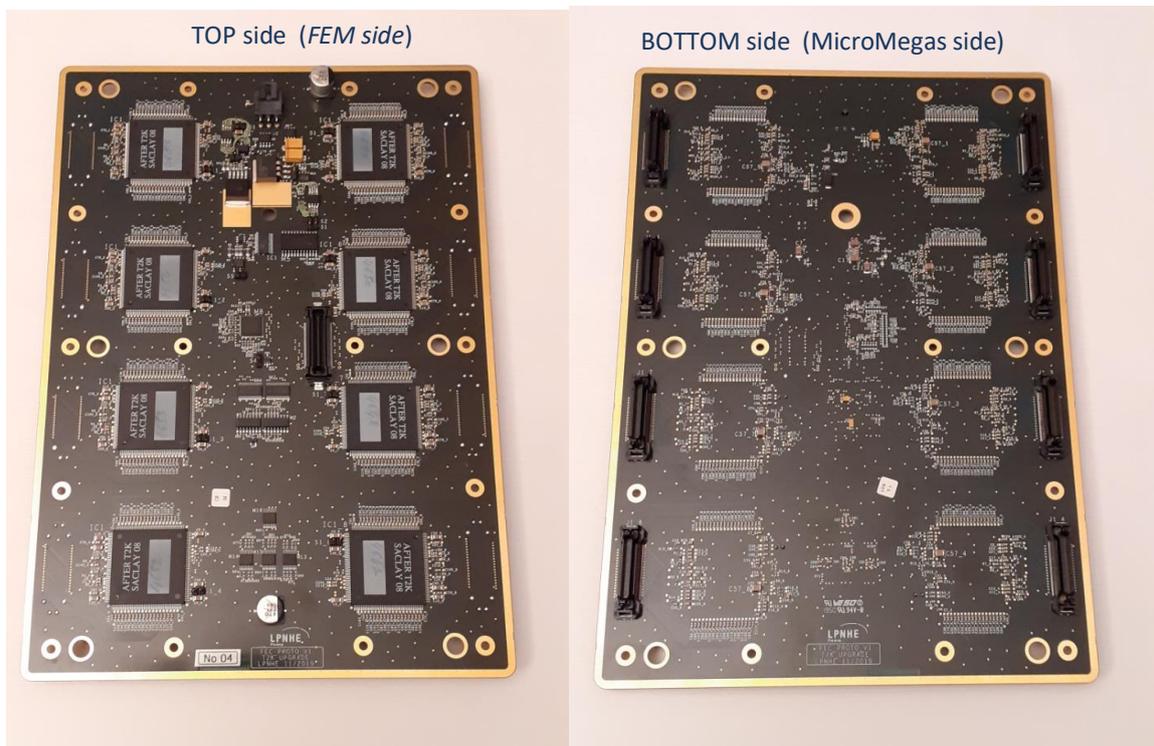
Le détail de l'ensemble des composants intégrés dans la carte est contenu dans la nomenclature des composants. Le tableau suivant présente le nombre de composants intégrés classés par catégories.

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	Ref. :
			Ed. :
			Rev. :
			Date:

**Tableau 1 : Nombre de composants**

Composants	Nombre
ASICs	8
Composants actifs divers	21
Régulateurs linéaires	3
Composants passifs CMS	1283
Plots traversants (barrettes 2 pôles)	15
Connecteurs CMS	9
Connecteurs traversants	1
<b>Nombre total de composants</b>	<b>1340</b>

**Figure 3-2 : Carte électronique FEC**



		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	<b>Ref. :</b>
			<b>Ed. :</b>
			<b>Rev. :</b>
			<b>Date:</b>

## 4. Détail de l'appel d'offre

### 4.1 Opérations à réaliser par le Titulaire

Opérations	A réaliser sur	Paragraphe descriptif	Documents livrables
<b>Vérification des fichiers de fabrication</b>	Fichiers de fabrication	06.1.2	Rapport de simulation des impédances théoriques
<b>Fabrication des circuits imprimés</b>	Tous les PCB	6	-
<b>Vérification des circuits imprimés</b>	Tous les PCB	6.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Certificats de conformité</li> <li>➤ Rapports de test électrique</li> </ul>
	1 coupon par tranche livrable		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Coupe métallographique</li> <li>➤ Coupon de test en température et résultats d'essais</li> </ul>
<b>Approvisionnement des composants (passifs)</b>	Toutes les cartes	6.3	Certificats de conformité
<b>Câblage des composants</b>	Toutes les cartes	6.4	En cas de reprise manuelle : plans d'équipement annotés
<b>Déverminage des cartes</b>	Toutes les cartes	6.5	-
<b>Test sonde mobile (type Takaya) (1)</b>	Toutes les cartes <i>si option choisie</i>	6.6.1	Rapport de test
<b>Contrôle optique automatique (1)</b>	Toutes les cartes <i>si option choisie</i>	6.6.2	Rapport de test
<b>Contrôle visuel final</b>	Toutes les cartes	6.7	Rapport de contrôle sur fiche de suivi et tests
<b>Marquage des PCB</b>	Toutes les cartes		Rapport de test sur fiche de suivi et tests
<b>Test électrique sur banc</b>	Toutes les cartes	6.8.1	Rapport de test sur fiche de suivi et tests
<b>Approvisionnement de l'emballage spécifique, conditionnement et expédition</b>	Toutes les cartes	7	Fiche de suivi et tests

(1) Opération optionnelle à chiffrer

Pour l'ensemble de ces opérations, la tenue de certificats de conformité et de fiches de suivi et de tests pour chaque circuit imprimé et chaque carte électronique est demandée. Ces documents seront mis à disposition du LPNHE durant la prestation.

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	<b>Ref. :</b> <b>Ed. :</b> <b>Rev. :</b> <b>Date:</b>

## 4.2 Renseignements à fournir par le soumissionnaire lors de sa réponse à l'appel d'offres

### Fabrication circuit imprimé :

Le soumissionnaire devra :

- justifier d'une expérience et d'un savoir-faire notamment pour la réalisation de **circuit 10 couches classe 6**.
- indiquer les **procédés de fabrication, moyens de test et contrôle** mis en œuvre (techniques et humains) pour garantir la réalisation des circuits imprimés **suivant la norme IPC-A-600 H Classe 2** au minimum.

### Câblage, assemblage, test et conditionnement :

Le soumissionnaire devra :

- justifier d'un **lieu de stockage approprié aux composants** et des moyens mis en œuvre pour se prémunir des **décharges électrostatiques** lors des manutentions, préparation et câblage des composants.
- indiquer les **procédés de placement et d'insertion, de brasure** (profil de chauffe), le moyen de nettoyage choisi et le déroulement des différentes étapes. Il justifiera d'un équipement et d'une expérience en production pour les procédés retenus, notamment en justifiant de cartes intégrant des caractéristiques techniques similaires à celles demandées.
- indiquer les procédés et les moyens mis en œuvre (techniques et humains) pour garantir la **qualité, le placement des composants** et le **contrôle des brasures suivant la norme IPC-A-610 E Classe 3**.
- indiquer les procédés et les moyens (techniques et humains) mis en œuvre pour satisfaire à la **réalisation du déverminage**. Il devra en outre s'assurer que les dimensions de l'étuve sont adaptées aux cartes électroniques.
- indiquer les procédés et les moyens mis en œuvre (techniques et humains) pour le **test sonde mobile** et le **contrôle optique automatique**.
- indiquer les moyens mis en œuvre (techniques et humains) afin de réaliser les **tests électriques, le marquage du matériel** et la **mise à jour des fiches de suivi et de test**.

### Plan qualité :

Le soumissionnaire devra fournir un plan qualité spécifique pour ce marché.

► Un **Cadre de réponse technique (CRT)** joint à ce document en **Annexe 1** servira de support au soumissionnaire pour formuler ses réponses.

## 4.3 Offre de prix à fournir par le soumissionnaire

L'offre de prix doit clairement identifier les différentes opérations à réaliser (fabrication, approvisionnement, vérification et test, expédition, ...) et les moyens mis en œuvre avec leur coût unitaire et leur coût total.

Les **opérations définies en option** devront apparaître dans une partie distincte de l'offre de prix principale.

Les **opérations sous-traitées** devront être **clairement identifiées**, ainsi que les sociétés mandatées pour effectuer ces opérations.

Les **2 variantes** : <présérie 8 cartes, tranche conditionnelle 36 cartes, tranche conditionnelle 36 cartes> et <présérie 8 cartes, tranche conditionnelle 72 cartes>, sont obligatoirement à chiffrer séparément.

► Un modèle de **Bordereau de prix** joint à ce document en **Annexe 2** servira de support au soumissionnaire pour formuler ses réponses.

De plus, un planning prévisionnel des différentes phases de production sera fourni dans la proposition.

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	<b>Ref. :</b>
			<b>Ed. :</b>
			<b>Rev. :</b>
			<b>Date:</b>

► Un modèle de **Planning prévisionnel** joint à ce document en **Annexe 3** servira de support au soumissionnaire pour formuler ses réponses.

## 5. Gestion des fournitures livrées au titulaire

### 5.1 Documents

Toute la documentation nécessaire à la fabrication de la carte électronique est fournie par le LPNHE. Elle comprend en particulier :

- Les fichiers de fabrication des circuits imprimés.
- Le placement et le routage des cartes.
- La nomenclature, mentionnant les composants à approvisionner par le titulaire.
- La schématique.

L'ensemble des fichiers fournis est généré avec le logiciel CADENCE version 17.2.

- Jeu d'étiquettes pour le marquage des cartes
- Fiches de suivi et tests vierges
- Plans d'équipement Top et Bottom pour annotations de toute reprise de câblage

L'ensemble de la documentation sera définitivement validée lors de la réunion préparatoire.

### 5.2 Outils de test

Les matériels spécifiques nécessaires lors des phases de tests de la carte électronique sont fournis par le LPNHE. Cela comprend :

- Une alimentation
- Un multimètre
- Un câble d'alimentation

### 5.3 Composants électroniques

Les composants *actifs* seront fournis par le LPNHE, ainsi que la *connectique*.

Un bordereau de contrôle sera validé par le titulaire à réception des composants.

## 6. Description des opérations à réaliser par le titulaire

### 6.1 Fabrication Circuit Imprimé

Les circuits imprimés devraient être réalisés en un seul lot pour chaque tranche de réalisation.

- 8 pour la première tranche
- 36 ou 72 pour la deuxième tranche
- 36 ou 0 pour la dernière tranche

#### 6.1.1 Spécifications du circuit imprimé

- Nombre de couches : 10
- Dimensions : 259 mm x 182 mm
- Empilage : défini dans le tableau 2, réalisation non séquentielle
- Classe : 6
- Via : diamètre minimum : 0.30 mm (trou) \ 0.55 mm (corolle) ; Nombre : 2513
- Matière du diélectrique : FR4 HTG 150 HF
- Epaisseur de la carte : 1,7 mm (tolérance + / - 0.1 mm)

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	<b>Ref. :</b> <b>Ed. :</b> <b>Rev. :</b> <b>Date:</b>
---	---	---	--

- Planéité : 0.5 %
- Finition : Nickel-or.
- Vernis épargne '*côté soudure*' et '*côté composants*'.
- Sérigraphie '*côté soudure*' et '*côté composants*'.

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	Ref. :
			Ed. :
			Rev. :
			Date:

**Tableau 2: Empilement des 10 couches du circuit imprimé**

Couche	Nom	Type	Matériel		Epaisseur (µm)
	Solder Mask/Vernis	DIELECTRIC			30
1	TOP	CONDUCTOR	Cuivre		18 (55 with plating)
		DIELECTRIC	PrePreg	2x1080	134
2	GND1	CONDUCTOR	Cuivre		16
		DIELECTRIC	FR-4		200
3	IN2	CONDUCTOR	Cuivre		16
		DIELECTRIC	PrePreg	2x1080	134
4	ALIMS3	CONDUCTOR	Cuivre		16
		DIELECTRIC	FR-4		200
5	IN4	CONDUCTOR	Cuivre		16
		DIELECTRIC	PrePreg	2x1080	134
6	GND5	CONDUCTOR	Cuivre		16
		DIELECTRIC	FR-4		200
7	ALIMS6	CONDUCTOR	Cuivre		16
		DIELECTRIC	PrePreg	2x1080	134
8	IN7	CONDUCTOR	Cuivre		16
		DIELECTRIC	FR-4		200
9	GND8	CONDUCTOR	Cuivre		16
		DIELECTRIC	PrePreg	2x1080	134
10	BOTTOM	CONDUCTOR	Cuivre		18 (55 with plating)
	Solder Mask/Vernis	DIELECTRIC			30

### 6.1.2 Vérification des fichiers de fabrication

Les fichiers Gerber seront vérifiés par le titulaire ou sous-traitant pour valider le respect des règles de routage en fonction de la classe exigée pour la fabrication du circuit imprimé.

La carte intègre des pistes à impédances caractéristiques contrôlées. Une simulation des impédances théoriques sera à effectuer avant la réalisation du circuit imprimé, particulièrement si l'épaisseur ou la permittivité  $\epsilon_r$  des couches diffèrent des spécifications. Un rapport de simulation sera édité et transmis au LPNHE.

Les tableaux suivants présentent les impédances caractéristiques attendues suivant l'empilage défini précédemment.

**Tableau 3 : Impédances caractéristiques attendues pour les paires différentielles**

Couche	Zdiff (ohm)	Largeur pistes/espacement (µm)
TOP & BOTTOM	100	125 / 140
IN2 & IN4 & IN7	100	125 / 250

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	<b>Ref. :</b>
			<b>Ed. :</b>
			<b>Rev. :</b>
			<b>Date:</b>

**Tableau 4 : Impédances caractéristiques attendues pour les lignes individuelles**

Couche	Zo (ohm)	Largeur piste (µm)
TOP & BOTTOM	50	230
IN2 & IN4 & IN7	50	140

### 6.1.3 Identification des circuits imprimés

Chaque circuit imprimé sera identifié par un numéro de série. Ce numéro sera **inscrit de manière indélébile** à un emplacement prédéfini sur la sérigraphie « TOP ». Il se composera de 3 chiffres alphanumériques définis à la commande.

Des étiquettes autocollantes prénumérotées seront fournies au titulaire. La procédure de mise en place de ces étiquettes (emplacement, étape du process de fabrication) sera validée avec le LPNHE.

## 6.2 Vérification des circuits imprimés

La vérification des circuits imprimés sera basée sur l'utilisation de la norme IPC-A-600 H Classe 2.

Les certificats de conformité liés à la production des circuits imprimés devront être fournis au LPNHE.

- Pour chaque circuit imprimé, le titulaire ou son sous-traitant devra porter une attention particulière aux points suivants :
  - La mesure de la planéité, des dimensions et de l'épaisseur du circuit imprimé.
  - La vérification du circuit notamment sur les points suivants :
    - centrage du perçage des vias
    - planéité, régularité et qualité de surface de la finition nickel-or
    - lisibilité de la sérigraphie
    - conformité du vernis épargne
  
- Les tests électriques 100 % continuité et court-circuit seront réalisés avec l'émission d'un rapport de test. Les rapports de test seront transmis au LPNHE.
  
- Pour chaque lot de fabrication, le titulaire ou son sous-traitant devra effectuer des tests par coupe métallographique. Cela concerne:
  - la mesure de l'épaisseur des couches
  - la vérification de la largeur et de l'espacement des conducteurs
  - la vérification des lignes à impédance contrôlée
  - la vérification de la matière première
  
- Pour chaque lot de fabrication, le titulaire devra faire subir sur un coupon des chocs thermiques et des mesures. Les coupons de test et les résultats d'essai devront être transmis au LPNHE.

Si un circuit ne satisfait pas aux tests à 100%, il devra être écarté du lot et la fiche de suivi des tests mise à jour (numéro de la carte défectueuse, raison du rejet). **Aucune réparation de PCB n'est autorisée.** Ce contrôle sera effectué en présence d'1 ou plusieurs responsables techniques du LPNHE et/ou toute personne désignée par le LPNHE.

## 6.3 Approvisionnement des composants

Le titulaire sera en charge d'approvisionner les composants passifs (se référer à la nomenclature d'approvisionnement)

Tous les composants doivent impérativement respecter les **normes sans plomb (RoHs)**.

Tous les composants non câblés seront retournés au LPNHE à la fin de la réalisation.

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	Ref. :
			Ed. :
			Rev. :
			Date:

## 6.4 Câblage, assemblage

Le processus de câblage doit respecter les **normes sans plomb (RoHs)**.

### 6.4.1 Préparation des circuits imprimés

Les circuits imprimés seront nettoyés, dégazés et étuvés avant câblage.

### 6.4.2 Préparation des composants actifs et passifs

Tous les composants (actifs et passifs) seront étuvés avant câblage. Le cycle d'étuvage sera défini conjointement avec le titulaire.

Pour les composants spécifiques actifs tels que les ASICs AFTER, le cycle d'étuvage sera un burn-in à 120°C de 24h.

### 6.4.3 Placement automatique et câblage

Le profil de température du four devra être validé avec le LPNHE. Le procédé pourra être déterminé conjointement avec le titulaire.

### 6.4.4 Câblage manuel

#### 6.4.4.1 Câblage de connecteur traversant et barrettes de test

Ces composants à technologie traversante pourront être câblés manuellement.

#### 6.4.4.2 Reprise manuelle

En cas de reprise manuelle, le câblage devra être effectué par un opérateur qualifié, renseigner la fiche de suivi de fabrication du circuit et respecter les normes IPC 7711/21B classe 3.

Le nombre de reprises ou réparations pour une même carte sera limité à 5 et pour un même composant à 2. Chaque reprise doit être reportée sur la fiche de suivi.

## 6.5 Déverminage des cartes électroniques

Ce déverminage comportera une période de 4h de burn-in à +70°C et des cycles de température en VRT (Variation Rapide de Température) de -20°C à +70°C. La durée totale de déverminage sera de 24h avec des variations de température comprise entre 3°C/mn et 5°C/mn.

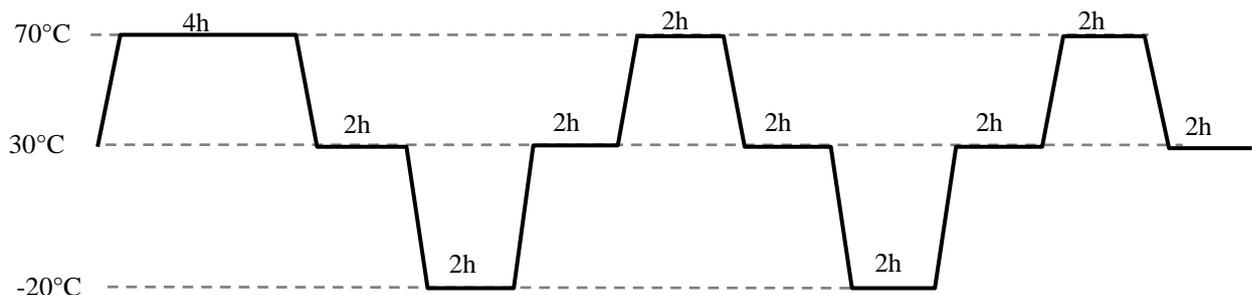


Figure 6-1 : Profil en température du déverminage

## 6.6 Vérification des cartes électroniques

### 6.6.1 Test sonde mobile (en option)

Un test à sonde mobile (type Takaya) sera effectué sur la totalité des cartes *si cette option est validée*.

Le fichier de test pourra être fourni par le LPNHE sur demande du titulaire.

Une impression des résultats d'essais sera jointe aux fiches de suivi des cartes.

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	<b>Ref. :</b>
			<b>Ed. :</b>
			<b>Rev. :</b>
			<b>Date:</b>

### 6.6.2 Contrôle optique automatique (en option)

Un contrôle automatisé par machine d'inspection optique AOI sera effectué sur la totalité des cartes *si cette option est validée*. Les fiches de contrôle du testeur seront jointes aux fiches de suivi des cartes.

### 6.7 Contrôle visuel final

La vérification des cartes électroniques sera basée sur l'utilisation de la norme IPC-A-610 E Classe 3. Les points à vérifier en particulier sont :

- la connexion des composants montés en surface
- la qualité des brasures
- l'absence de composants endommagés et/ou mal placés

### 6.8 Test électrique de la carte électronique

Les cartes électroniques seront testées sur le banc de test fourni par le LPNHE.

Les résultats des tests seront renseignés dans la fiche de suivi et tests.

1 personnel technique du LPNHE formera tous les opérateurs désignés par le titulaire à l'utilisation du banc de test.

Remarque : Le personnel LPNHE est le seul habilité à former un opérateur à l'utilisation du banc de test.

#### 6.8.1 Vérification des alimentations stabilisées

##### 1. Matériels spécifiques de test

- Une alimentation DC avec contrôle du courant délivré
- Un multimètre
- Un câble d'alimentation

##### 2. Test

- Placer la carte à tester dans le banc de test
- Mettre la carte sous tension.
- Relever les valeurs de courant et de tension :
  - Consommation I de la carte électronique sous 5V après stabilisation de 30 s :  
1500 mA < I < 1700 mA  
*Cette valeur sera précisée lors de la commande.*
  - Tensions d'alimentation aux points de test suivants :

Point de test	Désignation	Tension attendue	Tolérance
	1v45\G	+ 1,33 v	+/- 3%
	P1V8	+ 1,80 v	
	P3V3	+ 3,30 v	

L'estimation du temps pour la réalisation du test des alimentations est de 2 min/carte

## 7. Conditionnement et expédition

Le conditionnement des cartes électroniques sera à la charge du titulaire. Le titulaire engage sa responsabilité quant au choix de l'emballage qui devra être détaillé dans la proposition technique.

Le poids total de la carte électronique est d'environ 0,3 kg.

Chaque carte électronique devra être conditionnée individuellement dans un sachet de protection ESD en ajoutant un sachet de dessicant et une carte indicatrice d'humidité.

Chaque carte devra être accompagnée des documents afférents (fiche de suivi et tests, certificat de conformité PCB, rapports de tests optionnels).

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	<b>Ref. :</b>
			<b>Ed. :</b>
			<b>Rev. :</b>
			<b>Date:</b>

Les cartes électroniques devront être expédiées dans un emballage avec toutes les précautions spécifiques à ce type de matériel. Un capteur de chocs et la mention « matériel fragile » devront être apposés sur l'emballage. Cet emballage devra être approuvé par le LPNHE.

L'emballage, le transport et les assurances sont sous la responsabilité et à la charge du titulaire.

Le lieu de livraison est :

**LPNHE - Sorbonne Université**  
**Attn : M. Jean-Marc Parraud**  
**Tour 22, barre 1222, 1er étage**  
**7 quai Saint-Bernard**  
**75005 Paris**

Le bon de livraison devra impérativement se trouver à l'extérieur du colis.

## 8. Réception des cartes électroniques

La réception de la première tranche conditionnera le lancement de la tranche 2.

### Réception

- Vérification de l'état de l'emballage et de l'indicateur de choc
- Contrôle visuel des ensembles livrés. Vérification de la correspondance entre la fiche d'envoi et les références des cartes envoyées.
- Vérification de la présence des documents livrables:
  - Fiche de suivi et tests
  - Certificat de conformité des circuits imprimés
  - Rapports de tests optionnels
- Vérification des fiches de suivi (dont rapport de mesures courant et tensions) et résultats des rapports de tests optionnels
- En cas de non acceptation, le titulaire sera dans l'obligation de relancer une fabrication.

La réception des cartes se fera au LPNHE.

### Condition lancement tranche 2

- Validation tranche 1
  - Les cartes seront ensuite installées dans l'environnement final pour validation.
  - En cas de problème :
    - Identification de la responsabilité : LPNHE ou Titulaire
    - Si titulaire le système sera retourné pour correction
    - Si LPNHE déterminer si cela rend la tranche 2 caduque ou nécessite une simple modification du design ne bloquant pas la suite de la production.

### Choix variante tranche 2 (36 ou 72)

Budget disponible ou non pour 72 cartes.

Si non disponible, lancement de 36 cartes.

### Condition lancement tranche 3

- Tranche 2 = 36 cartes
- Budget disponible
- Validation tranche 2 (conditions identiques à validation de la tranche 1)

		<b>CCTP pour la réalisation de la carte FEC - upgrade T2K</b>	<b>Ref. :</b> <b>Ed. :</b> <b>Rev. :</b> <b>Date:</b>

**Toutes les cartes** testées devront être acceptées pour valider la série.

## 9. Assurance qualité

Le titulaire (et ses sous-traitants éventuels) fera mention de ces certifications éventuelles (ex : ISO9001 : 2008, ou ultérieure) et proposera un plan qualité spécifique pour ce marché.

Le représentant du LPNHE effectuera des visites chez le titulaire afin de vérifier le suivi du système d'assurance qualité mis en place. Si besoin, des réunions d'avancement seront mises en place avec le titulaire.

Le représentant du LPNHE sera alerté par écrit de toutes anomalies ou non-conformité constatées. En cas d'anomalie majeure, le représentant du LPNHE sera averti dans les plus brefs délais (maximum 2 jours ouvrés). Le LPNHE s'engage à répondre dans ce même délai à toutes sollicitations du titulaire.

Toutes évolutions ou modifications dans les procédures devront être soumises pour approbation au représentant du LPNHE.