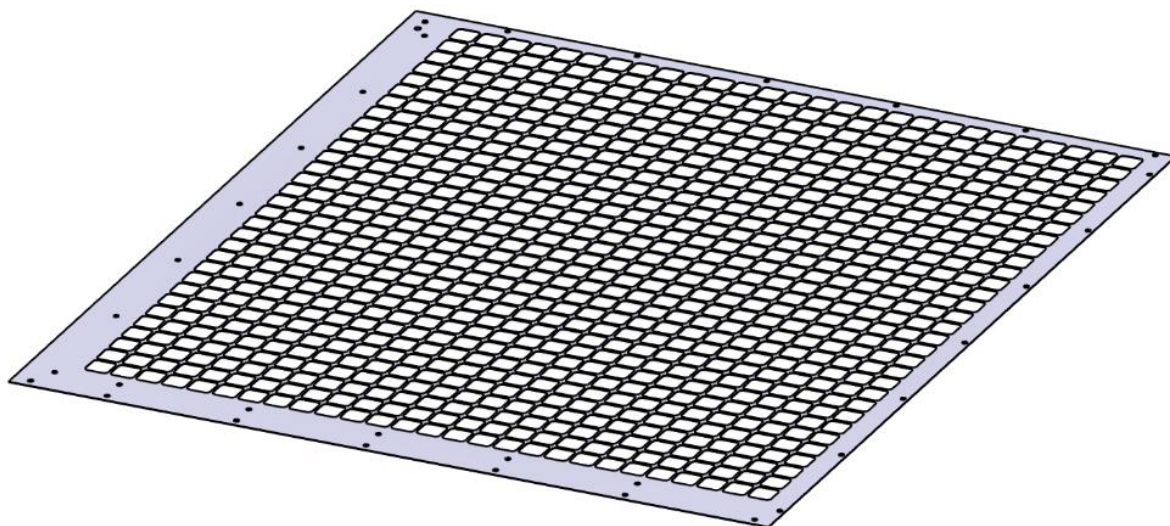
	CCTP de la fourniture et livraison de 2016 grilles et 584 sur-grilles résistives	Page 1 sur 20
--	---	---------------



***Cahier des Clauses Techniques Particulières de la
fourniture et livraison de 2016 grilles et 584 sur-grilles
résistives***





GLOSSAIRE

DUNE	Deep Underground Neutrino Experiment
FD2	Far Detector 2
SURF	Sanford Underground Research facility
IN2P3	Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules
Vertical Drift	Dérive des électrons suivant un axe vertical
CAO	Conception Assistée par Ordinateur
CRP	Channel readout Plane - plan de lecture de charge par canaux
kV	Kilo Volt
X-Ar	Module de détection de photons X-Arapuca
Cross ribs	Raidisseurs en croix
K	Degré Kelvin
Mesh	Traduction anglaise de grilles
Spare	Quantité rajoutée par sécurité
IJCLab	Laboratoire de Physique des 2 infinis Irène Joliot-Curie
K	Kelvin
FE	électronique primaire (Front-End)

Liste des annexes :

- Annexe A1 : Caractéristiques des matériaux employés pour la fabrication
- Annexe A2 : Liste et références des plans de définition de toutes les pièces mécaniques
- Annexe A3 : Procédure de mesure de la résistance des grilles

SOMMAIRE

1. Objet du présent cahier	4
2. Présentation du projet	4
2.1. Présentation du CNRS et de l'IJCLab	4
2.2. Contexte	4
3. Description des produits : les grilles et sur-grilles résistives	5
3.1. Spécifications particulières	6
3.2. Paramètres techniques importants	8
4. Description de la prestation à réaliser	8
5. Etendue de la fourniture	9
6. Documents référence	9
7. Assurance Qualité	9
7.1. Exigences générales	9
7.2. Audits / Vérifications	9
8. Spécifications techniques de réalisation	10
8.1. Nature des matériaux	10
8.2. Caractéristiques mécaniques, usinage et réalisation mécanique	10
8.3. Contrôles dimensionnels et électriques	10
8.4. Nettoyage et contrôle de la propreté	10
8.5. Manipulation conditionnement	11
8.6. Contrôle d'étiquetage	11
9. Recette usine	11
10. Livraison	11
10.1. Stockage des grilles et sur-grilles hors emballage	11
10.2. Emballage	12
10.3. Transport	12
11. Points d'arrêts et suivi de la prestation	12
12. Livrables	12
13. Réception définitive et garantie	13
14. Conditions d'exécution et délais	13
14.1. Organisation et suivi de contrat	13
14.2. Délais d'exécution	14
Annexe A1	16
Caractéristiques des matériaux employés pour la fabrication	16
Annexe A2	17
Liste et références des plans de définition de toutes les pièces mécaniques	17
Annexe A3	18
Procédure de mesure de la résistance des grilles	18

1. Objet du présent cahier

Le présent Cahier des Charges Techniques Particulières (CCTP) a pour but de décrire les exigences techniques contractuelles qui s'appliquent à la fabrication de grilles résistives, qui constitueront en partie la cathode du « Far Detector n°2 » (FD2) dans le cadre du projet DUNE au laboratoire SURF (USA) à l'horizon 2027.

Ces obligations techniques contractuelles constituent pour le Titulaire du marché une obligation de résultat.

2. Présentation du projet

2.1. Présentation du CNRS et de l'IJCLab

Le CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) est le principal organisme public français de recherche. Il mène des recherches dans un très grand nombre de domaines au travers de différents Instituts.

L'IN2P3 (Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules) est l'institut du CNRS dédié à la recherche en physique nucléaire et en physique des particules. Ces laboratoires mènent des recherches sur la structure et les propriétés du noyau atomique et les constituants élémentaires de la matière.

L'IJCLab (Laboratoire de Physique des 2 infinis Irène Joliot-Curie) est une UMR (Unité Mixte de Recherche) commune à l'IN2P3, à l'Université Paris-Saclay et l'Université Paris-Cité. Au sein du laboratoire, le pôle Physique des Hautes Energies contribue à un large ensemble d'expériences sur les plus puissants accélérateurs du monde : Alice, Atlas, LHCb sur le LHC au CERN (Suisse), HADES à GSI (Allemagne), Belle-2 à KEK (Japon), JLAB/EIC à Jefferson Lab (USA) ou DUNE utilisant un faisceau produit à Fermilab (USA).

2.2. Contexte

Cette prestation s'inscrit dans le cadre du projet porté par IJCLab de la construction de la cathode pour l'expérience DUNE. Cet élément cathode est un composant majeur dans le fonctionnement à - 300 kV du détecteur contenu dans un cryostat rempli d'argon liquide à -180°C, et situé à 1500 m de profondeur (cf. fig. 1 à 3). Les objectifs scientifiques de ce projet concernent le champ de la physique des particules fondamentale.

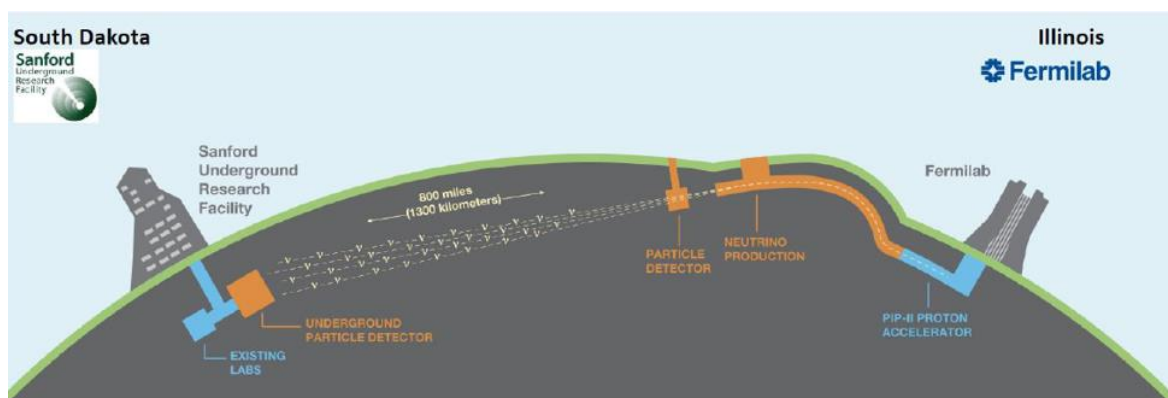


Figure 1 : Vue d'ensemble du principe « Far Detector DUNE » et du laboratoire SURF (USA) qui se trouve à 1300 km de la source de particules et à 1500 m sous terre pour filtrer le rayonnement cosmique.

Pour faciliter l'installation de la cathode dans le cryostat, cette dernière est composée de 160 cadres (pour une surface totale d'environ 800 m²). Les éléments garantissant la mise à la haute tension sur les deux faces de la cathode, sont des grilles résistives et métalliques. Découpées en rectangles, ce sont au total 2600 grilles qui sont montées sur les cadres.

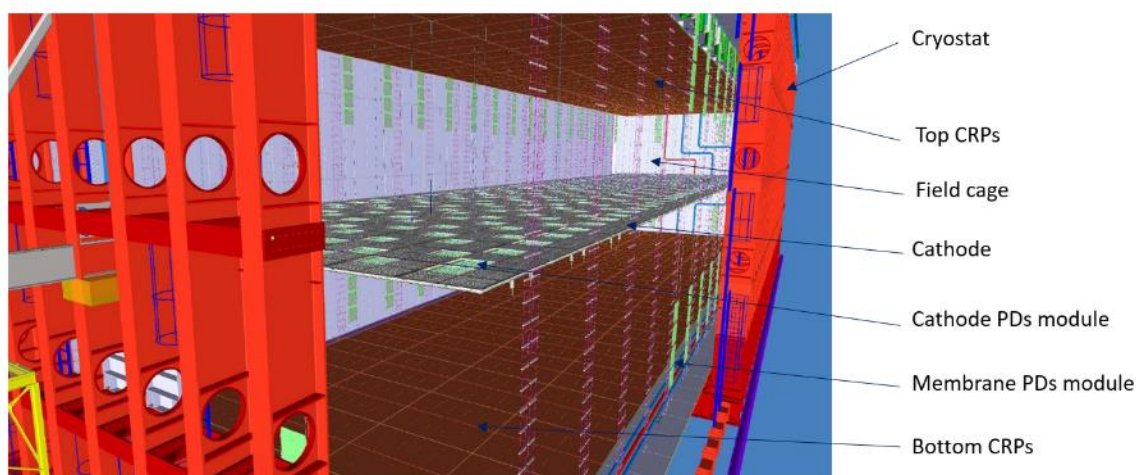


Figure 2 : Vue schématique du détecteur qui sera installé dans le cryostat. La cathode est suspendue à mi-hauteur et à équidistance des 2 plans d'anode (CRP). Elle est portée à un potentiel de -300 kV pour contribuer à la dérive des électrons vers les CRPs et supporte des modules Photo Détecteur capables de détecter des photons.

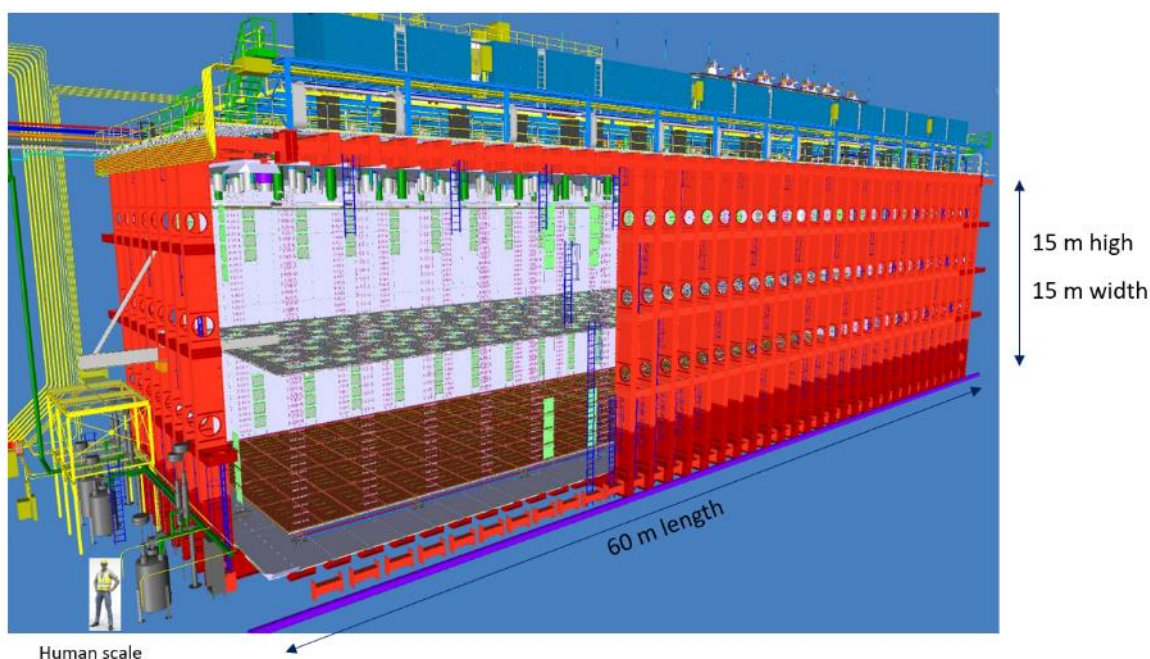


Figure 3 : Vue CAO du cryostat contenant le détecteur et les 17500 tonnes d'argon liquide. La dimension active du détecteur est de $60 \times 15 \times 15\text{ m}^3$.

3. Description des produits : les grilles et sur-grilles résistives

Les grilles et sur-grilles, qui seront montées sur les cadres, sont composées de matériaux (comme par exemple des composites à base de fibre de verre et de graphite) dont les propriétés antistatiques et résistives sont aptes à apporter assez de continuité électrique pour être mise à la haute tension (-300 kV) sur toute sa surface, mais également, de par leur résistivité, à ralentir toute propagation rapide d'un claquage électrique.

Les dimensions de la grille (cf. fig 4) sont d'environ 850 x 850 mm avec une épaisseur comprise entre 0.5 et 1.1 mm. Elle est percée de trous carrés pour offrir de la transparence optique à hauteur de 75% au minimum suivant un schéma optimisé pour garder, à la fois une homogénéité de champ électrique dans le détecteur DUNE, et d'un autre côté, garantir une résistance mécanique suffisante sans faiblesse et avec une certaine flexibilité. Deux modèles (modèle 1 et modèle 2) de grilles sont nécessaires. Le modèle 1 a les mêmes dimensions et trous carrés que le modèle 2 dont il ne diffère que de quelques découpes supplémentaires sur les bords pour laisser un accès technique à la cathode une fois les grilles montées sur les cadres.

Il y a au total **2016 grilles résistives réparties en 672 grilles du modèle 1 et 1344 grilles du modèle 2** (voir le dossier de plans et inventaire en annexe A2).

Les sur-grilles sont des plaques rectangulaires pleines qui couvrent localement des zones de la cathode au-dessus de grilles métalliques. Il y a deux modèles de sur-grilles (exemple en fig.5) De même épaisseur que les grilles, elles mesurent 50 mm de largeur et 850 mm de longueur. Il y a au total **584 sur-grilles réparties en 328 et 256 unités de chaque modèle** (voir le dossier de plans et inventaire en annexe A2).

La liste des grilles et sur-grilles est décrite dans le tableau 1 :

Famille	Designation piece	n° fichier plan PDF et CAO DXF	Quantités totales
			(avec spares)
Grilles résistives	Modèle 1 (corner)	Plan-mesh-A2_1-PRR-i940DK030-mesh_resistive_corner-05032024	672
	Modèle 2	Plan-mesh-A2_2-PRR-i940DK031-mesh_resistive-05032024	1344
Sur-grilles	Modèle 1 (side)	Plan-mesh-A2_3-PRR-i940DK032-rep1-surmesh side-05032024	328
	Modèle 2 (bottom)	Plan-mesh-A2_4-PRR-i940DK032-rep 2- surmesh bottom-05032024	256

Tableau 1 : liste des modèles de grille et sur-grille, leurs numéros de plans et quantités

3.1. Spécifications particulières

Ces grilles et sur-grilles résistives doivent avoir des propriétés électriques particulières dont les plages de valeurs ont été validées par IJCLab après des études R&D et qui ne peuvent être modifiées. Le contrôle de résistivité de surface de la matière et de la résistance entre deux points de la surface de la grille est donc primordial.

Les grilles et sur-grilles sont fixées sur des cadres par des vis M4 (ou des rivets diamètre 3.3). Un jeu de 1.5 mm est prévu au niveau des trous, en tenant compte de la tolérance générale indiquée sur les plans. Cette tolérance est donc à respecter.

D'un point de vue réalisation mécanique, la surface doit être exempte d'aspérités pouvant créer des claquages électriques et ne doit présenter aucun signe de délaminage. Un contrôle visuel est donc requis à ce niveau.

Les grilles et sur-grilles seront enfin immergées dans de l'argon liquide (88 K) pour une vingtaine d'années de fonctionnement en conditions cryogéniques. Le type de matériau doit donc être thermo-mécaniquement compatible avec cet usage et avec les cadres cathodes sur lesquels elles sont fixées. D'autre part, les propriétés électriques (résistance dans la gamme spécifiée) doivent perdurer à 88 K.

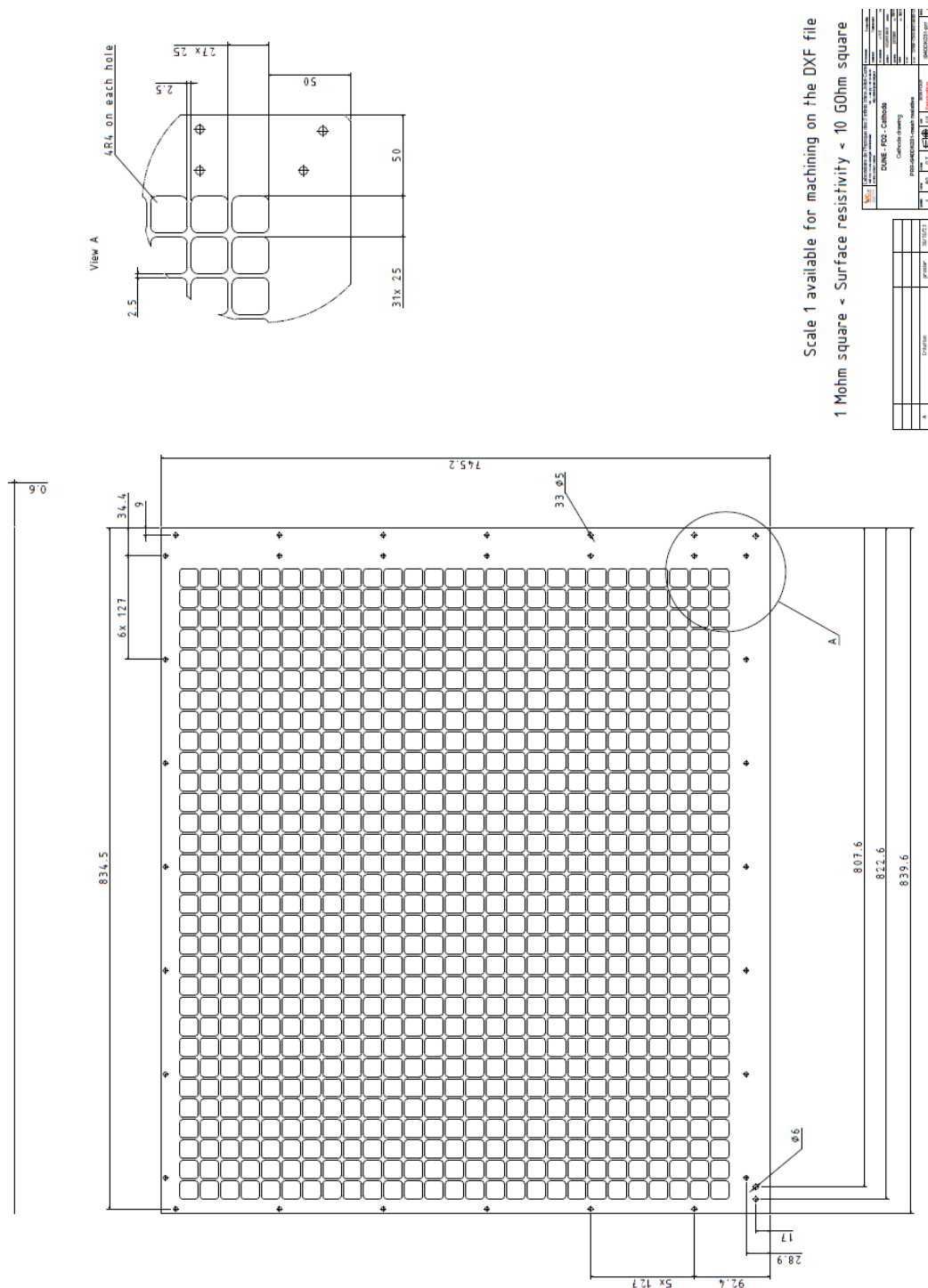


Figure 4 : Exemple de plan d'un modèle de grille résistive

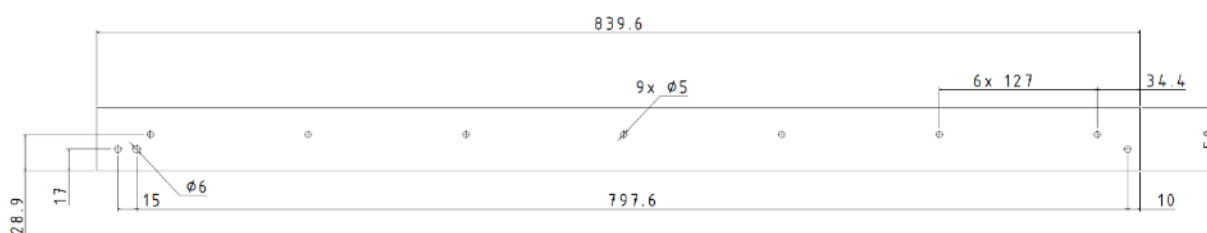


Figure 5 : Exemple de plan d'un modèle de sur-grille résistive

3.2. Paramètres techniques importants

Les paramètres importants pour notre projet sont listés ci-dessous :

- Résistivité électrique de surface du matériau composant les grilles et sur-grilles
- Résistance électrique entre pointes sur les 2 faces des grilles et sur-grilles
- Raideur en flexion et traction
- Densité (valeur et homogénéité)
- Coefficient d'expansion thermique
- Etat de surface
- Comportement au feu
- Aptitudes mécaniques et électriques à 88 K et à -300 kV
- Tolérance géométrique telle que spécifiée sur plans
- Qualité de nettoyage des pièces et propreté
- Qualité d'emballage et de livraison

4. Description de la prestation à réaliser

La prestation concerne la fourniture de :

- 672 grilles résistives modèle 1
- 1344 grilles résistives modèle 2
- 328 sur-grilles modèle 1
- 256 sur-grilles modèle 2

Le Titulaire du marché s'engage à exécuter l'ensemble des prestations suivantes, conformément aux spécifications techniques du présent CCTP et dans le respect du calendrier d'exécution du paragraphe §14 :

- Approvisionner toutes les matières premières nécessaires à la fabrication
- Fournir les certificats matière pour la matière première avant et/ou après transformation pour démontrer la conformité avec les recommandations matériaux listées dans le document A1
- Fabriquer les composants mécaniques listés au tableau 1 et définis selon le dossier de plans [A2]
- Nettoyer toutes les pièces mécaniques et s'assurer du niveau de propreté tel que défini dans le §8.4.
- Contrôler la résistance électrique des grilles [A3]
- Assurer la traçabilité et repérage des grilles et sur-grilles
- Emballer, transporter et livrer sur le site du laboratoire (cf. §10)
- Assurer le suivi d'affaire (cf. §14.1.1)

- Produire un planning détaillé des différentes étapes de fabrication
- Produire les dossiers de fabrication, de contrôle, de recette usine et de suivi

Les exigences pour cette réalisation concernent les paramètres et spécifications particulières indiquées aux §3.1 et §3.2.

5. Etendue de la fourniture

Toutes les fournitures citées ci-dessous devront correspondre aux spécifications, procédures, règles et normes définies dans les présentes spécifications techniques.

- Plan de réalisation des « grilles et sur-grilles » suivant les plans et les spécifications techniques de ce document. Les plans devront être approuvés par le responsable technique en charge de la réalisation de la prestation après validation par le responsable technique IJCLab.
- Liste des opérations de fabrication et de contrôle (LOFC) consultables (sur site de production si non diffusable en externe).
- Procédures de contrôle qualité à tous les stades : approvisionnement matière, composants, nettoyage, tests et livraison.
- Plan assurance qualité particulier (PAQp) mis en œuvre et suivi durant tout le contrat.
- Planning incluant la LOFC ainsi que les recettes usines.
- Matières premières.
- Pièces suivant les plans, spécifications et état de propreté requis
- Rapport des contrôles prévus : contrôle matière première, contrôles géométriques et de spécifications de toutes les pièces mécaniques.
- Grilles et sur-grilles emballées livrées et déchargées sur le site de l'IJCLab.
- Dossiers de fabrication, de contrôle et de suivi

6. Documents référence

Toute information susceptible de faciliter la réalisation par le Titulaire des pièces mécaniques et assemblage pourra être demandée au correspondant technique (IJCLab).

Les documents suivants sont fournis par IJCLab et disponibles aux présentes annexes de ce document :

- A1 : Caractéristiques des matériaux employés pour la fabrication, fourni en annexe A1
- A2 : Liste et références des plans de définition de toutes les pièces mécaniques, fourni en annexe A2
- A3 : Procédure de mesure de la résistance des grilles, fourni en annexe A3

7. Assurance Qualité

7.1. Exigences générales

La réalisation sera effectuée suivant le protocole d'Assurance Qualité. Elle sera traitée conformément aux exigences de la norme ISO 9001 : V2015 (à minima) complétées par les exigences particulières des présentes spécifications Techniques. A cet égard, le Titulaire devra être certifié **ISO 9001 V2015** (à minima) ou devra avoir une organisation qualité équivalente qu'il devra justifier à la candidature.

7.2. Audits / Vérifications

Le Titulaire facilitera les tâches de vérification faites par l'IJCLab ou par son mandataire pour les audits qualité, les inspections ou les visites de surveillance.

Il donnera libre accès aux emplacements et à la documentation nécessaire.

8. Spécifications techniques de réalisation

8.1. Nature des matériaux

Le Titulaire est responsable de l'approvisionnement de toutes les matières et de leurs certificats. Les caractéristiques attendues des matières sont précisées sur les documents de référence [A1] et [A2] et doivent suivre, entre autres, les recommandations liées à la norme **EN60893**.

Les certificats matière seront fournis pour chaque batch de production :

- suivant la norme **EN 10204 2.2** par défaut et pour toutes les caractéristiques précisées dans le document [A1],
- suivant la norme **EN 10204 3.1** pour la résistance entre pointes d'après des tests sur échantillons (cf. §8.3) prélevés pour chaque batch de production après transformation pour les grilles et sur-grilles [A3].

Pour la spécification de comportement au feu, elle est fortement recommandée mais non obligatoire. Le titulaire doit expliquer les cas où cela n'est pas possible.

8.2. Caractéristiques mécaniques, usinage et réalisation mécanique

Le Titulaire du contrat réalisera l'ensemble des pièces selon les documents fournis, dont le dossier de plans, où toutes les indications nécessaires à la réalisation de l'usinage, en particulier les cotes, tolérances, états de surface des pièces finies sont données. Se référer au §8.3 pour le contrôle dimensionnel lié à la qualité des réalisations mécaniques.

La lubrification à l'usinage, s'il y a lieu, ne doit pas pénaliser la propreté, telle que mentionnée au §8.4.

Le risque de délaminage du composite par usinage doit être réduit autant que possible.

8.3. Contrôles dimensionnels et électriques

Toutes les premières pièces d'une série usinée par programmation numérique devront subir un contrôle dimensionnel de toutes les cotes ainsi que la résistance électrique des grilles et sur-grilles qui sera mesurée selon la méthode décrite dans l'annexe A3. La conformité de ce contrôle sera visée par l'opérateur dans le rapport de contrôle.

Sur l'ensemble de la production, un prélèvement de 2% environ d'échantillons d'une même série devra subir un contrôle dimensionnel pour les cotes encadrées ou avec des tolérances-ainsi qu'un contrôle de la résistance électrique dans le cas des grilles et sur-grilles. Les valeurs relevées seront inscrites dans le rapport de contrôle de la série. Ce rapport sera fourni à la livraison de chaque lot.

La méthode de contrôle ainsi que le matériel utilisé devront être précisés dans la LOFC ou procédures.

Lors de la réception d'un lot à IJCLab mentionnée au §13, un contrôle de toutes les cotes et de la résistance électrique (des grilles et sur-grilles) sera effectué par IJCLab et à l'issue la conformité sera validée par le responsable technique IJCLab.

En cas de non-conformité, l'IJCLab refusera le ou les composants et/ou demandera des corrections sur les travaux et produits finis réalisés, à la charge du contractant et en respectant le planning prévisionnel.

8.4. Nettoyage et contrôle de la propreté.

Après finalisation des opérations de fabrication, les pièces devront être nettoyées si besoin de manière à éliminer toutes traces de contamination, poussière, graisse, hydrocarbures et toutes autres substances qui pourraient polluer et se dissoudre dans l'argon liquide. Après nettoyage, les différents composants devront être manipulés de façon à conserver leur état de propreté.

Les outillages de test, de contrôle ou de manutention seront parfaitement nettoyés et dégraissés avant leur utilisation.

Le contrôle de la propreté sera validé lors de la réception à l'usine. Le nettoyage préconisé est d'utiliser un chiffon de tissu de coton blanc imbibé d'alcool dénaturé, s'il y a lieu. Au contrôle, la pièce mécanique est frottée pour vérifier qu'aucune forte trace sombre n'apparaisse sur un chiffon blanc humidifié. Dans la négative, le Titulaire doit procéder à un nettoyage pour atteindre l'objectif.

Le résultat du contrôle de propreté sera inscrit dans le rapport de contrôle de chaque lot.

8.5. Manipulation conditionnement

Après nettoyage, les pièces seront manipulées avec des gants propres. Il convient de les protéger autant que possible de la pollution ambiante de l'atelier lorsqu'elles sont en attente prolongée.

8.6. Contrôle d'étiquetage

Le Titulaire sera en charge de l'étiquetage et le repérage des séries de grilles et sur-grilles et des boîtes de transport. Cet étiquetage doit rester visible et lisible.

Ce repérage sera contrôlé et validé lors de la réception à l'usine et devra en plus être archivé sur un fichier informatique de type indiqué au §12, joint au dossier de fabrication et de contrôle.

9. Recette usine

Une recette usine portera sur au minimum la première grille et sur-grille de chaque type produites composant une partie du premier lot de livraison. L'objet est de vérifier que toutes les procédures et spécifications fournies par l'IJCLab ont été correctement interprétées pour les grilles et sur-grilles. Cette recette usine aura lieu 16 semaines, au plus tard, après la date de notification du marché et sera réalisée en présence d'IJCLab.

Lors de cette recette usine, les contrôles suivants (liste non exhaustive) seront réalisés :

- matière approvisionnée : vérification que les pièces ont bien été usinées dans la matière spécifiée
- grilles et sur-grilles : vérification des dimensions , mesure de la résistance électrique, vérification de l'absence de délaminage ou d'aspérité et de la propreté
- rapport de contrôle : présence du rapport de toutes les mesures effectuées au cours de la fabrication et de la présence des certificats matières
- contrôle de l'étiquetage, des emballages et des boîtes de transport

A l'issue de la recette usine, un rapport « recette usine » sera rédigé par le Titulaire et envoyé à IJCLab sous format électronique sous un délai d'une semaine.

Pour rappel du §8, en cas de non-conformité, l'IJCLab refusera le ou les composants et/ou demandera des corrections sur les travaux et produits finis réalisés, à la charge du contractant et en respectant le planning prévisionnel.

Le Titulaire doit informer l'IJCLab 15 jours avant la date à laquelle il compte opérer cette recette usine. Les représentants d'IJCLab pourront ainsi se rendre sur le site afin de vérifier avant emballage que l'ensemble est bien conforme aux spécifications définies dans le cahier des charges.

L'article §14.1.3 reste valable pour l'ensemble de la production.

10. Livraison

10.1. Stockage des grilles et sur-grilles hors emballage

Le Titulaire doit utiliser des zones spécifiques sèches et propres de stockage pour prévenir les dommages et détériorations des matières premières, des articles faits par des prestataires et des équipements en attente d'utilisation ou de livraison, dans le respect du calendrier d'exécution du paragraphe §14.

10.2. Emballage

L'emballage des grilles et sur-grilles pour le transport est à la charge du Titulaire. Il devra assurer une protection contre la poussière et tous chocs éventuels inhérents à la manutention et au transport.

Le Titulaire doit informer l'IJCLab 15 jours avant la date à laquelle il compte emballer et livrer les grilles et sur-grilles, dans le respect du calendrier d'exécution du paragraphe §14. L'IJCLab pourra ainsi se rendre sur le site afin de vérifier, avant livraison, que l'ensemble est bien conforme aux spécifications définies dans le cahier des charges.

10.3. Transport

Le chargement, transport et déchargement à l'IJCLab sont de la responsabilité du Titulaire. Le coût du chargement, transport et déchargement restent à la charge du Titulaire. Plusieurs transports sont à prévoir dans le respect du calendrier d'exécution du paragraphe §14.

Le Titulaire assure le transport du matériel qui sera livré à l'adresse suivante :

Laboratoire de Physique des 2 infinis Irène Joliot-Curie IJCLab
Université Paris-Saclay
Rue Jean Teillac
Bâtiment 100
91406 Orsay

La réception et le déchargement seront réalisés au bâtiment 100.

Le Titulaire devra préalablement prendre contact avec l'IJCLab afin d'établir une date de livraison et vérifier les aspects techniques.

Le Titulaire prend à sa charge les assurances nécessaires pour garantir le matériel pendant le transfert entre ses ateliers et le site.

11. Points d'arrêts et suivi de la prestation

Devoir d'alerte : Si un problème apparaît lors de la réalisation ou du montage, remettant en cause le bon fonctionnement de l'objet ou le planning de livraison final, le Titulaire devra en avvertir l'IJCLab sous 48 heures.

12. Livrables

Les documents à transmettre à l'IJCLab sont décrit ci-dessous :

➤ Le dossier de fabrication (fournit à IJCLab pour validation avant de lancer la fabrication) qui devra contenir au moins les éléments suivants :

- La liste des opérations de fabrication et de contrôle consultables (LOFC)
- Le plan de réalisation des grilles et sur-grilles suivant les plans et les spécifications techniques de ce document.
- Les plans d'outillages, s'il y a lieu
- Les procédures décrivant les protocoles :

- des contrôles géométriques et de spécifications des pièces,
- des contrôles dimensionnels,
- des contrôles électriques,
- du contrôle de la propreté.
- Le planning de réalisation détaillé en fonction de chaque poste : approvisionnement, préparation, fabrication, tests...
- Le plan assurance qualité particulier, de mise en œuvre et de suivi durant tout le contrat : approvisionnement matière, fabrication de l'outillage, composants, nettoyage, tests, emballage et livraison

➤ Le rapport de contrôle, pour chaque lot, livré contenant :

- Les certificats matière (pour chaque batch de production matière) tels que spécifié au §8.1
- Les résultats des contrôles dimensionnels et électriques tels que spécifié au §8.3
- Le résultat du contrôle de propreté tel que spécifié au §8.4
- Le résultat du contrôle de l'étiquetage tel que spécifié au §8.6

Le rapport de contrôle sera envoyé à IJCLab, sous format électronique, 1 semaine avant la livraison du lot. Une version papier accompagnera chaque livraison.

➤ Le dossier de suivi (remis à IJCLab à l'issue de la prestation et permettant d'assurer la traçabilité de la réalisation) qui devra contenir au moins les éléments suivants :

- Les fiches de demandes de modifications éventuelles,
- Les certificats matières (matières premières),
- L'ensemble des rapports de contrôles décrits.

Tous les documents demandés dans le cadre de la prestation seront remis par le Titulaire à l'IJCLab sur support informatique en une version et en 1 tirage sur support papier. Ils seront la propriété de l'IJCLab.

Les documents remis au Titulaire par l'IJCLab seront rendus à l'IJCLab à l'échéance du contrat ou à sa résiliation.

Les fichiers informatiques devront être sous format Word®, Excel®, Ms Project®, tableur, pdf. En particulier, le format du planning permettra une lecture avec MS Project ou Excel et sera aussi fourni sous format pdf. Tout autre format devra faire l'objet d'une autorisation écrite de l'IJCLab.

13. Réception définitive et garantie

La réception est prononcée par l'IJCLab à l'issue de la finalisation avec succès des contrôles spécifiés, et de la remise par le Titulaire de tous les documents propres à chaque lot. Elle intervient dans un délai de 5 semaines à compter de la réception des matériels sur le lieu de livraison.

La période de garantie des objets fournis commence à compter de la date d'admission du matériel pour la durée indiquée dans l'offre du Titulaire. Elle ne peut être inférieure à 1 an.

14. Conditions d'exécution et délais

14.1. Organisation et suivi de contrat

14.1.1. Responsable(s) de suivi de contrat

Le Titulaire du marché désigne nommément, dès la notification du marché, la (les) personne(s) responsable(s) de l'exécution de la prestation et de son suivi ainsi que de la personne en charge de la Qualité pendant toute la durée du contrat.

Tout changement éventuel est signalé à l'IJCLab par courriel.

Après notification du marché au Titulaire, l'IJCLab désigne le ou les « responsable(s) IJCLab » et en informe le Titulaire. Le Titulaire est averti de tout changement par courriel de l'IJCLab.

Le responsable IJCLab organise la première réunion au plus tard 2 semaines après la notification du marché.

14.1.2. Suivi d'avancement

Des réunions d'avancement entre le Titulaire et l'IJCLab sont organisées jusqu'à réception de la fourniture. Leur périodicité est à l'initiative de l'IJCLab.

Les réunions périodiques peuvent avoir lieu soit à l'usine du Titulaire, soit à l'IJCLab, soit par visioconférence ou réunion téléphonique.

En cas d'imprévus, des réunions supplémentaires peuvent être organisées à l'initiative de l'une ou l'autre des parties.

Les frais de déplacement, d'hébergement et de restauration sont à la charge de la partie qui se déplace.

Les correspondances, réunions relatives au marché se déroulent en français ou en anglais.

Toute information, qu'une partie estime suffisamment significative pour devoir être portée à la connaissance de l'autre partie, s'effectue par écrit entre le responsable IJCLab désigné et celui du Titulaire.

Toute réunion fera l'objet d'un compte-rendu, rédigé par IJCLab, validé par le Titulaire, diffusé et archivé par IJCLab.

14.1.3. Modifications par rapport au présent document

Si, après notification du marché, le Titulaire découvre qu'il a mal interprété les spécifications portées dans le présent document, cela ne pourra être accepté comme excuse pour dévier des présentes spécifications techniques et le Titulaire devra livrer la fourniture en conformité avec elles et sans coût additionnel.

14.2. Délais d'exécution

Le planning tient compte d'un **échelonnement de réunions, de recette et de livraisons planifiées sur 43 semaines calendaires maximum** (durée écoulée entre la notification du marché et la dernière livraison).

La réunion préparatoire entre le Titulaire et l'IJCLab se tiendra au plus tard 2 semaines après la notification (T0) du marché. Lors de cette réunion (T1), le titulaire et IJCLAB détailleront le planning remis dans son offre par le titulaire.

La remise du dossier de fabrication (§12) par le Titulaire devra intervenir au plus tard 1 semaine après T1. Ce dossier est soumis à validation d'IJCLAB avant le lancement de la fabrication des grilles et sur-grilles.

La recette en usine des premières grilles et sur-grilles sera effectuée **au plus tard 16 semaines après T0** (§9).

La première livraison comportant, **à minima, un quart de la production** doit intervenir **au plus tard 19 semaines après T0**.

Ensuite, **toutes les 8 semaines**, les livraisons devront assurer, à minima, la disponibilité sur site d'un **nouveau quart de la production** :

- le 2^{ième} quart devra être disponible au plus tard 27 semaines après T0
- le 3^{ième} quart devra être disponible au plus tard 35 semaines après T0
- le 4^{ième} quart devra être disponible au plus tard 43 semaines après T0

Le **rapport de contrôle** sera envoyé à IJCLab, sous format électronique, **une semaine avant la livraison du batch** (§13).

Exemple d'un échelonnement sur 4 livraisons :

- T0 : Date de notification du marché.
- T1 (T0+2 semaines) : Réunion préparatoire entre le Titulaire et IJCLab
- T2 (T0 + 3 semaines) : Remise du dossier de fabrication par le Titulaire
- T3 (T0 + 16 semaines) : Recette en usine des premières grilles et sur-grilles de chaque type, en présence d'IJCLab
- T4 (T0+ 19 semaines) : Livraison à l'IJCLAB du lot n°1. Remise du rapport de contrôle du lot 1.
- T5 (T4+ 8 semaines) : Livraison à l'IJCLAB du lot n°2. Remise du rapport de contrôle du lot 2.
- T6 (T5+ 8 semaines) : Livraison à l'IJCLAB du lot n°3. Remise du rapport de contrôle du lot 3
- T7 (T6+ 8 semaines) : : Livraison à l'IJCLAB du lot n°4. Remise du rapport de contrôle du lot 4 et du rapport de suivi.

Annexe A1

Caractéristiques des matériaux employés pour la fabrication

Valeurs données pour des mesures effectuées à température ambiante :

- Propriétés Mécaniques :
Module de Young en traction : > 20 000 MPa
- Propriété Electrique :
Résistivité électrique de surface : > 1 M Ω /sq., < 1 G Ω /sq.
Résistance électrique entre pointes (suivant annexe A3) : >10 M Ω , <500 M Ω
- Propriété Thermique :
Coefficient d'expansion thermique linéaire : $15 \pm 3 \cdot 10^{-6}/K$
- Propriété Physique :
Densité : $1,9 \pm 0,2 \text{ g/cm}^3$
- Propriété anti-feu (si possible) :
Catégorie UL94-V0
- Propriété antistatique : pleine matière



Annexe A2

Liste et références des plans de définition de toutes les pièces mécaniques

Famille	Designation piece	n° fichier plan PDF et CAO DXF	Quantités totales
			(avec spares)
Grilles résistives	Modèle 1 (corner)	Plan-mesh-A2_1-PRR-i940DK030-mesh_resistive_corner-05032024	672
	Modèle 2	Plan-mesh-A2_2-PRR-i940DK031-mesh_resistive-05032024	1344
Sur-grilles	Modèle 1 (side)	Plan-mesh-A2_3-PRR-i940DK032-rep1-surmesh side-05032024	328
	Modèle 2 (bottom)	Plan-mesh-A2_4-PRR-i940DK032-rep 2- surmesh bottom-05032024	256

Annexe A3

Procédure de mesure de la résistance des grilles

La résistance des grilles est un paramètre critique pour l'expérience et la mesure sur un objet percé de plus de 800 trous peut conduire à des valeurs très variables en fonction de la position des pointes du voltmètre.

Comme montré sur la photo 1, la mesure doit être faite avec des pointes et non des pinces.

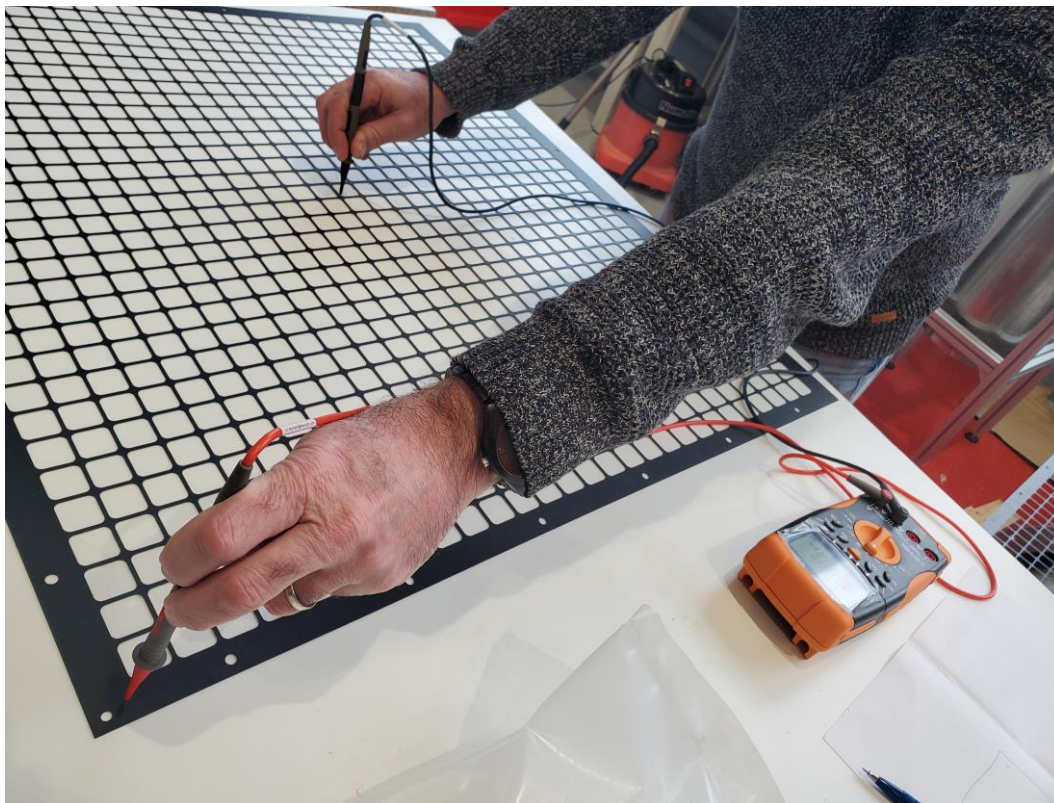


Photo 1 : Mesure de la résistance de la grille finie

Pour chaque face, 4 mesures seront effectuées :

- La première sonde sera placée au centre de la grille (sonde noire sur la photo 1)
- La seconde sonde sera placée successivement à chaque coin de la grille (sonde rouge sur la photo 2) dans les zones (A, B, C, D) délimitées sur la figure 6 ci-dessous

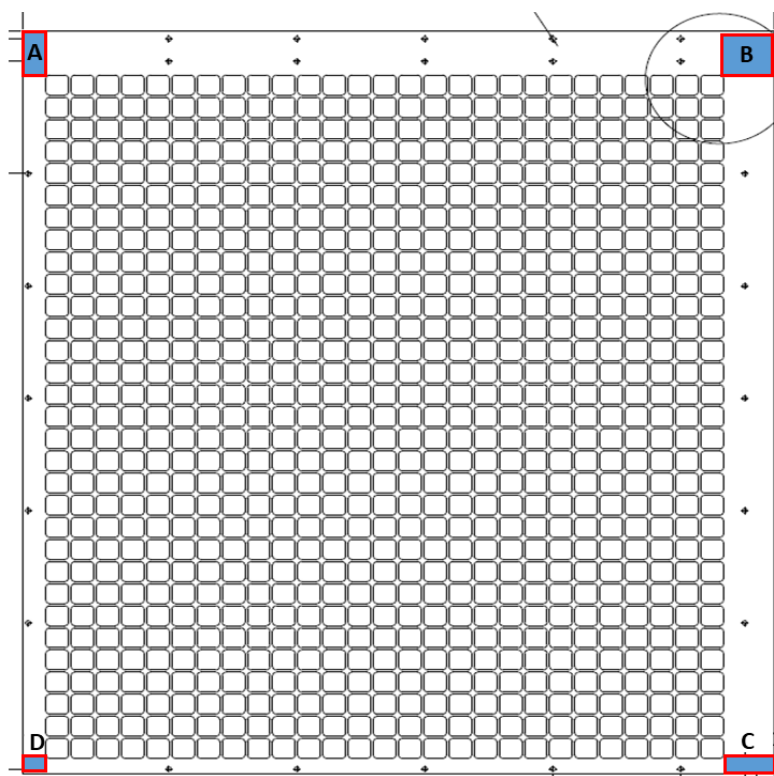


Figure 6 : Zones de positionnement de la seconde sonde pour les mesures de résistances

Les 8 mesures seront fournies et chacune devra être comprise entre 10 M Ω et 500 M Ω .

Pour les sur-grilles, les 2 mesures (une par face) seront faites en positionnant les pointes à l'extrémité de la sur-grille (dans le premier centimètre en partant de l'extrémité) comme montré sur la photo ci-dessous.

Les 2 mesures seront fournies et chacune devra être comprise entre 10 M Ω et 500 M Ω .

