

Département Projet Exploitation & Ingénierie	Cahier des charges
	INES
	Solarisation toiture

1111



Solarisation Sur-toiture Puma

Mots Clés :

Panneau solaire

N° Ordre			
DG-CEAGRE-DPEI- CINES-26-06-001388			
Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
16/06/2026	E. NAIGEON	O.WISS	A.BAUDET

HISTORIQUE DES VERSIONS

Ind.	Date	Objet de la modification
1	16/06/2026	Édition originale.
2		

SOMMAIRE

1	PRESENTATION DU PROJET	3
2	OBJET DU LOT	3
2.1	ETENDUE DES TRAVAUX	3
2.2	PLANNING	4
2.3	GESTION DES DECHETS	4
2.4	ETAT DES LIEUX	5
2.5	OBLIGATIONS DU TITULAIRE	5
2.6	LIAISONS AVEC LES AUTRES CORPS D'ETAT	5
2.7	DELAIS	6
2.8	SÉCURITÉ	6
2.9	NORMES ET REGLEMENTS A PRENDRE EN COMPTE	6
2.10	PRECAUTIONS TECHNIQUES – TRAVAIL EN SUR-TOITURE	7
3	DONNEES	8
3.1	FLUIDES DISPONIBLES pour travaux	8
3.2	PLAN DES RESEAUX EXISTANTS	8
4	DESCRIPTION DES TRAVAUX	9
4.1	Vue d'ensemble et supports	9
4.2	Cheminement / connexion :	14
4.3	Panneaux :	16
4.4	Onduleurs :	16
4.5	Monitoring :	17
4.6	Mise en service, Test et repérage	17
5	Interfaces spécifiques :	18
5.1	DGAC :	18
5.2	Laboratoire :	18
5.3	Exploitation :	18
6	ANNEXES :	18

1 PRESENTATION DU PROJET

Le CEA souhaite intégrer sur son site INES au Bourget du Lac un site de production solaire.

Cette production est prévue sur la sur-toiture métallique existante. Cette toiture comporte une partie avec des supports de panneau, déjà présent et une partie vide sur Caillebotis.

2 OBJET DU LOT

Le présent descriptif a pour objet de définir les conditions techniques d'exécution des travaux :

Comprenant de manière générale :

- La connexion du système de production au réseau électrique interne CEA. ;
- La fourniture et pose de panneau sur les support existant (avec modification des supports si besoin)
- La fourniture et pose de support et de panneau à placer sur zone libre de caillebotis.
- Toutes sujétions permettant d'obtenir un système de production « clé en main ».

NOTA IMPORTANT : Les bâtiments étant en activité, toutes les précautions devront être prises pour éviter de perturber leur fonctionnement notamment en ce qui concerne les activités possibles en toiture terrasse dans les zones voisines de la zone de travaux.

2.1 ETENDUE DES TRAVAUX

Les travaux et prestations comprendront :

- Avant travaux :
 - La réalisation en début d'affaire d'un planning détaillé des travaux ;
 - [La réalisation de l'ensemble des plans d'exécution à charge](#) du Titulaire sur logiciel DAO AUTOCAD (Version à définir, avant démarrage des travaux) ;
 - Les notes de calcul de productible ;
 - [La fourniture des fiches techniques des matériels à installer pour approbation](#), la fourniture du protocole de recette technique ;
 - La réception des supports et état des lieux ;
 - [Le plan particulier de sécurité et de protection de la santé](#). Le Titulaire doit participer avec le CEA à la réalisation du Plan de prévention travaux.

- Pendant les travaux :
 - La coordination avec l'EXPLOITANT du site : avant toute déconnexion et consignation des équipements existants, ou d'un réseau sur site, le présent lot assurera la coordination technique avec l'exploitant du site et la maîtrise d'ouvrage afin de réaliser les déconnexions et consignations en toute sécurité et de ne pas dérégler le fonctionnement des installations existantes ;
 - La fourniture des équipements et matériels compatibles avec une zone d'exploitation en sur-toiture.
 - L'exécution des travaux divers d'installation, de signalisation et de protection du chantier.
 - Le respect du fonctionnement des zones voisines pendant les travaux ;
 - L'approvisionnement de tous les matériaux et produits nécessaires comprenant toutes les manutentions, montage, stockage, échafaudages, etc ... ;
 - L'ensemble de pièces et main-d'œuvre nécessaire pour assurer l'étanchéité aux passages de gaines et tubes ;
 - **Le nettoyage du chantier** et la protection des ouvrages ;
 - Le contrôle électrique par un bureau d'étude indépendant.
 - Les recettes techniques, et essais divers ;
 - **Le présent lot doit la mise à jour de l'ensemble des plans et schémas de principe des installations des réseaux du présent CDC.**
- A réception des travaux :
 - La réalisation des D.O.E. décrit dans la note technique **ST-E-NT-3449, en 2 exemplaires papiers et 1 exemplaire informatique, notices techniques, plans et schémas de principe** sur AUTOCAD Version à définir ;
 - Les plans et schémas intègrent les ouvrages exécutés lors des travaux et la mise à jour de l'existant ;
 - La réfection des ouvrages défectueux constatés en réception.

2.2 PLANNING

Les interventions pourront être ponctuelles et fractionnées suivant les besoins du chantier. Elles devront s'intégrer dans l'ordonnancement et la planification de la Coordination Générale.

Les interventions s'inscrivent dans le planning général de l'affaire :

- | | |
|----------------------|-------------------|
| - 14 septembre 2026: | passage du marché |
| - 15 octobre 2026 | début des travaux |
| - 30 novembre 2026 : | réception. |

2.3 GESTION DES DECHETS

Le présent lot comprend :

- La gestion et l'évacuation de ses propres déchets et tous les déchets liés aux travaux modificatifs et travaux neufs ;
- La préparation, l'emballage et l'évacuation des déchets résultants de la dépose d'installations existantes.

2.4 ETAT DES LIEUX

Le sous-missionnaire du lot est tenu de vérifier, sous son entière responsabilité, les documents, dessins et renseignements divers qui lui ont été communiqués. Le Titulaire devra avoir procédé à toutes les investigations qu'ils auront jugées utiles.

Aucun local de stockage n'est fourni à l'entreprise adjudicataire du contrat. Une zone extérieure temporaire pourra être définie pour les besoins du chantier.

2.5 OBLIGATIONS DU TITULAIRE

Les prix comprendront les études, pour exécution, la fourniture, la pose, la mise en œuvre et toutes prestations nécessaires à l'exécution des travaux sans limitation ni restriction, afin d'atteindre les conditions et la qualité souhaitées par le MAITRE D'OUVRAGE. Avant d'établir son prix forfaitaire, le titulaire devra rendre compte au MAITRE D'OUVRAGE de toute erreur ou omission qu'il aurait pu constater, avoir pris connaissance du planning des travaux et en approuver les dates.

Participation aux réunions : Le soumissionnaire prévoit la participation à une inspection commune préalable, à une réunion d'établissement du plan de prévention et revue du plan de prévention, une réunion de lancement et mise au point technique, autant de réunions de suivi de chantier que nécessaires (base 1 par semaine) et une réunion pour la réception.

Nettoyage :

- L'aspiration des copeaux pendant les découpes ;
- Le nettoyage complet de l'ensemble du chantier et zones touchées par le chantier, et abords ;
- Si le nettoyage était mal effectué ou non effectué, le MAITRE D'ŒUVRE chargera une Entreprise de nettoyage de cette mission chaque semaine au frais du soumissionnaire.

NB : les interventions devront être prévues avec un mode opératoire validé.

2.6 LIAISONS AVEC LES AUTRES CORPS D'ETAT

Le Titulaire se préoccupe des ouvrages auxquels ses travaux sont liés ou subordonnés, en particulier pour :

- Les supportages de réseau ;
- Les passages avec les réseaux existants ;
- Toutes les liaisons et incidences interentreprises sur ses travaux.

2.7 DELAIS

Le Titulaire devra s'assurer que les délais d'approvisionnement des matériels qu'il propose seront compatibles avec le planning défini par le MAITRE D'OUVRAGE et qu'il devra prendre les options qui s'avéreront nécessaires.

Le Titulaire fournira le planning détaillé des interventions par zone et par lot incluant notamment les durées d'études d'exécution, d'approvisionnements, de fabrication, d'essais, de livraison, de coupures installation existante, de réglages et essais.

Le Titulaire devra s'engager sur les périodes et les temps de coupures de l'installation existante pour minimiser les perturbations.

2.8 SÉCURITÉ

Le Titulaire devra se soumettre aux exigences du MAITRE D'OUVRAGE en ce qui concerne la sécurité, en particulier :

- Mise en place avec les Services Sécurité du site d'un protocole de sécurité spécifique au chantier,
 - Participation à toutes les réunions de sécurité concernant la prestation,
 - Evacuation des zones de bâtiment concernées par une alarme,
 - Fourniture de protocole de sécurité pour tous les déchargements.
- Mise en place des échafaudages, platelages, matériels de levage et de manutention nécessaires ainsi que les matériels et mesures de protection associées,
 - Balisage des zones de travaux et de stockage éventuels,
 - Port du casque obligatoire et EPI

2.9 NORMES ET REGLEMENTS A PRENDRE EN COMPTE

Le Titulaire se conformera à toutes les prescriptions, Décrets, Arrêtés, Circulaires, Règlements, normes et recommandations, y compris les DTU en vigueur en France, à la date de la signature du marché et qui concernent les travaux dont il a la charge. Le Titulaire devra également se conformer aux règlements de sécurité internes propres au MAITRE D'OUVRAGE représenté par le responsable de sécurité.

Les conséquences financières d'une modification de ces prescriptions seront, suivant la date de prescription :

- Textes paraissant avant la date d'établissement de la soumission : les modifications sont à la charge du Titulaire ;
- Textes paraissant après la date d'établissement de la soumission : les modifications sont à la charge du MAITRE D'OUVRAGE ;
- Cependant, il appartient au Titulaire de proposer les conséquences financières au MAITRE D'OUVRAGE avant toute exécution.

Les CCTG CEA applicables pour tous les lots considérés sont les suivants :

Thème	Type	Nom du fichier	Titre du document	Date Mise à jour
01_Patrimoine				
	Procédure	Procédure de traitement des DOE (Dalkia)	Procédure de traitement des DOE	14/12/2018
	Procédure	ST E PR 4837 0 Repérage étiquetage des matériels	Repérage - Etiquetage des matériels	24/02/2010
	Bordereau	Bordereau remise DOE (maj Dalkia)	Bordereau de remise de DOE	Doc intranet
	Fiche	Fiche modification de plans	Fiche modification de plans	Doc intranet
	Fiche	Fiche navette équipement	Fiche navette équipement	Doc intranet
	Fiche reflexe	ST E FX 5082 A Circuits demandes patrimoine	Patrimoine Fiche réflexe Demandes STL/AMO & GIANT et demandes INES	Doc intranet
	Fiche reflexe	ST E FX 5402 A Modif plans et schémas elec	Modification des schémas électriques et des plans associés - Organigramme	Doc intranet
	Fiche reflexe	ST E FX 6477 0 Charte graphique - N°équipement plans schémas	Charte graphique - Numérotation des équipements sur les plans et schémas	Doc intranet
	Liste	ST E LI 6469 0 Charte graphique - Liste docs références	Charte graphique du CEA/Grenoble - Liste des documents de référence	Doc intranet
	Note Technique	ST E NT 3449 G Constitution DOE DIUO	Constitution des DOE et dossier de maintenance (DIUO)	Doc intranet
CFO				
	CCTG	Cahier des charges	24-03-000672_CCTG-Electricite_V1	CCTG applicable à la Conception et à la Réalisation d'un lot Electricité
	Procédure	24-07-001539_PR-Consignation-deconsignation_V1	Consignations et déconsignations électriques sur le réseau de distribution et les équipements sous la responsabilité du DPEI	
	Procédure	24-07-001540_PR-Mise-en-sécurité-cables_V1	Mise en sécurité des câbles électriques inutilisés ou en attente de raccordement sous la responsabilité du DPEI	

Les documents référencés ci-dessus, sont consultables au DPEI et **seront reproduits à la demande du soumissionnaire.**

2.10 PRECAUTIONS TECHNIQUES – TRAVAIL EN SUR-TOITURE

Pour les travaux en sur-toiture le présent lot prévoira :

- Des équipements permettant d'éviter la chute d'objet au travers des caillebotis.
- **La formation et l'encadrement de son personnel** intervenant pour des travaux dans ces zones et pour les travaux en hauteur.
- Pour le stockage du matériel en terrasse durant le chantier, le Titulaire devra considérer une surcharge admissible maximale de 120 daN/m². Des surcharges supérieures sont admissibles dans certaines zone (au-dessus des fers de structure typiquement). Les surcharges temporaires supérieures à 120 daN/m² seront soumises à approbation du MOA.

3 DONNEES

3.1 FLUIDES DISPONIBLES pour travaux

- Electricité : 400V tri et Prises monophasées standards

3.2 PLAN DES RESEAUX EXISTANTS

3.2.1 PLANS EXISTANTS

- Plan et schéma de principe de distribution électrique.
- Schéma électrique TGBT Puma LT

L'ensemble de ces plans devra être remis à jour au regard de la prestation, et ce en plus de la création des plans d'implantations des nouvelles installations.

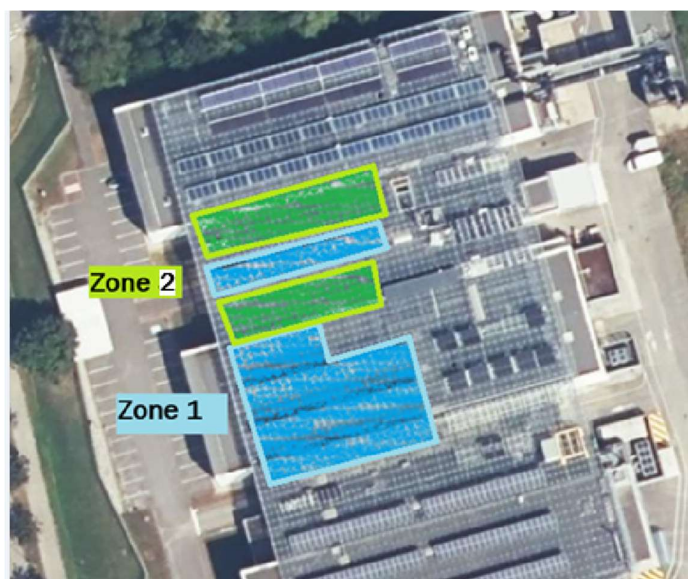
Tous les schémas seront fournis aux format DWG.

4 DESCRIPTION DES TRAVAUX

4.1 Vue d'ensemble et supports

La prestation du présent lot concerne une partie de la sur-toiture du CEA INES.

Deux zones d'installation différentes sont définies.



4.1.1 Zone 1

La zone 1 dispose de supports fixés sur le sol de la sur-toiture. Qui étaient précédemment utilisés pour des expérimentations. Ces châssis sont réglables à trois positions d'inclinaison (10°, 35°, 45°) par un bracon boulonné (cf photo ci-dessous). Le Titulaire vérifiera le bon état et le bon serrage des écrous du bracon. Le cas échéant, il remplacera ces écrous des bracons, par des écrous freinés.



Les panneaux disposés actuellement sur ces supports seront retirés par un autre lot avant l'opération.

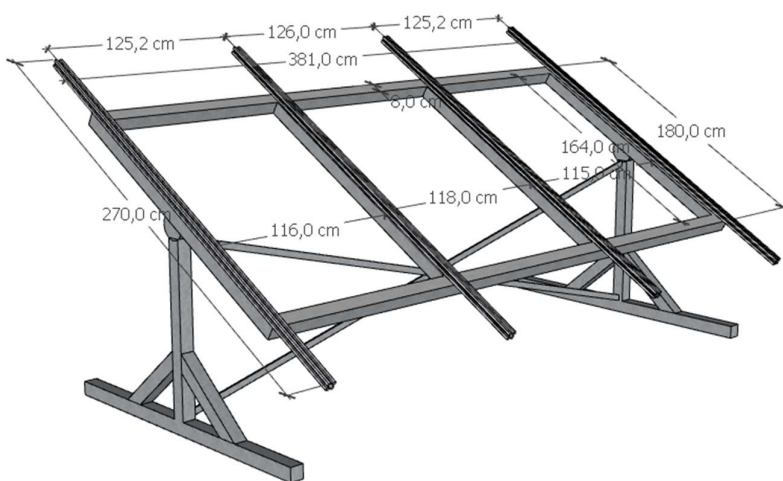
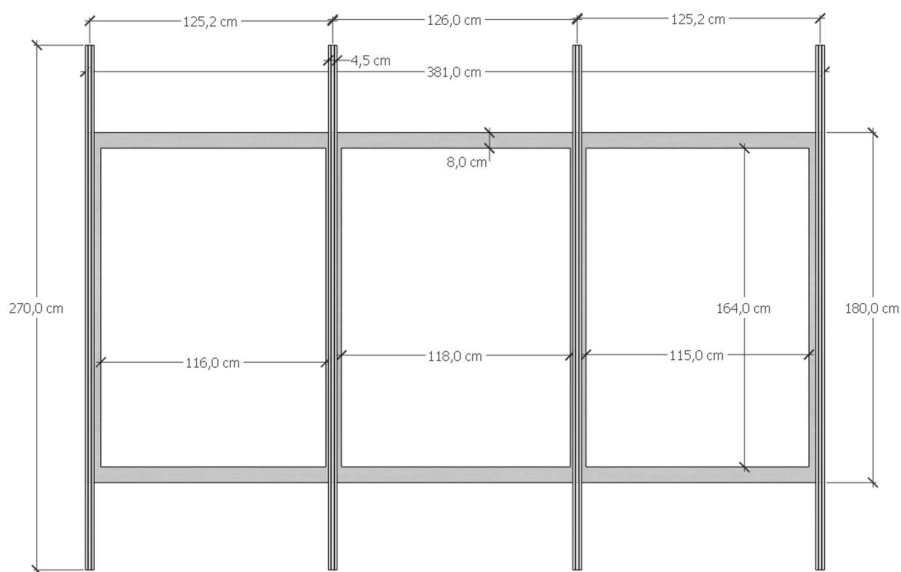
Géométrie des supports :

Les supports sont constitués de tubes carrés en acier galvanisé de 80mm, sur lequel sont fixés des profilés aluminium de 45x45mm de marque NORCAN et du type suivant :

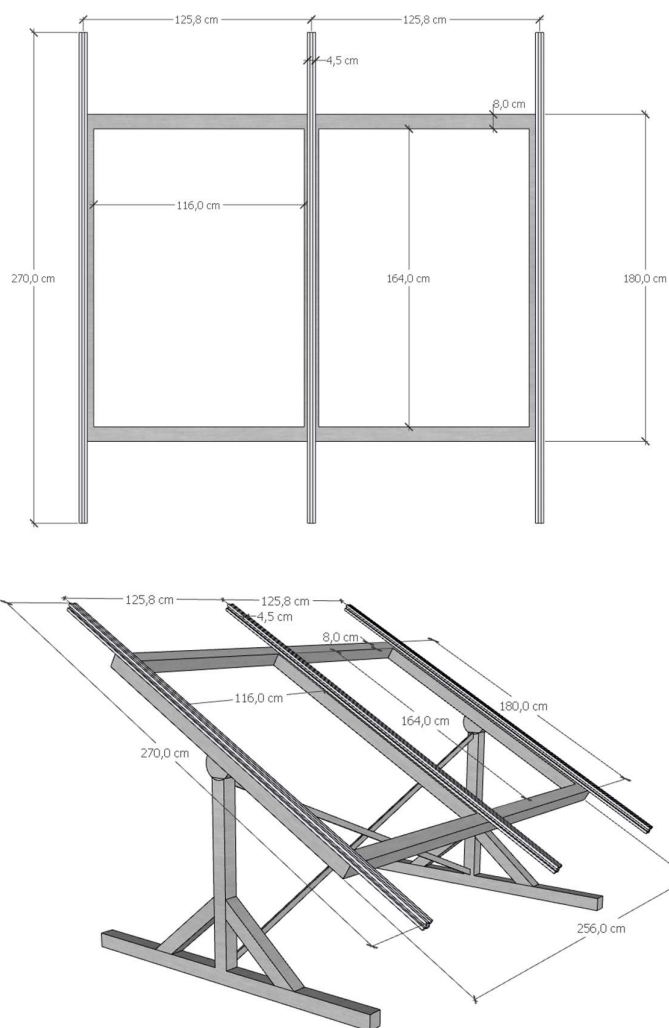


Il existe deux types de support :

- Grands supports



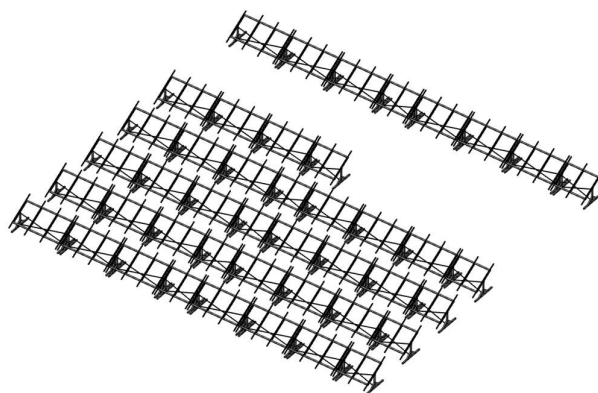
- Petits supports



Les supports sont séparés entre eux par 10 à 15 cm afin de créer le champ suivant :



33 grands supports et 11 petits



Ces supports devront être modifiés par le présent lot pour installer au minimum 216 panneaux en mode portrait sur 2 lignes pour minimum 100kWc :



L'ensemble de la métallerie, quincaillerie et toute les sujétions necesaires à la modification des supports pour l'acceuil des nouveaux panneaux fait partie de la prestation du présent lot.

D'autres arrangements permettant d'ajouter plus de panneaux en sécurité et dans le même budget peuvent être proposés. La fonction de réglage en inclinaison des supports existants ne sera plus utilisée à l'avenir, les champs PV pourront donc être installés sur plusieurs châssis consécutifs moyennant la bonne configuration des rails supports.

4.1.2 Zone 2

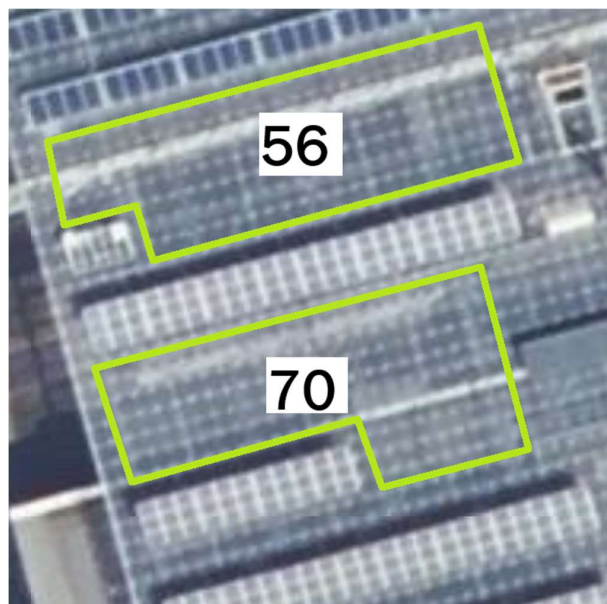
La zone 2 est une zone vide à 90% moyennant quelques chemins de câble. Dans cette zones les modules pourront être installés en mode portrait ou paysage. Des cheminements devront être prévus pour permettre un accès « maintenance » , pour le nettoyage périodique et le remplacement d'un module défectueux si nécessaire.



Le titulaire du lot prévoira des supports permettant d'incliner les panneaux d'un angle de 10-15 °

Ces supports seront fixés :

- soit aux traverses supportant les caillebotis IPE 120mm.
- soit directement aux caillebotis mais avec vérification de la tenue au vent par note de calcul.



La zone 2 accueillera minimum
126 panneaux pour minimum
60 kWc

4.1.3 Optimisation :

Le sous-missionnaire de l'offre pourra prévoir une optimisation dans l'arrangement des panneaux afin d'augmenter le nombre de kWc installés.

Ces propositions seront prises en compte dans la notation de l'offre.

4.1.4 Contrainte Vent :

Quelques soit la zone, les contraintes de vent sur la toiture à 10 m de hauteur seront prises en compte :

Règles EC1 : LE BOURGET DU LAC région 1 ; terrain III b ; $V_{b0} = 22 \text{ m/s}$; $Q_p = 46.00 \text{ kg/m}^2$;

$q_b = 9.20 \text{ daN/m}^2$

4.2 Cheminement / connexion :

4.2.1 Câbles PV

Les câbles des modules PV seront de la plus haute qualité et spécifiques pour les installations solaires photovoltaïques

- Conformité : IEC 62930 et EN 50618
- La section ne pourra être inférieure à 4 mm².
 - o Le prestataire est autorisé à utiliser des sections supérieures dans le cas des chaînes les plus distantes si nécessaire
 - o Le prestataire fournira un carnet de câble comportant une colonne avec les chutes de tension
- Le câble sera prévu pour une utilisation comprise entre -40°C et +90°C
- Résistance aux UV obligatoire
- Conducteur flexible en cuivre étamé conforme à la classe 5 décrite par la norme IEC/EN 60228

Quelques cheminements en chemin de câble type cablofil sont disponibles en toiture et pourront être ré-utilisés si besoin.

4.2.2 Câblage et cheminement, onduleur/TGBT

Dans tous les cas, les cheminements resteront facilement accessibles après leur installation

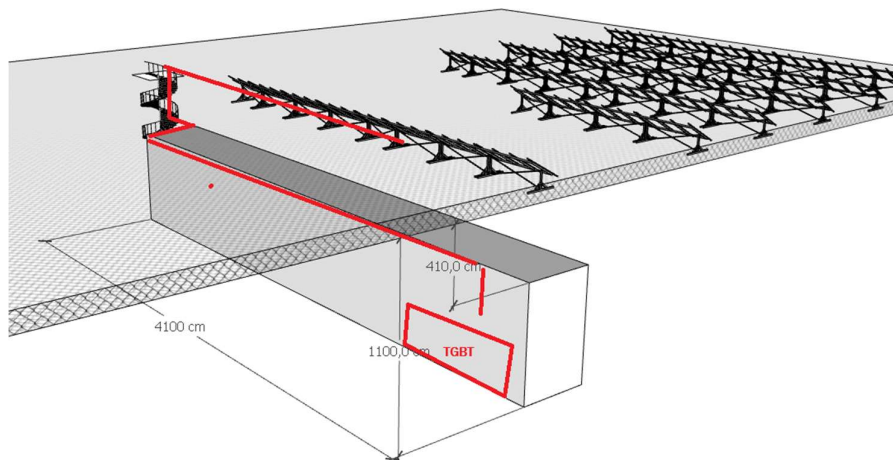
Les hauteurs d'ailes des cheminements seront choisies pour que les tablettes ne présentent ni ventre, ni gauchissement, ni parties risquant de blesser les câbles après installation de ceux-ci. Les supports des cheminements seront dans la mesure du possible de type préfabriqué avec traitement identique au cheminement installé. Les câbles installés seront regroupés par fonction. Ces groupements seront séparés par un espace libre ou installés sur des cheminements indépendants. Les courants forts seront éloignés des courants faibles d'au moins 300mm.

L'entreprise devra assurer une continuité électrique de tous les cheminements avec la terre au moyen d'une câblette de cuivre nue 25 mm². Celle-ci devra être bridée tous les 50 cm et fixé par raccord laiton sur l'aile de chaque dalle de chemin de câbles. Toutes les câblettes seront interconnectées entre elles et reliées au circuit de terre du bâtiment. L'entreprise réalisera également un raccordement mécanique entre cheminements et armoires de distributions. Tout nouveau chemin de câbles sera déterminé avec une réserve de place d'au moins 30 % et les câbles posés avec un maximum de deux couches.

Le câblage entre onduleur et TGBT pourra se faire partiellement dans des chemins de câble (type cablofil) existants.

Le TGBT est situé dans un local situé au RDC sous de la champ solaire.

Principe de cheminement imaginé :



Ce principe utilise une descente en chemin de câble déjà existante. Le titulaire pourra s'il le souhaite et avec la validation du CEA proposer un autre cheminement, il veillera alors à ce que la pose des cheminements se fassent en toute sécurité et de façon solide et dans les règles de l'art.

4.2.3 TGBT

Le TGBT ou l'installation de production solaire se raccordera est de type « Schneider Prisma »

Deux disjoncteurs NSX250N. FPAV Micrologic 2,2 250A 4P4d sont disponible pour le raccordement des onduleurs.

Lors du raccordement à ces disjoncteurs :

- la forme 4 sera respectée.
- L'ensemble du câblage devra être IP2X.

Le local TGBT est un local coupe-feu deux heures, lors de la pénétration des câbles dans ce local le titulaire veillera à reconstituer le degré coupe-feu, et fournira les fiches techniques des matériaux utilisés pour cet usage

4.3 Panneaux :

Caractéristiques

- Puissance minimale de 470 Wc
- Courant Isc inférieur à 14A
- Largeur standard ~1134mm ou inférieur
- Hauteur maximale 1800 mm (sauf si modification des châssis en hauteur sur la zone 1 et en prenant compte les effets du vent sur l'éventuelle porte-a faux)
- Connecteur obligatoire : MC4 EVO2

Fixation :

- minimum 4 points de fixation par panneaux

4.4 Onduleurs :

Deux onduleurs de type Fronius ARGENO ou équivalent sont attendus.
Pas de micro-onduleur acceptés

Caractéristiques :

- Puissance active nominale souhaitée en sortie @400 Vac : 125 kW (derating au-delà de 50°C)
- Tension de sortie AC 3ph 400 VAC 50Hz / Schéma de liaison à la terre TNS
- Conformité impérative à la EN50549-1, IEC 62109 -1 & -2, IEC 61000-6-2 & -4
- Connexion Ethernet filaire obligatoire
- Protection contre les surtensions DC/AC : Type 1+2
- Plage de tension MPP utile à puissance nominale : 550Vdc – 850 Vdc
- L'onduleur comportera au minimum 10 MPPT et 2 entrées DC par MPPT

- Degré de protection IP66
- Protection intégrée souhaitées : Mesure d'isolement DC, RCMU, disjoncteur DC, inversion de polarité
- La détection de défaut d'arc sera proposée en option
- Le taux de distorsion harmonique totale sera inférieur à 3% en sortie
- Rendement européen supérieur à 98,5% / Rendement d'adaptation au MPP > 99,5%

4.5 Monitoring :

Les onduleurs seront connectés au réseau du CEA pour la Supervision, prise Ethernet

Le câblage utilisé sera de type F/FTP catégorie 6A

Les extrémités des câbles seront raccordées à un connecteur de type RJ45

Le titulaire fournira la table d'échange modbus de l'onduleur et prévoira la participation à la mise en service du monitoring.

4.6 Mise en service, Test et repérage

4.6.1 Phase essais et mise en service

Le présent lot doit les mises en service, réglages et essais sur les équipements raccordés et les réseaux modifiés.

Pour valider les caractéristiques des panneaux et des strings installé le CEA se réserve le droit de réaliser des courbes I/V, dans ce cas le titulaire assistera le CEA pour ces essais.

Le présent lot doit la coordination de tous les essais avec l'exploitant du site et la maîtrise d'ouvrage.

4.6.2 Repérage :

Le repérage des câbles se fera tenant et aboutissant.

4.6.3 Mise en service :

Une procédure permettant, de mettre en service, de qualifier et de réceptionner l'ensemble de son installation sera proposée au cours des études d'exécution par le prestataire et validée avant travaux par la maîtrise d'ouvrage CEA

4.6.4 OPERATIONS PREALABLES A LA RECEPTION

Le présent lot doit prévoir la :

- Transmission par le Titulaire des procès-verbaux d'essais, et certificats de conformité technique ;
- Fourniture des éléments d'information au personnel d'exploitation du MAITRE D'OUVRAGE à l'utilisation et à l'entretien du matériel, des ouvrages et installations établis par le Titulaire ;
- Remise du dossier des ouvrages exécutés « DOE » ;
- Organisation des opérations de réception, planning, établissement des procès-verbaux, suivi de la levée des réserves éventuelles.

5 INTERFACES SPECIFIQUES :

5.1 DGAC :

Le site de l'INES est situé à proximité de l'aéroport du Bourget du lac. Ainsi la mise en place de grue est soumise à déclaration, le titulaire devra donc au minimum 4 semaines avant l'implantation d'une grue informé le CEA avec à minima le « type de grue », « le temps de présence » « et la hauteur de la grue » afin que le CEA réalise la déclaration.

5.2 Laboratoire :

Le CEA est un site de recherche et la plateforme sur laquelle sera installée les panneaux comportes des panneaux expérimentaux. Le titulaire balisera sa zone de travaux mais devra en cas de problème laisser l'accès aux installations de recherche environnantes.

5.3 Exploitation :

L'entreprise Vinci assure l'exploitation du site, le titulaire fera les demandes de consignation auprès de l'exploitant. Le titulaire s'assurera de minimiser les gênes à l'exploitation lors de ses différentes phases de travaux.

6 ANNEXES :

DPGF