

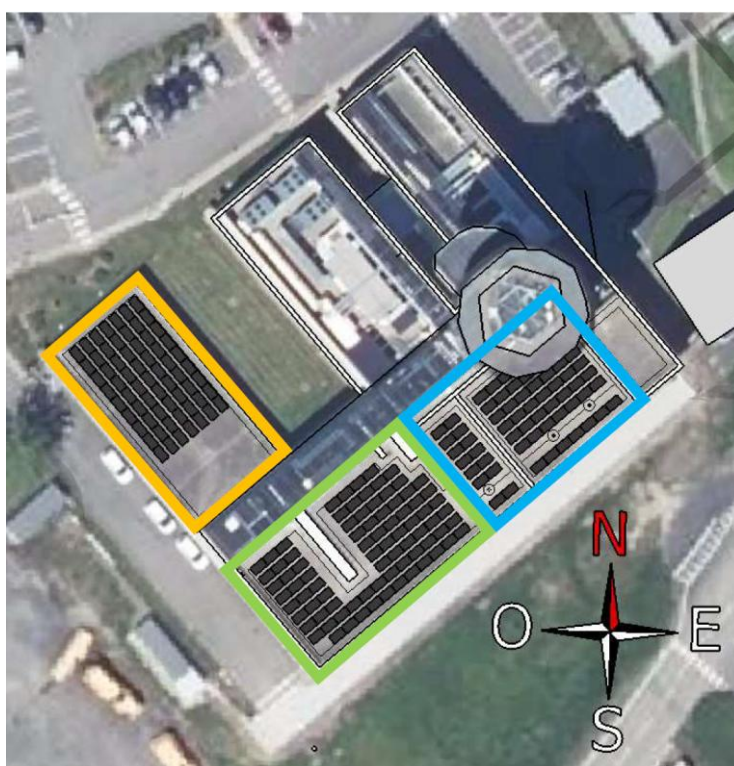
Direction générale de l'Aviation civile

Direction des Services de la Navigation Aérienne

Service de la Navigation Aérienne Nord-Est

Service Technique

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES



Générateur photovoltaïque Bloc Technique Strasbourg-Entzheim

Projet / CCTP
Opération :

Référence :

Version : V1R2 du 14/11/2025

Auteur : SNA-NE/PIE

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

DIFFUSION INITIALE

DESTINATAIRE(S)	COPIE(S) POUR INFORMATION

Toute reproduction ou communication de ce document, de son contenu ou de sa nature, même partielle, exceptés les usages internes des Services de la Direction Générale de l'Aviation Civile, est strictement interdite sans le consentement écrit du Service Technique de la Navigation Aérienne

Objet de la diffusion (facultatif) :

VERIFICATION (V) / APPROBATION (A)

Nom	Fonction / Entité	V / A	Visa
		V	
		V	
		A	

MAITRISE DOCUMENTAIRE

Référence :	
Affaire / Projet / Opération : Cahier des Clauses Techniques Particulières	
Classement et archivage du document	
Stockage :	
Fichier : CCTP Générateur Photovoltaïque Bloc Techniqiue Strasbourg Entzheim V1R2	
Support / Format : Word	

SNA-NE	Projet	CCTP Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Version	V1R2
Note Tech.	Titre		Du	14/11/2025

Historique du document

<i>Version du document</i>	<i>Date de rédaction</i>	<i>Raison de l'évolution</i>	<i>Auteur</i>
V1R1	31/07/2025	Version initiale	FLS
V1R2	14/11/2025	Version corrigée	FLS

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

SOMMAIRE

1	DEFINITION DE L'OPERATION	6
1.1	Présentation de l'opération	6
1.1.1	Objet	6
1.1.2	Lieu d'exécution des travaux	6
1.1.3	Présentation des travaux	6
1.1.4	Documents applicables	6
1.1.5	Rôle des intervenants	6
1.2	Présentation du site et des contraintes	7
1.2.1	Présentation du site	7
1.2.2	Décomposition des travaux	7
1.3	Phase 1 : Préparation	7
1.4	Phase 2 : Fourniture et installation des équipements	8
1.5	Phase 3 : Réception et mise en service	8
2	ETUDES PREALABLES.....	9
2.1	Etude de faisabilité	9
2.2	Etude structurelle	10
3	REPRISE DE L'ETANCHEITE	11
4	INSTALLATION D'UN GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE.....	12
4.1	Dossier Technique d'Exécution	12
4.2	modules photovoltaïques	12
4.2.1	Condition de performance minimale et de durée de garantie	12
4.2.2	Critère carbone	13
4.2.3	Les conditions d'éco-conception	13
4.2.4	Exigence de traçabilité du verre et de la présence d'antimoine	13
4.2.5	Spécification concernant la présence de substances dangereuses	13
4.2.6	Le niveau de criticité des installations de stockage des pièces détachées et de localisation des intervenants de maintenance	13
4.3	Onduleurs	14
4.4	Câblage	15
4.5	Mise à la terre	15
4.6	Boîtes de jonction et coffrets DC	15
4.7	Coffret de protection AC	16
4.8	Câbles de raccordement AC	16

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

4.8.1	Liaisons AC en toiture	16
4.8.2	Liaison entre le coffret AC et le TGBT ICA	16
4.9	Systèmes de supervision	16
4.9.1	Supervision propriétaire	17
4.9.2	Supervision locale	18
5	MODIFICATION DE L'ALIMENTATION DES GF.....	19
5.1	Principe d'alimentation des GF	19
5.2	Modification du TGBT ICA	21
5.3	Pose des liaisons ICA supplémentaires	22
5.4	Coffret de répartition	24
5.5	Recâblage des GF en toiture	25
6	DOE.....	28

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

1 DEFINITION DE L'OPERATION

1.1 PRESENTATION DE L'OPERATION

1.1.1 Objet

L'opération a pour objet l'installation d'un générateur photovoltaïque sur la toiture du Bloc Technique (tour de contrôle) de l'aéroport de Strasbourg-Entzheim.

1.1.2 Lieu d'exécution des travaux

Les travaux se dérouleront au siège du SNA/NE situé à l'adresse suivante :

**Service de la Navigation Aérienne Nord-Est
Aéroport International de Strasbourg
67960 ENTZHEIM**

Pour information, l'adresse postale des locaux du SNA-NE est la suivante :

**Service de la Navigation Aérienne Nord-Est
Aéroport International de Strasbourg
67836 TANNERIES Cedex**

1.1.3 Présentation des travaux

Tous les travaux (fournitures, installations, câblages ...) sont à la charge du titulaire sauf mention contraire.

Les travaux à réaliser comprennent essentiellement :

- Installation des panneaux photovoltaïques en toiture ;
- Fourniture et pose des onduleurs et raccordement aux panneaux photovoltaïques ;
- Fourniture et pose de la partie protection AC et raccordement au TGBT du bâtiment ;
- Fourniture et pose d'une liaison électrique supplémentaire entre le TGBT du bâtiment et les Groupes de production de Froid (GF) ;
- Fourniture et pose en toiture d'un coffret spécifique d'alimentation des GF ;
- Recâblage de l'alimentation des GFs ;
- Vérification de l'installation par un bureau de contrôle et fourniture d'une attestation CONSUEL.

1.1.4 Documents applicables

En plus de la présente note, le titulaire devra se référer aux documents suivants :

- Note de la Direction des Achats de l'Etat : « Stratégie d'achat - marchés de panneaux photovoltaïques (version du 10 juin 2024) »
- L'ensemble de l'installation sera réalisé en conformité avec le guide UTE C 15 712-1-V2.

1.1.5 Rôle des intervenants

La maîtrise d'œuvre est assurée par la subdivision PIE du SNA-NE.

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

1.2 PRESENTATION DU SITE ET DES CONTRAINTES

1.2.1 Présentation du site

Le bloc technique de Strasbourg-Entzheim est situé en zone d'accès contrôlé, sera en service opérationnel durant les travaux. Le titulaire ne sera donc autorisé à travailler dans ce bâtiment que pendant les heures du permanent technique, soit de 8h00 à 18h.

Le SNA/NE mettra à disposition du titulaire les moyens d'accès (badges, clé, ...) lui permettant d'accéder aux différents locaux.

L'attention du titulaire est attirée sur le fait que l'exécution de travaux dans un centre opérationnel de l'Aviation Civile peut-être soumise à des contraintes particulières, notamment en ce qui concerne les procédures à suivre pour maintenir une continuité de service des installations. À ce titre, toutes les procédures de transition devront être scrupuleusement respectées. Les contraintes opérationnelles devront être analysées à l'aide de la procédure MISO.

Les travaux seront réalisés selon la déclinaison locale de la consigne DO 06-85.13 relative à la présence et aux interventions des personnels externes à la DSN dans un local technique où sont en fonctionnement des systèmes opérationnels.

L'application de cette consigne génère entre autres, la signature d'un plan de prévention. Pour ce dernier, le titulaire devra prendre contact avec :

M. Frédéric MENIELLE subdivision logistique du SIR-E
frederic.menielle@aviation-civile.gouv.fr
Tél : 03 88 59 63 15

1.2.2 Décomposition des travaux

Les travaux sont décomposés en trois phases :

- Phase 1 : Préparation, Études et réalisation du dossier technique ;
- Phase 2 : Fourniture et Installation des équipements ;
- Phase 3 : Réception et mise en service.

1.3 PHASE 1 : PREPARATION

La phase 1, fait partie du délai d'exécution. Au cours de cette période de préparation, il est notamment réalisé les opérations suivantes :

- Validation des matériels, méthodes de fixation, durée et date de chaque phase d'intervention ;
- Etablissement et remise au SNA-NE des études d'exécution, des plans, maquetages, notes de calculs et études de détail nécessaires au démarrage des travaux ;
- Définition des installations de chantier en concertation avec le SNA-NE ;
- Etablissement du plan de prévention ;
- Etablissement du planning détaillé d'exécution des travaux ;
- Si nécessaire, mise en place de plans particuliers de sécurité aérienne, selon les travaux, en coordination avec le SNA-NE prenant en compte toutes les contraintes opérationnelles (MISOs).

La proposition devra comporter toutes les tâches et fournitures nécessaires à l'exécution des travaux et à leur complet achèvement, même si elles n'ont pas été explicitement définies dans la présente note. Les quantités indiquées dans la note ne sont en aucun cas contractuelles. Il appartient à l'entrepreneur de déterminer les valeurs exactes. De même, la note contient des plans d'aménagement. Ceux-ci sont donnés à titre d'information. En fonction de contraintes apparaissant lors de la phase d'étude l'entreprise proposera des plans adaptés au SNA-NE.

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

1.4 PHASE 2 : FOURNITURE ET INSTALLATION DES EQUIPEMENTS

Le contractant est le seul responsable de la réception, du stockage et de la manutention de ses fournitures. En aucun cas le SNA-NE ne pourra être tenu responsable des dégradations occasionnées sur son matériel par un tiers.

Durant cette phase, se tiendront des réunions de coordination. Ces réunions de coordination doivent permettre de valider :

- Le contenu de l'intervention ;
- La résolution de problématiques rencontrés durant l'exécution des travaux ;
- La durée estimée détaillée des interventions (Planning) ;
- Un planning de l'intervention sera communiqué par le titulaire au plus tard quinze jours ouvrés avant la date de réalisation des travaux.

Le chef de chantier doit pouvoir être contacté en permanence par téléphone portable. L'éparpillement des déchets est à éviter dans les différents locaux où intervient l'entreprise et à proscrire à l'extérieur du bâtiment.

1.5 PHASE 3 : RECEPTION ET MISE EN SERVICE

Les vérifications se dérouleront sous la responsabilité de l'entreprise en présence de représentants du SNA-NE. L'entreprise fournira un cahier de tests permettant de vérifier la conformité des fabrications et des installations avec la note technique et les spécifications générales d'installation.

Les fabrications en usine peuvent donner lieu à des vérifications en usine effectuées par le SNA-NE.

La livraison des fabrications sur le site d'installation ne sera possible qu'après réunion des conditions suivantes :

- les fabrications auront satisfait à la vérification usine,
- la documentation provisoire aura été mise à jour et livrée au SNA-NE.

Le déroulement de ces opérations sera fixé en même temps que le calendrier général des travaux.

La vérification se déroulera de la façon suivante :

- vérification de la conformité des installations avec la note technique et les plans associés ;
- contrôle visuel des installations (quantité, disposition, présentation, qualité d'assemblage fixation et mise à la masse des matériels) ;
- contrôle de la qualité des matériels (conformité aux normes en vigueur, matériaux mis en œuvre, peinture) ;
- vérification des câblages (conformité aux normes en vigueur et aux plans de câblage fournis, conformité aux fiches de mesure, qualité d'exécution des câblages et des connexions, présentation visuelle) ;
- pour les domaines concernés, présentation des documents de conformité rédigés par **un organisme de contrôle agréé extérieur** ;
- mise sous tension des équipements ;
- les essais de bon fonctionnement ;
- vérification de la documentation définitive remise par l'Entreprise titulaire.

La réception ne sera prononcée, pour chaque poste, qu'après la réunion des conditions suivantes :

- l'installation aura satisfait à toutes les vérifications,
- la documentation définitive aura été livrée au SNA-NE.
- toutes les fiches de test des liaisons réalisées dans le cadre du marché auront été remises au SNA-NE.

Toutes ces fiches devront constater les bonnes performances des liaisons.

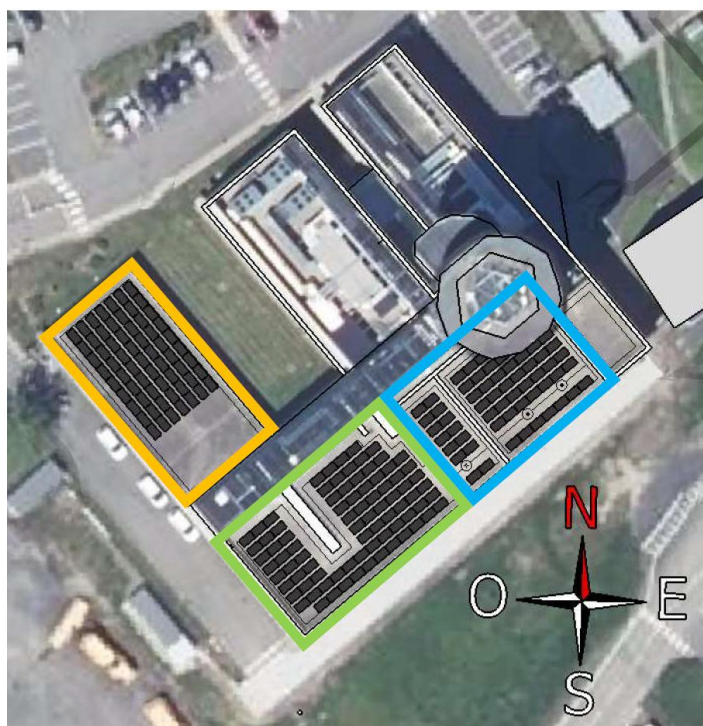
SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

2 ETUDES PREALABLES

Le SNA-NE a fait réaliser deux études préalables à la publication de ce marché. Ces études seront mises à disposition du titulaire.

2.1 ETUDE DE FAISABILITE

Un bureau d'études spécialisé a étudié la possibilité d'installer des générateurs photovoltaïques sur le toit du bloc technique. On peut voir ci-dessous une proposition de calepinage ainsi qu'une estimation de la puissance installable.



Toiture 1 (Bleu) : 26kWc

Modules orientés vers le Sud-Est.
C'est la toiture qui présente la plus faible puissance installable du fait des nombreux obstacles (acrotères, potelets d'ancrage, tour de contrôle).

Toiture 2 (Vert) : 37kWc

Modules orientés vers le Sud-Est.
C'est la toiture qui a le plus de potentiel (champ et ombrage limité).

Toiture 3 (Orange) : 28kWc

Modules orientés vers le Sud-Ouest.
Malgré l'ombrage dû à la différence de hauteur cette toiture offre un bon potentiel.

La partie droite de la toiture 1 n'est pas exploitable en raison de la différence de hauteur entraînant un ombrage trop important.

La puissance totale installable est de 91 kWc (202 modules de 450Wc) ce qui représente une production annuelle de 81600 kWc.

Les simulations font apparaître un taux d'autoconsommation de 73%. Le SNA-NE souhaite améliorer ce taux et demande dans ce marché de modifier le principe d'alimentation des Groupes de production de Froid (GF).

Le bâtiment est situé sur l'aéroport Strasbourg-Entzheim. L'étude d'éblouissement n'est plus obligatoire (NIT v6 de la DGAC). Néanmoins, les calculs montrent qu'il n'y a pas de risque d'éblouissement incapacitant pour les pilotes en phases d'approche, ni pour les contrôleurs de la tour.

Les études préalables ont également fait apparaître que le complexe d'étanchéité de la toiture n'est pas compatible avec la plupart des systèmes d'intégration panneaux photovoltaïques.

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

2.2 ETUDE STRUCTURELLE

Pour l'étude structurelle, le bureau d'études a considéré une surcharge de 50 daN/m². Ses conclusions indiquent que l'installation de panneaux photovoltaïques avec un système lesté en toiture du bâtiment de la Tour de Contrôle de l'Aéroport de Strasbourg-Entzheim est bien envisageable sans que des renforts structurels ne soient à réaliser.

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

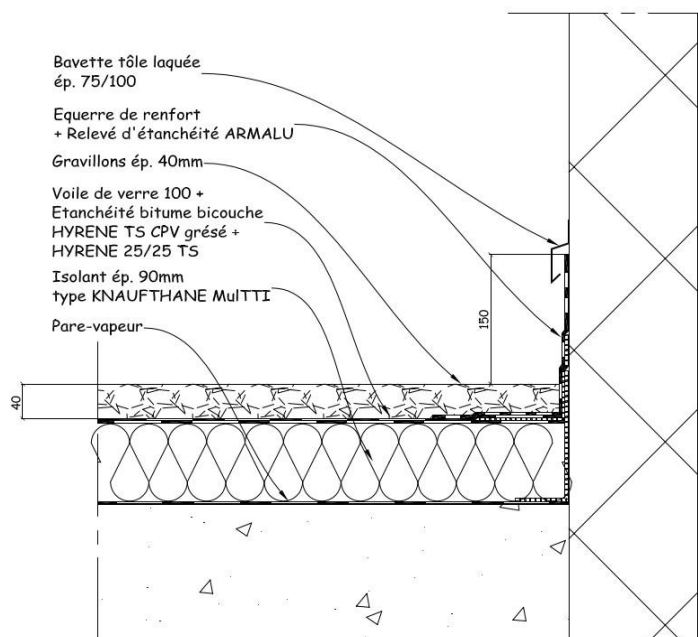
3 REPRISE DE L'ETANCHEITE

Le complexe isolant et étanchéité de la toiture du bloc technique est présentée en coupe ci-contre.

L'isolant est de type KNAUFTHANE MulTTI.

L'étanchéité de marque AXTER est un procédé Hyrène TS bi-couche. Première couche Hyrène 25/25 TS et deuxième couche Hyrène TS CPV grésé. Il y a en plus 40mm de gravillons.

Le classement FIT de ce type d'étanchéité est F5I3T4.



On constate qu'en général un Classement FIT F5 I5 T3 est requis pour une pose de panneaux photovoltaïques en lesté.

Le titulaire proposera un système d'intégration compatible avec l'étanchéité existante.

A défaut, il interviendra sur l'étanchéité de la toiture du Bloc Technique pour la rendre compatible avec une pose en lesté.

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

4 INSTALLATION D'UN GENERATEUR PHOTOVOLTAÏQUE

Cette prestation comprend :

- Fourniture d'un Dossier Technique d'Exécution préalable
- La fourniture, la pose et le raccordement des modules photovoltaïques sur support lesté en toiture ;
- La fourniture, la pose et le raccordement des onduleurs ;
- La connexion, le câblage, les boîtes de jonction ;
- La mise à la terre des installations et l'installation de parafoudres (côté AC et DC) ;
- La fourniture et la pose de l'ensemble des fourreaux, gaines, chemins de câbles et de l'ensemble des percements nécessaires à l'installation ;
- La fourniture et pose de coffrets de protections AC-DC TD Photovoltaïque ;
- La mise en place d'un système de supervision monitoring de la production ;
- Les essais préalables, le rapport de bon fonctionnement et la mise en service complète de l'installation sur le réseau.

4.1 DOSSIER TECHNIQUE D'EXECUTION

Le DTE contient les éléments de conception technique des installations photovoltaïques, tels que :

- Un plan de masse précisant l'emprise du chantier, les zones de stockage matériel, évacuation déchets (benne), stationnement des véhicules.
- Les descriptions, notes de calculs et le mode opératoire des systèmes de pose ;
- Le plan de calepinage des champs photovoltaïques ;
- Le synoptique électrique de l'installation avec l'identification des strings ;
- Les notes de calcul de dimensionnement des onduleurs ;
- La note de calcul des chutes de tensions ;
- Les notes de calcul de dimensionnement des câbles DC et AC pour vérification de la chute de tension autorisée ;
- Une étude de productible du générateur photovoltaïque, avec prise en compte des masques, et mentionnant les éléments /hypothèses de calcul ;
- Un plan d'implantation prévisionnel des équipements (coffret DC, onduleurs, coffret AC, arrêt d'urgence) ;
- Les références précises du système de pose ;
- Les références précises des onduleurs ;
- Les éléments constitutifs des coffrets DC et AC .

Le dossier technique d'exécution devra être remis dans les 15 jours calendaires avant le démarrage des travaux. Ceux-ci ne pourront pas démarrer avant la validation du DTE par le SNA-NE

4.2 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

4.2.1 Condition de performance minimale et de durée de garantie

Le titulaire du marché doit assurer la fourniture et la pose de modules photovoltaïques de haute performance, de technologie de type silicium monocristallin.

Les modules avec leurs cellules photovoltaïques doivent satisfaire aux conditions décrites ci-après :

- **Disposer d'un certificat PPE2-V2**
- Rendement du module STC minimal : 19% ;
- Garantie du produit : 20 ans minimum* ;
- Garantie de performance : 85 % à l'année 25 ;
- L'ensemble des modules constituant le générateur photovoltaïque doivent avoir des caractéristiques identiques avec une tolérance de +/- 5%/0% sur la valeur de la puissance crête. »
- Verre d'épaisseur minimal 3mm.

* Le titulaire devra être en mesure de démontrer la garantie minimale de 20 ans.

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

4.2.2 Critère carbone

Le bilan carbone des modules livrés en exécution du présent marché ne doit pas dépasser le plafond de 530 kg CO₂eq/kWc. Le titulaire atteste au SNA-NE le respect du plafond précité sur la base d'une certification PPE2-V2 en cours de validité.

4.2.3 Les conditions d'éco-conception

Afin d'optimiser la recyclabilité des modules, le titulaire est tenu de fournir des modules garantis sans éléments perturbateurs du recyclage.

Pour être conforme à cette exigence, les modules doivent respecter, selon leur composition, pour la face avant et la face arrière les exigences suivantes :

- si composite : la résine doit être hors « époxy » et les couches polymères sans fluor ;
- si polymères : le polymère doit être sans fluor

4.2.4 Exigence de traçabilité du verre et de la présence d'antimoine

Afin d'optimiser la recyclabilité des modules, le Titulaire est tenu de faire apposer sur le verre composant ses modules un marquage précisant l'identité du fournisseur et la présence, ou non, d'antimoine dans le verre.

4.2.5 Spécification concernant la présence de substances dangereuses

Afin de réduire l'impact environnemental des modules pendant les phases de fabrication, d'élimination et de recyclage, le titulaire est tenu de fournir des modules présentant un niveau de substances dangereuses aussi faible que possible.

A ce titre :

- la teneur en plomb des modules ne peut excéder 0,1% ;
- la teneur en cadmium des modules ne peut excéder 0,01%.

4.2.6 Le niveau de criticité des installations de stockage des pièces détachées et de localisation des intervenants de maintenance

Au regard de la nécessité d'assurer la continuité du service public, qui pourrait être menacée en cas de panne affectant de modules alimentant des sites en autoconsommation, le Titulaire s'engage à mettre en œuvre des mesures de gestion des risques, et en particulier du risque de rupture d'approvisionnement, tout au long de l'exécution du marché.

Le Titulaire indique et met à jour les noms, adresses, pays et éventuels points de contact de chacun des sites de stockage des pièces détachées et centres de services, notamment de maintenance, auxquels il a recours dans le cadre de l'exécution du présent marché. Le Titulaire ne peut recourir, en cours d'exécution, à un autre site sans avoir obtenu l'accord préalable du SNA-NE. En cas de changement de site en cours de marché, le Titulaire ne peut proposer que des sites présentant des caractéristiques équivalentes à celles des sites initiaux, afin de maintenir sur toute la durée du contrat un niveau constant de performance en termes de sécurité des approvisionnements, de contrôle de la qualité des produits et de respect des exigences sociales et environnementales stipulées dans les documents de la consultation.

Afin de garantir la sécurité des approvisionnements et la rapidité des interventions de maintenance sur les modules et afin de prévenir tout risque de rupture de service, conformément à l'article L.2112-4 du code de la commande publique, le Titulaire s'engage à ce que les moyens spécifiquement mis en œuvre pour la maintenance des modules acquis en exécution du présent marché soient localisés sur le territoire des Etats membres de l'Union européenne, ou de l'Espace économique européen.

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

4.3 ONDULEURS

Le raccordement au réseau de distribution se fera par l'intermédiaire d'un ou plusieurs onduleurs sans transformateur d'isolement. Ils seront conformes aux normes suivantes :

Santé et Sureté : EN 62109-1, EN 62109-2, EN IEC 62311

Compatibilité électromagnétique : EN 303 446-1, EN 303 446-2, EN 301 489-1, EN 301 489-17, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 62920

Raccordement au réseau : IEC 61727:2004

RoHS : EN IEC 63000

L'installation sera raccordée au réseau électrique de l'aéroport. Soucieux de ne pas dégrader la qualité de l'énergie fournie par le gestionnaire de l'aéroport à ses usagers, le SNA-NE sera particulièrement vigilant au respect de la norme **IEC 61727:2004**.

Les caractéristiques et le montage des onduleurs seront adaptées aux chaînes de modules photovoltaïques. Le rapport puissance nominale de l'onduleur sur puissance du générateur devra être compris entre 0,85 et 1.

Leur boîtier garantira un degré de protection IP 65. Ils seront installés à l'abri du rayonnement solaire direct et de la pluie directe.

Les onduleurs devront être équipés d'une protection de découplage intégrée conforme à la norme NF EN 50549-1 obligatoire depuis le 1^{er} janvier 2025. Le réglage de cette protection sera conforme au tableau ci-dessous.

Type NF EN 50549-1	Relais	Mesure	Réglage	Action
<i>Détection des défauts polyphasés</i>	Mini de V	3 Tensions simples	80 % V _n	Instantanée
<i>Marche en réseau séparé</i>	Mini de V	3 tensions simples	80 % V _n	Instantanée
	Max de V	1 Tension simple	115 % V _n	Instantanée
	Mini de f	1 Tension simple	47,5 Hz	Instantanée
	Maxi de f	1 Tension simple	51,5 Hz	Instantanée
<i>Perte de réseau amont</i>	Plusieurs réalisations possibles (cf norme NF EN 50549-1 §4.9.4) NB : la détection par décalage de phase est interdite			

Le titulaire devra fournir une attestation de conformité qui devra mentionner :

- l'équipement (l'onduleur) ;
- le constructeur ;
- le responsable de la mise en œuvre des réglages ;
- les réglages appliqués ;
- la date de référence des réglages.

Cette attestation doit être établie en français. Elle peut comprendre une version multilingue mais forcément avec une version en français dûment complétée.

Les onduleurs devront être garantis par le fabricant pendant 20 ans. En cas de défaillance, l'onduleur doit être remplacé sous garantie dans un délai précisé dans les conditions de garantie.

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

4.4 CABLAGE

Les câbles solaires auront une double isolation. La longueur et la section sont à définir par l'installateur en fonction de l'arrangement du champ photovoltaïque retenu. La chute de tension devra être inférieure à 1% sur le circuit DC. Les câbles utilisés devront posséder le marquage NF USE ou HAR USE. Les câbles DC seront de type PV1000F. Les câbles et accessoires de câblage seront conformes à la norme NF C 15-100 et définis selon le guide UTE C 35-502. Tout câblage en partie DC devra être réalisé en câble solaire spécifié par la norme.

La chute de tension AC devra être inférieure ou égale à 1% entre le coffret AC et l'onduleur le plus éloigné (selon guide UTE C 15-712), et sera validée par une note de calcul à fournir par le titulaire.

Les chemins de câbles seront métalliques de type « dalle marine » et capotés, assurant le guidage et la protection, notamment contre les UV, des câbles solaires jusqu'aux onduleurs.

Côté modules et côté onduleurs, les connecteurs mâles et femelles seront identiques (modèle et fabricant). Le sertissage sera réalisé avec l'outil préconisé par le fabricant du connecteur.

En toiture, chaque connecteur devra être correctement maintenu pour éviter les entrées d'eau et prévenir des défauts d'isolement. Les câbles et connecteurs ne pourront pas être en contact avec la couverture d'étanchéité.

Il sera ménagé un degré de liberté suffisant aux câbles de raccordement sous chaque module, afin de permettre le pivotement du panneau pour accès aisé aux connecteurs en vue de maintenance ou remplacement.

Afin de limiter les tensions induites dues à la foudre, la surface de l'ensemble des boucles sera aussi faible que possible. Les polarités d'une même branche devront donc cheminer d'un bout à l'autre, conformément au guide UTE C15-712-1.

4.5 MISE A LA TERRE

La liaison équipotentielle entre les cadres des modules, les parties métalliques du système d'intégration, les chemins de câbles et les carcasses métalliques du ou des onduleurs seront réalisées en cuivre isolé vert-jaune de 6 mm² minimum. Il est demandé d'éviter les contacts directs entre le cuivre et l'aluminium, les dispositifs de connexion seront adaptés en conséquence.

La liaison équipotentielle en toiture devra être mise de façon concomitante avec les polarités afin de minimiser les tensions induites. La surface de boucle doit être le plus petit possible.

La toiture du bâtiment est équipée d'un maillage de plats de cuivre étamés. Le titulaire devra se raccorder à ce maillage pour la mise à la terre de l'installation photovoltaïque.

Attention : Le percement des plats de cuivre est proscrit. Le raccordement doit se faire par assemblage mécanique.

A l'instar des installations existantes en toiture, **un méplat de cuivre étamé 30x2mm** sera fixé le long et à l'extérieur de chaque chemin de câbles que le titulaire devra poser, à raison d'une fixation tous les 30 cm. La fixation sera réalisée de préférence par des colliers métalliques INOX avec serrage mécanique à la pince de serrage, adaptés au type de chemin de câbles.

En toiture, tous les chemins de câble seront capotés. Les capots seront également raccordés au méplat de cuivre posé le long du chemin de câbles.

4.6 BOITES DE JONCTION ET COFFRETS DC

Les boîtes de jonction seront de protection IP 65 en extérieur.

Les connecteurs, presse étoupes, accessoires de fixation seront adaptés au type et à la section du câble.

L'appareillage électrique devra posséder le marquage NF. Tout appareillage installé sur la partie DC devra être de type prévu pour cet usage, et lorsqu'il a une fonction de coupure, sera dimensionné en rapport aux valeurs tension et courant maximums théoriques avec coefficient de sécurité 1,25. Les dispositifs de protection parasurtenseurs seront choisis avec système de contrôle permanent de l'état (index de couleur visuel par ex.). Ils seront facilement accessibles pour leur remplacement.

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

Le coffret sera équipé d'un dispositif de sectionnement par branche et de parafoudres bipolaires de type 2. Le cas échéant, les chaînes de modules devront être protégées par des fusibles, conformément au guide UTE C15-712-1.

Remarque : Dans la mesure où l'onduleur pourra assurer ces fonctionnalités, le coffret DC pourra être supprimé.

Ce point devra être validé en amont par le Bureau de Contrôle et la maîtrise d'oeuvre.

4.7 COFFRET DE PROTECTION AC

Le coffret AC permettra la protection et le raccordement des onduleurs photovoltaïques pour un départ commun vers le raccordement au TGBT ICA.

La conception détaillée et le dimensionnement des protections sont sous la responsabilité du titulaire et devra respecter le guide UTE C15 712-1, la NFC 15-100 et les spécifications suivantes :

- Enveloppe métallique à porte pleine, IP65 ;
- 1 Disjoncteur par branche d'onduleur + Bloc différentiel 300 mA ;
- Interrupteur sectionneur général, équipé d'une bobine à émission pour arrêt d'urgence ;
- Parafoudre 3P+N débrochable pour photovoltaïque ;
- Séparation physique de la partie de puissance, de la partie communication et de la partie arrêt d'urgence ;
- Etiquetage ;
- Compris toutes sujétions de pose et accessoires de fixation et de montage du coffret (visserie, joints, profilés...).

Le dimensionnement de l'ensemble du coffret et des éléments le composant est à la charge du titulaire.

Le coffret sera disposé sur la toiture du bloc technique. Le titulaire proposera un emplacement et une méthode de fixation.

4.8 CABLES DE RACCORDEMENT AC

4.8.1 Liaisons AC en toiture

Les câbles de raccordement AC, entre les onduleurs et le coffret AC seront dimensionnés pour avoir une chute de tension maximale de 1%. Les cheminements se feront dans des chemins de câble capotés. Ceux-ci seront fixés de telle sorte à ne pas abîmer l'étanchéité de la toiture.

Le titulaire portera une attention particulière au cheminement lors des changements de toiture (notamment de la toiture 3 vers la toiture 2) l'aspect architectural du bâtiment ne devra pas être détérioré. On pourra essayer de cacher le câble entre les panneaux préfabriqués en béton.

4.8.2 Liaison entre le coffret AC et le TGBT ICA

Le câble de raccordement AC, entre le coffret AC et le TGBT ICA au RDC du bâtiment sera dimensionné pour avoir une chute de tension maximale de 3%.

Le cheminement du câble est traité au §5.

4.9 SYSTEMES DE SUPERVISION

Il sera distingué :

- L'accès à une supervision « propriétaire » généralement proposée par le fabricant d'onduleur (portail de suivi...) ;
- L'interface indépendante permettant une supervision additionnelle via un dispositif local.

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

4.9.1 Supervision propriétaire

Une supervision de ce type n'est pas demandée par le SNA-NE. Si néanmoins le fabricant exige cette fonctionnalité (pour la garantie par exemple), le système n'aura pas accès au réseau informatique du SNA-NE. Le candidat devra proposer un accès indépendant pour les onduleurs du parc photovoltaïque. Cet accès pourra se faire en utilisant les réseaux mobiles public (4G, 5G).

4.9.1.1 Contrôles et audits

Durant la préparation ou la réalisation du marché, le SNA-NE peut conduire ou mandater des contrôles et audits de sécurité informatique des fournitures, prestations, moyens utilisés et services proposés par le candidat ou titulaire, et leurs sous-traitants. Dans tous les cas, des audits légitimés par la sélection ou le suivi de titulaires de marchés peuvent être réalisés sans accord préalable dès lors que les tests et sondes respectent les conventions techniques d'usage permettant de les identifier (par exemple, User-Agent référençant une URL d'explication, reverse-DNS permettant de donner une origine claire à une adresse IP, etc.).

4.9.1.2 Documentation

Le Titulaire est tenu de fournir à première demande la documentation nécessaire à la sécurisation de ses fournitures. En particulier, sa documentation explicite tous les flux échangés (entrants et sortants, applicatif mais aussi de maintenance, de statistiques, de mise à jour, d'administration distante, etc.), et les dispositifs de contrôle d'accès et de maintien en condition de sécurité. Si l'emploi sécurisé du produit ou du service nécessite des actions particulières de la part des bénéficiaires du marché, elles doivent être clairement identifiées dans un chapitre Sécurité du mode d'emploi (par exemple, la procédure de changement des mots de passe par défaut ou des interfaces exposées, de mise à jour de composants logiciels...).

4.9.1.3 Etat de l'art

La sécurisation des systèmes informatiques dépend de l'évolution des technologies. Il appartient à chaque titulaire de marché de s'aligner sur les standards et référentiels qui concernent les services qu'il propose, utilise ou met à disposition. A première demande, le titulaire fournit tous les éléments démontrant la conformité à ces référentiels pour les services et objets numériques qu'il inclut dans son offre de fournitures. Il précise alors les domaines concernés (interfaces web et courriels), les objets et bases d'information concernées (appareils connectés, sauvegardes de données, consoles d'administration). Concernant plus spécifiquement les appareils connectés, le titulaire met en place : - un dispositif de lutte contre les logiciels malveillants (anti-virus, ou système de vérification et détection à base de signatures ou condensats des logiciels autorisés). - un dispositif de mise à jour sécurisé. - une limitation de l'exposition via les réseaux en réduisant les ports acceptant des connexions entrantes et en authentifiant les accès distants, sans faille connue (ceci exclut les connexions non chiffrées TELNET, HTTP/SMTP sans TLS, et l'emploi de mots de passe génériques ou faciles à découvrir, par exemple du fait d'un hachage insuffisant).

4.9.1.4 Signalements de sécurité

Pour les prestations, produits et services qu'il fournit dans le cadre du marché, le titulaire met à disposition des fils publics par abonnement (flux RSS, liste de diffusion par courriel) ou autre dispositif d'information dédié à la sécurité informatique. Ces fils, identifiés dans le chapitre Sécurité des modes d'emploi, permettent aux bénéficiaires d'être tenu informés en continu des événements et changements impactant la sécurité, par exemple annonce de correctif, attaque en cours, nouvelle configuration à appliquer, violation de données à caractère personnel, etc. Afin de garder leur pouvoir d'alerte, ces canaux de diffusion ne sont pas mélangés avec des flux commerciaux et marketing. Les fils peuvent être multiples dans le cas de fournitures en plusieurs composants mais sans laisser de vide d'information. Réciproquement, les outils numériques mis à disposition permettent aux bénéficiaires et leurs experts en cybersécurité de signaler directement aux équipes appropriées du titulaire de possibles failles ou détournements de dispositifs de sécurité. Afin que ces signalements soient effectifs et efficaces, les conventions d'usage en cybersécurité sont respectées (security.txt, abuse@). Dans tous les cas, il faut moins d'une minute pour trouver le point d'entrée approprié du signalement. Après analyse partagée et vérification, le titulaire a obligation d'enregistrer

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

les failles auprès des autorités compétentes (CERT nationaux pour les éditeurs, registres RGPD et CNIL ou équivalent pour la divulgation 18 de données personnelles, ANSSI pour les opérateurs d'importance vitale ou de services essentiels, etc.) en suivant les réglementations établies. L'emploi d'un système de cotation connu (par exemple CVSS) permet de hiérarchiser l'urgence pour tous les acteurs en aval. A défaut d'action sous 3 mois, le SNA-NE a la possibilité de se substituer aux titulaires dans les actions précédentes ou de pratiquer une divulgation responsable (annonce de la faille avec embargo pendant au moins 90 jours sur les détails techniques).

4.9.2 Supervision locale

Le candidat prévoira dans son offre la fourniture et la pose d'un système non-propriétaire de télérelève/supervision compatible avec les onduleurs proposés. Ce système permettra au SNA-NE d'interfacer sa supervision existante à l'installation photovoltaïque. L'accès se fera obligatoirement en utilisant **une rupture de protocole** via des ports RS485 en protocole ModBus.

Le titulaire installera un compteur d'énergie de type DIRIS A10 de référence :48250401ou équivalent sur la liaison entre le coffret AC et le TGBT ICA.

Le candidat décrira les caractéristiques des données accessibles (MIB). La description portera à minima sur :

- La fréquence de transmission (à minima horaire) ;
- Les données de production du parc et de chaque onduleur ;
- Les déclenchements et envoi d'alarmes selon l'état des variables.

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

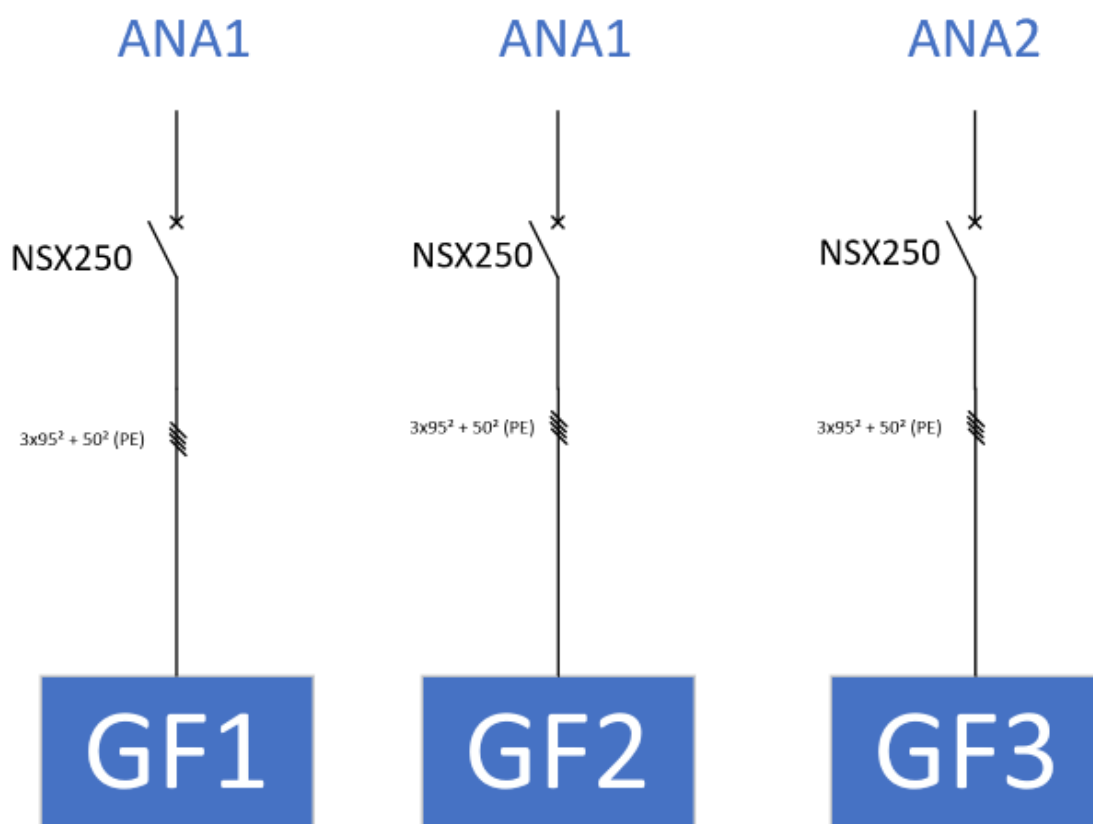
5 MODIFICATION DE L'ALIMENTATION DES GF.

5.1 PRINCIPE D'ALIMENTATION DES GF

Le Bloc Technique dispose aujourd'hui de 3 GF de puissance électrique 100kW. Il y en a toujours deux en fonctionnement et un en secours. Le besoin en production de froid est permanent y compris en hiver.

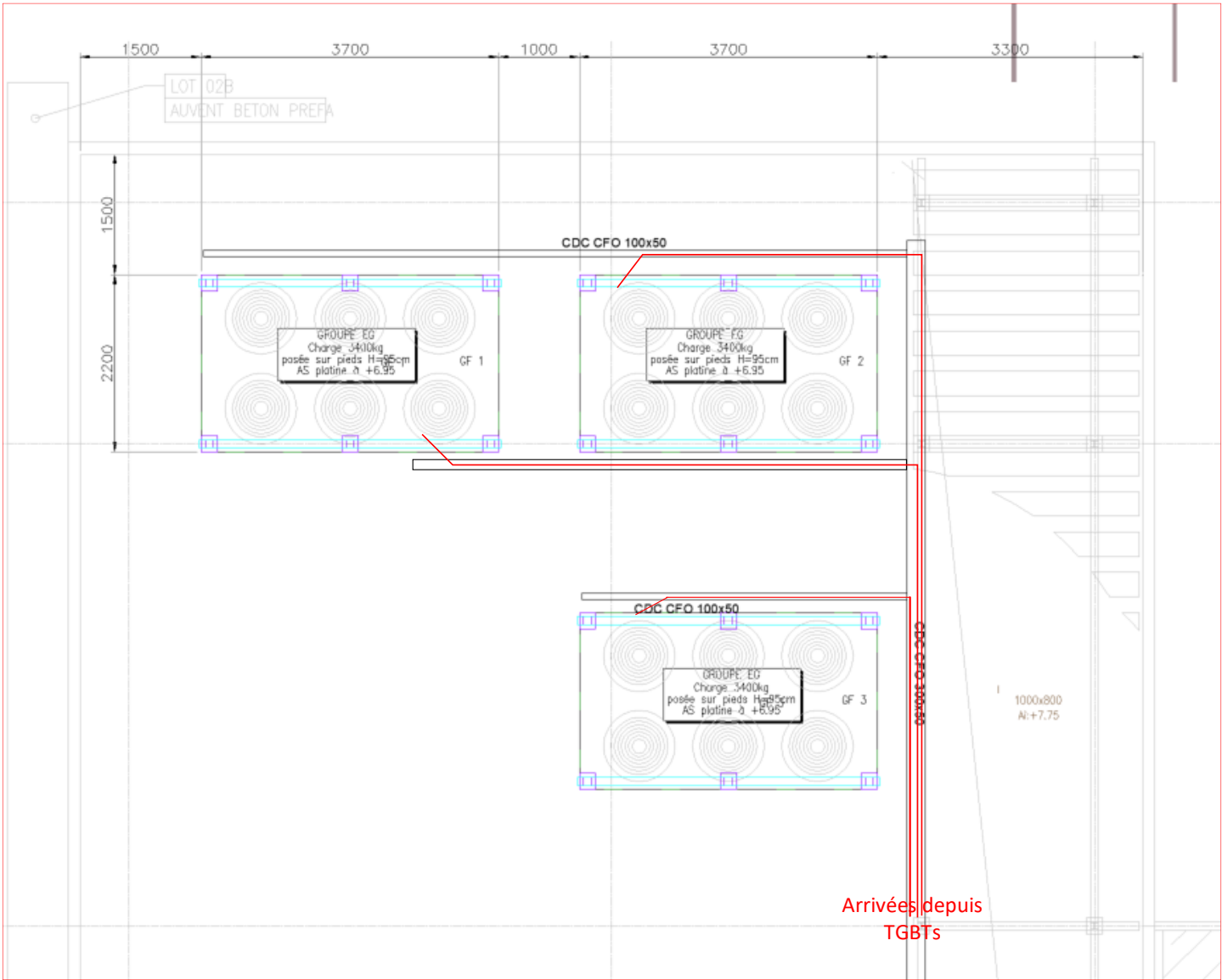
Il existe trois réseaux électriques différents dans le Bloc technique : ANA1, ANA2 et ICA.

Le principe d'alimentation des GF est le suivant.



Le cheminement du câblage en toiture est visible à la page suivante.

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025



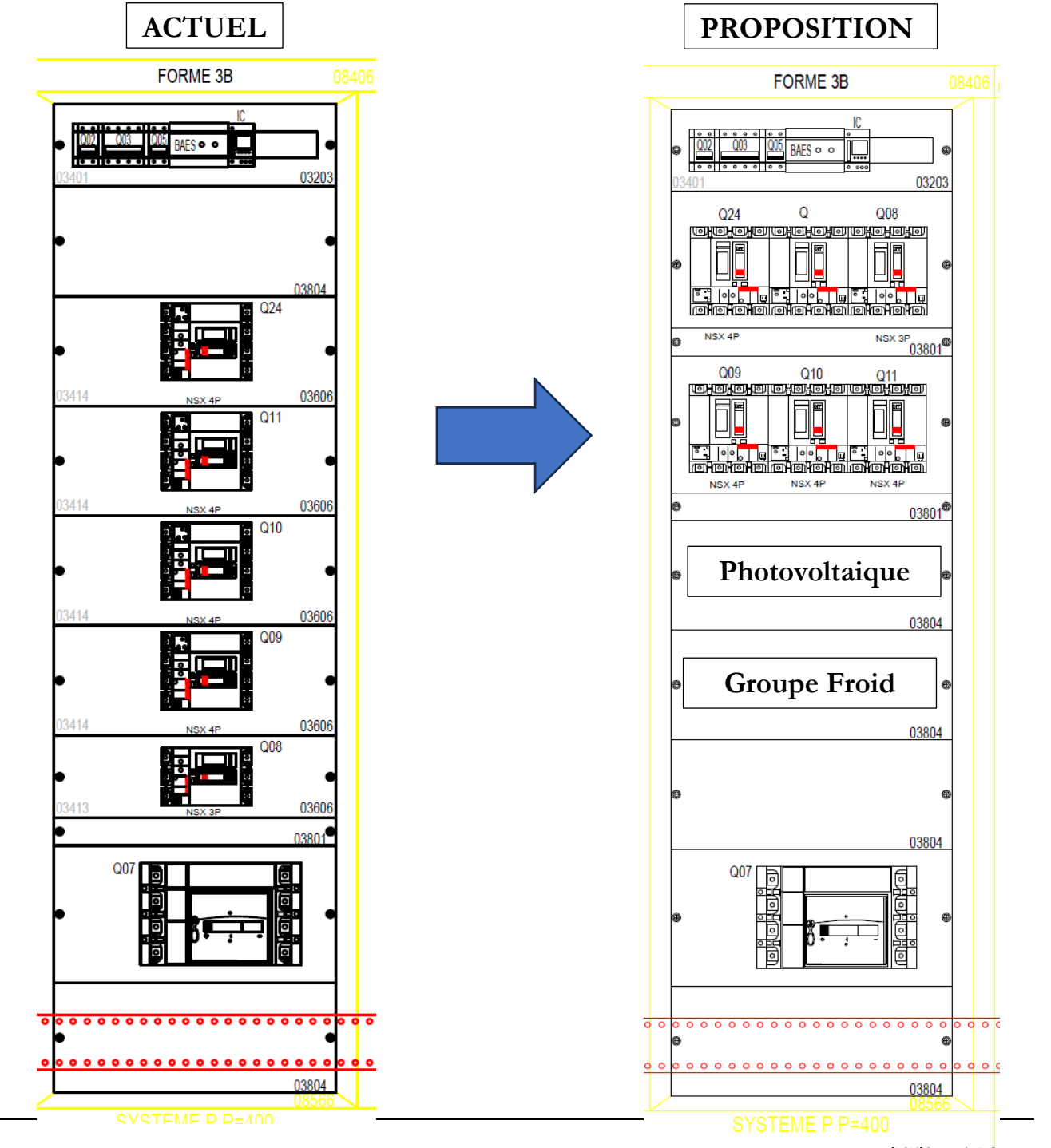
SNA-NE	Projet	CCTP Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Version	V1R2
Note Tech.	Titre		Du	14/11/2025

5.2 MODIFICATION DU TGBT ICA

Le TGBT ICA se trouve au RDC du Bloc Technique, devra accueillir deux départs supplémentaires à fournir et installer par le titulaire :

- Le générateur photovoltaïque calibre à déterminer par le titulaire ;
- Un Groupe froid, type NSX 250A.

Le titulaire devra étudier la possibilité de remaquetter le TGBT afin de créer l'espace supplémentaire pour accueillir les deux départs listés ci-dessus. La modification devra être validée par le SNA-NE et un bureau de contrôle On trouvera ci-dessous une proposition.



SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

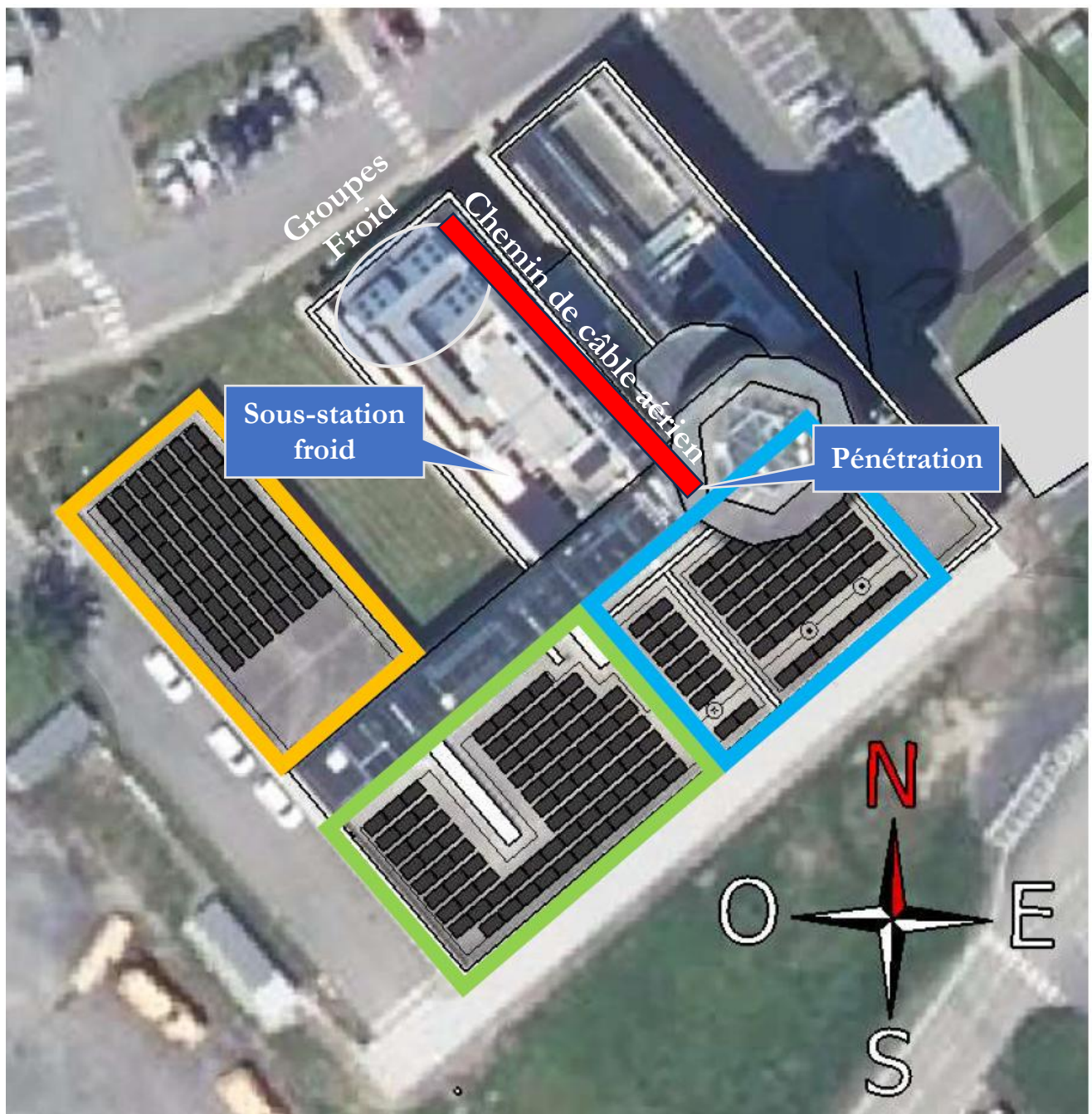
Si cette modification n'est pas possible le titulaire devra proposer la mise en place d'une extension du TGBT.

Dans tous les cas cette intervention nécessitera la coupure du TGBT ICA. Cette coupure devra se faire en dehors des horaires de bureau. Dans son chiffrage, le titulaire prévoira une intervention en horaires décalés.

5.3 POSE DES LIAISONS ICA SUPPLEMENTAIRES

Pour la pose des deux liaisons ICA supplémentaires on utilisera au maximum les chemins de câble existants.

En toiture, la pénétration dans le bâtiment se fait au niveau du pied de la tour de contrôle. On a une vision d'ensemble de la toiture et des installations existantes ci-dessous.

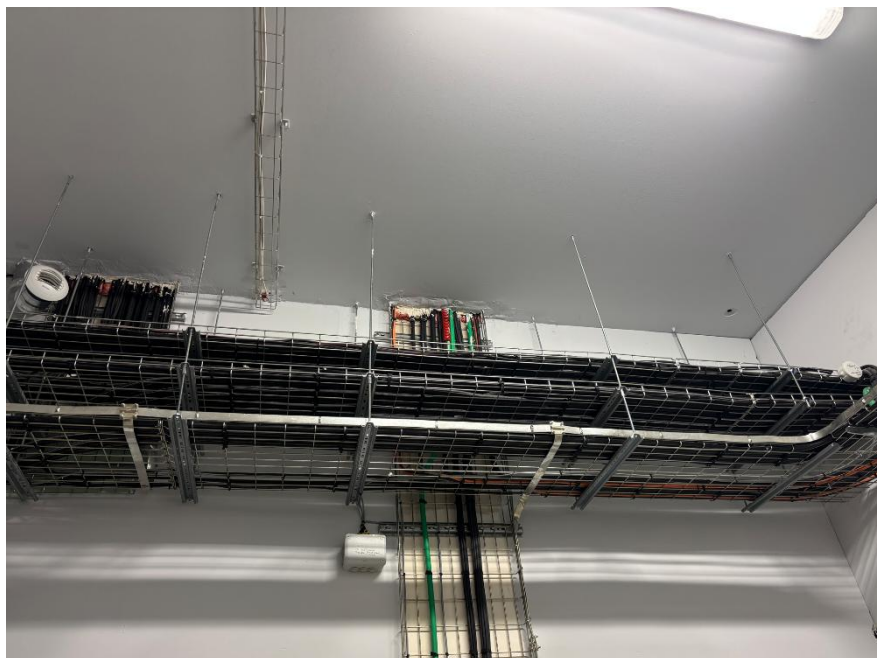


SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

La pénétration depuis la toiture vers le premier étage a été protégée par une couverture métallique qui devra être soigneusement démontée puis reposée à l'issue des travaux. Le titulaire devra garantir l'étanchéité de la pénétration dans le bâtiment à l'issue des travaux.

Un fois dans le bâtiment, il faut traverser le R+1 pour déboucher directement dans le local où se trouve le TGBT ICA. Les traversées devront être refermées après les travaux avec de la mousse PU expansive coupe-feu.

R+1 : Pénétration depuis la toiture



RDC : Arrivée dans le local ICA

Pour la liaison supplémentaire vers les Groupes de froid le titulaire posera des câbles de section $3 \times 95^2 + 50^2$ (PE) la longueur à poser sera déterminée lors d'une visite préalable.

Pour la liaison vers le coffret AC Photovoltaïque, le titulaire produira sa propre note de calcul.

SNA-NE	Projet	CCTP Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Version	V1R2
Note Tech.	Titre		Du	14/11/2025

Si le titulaire doit poser du chemin de câble supplémentaire, il sera de type Cablofil à l'intérieur et de type « dalle marine » capoté à l'extérieur. Dans les deux cas, à l'instar des installations existantes, un méplat de cuivre étamé 30x2mm sera fixé le long et à l'extérieur de chaque chemin de câbles, à raison d'une fixation tous les 30 cm. La fixation sera réalisée par des colliers métalliques INOX avec serrage mécanique à la pince de serrage, adaptés au type de chemin de câbles.

En toiture, tous les chemins de câble seront capotés. Les capots seront également raccordés au méplat de cuivre posé le long du chemin de câbles.

5.4 COFFRET DE REPARTITION

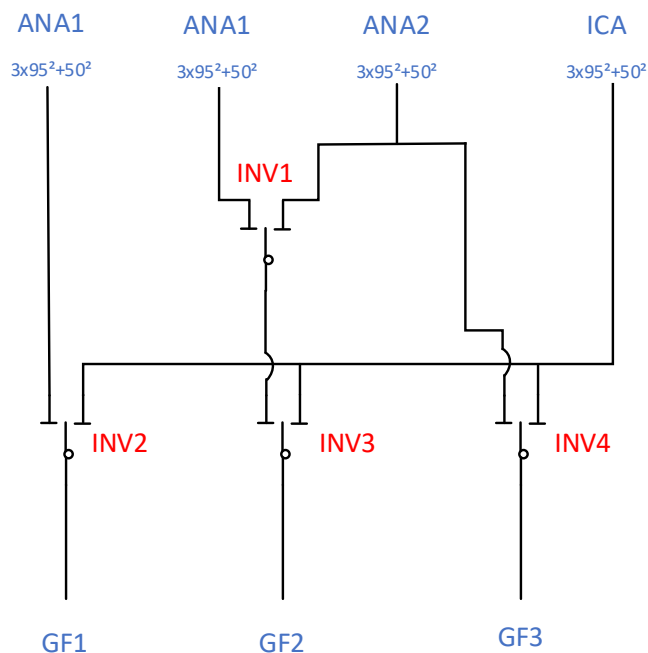
Le SNA-NE souhaite se laisser la possibilité de commuter un des GF sur le réseau ICA et les deux autres sur ANA1 et ANA2.

Pour ce faire le titulaire fera l'étude d'un coffret ad hoc à disposer en toiture permettant de réaliser ces commutations.

Le coffret sera proposé pour validation au SNA-NE avant fabrication. Ce coffret aura les caractéristiques suivantes :

- Dimension : A définir par le titulaire ;
- Matière : Acier Inoxydable ;
- Indice de protection : IP65 ;
- Entrée et sortie des câbles par le bas.

On trouvera une proposition de schéma ci-dessous. On constate que chaque GF peut être alimenté par le réseau ICA et l'alimentation des deux autres GF répartie entre ANA1 et ANA2. Tous les départs ont un calibre de 250A et les alimentations qui proviennent du RDC du Bâtiment Technique sont de type 3 phases sans neutre de section $3 \times 95^2 + 50^2$ pour le conducteur de terre. Les inverseurs de source seront de type SOCOMEC SIRCOVER I-0-II ou équivalent et de calibre adapté. Le titulaire proposera une solution pour le traitement des conducteurs de terre qui devra être validé par le bureau de contrôle.



Les inverseurs de source seront montés sous plastron. Sur les plastrons le titulaire fera apparaître le schéma de câblage et l'étiquetage. L'opérateur devra pouvoir manœuvrer les inverseurs sans devoir consulter de documentation. Cet affichage sera de type « dilophane » ou « gravoply ».

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

Les inverseurs de source seront munis de contacts de position permettant à la supervision de déterminer sur quels réseau les GF sont alimentés. Ces informations seront câblées sur l'automate de supervision qui se trouve dans la sous-station « froid » en toiture (cf vue page 21).

5.5 RECABLAGE DES GF EN TOITURE

Le titulaire devra insérer le coffret de répartition décrit au chapitre précédent dans l'alimentation des Groupes Froid.

On trouvera un schéma de principe à la page suivante puis une vue de la toiture avec insertion du coffret de répartition.

Le titulaire devra fixer le coffret au mur du fond en toiture et installer un chemin de câble de taille adapté qui relie le coffret de répartition au chemin de câble aérien.

Le chemin de câble sera de type « dalle marine » capoté. Un méplat de cuivre étamé 30x2mm sera fixé le long et à l'extérieur à raison d'une fixation tous les 30 cm. La fixation sera réalisée par des colliers métalliques INOX avec serrage mécanique à la pince de serrage. Le méplat sera interconnecté avec le méplat du chemin de câble aérien d'un coté et à la barrette de terre coté coffret de répartition.

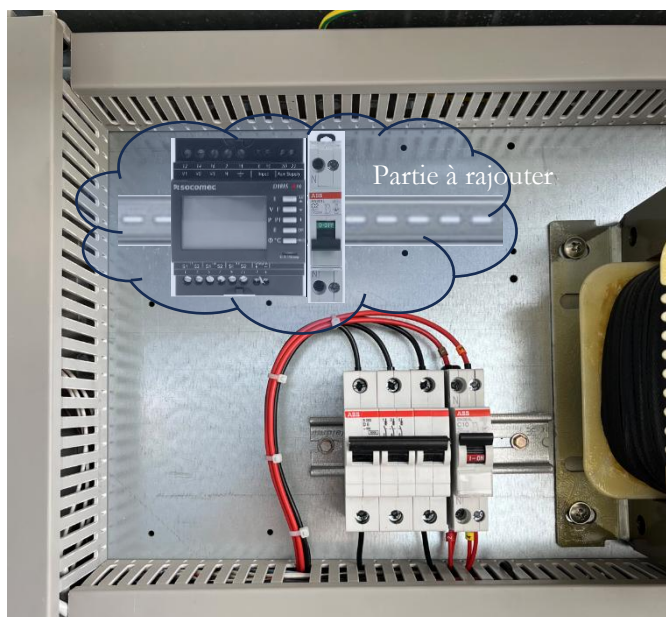
Le titulaire devra ensuite décâbler l'alimentation des Groupes Froid et les ramener dans le coffret de répartition la longueur disponible est suffisante.

En sortie de coffret, il devra poser 3 nouvelles liaisons vers les Groupes Froid.

Attention : Pour cette opération le titulaire sera particulièrement vigilant à conserver l'ordre des phases.

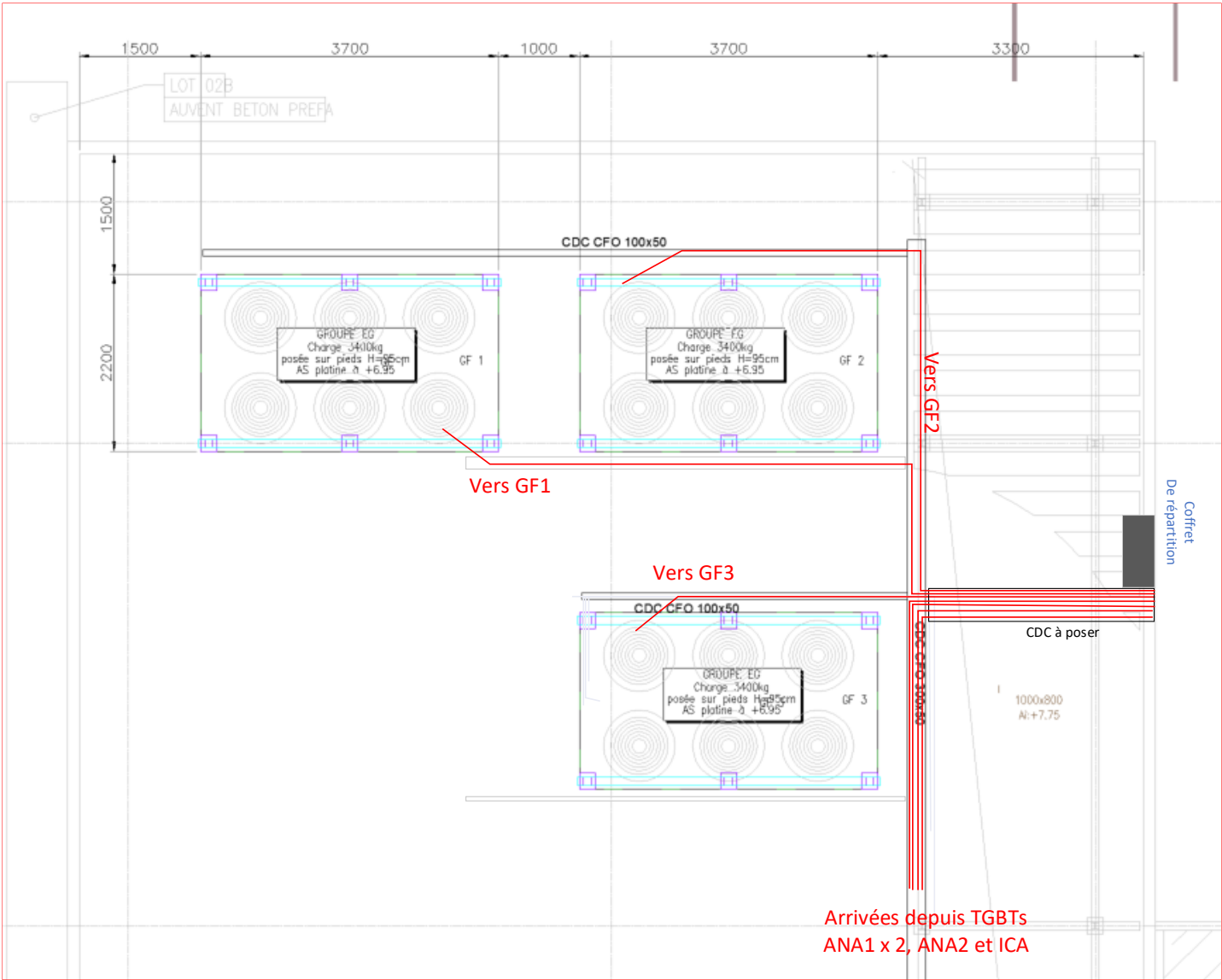
Le titulaire fournira et installera sur chaque GF un compteur d'énergie de type DIRIS A10 de référence :48250401 ou équivalent. Ces compteurs seront fixés sur rail DIN à installer dans le Groupe Froid et alimentés par un disjoncteur à fournir et installer (cf implantation ci-après). Les compteurs seront reliés en série à la supervision Energie du Bloc Technique par un câble RS485 qui devra être posé dans le tableau ICA en RDC.

A la fin des travaux de recâblage, les chemins de câbles devront être remis à l'état d'origine.



Implantation des compteurs d'énergie

SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025



SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025



SNA-NE	Projet	CCTP	Version	V1R2
Note Tech.	Titre	Générateur photovoltaïque Toiture du Bloc Technique Strasbourg-Entzheim	Du	14/11/2025

6 DOE

Le dossier des ouvrages exécutés (DOE), qui sera fourni en fin de chantier, sera constitué des documents suivants :

- Les documentations des éléments du système photovoltaïque (onduleurs, panneaux, systèmes de pose, câbles DC et AC) ;
- Fiches techniques (coffret de répartition, compteurs énergie, disjoncteurs...) ;
- Numéros de série (onduleur) ;
- Certificats de conformité (onduleurs et Panneaux solaires) ;
- Conditions de garantie (onduleurs et Panneaux solaires) ;
- Plans de récolement ;
- Calepinage du champ PV (avec identification des différents strings) ;
- Schéma unifilaire à jour ;
- Schéma électrique de mise à la terre ;
- Plans de masse précisant les emplacements des éléments de l'installation (câblages, onduleur, coffrets et boîtiers de raccordement) ;
- Plan de la toiture avec l'identification des strings et la localisation précise de l'entrée des câbles DC sous le champ photovoltaïque ;
- Notes de calcul mise à jour ;
- Dimensionnement onduleur ;
- Chute de tension ;
- Simulation de productible ;
- L'attestation de conformité électrique (Consuel à la charge de l'installateur) ;
- L'attestation du bureau de contrôle ;
- Un relevé des tests et mesures effectués avant mise en service (fiches d'autocontrôle) ;
- Les PV d'essais et de mise en service ;
- Le document d'intervention ultérieur sur l'ouvrage (DIUO) incluant une notice d'entretien et d'exploitation du générateur avec descriptif des actions à effectuer et leur périodicité. Il établira une méthode de diagnostic et remèdes aux principales pannes ou dysfonctionnements courants ;
- Une procédure de mise en service et mise hors service de l'installation ;
- Notice d'utilisation du système de monitoring / supervision.