

**GYMNASE ENSM**  
**74 400 CHAMONIX**  
**INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE**

**PRO  
DCE**

**Maître d'ouvrage**

ECOLE NATIONALE DES SPORTS DE MONTAGNE  
35 route du Bouchet – 74400 CHAMONIX MONT-BLANC



**Maîtrise d'œuvre**

Bureau étude Fluide :

**DOUBLE CEnS**  
57, rue des Gorges de la Frasse  
74600 SALLANCHES  
Tel : 04 50 21 80 10  
Courriel : [contact@double-cens.com](mailto:contact@double-cens.com)



**CCTP**  
**Cahier des Clauses Techniques Particulières**

**INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUE**

juillet 2025

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>GENERALITES ADMINISTRATIVES.....</b>	<b>5</b>
1.1	PRÉSENTATION DE L'OPERATION.....	5
1.2	PRINCIPES DES SYSTEMES TECHNIQUES À METTRE EN ŒUVRE .....	5
1.2.1	COURANT FORTS : .....	5
1.3	PRÉSENTATION DU CCTP.....	6
1.4	CONNAISSANCE DU DOSSIER.....	6
1.5	PIECES A FOURNIR PAR LES CONCURRENTS.....	7
1.6	FRAIS D'ETUDES DE CONCEPTION .....	8
1.7	REGLEMENTATION - NORMES.....	8
1.8	ETUDES D'EXECUTION.....	9
1.8.1	DOCUMENTS COMPLEMENTAIRES SUR DEMANDE DU MAITRE D'ŒUVRE.....	10
1.9	ESSAIS.....	11
1.9.1	MODALITES RELATIVES AUX ESSAIS.....	11
1.9.2	SIGNALETIQUE ET DOCUMENTATION TECHNIQUE : .....	11
1.9.3	AUTO-CONTROLES .....	11
1.9.4	ESSAIS ET CONTROLE COMPLEMENTAIRES PREALABLES A RECEPTION .....	11
1.10	RECEPTION .....	13
1.10.1	RESPONSABILITE .....	14
1.11	DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES .....	14
1.12	GARANTIES.....	15
1.12.1	GARANTIE DE PARFAIT ACHEVEMENT : .....	15
1.12.2	GARANTIE DE BON FONCTIONNEMENT : .....	15
1.13	ETENDUE ET LIMITE DE PRESTATIONS .....	17
1.13.1	OUVRAGES/PRESTATIONS A LA CHARGE DU PRESENT LOT : .....	17
1.13.2	OUVRAGES/PRESTATIONS EXCLUS DU PRÉSENT LOT .....	18
1.13.3	SERVICES CONCESSIONNAIRES, SERVICES PUBLICS, SERVICES DE SECURITE.....	19
<b>2</b>	<b>SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES.....</b>	<b>20</b>
2.1	VERIFICATION DES PASSAGES.....	20
2.2	RECONNAISSANCE DES LIEUX .....	20
2.3	APPROVISIONNEMENT DU CHANTIER.....	20
2.4	MARQUES ET QUALITES DES MATERIELS.....	20
2.5	ACCES AUX MATERIELS.....	21
2.6	AMENAGEMENT DES LOCAUX ET ENCEINTES TECHNIQUES.....	21
2.7	RESISTANCE A LA CORROSION .....	22
2.8	DISPOSITION POUR EVITER LES ENTREES D'EAU .....	22

2.9	REPERAGE DES MATERIELS ET CANALISATIONS .....	22
2.9.1	COULEURS CONVENTIONNELLES : .....	22
2.10	ASSISTANCE TECHNIQUE DE FOURNISSEURS .....	23
2.11	EXIGENCES DEPENDANT DES INFLUENCES EXTERNES .....	23
2.12	SELECTIVITE ET POUVOIR DE COUPURE .....	23
2.13	ARMOIRES ELECTRIQUES .....	23
2.14	NATURE ET MODE DE POSE DES CANALISATIONS .....	27
2.15	ETANCHEITE A L'AIR DU BATIMENT .....	27
2.15.1	TESTS D'ISOLATION ET D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DU BÂTIMENT .....	27
2.15.2	VALEURS CIBLES A RESPECTER : .....	27
2.15.3	OBSERVATIONS .....	28
2.15.4	IMPACT SUR LE CALFEUTREMENT DES RÉSEAUX .....	28
<b>3</b>	<b>INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE .....</b>	<b>29</b>
3.1	DESIGNATION DU PROJET .....	29
3.1.1	ETUDES ET PLANS D'EXCUTIONS .....	29
3.2	INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUE .....	30
3.2.1	GENERALITES .....	30
3.2.2	MISE A LA TERRE DE L'INSTALLATION .....	30
3.2.3	MODULES PHOTOVOLTAÏQUES .....	30
3.2.4	COFFRET ELECTRIQUE DC .....	32
3.2.5	BOITIER D'ARRET D'URGENCE GENERAL ELECTRIQUE .....	32
3.2.6	ONDULEUR .....	33
3.2.7	PASSERELLE DE COMMUNICATION .....	34
3.2.8	COFFRET ELECTRIQUE AC .....	35
3.2.9	DÉMARCHE POUR REJET D'EXCÉDENT DE PRODUCTION SUR RÉSEAU ENEDIS .....	36
3.2.10	PANNEAU D'AFFICHAGE DE LA PRODUCTION ET CONSOMMATION .....	37

## NOTES A TOUTES LES ENTREPRISES

### NOTA :

Les entreprises devront prendre toutes les dispositions nécessaires (matériel, personnel) afin de respecter le planning.

Dans son étude de prix, l'entreprise devra prendre en compte les prescriptions conformes au P.G.C.

Afin d'estimer les travaux, l'entrepreneur est réputé avoir pris connaissance des lieux et de tous les éléments afférents à l'exécution des travaux.

Il n'est pas prévu de recette à matériaux ni de bennes de réception des gravats, etc.

L'évacuation des déchets de chantier sera obligatoirement effectuée en sacs plastiques ou en containers fermés, et conformément à la loi n° 75-633 du 15 juillet 1975, modifiée.

---

### NOTA :

Chaque entreprise fera son affaire des moyens de levage et de la manutention des matériaux pour l'approvisionnement et l'évacuation des gravats.

Tous les travaux devront être exécutés conformément aux D.T.U. et aux normes en vigueur à ce jour.

---

### NOTA : COMMODITÉ ET SÉCURITÉ

L'entreprise aura à sa charge les moyens de levage nécessaires.

Elle devra installer obligatoirement des dispositifs conformes aux prescriptions réglementaires du Code du Travail pour assurer la commodité d'exécution des travaux, la sécurité du personnel et la protection du public.

Ces dispositifs comprendront la pose, la dépose, le double transport et le rangement du matériel. L'amortissement et l'entretien seront inclus dans les frais d'exploitation de l'entreprise.

---

### NOTA : DISPOSITIONS COMMUNES

L'entreprise prendra toutes les dispositions nécessaires pour trouver un lieu de décharge auprès des autorités compétentes.

Compte tenu de la proximité des bâtiments et des voies publiques, l'entrepreneur prendra toutes les dispositions de sécurité nécessaires. Il sera entièrement responsable en cas d'accidents causés aux personnes ou aux biens du fait de sa négligence.

L'entrepreneur aura à sa charge les protections et signalétiques nécessaires du chantier ainsi que les autorisations de voirie. Il devra prendre toutes les mesures nécessaires pour ne pas perturber la circulation sur les voies publiques.

Il veillera à ne pas salir la voie publique et assurera le nettoyage des voies ainsi que les travaux de réfection qui pourraient lui être imputés.

L'entrepreneur prendra toutes les précautions nécessaires pour la protection des conduits et ouvrages existants autour du bâtiment (eau, égouts, EDF, PTT, etc.) et prendra contact avec les organismes concernés.

Il devra également assurer la protection des zones privées et publiques mitoyennes.

Toutes les dispositions devront être prises pour réduire au maximum les nuisances (bruit, poussière, etc.).

Enfin, l'entrepreneur devra prendre contact avec les services techniques de la commune afin d'obtenir les autorisations

nécessaires concernant l'emprise du chantier sur le domaine public, ainsi que pour définir les dispositions à mettre en œuvre en matière de signalisation et de protection des piétons.

---

**NOTA :**

Étant donné la proximité immédiate d'un site fréquenté des travaux et pendant toute la durée de ces derniers, les entrepreneurs devront mettre en place tous les moyens nécessaires pour assurer la sécurité des personnes.

## **1 GENERALITES ADMINISTRATIVES**

### **1.1 PRÉSENTATION DE L'OPERATION**

La maîtrise d'ouvrage commande une installation photovoltaïque pour de l'autoconsommation électrique dans son bâtiment « Gymnase de l'ENSA » situé promenade du Fori, 74400 Chamonix Mont Blanc.

En cas de variante de matériel, l'entreprise réalisatrice devra la mise à jour de ces calculs et en assure l'entière responsabilité tant au niveau du résultat que de la saisie des données.

Les prestations du lot consistent à réaliser :

- l'établissement et le suivi des plannings d'exécution, jusqu'à la réception des travaux,
- la réalisation des plans d'exécution,
- la réalisation de l'installation photovoltaïque.
- le raccordement de l'installation jusqu'au point de livraison, la demande de raccordement ENEDIS sera demandée par le titulaire du marché
- le remplacement et la remise en état des détériorations du site liées à la réalisation des travaux,
- l'enlèvement et la mise en décharge des déchets et gravats liés au chantier,
- la mise en place de la signalétique,

S'agissant de la réalisation de la centrale, les prestations consistent en la fourniture et la pose :

- de l'unité de production à partir de modules photovoltaïques devant assurer la couverture et l'étanchéité,
- des onduleurs,
- de l'installation électrique en amont du point de livraison de l'énergie (limite de concession ENEDIS),
- d'un système d'acquisition de données,
- d'un système de transfert des données,
- d'une extension de garantie des onduleurs, – en option.
- d'un panneau didactique d'information sur la production du système – en option.

Le candidat s'engage en outre à effectuer :

- les essais préalables à la réception,
- la réception de l'installation en présence du maître d'ouvrage,
- la formation des utilisateurs,
- l'élaboration du registre de sécurité,
- la réalisation et la transmission des dossiers des ouvrages exécutés (DOE).

### **1.2 PRINCIPES DES SYSTEMES TECHNIQUES À METTRE EN ŒUVRE**

Le présent lot devra la livraison complète en état neuf et en fonctionnement des installations et systèmes suivants :

#### **1.2.1 COURANT FORTS :**

·Nouvelle installation photovoltaïque

### 1.3 PRÉSENTATION DU CCTP

Le présent document a pour objet de définir les travaux d'électricité **Courants forts (CFO)** à mettre en œuvre dans le cadre de l'opération définie ci-avant.

Le présent CCTP inclut l'intégralité du présent document accompagné de ses annexes sans ordre d'importance contractuelle. À ce titre, les annexes comme les tableaux, les schémas, les plans, etc. font partie intégrante du CCTP et ont la même valeur contractuelle.

Les documents constituant donc le CCTP sont notamment :

·Le présent document, y compris ses annexes

·Les plans,

·DPGF

Pour rappel, l'entreprise a d'abord une obligation de résultats et de performances avant une obligation de moyens. Les résultats et les performances attendus sont décrits dans le présent document.

**Les marques des systèmes, équipements ou matériels sont indiquées à titre indicatif afin de définir un résultat et une prestation à minima. L'entreprise peut proposer un matériel techniquement équivalent, voire plus performant.**

L'entreprise a la possibilité de changer les moyens décrits dans le présent document uniquement sous réserve de fournir au maître d'œuvre l'intégralité des éléments prouvant l'obtention de résultats similaires ou supérieurs avant l'installation du matériel, et notamment notes de calculs, détails, fiches techniques, etc., afin d'obtenir l'accord écrit du maître d'œuvre avant la réalisation des travaux.

Tous travaux réalisés par l'entreprise sans accord préalable du maître d'œuvre et qui s'avèreraient non conformes ou ayant des incidences sur les autres lots seront modifiés par l'entreprise du présent lot sans qu'aucune compensation financière ne lui soit allouée.

### 1.4 CONNAISSANCE DU DOSSIER

L'Entreprise devra, sous son entière responsabilité, vérifier les documents, plans et renseignements qui lui sont communiqués dans le cadre de l'appel d'offres.

En cas d'incohérence entre les différentes pièces, l'Entreprise devra en avertir le maître d'œuvre dès la phase de chiffrage, afin que ce dernier précise les travaux à inclure.

Si l'Entreprise n'avertit pas le maître d'œuvre durant cette phase, elle sera réputée avoir chiffré tous les travaux nécessaires pour garantir une installation conforme aux recommandations du maître d'œuvre.

Pour rappel : L'Entreprise a la possibilité d'obtenir tous les renseignements nécessaires auprès du maître d'œuvre avant le dépôt de son offre.

Elle ne pourra en aucun cas se prévaloir d'une erreur, d'une omission ou d'une ambiguïté dans le présent document.

L'Entreprise pourra également consulter l'ensemble des dossiers des autres lots. En conséquence, elle ne pourra invoquer l'ignorance des travaux des autres corps d'état susceptibles d'avoir des incidences sur l'exécution de ses propres travaux.

**À noter :** Lors de l'établissement des plans de fabrication par l'Entrepreneur ou lors de la pose des équipements, certains passages particuliers pourront nécessiter le dévoiement ou la modification des canalisations et chemins de câbles, sur demande du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre, afin d'améliorer l'aspect technique ou esthétique du projet. Ces ajustements seront réalisés dans le cadre du forfait de l'Entrepreneur.

## 1.5 PIECES A FOURNIR PAR LES CONCURRENTS

Les Entrepreneurs soumissionnaires devront remettre, en plus des pièces contractuelles, une décomposition sous forme de devis quantitatif du prix global et forfaitaire, dont le cadre est fourni en annexe.

Cette décomposition comportera la liste des travaux et fournitures nécessaires à la livraison d'une installation en parfait état de fonctionnement. Chaque article devra être chiffré en prix unitaire.

Les prix unitaires incluront :

L'entreprise devra fournir dans son offre un mémoire technique détaillé complet comprenant :

- Les notes de calcul solaire (par PV syst par exemple) avec le calcul des ratios de performance et du productible annuel attendu
- Le diagramme d'ombrage.
- Les plans de calepinage avec répartition des strings
- Le schéma unifilaire de l'installation
- Un descriptif du matériel proposé (nombre, marque et modèle des panneaux photovoltaïques, etc.) selon la grille présentée en annexe.
- La documentation technique de l'ensemble du matériel proposé (y compris coffrets et armoires),
- Les caractéristiques de l'installation (la puissance électrique installée, la puissance électrique injectée sur le réseau, la productivité mensuelle de l'installation, etc.)
- Un plan d'implantation du matériel (panneaux, local électrique, chemin de câble, onduleur, etc.)
- Un synoptique général de l'installation
- Le descriptif des travaux
- Un planning des travaux. Le candidat devra présenter un planning des travaux en tenant compte des délais de livraison du matériel et de la date de mise en service des centrales.
- Une note méthodologique présentant l'organisation du chantier et les délais détaillés d'exécution pour chaque corps d'état sera obligatoirement jointe à l'offre. Cette note technique devra tenir compte des risques liés à l'occupation des locaux par des tiers. Le candidat devra proposer des conditions de



reprise et de recyclage des modules en fin de vie ou en cas de casse pendant toute la durée de l'exploitation de la centrale solaire photovoltaïque.

- Le chiffrage des travaux.
- L'étude de faisabilité économique
- L'installateur devra présenter dans son offre les détails au niveau de l'étanchéité en périphérie des panneaux.
- Une note sur la maintenance.
- Les délais d'intervention pour la maintenance.

Chaque prix unitaire devra être multiplié par la quantité résultant du mètre. Un prix par chapitre en découlera, à reporter en dernière page pour la récapitulation générale, déterminant ainsi le prix global consenti.

L'Entreprise ne pourra en aucun cas remettre en question le prix forfaitaire en invoquant des erreurs d'estimation des quantités dans son offre.

L'Entreprise devra chiffrer la présente proposition en base, sans aucune addition ni soustraction. Tout manquement à cette clause entraînera le rejet immédiat de l'offre, sans possibilité d'appel.

En cas d'erreur de mètre, l'Entreprise devra chiffrer les écarts de valeur en annexe de son prix global et forfaitaire.

Les quantités estimées et présentées lors de la soumission dans le sous-détail du forfait ne sont pas contractuelles. Toutefois, les travaux complémentaires dont l'exécution aura été décidée conformément au C.C.A.P. seront réglés :

- Soit sur la base des prix unitaires du Cadre de Décomposition du Prix Global et Forfaitaire,
- Soit, à défaut, sur la base de nouveaux prix unitaires ou forfaitaires, établis en accord avec le maître d'œuvre.

## 1.6 FRAIS D'ETUDES DE CONCEPTION

Les études de conception technique du présent lot ont été confiées par le maître d'ouvrage au bureau d'études indiqué en pied de page. L'Entreprise n'aura pas à sa charge les honoraires relatifs à ces études.

**Attention : L'Entreprise devra toutefois réaliser les études d'exécution, car elle reste pleinement responsable de l'ensemble des travaux qu'elle réalise ainsi que des installations qu'elle met en œuvre.**

Ces études d'exécution ne sont pas incluses dans le contrat du maître d'ouvrage avec le bureau d'études et devront être intégrées dans les prix unitaires de l'Entreprise.

## 1.7 REGLEMENTATION - NORMES

Les travaux faisant l'objet du présent lot seront réalisés dans les Règles de l'Art, par du personnel hautement qualifié, conformément :

- Aux lois françaises et européennes,
- Aux D.T.U. référents,
- Aux normes applicables,
- Aux prescriptions et règlements en vigueur,
- Aux guides ministériels concernés,
- Ainsi qu'aux guides techniques du CSTB.

En matière de protection incendie, les matériels et installations devront être conformes au dernier règlement de sécurité incendie. Les équipements utilisés devront être homologués par le CSTB et/ou par la commission de sécurité.

Si une modification des réglementations ou guides mentionnés ci-dessus intervient après la date d'établissement du présent CCTP, il incombera à l'adjudicataire, sous sa seule responsabilité, d'en informer le maître d'œuvre par écrit (éventuellement avec accusé de réception ou mention sur le compte-rendu de chantier), en précisant les conséquences techniques et financières de cette modification.

Le maître d'œuvre soumettra alors la proposition, avec l'avis motivé du Bureau de Contrôle si nécessaire, au maître d'ouvrage, qui prendra la décision adéquate. En cas de décision négative, l'installateur devra en demander une notification écrite.

## 1.8 ETUDES D'EXECUTION

Une synthèse des études d'exécution dues par l'Entreprise est décrite ci-dessous. Cette liste n'est pas exhaustive ; il convient également de se référer aux limites de prestations.

L'Entreprise devra notamment établir au minimum :

Pour un chantier PV :

Un dossier d'exécution comprenant :

- Les notes de calcul solaire (par PV syst par exemple) avec le calcul des ratios de performance et du productible annuel attendu
- Le diagramme d'ombrage.
- Les plans de calepinage avec répartition des strings
- Le schéma unifilaire de l'installation
- Le flash test pour chaque module
- La documentation technique de l'ensemble du matériel proposé (y compris coffrets et armoires),
- Les caractéristiques de l'installation (la puissance électrique installée, la puissance électrique injectée sur le réseau, la productivité mensuelle de l'installation, etc.)
- Un plan d'implantation du matériel (panneaux, local électrique, etc.)
- Un synoptique général de l'installation
- les références et caractéristiques électriques de chaque module photovoltaïque livré,
- synoptique général de l'installation,

- schéma de puissance,
- sections des câbles de toutes les liaisons électriques,
- Un plan précis présentant le cheminement du câblage,
- Les certificats de conformité des modules et des onduleurs.
- Les différents schémas électriques (plan de câblage de l'installation, schéma unifilaire HTA/BT, etc.)
- L'ensemble des éléments permettant au maître d'ouvrage de remplir le dossier de raccordement ENEDIS.
- Le planning d'exécution des travaux
- Les notes de calcul pour le dimensionnement des câbles électriques (AC et DC).
- Les notes de calcul pour le dimensionnement des onduleurs.
- Le plan détaillé du local technique
- Les plans de réservations des percements et trémies dans le G.O., ainsi que les plans d'incorporation.
  - L'Entreprise fournira ses plans de réservations au bureau d'étude structure ou, à défaut, à l'Entreprise titulaire du lot maçonnerie ou gros œuvre.
  - Ces plans devront être transmis dans un délai à convenir avec le bureau d'étude structure et l'Entreprise titulaire du lot maçonnerie ou gros œuvre.
  - Ils devront être réalisés avant l'exécution des travaux, sur la base des derniers plans du bureau d'étude béton, de l'Entreprise titulaire du lot maçonnerie ou gros œuvre ou, à défaut, de l'Architecte.
  - L'Entreprise devra s'assurer, en coordination avec le G.O., que les ouvertures et trémies d'accès permettent la mise en place et le remplacement éventuel du matériel, ainsi que l'acheminement des équipements lourds.
- La liste des travaux à réaliser conjointement avec les titulaires des autres lots, avec toutes les indications nécessaires à leur bonne exécution.
- Les plans de chantier et les schémas de principe des installations :
  - Les plans de chantier seront établis à l'échelle 1/50e.
  - Les plans d'aménagement des locaux techniques devront être réalisés à l'échelle 1/20e.
- Les fiches techniques des équipements, incluant leurs caractéristiques et modalités de mise en œuvre.
- Les certificats de garantie des équipements.
- Les notes de calcul des différents systèmes (pertes de charge, équilibrage, courbes de fonctionnement nominal, etc.).
- Les schémas des armoires électriques.

#### 1.8.1 DOCUMENTS COMPLEMENTAIRES SUR DEMANDE DU MAITRE D'ŒUVRE

Le cas échéant, et à la demande du maître d'œuvre, ces documents devront être complétés par :

- Les procès-verbaux (P.V.) d'essais,
- Les avis techniques,
- Les notices de fabrication,
- Les schémas et plans de fabrication,
- Les notices d'entretien et d'exploitation.

Tous ces documents, rédigés en français, devront être remis en deux exemplaires au maître d'œuvre pour approbation.

La responsabilité de l'Entrepreneur en matière de garanties, de fonctionnement et de dimensionnement de l'installation ne sera ni supprimée ni diminuée par l'acceptation des plans d'exécution ou de tout autre document par le maître d'ouvrage ou son représentant.

## 1.9 ESSAIS

### 1.9.1 MODALITES RELATIVES AUX ESSAIS

Toute la main-d'œuvre nécessaire, ainsi que les instruments et appareils requis pour les divers essais, seront fournis par l'Entreprise.

Les essais de chaque système s'effectueront en deux phases :

- 1er essai :
  - Réalisé par l'Entreprise dans le cadre des auto-contrôles et des essais COPREC.
  - Il devra être renouvelé autant de fois que nécessaire jusqu'à obtention d'une installation conforme aux exigences du présent document.
- 2<sup>e</sup> essai :
  - Effectué en présence du maître d'œuvre, il servira à vérifier que l'intégralité des installations respecte les résultats et performances exigés.
  - Cet essai ne pourra être réalisé qu'après validation du 1er essai, une fois toutes les observations levées.

Chaque essai fera l'objet d'un rapport détaillé, précisant :

- La procédure utilisée,
- Les résultats constatés,
- Les valeurs de référence,
- Les valeurs mesurées.

### 1.9.2 SIGNALETIQUE ET DOCUMENTATION TECHNIQUE :

L'Entreprise devra fournir et installer, dans les locaux techniques et dans les armoires, des panneaux plastifiés sur support rigide, comportant :

- Les schémas des installations et les manœuvres correspondantes aux différentes opérations,
- Les consignes d'entretien,
- Les consignes de sécurité.

### 1.9.3 AUTO-CONTROLES

L'entreprise adjudicataire du présent lot devra réaliser les autocontrôles de l'ensemble de ses installations afin de valider leur conformité et leur bon fonctionnement.

Tous ces autocontrôles, après levée des éventuelles observations, seront présentés dans un rapport détaillant la traçabilité des différents points vérifiés.

### 1.9.4 ESSAIS ET CONTROLE COMPLEMENTAIRES PREALABLES A RECEPTION

L'Installateur devra les essais "C.O.P.R.E.C." les autocontrôles, ainsi que :

#### 1.9.4.1 Essais généraux

Avant la réception des ouvrages, les points suivants seront vérifiés :

- Présence des schémas électriques conformes à la réalisation,
- Calibres et références des fusibles et disjoncteurs,
- Calibres, sensibilités et bon fonctionnement des disjoncteurs différentiels,
- Serrage des connexions dans les armoires, les boîtes de dérivation et sur les appareils,
- Asservissements, notamment le dispositif change-tarif d'Enedis,
- Fonctionnement des signalisations et leur report au tableau d'alarme,
- Tensions entre phases et neutre ainsi qu'entre phases,
- Intensités sur chaque phase en pied de colonne et dans chaque armoire pour chaque fonction (éclairage, chauffage, autres usages), ainsi que l'équilibrage des phases (déséquilibre inférieur à 10 %),
- Puissance appelée :  $P=U(I1+I2+I3)$ .

Les opérations de réception incluront notamment :

- Vérification du bon fonctionnement général,
- Essais à vide et en charge des réseaux et appareillages,
- Contrôles d'échauffement et de chute de tension,
- Vérification de l'ordre et de l'équilibrage des phases sur chaque installation,
- Essais d'isolement des réseaux (entre conducteurs actifs et entre conducteurs actifs et terre),
- Contrôles de résistance de terre et d'impédance des circuits,
- Vérifications de conformité aux règlements en vigueur,
- Contrôles de conformité par rapport au projet,
- Vérification des dispositifs de protection contre les surintensités et les défauts,
- Contrôle des performances des matériels,
- Inspection des conditions de pose de l'appareillage et des dispositifs de raccordement.

#### 1.9.4.2 Essais des dispositifs de sécurité et d'alarme

Dans la mesure où ces essais n'entraînent pas de détérioration de l'installation, les dispositifs de sécurité et d'alarme devront être soumis à des simulations des conditions susceptibles de provoquer leur déclenchement. La réponse des dispositifs à ces simulations sera vérifiée afin d'assurer leur bon fonctionnement.

#### 1.9.4.3 Essais relatifs aux bruits anormaux

Ces essais visent à détecter d'éventuels bruits anormaux causés par certains appareils.

Une relation de cause à effet sera établie si ces bruits disparaissent après le remplacement des appareils suspects par d'autres du même type.

Si des appareils ou des éléments d'éclairage s'avèrent défectueux, l'Entrepreneur devra procéder à leur remplacement par des équipements équivalents, conformes aux exigences définies ci-dessus.

## 1.10 RECEPTION

L'Entreprise est tenue de demander la réception de ses installations dès l'achèvement de ses travaux, dans le délai fixé par la direction de chantier.

Le jour de la réception, les travaux et prestations suivants devront être totalement achevés :

En fin de travaux, l'entreprise devra fournir un DOE, ce dossier comprendra :

- les certificats de garantie des matériels avec leur durée de garantie
- La série de tous les plans au format papier et sur CD Rom en formats DWG ou DXF.
- Un manuel technique en 3 exemplaires et comprenant :
  - un plan de récolement coté
  - le descriptif de l'installation et de son principe de fonctionnement,
  - les limites de fonctionnement normal du système,
  - la nomenclature de tous les matériels installés avec fiches techniques et coordonnées des fournisseurs (adresses, numéros de téléphone, noms des personnes à contacter), avec les numéros de série des principaux équipements (modules, onduleur...),
  - les schémas de principe,
  - les schémas électriques détaillés et normalisés,
  - les plans de câblage de l'installation et des équipements,
  - les spécifications et documentations techniques en français,
  - le Dossier d'Intervention Ulérieure sur l'Ouvrage : les instructions de montage, les consignes d'exploitation, d'entretien et de maintenance avec descriptif des opérations à effectuer et leur périodicité, les instructions pour le diagnostic des pannes courantes, les procédures de mise en service et hors service,
  - la procédure de consignation (précisant les fonctions et moyens d'accès aux organes de consignation) de l'installation et de mise en service,
  - la liste des pièces détachées de rechange nécessaires,
  - la liste d'outils spéciaux ou de tout équipement nécessaire pour le montage, le réglage, le fonctionnement et l'entretien des matériels,
- Le logiciel d'exploitation de la centrale d'acquisition de données et de télétransmission
- Un livret de bord vierge de l'installation, à pages numérotées, qui permettra de consigner :
  - les dates de maintenance et opérations de maintenance réalisées
  - les incidents éventuels et toutes remarques utiles
- Une notice d'utilisation destinée à l'exploitant comprenant des fiches simples, claires et concises sur le principe de fonctionnement, la signification des différents indicateurs, les consignes de sécurité et d'utilisation.
- Les Procès Verbaux d'essais.
- Un document consignait les contrôles faits en fin de travaux.
  - De même, l'entreprise devra fournir en fin de travaux :
- les résultats des contrôles techniques réglementaires réalisés avant la mise en service de la centrale.

- Le contrôle électrique réalisé par le bureau de contrôle et le CONSUEL
- Les résultats des essais et des mesures réalisées avant la mise en service.

En fin de travaux, l'installateur devra remettre au maître d'oeuvre, une attestation de conformité de la protection de découplage aux réseaux (protection interne aux onduleurs), aux prescriptions du distributeur ENEDIS.

- Réalisation de toutes les prestations demandées lors de la réception préalable,
- Garantie de sécurité et de bon fonctionnement des ouvrages, équipements et installations,
- Établissement des procès-verbaux d'essais attestant la conformité des installations,
- Remise en état des lieux,
- Formation de l'équipe d'exploitation, à la demande du Maître d'Ouvrage,
- Transmission de la notice de conduite et d'exploitation,
- Remise des schémas et plans conformes aux installations réalisées,
- Fourniture des certificats de conformité officiels.

La réception ne sera prononcée par le Maître d'Ouvrage que si toutes ces conditions sont remplies. À défaut, la réception sera repoussée, impliquant d'éventuelles pénalités.

Si des réserves sont émises, celles-ci seront maintenues jusqu'à la levée complète des non-conformités. L'Entreprise disposera d'un délai imparti pour effectuer, à ses frais, les retouches et modifications requises.

Passé ce délai, si les travaux ne sont toujours pas jugés conformes, le Maître d'Ouvrage pourra faire réaliser les corrections nécessaires par un autre prestataire, aux frais et risques de l'Entreprise défailante.

Enfin, toutes les dépenses engagées par le Maître d'Ouvrage en raison d'un mauvais fonctionnement des installations avant la réception officielle (y compris celles liées à la mise en service) seront intégralement imputées à l'Entreprise, sans préjudice d'éventuels dommages et intérêts supplémentaires.

#### 1.10.1 RESPONSABILITE

L'Entrepreneur reste entièrement responsable de l'installation jusqu'à sa prise en charge officielle par le Maître d'Ouvrage. À ce titre, il doit mettre en place toutes les mesures nécessaires pour assurer la protection et la surveillance des équipements et installations contre tout risque de dégradation, vol, malveillance ou intempéries (pluie, etc.).

#### 1.11 DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES

À l'issue des travaux, l'adjudicataire du présent lot devra fournir au Maître d'Ouvrage un Dossier des Ouvrages Exécutés (D.O.E.) en trois exemplaires, intégrant toutes les mises à jour et modifications effectuées en cours d'exécution.

Ce dossier devra contenir les éléments suivants :

- Plans et schémas des installations réalisées, en version papier et en fichiers informatiques aux formats DWG et DXF, fournis sur CD.
- Nomenclature complète du matériel installé.

- Fiches techniques des équipements, incluant leurs caractéristiques et conditions de mise en œuvre.
- Certificats de garantie des équipements.
- Notes de calcul des différents systèmes.
- Procès-verbaux (P.V.) et avis techniques.
- Notice de conduite et d'exploitation, détaillant :
  - Le rôle et le fonctionnement des installations,
  - Les notices et modes de fonctionnement,
  - Les opérations de maintenance à effectuer, avec leur périodicité,
  - Les programmes de fonctionnement.
- Rapports d'essais et de vérification.

## 1.12 GARANTIES

### 1.12.1 GARANTIE DE PARFAIT ACHEVEMENT :

L'Entreprise est tenue à une garantie de parfait achèvement pour une durée d'un an à compter de la réception des travaux. Cette garantie couvre toutes les réparations des désordres signalés par le Maître d'Ouvrage, que ce soit :

- ✓ Par les réserves mentionnées dans le procès-verbal de réception,
- ✓ Ou par notification écrite pour les désordres révélés après réception.

Toutefois, cette obligation ne couvre pas :

- ✗ Les effets de l'usage ou de l'usure normale,
- ✗ Les travaux d'entretien courant,
- ✗ Les dommages résultant d'un abus d'usage ou causés par un tiers.

À compter de la notification des désordres, l'Entreprise dispose d'un délai de 60 jours pour y remédier.

⚠ En cas de non-exécution dans ce délai, le Maître d'Ouvrage pourra, après une mise en demeure infructueuse, faire exécuter les travaux aux frais et risques de l'Entreprise défaillante.

### 1.12.2 GARANTIE DE BON FONCTIONNEMENT :

#### Garantie de bon fonctionnement (2 ans)

Tous les éléments d'équipement du bâtiment bénéficient d'une garantie de bon fonctionnement d'une durée de deux ans à compter de la réception de l'ouvrage.

#### Garantie décennale

La présomption de responsabilité établie par l'article 1792 s'étend également aux dommages qui affectent la solidité des éléments d'équipement d'un ouvrage, mais seulement lorsque ceux-ci font indissociablement corps avec les ouvrages de viabilité, de fondation, d'ossature, de clos ou de couvert.

Un élément d'équipement est considéré comme formant indissociablement corps avec l'un des ouvrages de viabilité, de fondation, d'ossature, de clos ou de couvert lorsque sa dépose, son démontage ou son remplacement ne peut s'effectuer sans détérioration ou enlèvement de matière de cet ouvrage.



Cette garantie sera exécutée conformément aux dispositions du Code Civil.

### 3.4 Garantie du matériel

Le matériel devra bénéficier d'une garantie minimale du constructeur. Une extension de garantie pourra être demandée dans chaque marché subséquent.

- Une garantie minimum de 10 ans est demandée pour les modules
- Une garantie de 10 ans minimum est demandée pour les onduleurs, une garantie de 20 ans est demandée en option
- Une garantie de productivité des panneaux à 10 et à 25 ans d'utilisations (à exprimer en % de productivité)
- Une garantie minimum de 10 ans sur le système d'intégration,
- Une garantie minimum de 2 ans sur le module d'acquisition des données.

Au cours des 10 premières années d'utilisation, toute baisse de puissance supérieure à 10% ou l'apparition de tous défauts tels que stipulés dans les spécifications de la CCE n° 503 impliquera l'échange des modules concernés.

Si la production d'électricité moyenne n'est pas atteinte sur une année, l'installateur s'engage à dédommager le client par rapport au prévisionnel de production et d'effectuer les modifications techniques nécessaires afin d'atteindre les objectifs de production. Les données d'ensoleillement et de température moyenne diurne seront celles de Brest (source PVGIS SAF).

Ces garanties porteront sur tous les défauts visibles ou non des matériaux employés, contre tous les vices de construction et de conception et sur le bon fonctionnement de l'ensemble des installations.

23

Le soumissionnaire aura la charge de la garantie décennale de la couverture uniquement pour la solution IAB.

L'installateur s'engage à remplacer, réparer ou modifier à ses frais, toutes les pièces ou éléments reconnus défectueux de construction ou de conception. Pour chaque pièce remplacée ou modifiée, il sera alloué un délai de garantie supplémentaire de six mois. De plus, il restera responsable de tous les accidents matériels ou corporels qui pourraient être réclamés à la suite de ces accidents.

Le SDEF se réserve le droit, après un an de fonctionnement, de constater l'état du matériel, contradictoirement avec les services techniques de l'installateur, pour en vérifier l'usure. L'entreprise s'engage à remplacer tout matériau dont l'usure serait anormale.

Les appareils mécaniques et électriques assurant une fonction participant à la fonctionnalité de l'établissement, sont considérés comme des éléments d'équipement aux termes des articles 1792.2 et 1792.3 du code civil.

La garantie produit (modules solaires photovoltaïques, système d'acquisition de données, onduleurs et structures support des modules) devra porter sur le matériel, la main d'oeuvre et les déplacements correspondants.

Au titre de la garantie, le titulaire du contrat devra la réparation, et le remplacement (fourniture, pose et déplacement), gratuit de tout ou partie du matériel qui, au cours du délai de garantie serait reconnu défectueux, hors défaut accidentel (vol, vandalisme, tempête).

L'entreprise devra également garantir la fourniture de pièces détachées pendant toute la durée de vie du matériel. La période de garantie prendra effet à partir de la date de réception définitive de l'installation.

Les défauts constatés survenus seront notifiés à l'entreprise pour qu'elle puisse entreprendre les réparations dans un délai de 1 mois au maximum. Passé ce délai, le bénéficiaire pourra faire procéder d'office et aux frais de l'entreprise, aux réparations nécessaires sans préjudice des dommages et intérêts qui lui seraient réclamés si le défaut de réparation causait un accident ou un préjudice.

### 1.13 ETENDUE ET LIMITE DE PRESTATIONS

#### Livraison en parfait état de fonctionnement

Les installations et équipements doivent être livrés entièrement opérationnels, sans nécessité de mise en œuvre ou de fourniture complémentaire.

#### Responsabilité de l'installateur

L'installateur, grâce à son expertise, devra pallier tout détail manquant dans le cahier des charges ou les plans annexés.

#### Prestations incluses dans le marché

L'Entrepreneur est tenu de fournir toutes les prestations et fournitures nécessaires, même si elles ne sont pas expressément mentionnées, mais indispensables à l'installation, notamment :

- Fournitures et main-d'œuvre nécessaires à l'installation
- Livraison du matériel, déballage, stockage
- Gestion des risques liés au transport et au déchargement
- Mise en œuvre des moyens nécessaires : échafaudages, levage, etc.
- Respect des règles de l'Art, incluant nettoyage et finitions

Définition du "présent lot" Le "présent lot" désigne l'ensemble des prestations couvertes par ce document contractuel.

#### 1.13.1 OUVRAGES/PRESTATIONS A LA CHARGE DU PRESENT LOT :

- **Plans, Réservations et Implantations**
  - Élaboration et transmission des plans de réservation et d'implantation des ouvrages réalisés par les autres lots.
  - Surveillance de la conformité des travaux effectués en lien avec ces plans.
  - Percements non signalés à temps : en cas d'omission, leur réalisation sera à la charge de l'Entreprise du présent lot et exécutée par l'entreprise titulaire du lot Gros Œuvre.
- **Percements, Fixations et Canalisations**
  - Rebouchage des percements, trous et saignées avant les travaux de finition.
  - Fixation des équipements sur les ouvrages construits, y compris les percements, scellements et rebouchages nécessaires.
  - Fourniture et pose des conduits électriques, canalisations et accessoires d'encastrement.
  - Installation du circuit de terre en fond de fouille.
  - Pose des conduits en vide sanitaire et sous dallages pour les réseaux CFO et Cfa.
  - Mise en place des chemins de câbles, goulottes et fourreaux avant habillage.
- **Sécurité, Signalisation et Mise à la Terre**

- Alimentation et protection des armoires et équipements des autres lots.
- Mise à la terre des éléments métalliques :
  - Plomberie sanitaire, chauffage et ventilation
  - Huisseries métalliques
  - Ossatures métalliques des faux-plafonds
    - Installation des plaques et dispositifs de signalisation et sécurité.
- **Faux-Plafonds et Intégration des Équipements**
  - Fourniture des dimensions et emplacements des trappes d'accès aux équipements du présent lot.
  - Assistance au traçage des découpes pour intégration des équipements en faux-plafonds.
  - Pose des appareils incorporés dans les faux-plafonds.
  - Renforcement des plaques de faux-plafond si nécessaire pour l'intégration des spots encastrés.
- **Protection, Repérage et Peinture**
  - Protection anticorrosion des canalisations apparentes destinées à être peintes.
  - Protection des équipements contre les risques mécaniques pendant le chantier.
  - Repérage de tous les équipements du présent lot.
  - Peinture de finition des équipements en locaux techniques.
- **Autres Prestations**
  - Pose d'un TPC Ø90 ou Ø110 entre le compteur et le coffret en limite de propriété.
  - Fourniture des indications techniques nécessaires aux ouvrages de génie civil.
  - Fourreautage, câblage et boîtiers d'encastrement des liaisons de thermostats en lien avec le lot chauffage.
  - Réalisation du bilan de puissance électrique de tous les équipements du bâtiment.
- **Obligations supplémentaires envers le Maître d'Ouvrage**
  - Collecte des informations utiles à l'exécution des travaux et transmission des pièces justificatives requises.
  - Obtention des accords nécessaires pour les canalisations collectives et les installations intérieures, avant et après exécution.
  - Réalisation des essais prescrits, avec fourniture du matériel requis.
  - Fourniture d'échantillons pour validation avant commande.
  - Formation du personnel exploitant sur les installations livrées.

#### 1.13.2 OUVRAGES/PRESTATIONS EXCLUS DU PRÉSENT LOT

- Fourniture, pose, mise en place et décaissage des réservations suivant les plans établis par l'entreprise du présent lot.
- Rebouchage et calfeutrement des réservations.
- Exécution des ouvrages en béton, tels que fosses de tirage, massifs supports, socles, etc.
- Tous les réseaux extérieurs au bâtiment jusqu'à une limite de 1 mètre du bâtiment.
- Réseaux sous dallage, sauf les réseaux CFO ou Cfa de distribution interne au bâtiment.
- Réservations pour sortie et remontées du complexe d'étanchéité, suivant les plans établis par l'entreprise du présent lot.
- Toutes les dispositions nécessaires pour assurer la continuité de l'isolation thermique.

- Fourniture et pose de crosses pour la sortie des canalisations hors toiture.
- Bilan de puissance des matériels électriques des lots sanitaires, chauffage et ventilation.
- Habillage des canalisations apparentes.
- Trappes d'accès.
- Placards techniques.
- Renforts de structure pour la fixation des matériels du présent lot, suivant la demande du présent lot.
- Raccordement électrique de l'ensemble des matériels des autres lots, alimentés par les installations du présent lot.
- Borne de raccordement à la terre sur les huisseries métalliques.
- Découpes et percements des faux plafonds selon les plans établis par l'Entrepreneur du présent lot.
- Renforcement des plaques de faux plafond en cas de manque de rigidité des plaques pour l'intégration des spots encastrés.
- Fourniture et pose de la peinture de finition des canalisations apparentes.
- Fourniture des coffrets en limite de propriété.
- Protection des équipements du présent lot avant peinture.

### 1.13.3 SERVICES CONCESSIONNAIRES, SERVICES PUBLICS, SERVICES DE SECURITE

L'Entrepreneur devra se mettre en rapport avec les services concessionnaires et les services de sécurité (Pompiers, Préfecture, Commune, Inspection Départementale de Sécurité).

Il aura à charge d'obtenir tous les renseignements utiles pour l'exécution de ses travaux, de se soumettre à toute vérification et visite des agents de ces services et de fournir tous les documents et pièces justificatives qui lui seraient demandés.

En particulier, l'Entrepreneur devra :

- Obtenir les accords nécessaires et fournir les plans des réseaux de distribution, tant pour les canalisations collectives que pour les installations intérieures, avant toute exécution des travaux et après leur réalisation.
- Prendre à sa charge tous les essais prescrits.
- Établir les dossiers administratifs et les remettre au Maître d'Ouvrage pour accord et signature.
- Assumer les frais, démarches et demandes de conformité auprès des organismes de contrôle (Consuel, bureaux de contrôle, etc.).

## 2 SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES

### 2.1 VERIFICATION DES PASSAGES

L'implantation des installations, la disposition et l'état des lieux, les conditions d'exécution, la nature et les dimensions des ouvrages existants, etc., ayant été reconnus et acceptés par l'entreprise, celle-ci déclare expressément assumer l'entière responsabilité des difficultés pouvant survenir lors de l'exécution des travaux qui lui incombent.

L'Entrepreneur est tenu de vérifier, en cours d'exécution, la conformité des locaux, des ouvertures, des trémies, des trous et des autres travaux avec les dimensions et indications des plans. Il lui appartiendra de signaler en temps utile tout complément ou rectification non préalablement mentionné et qui s'avérerait nécessaire.

L'Entrepreneur est également tenu de surveiller et de vérifier toutes les réservations effectuées par les autres corps d'état ayant une incidence sur sa propre installation.

### 2.2 RECONNAISSANCE DES LIEUX

Afin d'apprécier l'importance et les difficultés représentées par ces travaux et, par conséquent, d'en évaluer le coût de façon précise, chaque concurrent devra effectuer une reconnaissance des lieux.

Toute demande de réévaluation des prix par l'Entrepreneur, sous prétexte de méconnaissance ou d'ignorance des difficultés et des conditions particulières susceptibles d'être rencontrées au cours de l'exécution, sera considérée comme irrecevable.

### 2.3 APPROVISIONNEMENT DU CHANTIER

L'Entreprise doit s'assurer de la possibilité et de la certitude de pouvoir approvisionner régulièrement son chantier.

Aucune défaillance de livraison de la part des fournisseurs ne pourra être invoquée pour justifier un quelconque retard sur les dates d'exécution prescrites.

### 2.4 MARQUES ET QUALITES DES MATERIELS

Les matériaux et appareils utilisés devront être neufs, de la meilleure qualité, posséder les caractéristiques adaptées aux influences externes auxquelles ils seront soumis et répondre exactement aux exigences nécessaires au bon fonctionnement de l'installation ; la présente spécification n'étant pas restrictive.

L'Entrepreneur devra, dans tous les cas, chiffrer sa proposition en tenant compte du matériel défini dans le présent devis. Toutefois, il pourra proposer des matériels équivalents à ceux définis, mais ceux-ci ne pourront être mis en œuvre qu'avec l'accord écrit du Maître d'Œuvre. Les frais résultants de changements non autorisés et toutes leurs conséquences, ainsi que tout travail supplémentaire exécuté sans ordre écrit, seront à la charge de l'Entreprise.

Aucun changement au projet ne pourra être apporté en cours d'exécution sans l'autorisation expresse et écrite du Maître d'Œuvre.

L'Entrepreneur devra remettre au Maître d'Œuvre ou à son représentant qualifié tous les procès-verbaux d'essais ou de référence demandés. Le Maître d'Œuvre ou son représentant pourra, s'il le juge utile, exiger

de nouveaux essais et restera seul juge de l'acceptation du matériel, sans que cela n'atténue la responsabilité de l'Entreprise.

L'Entrepreneur devra attester qu'il détient bien la propriété industrielle des systèmes, procédés ou objets qu'il emploie. À défaut, il s'engagera, pour lui-même et ses sous-traitants, à acquérir, sous sa responsabilité et à ses frais, toutes les licences nécessaires relatives aux brevets concernés. Il garantira, en conséquence, le Maître d'Ouvrage contre tout recours éventuel de tiers contestant la propriété industrielle ou le droit d'utilisation des systèmes, procédés ou objets mentionnés.

Les matériaux et équipements, même réceptionnés, qui seraient reconnus défectueux sur le chantier seront refusés et remplacés à la charge de l'installateur.

Jusqu'à la réception de l'installation, l'Entrepreneur adjudicataire restera seul responsable des matériaux et équipements fournis, ainsi que de leur conformité aux prescriptions du marché.

**Matériel électrique installé par le présent lot**

Le matériel électrique devra être conforme à la gamme choisie par l'Architecte et respecter les conditions suivantes :

**Matériel faisant l'objet de Normes UTE :**

Tout le matériel soumis aux Normes UTE devra y être conforme.

**Matériel bénéficiant d'une marque de qualité :**

Lorsque les Normes UTE prévoient l'attribution d'une marque de qualité, seul le matériel revêtu de la marque nationale de conformité aux Normes NF USE ou aux Normes UTE devra être utilisé.

**Matériel sans marque de qualité :**

Si aucune marque de qualité n'existe pour un matériel couvert par des Normes Françaises ou UTE, ou des recommandations de l'UTE, la conformité devra être justifiée par un procès-verbal d'essais délivré par un organisme habilité ou par la certification d'un organisme reconnu au sein de la CEE (exemple : Norme VDE).

**Matériel ne faisant l'objet d'aucune norme ou recommandation de l'UTE :**

Lorsqu'aucune norme ou recommandation de l'UTE ne s'applique, le matériel devra présenter toutes les qualités requises en termes de solidité, de durabilité, d'isolation et de bon fonctionnement. Il devra notamment répondre aux recommandations ou spécifications techniques générales en rapport avec son usage.

## 2.5 ACCES AUX MATERIELS

Tous les matériels nécessitant une surveillance ou un entretien devront être accessibles.

L'Entrepreneur est tenu de signaler en temps utile au Maître d'Œuvre la position et les dimensions des trappes et des accès aux matériels qu'il doit installer.

## 2.6 AMENAGEMENT DES LOCAUX ET ENCEINTES TECHNIQUES

Outre les dimensions réglementaires à respecter, l'aménagement doit :

- Laisser aisément accessibles toutes les parties constitutives des matériels ainsi que les organes de commande, de contrôle et de sécurité.
- Permettre le démontage de tout ou partie des matériels sans nécessiter la dépose d'autres équipements.
- Comporter les équipements nécessaires à la manutention des matériels.
- Assurer la mise hors d'eau des matériels. En particulier, les appareils au sol et leur éventuel dispositif antivibratiles doivent reposer sur des socles d'une hauteur minimale de 10 cm.

## 2.7 RESISTANCE A LA CORROSION

Tous les matériels employés devront être résistants à la corrosion ou protégés contre celle-ci.  
Tous les articles en acier seront protégés par deux couches de peinture antirouille. La peinture utilisée devra être de qualité appropriée à la température susceptible d'être atteinte par l'élément ainsi qu'à la nature du matériau.

Les travaux préparatoires comprendront :

- L'élimination des corps étrangers tels que la terre, la boue, les débris de soudure, etc., par grattage.
- La suppression des taches de rouille par brossage métallique.
- Le dégraissage des surfaces à protéger.

## 2.8 DISPOSITION POUR EVITER LES ENTREES D'EAU

Chaque pénétration dans le bâtiment sera conçue de manière à empêcher toute infiltration d'eau.

En particulier :

- Chaque canalisation pénétrant dans le bâtiment sera installée avec une pente orientée vers l'extérieur.
- Au niveau de chaque pénétration en rez-de-chaussée ou en sous-sol, un drainage sera réalisé à chaque point bas et évacué vers le réseau de drainage.

## 2.9 REPERAGE DES MATERIELS ET CANALISATIONS

L'Entrepreneur du présent lot devra réaliser tous les travaux nécessaires au parfait repérage de ses installations.

Les prestations comprennent notamment :

- L'étiquetage fixe de tous les coffrets, boîtes de dérivation, armoires et câbles, réalisé sur une plaquette en plastique fixée de manière rigide aux appareils.
- L'élaboration de schémas d'installation, imprimés en couleur sur une feuille plastifiée, sur lesquels apparaîtront la nomenclature du matériel et les numéros correspondant à ceux de l'étiquetage. Ces documents devront être soumis à l'acceptation du Maître d'Œuvre avant leur pose.

### 2.9.1 COULEURS CONVENTIONNELLES :

Les gaines seront peintes aux couleurs conventionnelles, conformément à la norme N.F. X 08.100.

Dans toutes les installations électriques, y compris celles de chantier :

- La couleur vert/jaune sera réservée aux conducteurs de protection séparés PE ou aux neutres confondus PEN.
- La couleur bleue sera réservée aux conducteurs neutres séparés.

## 2.10 ASSISTANCE TECHNIQUE DE FOURNISSEURS

L'Entrepreneur doit respecter les préconisations et recommandations de chaque fournisseur. Il doit prévoir l'assistance technique du fournisseur pour l'installation et la mise en service de chaque matériel, sauf dérogation particulière accordée par la Maîtrise d'Œuvre.

## 2.11 EXIGENCES DEPENDANT DES INFLUENCES EXTERNES

Le matériel utilisé doit être conçu pour supporter les risques liés aux emplacements où il est installé. Si nécessaire, une protection complémentaire peut lui être ajoutée (armoires, coffrets).

En ce qui concerne les enveloppes, leurs caractéristiques sont déterminées par le degré de protection "I.P.", suivi de trois chiffres indiquant :

- **Le premier chiffre** : le degré de protection contre la pénétration des corps solides et des poussières.
- **Le deuxième chiffre** : le degré de protection contre l'humidité.
- **Le troisième chiffre** : le degré de protection contre les chocs mécaniques.

Il est important de rappeler que la **classe II** ne conserve son efficacité que si l'appareil est protégé contre les influences externes.

## 2.12 SELECTIVITE ET POUVOIR DE COUPURE

L'installation sera équipée de dispositifs de protection assurant une sélectivité totale entre les éléments suivants :

- Disjoncteur général
- Dispositifs de protection des départs principaux dans les armoires
- Dispositifs de protection des circuits terminaux

Chaque circuit devra être protégé par un dispositif dont le pouvoir de coupure sera au moins égal au courant de court-circuit à son niveau.

Tous les matériels susceptibles d'être exposés à un courant de court-circuit devront pouvoir le supporter sans subir de dommages.

## 2.13 ARMOIRES ELECTRIQUES

Les dimensions ne seront pas nécessairement conformes aux standards d'exécution, l'armoire pouvant être fabriquée sur demande afin d'être installée aux emplacements prévus.

Elle sera de type fermé, étanche aux poussières, constituée d'une enveloppe métallique en tôle d'acier d'une épaisseur minimale de 20/10<sup>e</sup> de millimètre, protégée contre la corrosion par un décapage, un revêtement anti-phosphatant, deux couches d'apprêt anticorrosion et deux couches de peinture glycérophthalique. Dans le cas d'une armoire de petite taille, communément appelée « coffret », et avec l'accord écrit du Maître d'Œuvre, elle pourra être en matière plastique de qualité mécanique équivalente.

Pour les chantiers non tertiaires, une armoire en plastique sera acceptée à condition qu'elle respecte les normes en vigueur



La rigidité de l'enveloppe devra être suffisante pour résister à toutes les contraintes dynamiques et thermiques pouvant résulter d'un court-circuit, ainsi qu'aux chocs et percussions liés au fonctionnement normal de l'appareillage.

Elle comportera, en façade avant, une ou plusieurs portes avec joint d'étanchéité et paumelles invisibles, fermant par crémone et clé (clé unique pour l'ensemble des armoires).

Une poche à plans de grande capacité, contenant les schémas des circuits, sera installée à l'intérieur de la porte.

Tout le matériel devra être installé sur un châssis en fer profilé DIN et être facilement accessible par la face avant de l'armoire pour sa fixation, son raccordement, son entretien et son éventuel remplacement.

Tout l'appareillage intérieur sera obligatoirement alimenté par le haut. Aucun pont ne devra exister d'un appareil à un autre ; la distribution sera réalisée par un jeu de barres de distribution en cuivre, monté sur support.

Chaque appareil sera identifié par une étiquette gravée en plastique, indiquant son utilisation et son repérage conformément au schéma. Le repérage devra mentionner clairement le nom des locaux ou des appareils alimentés.

Le câblage de la télécommande sera réalisé avec du fil HO7 V-K (U 500 SV) d'une section minimale de 1,5 mm<sup>2</sup>, installé sous goulotte plastique et en torons fixés sur les portes.

Les sections des conducteurs à l'intérieur de l'armoire ne devront en aucun cas être inférieures à celles des conducteurs des câbles vers les utilisations.

L'accessibilité des goulottes et du câblage devra être possible depuis la face avant de l'armoire.

L'identification des circuits principaux (liaisons d'énergie) devra respecter les normes en vigueur :

- Bleu : neutre
- Vert/jaune : terre
- Toutes autres couleurs : phases (sauf bleu, gris, vert, jaune ou double couleur)

Aucune épissure, soudure ou barrette de connexion (domino) ne sera admise sur les conducteurs, qu'ils appartiennent aux circuits principaux, auxiliaires ou de protection.

Toutes les extrémités des câbles souples seront munies de cosses serties à la pince.

Tous les conducteurs devront être numérotés et munis, à chaque extrémité, d'un porte-étiquette en plastique. Les repères devront correspondre aux plans et schémas d'exécution.

Les câbles extérieurs ne devront pas être directement raccordés aux appareils. Le raccordement devra être effectué soit sur un jeu de barres intermédiaire, facilement accessible pour les fortes sections, soit sur un bornier général dont les bornes seront numérotées.

Les raccordements des conducteurs des câbles d'utilisation sur les borniers devront être soigneusement peignés et comporter une boucle afin de permettre la réalisation aisée de mesures à l'aide d'une pince ampérométrique sur les câbles de puissance.

Les câbles devront être protégés contre les risques de détérioration de l'isolant au niveau de leur pénétration dans l'armoire. Les entrées de câbles seront réalisées par presse-étoupe, brides ou dispositifs similaires. En aucun cas, la pénétration des canalisations ne devra se faire par une découpe dans le panneau arrière. Seules les arrivées ou départs par le dessous ou le dessus seront admis.

Sur toute la longueur, une barre en cuivre sera installée pour la mise à la terre de l'ensemble et le raccordement des différents départs. En aucun cas, plusieurs conducteurs de terre ne pourront être regroupés sur une seule borne.

Les portes, lorsqu'elles seront équipées de matériel électrique, devront être mises à la terre par l'intermédiaire d'une tresse en cuivre étamée fixée aux boulonnages.

Une bonne ventilation devra être assurée pour éviter toute élévation anormale de température à l'intérieur de l'armoire.

Les différents appareillages, en particulier les disjoncteurs, devront être équipés de capots cache-bornes.

L'armoire devra comporter un emplacement de réserve représentant au minimum 20 % de l'espace occupé, réparti de manière appropriée.

Elle devra être fixée solidement sur des fers profilés scellés, avec une hauteur permettant un accès aisé aux dispositifs de commande et de signalisation, sans nécessiter l'usage d'une échelle, d'un marchepied, etc.

Les dispositifs de protection devront avoir un pouvoir de coupure au moins égal à l'intensité maximale du courant de court-circuit correspondant à leur position définitive dans l'installation.

Toute protection placée sur le conducteur neutre devra entraîner la coupure omnipolaire du circuit concerné. L'installation devra également être réalisée en tenant compte de la sélectivité des protections.

Toutes les mesures nécessaires devront être prises pour éviter que le fonctionnement des dispositifs électriques ne soit perturbé par des interférences électromagnétiques (issues des organes de puissance) ou mécaniques (vibrations). En particulier, les câbles de liaison des organes de régulation, même blindés, ne devront pas emprunter les mêmes conduits que les câbles de puissance et ne devront pas être placés à proximité de ceux-ci ni disposés parallèlement.

Selon l'emplacement des armoires, la coupure d'urgence générale réglementaire pourra être réalisée :

- Soit par la manette accessible de l'interrupteur ou du disjoncteur général.
- Soit par un bouton d'arrêt d'urgence à clé, placé sous boîtier vitré à l'extérieur du placard contenant l'armoire et équipé de deux voyants de signalisation, s'il s'agit d'une bobine de déclenchement à émission.

La protection des différents départs sera exclusivement assurée par des disjoncteurs.

L'installation devra être convenablement subdivisée et comporter des circuits terminaux spécialisés pour :

- L'éclairage
- Les prises de courant
- Les alimentations spécifiques

Des disjoncteurs différentiels 30 mA seront prévues pour la protection des circuits de prises de courant.

#### 2.13.1.1 Commande accessible et appareils de mesure et de comptage :

Les appareils assurant une fonction de commande seront :

- Soit encastrés en face avant des armoires ou coffrets (commutateurs, boutons-poussoirs, interrupteurs).
- Soit placés à l'intérieur de l'armoire avec une commande accessible en face avant (disjoncteurs, contacteurs).

Les appareils de mesure et de comptage fixes seront encastrés en face avant des armoires.

#### 2.13.1.2 Signalisation - Télécommande - Pilotage :

Chaque contact ne peut commander qu'un seul appareil ; les relais devront être équipés du nombre de contacts nécessaires.

L'Entrepreneur devra prévoir tous les équipements et relais requis, ceux-ci n'étant pas systématiquement représentés sur les schémas. Seuls les contacts de commande y figurent.

Chaque information sera fournie par un contact libre de potentiel et ramenée sur un bornier situé dans un compartiment réservé de l'armoire. Les informations entrantes et sortantes seront distinctement acheminées sur deux borniers différents.

#### 2.13.1.3 Report pour GTC- Alarmes techniques :

Pour assurer la gestion technique des installations, l'Entrepreneur doit prévoir, dans chacune des armoires électriques, un bornier en attente sous boîtier fermé, permettant de prélever les informations sur le fonctionnement des appareils.

Ces borniers devront être raccordés à des contacts ouverts ou fermés (O/F) libres de potentiel. Les informations minimales à fournir sont les suivantes :

- Indication de l'appareil en service normal
- Signalement d'un incident de fonctionnement
- Position de l'appareil

De plus, pour les chantiers non tertiaires, une armoire en plastique sera acceptée, à condition qu'elle respecte les normes en vigueur.

#### 2.13.1.4 Conducteurs :

Toutes les sections des conducteurs sont exprimées en mm<sup>2</sup> et correspondent à des conducteurs en cuivre.

#### 2.13.1.5 Minuteries :

Les minuteries alimentant les appareils à incandescence seront équipées d'un préavis d'extinction. Ce préavis, intégré à la minuterie classique, avertira de l'extinction imminente de la lumière en réduisant l'intensité lumineuse de 50 % pendant 20 à 40 secondes.

## 2.14 NATURE ET MODE DE POSE DES CANALISATIONS

Compte tenu de la nature des matériaux constituant la structure des bâtiments, les canalisations seront réalisées de la manière suivante :

- Canalisations encastrées : sous conduit ICDE, incorporées dans les murs et les planchers en béton armé avant le coulage du béton.
- Canalisations encastrées : sous conduit ICDE, incorporées dans les murs non bardés (agglo) ou dans les cloisons (briques, carreaux de plâtre, cloisons sèches).
- Canalisations apparentes : installées en gaine, galerie ou vide technique, sous conduit IRO APE, sur chemin de câbles perforés (avec ou sans couvercle), ou sous goulotte multicanaux avec couvercle, selon la destination.

Les câbles utilisés seront de la série suivante :

- HO7V : (fils) posés sous fourreaux encastrés.
- U 1000 RO2V : (câbles basse tension) posés sous fourreaux ou sur chemin de câbles.

## 2.15 ETANCHEITE A L'AIR DU BATIMENT

Dans le cadre des exigences de qualité requises pour ce projet, l'entreprise en charge de ce lot devra mettre en œuvre toutes les mesures nécessaires afin de garantir une étanchéité à l'air optimale du bâtiment et de limiter au maximum les déperditions.

À cet effet, elle devra notamment obturer tous les fourreaux ICTA provenant de locaux non chauffés ou de l'extérieur.

Ces recommandations sont détaillées dans le guide « Étanchéité à l'air des bâtiments – DVD + Guide à usage des professionnels », publié le 12/03/2012.

### 2.15.1 TESTS D'ISOLATION ET D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DU BÂTIMENT

Pour le présent projet, une attention particulière sera portée à l'isolation ainsi qu'à l'étanchéité à l'eau et à l'air de l'enveloppe des bâtiments.

Une fois le bâtiment mis hors d'eau et hors d'air, et avant la réception des ouvrages, un bureau d'études spécialisé sera mandaté pour réaliser des tests d'isolation thermique et d'étanchéité à l'air par infiltrométrie et thermographie. Cette prestation sera prise en charge par le Maître d'Ouvrage.

L'entreprise adjudicataire du présent lot s'engage à une obligation de résultat en matière d'étanchéité à l'air des ouvrages décrits ci-après, ainsi que de leurs raccordements avec les ouvrages voisins.

En cas de défaut d'isolation ou d'étanchéité affectant l'un de ses ouvrages, ou les raccordements avec les ouvrages voisins, en raison d'une mauvaise mise en œuvre ou d'une détérioration, l'entreprise devra procéder aux reprises nécessaires jusqu'à obtention de résultats conformes aux exigences des tests d'étanchéité.

### 2.15.2 VALEURS CIBLES A RESPECTER :

- $N50 < 3 \text{ Vol/h}$
- $I4 < 0.5 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$

### 2.15.3 OBSERVATIONS

Les tests supplémentaires réalisés après correction des ouvrages défaillants seront à la charge des entreprises concernées.

### 2.15.4 IMPACT SUR LE CALFEUTREMENT DES RÉSEAUX

Pour rappel, l'étanchéité à l'air du bâtiment repose sur l'enveloppe composée des éléments suivants :

- Béton armé
- Menuiseries
- Ossature bois
- Charpente bois

Ainsi, tous les réseaux pénétrant cette enveloppe devront être parfaitement calfeutrés à l'aide des solutions suivantes (au choix) :

- Manchettes d'étanchéité en EPDM, associées à un ruban adhésif compatible (ex. PROCLIMA type Roflex + Tescon)
- Manchettes en butyle (ex. AMPACK type Ampacoll BK535)
- Étanchéité liquide couplée avec un géotextile (ex. Delta-Liquixx + géotextile Delta-Liquixx-GT-15)

### 3 INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

#### 3.1 DESIGNATION DU PROJET

Le bâtiment se situe sur la commune de Chamonix Mont blanc a une altitude de 1036 m  
La maîtrise d'ouvrage souhaite l'installation de panneaux photovoltaïque sur le toit de son gymnase  
Sur une toiture à deux pans orientée Nord Est pour une part et Sud-Ouest d'une autre part, le bâtiment se situe en centre-ville.

Le gymnase a une surface de 1300 m<sup>2</sup>, La maîtrise d'ouvrage a déjà effectué un permis qui a été validé avec la présence de panneaux photovoltaïques, la consommation moyenne sur l'année en électricité pour le bâtiment est de 2456 KWh par mois (chiffre de l'année 2023)

	CONSOMATION kWh
JANVIER	3182
FEVRIER	4389
MARS	3681
AVRIL	3014
MAI	2052
JUIN	858
JUILLET	827
AOUT	932
SEPTEMBRE	1776
OCTOBRE	1883
NOVEMBRE	3171
DECEMBRE	3655

Un local pour l'installation des équipements de type coffret électrique et onduleur a été créé lors de la phase de travaux précédente (voir plan)

##### 3.1.1 ETUDES ET PLANS D'EXECUTIONS

Dans le cadre de la réalisation de l'installation photovoltaïque, il est précisé que les études et les plans d'exécution nécessaires à la bonne mise en œuvre du projet sont à la charge exclusive du présent lot. Ces études doivent être réalisées en conformité avec les exigences techniques, les normes en vigueur, et les spécifications définies dans le CCTP. Les plans et pré-études fournis dans le cadre de la conception ne sont fournis qu'à titre indicatif et pour faciliter la phase de conception finale. Ils ne peuvent en aucun cas être utilisés tels quels pour la réalisation du projet. Ils ne constituent en aucun cas un document contractuel, ni un guide de mise en œuvre définitif.

Ainsi, l'entreprise en charge de l'installation est responsable de la réalisation des plans d'exécution détaillés, de la vérification du dimensionnement des équipements, et de l'intégration des contraintes spécifiques du site. Cela comprend notamment les études de raccordement, les choix techniques des composants, et l'adaptation de l'installation à la réalité du terrain. Il est impératif que ces plans d'exécution soient validés par le maître d'ouvrage avant le début des travaux. Toute modification ou adaptation du projet en fonction des conditions réelles sur le terrain sera à la charge de l'entreprise, conformément aux principes de sécurité, de performance et de conformité réglementaire.

En résumé, les documents fournis en pré-étude sont à utiliser uniquement pour la phase de conception initiale, et les études et plans définitifs, ainsi que les ajustements techniques, doivent être réalisés par le présent lot avant toute intervention sur site.

## 3.2 INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUE

### 3.2.1 GENERALITES

L'installation photovoltaïque sera réalisée conformément aux exigences de la norme **NFC 15-712-1** et des textes réglementaires en vigueur. L'ensemble des équipements mis en œuvre devra être certifié et conforme aux normes applicables (NF, IEC, CE).

### 3.2.2 MISE A LA TERRE DE L'INSTALLATION

#### 3.2.2.1 Mise à la terre de la structure

La structure métallique des panneaux photovoltaïques doit être mise à la terre, en particulier si elle est en contact avec des parties conductrices (châssis, câblage, etc.). Les parties métalliques doivent être reliées à une barre de terre ou borne de terre qui est connectée au conducteur de terre du réseau électrique.

La structure métallique doit être reliée au conducteur de terre principal du système photovoltaïque pour permettre la dissipation des courants de fuite et des défauts d'isolation.

#### 3.2.2.2 Mise à la terre des composants électriques

Tous les composants électriques de l'installation photovoltaïque, tels que les onduleurs, tableaux électriques, et boîtiers de connexion, doivent être correctement reliés à la terre pour éviter les risques électriques.

Le tableau de distribution de l'installation doit comporter une barre de terre à laquelle les équipements de protection (disjoncteurs, sectionneurs, etc.) et les masses métalliques doivent être reliés.

Un conducteur de terre de section suffisante doit être utilisé pour raccorder les différentes parties métalliques à la terre. Il doit être installé selon les règles de l'art et respecter les exigences de la norme NFC 15-100.

#### 3.2.2.3 Mise à la terre de l'onduleur

L'onduleur, qui convertit le courant continu (DC) des panneaux en courant alternatif (AC), doit être relié à la terre. Cela garantit la sécurité en cas de défaillance de l'onduleur et protège les autres équipements de l'installation. De plus, l'onduleur doit être conçu pour avoir un isolement galvanique avec la terre afin de ne pas induire de courants de fuite dangereux dans le réseau.

### 3.2.3 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

**En préambule, il est rappelé que l'installation photovoltaïque de ce projet sera réalisée en milieu alpin, à une altitude supérieure à 900 mètres.**

La maîtrise d'ouvrage souhaite utiliser des panneaux photovoltaïques afin de produire de l'énergie en autoconsommation.

À la suite d'une étude et à un budget défini, il a été décidé d'installer 90 panneaux photovoltaïques, représentant une puissance moyenne de 36 kWc. Veuillez-vous référer à l'étude ci-jointe pour plus de détails.

Les modules photovoltaïques fournis et installés devront être conformes aux exigences de sécurité définies par la norme **NF EN IEC 61730**. Cette norme garantit la fiabilité et la sécurité des panneaux en couvrant :

- **Les exigences de conception** (résistance mécanique, isolation électrique, protection contre les chocs et surtensions).
- **Les essais de sécurité** pour assurer leur bon fonctionnement en conditions réelles (résistance aux intempéries, aux surtensions et aux contraintes environnementales).

Les panneaux devront être certifiés selon ces normes afin de garantir leur conformité réglementaire et leur durabilité.

Les modules photovoltaïques fournis et installés devront être conformes à la norme **NF EN IEC 61215**, qui définit les exigences de performance et de fiabilité des panneaux cristallins et à couches minces.

Cette norme impose une série de tests rigoureux permettant de garantir :

- **La durabilité des modules** face aux conditions climatiques (humidité, gel, chaleur, UV).
- **Leur résistance mécanique** aux charges statiques (neige, vent), aux chocs et aux vibrations.
- **Le maintien des performances électriques** sur le long terme.

Les panneaux devront être certifiés selon cette norme afin d'assurer leur conformité aux exigences de qualité et leur fiabilité en exploitation.

Les entreprises répondant à l'appel d'offres devront réaliser leur propre étude et pourront proposer des variantes en fonction du matériel qu'elles utilisent. Toutefois, ces variantes ne devront en aucun cas présenter des performances ou une qualité inférieure à celles de l'équipement décrit ci-dessous.

- |               |                      |
|---------------|----------------------|
| • Marque :    | <b>DMEGC</b>         |
| • Type :      | DM450                |
| • Dimension : | 1762 x 1134 x 40 mm  |
| • Poids :     | 20.6 kg par panneaux |

Les capteurs photovoltaïques auront les caractéristiques électriques suivantes :

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| • Voltage maximum admissible : | 1000 V   |
| • NOCT :                       | 45°C +/-2°C (Air 20 °C ; irradi. 0,8kW/m <sup>2</sup> , vent 1m/s) |
| • Rendement module :           | 15,96 % aux Conditions Standard de Test (STC) selon                |
| • La norme                     | EN60904-3.   |

### 3.2.3.1 Dispositions spécifiques relatives à l'installation photovoltaïque – Exigences assurantielles

L'installation photovoltaïque devra être réalisée en surimposition uniquement. Le cheminement des câbles DC devra s'effectuer à l'extérieur du bâtiment, sauf approbation préalable de la commission de sécurité. En cas de cheminement intérieur, les câbles devront être protégés par un conduit coupe-feu de degré 1 heure (CF 1h).

Les onduleurs seront installés dans un local technique accolé au bâtiment, spécifiquement conçu et réservé exclusivement à cet usage. Ce local présente une résistance au feu de 1 heure (CF 1h), conformément aux exigences de sécurité incendie. Il est accessible 24h/24 pour les opérations de maintenance des équipements photovoltaïques. L'emplacement de ce local est en dehors de la zone inondable, au-dessus de la cote des plus hautes eaux définie par le PPRI. Le local est également conçu de manière à garantir la protection des équipements contre les chocs mécaniques, grâce à une zone d'exclusion matérialisée d'au moins 1 mètre tout autour des onduleurs, si nécessaire.

Les rails de fixation devront être adaptés à une toiture de type joint debout K2 Solidrail





### 3.2.4 COFFRET ELECTRIQUE DC

Le coffret électrique DC (courant continu) est un élément essentiel de l'installation photovoltaïque. Il assure la protection, la distribution et le sectionnement des circuits en courant continu provenant des panneaux photovoltaïques avant leur conversion en courant alternatif (AC) par l'onduleur. Il doit être conforme aux normes **NFC 15-712-1** et **NFC 15-100** et garantir la sécurité des personnes et des équipements.

Le coffret électrique DC sera installé dans le local technique dédié au système photovoltaïque.

Coffret étanche (IP65 minimum), résistant aux conditions climatiques extérieures s'il est installé en extérieur. Matériau autoextinguible et résistant aux UV pour éviter les risques de dégradation prématurée.

Indice de résistance aux chocs IK08 minimum.

Il permettra le raccordement des chaînes de panneaux PV à l'onduleur et assurera les fonctions suivantes.

- Fonction de coupe-circuit à fusibles bipolaires pour chaque chaîne de panneau, Fonction de parafoudre DC par un disjoncteur de déconnexion bipolaire courbe C suivi d'un parafoudre module débrochable type 2 (pour niveau de risque élevé  $N_k > 25$ ) avec report de défaut.
- Fonction de coupure d'urgence par un interrupteur/sectionneur DC avec déclencheur à émission,
- Fonction de protection contre les surcharges et les courts-circuits des câbles DC vers onduleurs par disjoncteurs.

Dans le coffret, tous les composants (modulaires ou non) seront repérés conformément au schéma et montés sur rails "oméga" normalisés de même que les borniers de raccordement avec porte-repères.

Les liaisons à l'intérieur des coffrets seront réalisées par câbles souples H07 VK, sous goulottes avec embouts de câblage et languettes ou anneaux porte-repères.

Le schéma électrique du coffret sera placé à l'intérieur du coffret dans une pochette fixée au revers de la porte.

### 3.2.5 BOITIER D'ARRET D'URGENCE GENERAL ELECTRIQUE

Les installations photovoltaïques doivent être équipées de dispositifs d'arrêt d'urgence et de commande pompier conformément à la norme NFC 15-712-1, afin d'assurer la sécurité des intervenants en cas d'incendie ou d'intervention de maintenance. Ces dispositifs permettent la coupure rapide du circuit en courant continu (DC) et en courant alternatif (AC), minimisant ainsi les risques électriques.

#### Exigences techniques et réglementaires

##### **Dispositifs d'arrêt d'urgence DC (courant continu)**

Obligation d'un dispositif de coupure rapide entre le champ photovoltaïque et l'onduleur ou micro-onduleurs.

Installation d'un sectionneur DC à proximité immédiate des panneaux solaires ou intégré aux micro-onduleurs.

Commande d'arrêt d'urgence accessible et clairement identifiée pour isoler les modules photovoltaïques en cas d'intervention.

##### **Dispositifs d'arrêt d'urgence AC (courant alternatif)**

Un sectionneur AC doit être installé à proximité du tableau général basse tension (TGBT) pour couper l'alimentation des onduleurs vers le réseau.

Conformité aux prescriptions de la NFC 15-100 pour la coupure des circuits en basse tension.

#### 3.2.5.1.1 Commande pompier

Une commande de coupure spécifique doit être installée à un point d'accès sécurisé et clairement signalé, généralement à l'entrée du bâtiment.

Ce dispositif doit permettre l'arrêt immédiat de la production photovoltaïque, en coupant simultanément les circuits DC et AC.

Étiquetage obligatoire : signalisation normalisée pour identifier clairement la commande pompier et les circuits coupés.

### 3.2.6 ONDULEUR

La transformation du courant continu en courant alternatif se fera par l'intermédiaire d'un ou plusieurs onduleurs triphasés avec une tension de sortie de 400 Volts alternatifs.

Les onduleurs conforme à la norme DIN VDE 0126-1-1, seront installés dans le local technique dédié au système photovoltaïque au rez-de-chaussée de l'extension et intégreront les fonctions protection de découplage conforme aux spécifications ENEDIS :

- par l'intermédiaire d'un sectionneur automatisé intégré à chaque onduleur (Variation de tension  $\leq 80\%$  ou  $\geq 115\%$  en  $t < 0,2s$  ; Ecart de fréquence de  $\pm 0,2$  Hz en  $t < 0,2s$  ; cette fréquence pouvant être mesurée entre 70% et 120% de  $U_n$  ; Mauvais isolement du circuit à courant continu du générateur au moment de la mise sous tension ou en cours de fonctionnement, Mauvais isolement du circuit à courant alternatif du générateur ou injection d'une composante de courant continu suite à défaillance de l'onduleur en cours de fonctionnement, Hausse d'impédance du réseau amont supérieure à 0,5 Ohms par rapport à la valeur de référence glissante en  $t < 5s$ , Maxi de tension réglé à 110 %  $U_n$  ; un ajustement dans une plage 100 % à 115 % de  $U_n$  est souhaitable pour tenir compte du niveau moyen de la tension de fourniture selon le raccordement de l'installation.)
- Par l'intermédiaire d'un dispositif de découplage de type externe indépendant de l'onduleur du générateur photovoltaïque. Il devra comporter les dispositifs permettant la réalisation par le Distributeur des essais de vérification du fonctionnement et le scellé des réglages à prévoir avant tout couplage du générateur photovoltaïque.

La protection de découplage sera de type 2.1 constituée de relais d'un type autorisé d'emploi par le Distributeur et réglés pour un fonctionnement instantané aux seuils suivants :

- Minimum de tension phase-neutre sous 85 % de la tension nominale,
- Maximum de tension phase-neutre au-dessus de 115 % de la tension nominale.
- Minimum de fréquence sous 49.5 Hz, (44 Hz dans les DOM et Corse)
- Maximum de fréquence au-dessus de 50.5 Hz (52 Hz dans les DOM et Corse).

La protection de découplage devra actionner par commande à manque de tension l'ouverture de l'organe de découplage au moyen, si nécessaire, d'un relais auxiliaire de découplage. L'organe de découplage devra être distinct de l'AGCP, s'ouvrir en moins de 50 millièmes de seconde, assurer le sectionnement entre l'installation de production et le réseau du Distributeur et être placé de telle sorte que l'alimentation du circuit de mesure de la protection de découplage ne soit jamais interrompue.

Les entreprises répondant à l'appel d'offres devront réaliser leur propre étude et pourront proposer des variantes en fonction du matériel qu'elles utilisent. Toutefois, ces variantes ne devront en aucun cas présenter des performances ou une qualité inférieure à celles de l'équipement décrit ci-dessous.

- |               |                       |
|---------------|-----------------------|
| • Marque :    | <b>SUNGROW</b>        |
| • Type :      | SG 110 CX             |
| • Dimension : | 1051 x 660 x 362.5 mm |
| • Poids :     | 89 KG                 |

### 3.2.7 PASSERELLE DE COMMUNICATION

La **passerelle de communication** est un élément clé dans le système de gestion d'une installation photovoltaïque. Elle assure l'échange d'informations entre les différents composants de l'installation (panneaux solaires, onduleurs, compteurs, systèmes de stockage, etc.) et permet de surveiller, contrôler et optimiser la production et la consommation d'électricité en temps réel. L'installation d'une passerelle de communication est essentielle pour garantir une gestion efficace, la maintenance préventive, et l'optimisation de la performance du système photovoltaïque.

#### Surveillance à distance

- **Suivi en temps réel** : La passerelle permet de suivre à distance la **production d'énergie**, la **consommation**, et les **injections sur le réseau** via des interfaces web ou des applications mobiles. Cela permet au propriétaire de l'installation, ou au gestionnaire de l'énergie, d'avoir une vue instantanée sur la performance de l'installation, indépendamment de sa localisation géographique.
- **Alertes et notifications** : En cas de dysfonctionnement ou de baisse de performance, des alertes sont envoyées automatiquement, ce qui permet une intervention rapide et une maintenance préventive. Cela aide à éviter des pertes de production ou des pannes prolongées.

#### Optimisation de l'autoconsommation

- **Gestion dynamique de la consommation** : La passerelle permet d'ajuster la consommation d'électricité en fonction de la production instantanée d'énergie solaire. Cela optimise l'autoconsommation en utilisant au mieux l'énergie produite par les panneaux photovoltaïques, réduisant ainsi les coûts liés à l'achat d'électricité auprès du fournisseur.
- **Programmation et automatisation** : Certaines passerelles permettent de programmer des actions spécifiques, comme l'activation d'appareils électroménagers ou de systèmes de stockage d'énergie (batteries) pendant les pics de production d'énergie, pour maximiser l'utilisation de l'énergie solaire.

#### Diagnostic et maintenance

- **Diagnostic à distance** : La passerelle facilite le **diagnostic à distance** des composants de l'installation. En analysant les données collectées, elle peut aider à identifier les pannes ou anomalies et à évaluer l'état de santé des différents équipements, comme les panneaux, l'onduleur, ou le système de stockage.
- **Suivi des performances** : Grâce aux données historiques de production et de consommation, la passerelle permet de détecter toute baisse de rendement et de prendre les mesures appropriées, avant qu'elles n'affectent la rentabilité de l'installation. Cela garantit une performance optimale sur le long terme.

La passerelle de communication devra être de type ou similaire :

- |                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| • Marque :                  | AP systems                         |
| • Type :                    | ECU-C                              |
| • Communication :           | Zig Bee 2.4 GHz                    |
| • Nbrs maximums d'onduleurs | 100                                |
| • Alimentation AC :         | 110- 277 VAC, 50 – 60 Hz monophasé |
| • Alimentation DC :         | 12-16 V                            |
| • Consommation :            | 3W                                 |

### 3.2.8 COFFRET ELECTRIQUE AC

Le coffret électrique AC (IP 55 - IK 08) sera installé dans le local technique et sera positionné à 125 cm/sol, et assurera les fonctions suivantes :

- Fonction coupure générale par un interrupteur/sectionneur bipolaire 100 A à coupure omnipolaire
- Fonction parafoudre par un disjoncteur de déconnexion bipolaire courbe C suivi d'un parafoudre à module débrochable type 2 (pour niveau de risque élevé Nk >25) avec report de défaut.
- Fonction de protection contre les surcharges et les courts-circuits des câbles AC par disjoncteur pour circuit onduleur associés à un déclencheur à émission de tension

Dans le coffret, tous les composants (modulaires ou non) seront repérés conformément au schéma et montés sur rails "oméga" normalisés de même que les borniers de raccordement avec porte-repères.

Les liaisons à l'intérieur des coffrets seront réalisées par câbles souples H07 VK, sous goulottes avec embouts de câblage et languettes ou anneaux porte-repères.

Le schéma électrique du coffret sera placé à l'intérieur du coffret dans une pochette fixée au revers de la porte.

#### 3.2.8.1 Raccordement sur réseaux existant pour l'autoconsommation

Le raccordement du tableau AC (Alternatif) de l'installation photovoltaïque au TGBT (Tableau Général Basse Tension) existant doit être réalisé avec précaution et en conformité avec les normes électriques en vigueur (NFC 15-100 et NFC 15-712-1).

##### 1. Choix du point de raccordement

Le raccordement doit être effectué en aval du dispositif général de protection (DGP) et en respectant les capacités du tableau électrique existant. Plusieurs options sont possibles en fonction de la configuration du site :

- Sur un tableau divisionnaire : si le TGBT alimente plusieurs tableaux électriques, il est possible de raccorder le tableau AC sur un tableau divisionnaire alimentant la partie concernée de l'installation.
- Directement sur le TGBT : via un disjoncteur dédié, généralement installé sur le jeu de barres du tableau principal.

##### 2. Méthode de raccordement

Le tableau AC de l'installation photovoltaïque est raccordé au TGBT via un disjoncteur différentiel dédié respectant les caractéristiques suivantes :

1. Disjoncteur dédié :
  - Courbe C ou D en fonction de la puissance de l'installation.
  - Calibre adapté selon la puissance de l'onduleur (ex. : 20 A pour une puissance inférieure à 4,6 kVA, 32 A pour des puissances supérieures).
2. Protection différentielle :
  - Un interrupteur différentiel de type A ou F pour détecter les fuites de courant liées à l'électronique de puissance de l'onduleur ou micro-onduleur.
  - Sensibilité de 30 mA pour la protection des personnes.
3. Connexion sur les jeux de barres du TGBT :
  - Raccordement en aval du disjoncteur général pour que l'énergie produite puisse être utilisée en priorité sur l'installation existante avant toute injection réseau.
  - Utilisation de borniers dédiés si disponibles pour éviter une surcharge sur les bornes principales.
4. Installation d'un parafoudre :

- Si le TGBT en est déjà équipé, s'assurer qu'il est bien dimensionné pour l'ajout de la production photovoltaïque.
- Sinon, ajouter un parafoudre AC type 2 dans le coffret AC pour protéger l'onduleur ou les micro-onduleur et le réseau contre les surtensions.

### 3. Vérifications avant mise en service

- Contrôle du sens de l'injection pour s'assurer que l'énergie produite est utilisée prioritairement sur l'installation et non immédiatement réinjectée sur le réseau.
- Test des protections électriques : fonctionnement du différentiel, calibration des disjoncteurs.
- Validation des tensions et des raccordements pour éviter tout risque de retour de courant dangereux.

#### 3.2.9 DÉMARCHE POUR REJET D'EXCÉDENT DE PRODUCTION SUR RÉSEAU ENEDIS

##### Généralités

En cas d'excédent de production d'électricité générée par l'installation photovoltaïque, la démarche pour le rejet sur le réseau doit être réalisée conformément aux procédures d'Enedis et aux exigences réglementaires. Cela permet de revendre l'excédent d'énergie produit sur le réseau public de distribution ou de bénéficier d'un système d'autoconsommation avec injection sur le réseau.

##### Prérequis

Avant de procéder à l'injection d'excédents de production sur le réseau, plusieurs conditions doivent être remplies :

- Contrat de raccordement signé avec Enedis : l'installation doit être raccordée au réseau public de distribution avec un contrat d'accès au réseau.
- Dispositif de comptage : installation d'un compteur d'énergie bidirectionnel pour mesurer à la fois l'énergie consommée et l'énergie injectée sur le réseau.
- Homologation de l'installation : l'installation doit répondre aux normes techniques exigées pour l'injection, telles que la norme NF C 15-100 et la norme NF C 15-712-1.

##### Démarche pour demander l'injection d'excédents sur le réseau

##### Demande préalable à Enedis

- **Demande de raccordement** : une demande doit être adressée à Enedis pour obtenir un accord de raccordement au réseau pour l'injection de l'excédent. Cette demande doit spécifier la puissance installée, le type de production (photovoltaïque), et la capacité d'injection prévue.
- **Étude de faisabilité** : Enedis réalisera une étude pour déterminer la capacité du réseau à accepter l'injection d'excédents d'énergie, ainsi que les conditions techniques du raccordement.
- **Protocole d'injection d'excédent** : Une fois l'étude réalisée, un protocole d'injection sera établi, précisant les modalités et les équipements nécessaires (compteurs, dispositifs de protection, etc.).

##### Raccordement et installation des équipements nécessaires

- **Installation d'un compteur bidirectionnel** : Un compteur spécifique permettra de mesurer l'énergie consommée et l'énergie injectée sur le réseau.

- **Dispositifs de protection** : Mise en place de dispositifs de protection afin de garantir la sécurité lors de l'injection d'électricité sur le réseau. Cela inclut des disjoncteurs, sectionneurs et parafoudres.
- **Tests de conformité** : Après installation, un contrôle de conformité de l'installation sera réalisé par Enedis pour vérifier que l'installation respecte bien les exigences techniques et de sécurité pour l'injection d'excédents.

#### Signature du contrat d'injection d'excédent

- Une fois l'installation conforme, un contrat d'achat ou d'autoconsommation avec injection (contrat avec EDF Obligation d'Achat ou autre fournisseur) sera signé. Ce contrat définit les conditions de rémunération pour l'énergie injectée sur le réseau.

#### Conditions d'injection

L'injection d'excédents d'énergie photovoltaïque sur le réseau doit respecter plusieurs conditions :

- **Respect des limites de production** : L'installation ne doit pas injecter plus que la capacité définie dans le contrat de raccordement, sous peine de sanctions.
- **Surveillance et gestion de l'injection** : Enedis peut réguler l'injection d'énergie en fonction de la demande et de la capacité du réseau local.

#### Vérifications et suivi

- **Vérification de l'injection** : Une fois le raccordement validé, des tests seront effectués pour confirmer le bon fonctionnement de l'injection d'excédent d'énergie.
- **Suivi de l'injection** : Le suivi des données d'injection sera effectué via un compteur intelligent connecté à Enedis et aux fournisseurs d'énergie pour suivre la quantité d'électricité injectée et calculer la rémunération due.

### 3.2.10 PANNEAU D'AFFICHAGE DE LA PRODUCTION ET CONSOMMATION

La maîtrise d'ouvrage souhaite un panneau d'affichage de la **production et de la consommation** de son installation photovoltaïque permettant de suivre en temps réel les performances du système. Ils doivent être installés conformément aux normes en vigueur, telles que **NFC 15-712-1** et **NFC 15-100**, afin d'assurer un affichage précis et sécurisé des informations relatives à la production d'électricité

#### Affichage de la consommation

- Affichage des données de consommation en temps réel pour l'utilisateur, indiquant la quantité d'électricité utilisée par l'installation en kWh.
- Le panneau doit permettre de visualiser la consommation instantanée (en kW) et de comparer la consommation à la production d'énergie photovoltaïque, facilitant ainsi une gestion optimisée de l'autoconsommation.
- Affichage des consommations cumulées sur des périodes définies (journalière, mensuelle, annuelle).

#### Visualisation de l'injection sur le réseau

- Affichage de l'énergie injectée sur le réseau public (si applicable) en kWh.

- Affichage des données relatives au contrat d'injection, telles que la quantité d'énergie injectée et les rémunérations associées (si applicable).

#### Connectivité et interfaces

- Le panneau d'affichage peut être équipé d'une interface numérique pour se connecter au compteur intelligent et permettre la récupération automatique des données de production et de consommation.
- Affichage des données via un écran LCD ou LED de taille adaptée à la visibilité dans l'espace où il est installé.
- Le système peut être connecté à un réseau local ou à Internet pour permettre la consultation à distance des données via des applications mobiles ou des plateformes web.

#### Conditions de mise en œuvre

- **Emplacement** : Le panneau doit être placé dans un endroit visible et accessible pour l'utilisateur afin de permettre une consultation facile et rapide des données de production et de consommation.
- **Protection** : Le panneau d'affichage doit être protégé contre les intempéries, avec un indice de protection minimum IP54 pour les installations extérieures.
- **Raccordement** : Les câblages électriques et la connexion au système de production photovoltaïque doivent être réalisés selon les prescriptions techniques du fabricant et en conformité avec les normes en vigueur.

#### Vérifications et réception des travaux

Avant la mise en service, il est nécessaire de :

- Tester l'affichage des données de production, consommation, et injection pour vérifier l'exactitude des informations.
- Vérifier que les données sont mises à jour en temps réel et que l'interface fonctionne correctement.
- Remettre au Maître d'Ouvrage un Dossier d'Ouvrage Exécuté (DOE) comprenant des schémas de raccordement, la documentation technique des panneaux d'affichage et les certificats de conformité.