

# RECONSTRUCTION HÔPITAL PSYCHIATRIQUE BOHARS

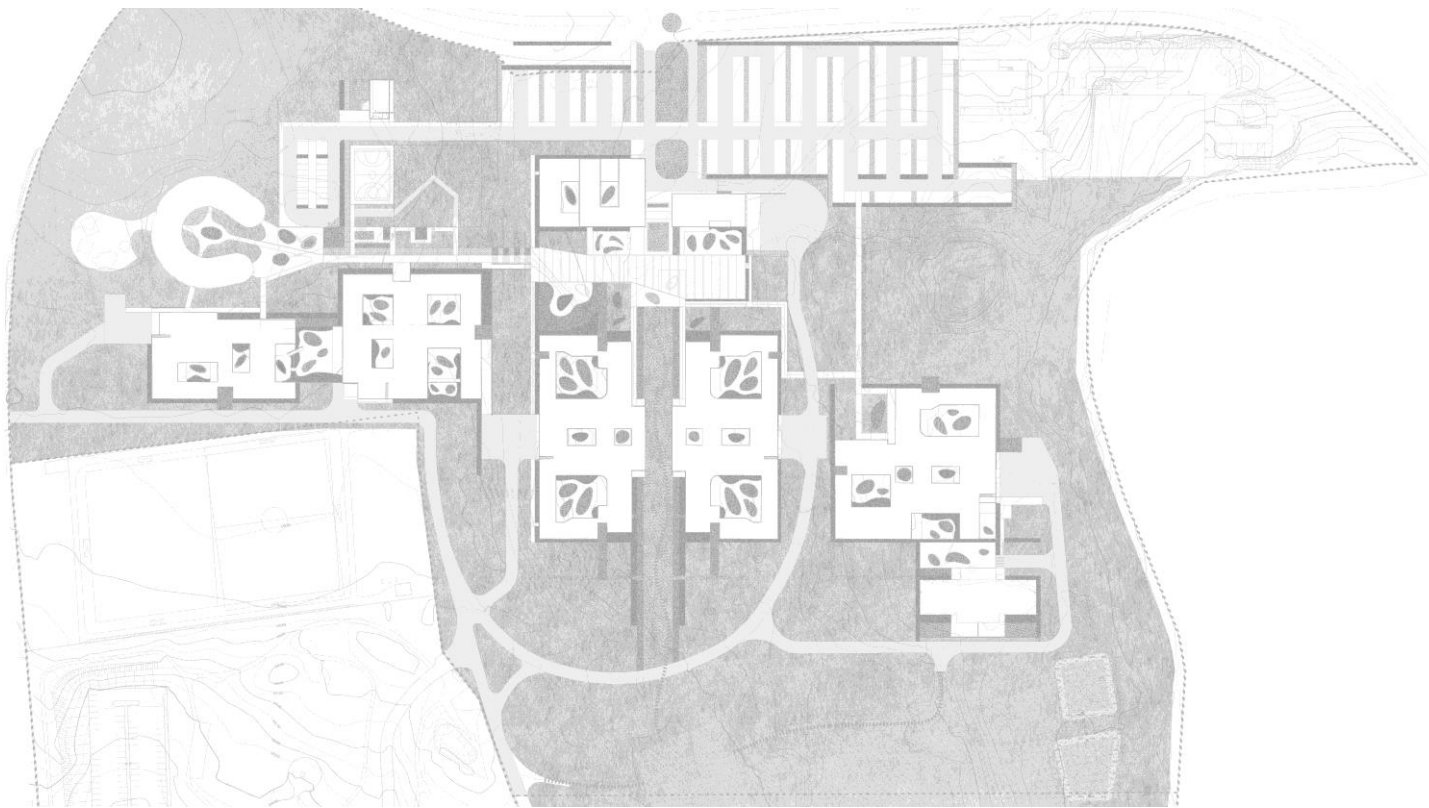
MAÎTRE D'OUVRAGE

**CHU BREST**  
2 Avenue Foch  
29609 BREST CEDEX



MAÎTRE D'ŒUVRE – MANDATAIRE

**AIA ARCHITECTES**  
13 Boulevard Jean Monnet  
56260 LARMOR PLAGE



ÉMETTEUR	PHASE	DATE	ÉCHELLE
AIA INGÉNIERIE	DCE	07/2024	sans

INTITULÉ DU DOCUMENT	CODE ÉMETTEUR	N° DU DOCUMENT	INDICE
CCTP PHOTOVOLTAÏQUE OMBRIÈRES	ELE	0228	A

BUREAU DE CONTRÔLE	APAVE	37 avenue du baron Lacrosse 29803 BREST - 02 98 42 14 44
S.P.S.	VERITAS	
ASSISTANT MOA	A2MO	17 Boulevard de Berlin 44000 NANTES – 02 85 67 17 00
MANDATAIRE	AIA ARCHITECTES	13 boulevard Jean Monnet 56260 LARMOR PLAGE - 02 97 64 03 40
ARCHITECTE	AIA ARCHITECTES	13 boulevard Jean Monnet 56260 LARMOR PLAGE - 02 97 64 03 40
INGÉNIERIE	AIA INGÉNIERIE	7 boulevard de Chantenay 44100 NANTES - 02 40 38 13 13
ENVIRONNEMENT	AIA ENVIRONNEMENT	7 boulevard de Chantenay 44100 NANTES - 02 40 38 13 13
ÉCONOMIE DE LA CONSTRUCTION	AIA INGÉNIERIE	7 boulevard de Chantenay 44100 NANTES - 02 40 38 13 13
PAYSAGES	AIA TERRITOIRES	7 boulevard de Chantenay 44100 NANTES - 02 40 38 13 13
COORDINATEUR SSI	ARMOR INGÉNIERIE	
ACOUSTICIEN	TECHNICONCONSULT	
OPC	AIA MANAGEMENT DE PROJETS	7 boulevard de Chantenay 44100 NANTES- 02 40 38 13 13



Numéro affaire	Projet	Phase	Bâtiment	Émetteur	Corps d'état	Type document	Niveau	N° du document
0846a21	BO	DCE	XX	AI	ELE	CCTP	XX	0228

Rédigé par : PMo		Validé par : JTP
Date	Indice	Modifications
07/2024	A	1 <sup>ère</sup> diffusion

# CCTP INFRASTRUCTURE DE PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE EN OMBRIÈRE

## SOMMAIRE

<b>28.1</b>	<b>PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES</b>	<b>5</b>
28.1.1	Objet du présent CCTP	5
28.1.2	Normes et réglementations applicables	5
28.1.3	Qualifications de l'entreprise	7
28.1.4	Agrément du matériel	7
28.1.5	Dossier d'exécution	8
28.1.6	Opérations préalables à la réception	9
28.1.7	Dossier technique de fin de chantier	9
28.1.8	Propriété des ouvrages	10
28.1.9	Thermographie de fin de chantier	10
28.1.10	Formation	10
28.1.11	Certificat de conformité	10
28.1.12	Visite initiale de contrôle périodique	11
28.1.13	Esthétique	11
28.1.14	Travaux à prendre en compte au titre du compte-prorata	12
28.1.15	Gestion des déchets	12
28.1.16	Réservations – Rebouchages	12
28.1.17	Installation de chantier	12
28.1.18	Présentation des offres	12
<b>28.2</b>	<b>CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES GÉNÉRALES</b>	<b>13</b>
28.2.1	Généralités	13
28.2.2	Architecture générale de l'infrastructure	14
<b>28.3</b>	<b>SYSTÈMES D'INTÉGRATION DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES</b>	<b>15</b>
28.3.1	Généralités	15
28.3.2	Hypothèse de charge	17
28.3.3	Terrassements complémentaires	18
28.3.4	Fondation béton	19
28.3.5	Structure porteuse	19
28.3.6	Dispositions et orientation	19
28.3.7	Structure secondaire – Dome Solar HÉLIOS RC3	20
<b>28.4</b>	<b>MODULES PHOTOVOLTAÏQUES INDUSTRIELS</b>	<b>22</b>
28.4.1	Caractéristiques des modules	22
28.4.2	Recommandations JRC (European Joint Research Center) ISPRA	22
28.4.3	Analyse du cycle de vie	22
28.4.4	Recyclage des modules usagés	23
28.4.5	Calepinage et pose des modules	23

<b>28.5</b>	<b>INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES EN COURANT CONTINU</b>	<b>24</b>
28.5.1	Généralités	24
28.5.2	Régime de neutre - Tension distribuée	24
28.5.3	Liaison équipotentielle	24
28.5.4	Canalisations en courant continu	24
28.5.5	Chemins de câbles DC	25
28.5.6	Interrupteur – Sectionneur	25
28.5.7	Arrêts d'urgences	26
28.5.8	Repérages	27
<b>28.6</b>	<b>SYSTÈMES DE CONVERSIONS D'ENERGIE DC / AC - ONDULEURS</b>	<b>28</b>
28.6.1	Généralités	28
28.6.2	Caractéristiques techniques	28
28.6.3	Localisations	29
28.6.4	Scénarii de coupure réseau	29
<b>28.7</b>	<b>INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES EN COURANT ALTERNATIF</b>	<b>30</b>
28.7.1	Généralités	30
28.7.2	Régime de neutre – Tension distribuée	30
28.7.3	Canalisations en courants alternatif	30
28.7.4	Cheminement sous fourreaux	31
28.7.5	Protections	31
<b>28.8</b>	<b>MODALITÉS DE RÉINJECTION D'ENERGIE</b>	<b>33</b>
28.8.1	Généralités	33
28.8.2	Modalité de découplage	33
28.8.3	Relations avec l'acheteur d'énergie	33
<b>28.9</b>	<b>SUPERVISION DE L'ENERGIE PRODUITE – DATA LOGGER</b>	<b>34</b>
28.9.1	Data logger	34
28.9.2	Câblage informatique	34
28.9.3	Fiche à thème	35
<b>28.10</b>	<b>LIMITES DE PRESTATIONS</b>	<b>36</b>

## 28.1 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

### 28.1.1 OBJET DU PRÉSENT CCTP

Ce C.C.T.P. a pour objet de préciser les règles de la réalisation d'une installation de production d'énergie photovoltaïques en ombrière du parking de l'Hôpital de Bohars.

La prestation comprendra notamment :

Nature de la prestation	Inclus dans la prestation
Mise en œuvre de systèmes de supportage en structure traditionnelle sur ombrière PV	Oui
Fourniture et pose de modules photovoltaïques	Oui
Raccordement des modules en courant continu, pose de chemins de câbles et de canalisations électriques	Oui
Fourniture, pose et raccordement des chaînes photovoltaïques sur onduleurs	Oui
Pose d'un coffret de raccordement en courant alternatif pour réinjection sur le TGBT du site,	Oui
Mise en œuvre des installations de découplage de l'infrastructure de production en cas d'ordre du distributeur	Oui
Comptage de la production	Oui
Système de supervision et d'affichage des données	Oui
Assistance au Maître d'Ouvrage dans ses démarches administratives	Oui

Note : l'expression des prestations dans le tableau est volontairement simplifiée, seule la description faite dans le CCTP a une valeur contractuelle, elle détaille avec précision la nature des prestations et les limites exactes de leurs mises en œuvre.

### 28.1.2 NORMES ET RÉGLEMENTATIONS APPLICABLES

Les travaux seront exécutés conformément aux règlements et prescriptions techniques en vigueur, au R.E.E.F. (Recueil des Éléments utiles à l'Établissement et à l'Exécution des projets et marchés de bâtiments en France) et notamment :

**Aux Normes, y compris additifs, préambules et mémentos et en particulier, liste non exhaustive :**

- NF P 10-203 (DTU 20.12) : Gros-œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité.
- NF P 84-204 (DTU 43.1) : Novembre 2004 : Étanchéité de toitures-terrasses sur éléments porteurs en maçonnerie, compris amendement d'août et septembre 2007
- NF P 84-206 (DTU 43.3)
- Et son amendement A1 : Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité.
- NF P 84-210 (DTU 43.6) : Travaux de bâtiment : Étanchéité des planchers intérieurs en maçonnerie par produits hydrocarbonés
- NF EN 1873 : Accessoires préfabriqués pour couverture - Lanterneaux ponctuels en matière plastique.
- NF EN 12101-2 et ISO 21927-2 : Exutoire conforme à la norme européenne.
- NF C 12 200 : Textes officiels relatifs à la protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public.

(Suite en page suivante)

- NF C 14 100 : Installations de branchement à basse tension – raccordement au réseau
- NF C 15 100 édition décembre 2003 : Installations électriques à basse tension : règles.
- NF EN 61727 de septembre 1996 : Systèmes photovoltaïques (PV) Caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau
- NF EN 50438 de décembre 2011 : Prescriptions pour le raccordement de micro-générateurs en parallèle avec les réseaux publics de distribution à basse tension
- NF EN 61173 de février 1995 : Protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques (PV) de production d'énergie – Guide
- CEI61000-3-2 de novembre 2005 : Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 3-2 : limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils inférieur ou égal 16 A par phase)
- Référentiels EDF/ENEDIS concernant l'accès au réseau BT pour les installations photovoltaïques,
- NF EN 62116 : Interconnexion au réseau public d'électricité,
- NF EN 50549-1 / -2 : Exigences de raccordement en basse tension et en haute tension
- VDE-AR-N 4110:2018 : Règles de connexion HT,
- VDE-AR-N 4105 : Règles de connexion BT,
- NF EN 80081-1 / -2 : Compatibilité électromagnétique,
- NF EN 60555 : compatibilité au réseau,
- NF EN 50178 (VDE 0558-1) : Régulation de tension
- VDE 0126 : Protection de découplage.

#### **Aux Normes produits, y compris additifs et en particulier :**

- Pour les modules :
- NF EN 61215 : Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation
- NF EN 61646 de janvier 2005 et son projet de révision : Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre Qualification de la conception et homologation
- NF EN 61730-1 et -2 : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques
- NF EN 61701 et NF EN 62716 : Modules photovoltaïques (PV) - Essai de corrosion au brouillard salin et à l'ammoniac,
- NF EN 62790 : Boîtes de jonction pour modules photovoltaïques - Exigences de sécurité et essais,
- CEI TS 62804-1 : PID
- NF EN 50380 : Exigences de marquage et de documentation des modules photovoltaïques
- Pour les câbles et les connecteurs PV :
- NF EN 50618 : Câbles électriques pour systèmes photovoltaïques
- UTE C32-502 : Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes photovoltaïques
- NF EN 62852 : Connecteurs pour applications en courant continu pour systèmes photovoltaïques - Exigences de sécurité et essais
- Pour les onduleurs PV :
- NF EN 62109-1 et -2 : Sécurité des convertisseurs de puissances,
- DIN VDE 0126-1-1 : Spécifications du fonctionnement de l'onduleur (îlotage, fenêtre)
- NF EN 50530 : Efficacité globale des onduleurs photovoltaïques raccordés au réseau
- NF EN 61557-8
- NF EN 50524 : Fiche technique et plaque d'identification pour les onduleurs photovoltaïques
- Pour les parafoudres DC :
- NF EN 50539-11: Exigences et essais pour parafoudres connectés aux installations photovoltaïques

**Aux guides techniques y compris additifs, préambules et mémentos et en particulier :**

- UTE C15-712 de février 2008 : Guide pratique Installations photovoltaïques
- UTE C15-712-1 de juillet 2013 : Guide pratique Installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution
- Guide complémentaire à l'UTE C15-712-1 de janvier 2024 apportant complément au guide pour les modules bi-faciaux, les micros-onduleurs, optimiseurs de puissance, etc.
- UTE C15-400 : Installations électriques à basse tension Guide pratique Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution

**Aux RÈGLES DE CALCUL D.T.U. et modificatifs et en particulier, liste non exhaustive :**

- Règles Eurocode 1 – EN 1991 : Actions sur les structures & ses annexes nationales relatives au vent, à la neige, etc
- DTU 60.11 : Règles de calcul des installation de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales.

**Ainsi que :**

- Décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988 : Protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.
- Relevés d'Avis (RA) de la CSI du 5 novembre 2009 : Avis sur les mesures de sécurité à prendre en cas d'installation de panneaux photovoltaïques dans un établissement recevant du public.
- Relevés d'Avis (RA) de la CSI des 9 décembre 2012 et 7 février 2013 : Instruction techniques relative aux installations photovoltaïques

### **28.1.3 QUALIFICATIONS DE L'ENTREPRISE**

L'entreprise devra obligatoirement être agréée et titulaire de la certification QualiPV ou produire des références de chantier réalisés.

### **28.1.4 AGRÉMENT DU MATÉRIEL**

Outre les réglementations auxquelles doivent obéir le matériel et la mise en œuvre, ceux-ci devront être estampillés C.E. (suivant directives européennes 89/336/CEE et 93/68/CEE).

Tout matériel ne présentant pas cette estampille devra faire l'objet d'une demande d'autorisation du Maître d'Ouvrage et du Maître d'œuvre.

### 28.1.5 DOSSIER D'EXÉCUTION

L'entreprise devra fournir tous plans d'exécution et notes de calcul nécessaires à la parfaite réalisation des travaux.

Les dossiers de plans d'exécution seront obligatoirement exécutés sous AUTOCAD (dernière version) ou tout autre support graphique informatisé totalement compatible avec celui-ci.

Un modèle de cartouche sera communiqué par le Maître d'œuvre aux entrepreneurs au début de l'étude d'exécution, il sera reproduit sur chaque document.

Le dossier comprendra au minimum :

- Une nomenclature générale des plans produits ou à produire maintenue régulièrement à jour, indiquant :
  - Le numéro du plan
  - Le nom du Maître d'Ouvrage et ses coordonnées
  - Le nom du Maître d'œuvre et ses coordonnées
  - L'appellation du dossier
  - Le nom de l'entreprise et ses coordonnées
  - L'appellation du plan
  - L'indice de révision
  - La nature de la révision

Cette nomenclature devra être publiée avec l'envoi de chaque plan technique à contrôler.

- Les vues en plans techniques indiquant au minimum :
  - Le parcours des canalisations (DC et AC)
  - La position de tous les matériels électriques ainsi que leurs caractéristiques,
  - La position de tous les émetteurs et récepteurs ainsi que leurs caractéristiques.
- Les plans de détails d'aménagement indiquant :
  - Les implantations des matériels,
  - L'appellation de chaque organe,
- Les notes de calcul comprendront au minimum les calculs suivants :
  - Calcul des sections en ressortant :
  - Les intensités admissibles en fonction des modes de pose, température, etc...
  - Les chutes de tension.
- Calcul des protections en ressortant :
  - La justification de leurs calibres en fonction des caractéristiques des câbles qu'ils protègent
  - Le calcul des ICC au niveau de chaque protection ou groupement de protection
  - La compatibilité des protections vis-à-vis des contacts indirects.
- Calcul des sections des conducteurs de protection
- Calcul des rendements électriques des panneaux

L'ensemble des plans et des notes de calcul sera fourni au Bureau de Contrôle et au Maître d'œuvre pour approbation.

Les mises à jour en fonction des modifications "chantier" seront prises en compte et donneront lieu, si elles sont significatives, à une nouvelle publication d'approbation.



### 28.1.6 OPÉRATIONS PRÉALABLES À LA RÉCEPTION

L'entrepreneur est tenu de faire tous ses essais avant réception et de faire la preuve de l'exécution de ceux-ci en fournissant un dossier d'essais complet.

Ce dossier sera le préalable à toute opération de réception.

Il comprendra un tableau répertoriant la nature des essais et les résultats unitaires de bon fonctionnement de ceux-ci.

A réception de ce document et après en avoir pris connaissance, le Maître d'Œuvre effectuera les essais en présence de l'ensemble des entreprises concernées.

Si le dossier d'essais n'est pas présenté une semaine avant la vérification par le Maître d'œuvre ou si les essais donnent lieu à un taux d'échec supérieur à 3 % des équipements testés, il sera appliqué une pénalité forfaitaire de 1000 € HT à l'entrepreneur du présent lot. Cette pénalité pourra être de nouveau appliquée si la nouvelle tentative d'essais donne lieu à un taux d'échec supérieur au taux de tolérance exprimé ci-avant.

Le contrôle de l'installation photovoltaïque, pour procéder à la réception de l'installation photovoltaïque, devra se référer à la trame de contrôle élaborée par la profession et l'ADEME.

### 28.1.7 DOSSIER TECHNIQUE DE FIN DE CHANTIER

Le dossier de fin de chantier vise à permettre au Maître d'Ouvrage d'exploiter ses installations techniques sans avoir obligatoirement recours à l'entrepreneur ayant réalisé les travaux.

L'Entrepreneur fournira, pour la réception, l'ensemble des notices de fonctionnement et d'entretien des matériels et de l'installation, ainsi que les plans de récolement.

Les notices détaillées de fonctionnement mentionneront de façon exhaustive toutes les procédures propres au fonctionnement des installations. Elles pourront être complétées de schémas et de références aux dossiers des ouvrages exécutés (D.O.E.).

Une présentation sous forme d'organigramme sera exigée. Les pièces administratives précisent la présentation du dossier à remettre.

Ces documents seront compilés sous la forme de classeurs thématiques, dont les principaux chapitres seront :

- Notices techniques des matériels, faisant apparaître clairement les références exactes,
- Notice d'entretien et de maintenance,
- Comptes rendus d'essais,
- Procès-verbaux des organismes de contrôle,
- Plans de récolement,
- Schémas électriques de récolement,
- Une nomenclature de maintenance.

La nomenclature de maintenance référencera de façon détaillée et exhaustive chaque élément technique utilisé dans le bâtiment. Une documentation du fabricant faisant référence aux numéros complètera la nomenclature.

### 28.1.8 PROPRIÉTÉ DES OUVRAGES

L'entreprise sera responsable de ses ouvrages jusqu'à la réception des travaux. Elle devra en assurer la protection pendant toute la durée du chantier. Elle assurera le nettoyage de ses ouvrages, y compris l'enlèvement hors chantier et abords, des gravois, des emballages, des chutes de matériaux.

### 28.1.9 THERMOGRAPHIE DE FIN DE CHANTIER

En fin de chantier après un mois minimum d'exploitation, le présent lot fera établir par un organisme spécialisé une thermographie générale des installations mises en charge préalablement.

Cette thermographie portera sur :

- Les bornes AC de chaque onduleur
- Les bornes DC de chaque onduleur),
- Chaque équipement des boîtes de jonction mis en œuvre par le présent lot,

La thermographie sera assurée (installations en charge depuis 4 semaines après la livraison) par une caméra IR dont la plage de mesure sera comprise au minimum entre -20°C et + 250°C.

Le rapport sera transmis au Maître d'œuvre pour information. Les points d'échauffements anormaux feront l'objet d'un traitement si possible immédiat. Dans le cas contraire, un nouveau contrôle de la zone en anomalie devra être exécuté après réparation.

### 28.1.10 FORMATION

La formation des personnels fera partie intégrante de la prestation, et sera obligatoirement réalisée par les constructeurs.

Les personnes à former seront :

- Le personnel de surveillance.
- Le personnel de maintenance.

Les formations devront permettre, aux personnels concernés, la maîtrise parfaite des fonctions attachées à son niveau de formation.

Ces dispositions s'appliqueront aux personnels d'exploitation mais pourront aussi s'appliquer aux personnels susceptibles d'assurer la programmation et la maîtrise des différentes fonctions du système.

### 28.1.11 CERTIFICAT DE CONFORMITÉ

Les frais financiers et administratifs destinés à obtenir les certificats de conformité de l'organisme de contrôle privé seront pris en charge au compte du présent lot.

### 28.1.12 VISITE INITIALE DE CONTRÔLE PÉRIODIQUE

Il est précisé que le présent lot prendra l'engagement de lever toutes les réserves formulées par l'organisme de contrôle lors de l'établissement du premier rapport périodique annuel de contrôle appelé "visite initiale".

Ne seront prises en charge que les ultimes observations concernant la construction objet du présent dossier. Les autres observations seront prises en charge par le Maître d'Ouvrage.

### 28.1.13 ESTHÉTIQUE

Le respect des règles d'esthétique est une obligation, elles doivent s'appliquer sans nuire à la performance des installations.

Parmi les règles d'esthétique on retiendra :

- Le parfait alignement des éléments posés verticalement,
- L'absence totale (sauf autorisation du Maître d'œuvre) de goulottes apparentes ou de câbles apparents au niveau des équipements terminaux et au niveau des systèmes centraux (armoires électriques),
- Le choix de matériels esthétiques,
- Des étiquetages de grande qualité et correctement alignés.

Le non-respect de ces prescriptions entraînera la reprise de l'installation. Les charges financières de réfection, y compris des lots de second-œuvre, seront imputables au présent lot.

### **28.1.14 TRAVAUX À PRENDRE EN COMPTE AU TITRE DU COMPTE-PRORATA**

Voir les pièces administratives.

### **28.1.15 GESTION DES DÉCHETS**

Les déchets de chantier font l'objet d'un tri sélectif conformément aux dispositions communes à tous les corps d'état.

Chaque entrepreneur sera chargé du transport de ses déchets et gravats jusqu'aux lieux de stockages prévus par le gestionnaire du compte prorata, ainsi que de leur tri dans les conteneurs prévus à cet effet.

Toute infraction à ce tri fera l'objet de l'application des mesures coercitives prévues aux pièces administratives.

### **28.1.16 RÉSERVATIONS – REBOUCHAGES**

Tous les percements de diamètre inférieur à 60 mm seront réalisés par le présent lot, le gros œuvre n'acceptant pas de réaliser des réservations pour ce format de traversée de plancher ou de mur.

Pour les passages d'un diamètre supérieur à 60 mm, le gros œuvre mettra en place aux endroits à définir par le présent lot des blocs de béton cellulaire que le présent lot percera.

Les rebouchages des percements seront dus en totalité par le présent lot.

Cette disposition s'appliquera aux :

- Rebouchage des traversées horizontales,
- Rebouchage des traversées de plancher,
- Rebouchage des gaines techniques verticales.

Ces rebouchages seront réalisés avec des sacs coupe-feu en circulations et en gaines techniques verticales. Dans les autres endroits, le rebouchage sera effectué avec les mêmes matériaux que ceux utilisés pour les cloisonnements ou les planchers.

### **28.1.17 INSTALLATION DE CHANTIER**

Voir CCTP commun

### **28.1.18 PRÉSENTATION DES OFFRES**

Les entreprises devront obligatoirement présenter leurs offres suivant les bordereaux cadres prévus à cet effet dans un document séparé.

## 28.2 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES GÉNÉRALES

### 28.2.1 GÉNÉRALITÉS

Conformément au PLU, l'Hôpital de Bohars sera doté d'une structure de production photovoltaïque constitué de champs en toiture et de champs en ombrière. Le présent CCTP qualifie les prérequis d'installation des modules en ombrière.

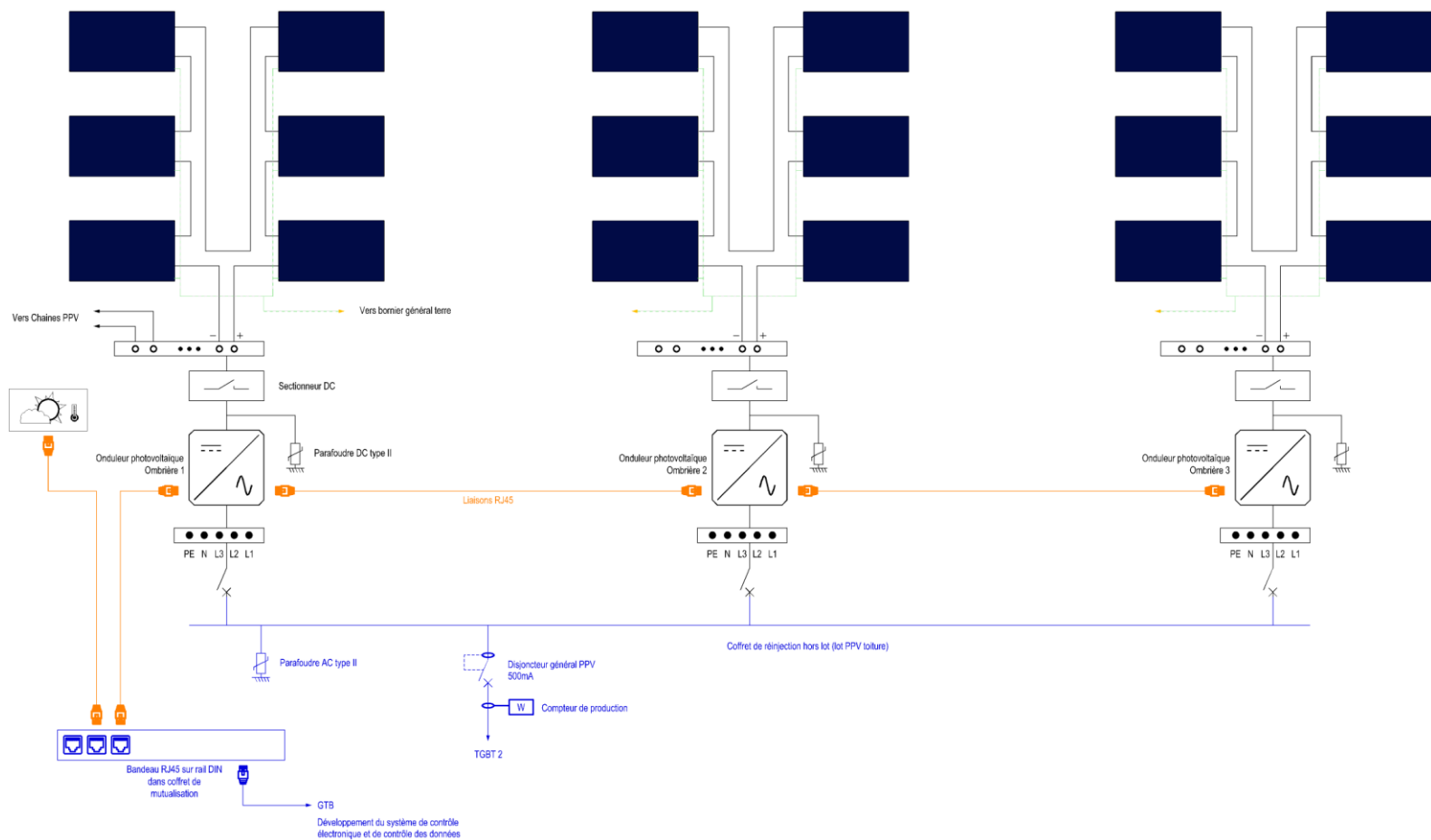
Ces infrastructures de production sont conçues dans un objectif d'autoconsommation. Elle sera réalisée en connectant les installations de conversion de l'énergie en basse tension sur un TGBT localisé dans le bâtiment logistique. Le présent lot prendra connaissance des plans de cheminement électrique ainsi que les plans des réseaux extérieurs lui permettant de tirer les câbles décrits dans le présent document jusqu'à leur emplacement de réinjection.



Au total l'installation produira au minimum 75.4 MWh d'électricité par an pour un rendement moyen minimal de 960 kWh/kWc.

L'installation photovoltaïque étant en étroite lien avec la structure des ombrières, l'entreprise prendra connaissance impérativement des dispositions techniques de ces lots pour établir sa proposition technique.

## 28.2.2 ARCHITECTURE GÉNÉRALE DE L'INFRASTRUCTURE



Le présent schéma est un schéma de principe. Il n'intègre donc pas quantitativement les éléments qui seront à mettre en place.

## 28.3 SYSTÈMES D'INTÉGRATION DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

### GÉNÉRALITÉS

Les places de parking repérées sur le plan des extérieurs et sur le plan masse seront couvertes par une structure de production photovoltaïque installée sur des ombrières. L'ensemble de la prestation, de réalisation des fondations béton, de mise en œuvre de la structure porteuse, d'installation de la structure secondaire ainsi que la pose et le raccordement des modules sont à la charge du présent lot. La solution sera certifiée par une Enquête de Technique Nouvelle.

### CONTEXTE REGLEMENTAIRE GENERAL

Les travaux seront exécutés conformément aux Règlements, Normes et Prescriptions Techniques en vigueur, au R.E.E.F. (Recueil des Eléments utiles à l'Etablissement et à l'Exécution des projets et marchés de bâtiments en France), et notamment :

#### **Aux Normes D.T.U y compris additifs, préambules et mémentos et en particulier, liste non exhaustive:**

- NF DTU 13.1 (P11-201) : Fondations superficielles
- DTU 21 (Norme NF P 18-201) : Exécution des travaux en béton
- NF EN 206+A2/CN : Béton - Spécification, performance, production et conformité - Complément national à la norme NF EN 206
- NF EN 13-670/CN : Exécution des Structures en Béton – Complément National à la NF EN 13 670.
- Norme NF EN 206-1 (indice de classement : P18-325-1) - Béton - partie 1 : spécification, performances, production et conformité

### AU CONTEXTE REGLEMENTAIRE RELATIF AU CALCUL DES STRUCTURES

- Règles Eurocode 0 – EN 1990 : Base de calcul des structures
- Règles Eurocode 1 – EN 1991 : Actions sur les structures
- Règles Eurocode 2 – EN 1992 : Calcul des structures en béton
- Règles Eurocode 3 – EN 1993 : Calcul des structures en acier
- Règles Eurocode 4 – EN 1994 : Calcul des structures mixtes acier-béton
- Règles Eurocode 7 – EN 1997 : Calcul géotechnique
- Règles Eurocode 8 – EN 1998 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes
- NF P94-261 : Justification des ouvrages géotechniques - Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles
- NF P94 -262/A1 : Justification des ouvrages géotechniques – Norme d'application de l'Eurocode 7 – Fondations profondes.
- NF P94 -282 : Justification des ouvrages géotechniques – Norme d'application de l'Eurocode 7 – Ecrans de soutènement - Murs de soutènement.
- Guide de dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre du bâti – Justifications parasismiques pour le bâtiment « à risque normal » (édition 2014)

Les amendements et compléments nationaux de ces textes sont applicables. De même toutes les autres normes reconnues Françaises ou Européennes équivalentes le sont, cette liste n'étant pas limitative.

**Nota important** : à défaut de présentation d'autres méthodes validées par le contrôleur technique et le maître d'œuvre, l'ensemble des méthodes proposées dans les annexes dites informatives des Eurocodes (NF EN de la série 1990 à 1998) et des autres Normes Françaises de la série NF P sont rendues applicables dans le présent marché.

En complément des règlements, normes et prescriptions Techniques précitées, les travaux seront exécutés conformément aux recommandations et règles professionnelles et cahier ou fiches techniques suivants :

- Recommandations de projet National RECYBETON « Comment recycler le béton dans le béton »
- Recommandations du CNC2M pour la détermination des classes d'exécution selon la NF en 1090-2 pour les structures en acier de bâtiment.

#### AUX AVIS TECHNIQUES DU C.S.T.B

#### AUX AVIS ET DECISIONS DU CONTROLEUR TECHNIQUE

#### AUX NORMES AFNOR (Association Française de Normalisation)

#### AU CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES COMMUN A TOUS LES LOTS (CCTPC)

#### CONTEXTE REGLEMENTAIRE RELATIF A LA PREVENTION DU RISQUE SISMIQUE

La prévention du risque sismique répond aux exigences des :

- Arrêtés ministériels du 15 septembre 2014, du 19 juillet 2011 et du 22 octobre 2010 relatifs à la classification et aux règles de construction parasismiques applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».
- Décrets d'application n°2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique et n°2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

#### GEOTECHNIQUE ET HYDROLOGIE

##### **Rapports d'études de sols**

L'étude géotechnique G1 de la société Hydro-géotechnique est jointe au dossier.

Le terrain sur lequel seront construits les ouvrages a fait l'objet d'une étude géotechnique (mission G2PRO) réalisée par le Bureau d'Etudes Géotechniques KORNOG géotechnique dont le rapport ref : 230046G2PRO – Version 2 daté du 27 mai 2024 est joint au dossier.

Nota : L'entrepreneur est réputé avoir pris connaissance complète et entière du terrain, de ses abords et de tous éléments afférents à l'exécution des travaux. Dans l'hypothèse où l'étude de sols lui semblerait insuffisante, l'entrepreneur pourra effectuer toutes les recherches complémentaires nécessaires à l'obtention d'une meilleure précision de son prix de fondations.

##### **Synthèse géologique**

Le sous-sol du site est traversé successivement par les horizons suivants, tous d'épaisseur variable :

- Terre végétale
- Remblais hétérogènes
- Limon et limon sablo-graveleux
- Arène granitique sablo-limoneuse
- Granite très altéré en arène compact
- Granite altéré à compact

##### **Synthèse quant à l'aléa sismique**

Les classes de sol sont A et B selon l'implantation des ouvrages.

##### **Synthèse hydrologique**

Le site est probablement le siège de plusieurs nappes :

- Des stagnations en surface, au sein de la terre végétale et des remblais, en situation météorologique défavorable ;



- Des circulations au sein de l'arène et du granite très altéré à la suite d'évènement pluvieux importants ;
- Une nappe profonde circulant au sein des fissures du granite peu altéré à compact dont l'exutoire est vraisemblablement l'ancien lavoir au Nord-Est du site.

Le suivi piézométrique est en cours.

### Synthèse des analyses d'agressivité

Les résultats de l'analyse d'agressivité du sol et de l'eau en G1 ont permis de mettre en évidence la classification de l'environnement suivante :

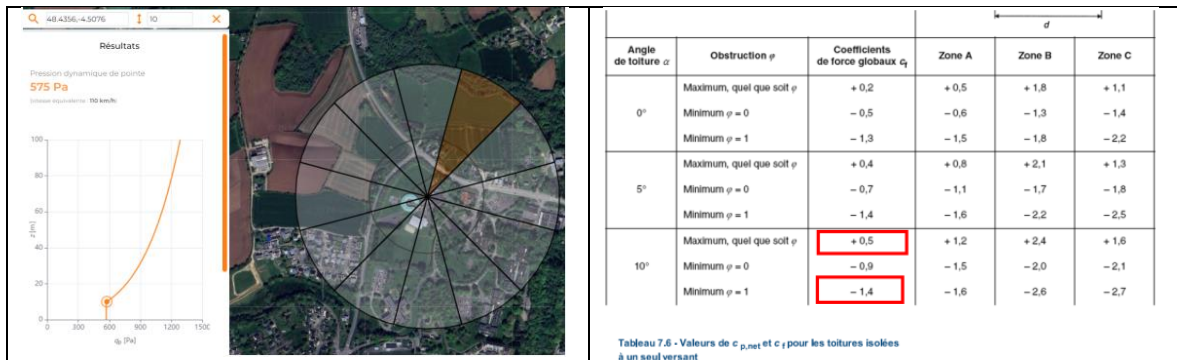
- Classe inférieure à XA1 (faible agressivité chimique).

## HYPOTHESES ET JUSTIFICATIONS D'ETUDES DE STRUCTURE

### Hypothèse de charge

#### Charges climatiques

- CP : Panneaux PV = 15 daN/m<sup>2</sup>
- Vent : Pression : 30 daN / m<sup>2</sup>
- Soulèvement : 80 daN / m<sup>2</sup>
- Neige : Sans accumulation : 40 daN/m<sup>2</sup>
- Exploitation : 80 daN / m<sup>2</sup> sur 10 m<sup>2</sup>



- Vent (suivant eurocode 1) : Région 3 – Valeur de base de la vitesse de référence  $v_{b,0} = 26$  m/s, catégorie de terrain = IIIa
- Neige (suivant eurocode 1) : Région A1,  $S_k = 0.45$  daN/m<sup>2</sup>.

### Hypothèses sismiques

Au sens de l'arrêté de prévention parasismique (du 22 octobre 2010)

- Le bâtiment est situé en zone sismique faible,  $agr = 0.7$  m/s<sup>2</sup>
- Les bâtiments Entrée, Agora, Adultes, de pédopsychiatrie et de gériatrie sont classés en catégorie d'importance III,  $\gamma_i = 1.2$

- Les bâtiment Internat et Logistique sont classés en catégorie d'importance II,  $\gamma_i = 1$
- La classe géotechnique du site suivant rapports géotechniques est : sol A sens de l'EC8 pour les bâtiments Entée, Adultes 1, de pédopsychiatrie et de gériatrie
- La classe géotechnique du site suivant rapports géotechniques est : sol B sens de l'EC8 pour les bâtiments Agora, Adultes 2 et 3.

Pour l'analyse sismique, une analyse modale spectrale conforme à l'Eurocode 8 et utilisant le spectre de calcul pour l'analyse élastique sera réalisé.

Les ouvrages sont conçus suivant l'Eurocode 8, suivant la classe de ductilité DCL.

Les coefficients de comportement retenus sont :  $q=1.5$ .

Les fondations sont dimensionnées en retenant le coefficient de comportement  $q=1,5$  pour la descente de charges.

## **HYPOTHESES ET JUSTIFICATIONS DES FONDATIONS ET INFRASTRUCTURES**

### **Catégorie géotechnique**

Pour les fondations en général : catégorie géotechnique 2.

### **28.3.1 TERRASSEMENTS COMPLÉMENTAIRES**

le présent lot devra l'ensemble des terrassements complémentaires nécessaires à la construction des ouvrages des ombrières photovoltaïques et en particulier :

- Fouilles en trous pour semelles isolées, gros béton, ouvrages divers.
- Démolitions et évacuations des ouvrages de toute nature, rencontrés dans les fouilles.
- Remblais soigneusement compactés autour des ouvrages de fondations (compactage dito plates-formes).
- Évacuation des déblais excédentaires.

### 28.3.2 FONDATION BÉTON

- Gros béton de type 2 du dessous des semelles jusqu'au bon sol. Coffrage à parements élémentaires.
- Semelles isolées en béton armé de type 3 coulé sur un béton de propreté de 0,10 m d'épaisseur minimum, avec débordement de 0,10 m en périphérie.
- Coffrage à parements courants.
- Sections et armatures suivant calculs et étude BA.

### 28.3.3 STRUCTURE PORTEUSE

#### Principe de structure :

Ossature primaire support de panneaux photovoltaïque composé de :

- Pannes, en profilés type IPE, section et dispositions suivant plans structure, assemblages rotulés par plats boulonnées sur poutres principales,
- Poutres principales en profilés type IPE, section et dispositions suivant plans structure, assemblages rotulés par plats boulonnées sur poteaux ;
- Poteaux inclinés en profilé de type TCAR, section suivant plans structure, assemblés en pied par chevillage sur fûts BA;
- Contreventement en profilé type TCAR formant poutre au vent dans le plan horizontal.
- Contreventement longitudinal en profilé type TCAR dans le plan vertical.

#### Protection :

Par galvanisation à chaud Classe C3 selon la NF EN ISO 14713-1

La classe de durabilité de la protection à la corrosion par galvanisation à chaud est la classe de durabilité très haute (TH,  $\geq 20$ ans) selon la définition de la NF EN ISO 14713-1.

#### Finition :

Brute de galvanisation

Nota : interface pour pose des fourreaux d'alimentation, et évacuation des EP avec le lot VRD

### 28.3.4 DISPOSITIONS ET ORIENTATION

Le système sera orienté parallèlement aux façades du bâtiment, comme spécifié sur le plan de principe d'implantation fourni dans le dossier de consultation. Le présent lot fournira le maquettage complet avec la position précise des modules, boîtier de dérivation, chemins de câbles DC et AC et des onduleurs.

Il est précisé que les modules seront installés sur le système de pose avec une orientation "Sud - Ouest" (109°) correspondant à l'orientation des façades et une inclinaison de 10° liée à l'Ombrière.

### 28.3.5 STRUCTURE SECONDAIRE – DOME SOLAR HÉLIOS RC3

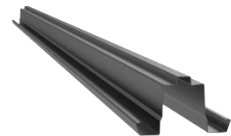
La structure secondaire sera connectée à la structure primaire par des assemblage de rails métalliques solidarisés mécaniquement. Les caractéristiques techniques seront :

• Structure secondaire	:	Profilés modulaires aluminium
• Interface avec la structure primaire	:	Pieds d'ancrage aluminium adapté aux profilés modulaires, 4 faces de fixations, 1 face de fixation à la structure primaire,
• Fixations des profilés aluminium	:	Par équerres, traverses de renfort, plaques de liaisons et éclisses adaptée pour les profilés modulaires,
• Visserie	:	Visserie inox, assemblage vis tête marteau et boulonnerie adaptée aux contraintes structurelles et extérieures,
• Fixation des modules	:	Étrier serreurs universels aluminium, pinces simples ou doubles suivant la position dans le camps
• Goulotte passe-câbles	:	Goulotte adaptée pour rail modulaire, il est précisé qu'aucun câble flottant sans support ne sera toléré.
• Finition	:	Embout clipsable métallique ou plastique résistant au UV.

La structure secondaire servant à la fixation des modules sera constituée d'un assemblage de rails oméga, de traverses et de butées acier hautement résistant à la corrosion. La solution Hélios RC3 correspond à la descriptions. Le présent lot est libre de proposer une solution équivalente

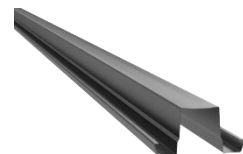
#### Rails Omega RC3+

Des rails Omega assurent la connexion du système à la charpente. Ces profilés sont boulonnés à la charpente par des vis auto-perceuses ainsi que des rondelles étanches assurant l'étanchéité de la fixation et permettant ainsi le bon écoulement des eaux de pluies. Ces rails seront disposés de sorte que l'entraxe de ces derniers permette la pose des modules.



#### Rails Omega intermédiaire RC3+

Dans les cas où les modules retenus seront de plus grand format, il sera mis en œuvre des rails en acier du même type que les précédents. Ils seront disposés au milieu des deux rails Omega principaux afin de servir de point d'appui intermédiaires. Ces profilés seront solidarisés à la panne par la même typologie de visserie que pour les précédents. Les modules seront maintenus à ces rails par des crapauds acier vissés sur ce profilé.



#### Éclissage des rails pour les tronçons de plus de 13.5m

Dans les cas où les ombrières auraient une largeur de tronçon de plus de 13.5m, il sera mis en œuvre des éclisses structurelles en acier anti-corrosion permettant de prévenir les problématiques de dilation thermiques. Les rails Omega seront vissés à ces éclisses par des vis auto-perceuses.



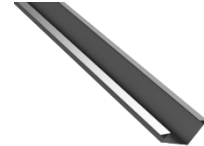
### Butée basse

En partie basse de la pente, il sera installé des profilés en acier anti-corrosion assurant la fonction de butée pour les colonnes de panneaux. Ils seront fixés par boulonnage sur chaque rail Omega, y compris les rails intermédiaires s'ils étaient nécessaires.



### Gouttières inter-modules et mise en œuvre des modules

Chaque module sera disposé sur les rails depuis la partie haute de la charpente et sera équipé d'une gouttière inter module sous forme d'une traverse clipsable. Ces traverses seront constituées d'un profilé métallique (acier laqué ou aluminium)



### Serreurs

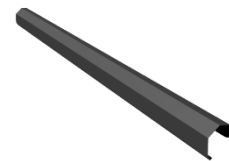
Des profilés aluminium associés à des vis têtes marteau associés à des écrous frein et des plaquette en Inox assureront la fonction de serrage des modules.

Les profilés aluminium sont installés entre chaque colonne, au-dessus du profilé oméga. Des trous oblong permettent la mise en œuvre des vis têtes marteau. Le couple de serrage respectera les recommandation du fournisseur.



### Habillage des extrémités

Des profilés aluminium ou acier assurent l'habillage des extrémité des champs afin que les rails Oméga ne soient pas visible en bout d'ombrière. Ces habillages seront fixés au système Hélios RC3 par les profilés serreurs identiques à ceux des modules.



### Pose des modules

Une fois les rails posés, les modules seront glissés sur les rails oméga et joints entre eux par les gouttières inter-modules permettant l'évacuation des EP dans la gouttière du rail oméga.

### Gouttière bas de pente

Une gouttière en aluminium sera installée en bas de pente ainsi que les canalisations nécessaire à la descente des eaux pluviales.

## 28.4 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES INDUSTRIELS

### 28.4.1 CARACTÉRISTIQUES DES MODULES

Les modules photovoltaïque mis en œuvre sur le projet seront de technologie monocristalline et auront pour caractéristiques principales :

• Cellules photovoltaïques	:	Standard commun (Si M6-9BB / Si M10-11BB),
• Puissance crête minimale*	:	395 Wc
• Tolérance de puissance	:	± 5 W
• Tension maximale du système	:	1000 V <sub>DC</sub> minimum
• Rendement surfacique mini	:	20.23 %
• Dimensions	:	Suivant module proposé
• Encapsulation	:	Verre avec revêtement anti-réfléchissant
• Cadre	:	Aluminium anodisé
• Backsheet	:	De couleur blanche
• Connecteurs électriques	:	MC4 ou compatible
• Température	:	Entre -40°et +85°C
• Précipitations	:	Pluie battante continue
• Charge vent/neige minimale	:	2400 Pa
• Garantie de rendement linéaire	:	25 ans
• Référence	:	* Voltec Solar Tarka 126 VSMD, * Ou équivalent technique accepté dans la liste des modules compatibles avec le système de pose.
• Assemblage	:	Europe

\* Il est entendu que la puissance crête est une valeur STC dans les conditions d'irradiation de 1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1.5, tolérance mini ± 5%.

Le fournisseur des modules fournira à la livraison, les caractéristiques électriques de chaque module résultant du test en sortie de fabrication.

Tous les modules seront équipés de diodes by-pass (diodes de dérivation en cas de défaut du module) et seront identiques ou interchangeables entre eux.

### 28.4.2 RECOMMANDATIONS JRC (EUROPEAN JOINT RESEARCH CENTER) ISPRA

Les modules respecteront les recommandations du JRC ISPRA, notamment :

- La fiche de recommandation n°503, EUR 13897 EN
- La fiche de recommandation n°34713-2017, EUR 29247 EN
- La fiche récapitulative des normes européennes et internationale EUR 30115 EN

Au cours des 25 années suivant l'année d'installation des panneaux, toute baisse de puissance supérieure à 10% ou défaut stipulé dans les spécifications du JRC ISPRA n°503, impliquera l'échange des modules concernés. Cette garantie prendra aussi en compte la main d'œuvre d'installation des modules suivant les dispositions énoncées au paragraphe suivant.

### 28.4.3 ANALYSE DU CYCLE DE VIE

Une analyse du cycle de vie devra être fournie au travers de fiche PEP (Profil Environnemental Produit) publiées sur la base de données nationale INIES. Le bilan carbone total attendu devra être inférieur à 280 kg équivalent carbone par unité fonctionnelle (module complet).

#### **28.4.4 RECYCLAGE DES MODULES USAGÉS**

Le fournisseur des modules photovoltaïques devra attester de la recyclabilité de ses produits en présentant un certificat d'adhésion à l'organisme PV CYCLE ou tout autre organisme offrant des garanties de recyclage des modules en fin de vie.

#### **28.4.5 CALEPINAGE ET POSE DES MODULES**

La surface disponible et le calepinage envisagé sont représentés sur le plan 8040 - Plan de principe d'implantation photovoltaïque. L'entreprise indiquera dans sa réponse la puissance crête qu'elle compte installer avec le calepinage de panneau envisagé, suivant la puissance de son panneau et des contraintes de son installation.

L'entreprise pourra proposer un calepinage légèrement différent si elle le souhaite. Dans ce cas, l'ensemble des modifications techniques et architecturales sera pris en charge par le présent lot.

Il sera considéré que toutes les fournitures complémentaires ou corrections notamment d'étanchéité nécessaires au parfait fonctionnement de la centrale seront prises en compte financièrement par le présent lot et incluses dans la présente offre.

Les panneaux photovoltaïques seront fixés sur les rails décrits dans le Chapitre 18.4 – SYSTÈME D'INTÉGRATION DES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES par des étriers universels à écrou prisonnier en aluminium adapté aux contraintes de neige et de vent.

Des butées de supportage des panneaux seront mis en œuvre en bas de pente.

## 28.5 INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES EN COURANT CONTINU

### 28.5.1 GÉNÉRALITÉS

Le présent chapitre décrit les installations électriques à mettre en œuvre pour le transport de l'énergie produite par les panneaux photovoltaïques jusqu'à l'onduleur.

### 28.5.2 RÉGIME DE NEUTRE - TENSION DISTRIBUÉE

#### 28.5.2.1 Régime de neutre

Le régime de neutre côté continu sera à potentiel flottant, aucune polarité DC ne sera reliée à la terre.

#### 28.5.2.2 Tension distribuée

La tension distribuée dans les chaînes photovoltaïques ne pourra excéder 1 000 V<sub>DC</sub> mais sera étudiée par le présent lot afin de maximiser la production.

### 28.5.3 LIAISON ÉQUIPOTENTIELLE

Le lot Courants forts prévoit la prise de terre du bâtiment dans le local TGBT où se situe le point de réinjection. Le présent lot prévoira la mise en œuvre des liaisons équipotentielles jusqu'à cette barrette de terre. Ces liaisons réuniront les conducteurs suivants :

- Chaque module,
- Chaque élément métallique du système de fixation des modules,
- Les chemins de câbles côté DC et côté AC tel que précisés dans les chapitres associés,
- Le conducteur principal de protection.

### 28.5.4 CANALISATIONS EN COURANT CONTINU

#### 28.5.4.1 Caractéristiques techniques

Les sections des conducteurs seront déterminées de façon telle que la chute de tension au niveau de l'onduleur, n'excède pas 3 % depuis l'émetteur le plus défavorisé.

Toutes les liaisons auront pour caractéristiques :

• Type de câble	:	Câble unipolaire type RA
• Âme	:	Cuivre
• Connecteur	:	MC4 ou compatible
• Gaine	:	Polyéthylène réticulé pour application photovoltaïque
• Tension assignée	:	1000 VDC
• Résistance au feu	:	Selon la norme 60332-1

Une disponibilité minimum de 10 % sera réservée lors du dimensionnement des sections.



#### **28.5.4.2 Mise en œuvre des câbles**

Les canalisations courant continu circuleront de module en module en face arrière de ces derniers au sein d'une même chaîne et dans des chemins de câbles décrits dans le chapitre suivant entre les premiers et derniers modules d'une chaîne et l'onduleur.

Le présent lot ne s'assurera qu'aucun de ses câbles ne soient visibles en faisant usage de colliers type Atlas en face arrière des modules et en passant dans les chemins de câbles fermés. Aucun câble volant posé à même le sol ne sera toléré et engendrera la reprise du câblage.

Les connexions seront réalisées avec soin de sorte qu'aucune boucle inductive ne soit réalisée par les raccordements inter-modules.

### **28.5.5 CHEMINS DE CÂBLES DC**

#### **28.5.5.1 Caractéristiques des chemins de câbles**

En descente latérale des poteaux de chaque ombrière, le présent lot assurera la mise en œuvre de chemins de câble permettant la circulation soignée des câbles de chaînes le long de la structure de l'ombrière.

Ils seront de type dalle perforée galvanisée à chaud après fabrication. Il est précisé que tout usinage sur chantier donnera obligatoirement lieu à une passivation à froids des coupes. Ils seront à bords rabattus non coupants, les bords droits seront exclus. Ils seront également capotés par un couvercle solidement. Il sera fourni tous accessoires (obligatoirement ceux du fabricant) nécessaires à leur parfait montage.

#### **28.5.5.2 Mise en œuvre**

Chaque chemin de câbles sera mis indépendamment à la terre sur son parcours par une câblette de cuivre ou par une garantie de continuité parfaite des équipotentialités complétées par des raccordements réguliers au conducteur de protection.

Les câbles seront disposés dans le chemin de câbles avec soins et seront correctement ordrés afin d'éviter tout croisement non justifiable.

### **28.5.6 INTERRUPTEUR – SECTIONNEUR**

Chaque chaîne du champ photovoltaïque devra pouvoir être déconnectée et isolée individuellement au plus près des modules photovoltaïques et en dehors des locaux techniques.

Si les onduleurs proposés par le présent lot n'en étaient pas équipés, des interrupteurs-sectionneurs DC seraient intégrés dans des boîtes de jonction sur le départ de la liaison principale.

Une étiquette signalétique genre Dilophane gravée sera apposée à proximité indiquant la consigne à respecter ("ne pas manœuvrer avant l'ouverture du disjoncteur de sortie onduleur. Interrupteur Sectionneur principal champ PV ")

L'interrupteur DC sera dimensionné pour la tension et le courant maximum calculé.

## 28.5.7 ARRÊTS D'URGENCES

### 28.5.7.1 Généralités

L'ensemble des interrupteurs-sectionneurs pourront être ouverts à partir de 4 boîtiers d'arrêt d'urgence installés :

- Dans le local centrale SSI de la ZMA, dans un coffret d'arrêts d'urgence du site
- Au pied de chaque ombrière, à proximité de l'onduleur.

L'action sur l'un de ces arrêts d'urgence ouvrira également le disjoncteur côté AC dans le TGBT.

### 28.5.7.2 Caractéristiques techniques

#### Arrêt d'urgence intégré au coffret AU Site

Ils seront positionnés dans le coffret d'arrêts d'urgence du site, dans le local SSI au RDC du bâtiment ZMA. Ce coffret est à charge du lot Courants Forts. Le présent lot mettra à disposition du lot CFO les contacts d'arrêt d'urgence issu des onduleurs et des bobines MX des interrupteurs côté AC décrit ci-après, par un bornier dûment étiqueté dans le coffret de mutualisation de la production photovoltaïque. Le présent lot raccordera le multipaires d'asservissement du lot Courant Forts dans ce bornier.

#### Arrêts d'urgence locaux

Le mode de pose sera prévu en saillie sur la structure de l'ombrière

Une étiquette gravée texte blanc sur fond rouge sera collée sur l'équipement et permettra l'identification directe de la fonction asservie.

Cet équipement aura les caractéristiques suivantes :

- Coffret bris de glace coup de poing
- Indice de protection IP44 – IK07
- Corps de couleur rouge
- Coup de poing à accrochage, avec déverrouillage par clé n°850
- Équipé d'une porte vitrée sur charnières
- Arrivées de câble par presse étoupe ISO20
- Contacts NF / NO
- Dimensions: 125mm x 125mm x 71mm



Les arrêts d'urgence seront correctement repérés par des étiquettes gravées.

## 28.5.8 REPÉRAGES

Pour des raisons de sécurité à l'attention des différents intervenants sur le bâtiment, il est impératif de signaler le danger lié à la présence de 2 sources de tension (photovoltaïque et réseau électrique) sur le site.

Pour cela, il sera prévu la pose de signalisations indiquant la nature du danger à proximité des différents équipements :

- Étiquettes "Attention : présence de 2 sources de tension Réseau et Photovoltaïque – Isoler les 2 sources avant toute intervention" à proximité :
- Du disjoncteur de branchement d'injection dans le TG site
- Du disjoncteur de soutirage du bâtiment concerné si celui-ci est implanté en un lieu différent des onduleurs
- Étiquette "ne pas ouvrir en charge" ou "ne pas déconnecter en charge" à proximité des différents équipements concernés : sectionneurs, connecteurs
- Étiquette "danger, conducteurs actifs sous tension durant la journée" à proximité des différents équipements concernés : boîte de jonction, sectionneur DC, liaison principale DC,
- Documents sous plastique (schémas électriques et d'implantation des composants du générateur photovoltaïque avec coordonnées de l'exploitant) à proximité du disjoncteur de branchement de soutirage.

## 28.6 SYSTÈMES DE CONVERSIONS D'ENERGIE DC / AC - ONDULEURS

### 28.6.1 GÉNÉRALITÉS

Le présent chapitre décrit les onduleurs qui assurent la conversion du courant continu en courant alternatif pour la réinjection de l'énergie sur le TGBT du bâtiment Logistique.

### 28.6.2 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Les onduleurs photovoltaïques seront de marque SMA, Solis Inverter ou similaire.

Ces onduleurs auront pour caractéristiques principales :

• Puissance entrée DC	:	30 000 Wc
• Tension d'entrée $U_{oc_{max}}$	:	1100 V <sub>DC</sub>
• Nombre d'entrée MPPT	:	Suivant étude pour maximiser la production
• Puissance sortie AC	:	20 000 VA
• Puissance apparente Max AC	:	22 000 VA
• Tension de sortie	:	400 V <sub>AC</sub> *
• Fréquence en sortie	:	50Hz
• Classe de protection suivant CEI 62 109-1	:	I
• Démarrage automatique	:	Sur puissance suffisante du générateur solaire
• Protection continues	:	Diodes de court-circuit
• Protection contre les surtensions	:	Réalisées par varistances
• Rendement max	:	98.1%
• Rendement européen mini	:	97.8%
• Isolation galvanique	:	Réalisée par transformateur
• Protection de l'enveloppe	:	IP 65
• Mode de pose	:	Mural
• Connectivité	:	Modbus TCP sur Ethernet ou RS485

\*Il pourra être fait usage d'un onduleur ayant une tension de sortie supérieure à 400V<sub>AC</sub> toutefois l'entreprise devra prévoir les transformateur abaisseurs nécessaires pour pouvoir injecter la production en basse tension sur un TGBT en 400V<sub>AC</sub>.

Les fonctions recherchées seront :

- Large gamme d'entrée avec adaptation automatique au générateur solaire (configuration manuelle non nécessaire)
- Synchronisation au réseau par référence sinusoïdale interne
- Recherche du point de fonctionnement de puissance maximum du générateur PV avec une grande précision
- Fonctionnement stable lors de rapides changements d'irradiation solaire (passages nuageux)
- Une connectivité Modbus TCP permettant le paramétrage de l'onduleur.

### 28.6.3 LOCALISATIONS

La présente étude prévoit la mise en œuvre d'un onduleur par ombrière attribués à leur champ de production respectifs :

- Onduleur 1 installé sur la structure porteuse de l'ombrière 1,
- Onduleur 1 installé sur la structure porteuse de l'ombrière 2,
- Onduleur 1 installé sur la structure porteuse de l'ombrière 3,

Le présent lot prévoira également toutes les sujétions de fixation sur l'ombrière.

### 28.6.4 SCÉNARII DE COUPURE RÉSEAU

Dans le cas d'une absence réseau ENEDIS, les onduleurs devront stopper la puissance électrique des modules, l'information sera mise à disposition du présent lot par le lot GTB.

## 28.7 INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES EN COURANT ALTERNATIF

### 28.7.1 GÉNÉRALITÉS

Le présent chapitre décrit les installations électriques à mettre en œuvre pour le transport de l'énergie produite par les panneaux photovoltaïques depuis les onduleurs jusqu'au TGBT où l'énergie est réinjectée pour autoconsommation.

### 28.7.2 RÉGIME DE NEUTRE – TENSION DISTRIBUÉE

#### 28.7.2.1 Régime de neutre

À titre d'information, le régime de neutre retenu pour l'installation électrique du bâtiment est le TN-S.

#### 28.7.2.2 Tension distribuée

L'énergie sera distribuée sous les tensions suivantes :

	En charge	À vide
Tension simple	230 V	237 V
Tension composée	400 V	410 V

#### 28.7.2.3 Tension de contact

En aucun cas la tension de contact ne devra dépasser les valeurs suivantes :

- 50V en condition usuelles
- 25V en condition BB3 (mouillé) ou BC4 (contact permanent avec le potentiel de terre)
- 12V en condition BB4 (immergé)

Pour cette niveau de tension, il est considéré que la durée de maximum de maintien sera de 5 seconde.

### 28.7.3 CANALISATIONS EN COURANTS ALTERNATIF

Ces canalisations seront issues des onduleurs et rejoindront les TGBT au travers d'un coffret de couplage prévu par le lot Photovoltaïque Toiture installé dans le local TGBT.

Les câbles disposeront d'une réserve de 20% déterminée lors du dimensionnement des sections. Ils seront obligatoirement disposés dans un chemin de câbles.

Tous les câbles seront à âme cuivre pour les sections inférieures à 35mm<sup>2</sup>, ils pourront être à âme aluminium pour les sections supérieures.

## **28.7.4 CHEMINEMENT SOUS FOURREAUX**

Depuis les ombrières, les câbles AC issus des onduleurs circuleront sous fourreaux depuis la chambre de tirage localisée en pied de ces dernières et ce jusqu'au pied du bâtiment logistique. La mise en œuvre des réseaux extérieurs est à la charge du lot VRD, celle des pénétrations dans le bâtiment logistique est à la charge du lot CFO. Côté ombrière, en sortie de chambre, le présent lot mettra en œuvre les fourreaux permettant de rejoindre les onduleurs photovoltaïques. Les remontées seront réalisées dans un socle béton dont la hauteur sera celle d'une plinthe.

## **28.7.5 PROTECTIONS**

### **28.7.5.1 Généralités**

L'installation des protections électrique de l'infrastructure de production photovoltaïque côté AC sera à prendre en compte au titre du lot photovoltaïque toiture.

Les protections seront dimensionnées pour les puissances maximales installées. Elles seront réalisées exclusivement par disjoncteurs. Le présent lot devra justifier par le calcul les dimensionnements des protections. Elle fournira par la suite ces informations au lot photovoltaïque toiture pour intégration dans son coffret de mutualisation.

S'il n'en est pas équipé, En amont de l'onduleur (sur la liaison principale), il sera installé un interrupteur-sectionneur pour courant continu permettant la coupure en charge et le sectionnement de l'installation, pour une maintenance générale.

L'établissement des lignes BT entre les onduleurs et le coffret de mutualisation est à charge du présent lot. Le raccordement sur le coffret de mutualisation sera à la charge du lot photovoltaïque toiture.

### **28.7.5.2 Étude de sélectivité et calcul des sections de câbles**

Les protections mises en œuvre devront assurer une sélectivité totale, vis-à-vis du reste de la distribution.

Les protections des circuits monophasés seront bipolaires (phase + neutre).

L'étude de sélectivité et de section des câbles basse tension fera partie des prestations du présent lot. Les données de bases devront être approuvées par le Maître d'œuvre et le logiciel de calcul devra avoir l'agrément UTE.

L'étude sera à transmettre au Maître d'œuvre et à l'organisme de contrôle pour approbation avant le choix des départs (calibre, pouvoir de coupure, réglage, courbe de déclenchement).

### **28.7.5.3 Repérage**

Les armoires seront repérées par une étiquette mentionnant leurs appellations (ex : n° armoire – nom de l'armoire – zone distribuée) .

Les courants de court-circuit seront indiqués (Ik3, Ik2, Ik1) sur chaque face avant, le nom de l'armoire sera également clairement précisé par étiquette Dilophane gravée.

#### 28.7.5.4 Protections par disjoncteurs

Les protections seront assurées exclusivement par disjoncteurs, aucun fusible ne sera admis.

Pour chaque protection, le conducteur Neutre devra être sectionné simultanément avec le ou les conducteurs de phase. Suivant le régime de neutre, les disjoncteurs protégeront ou non le neutre.

Tous les appareils de protection devront être compatibles avec les intensités de court-circuit pouvant apparaître directement en aval de la protection (voir ci-avant).

#### 28.7.5.5 Liaisons et armoires

N° départ	Appellation	Destination	Puissance nominale	Prestation à fournir
CM_T OI_1	Onduleur PV Toiture 1	Toiture ZMA	36.3 kVA	Hors lot
CM_T OI_2	Onduleur PV Toiture 2	Toiture Logistique	8 kVA	Hors lot
CM_O MB_1	Onduleur PV Ombrière 1	Ombrière 1	22kVA	Liaison et dimensionnement des protections
CM_O MB_2	Onduleur PV Ombrière 2	Ombrière 3	22kVA	Liaison et dimensionnement des protections
CM_ OMB_2	Onduleur PV Ombrière 2	Ombrière 3	22kVA	Liaison et dimensionnement des protections
PV_O MB_T GBT	Inter général Coffret de mutualisation PV	TGBT 2	110 kVA	Hors lot

#### 28.7.5.6 Limites de prestation

Prestation	Lot mettant en œuvre	Commentaires
Liaison onduleur toiture – coffret de mutualisation	Lot PPV Toiture	
Coffret de mutualisation des onduleurs	Lot PPV Toiture	
Liaison onduleur ombrière – coffret de mutualisation	Présent lot	
Bandeau RJ45 DIN intégré au coffret	Lot PPV Toiture	Compris réserve d'espace pour les liaisons du lot PPV Ombrière
Raccordement RJ45 sur le bandeau sur rail DIN	Présent lot	



## 28.8 MODALITÉS DE RÉINJECTION D'ENERGIE

### 28.8.1 GÉNÉRALITÉS

La présente structure de production sera réinjectée intégralement dans le réseau électrique du Maître d'Ouvrage. Le site est pourvu d'une boucle haute tension injectant sur deux poste de transformation / TGBT constitués de deux transformateurs 630 kVA. La boucle se rejoint dans le poste de livraison qui constitue l'interface avec le distributeur d'énergie.

Comme indiqué précédemment, la réinjection sera réalisée sur le TGBT 2 du bâtiment logistique. En cas de surproduction comparée à la consommation de ce TGBT, l'énergie sera ainsi redistribuée par la boucle HT(A) et, le cas échéant, réinjecté sur le réseau public d'électricité. Le mode de consommation est donc l'autoconsommation avec revente du surplus.

### 28.8.2 MODALITÉ DE DÉCOUPLAGE

Au regard de la présence d'une centrale d'énergie de secours/sécurité constitué de deux groupes 315 kVA, le site est également équipé d'un coffret C15-400 pilotant entre autres la protection générale du site. Cette protection se trouve dans le local Poste de livraison du bâtiment Chaufferie.

L'interrupteur général installé dans le coffret de mutualisation sera ainsi équipé de bobine MX permettant le délestage de l'installation de production en cas de perte du réseau ENEDIS. Ces bobines seront pilotées par le coffret de découplage assurant ainsi le déclenchement de ces protections en cas d'anomalie ou d'ordre ENEDIS de découplage.

Il est entendu que l'ouverture des disjoncteurs dans le TGBT provoquera également le découplage des onduleurs photovoltaïques.

Le présent lot prévoira la reprise de cette information de découplage depuis le bornier GTB du TGBT 2 afin de permettre le délestage de l'installation photovoltaïque.

### 28.8.3 RELATIONS AVEC L'ACHETEUR D'ÉNERGIE

Les dossiers de raccordement de l'installation photovoltaïque et du contrat d'obligation de rachat par EDF OA seront réalisés par le présent lot, en lien avec le Maître d'Ouvrage pour la partie administrative.

L'entreprise est tenue de prendre contact dès le début de chantier avec le distributeur d'énergie, et de vérifier avec celui-ci :

- la nature des tensions de raccordement,
- la nature des prestations à réaliser,
- la conformité des génies civils avec l'adduction.

Toute différence avec les prescriptions devra être signalée au Maître d'œuvre avant réalisation des travaux.

Pendant les travaux, l'Entrepreneur acceptera les visites des agents d'Enedis ou de l'opérateur retenu par la maîtrise d'ouvrage concernant l'adduction électrique et se conformera à leurs instructions.

## 28.9 SUPERVISION DE L'ENERGIE PRODUITE – DATA LOGGER

### 28.9.1 DATA LOGGER

Les onduleurs intégreront l'ensemble des fonctions du data logger. Ces fonctions seront implémentées dans des serveur web également intégré aux onduleurs.

L'ensemble des fonctionnalités du data logger ainsi que les mesures effectuées par ce dernier devront être accessible par le réseau IP.

Suivant les fonctionnalités des onduleurs, ces data logger pourront être liaisonnés entre eux, en IP, pour enregistrer l'ensemble des données demandées.

Le data logger permettra le traitement des données reçues par le système et stockeront pendant une durée de 10 ans les données suivantes :

- Puissance instantanée délivrée par le générateur,
- Tension instantanée globale et par chaine PV,
- Intensité instantanée globale par chaine PV,
- Les valeurs min, max et moyenne de ces trois derniers postes,
- Production horaire, journalière et annuelle,
- Par liaison avec la station météo (hors lot : lot PV Toiture):
  - Irradiation solaire reçue par les modules,
  - Température extérieure,
  - Ouverture circuit amont onduleur,
  - Ouverture circuit aval onduleur.

Les informations de ces serveurs web seront visualisables au travers du système de gestion technique du bâtiment et directement sur un PC installé dans le réseau technique. Un pas de 10 minutes sera enregistré pour les 15 derniers jours, un pas de 2h est demandé au-delà de cette durée.

### 28.9.2 CÂBLAGE INFORMATIQUE

Le présent lot prévoira le câblage des points informatiques prévus dans cette description, depuis ses équipements et dans le coffret de mutualisation des onduleurs.

Le câblage et les connecteurs auront pour caractéristiques :

- Connecteurs : RJ45
- Câble de catégorie 6 (données à 500MHz)
- Performance de la chaine de liaison : E<sub>A</sub>
- Catégorie des composants : 6<sub>A</sub> (données à 500MHz) reEmbedded
- Longueur maximale : 90m

Les liaisons seront installées dans un bandeau RJ45 sur rail DIN installé par le lot photovoltaïque toiture dans le coffret de mutualisation.

Le présent lot fournira une matrice d'adressage de ses équipements en corrélation avec les équipes informatique de la Maîtrise d'Ouvrage pour déterminer les plages d'adresse IP et les matrices de port.

### 28.9.3 FICHE À THÈME

#### Informations de type "entrée"

TS : Télésignalisation (acquisition de point "tout ou rien")  
TA : Télé alarme  
TM : Télémessure (acquisition de valeur analogique)  
CI : Comptage impulsif  
CT : Comptage sur base de temps

#### Informations de type "sortie"

TC : Télécommande (commande "tout ou rien")  
TR : Télé réglage (commande d'un organe par valeur analogique)

#### Légende des états

O : Ouvert  
F : Fermé  
D : Disjoncté

Note : tous les points exprimés dans les tableaux ci-après seront systématiquement intégrés dans les images graphiques résidentes en ASW.

#### Prestations "câblage" (présent lot)

RJ45 vers chaque onduleur depuis le bandeau RJ45 du coffret de mutualisation

#### Prestations "Automate Serveur Web" (présent lot)

Création d'une image synoptique représentant la totalité des onduleurs ainsi que leurs états (production et alarmes) figurant dans la colonne "information dans l'ASW".

L'ASW fournira à l'archivage central tous les changements d'état et particulièrement les alarmes et mesures qui seront archivées dans celui-ci.

#### Prestation "Supervision et archivage" (lot GTB)

Création d'une icône sur la supervision donnant accès directement au synoptique "Onduleur Ombrière X".

Cette icône clignotera si une alarme de synthèse est présente dans le serveur Web.

Intégration des informations dans la base de données du serveur d'archivage.

Informations dans l'ASW "Poste transfo / TGBT 1"	Informations exprimées sur la supervision
Prestations Serveur Web lot Courants forts	Prestations lot GTB

Désignation	entrées			sorties		Observations	Info	Observations
	ts	tm	Imp	tc	tr			
Par onduleur, communication globale						Modbus	X	Icône d'accès à l'imagerie du serveur Web
Mesure						Modbus	X	Récupération de toutes les valeurs
Défaut de synthèse	1						X	Active en clignotant l'icône sur le superviseur
Commande shutdown				1			X	

## 28.10 LIMITES DE PRESTATIONS

Prestation	Lot mettant en œuvre	Commentaires
<b>Sujétions relatives aux prestations administratives</b>		
Consuel photovoltaïque	Présent lot	
Préparation du dossier EDF OA	Présent lot	
<b>Sujétions relatives aux installations en courant continu</b>		
Fourniture et pose des ombrières et système d'intégration en structure secondaire	Présent lot	
Fourniture et pose des modules et chemins de câbles	Présent lot	
Raccordement DC des canalisations	Présent lot	
<b>Sujétions relatives à la conversion d'énergie</b>		
Fourniture et pose des onduleurs, paramétrages et raccordement côté DC et côté AC	Présent lot	
<b>Sujétions relatives aux installations en courant alternatif</b>		
Fourniture, pose et raccordement des câbles de puissance entre les onduleurs et le coffret de mutualisation	Lot photovoltaïque toiture	
Fourniture, et pose des câbles de puissances entre les onduleurs ombrières et le coffret de mutualisation	Présent lot	
Raccordement des câbles de puissances issus des ombrières sur le coffret de mutualisation	Lot photovoltaïque toiture	
Fourniture, pose et raccordement du coffret de mutualisation	Lot photovoltaïque toiture	
Câblage du coffret de mutualisation jusqu'au TGBT d'injection	Lot photovoltaïque toiture	
Raccordement du coffret de mutualisation sur le disjoncteur dédié dans le TGBT	Lot CFO	

Prestation	Lot mettant en œuvre	Commentaires
<b>Sujétions relatives à l'arrêt d'urgence</b>		
Arrêt d'urgence photovoltaïque dans le local SSI	Lot CFO	
Câble d'asservissement A.U. entre local SSI et coffret de mutualisation	Lot CFO	
Raccordement des câbles d'asservissement dans le coffret, essais et mise en service	Présent lot	
<b>Sujétions relatives à la surveillance et l'analyse de la production</b>		
Fourniture, programmation, câblage des onduleur	Présent lot	
Raccordement au réseau IP	Lot CFA	Sur précision MOA
Paramétrage GTB	Lot GTB	