



Direction Générale  
Département de support technique et gestion  
Service technique et logistique

Référence :  
**DRF // BIAM / 2025-DO 017**

Indice  
1

Page  
1 / 67

Classement 1	TRAVAUX NEUFS
Classement 2	PV BIAM
Thème (s)	CCTP
Affaire	BIAM

Titre du document :

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES ET  
PARTICULIERES  
LOT PHOTOVOLTAIQUE  
-  
BATIMENT DU BIAM**

Champ d'application et résumé :

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières décrit les travaux à réaliser en Ombrières Photovoltaïques sur le parking existant du bâtiment BIAM – Cité des Énergies.

**Destinataires internes CEA**


**DRF/BIAM** : B. AUTRAN, D. PIGNOL, C. RHUL, T. DELCOURT, C. FORESTIER, C. LECHEVALIER, J. BADE  
**DG-CAD/DSTG/SMA** : S. DANTEC, S. PROUIN, V. ACHIN  
**DG-CAD/DSTG/STL** : G. SCHMITT, L. KOLJENSIC, C. ROQUES, K. MOITON, K. SILBERSTEIN, L. BORDES  
**DG-CAD** : T. ABRAN, C. DUDON, L. BOISSET,  
**DG** : F.J. BETOURNE

**Destinataires externes CEA**

**SOM-ORTEC** : O. MOUTOT  
**BET-USCLAT** : F. USCLAT  
Entreprises consultées

**Historique des évolutions d'indice**

Indice	Date	Commentaires
1	19.06.2025	Edition originale

Nom	B.E.T. USCLAT CMD N°4000 102 79 39	G. SCHMITT / L. KOLJENSIC	C. FORESTIER
Visa			
	<b>RÉDACTEUR</b>	<b>VÉRIFICATEURS</b>	<b>APPROBATEUR</b>

En l'absence d'accord ou de contrat, la diffusion des informations contenues dans ce document auprès d'un organisme tiers extérieur au CEA est soumise à l'accord du Directeur de la Direction de l'Énergie Nucléaire.

Cadre de réalisation du document.

Durée d'archivage : voir tableau de gestion

**CLASSIFICATION**

DR	CC	CD	SD	sans
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 2 / 67
--	--	-------------	----------------

#### **Niveau de protection du marché**

Cocher la case :

- ☒ Libre  
☐ Sensible\*      ☐ sans contrôle élémentaire      ☐ avec contrôle élémentaire  
☐ Classifié\*      ☐ avec accès      ☐ avec détention      ☐ Secret      ☐ Très Secret  
 Spécial France      ☐ OUI      ☐ NON

Intervention sur le périmètre du CEA/DAM      ☐ OUI      ☒ NON

MDS      ☐ OUI      ☒ NON

#### **Protection des informations (application de l'IGI 1300 arrêté du 09 août 2021)**

Cocher la case :

- ☒ Le présent cahier des charges / DCE ne contient aucune information sensible ; il peut être mis en ligne sur la plateforme dématérialisée du CEA  
☐ Le présent cahier des charges / DCE contient des informations sensibles ou DR : sa mise en ligne sur la plateforme dématérialisée du CEA ne peut se faire qu'en utilisant des conteneurs ZED.  
☐ Le présent cahier des charges / DCE contient des informations classifiées : sa mise en ligne sur la plateforme dématérialisée du CEA est interdite.

\* Signature Correspondant Sécurité Département  
Nom, prénom

Visa :

#### **Pôle international de R&D sur les énergies bas-carbone**

**CEA Cadarache, Institut de Biosciences et biotechnologies d'Aix-Marseille**  
Cité des Énergies, bât 1900 • BIAM-UMR 7265 • 13115 Saint Paul lez Durance



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 3 / 67
--	--	-------------	----------------

## **SOMMAIRE**

<b>01.0 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES .....</b>	<b>7</b>
01.1.1 - Objet du présent dossier .....	7
01.1.2 - Consistance des travaux .....	7
01.1.3 - Obligation de bonne fin .....	9
01.1.4 - Connaissance des lieux du chantier .....	10
01.1.5 - Travaux en site occupé .....	10
01.1.6 - Relations avec les Services Techniques et les Compagnies Concessionnaires .....	11
01.1.7 - Documents à fournir par l'entrepreneur .....	11
01.1.7.0 Avec sa proposition .....	11
01.1.7.1 Avant le début des travaux .....	11
01.1.7.2 En cours de travaux .....	12
01.1.7.3 En fin de travaux .....	12
01.1.8 - Contrôle - Essais - Réception – Garanties .....	13
01.1.8.0 Bureau de Contrôle .....	13
01.1.8.1 Contrôles internes à l'entreprise .....	13
01.1.8.2 Essais .....	13
01.1.8.3 Réception .....	14
01.1.8.4 Mise en service .....	14
01.1.8.5 Garantie .....	15
01.1.8.6 Garantie décennale .....	15
01.1.8.7 Etendue des garanties .....	15
01.1.9 - Fonctionnement, organisation et sécurité du chantier .....	16
01.1.10 - Réception des armoires électriques .....	16
01.1.10.0 Recette usine, essais, armoires secondaires, coffrets .....	16
01.1.10.1 Recette provisoire .....	17
01.1.10.2 Contrôle réglementaire .....	17
01.1.11 - Protection et nettoyage des ouvrages .....	17
01.1.11.0 Protection sur chantier .....	17
01.1.11.1 Nettoyage des ouvrages .....	17
01.1.11.2 Remise en état des lieux .....	17
01.1.11.3 Passerelles, protections, etc. des tranchées .....	18
01.1.11.4 Gestion des déchets .....	18
01.1.12 - Études d'exécution .....	18
01.1.13 - Responsabilité de l'entreprise .....	19
01.1.14 - Prévention incendie .....	19
<b>01.2 NORMES - RÈGLEMENTS - D.T.U. ....</b>	<b>20</b>
01.2.1 - Documents Génériques .....	20
01.2.2 - Réglementation .....	20
<b>01.3 LIMITES DE PRESTATIONS .....</b>	<b>21</b>
01.3.1 - Présent lot .....	21
<b>01.4 BASES DES CALCULS .....</b>	<b>23</b>
01.4.1 - Classement de l'établissement .....	23
01.4.2 - Nature de la tension .....	23
01.4.3 - Échauffement .....	23
01.4.4 - Chutes de tension / Section des conducteurs .....	23
01.4.5 - Niveau Céramique .....	23
01.4.6 - Pouvoir de coupure .....	23
01.4.7 - Localisation .....	23
<b>01.5 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES - MISE EN ŒUVRE – VRD .....</b>	<b>24</b>
01.5.1 - Matériaux / prescriptions générales .....	24
01.5.1.0 Qualité des matériaux .....	24

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 4 / 67
--	--	-------------	----------------

01.5.1.1 Echantillons.....	24
01.5.1.2 Salissures.....	24
01.5.1.3 Bruits de chantier.....	24
01.5.1.4 Levage.....	24
01.5.1.5 Etalements.....	24
01.5.1.6 Echafaudages / Plateformes Individuelles.....	24
01.5.1.7 Vigilance à Proximité des Ouvrages Existants.....	24
01.5.2 - Terrassements / VRD.....	25
01.5.2.0 Terrassements.....	25
01.5.2.1 Réseaux divers.....	26
<b>01.6 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES - MISE EN ŒUVRE – GO.....</b>	<b>29</b>
01.6.1 - Généralités.....	29
01.6.2 - Bétons préfabriqués en usine et prêts à l'emploi.....	29
01.6.2.0 Contrôles du béton.....	29
01.6.2.1 Liants hydrauliques.....	29
01.6.2.2 Adjuvants pour le béton.....	29
01.6.2.3 Conditions climatiques.....	29
01.6.2.4 Vibrage.....	30
01.6.2.5 Armatures.....	30
<b>01.7 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES - MISE EN ŒUVRE – OMBRIERES.....</b>	<b>31</b>
01.7.1 - Constitution des ouvrages.....	31
01.7.2 - Assemblages.....	31
01.7.3 - Protection anticorrosion et de finition.....	31
01.7.4 - Pannes.....	32
01.7.4.0 Épaisseur minimale recommandée.....	32
01.7.4.1 Efforts normaux nécessaires au dimensionnement des pannes formées à froid.....	32
01.7.5 - Arbalétrier.....	32
01.7.6 - Poteau.....	32
01.7.7 - Assemblages.....	32
01.7.7.0 Pied de poteau et ancrages.....	32
01.7.7.1 Platine d'about en tête de poteau.....	32
01.7.7.2 Goussets des bracons.....	32
01.7.7.3 Goussets de poutre au vent de toiture.....	33
<b>01.8 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES - MISE EN ŒUVRE – ELECTRICITE.....</b>	<b>33</b>
01.8.1 - Généralités.....	33
01.8.2 - Accessibilité des appareils.....	34
01.8.3 - Canalisations.....	34
01.8.3.0 Généralités.....	34
01.8.3.1 Pose a l'air libre.....	34
01.8.3.2 Poses-en encastré ou en noyé.....	34
01.8.3.3 Dispositions générales relatives aux canalisations.....	34
01.8.4 - Câblage courant continu.....	35
01.8.4.0 Environnement à considérer.....	35
01.8.4.1 Type de câbles.....	35
01.8.4.2 Dimensionnement des sections de câbles.....	35
01.8.4.3 Connecteurs sur circuit courant continu.....	35
01.8.4.4 Mode de pose.....	35
01.8.5 - Câblage courant alternatif.....	35
01.8.6 - Protections.....	36
01.8.6.0 Généralités.....	36
01.8.6.1 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique.....	36
01.8.6.2 Equipotentialité.....	36
01.8.6.3 Protection contre les chocs électriques.....	37
01.8.6.4 Protections individuelles.....	37

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 5 / 67
--	--	-------------	----------------

01.8.7 - Protection anticorrosion.....	37
01.8.8 - Armoires et équipements.....	38
01.8.8.0 Armoires.....	38
01.8.8.1 Équipements.....	38
01.8.8.2 Raccordement.....	38
01.8.9 - Éclairage et commandes d'éclairage.....	39
01.8.9.0 Commande des circuits d'éclairage.....	39
01.8.9.1 Appareils d'éclairage.....	39
01.8.10 - Peinture.....	39
01.8.11 - Repérage.....	39
01.8.12 - Teintes conventionnelles.....	39
01.8.13 - Électricité.....	39

## **01.9 DESCRIPTION DES OUVRAGES A RÉALISER – TRAVAUX EXTERIEURS ET RESEAUX DIVERS**

<b>.....</b>	<b>40</b>
01.9.1 - Amenée, mise en place, location, entretien et repliement des installations de chantier.....	41
01.9.2 - Préparation.....	42
01.9.2.0 Préparation - Nettoyage.....	42
01.9.3 - Abattage et dessouchage d'arbres.....	43
01.9.4 - Démolitions et déposes.....	44
01.9.5 - Dépose d'équipements divers avec réseaux et consignation.....	44
01.9.5.0 Travaux sur existant.....	45
01.9.6 - Terrassements et fondations.....	45
01.9.6.0 Terrassements de fouilles pour fondations.....	45
01.9.6.1 Semelles filantes et isolées.....	45
01.9.7 - Terrassements en tranchées pour réseaux divers.....	46
01.9.7.0 Tranchées.....	46
01.9.7.1 Réseaux secs.....	46
01.9.7.2 Réseaux humides.....	47
01.9.7.3 Remise en état des surfaces avant enrobé neuf.....	47
01.9.7.4 Enrobé bitumineux pour chaussée légère 5 cm épr.....	47
01.9.7.5 Peinture de bandes de sol et marquages divers.....	48

## **01.10 DESCRIPTION DES OUVRAGES A RÉALISER – OMBRIERES ET PHOTOVOLTAIQUE.....49**

01.10.1 - Préambule.....	49
01.10.1.0 Généralité.....	49
01.10.1.1 Puissances photovoltaïques.....	49
01.10.2 - Origine de l'installation - TGBT.....	49
01.10.3 - Mise à la terre des masses et éléments conducteurs.....	51
01.10.3.0 Partie courant continu.....	51
01.10.3.1 Partie courant alternatif.....	52
01.10.3.2 Onduleur.....	52
01.10.4 - Coffrets de protection AC et DC.....	52
01.10.4.0 Coffrets PV (TD1 PV ; TD2 PV et TD3 PV).....	52
01.10.4.1 Coffret DC.....	53
01.10.4.2 Parafoudres.....	53
01.10.5 - Dispositifs de coupures et d'arrêts d'urgences.....	54
01.10.6 - Câbles et cheminements.....	54
01.10.6.0 Câbles DC et AC.....	54
01.10.6.1 Chemins de câbles.....	55
01.10.6.2 Conduites PVC (IRL-ICTA) et/ou Métalliques (MRL).....	55
01.10.6.3 Cheminement des câbles DC.....	55
01.10.7 - Ombrières.....	55
01.10.7.0 Système de fixation des modules.....	56
01.10.8 - Modules photovoltaïques.....	57
01.10.9 - Onduleurs.....	58
01.10.9.0 Ombrière 1 et 2.....	58

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 6 / 67
--	--	-------------	----------------

01.10.9.1 Ombrière 3 .....	59
01.10.9.2 Caractéristiques générales .....	60
01.10.9.3 Adéquation champ photovoltaïque / onduleur.....	61
01.10.9.4 Fonction de découplage du réseau.....	61
01.10.10 - Suivi de production.....	62
01.10.11 - Signalisation .....	63
01.10.11.0 Identification des composants.....	63
01.10.11.1 Étiquetage.....	64
01.10.12 - Mise en route de l'installation.....	64
01.10.13 - Prescription particulières des ouvrages.....	65
01.10.13.0 Collecteur et descente eau de pluie.....	65
01.10.13.1 Éclairage des ombrières .....	65
<b>01.11 OPTION 1 : INSTALLATION D'UNE CUVE ENTERRÉE DE RÉCUPÉRATION DES EAUX PLUVIALES .....</b>	<b>66</b>
<b>01.12 OPTION 2 : ARMOIRE GEM 800KVA.....</b>	<b>67</b>



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 7 / 67
--	--	-------------	----------------

## **01.0 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES**

### **01.1.1 - Objet du présent dossier**

Les prescriptions ont pour objet de compléter les règlements généraux et spécifications applicables, définis dans la partie "Description des ouvrages à réaliser" et viennent en complément du Plan général de coordination sécurité et de protection de la santé (PGCSPS).

Elles définissent les installations du Lot PHOTOVOLTAÏQUE à réaliser dans le cadre de la construction des ombrières Photovoltaïques sur la Parking existant du Bâtiment BIAM sur le site de Cadarache – 13108 Saint-Paul-lez-Durance.

Il n'a aucun caractère limitatif, l'entreprise devant l'intégralité des travaux nécessaires au complet et parfait achèvement des ouvrages qui lui sont demandés.

Le projet prévoit l'installation de 3 ombrières photovoltaïques d'une puissance totale de 351 kWc en autoconsommation, raccordées sur le TGBT du poste de transformation 2000 kVA du Bâtiment BIAM.

Le Bâtiment restera occupé et en fonctionnement pendant tous les travaux.

Les entreprises, en coordination avec la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage prendront toutes les dispositions pour effectuer les travaux sans procurer une gêne excessive : interventions bruyantes, émanations de poussières, gestion séparée des flux chantiers et utilisateurs, nettoyage quotidien des zones de travaux, gestion des déchets....

Toutes interventions en dehors du périmètre du chantier (notamment à l'intérieur des établissements en fonctionnement) feront l'objet d'une autorisation préalable.

Pendant la phase de préparation, les dispositions particulières d'adaptation seront conjointement examinées entre les divers intervenants et pourront faire l'objet de petites modifications afin d'optimiser le déroulement des tâches, sachant que la difficulté du chantier réside dans son organisation pour maintenir l'activité de l'établissement dans des conditions acceptables de confort et d'hygiène.

### **01.1.2 - Consistance des travaux**

Les travaux à réaliser comprennent la fourniture et la pose d'une installation photovoltaïque de 351 kWc minimum répartie en trois ombrières de parking.

D'une manière générale les prestations comprendront la fourniture des installations conformes aux CCTP, et en particulier :

- La fourniture des documents d'organisation et de détails nécessaires aux travaux.
- Les plannings de réalisation.
- L'établissement préalable d'un PAQP.
- L'amenée, la mise en place, la maintenance et le repli en fin de travaux des installations de chantier ;
- La fourniture et transport à pied d'œuvre de tous les matériaux, produits et composants de construction nécessaires à la réalisation parfaite et complète de tous les ouvrages de son marché ;
- Tous agrès ou dispositifs mécaniques nécessaires à l'exécution des travaux ;
- L'étude et la mise en œuvre des dispositifs assurant la protection du personnel intervenant ;
- Les études d'exécution de l'ouvrage ;
- La réalisation d'un cantonnement et d'une base de vie de stationnement du matériel avec clôture ;
- La fourniture, la pose et la gestion de la totalité des dispositifs de balisage, de sécurité, de signalisation de police et de signalisation tricolore pendant toute la durée des travaux, la mise en place d'une déviation provisoire de chantier ;
- Les travaux préparatoires : dégagement des emprises, démolitions diverses, déposes diverses, nettoyage du terrain, etc. ;
- La protection de l'abri vélo existant
- Les travaux de terrassements généraux ;
- Les travaux de création ou de rénovation de réseau d'eaux pluviales, d'arrosage, la fourniture et pose d'équipements, etc. ;
- Les travaux de création de réseaux divers : la réalisation du génie civil des réseaux, les réseaux

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 8 / 67
--	--	-------------	----------------

- éclairage, électricité, etc. ;
- Les travaux de génie civil nécessaires ;
  - Les travaux de reprise de chaussée et trottoir ;
  - Les prestations de reprise de signalisation horizontale et verticale ;
  - Les travaux de rénovation d'espaces verts et de plantations.
  - Les travaux de terrassement en puits pour fondations.
  - Béton armé pour fondations.
  - Mise en place des platines de scellement dans les fondations.
  - Chambres de tirages extérieures.
  - Réseau d'évacuation des eaux pluviales en enterré, regards à grilles.
  - Travaux de reprise des revêtements, enrobé en pied de poteaux, ...
  - L'établissement des plans de détail et du plan de calepinage du champ photovoltaïque ;
  - La mise en œuvre de tous les matériaux, produits et composants de construction nécessaires pour réaliser l'intégralité de l'installation photovoltaïque (modules photovoltaïques, système de montage, raccordement, la mise à terre depuis le poste 1902, câblage AC/DC, onduleurs, programmation, mise en service, etc.) .
  - La fourniture et la pose du procédé photovoltaïque complet ;
  - La fourniture, la pose et raccordement des modules photovoltaïques, des différentes protections électriques et des onduleurs ;
  - La fourniture et la pose des éléments constitutifs du système de montage ;
  - La fourniture et la pose des éléments permettant de constituer un système photovoltaïque (onduleurs, câbles électriques reliant le champ photovoltaïque au réseau électrique en aval de l'onduleur...) ;
  - La fourniture et la pose des éléments indispensables au bon fonctionnement du procédé utilisé (abergements, câbles et connecteurs de liaison équipotentielle des masses, câbles électriques, colliers de fixation des câbles, etc.) ;
  - L'intégration du comptage de la production photovoltaïque dans le système existant Webview SOCOMEC au travers du DATALOGGER H81 présent sur l'installation incluant la programmation, l'activation et la mise en service par le constructeur ainsi que la création d'un afficheur dans le hall du bâtiment 1900 pour communiquer sur la puissance instantanée produite par les panneaux, et la puissance totale depuis la mise en service (transmission radio);
  - Les essais et réglages de mise en service des différents appareils ;
  - La mise à la terre réglementaire des modules photovoltaïques et des équipements de l'installation photovoltaïque et notamment de la structure en couverture permettant la pose des modules photovoltaïques ;
  - La réalisation des prises de terre des ombrières au moyen de piquets de terre et de câblette cuivre nu de section 50mm<sup>2</sup> minimum aux angles de chacune d'elles ;
  - La fourniture et la pose de chemins de câbles ;
  - La mise en œuvre de protection foudre adaptée à la réglementation et aux contraintes du site ;
  - La signalétique, le repérage, l'étiquetage des câbles et réseaux et de tous les organes de l'installation ;
  - L'éclairage sous les ombrières.
  - Les collecteurs, les descentes et réseaux sous-voirie pour les Eaux Pluviales. La collecte devra s'effectuer en un point bas unique du parking pour toutes les ombrières, sous voirie (sans contamination par les eaux de surfaces du parking) pour reprise future de ces eaux pluviales dans une cuve de stockage.
  - Les protections mécaniques en pieds de poteaux pour descentes Eaux Pluviales et alimentations BT.
  - Délivrance des attestations de conformité du bureau de contrôle pour les mises en service.
  - Le balayage et le nettoyage des ouvrages pour la livraison et la réception ;
  - La protection des ouvrages jusqu'à la réception ;
  - La protection des ouvrages des autres corps d'état pouvant être détériorés ou salis par les travaux du présent Lot ;
  - L'établissement des plans de réservation ;
  - Les plans d'atelier et de chantier, méthodes préalables au démarrage des travaux :
    - \* Plans et notes de calcul résultant de méthodologies propres au titulaire du présent lot.
    - \* Calculs des descentes de charges, dimensionnements des structures et des assemblages.
    - \* Plans de détail des assemblages et dispositions géométriques (pieds de poteaux et ancrages, platines d'abouts en têtes des poteaux, goussets des bracons, goussets de poutres au vent de toiture, etc.).
    - \* Plans de détail de chantier : supports, accrochages, percements et réservations.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 9 / 67
--	--	-------------	----------------

- \* Marques et types des appareils sélectionnés. Justification des performances.
- \* Dossier des plans conformes à l'exécution.
- \* Caractéristiques des matériels et appareillages.
- \* Adaptation des coupes et détails aux marques et types d'ouvrages retenus par le titulaire et agréés par le maître d'ouvrage.
- \* Plans de troncçonnage, pièces de transformation, assemblages, détails de raccordement des équipements
- \* Schémas d'armoires électriques (sous AUTOCAD).
- \* Notes de calcul électriques (sous CANECO)
- \* Carnets de câblage courants forts et faibles avec tenants et aboutissants. Détails de câblage de puissance des tableaux.
- \* Tracés des circuits terminaux, avec conduits, nature et section des conducteurs.
- La mise à jour de tous les plans et notes de calcul électriques impactées par les travaux
- Tous les percements, saignées, rebouchages, scellements, raccords, etc., dans les conditions précisées aux documents contractuels ;
- La fixation par tous moyens des ouvrages ;
- La main d'œuvre et les fournitures nécessaires pour toutes les reprises, finitions, vérifications, etc. Des ouvrages en fin de travaux et après réception ;
- La mise à jour ou l'établissement de tous les plans « comme construit » pour être remis au maître d'ouvrage à la réception des travaux ;
- La fourniture d'une documentation en français de l'ensemble du matériel installé ;
- La quote-part de l'entreprise dans les frais généraux du chantier et le compte prorata, le cas échéant ;
- Tous les autres frais et prestations même non énumérés ci-dessus, mais nécessaires à la réalisation parfaite et complète des travaux ;
- Les nettoyages du chantier en cours et en fin de travaux ;
- Le ramassage et la sortie des déchets et emballages ;
- Le tri sélectif des emballages et déchets et enlèvement hors du chantier, dans le respect de la législation en vigueur.
- La présence aux réunions de coordination.
- Les notices d'entretien et de conduite.

Et d'une manière générale tous les travaux nécessaires au parfait achèvement de la prestation ...

Les documents seront révisés autant de fois que nécessaire jusqu'à l'obtention de l'avis favorable de la MOE.

L'entreprise portera son attention sur le fait que le système d'intégration solaire devra bénéficier d'un avis technique ou ETN valide. Une assurance spécifique au chantier et la validation du bureau de contrôle seront exigées pour autoriser le démarrage des travaux.

#### 01.1.3 - **Obligation de bonne fin**

Ce document constitue les Spécifications Techniques Détaillées, définissant, avec les plans joints au dossier, les travaux à réaliser au titre du présent lot. Il précise, en fonction du Programme établi par le Maître d'Ouvrage, ainsi que des impératifs de la réglementation, tous les éléments permettant à l'Entreprise d'évaluer correctement son prix qui sera global et forfaitaire.

Le présent descriptif n'est pas limitatif, l'acte d'engagement de l'Entreprise comprendra en l'occurrence, toutes les prestations nécessaires à la bonne fin des ouvrages, en conformité avec le présent CCTP, la réglementation et les règles de l'art, les pièces du Marché, les moyens en hommes et matériels à mettre en œuvre pour respecter les délais demandés.

Les entreprises devront avoir une parfaite connaissance des prestations qu'elles doivent assumer tant pour les travaux que pour les prestations de sécurité décrites dans le plan général de coordination joint au dossier de consultation des entreprises.

Le présent C.C.T.P. est complémentaire aux plans. Les ouvrages définis par les plans et qui ne seraient pas décrits au présent descriptif font partie intégrante des travaux et sont dus par les entreprises, même

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 10 / 67
--	--	-------------	-----------------

si le cadre de décomposition du prix global et forfaitaire ne fait pas état des dits ouvrages. Ces ouvrages s'entendent entièrement terminés dans les règles de l'Art, et comprennent même si elles ne sont pas expressément citées ci-après les fournitures et sujétions nécessaires à leur parfaite exécution. En tant que spécialiste il fera son affaire du présent CCTP et en aucun cas ne pourra se prévaloir d'une quelconque omission dans l'énumération des prestations demandées.

Les prestations dues au titre du présent lot ne sont limitées que par les travaux décrits dans les autres lots. L'entrepreneur est donc réputé avoir pris connaissance de l'ensemble des C.C.T.P. de l'opération : il s'ensuit que chacun des soumissionnaires sera réputé avoir inclus dans ses prix, les prestations complémentaires ressortant de ses propres activités permettant aux ouvrages et matériels dont l'exécution ou l'installation fait partie des lots des autres corps d'état, de remplir leur destination fonctionnelle, même si lesdites prestations ne sont pas expressément visées dans le lot considéré.

L'incompréhension d'un document, non concrétisé par une note écrite fournie avec l'offre de l'Entreprise, ne pourra être évoquée en cours de chantier, pour prétexter des dépenses supplémentaires. De même pour des contradictions apparentes ou réelles ou des omissions pouvant exister dans les documents établis pour la consultation de cette Entreprise et des autres impliquées dans ce projet.

L'entrepreneur doit vérifier toutes les dimensions et cotes pour l'exécution des travaux. Il doit déterminer par le calcul tous les dimensionnements de matériel et il en demeure entièrement responsable.

Si les dispositions constructives des ouvrages, non apparentes sur les documents remis à l'entrepreneur pour établir ses propositions obligent ultérieurement à des modifications des installations, ces modifications seront à la charge de l'entrepreneur du présent lot.

L'entreprise adjudicataire devra fournir les installations complètes en ordre de marche.

#### 01.1.4 - **Connaissance des lieux du chantier**

Par le fait d'avoir remis son offre, l'entrepreneur est réputé :

- s'être rendu sur les lieux où doivent être réalisés les travaux ;
- avoir pris parfaite connaissance de la nature et de l'emplacement de ces lieux et des conditions générales et particulières qui y sont attachées ;
- avoir pris connaissance des possibilités d'accès, d'installations de chantier, de stockage de matériaux, des disponibilités en eau, en énergie électrique, etc. ;
- avoir pris tous renseignements concernant d'éventuelles servitudes ou obligations.

L'entrepreneur est réputé avoir pris connaissance parfaite des lieux et de toutes les conditions pouvant en quelque manière que ce soit avoir une influence sur l'exécution et les délais, ainsi que sur la qualité et les prix des ouvrages à réaliser.

Il ne pourra donc arguer d'ignorances quelconques à ce sujet pour prétendre à des suppléments de prix ou à des prolongations de délais.

Toutes ces sujétions devront être envisagées au moment du chiffrage et devront être intégrées dans l'offre de l'entreprise.

#### 01.1.5 - **Travaux en site occupé**

Les travaux se dérouleront sur un site en activité. La mise en œuvre et la réalisation des ouvrages devront tenir compte des critères particuliers liés au site et à son environnement, notamment :

- Renforcement des sujétions liées au maintien en activité des bâtiments et services sur le site (continuité de service),
- D'une manière générale, les dispositions prévues seront obligatoirement conformes aux spécifications du PGCSPPS, et des règlements intérieurs du maître d'ouvrage,
- Mesures nécessaires afin de réduire au maximum les gênes occasionnées par les travaux aux utilisateurs,
- La complète circulation au niveau des voies d'accès à la zone de chantier devra être maintenue 7jr/7jr

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 11 / 67
--	--	-------------	-----------------

et 24h/24h,

- Tous travaux de dépose et démolition à l'intérieur du site devront scrupuleusement suivre les procédures propres au maître d'ouvrage en termes d'hygiène et devront faire l'objet d'une autorisation du maître d'ouvrage et maître d'œuvre.
- Les travaux de soudure ou tout travaux par point chaud devra faire l'objet d'une demande d'autorisation auprès de l'équipe interne de sécurité incendie de l'établissement qui délivrera un permis feu,
- Les travaux d'ordre électriques feront l'objet de demande d'autorisation spéciale auprès du service exploitation de l'établissement qui délivrera les autorisations de travaux correspondantes,
- Les travaux d'ordre hydrauliques feront l'objet de demande d'autorisation auprès du service exploitation de l'établissement qui délivrera les autorisations de travaux correspondantes,
- Toute consignation (électrique, hydraulique ou autre...) devra faire l'objet d'une demande spécifique auprès du service exploitation de l'établissement qui sera seul habilité à réaliser cette consignation en présence de l'entreprise demandeuse. Toute déconsignation respectera cette même procédure.

Avant toute intervention ponctuelle dans les zones et dans les locaux en activité, le mode opératoire et les précautions d'isolement et d'hygiène devront être acceptés par la cellule hygiène de l'établissement.

#### 01.1.6 - **Relations avec les Services Techniques et les Compagnies Concessionnaires.**

L'entrepreneur sera tenu de se rapprocher des Services Techniques du site afin d'obtenir tous les renseignements utiles à une parfaite exécution de ses travaux. Il devra notamment se faire préciser ou confirmer :

- Les limites de prestation.
- Les consignes spéciales de sécurité du lieu de construction
- Conditions d'accès, d'approvisionnement, exigences de voiries et de police etc...

Il assistera les Services Techniques et remettra tous documents et pièces demandés par ces derniers.

Il effectuera les démarches nécessaires à l'obtention des autorisations indispensables pour la réalisation de ses travaux.

#### 01.1.7 - **Documents à fournir par l'entrepreneur**

##### 01.1.7.0 **Avec sa proposition**

L'entreprise soumissionnaire devra joindre à son offre de prix tous les éléments nécessaires au jugement de celle-ci et en particulier :

- Le cadre de bordereau avec indications des quantités et prix unitaires à présenter obligatoirement suivant le cadre joint au présent dossier. Ce bordereau n'aura de valeur contractuelle que pour le paiement des situations ou modifications demandées par le Maître d'Ouvrage.
- Une liste de références significatives de projets et travaux similaires au cours des 5 dernières années ou en cours de réalisation, de complexité équivalente et présentant des caractéristiques comparables à la présente consultation.
- L'ensemble des documents techniques en français.
- Etude de dimensionnement et production estimée de l'installation

L'Entreprise doit produire, jointes à sa proposition, les photocopies des cartes de qualification professionnelle (QualiPV Elec ; QualiPV Bat) et de sa police d'assurance qui doit comprendre dans ses clauses, toutes les garanties nécessaires pour la réalisation des travaux dont il a la charge.

##### 01.1.7.1 **Avant le début des travaux**

Dans un délai compatible avec le délai contractuel et après notification du Marché, l'Entrepreneur titulaire du présent lot devra remettre :

- L'organigramme Opérationnel (Encadrement et effectifs)
- Les fiches d'habilitation du personnel ;
- Les demandes de laissez-passer, pour le personnel, dûment complétées suivant les procédures applicables sur le site de construction du projet ;
- Le plan d'aménagement de ses installations ;
- L'Analyse sécurité au poste de travail dans les différents métiers nécessaires au respect des objectifs

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 12 / 67
--	--	-------------	-----------------

- du présent Cahier des charges qui sera joint au PPSPS.
- Le PAQP (Plan d'Assurance Qualité Particulier)
    - \* Le plan mise en place par le titulaire pour satisfaire aux exigences du contrôle de la qualité
    - \* Les procédures d'exécution et de contrôle des travaux relatifs au présent CCTP :
  - Plans et notes de calcul.
  - Étude géotechnique d'exécution, calculs des descentes de charges, dimensionnement des massifs en béton, dimensionnements des structures et des assemblages.
  - Plans de détail des assemblages et dispositions géométriques (pieds de poteaux et ancrages, platines d'abouts en têtes des poteaux, goussets des bracons, goussets de poutres au vent de toiture, etc.).
  - Plans de détails de chantier : supports, accrochages, percements et réservations.
  - Marques et types des appareils sélectionnés. Justification des performances :
    - \* Système d'intégration et son avis technique.
    - \* Fiche technique panneaux.
    - \* Fiche technique onduleurs.
    - \* Fiche technique passerelle de communication.
    - \* Fiche technique compteur.
    - \* Câbles de mise à la terre.
    - \* Câbles photovoltaïques.
    - \* Connecteurs DC.
    - \* Cosses de raccordement AC.
    - \* Chemins de câbles.
    - \* Disjoncteur de tête.
    - \* Parafoudres DC.
    - \* Parafoudres AC.
    - \* Protections Parafoudres AC.
    - \* DIGIWARE D70, Interface Modbus LORAWAN, alimentation 24V, transformateurs de courant et module I et U du comptage SOCOMEC
    - \* Système d'affichage déporté des puissances produites avec son système radio
    - \* Connections bimétal mise à la terre.
    - \* Câble de communication.
    - \* Clip de mise à la terre type Terragrif ou équivalent.
    - \* Signalétique pyrogravée câblage.
  - Schémas d'armoires électriques (sous AUTOCAD).
  - Synoptique de l'installation.
  - Carnets de câblage courants forts et faibles avec tenants et aboutissants. Détails de câblage de puissance des tableaux.

#### 01.1.7.2 En cours de travaux

- Les plans, schémas, notes de calculs relatifs soit aux modifications des documents ayant servi de base au dossier de consultation, soit pour des détails d'exécution.
- Les fiches techniques d'exécution et de contrôle ;
- La fourniture de tous les plans et dossiers pouvant être requis par les services techniques du site ou organismes de contrôle.

#### 01.1.7.3 En fin de travaux

- Les exemplaires « papier » des schémas électriques à positionner dans les tableaux électriques.
- 3 support informatique contenant :
  - \* Des plans d'exécution mis en conformité avec les travaux réellement exécutés établis sous format AUTOCAD ou compatible.
  - \* Les exemplaires des spécifications détaillées de tout le matériel et tous les accessoires avec le nom du fournisseur, le type, les caractéristiques techniques, les notices de fonctionnement, les prescriptions de maintenance des fournisseurs d'équipements mis en œuvre, etc. afin de permettre l'approvisionnement, la mise en service et la maintenance sans difficultés du matériel.
  - \* Les exemplaires des attestations et certificats de conformité délivrés par les organismes de contrôle.
  - \* Les exemplaires des notes de calculs.
  - \* Les exemplaires du Dossier d'Utilisation d'Exploitation et de Maintenance (DUEM).

La réception ne pourra être prononcée qu'à cette condition.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 13 / 67
--	--	-------------	-----------------

### 01.1.8 - **Contrôle - Essais - Réception – Garanties**

#### 01.1.8.0 Bureau de Contrôle

La réalisation de l'ouvrage sera soumise à la vérification d'un BC mandaté par le Maître d'Ouvrage.

L'entreprise ne pourra se soustraire à toute demande de remise de la description du ou des matériaux ou matériels fournis, ainsi qu'à la présentation d'échantillons ou de modèles.

L'entreprise devra faciliter la tâche du BC en ce qui concerne tout prélèvement sur place d'échantillons divers qui seraient jugés utiles aux examens et analyses que le BC jugerait nécessaire dans le cadre de sa mission.

Elle devra pouvoir justifier à tout moment de la provenance, de la marque, du type et de la référence (fiche technique fabricant ou fournisseur) des matériaux, matériels et produits amenés sur le chantier.

#### 01.1.8.1 Contrôles internes à l'entreprise

L'attention de l'Entreprise est attirée sur le contrôle interne ou autocontrôle qu'elle doit effectuer sur le chantier et sur les documents qu'elle émet, notamment (liste non exhaustive) :

- La vérification de la conformité de ses travaux aux plans d'exécution et aux normes ;
- Le contrôle des matériaux mis en œuvre et la conformité aux normes ;
- La vérification des bordereaux de livraisons, etc.

Le résultat de l'ensemble de ces essais sera communiqué au MOA et au MOE.

#### 01.1.8.2 Essais

Après achèvement des travaux d'exécution, l'entrepreneur titulaire du présent lot devra procéder au minimum aux essais et vérifications de fonctionnement des installations, dans les conditions normales d'utilisation, indépendamment des essais et vérifications effectués dans le cadre de la sécurité des personnes.

L'entreprise fournira les fiches attestant que l'autocontrôle nécessaire au matériel installé a été effectué. Cette fiche indiquera les points de contrôle (visuels ou tests).

Les résultats de ces essais et vérifications seront consignés dans les attestations d'essais de fonctionnement de l'Agence qualité construction (AQC).

La demande de ces attestations peut être initiée par le maître d'ouvrage, son assureur dommages ouvrage, ou le bureau de contrôle. Elle le sera dans tous les cas par la maîtrise d'œuvre.

Chaque attestation est autonome. Elle indique l'objectif et la nature des essais de fonctionnement, le mode d'emploi et l'enregistrement des essais, les appareils de mesure nécessaires, la description des essais... Ces documents, réalisés par l'AQC avec le concours des professionnels, sont téléchargeables sur le site de l'organisme.

Un procès-verbal mentionnant les valeurs des mesures effectuées, les valeurs nominales théoriques issues des notes de calcul ou annoncées par le constructeur sera fourni. L'emplacement des points de mesure sera également spécifié sur ce document.

L'exécution des essais et vérifications figurant sur ces documents ne dispense pas l'entreprise d'effectuer les contrôles qui peuvent lui incomber en fonction de la réglementation en vigueur. Il devra en particulier assister les Commissions Locales de Sécurité chaque fois que celles-ci effectueront des contrôles ou réceptions intéressant les installations du présent lot.

Le matériel, les instruments de mesure et de contrôle, la main d'œuvre ainsi que le personnel qualifié nécessaires à la réalisation des essais seront obligatoirement fournis par l'entrepreneur de même que les installations provisoires éventuelles. Les essais seront effectués après remise des notices de conduite et d'entretien de l'installation.

Les essais seront effectués de façon contradictoire, à la date fixée en accord avec le Maître d'Œuvre. En cas de retard dans l'exécution des essais, le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de les faire exécuter aux frais de l'entrepreneur défaillant, par toute personne ou organisme de son choix et à faire exécuter dans les mêmes conditions tous réglages et travaux modificatifs nécessaires à l'obtention de la conformité des installations au présent descriptif.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 14 / 67
--	--	-------------	-----------------

Les essais ne devront en aucun cas entraîner de perturbation dans le calendrier des travaux. Les essais et vérifications ainsi que la rédaction des Procès-Verbaux de réception sont à la charge du présent lot.

#### 01.1.8.3 Réception

La réception des travaux sera prononcée après constatation de la conformité quantitative et qualitative au CCTP et de la fourniture des documents demandés à l'article 01.0.7.3.

#### Acte de réception :

- Visite technique de l'installation,
- Contrôle de la mise en place de tous les équipements spécifiés,
- Vérifications et constations du fonctionnement de l'installation,
- Vérification de la conformité des réglages avec les informations remises en dossiers,
- Réalisation d'éventuels essais supplémentaires,
- Indications pour mener la maintenance nécessaire.

En ce qui concerne la réception de bon fonctionnement des installations, celle-ci restera soumise aux essais à effectuer pendant la période de garantie. Si les résultats ne sont pas satisfaisants, la période de garantie se trouvera d'office prolongée jusqu'au jour où aucune observation ne sera formulée et les visites de contrôle suivantes seront à la charge de l'entreprise. Si l'utilisateur n'a aucune réclamation à formuler ou encore s'il a été remédié aux défauts signalés la réception définitive sera prononcée.

#### 01.1.8.4 Mise en service

##### Parachèvement des réglages :

Après réception, durant une première année de fonctionnement, les réglages des différents organes seront parachevés si nécessaire.

##### Mise en main des installations auprès des usagers :

Présentation des instructions utiles aux usagers :

- Description du principe de fonctionnement,
- Accès aux modifications de consigne,
- Visualisation des paramètres,
- Les conduites à tenir en cas d'insatisfaction ou de défaillance.

##### Mise en main des installations auprès du personnel de maintenance :

- Description du principe de fonctionnement,
- Accès aux paramètres techniciens
- Description des différents éléments
- Présentation du manuel d'entretien

Une notice devra résumer ces indications de bonnes pratiques.

Prévoir une formation du personnel d'une demi-journée pour un groupe de 4 personnes.

##### Instructions pour la maintenance :

Un récapitulatif décrivant les opérations nécessaires de maintenance, remis à la réception, sera complété par un dossier complet : Dossier d'Utilisation d'Exploitation-Maintenance (DUEM).

Les instructions de maintenance seront adaptées aux rôles, aux besoins et aux compétences des intervenants.

##### Formation des intervenants techniques :

Les instructions pour les usages, l'exploitation et la maintenance ainsi que le contenu du Dossier d'Utilisation d'Exploitation-Maintenance (DUEM) feront l'objet d'une formation des futurs intervenants, pour une durée et un lieu fixé : sur le site ou dans d'autres locaux.

Prévoir une formation du personnel d'une demi-journée pour un groupe de 4 personnes.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 15 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### 01.1.8.5 Garantie

##### Garantie de parfait achèvement :

L'entrepreneur est tenu à une garantie de parfait achèvement des travaux pendant un délai d'une année à dater de la réception des ouvrages.

##### Garantie de bon fonctionnement :

L'entrepreneur est responsable de ses installations pendant une durée de deux années à compter de la réception, sous réserve de l'application de garanties légales et de la loi.

Les modules photovoltaïques devront présenter une garantie de fonctionnement sur 25 ans sur le produit et 30 ans de garantie sur la puissance.

Les onduleurs devront présenter une garantie de 15 ans minimum.

Pendant ce délai, toutes les réparations provenant de vices de construction seront à la charge de l'entreprise qui doit le remplacement des pièces défectueuses et la main d'œuvre pour le démontage et le remontage.

Il garantira en outre, la mise au point et le réglage des appareils pendant cette garantie de fonctionnement. Au cours de cette garantie, le titulaire s'engage à intervenir dans la semaine pour remédier aux défaillances.

#### 01.1.8.6 Garantie décennale

Elle concerne tous les équipements d'indissociabilité liés aux ouvrages (c'est à dire lorsque la dépose, le démontage ou le remplacement ne peut s'effectuer sans détérioration ou enlèvement de matière de ces ouvrages) tels que équipements enrobes ou encastrés, etc.

#### 01.1.8.7 Etendue des garanties

Ces garanties s'étendent à la réparation et à la remise en état provisoire de fonctionnement par du matériel de remplacement (fourniture et pose gratuites) de tous les désordres signalés par le Maître de l'Ouvrage, soit au moyen de réserves mentionnés au procès-verbal de réception, soit par voie de notification écrite pour ceux relevés postérieurement à la réception.

Les délais nécessaires à l'exécution des travaux sont fixés d'un commun accord par le Maître de l'Ouvrage et l'Entrepreneur concerné.

En l'absence d'un tel accord ou en cas d'inexécution dans un délai fixé, les travaux peuvent être, après mise en demeure restée infructueuse, être exécutés aux frais et aux risques de l'Entrepreneur défaillant.

L'exécution des travaux est constatée d'un commun accord ou à défaut judiciairement.

Conformément à la loi n° 78-12 du 4 janvier 1978, la période de garantie est de 2 ans à compter de la date de la réception provisoire.

Le maître d'ouvrage se réserve le droit de procéder pendant la période de garantie à toutes nouvelles séries d'essais qu'il jugera nécessaires après avoir averti l'entreprise en temps utile.

Durant cette période, l'entreprise est tenue de remédier à tous désordres nouveaux, y compris dans les menus travaux, elle doit procéder à ses frais (pièces et main-d'œuvre) au remplacement de tout élément défectueux de l'installation.

L'entreprise dispose d'un délai de 48 heures sauf accord contraire avec le maître de l'ouvrage pour remédier aux désordres dès la notification de ceux-ci ; passé ce délai, le maître de l'ouvrage peut faire exécuter ces travaux aux frais, risques et périls de l'entrepreneur défaillant.

Toutefois, cette garantie ne couvre pas :

- Les travaux d'entretien normaux ainsi que les matières consommables.
- Les réparations qui seront les conséquences d'un abus d'usage.
- Les dommages causés par les tiers.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 16 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### 01.1.9 - **Fonctionnement, organisation et sécurité du chantier**

Comme le précise le CCTP, la présente opération sera réalisée en tenant compte des dispositions de sécurité et de prévention de la santé.

L'offre de l'entrepreneur comprend implicitement tous les frais de matériels et équipements nécessaires pour garantir à chaque instant la sécurité des biens et des personnes conformément aux réglementations en vigueur. Le Titulaire est responsable de la protection, durant le chantier, de ses ouvrages.

L'établissement des PPSPS ainsi que la mise en œuvre et la maintenance des protections collectives et individuelles, l'entretien et le contrôle des matériels, la fourniture des documents en un exemplaire sont exigés par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre.

Le mode opératoire envisagé par l'entrepreneur sera remis en annexe à sa proposition.

L'entreprise désignera dans le cadre des travaux du présent projet, un responsable qui sera l'interlocuteur du MOA et du MOE pendant toute la durée d'étude et d'exécution des travaux. Ce technicien devra avoir les compétences requises pour prendre en charge toutes les questions concernant les installations. Il devra s'enquérir de la coordination et des contraintes de toutes matières dues aux autres impératifs de ce chantier.

Le planning TCE établi par le MOE pendant la mission OPC sera scrupuleusement respecté.

Tout changement au programme retenu ne pourra être réalisé sans l'autorisation expresse et écrite du MOE ; en cas de transgression à cette règle, l'entreprise supportera totalement les incidences et conséquences des changements non autorisés, de la remise en forme et en conformité des installations.

La totalité des plans d'exécution et autres documents techniques devront être transmis au BC et au MOE, 3 semaines avant le démarrage des travaux pour validation.

Les personnels intervenants devront disposer des formations et habilitations adaptées aux opérations à réaliser. Du personnel Sauveteur Secouriste du Travail (SST) sera présent sur le chantier.

Le responsable de chaque entreprise fournira, à la demande du préventeur HSE, la liste exhaustive des formations de son personnel.

Chaque nouvel arrivant devra avoir reçu un accueil sécurité relatif au chantier dispensé par le représentant de l'entreprise.

#### 01.1.10 - **Réception des armoires électriques**

##### 01.1.10.0 Recette usine, essais, armoires secondaires, coffrets

Le titulaire doit prendre en compte dans son chiffrage les opérations d'essais et de mesures sous tension de l'ensemble des équipements câblés sur son site de production et notamment :

- Vérification du câblage,
- Contrôle d'isolement des jeux de barres et des équipements,
- Essais de tenue diélectrique
- Essais des asservissements et dispositifs d'enclenchement/déclenchement
- Paramétrages des équipements
- Contrôle du repérage.

En complément aux contrôles et essais prévus aux différentes phases de montage, le Titulaire doit prévoir l'accompagnement du maître d'œuvre et/ou de son représentant pour la réalisation de tous les essais et mesures en sa (leur) présence.

Le Titulaire a la charge de définir et d'effectuer les contrôles et les essais usine suivant un programme approuvé avant le début des essais par le CEA.

Ce programme établi par le Titulaire doit préciser les moyens prévus pour réaliser les essais et leur enchaînement.

Le CEA peut se faire représenter aux essais usine. A cet effet, le représentant doit avoir libre accès aux ateliers du Titulaire ou de ses sous-traitants, pendant toute la période de fabrication et de contrôles. Il doit être prévenu par convocation (délai minimum de 10 jours ouvrés) avant la date prévue des essais.

Les essais en usine sur les équipements sont principalement orientés sur la vérification de l'état "prêt à être installé".

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 17 / 67
--	--	-------------	-----------------

Les contrôles portent sur :

- Le respect des impositions techniques contractuelles,
- La prise en compte des dernières modifications ou adaptations demandées par les études,
- Les dispositifs de raccordement avec d'autres équipements en limite de fourniture,
- Le respect des prescriptions de sécurité,
- Les possibilités d'intervention dans l'équipement (selon procédure préétablie),
- Le bon fonctionnement d'ensemble (par simulation si nécessaire).

En plus du contrôle de la qualité, les essais usine sont effectués afin d'apporter la démonstration des performances requises.

A l'issue des contrôles et essais en usine, le Titulaire doit lever toutes les réserves, et rédiger le compte-rendu d'essais.

La réception en usine est ensuite prononcée par le CEA (PV à préparer par le Titulaire).

01.1.10.1 Recette provisoire

La réception provisoire sera prononcée après essais satisfaisants sur site et de réception d'un PV de conformité sans réserve. Elle opérera le transfert de propriété.

La réception définitive interviendra à l'issue de la période de garantie, à compter de la date de réception provisoire.

De façon générale, le cahier des dispositions générales applicables aux marchés par le CEA sera applicable en l'espèce.

01.1.10.2 Contrôle réglementaire

A la fin de chaque phase de travaux nécessitant une mise sous tension, le CEA fera intervenir, à ses frais, un organisme de contrôle agréé. Au terme des travaux, la visite initiale de conformité, déclenchée par le CEA, sera faite par un organisme agréé aux frais du CEA. Le titulaire s'engage à participer à cette visite et à mettre à disposition du bureau de contrôle les moyens d'accès à tous les équipements à contrôler (Nacelle, PIRL etc...) .

En cas de non-conformité les frais de remise en état liés aux malfaçons et les contrôles supplémentaires seront à charge du titulaire.

**01.1.11 - Protection et nettoyage des ouvrages**

01.1.11.0 Protection sur chantier

Une attention sera portée à la sécurité. L'entrepreneur doit prendre toutes mesures nécessaires pendant les travaux pour éviter les accidents du fait de son activité, quel qu'en soit l'origine. D'autre part, le matériel mis en place doit comporter toutes les protections nécessaires pour assurer la sécurité des usagers, même en cas de fausses manœuvres. Pour l'appareillage électrique, il sera prévu toutes les sécurités nécessaires pour qu'aucune intervention ne puisse être effectuée sur un organe sous tension.

01.1.11.1 Nettoyage des ouvrages

L'entrepreneur devra toujours, immédiatement après exécution de ses travaux procéder à l'enlèvement des gravois de ses travaux et au balayage des sols.

Il aura à sa charge la sortie de ses gravois après nettoyage.

En résumé, le chantier devra toujours être maintenu en parfait état de propreté, et l'entrepreneur devra prendre ses dispositions à ce sujet.

01.1.11.2 Remise en état des lieux

Les installations de chantier, le matériel et les matériaux en excédent, ainsi que tous autres gravois et décombres, devront être enlevés en fin de chantier, et les emplacements mis à disposition remis en état. L'ensemble des emplacements remis en état et le chantier totalement nettoyé devront être remis au maître d'ouvrage, au plus tard le jour de la réception des travaux.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 18 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### 01.1.11.3 Passerelles, protections, etc. des tranchées

Le cas échéant, l'entrepreneur aura implicitement à sa charge, dans le cadre des prix de son marché, l'amenée, la mise en place, la maintenance, la dépose et le repli de tous les équipements de passage et de sécurité au droit des tranchées de canalisation, notamment :

- toutes les passerelles avec ou sans garde-corps selon le cas ;
- toutes les barrières, garde-corps et autres protections nécessaires ;
- la signalisation de jour et de nuit ;
- et tous les autres équipements de sécurité qui s'avèreraient nécessaires

#### 01.1.11.4 Gestion des déchets

Chargement, transport et évacuation en décharge publique, conformément au Schéma d'Organisation et de Suivi de l'Élimination des Déchets de chantier (SOSED) de l'entreprise, des produits issus des déblais résultant des travaux du prix terrassement, droits de décharges inclus, suivant les prescriptions du SOSED.

#### Il comprendra notamment :

- l'amenée sur chantier, la mise en place et le repli en fin de chantier d'une aire de pesée des véhicules ;
- le chargement, le déchargement des matériaux ;
- le transport à la décharge laissée à l'initiative de l'entreprise ;
- les frais de décharge.

#### 01.1.12 - Études d'exécution

La totalité des études d'exécution est à la charge du titulaire, ces dernières seront visées par la MOE. Les plans fournis au marché sont des plans de principe. Il appartient au soumissionnaire de fournir avec son offre un pré dimensionnement des ouvrages et un mémoire technique décrivant les solutions techniques qui seront mises en œuvre. Du fait de la procédure commerciale retenue, les optimisations techniques et de prix proposées par les candidats devront être intégrées dans l'offre remise à l'issue de la période de consultation. Le soumissionnaire s'engagera sur la solution proposée dans son offre et devra indiquer dans cette dernière toute incohérence dans le DCE, il ne pourra s'en prévaloir après la signature du marché.

En particulier, le titulaire est soumis à l'obligation de résultat.

Il s'entend donc que son offre comprend la prise en compte des éventuelles remarques du bureau de contrôle.

Liste non exhaustive des éléments à prévoir par le titulaire dans les études d'exécution :

- Liste des documents d'exécution ;
- PPSPS ;
- Plan d'Installation de Chantier comprenant :
  - \* Plan des terrassements préparatoires pour mise en place de la base vie, des zones de stockage / entreposage et voies de circulation du chantier ;
  - \* Positionnement des bennes à déchets ;
- Plan d'Assurance Qualité ;
- Terrassements :
  - \* Profils en long et en travers ;
  - \* Relevé topographique ;
- Gros-œuvre :
  - \* Notes de calcul des massifs et fûts ;
  - \* Plans de coffrage / ferrailage ;
  - \* Plans de préfabrication ;
  - \* Fiches techniques et avis techniques des matériaux utilisés ;
- Ombrières :
  - \* Note de calcul des ombrières ; plans de détail des assemblages et dispositions géométriques (pieds de poteaux et ancrages, platines d'abouts en têtes des poteaux, goussets des bracons, goussets de poutres au vent de toiture, etc.).
  - \* Plans d'ensemble et de détails ;
  - \* Plan de calepinage des ombrières ;
  - \* Note de calculs et plans des descentes ;

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 19 / 67
--	--	-------------	-----------------

- \* Fiches techniques et avis techniques des matériaux utilisés ;
- Electricité :
  - \* Le plan de câblage des strings conforme au calepinage des modules photovoltaïques,
  - \* Le schéma synoptique général de l'installation (des modules photovoltaïques au point de livraison),
  - \* Le plan d'implantation du matériel et de l'appareillage avec légende : position des boîtiers de jonction, des points de raccordement, du point de livraison, etc.,
  - \* Le plan de cheminement des câbles dc jusqu'aux onduleurs,
  - \* Le plan de cheminement des câbles AC,
  - \* Les plans de passages de l'extérieur à l'intérieur du bâtiment,
  - \* Les détails de mise en œuvre côtés,
  - \* Un plan du réseau des liaisons équipotentiels des masses.
  - \* Le schéma de principe du réseau de terre (prise de terre, réseau de terre principal, et liaisons équipotentiels).
  - \* Le schéma de principe du système d'arrêt d'urgence, précisant la position des commandes,
  - \* Les schémas électriques de coffrets de jonctions, d'armoires électriques, TGBT, etc.
  - \* Schémas d'armoires électriques (sous AUTOCAD).
  - \* Schéma et note de calcul du TGBT du poste 1902
  - \* Carnets de câblage courants forts et faibles avec tenants et aboutissants. Détails de câblage de puissance des tableaux.
  - \* Tracés des circuits terminaux, avec conduits, nature et section des conducteurs.
  - \* Note de calculs d'éclairage.
  - \* Les échantillons des fournitures et appareillages.
  - \* Fiches techniques et avis techniques des matériaux utilisés ;
  - \* Plans de détail de chantier : supports, accrochages, percements et réservations.
- Eaux Pluviales :
  - \* Notes de calculs de dimensionnement des chéneaux ; descentes EP ; collecteurs enterrés.

Les marques et type de matériels proposés par l'entreprise seront soumis pour approbation au Maître d'Œuvre sous forme de dossier rappelant tous les critères de performance tels que puissance, qualité de finition, etc. En cas de refus du matériel proposé par l'entreprise, celle-ci devra présenter un autre type de matériel.

Si celui-ci n'est toujours pas approuvé par le Maître d'Œuvre, le matériel indiqué dans le chapitre « SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES » sera installé. L'entreprise ne pourra prétendre à aucun dédommagement à la suite d'un refus d'approbation. L'entreprise ne pourra procéder à l'achat de son matériel qu'après accord du Maître d'Œuvre.

La coordination d'exécution avec les autres corps d'état est assurée par la MOE. Des échanges entre différentes entreprises sont possibles sous réserve de prévenir la MOE et d'avoir la validation de celle-ci sur les solutions proposées et envisagées avant tous travaux d'exécution.

#### 01.1.13 - **Responsabilité de l'entreprise**

Par la remise de son offre, le soumissionnaire reconnaît avoir pris connaissance de la nature et de l'importance des prestations demandées, de la situation géographique et des spécificités de la construction envisagée ou dans laquelle il doit intervenir, du contenu des autres corps d'état, des difficultés ou contraintes de réalisation.

Par la signature du marché, l'entreprise adjudicataire prend l'entière responsabilité de ses travaux et sera tenue, pour cela, d'être titulaire d'une police d'assurance en responsabilités civile et professionnelle, tant en cours de travaux qu'après réception, avec des montants de garantie adaptés à la dimension de l'ouvrage.

L'entreprise fournira les attestations d'assurances et les certificats de règlement des primes. Les garanties seront étendues à tous les dommages ou accidents pouvant être provoqués sur chantier ou hors chantier, par son personnel, ses outillages et matériels, ses installations, et cela, en cours ou après travaux.

#### 01.1.14 - **Prévention incendie.**

Pendant la période estivale, l'accès aux massifs forestiers exposés au danger feux de forêts est réglementé par arrêté(s) préfectoral (aux). Le centre est soumis à cette réglementation.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 20 / 67
--	--	-------------	-----------------

## **01.2 NORMES - RÈGLEMENTS - D.T.U.**

Les listes de documents cités ci-après ne sont en aucun cas exhaustives. Il est nécessaire de consulter notamment les documents listés à l'intérieur de chaque pièce constituant le dossier de consultation.

Toutes les normes homologuées relatives au domaine d'application concerné par les fournitures et prestations du Titulaire sont applicables.

Les normes AFNOR, préconisations INRS ou normes européennes équivalentes (reconnues telles par l'Administration Française et plus particulièrement par le Ministère de l'Industrie) sont imposées.

Elles s'appliquent à tous les travaux et à toutes les fournitures à la charge du Titulaire.

Les installations et équipements électriques pour la réalisation du chantier sont conçus, réalisés et installés en conformité avec les normes CENELEC de l'Union Européenne.

Enfin ces listes ne sauraient dispenser le Titulaire d'une connaissance complète de la réglementation, la législation (lois, arrêtés, décrets, circulaires d'application...), les règles et recommandations des organisations professionnelles, ... en vigueur au moment de la signature du contrat.

Si pendant la durée des interventions de nouveaux textes et documents entrent en vigueur, l'Entrepreneur a obligation d'avertir la Maîtrise d'œuvre et la Maîtrise d'Ouvrage afin d'établir un avenant correspondant aux modifications, de manière à livrer à la mise en service des ouvrages conformes aux nouvelles dispositions. Tous les produits utilisés posséderont a minima le marquage CE.

L'ensemble des documents est à prendre en compte au dernier indice en vigueur.

### **01.2.1 - Documents Génériques**

- Code du Travail et décret 92.158 du 20/02/1992.
- CCTG.
- Spécification technique - Raccordement d'un producteur d'énergie sur le réseau électrique de Cadarache - Référence Technique DG/CEACAD/DSTG/STL/GEFD/ST-22-050.
- Spécification technique - Repérage et d'identification des ensembles électriques et fonctionnels - Référence Technique 850 ELECT SPE 21 001 DO.
- Spécification technique - Équipements de comptage de l'énergie en HTA et BT - Référence Technique STL SPE ELEC DO 098
- Spécifications techniques des TGBT principaux des postes HTA/BT ; référence CEA : 140-ELECT-PZR-SPE-09000307.
- Spécification technique des plans et schémas à fournir dans le cadre d'un ouvrage HTA/BT ; référence CEA : 140-ELECT-PZR-NTE-09000366.
- Code de la construction et de l'habitat
- Règlement Sanitaire Départemental en vigueur sur les lieux de la construction.
- Ensemble de normes de l'Union Technique de l'Électricité (UTE) et de l'Union Syndicale de l'Électricité (USE).
- Règlement de sécurité contre l'incendie.
- CEI 60364.

### **01.2.2 - Réglementation**

Tous les travaux seront exécutés conformément :

- Aux règles de calcul des D.T.U.,
- Aux prescriptions et normes générales de construction.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 21 / 67
--	--	-------------	-----------------

## **01.3 LIMITES DE PRESTATIONS**

### **01.3.1 - Présent lot**

Les prestations de ce lot comprennent toutes les fournitures et poses des éléments nécessaires à assurer une bonne réalisation des travaux :

- Les installations de chantier.
- Les moyens de levage.
- Les travaux de terrassement.
- Les réseaux divers en tranchées pour Électricité CFO & CFA, EP compris chambres de tirage et avaloirs.
- Les travaux sur existants.
- Les travaux pour réalisation des massifs et des fûts supports en béton armé.
- Les mesures conservatoires pour protection des existants.
- Préparation du terrain et nettoyage, compris démolitions diverses.
- La remise en état des existants.
- L'aménagement des surfaces, reprise des revêtements, d'enrobé, ...
- La reprise des bordures, peinture de sol et signalétiques.
- Le maintien de l'éclairage public, sa modification et son extension.
- Le maintien des bornes de recharge IRVE.
- L'ensemble des notes de calcul.
- Mission G3 - Étude et suivi géotechnique d'exécution.
- L'extension du TGBT du poste de transformation 2000 kVA.
- La mise à la terre des masses et éléments conducteurs.
- Terre de fond de fouille des ombrières
- Les coffrets de protection photovoltaïques.
- Les dispositifs de coupures et d'arrêts d'urgences.
- Les câbles et cheminements.
- Les travaux nécessaires à la pénétration des câbles dans le soubassement du poste 1902 au travers du regard existant (perçage, scellement des fourreaux dans le soubassement étanchéité, etc.)
- Collecte et exploitation des données de comptages pour compteurs SOCOMEC DIRIS Digiware sur départs Ombrières
- L'ensemble pour ombrières compris chéneaux, descentes EP
- Réseau sous-voirie de collecte des EP des ombrières en un point unique sans contamination par les eaux de surface du parking.
- Réseau de drainage (indépendant) des chambres de tirages
- Les modules photovoltaïques.
- Les onduleurs.
- La signalisation relative à l'installation photovoltaïque.
- L'éclairage sous ombrières piloté par horloge astronomique avec réglage sur les horaires du centre.
- La modification de la distribution électrique de l'éclairage public du parking
- Les essais et réglages de mise en service des différents appareils ;
- Le raccordement et la mise en service par le constructeur du comptage des ombrières sur la supervision SOCOMEC Webview.
- Afficheur des puissances produites dans le hall du bât. 1900
- Les protections mécaniques en pieds de poteaux pour descentes Eaux Pluviales et alimentations BT.
- Le nettoyage quotidien des ouvrages ;
- Les plans d'atelier et de chantier, méthodes préalables au démarrage des travaux.
- La fixation par tous moyens des ouvrages ;
- La main d'œuvre et les fournitures nécessaires pour toutes les reprises, finitions, vérifications, etc. Des ouvrages en fin de travaux et après réception ;
- La mise à jour ou l'établissement de tous les plans « comme construit » pour être remis au maître d'ouvrage à la réception des travaux ;
- La fourniture d'une documentation en français de l'ensemble du matériel installé ;
- Tous les autres frais et prestations même non énumérés ci-dessus, mais nécessaires à la réalisation parfaite et complète des travaux ;
- Le ramassage et la sortie des déchets et emballages ;

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 22 / 67
--	--	-------------	-----------------

- Le tri-sélectif des emballages et déchets et enlèvement hors du chantier, dans le respect de la législation en vigueur.
- La présence aux réunions de coordination.
- La participation aux opérations de réceptions.
- Les notices d'entretien et de conduite.
- La garantie des installations.

## Pôle international de R&D sur les énergies bas-carbone

CEA Cadarache, Institut de Biosciences et biotechnologies d'Aix-Marseille  
Cité des Énergies, bât 1900 • BIAM-UMR 7265 • 13115 Saint Paul lez Durance



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 23 / 67
--	--	-------------	-----------------

## **01.4 BASES DES CALCULS**

Les installations devront permettre d'obtenir les conditions de fonctionnement et de performances ci-après définies. Il appartient à l'entreprise soumissionnaire, lors de l'établissement de son offre de prix, de confirmer ou d'infirmer les puissances et caractéristiques des matériels décrits dans le présent CCTP.

Il sera pris en compte par l'entreprise pour l'établissement de ses études les données de base suivantes :

### **01.4.1 - Classement de l'établissement**

Le bâtiment est assujéti à la législation du Code du Travail et aux réglementations internes au CEA.

### **01.4.2 - Nature de la tension**

Poste de transformation = 2000 kVA – 15000 V / 410V

Ucc = 6%

Couplage = Dyn

Ik3 = 41 kA

Régime de Neutre = TN

Fréquence = 50 Hz

Taux harmonique TH =  $\leq 15\%$

### **01.4.3 - Échauffement**

Compte tenu de la température du milieu dans lequel sont placés les canalisations et les appareillages, les intensités admissibles compatibles avec l'échauffement seront celles indiquées par la norme C15-100 et les recommandations des constructeurs.

### **01.4.4 - Chutes de tension / Section des conducteurs**

Le calcul des sections des conducteurs, fileries, câbles, sera réalisé sans jamais dépasser le minimum de chute de tension admissible soit :

- Chute de tension cumulée côté DC < 1%
- Chute de tension cumulée côté AC < 3% (CEI 60364)

### **01.4.5 - Niveau Kéraunique**

- Nk = 25; Ng = 2.5
- Avec présence paratonnerre dans un rayon de 500m, NPF = 1.
- Réseau alimentation électrique dans un rayon de 500m : souterrain ; Lbt = 0.
- Environnement direct, delta = 0,50.
- Conséquences des perturbations :
  - \* M = 3
  - \* I = 1
  - \* P = 0

### **01.4.6 - Pouvoir de coupure**

Les appareils utilisés pour la protection et la coupure des différents circuits devront être compatibles avec le courant de court-circuit possible en régime de crête.

Ik3 = 41 kA au niveau du TGBT du poste.

### **01.4.7 - Localisation**

- Latitude = 43.69858617145509
- Longitude = 5.7363775112258475
- Station de référence = Manosque
- Altitude = 353 m
- Irradiation globale = 1 602 kWh/m².an
- Rayonnement directe = 1 034 kWh/m².an
- Rayonnement diffus = 568 kWh/m².an
- Zone Vent = 3
- Zone Neige = A2
- Rugosité = 3a

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 24 / 67
--	--	-------------	-----------------

## **01.5 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES - MISE EN ŒUVRE – VRD**

### **01.5.1 - Matériaux / prescriptions générales**

#### **01.5.1.0 Qualité des matériaux**

Les fournitures, matériaux et matériels entrant dans les ouvrages et prestations du présent marché devront avoir les caractéristiques suivantes :

- Conformité aux normes NF et NF EN : pour tous les matériaux, matériels et fournitures faisant l'objet de normes NF et NF EN ; l'Entreprise ne pourra mettre en œuvre que ceux répondant à ces normes ;
- Conformité aux DTU : pour tous les matériaux, matériels et fournitures traités dans les DTU, il ne pourra être mis en œuvre que ceux répondant aux conditions et prescriptions de ces DTU ;
- Pour toutes les familles de produits sous avis technique, il ne pourra être mis en œuvre que des produits titulaires d'un avis technique. L'Entreprise devra toujours justifier de ces avis techniques.

#### **01.5.1.1 Echantillons**

Avant toute commande, l'Entreprise devra soumettre les échantillons à l'agrément du MOE et du MOA.

#### **01.5.1.2 Salissures**

Pendant toute la durée des travaux, les voies, trottoirs..., devront toujours être maintenus en parfait état de propreté. En cas de non-respect de cette obligation, l'entreprise sera seule responsable des conséquences.

#### **01.5.1.3 Bruits de chantier**

Les bruits de chantier ne devront, en aucun cas, dépasser les niveaux sonores fixés par la réglementation en vigueur pour le site considéré.

A défaut de réglementation municipale, les dispositions de la réglementation générale concernant la limitation des nuisances provoquées par les chantiers de travaux seront strictement applicables.

#### **01.5.1.4 Levage**

L'entreprise aura à sa charge le transport, le levage et la manutention de l'ensemble de son matériel et des matériaux utilisés.

Tout appareil de levage, fixe ou mobile, avant d'être utilisé sur le chantier, sera vérifié par un organisme agréé. Le rapport de vérification sera obligatoirement remis au MOE et au CSPS.

Le choix des engins de levage devra être rationnel et correspondre aux services demandés. Chaque entreprise assurera ses propres manutentions et levages, avec toutes les sujétions qui y sont liées.

Les moyens envisagés seront soumis à l'accord du MOE, préalablement à toute intervention, pour les matériels lourds et encombrants.

#### **01.5.1.5 Etalements**

L'Entreprise sera entièrement responsable de la stabilité, pendant les travaux, de tous les ouvrages provisoires et/ou existants et des coffrages. Son attention est particulièrement attirée sur la stabilité des ouvrages verticaux. L'Entreprise sera également tenue responsable de la stabilité des ouvrages situés à proximité de ses zones de travaux.

#### **01.5.1.6 Echafaudages / Plateformes Individuelles**

Tous les échafaudages et plates-formes individuelles fixes ou roulantes, nécessaires à la réalisation des travaux de l'Entreprise, seront précisés dans le PPSPS. Ils devront :

- Être mis en place suivant les directives du fournisseur
- Répondre aux normes en vigueur et à la réglementation du travail
- Être en parfait état et faire l'objet de contrôles permanents, entretien et suivi

#### **01.5.1.7 Vigilance à Proximité des Ouvrages Existants**

L'entreprise sera tenue d'exécuter tous les travaux de protection destinés à prévenir tout désordre pouvant résulter de l'ouverture des fouilles, de passage des engins ou des opérations de pompage, rabattement ou fonçage qu'il aurait à exécuter, y compris des désordres pouvant résulter des démolitions réalisées.

L'attention de l'entreprise est notamment attirée sur les précautions à prendre au voisinage des ouvrages. Il devra veiller tout particulièrement à empêcher tout basculement ou glissement des talus de la tranchée pendant et après les travaux. Les frais de remise en état résultant de sa négligence pour fissuration de revêtement, sinistre sur bâti, avaries aux conduites souterraines... lui resteraient entièrement imputables.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 25 / 67
--	--	-------------	-----------------

## 01.5.2 - Terrassements / VRD

### 01.5.2.0 Terrassements

#### Généralités

Les travaux de terrassement seront réalisés par tous moyens appropriés à la nature du site et seront soumis à l'agrément du MOE sous la responsabilité de l'entreprise qui aura à sa charge exclusive :

- Les chargements et enlèvements hors du chantier et évacuation suivant la procédure décrite au CCTG pour les matériaux ne pouvant pas être récupérés (gravats). Les matériaux récupérables (issus des terrassements) seront quant à eux stockés provisoirement sur le chantier ;
- La démolition de petits ouvrages, de toute nature, restant sur le terrain dans l'emprise des travaux de terrassements ;
- L'entretien, dépose et enlèvement en fin de travaux, des protections.
- Les terrassements ne devront en aucun cas déstabiliser les structures existantes. L'entreprise prévoira à cet effet :
  - \* Les étalements et contreforts nécessaires à la stabilité des ouvrages existants ;
  - \* Les blindages des fouilles ;
  - \* Les épuisements d'eaux de toute nature pouvant polluer les fouilles ;
  - \* La purge des fonds de forme pollués ou déstabilisés et leur comblement par des matériaux d'apport soigneusement compactés.

Si les terres s'avéraient impropres aux remblais dans les conditions fixées par la NF P 300, elles seraient remplacées par des matériaux d'apport aptes aux remblais, à la charge de l'entreprise. Les terres impropres aux remblais seront évacuées par le Titulaire en décharge agréée.

Les remblais seront réalisés par couches successives en matériaux d'apport sains et purgés de tous gravais, matériaux et déchets putrescibles ou polluants. Ils seront soigneusement compactés et auront une compacité par référence de 95% de la densité de l'optimum Proctor normal.

#### Piquetage et implantation des ouvrages

Le piquetage et l'implantation des ouvrages seront effectués par un géomètre à la charge de l'entreprise. Dans le cas où, du fait de négligence ou de report erroné, une nouvelle intervention du géomètre s'avérerait nécessaire, elle serait à la charge exclusive de l'entreprise. Par ailleurs, celle-ci doit le positionnement des réseaux enterrés présents dans l'emprise de l'opération ou dans l'emprise des travaux s'y afférant, par piquetage ou trace de peinture.

L'implantation se fera à partir des bornes de référence présentes sur le site. Le système de coordonnées à utiliser sera le Lambert IIIC pour X et Y et NGF pour le Z.

#### Canalisations rencontrées dans les fouilles

Avant tous travaux, l'Entreprise devra s'assurer, auprès des services gestionnaires, de la présence et de la position des réseaux.

En cours de travaux, l'Entreprise signalera au MOE, les canalisations et réseaux de toute nature rencontrés lors du terrassement. Avant dévoiement des réseaux encore en service, un relevé contradictoire devra être établi en présence des services responsables de ces ouvrages.

#### Epuisement et rabattement de nappe

Dans le cas de présence d'eau dans les fouilles, quelle qu'en soit la provenance, l'entreprise aura à sa charge tous les frais d'épuisement (location et entretien de pompe, tuyauterie, fourniture d'énergie, immobilisation, frais de main d'œuvre, etc.).

#### Contrôle des fonds de fouille

Avant la réalisation des fondations, l'entreprise aura à sa charge le contrôle visuel du fond de fouille. Ce contrôle sera complété par les missions G3 et G4.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 26 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### 01.5.2.1 Réseaux divers

##### Blindage des tranchées

Conformément à l'article V.6 du fascicule 70 du CCTG, l'entreprise doit assurer la stabilité des parois des fouilles pour éviter tout éboulement, assurer la stabilité des avoisinants et assurer la sécurité du personnel. Les réparations des torts et dommages qui résultent de l'utilisation du blindage inadapté au soutènement des fouilles, compte-tenu des éléments et préconisations de l'étude géotechnique, sont à la charge de l'entreprise, qu'il s'agisse d'accidents corporels ou de dégradations causées aux propriétés riveraines de travaux.

Lorsque, par suite de la nature du sol ou de circonstances exceptionnelles, il est nécessaire d'abandonner dans les fouilles l'étalement, l'entreprise doit en demander l'accord au MOE.

##### Largeur des tranchées

La largeur des tranchées est la largeur minimale définie à l'article 5.6.3 du fascicule 70.

Dans le cas de pose de plusieurs tuyaux dans la même tranchée, la largeur d'ouverture de cette tranchée est définie à l'article 5.6.3 du fascicule 70.

##### Réseaux concessionnaires et réseaux privés

L'entreprise devra prendre contact, en temps utiles, avec les services techniques du CEA pour vérifier la présence de réseaux existants dans la zone.

Des sondages seront réalisés de manière à localiser précisément la position des réseaux existants.

Dans le cas de rencontre de réseaux en service lors de l'exécution des travaux, toutes les dispositions seront à prendre pour ne pas endommager les canalisations ou câbles rencontrés.

Dès localisation d'un de ces ouvrages, l'entreprise devra immédiatement en avvertir le MOE.

L'entreprise devra assurer la sauvegarde et la protection des ouvrages rencontrés pendant toute la durée nécessaire, en accord avec le service concerné, sans que ces prestations puissent donner lieu à un supplément de prix ou à une prolongation des délais.

##### Compacité

Les tuyaux posés feront l'objet, autour des volumes, d'une compacité homogène des matériaux avec compactage et contrôle couche par couche. Les tuyaux passant au-dessus ou au-dessous des divers réseaux (assainissement, eau, télécom...) seront enrobés de sable fin, afin d'éviter tout contact direct avec les ouvrages, suivant les distances recommandées dans la norme NF P98-332.

##### Grillages avertisseurs

Les dispositifs avertisseurs seront constitués par grillage plastique, teinté dans la masse (couleur suivant le type de réseau enterré), d'une largeur minimale de 0,30 m et mis en place suivant les règles en vigueur :

- Rouge pour les réseaux BT et HT, éclairage public ;
- Vert pour les télécommunications ;
- Bleu pour les canalisations d'eau potable et incendie ;

Ces grillages seront à disposer aux distances réglementaires, avant remblai complet des tranchées.

##### Pentes

Les pentes minimales à respecter sont de :

- Réseaux EU/EV – réseaux gravitaires : 5 mm/ml minimum ;
- Réseaux EP : 3mm/ml minimum ;
- Branchements EP : 10 mm/ml minimum ;
- Branchements EU/EV : 30mm/ml minimum.

Les réseaux d'assainissement devront être obturés en phase chantier, afin d'éviter tout rejet accidentel de laitance de béton, boues, peintures, solvants et déchets vers les réseaux de raccordement ou les ouvrages de rétention et/ou d'infiltration.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 27 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### Regards de visite, regards de branchement, regards de bouche d'égout

Les regards seront certifiés conformes aux normes en vigueur (NF EN 476 et normes produits) ou titulaires d'un avis technique favorable pour les regards qui n'entrent pas dans le champ des normes en vigueur.

Les regards de visite (fonds de regard, éléments droits et tête de regard) seront en béton, titulaires d'une certification NF de conformité à la norme NF P 16-342 ou d'une certification CSTBat associée à un avis technique favorable en cours de validité ou d'une certification européenne équivalente pour les regards qui n'entrent pas dans le champ des normes en vigueur.

Ils sont exécutés en éléments préfabriqués, posés sur un lit de pose compacté, classe définie selon l'usage de la voirie et jointoyés au mortier de ciment. La largeur du lit de pose sera adaptée aux dimensions du regard.

#### Tuyaux en béton de ciment

Les tuyaux de classe A et à écoulement libre seront titulaires d'une certification NF de conformité à la norme NF P 16-345-2 ou d'une certification européenne équivalente ou d'une certification CSTBat associée à un avis technique favorable en cours de validité ou d'une certification européenne équivalente pour les tuyaux n'entrant pas dans le champ de la norme NF P 16-345-2.

Les tuyaux doivent être posés sur un lit de sable en files bien alignées et bien nivelées ; la pente doit être constante entre les points de changement de pente prévus. Une légère pente est indispensable en terrain horizontal. Les changements de direction ne peuvent être réalisés qu'au moyen de coudes ou pièces spéciales à l'exclusion de tout autre procédé. Les pièces de raccord doivent être butées par des massifs de béton capables de résister aux efforts qui s'exercent sur les coudes et toutes les pièces ou appareils qui subissent des efforts tendant à les déboîter.

Les assemblages des tuyaux et regards pour collecteurs et canalisations sont réalisés par l'intermédiaire de joints en élastomère à section pleine sans cavité, conformément à la norme EN 681-1.

Les recommandations de pose énoncées par le fabricant doivent être respectées lors de la réalisation des assemblages.

#### Tuyaux en PVC

Les tuyaux seront titulaires d'une certification NF de conformité aux normes XP P 16-362 et NF EN 1401-1 ou d'une certification CSTBat associée à un avis technique favorable en cours de validité ou d'une certification européenne équivalente pour les tuyaux n'entrant pas dans les champs des normes XP P 16-362 et NF EN 1401-1.

Les tuyaux doivent être posés sur un lit de sable en files bien alignées et bien nivelées ; la pente doit être constante entre les points de changement de pente prévus. Une légère pente est indispensable au terrain horizontal. Les changements de direction ne peuvent être réalisés qu'au moyen de coudes ou pièces spéciales à l'exclusion de tout autre procédé. Les pièces de raccords doivent être butées par des massifs de béton capables de résister aux efforts qui s'exercent sur les coudes et toutes les pièces ou appareils qui subissent des efforts tendant à les déboîter.

Les assemblages de tuyaux sont réalisés :

- Soit par l'intermédiaire d'un joint d'étanchéité en élastomère ; cette technique confère une souplesse plus grande à l'ensemble de la canalisation (dilatations, déviations angulaires, coups de bélier) et autorise des performances de tube plus élevées. L'assemblage par joint d'étanchéité doit suivre les prescriptions du fascicule 71 par l'adduction et la distribution d'eau et du fascicule 70 pour l'assainissement ;
- Soit par collage : le PVC possède l'avantage de pouvoir se lier à lui-même par cette simple opération. Il s'agit alors d'une fusion à froid PVC sur PVC.

#### Canalisations en PEHD Eau Potable

Les tuyaux en PEHD (bande bleue) sont conformes à la norme NF T 54-063 et NF 114. 3.2.2.11 Appareils de robinetterie et accessoires

L'ensemble de ces pièces sera en fonte de type GS et doit obligatoirement correspondre aux différentes normes du CCTG Fascicule 71.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 28 / 67
--	--	-------------	-----------------

### Test d'Étanchéité

Un essai d'étanchéité sera réalisé pour l'ensemble des réseaux humides et d'alimentation en eau potable. Il sera précédé d'un examen visuel du réseau. Les essais devront être faits après réalisation des branchements pour les réseaux de collecte. Les épreuves d'étanchéité seront réalisées sur 100% du linéaire, y compris les regards de visite et les ouvrages de raccordement.

Pour les réseaux d'assainissement, l'essai d'étanchéité sera réalisé selon les spécifications de la norme NF EN 1610.

Les essais sont réalisés conformément au chapitre 13 de la norme NF EN 16-10, soit à l'air (protocole LB, LC, LD) ou par défaut à l'eau (protocole W sous réserve que la pression d'épreuve soit maintenue à 4m de colonne d'eau). Lorsque les résultats des tests à l'air se situent dans la zone d'incertitude, un test à l'eau peut être réalisé. Dans ce cas, c'est le résultat de ce dernier qui est décisif.

Pour les réseaux d'alimentation en eau potable, l'essai d'étanchéité sera réalisé selon les spécifications de la norme NF EN 805. L'entreprise aura à sa charge la mise en eau du réseau ainsi que la réalisation des butées et massifs d'ancrage nécessaires à la réalisation de l'épreuve.

### Fourreaux

Les fourreaux annelés en polyéthylène sont de diamètres variables entre 40 et 250mm. Les fourreaux doivent être posés sur un lit de sable en files bien alignées et bien nivelées.

### Chambres de tirage

Les chambres de tirages seront exécutées en éléments préfabriqués posés sur un lit de pose et jointoyées au mortier de ciment. La largeur du lit de pose sera adaptée au type de la chambre de tirage. Les chambres de tirage seront raccordées sur un réseau de drainage spécifique dont l'exutoire est dans le terrain naturel.

### Fontes de voirie, tampons et grilles avaloirs

Les fontes de voirie doivent pouvoir résister au passage de nombreux véhicules, mais également au temps et aux intempéries. Les tampons peuvent être ventilés ou non, ce qui permet le renouvellement de l'air des réseaux d'assainissement.

Un joint élastomère est destiné à assurer, de manière dynamique, l'appui, la stabilité et le maintien des tampons ou des grilles dans le cadre, pour les dispositifs destinés au trafic intense. Le matériau utilisé pour les joints doit pouvoir conserver son élasticité aux plus basses températures constatées ordinairement dans la région.

Le titulaire fournira et posera toutes les fontes de voirie suivant les 6 classes qui tiennent compte des charges appliquées et de l'effet dynamique lié à la vitesse :

- Classe A : A15 minimum – zones susceptibles d'être utilisées exclusivement par des piétons et des cyclistes ;
- Classe B : B125 minimum – trottoirs, zones piétonnes et zones comparables, aire de stationnement et parkings à étages pour voitures ;
- Classe C : C250 minimum – pour les dispositifs de couronnement installés dans la zone des caniveaux des rues, le long des trottoirs, qui mesurés à partir de la bordure s'étendent au maximum à 0,5m sur la voie de circulation et à 0,2m sur le trottoir ;
- Classe D : D400 minimum – voies de circulation des routes (y compris les rues piétonnes), accotements stabilisés et aires de stationnement pour tous types de véhicules routiers (équivalent à 40 tonnes à l'essieu) ;

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 29 / 67
--	--	-------------	-----------------

## **01.6 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES - MISE EN ŒUVRE – GO**

### **01.6.1 - Généralités**

Tous les bétons utilisés sur ce projet seront de type Bétons à Propriétés Spécifiées. Ils seront conformes à la norme NF EN 206. Leurs caractéristiques seront préconisées par le titulaire en fonction des classes de résistance et d'exposition requises.

### **01.6.2 - Bétons préfabriqués en usine et prêts à l'emploi**

L'usine de fabrication devra être titulaire du label NF-BPE et devra figurer sur la liste des usines agréées. Pour chaque livraison, le fabricant établira et certifiera un bordereau de livraison précisant :

- L'usine productrice ;
- Le chantier destinataire ;
- La formulation utilisée parmi les formulations validées lors de l'étude ;
- La nature et le dosage des constituants ;
- La classe d'exposition du béton ;
- La résistance, la consistance et les valeurs des autres caractéristiques demandées ;
- Le poids des matériaux et matières utilisées dans la gâchée ;
- L'heure de la coulée du béton dans le camion ;
- L'heure limite d'utilisation.

Les bordereaux de livraison seront tenus en permanence à la disposition du Maître d'œuvre.

#### **01.6.2.0 Contrôles du béton**

Tous les échantillons et essais de béton frais devront être conformes à la NF EN 206.

A chaque contrôle, il sera prélevé par l'Entrepreneur un minimum de 6 éprouvettes (3 pour essais à 7 jours, 3 pour essais à 28 jours), sur cylindres de diamètre 16 cm et de hauteur 32 cm.

En cas de divergences, des essais complémentaires pourront être demandés à un organisme spécialisé agréé, aux frais et charges exclusifs de l'entreprise.

Les résultats de ces contrôles seront communiqués à la Maîtrise d'Œuvre et au Bureau de Contrôle ; ils devront être conformes aux contraintes admissibles prises en compte dans les notes de calcul et sur les plans d'exécution.

#### **01.6.2.1 Liants hydrauliques**

Les caractéristiques du ciment (symbole, classe et dosage) entrant dans la composition des bétons destinés aux ouvrages en contact soit avec des terres, soit des eaux, devront être fixées en tenant compte de la nature chimique des terres et de l'agressivité des eaux.

Le ciment employé devra être capable de résister aux agressivités chimiques du sol décrites dans le rapport de sol et aux produits utilisés sur le site.

#### **01.6.2.2 Adjuvants pour le béton**

Les bétons, pour les ouvrages d'importance moyenne ou grande, pourront être améliorés par adjonction d'adjuvants agréés.

Leur incorporation se fera conformément aux notices des fabricants et, s'il y en a un, conformément à l'agrément ministériel correspondant.

L'entreprise devra être prudente dans l'emploi simultané de plusieurs adjuvants distincts pouvant, dans certaines conditions et pour certains d'entre eux, constituer une incompatibilité aux conséquences dangereuses. L'utilisation d'adjuvants sera soumise à l'agrément du Bureau de Contrôle.

Les adjuvants seront livrés sur le chantier accompagnés d'un certificat d'origine indiquant la date de leur fabrication et la date limite au-delà de laquelle les produits correspondants devront être mis au rebut.

#### **01.6.2.3 Conditions climatiques**

L'Entrepreneur prendra toutes les dispositions nécessaires pour la protection du béton contre les effets prolongés de la pluie, du gel, du soleil et du vent.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 30 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### 01.6.2.4 Vibrage

Pour l'ensemble des bétons coulés, l'entreprise aura à sa charge la vibration du béton selon les règles de l'art, afin :

- D'obtenir un matériau homogène ;
- D'évacuer l'air ;
- De remplir intégralement les coffrages.

#### 01.6.2.5 Armatures

Les barres utilisées seront de type armatures pour béton armé B 500 B pour l'ensemble des éléments en béton armé.

Les aciers seront conformes aux normes en vigueur (NF EN 10080, Annexe C de l'Eurocode).

Les armatures seront stockées sur des supports de manière à ne pas être en contact direct avec le sol.

Les armatures devront être propres, sans trace de peinture ou de graisse. Elles auront les dimensions et occuperont exactement les emplacements figurant sur les plans d'exécution.

Les ligatures seront de solidité convenable, de telle sorte qu'elles ne puissent pas se déplacer au cours du bétonnage.

Les barres laissées en attente seront protégées contre toute déformation accidentelle. Le redressement, même partiel, d'une barre cintrée, est interdit ; le pliage et le dépliage des barres laissées en attente sont interdits.

L'Entrepreneur devra remplacer, à ses frais, toute attente pliée accidentellement et dont le dépliage n'est pas autorisé ainsi que toute attente hors implantation.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 31 / 67
--	--	-------------	-----------------

## **01.7 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES - MISE EN ŒUVRE – OMBRIERES**

### **01.7.1 - Constitution des ouvrages**

L'entrepreneur devra relever sur place les cotes de réservation de ses ouvrages.

Toutes les sections, des fers, profils, supports etc.... indiqués dans le descriptif ou sur les plans sont donnés à titre indicatif. L'entrepreneur reste responsable de ses ouvrages et doit les réaliser dans les règles de l'art, il modifiera et fournira les notes de calcul justifiant les sections des divers profilés employés.

Les accessoires de quincaillerie devront être soumis à l'approbation du Maître d'Œuvre. Lors de la remise des offres, l'entreprise devra préciser le type d'accessoire prévu.

L'entrepreneur doit la protection de ses ouvrages sous forme de polyane, film plastiques, bande adhésives, l'enlèvement des protections et le nettoyage jusqu'à la veille de la réception. Il devra également la révision complète de tous les ouvrages qui auraient été détériorés, le débouchage des trous de buées, le graissage et le bon fonctionnement de toutes les parties mobiles, etc., et le remplacement des pièces endommagées.

L'entrepreneur doit la fabrication en atelier, le transport à pied-d'œuvre, le stockage, la pose des ouvrages, leur calage d'aplomb et de niveau, le réglage, la fixation du pré scellement des ouvrages et l'ajustage des ouvrages après scellement du présent poste, la fourniture et la pose des quincailleries, la continuité à la terre de l'ensemble de ces ouvrages.

L'entrepreneur doit les études et dessins avec tous les détails nécessaires à l'exécution des ouvrages, ainsi que les notes de calculs ayant servis à leur établissement et notamment celles concernant les dispositifs adoptés pour satisfaire aux contraintes nécessaires aux contraintes découlant des pièces contractuelles.

### **01.7.2 - Assemblages**

Les principes de liaison charpente/béton se fera par inserts métalliques de pré-scellement avec :

- Possibilité de tiges filetées dépassants pour les inserts posés horizontalement sur les ouvrages BA ;
- Face extérieure lisse pour les inserts posés verticalement dans les ouvrages BA.

Les inserts sont fournis et posés par le présent lot.

Tous les ouvrages seront mis en place et réglés par l'entrepreneur du présent poste.

L'offre de l'entrepreneur comprendra implicitement tous frais de transport, levage, manutention, échafaudages, stabilités provisoires, etc...

Les assemblages seront parfaitement ajustés, les montants et traverses bien alignés. Aucune trace de soudure en saillie ne sera tolérée.

La fourniture et pose de pattes de scellement doit être de dimensions suffisantes pour assurer une parfaite fixation de l'ouvrage.

Tous les embouts seront soigneusement obturés

### **01.7.3 - Protection anticorrosion et de finition**

La totalité des charpentes et des habillages sera traitée contre la corrosion. La durée de garantie sans entretien demandée est de 15 ans pour un environnement C3, PV de garantie à l'appui.

L'Entreprise doit respecter les normes, règlements, décrets et règles de l'art, applicables à la profession, et notamment :

- Les normes NF EN10-238 et FD35-512 relatives aux produits grenaillés pré peints et leur mise en œuvre ;
- La norme NF EN ISO 12944-5 anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture ;
- Règlement particulier de la marque « ACQPA : systèmes anticorrosion par peintures » ;
- La norme Européenne des degrés d'enrouillement ;
- Les Normes NF EN ISO 4628-1 à -5 et -7 de septembre 2003 concernant les peintures.

Les structures tubulaires ou en caisson doivent être parfaitement obturées.

Après montage et réglage de l'ossature, il est procédé au nettoyage et à toutes les retouches, y compris sur les boulons.

Toutes les surfaces destinées à être enrobées de béton ou à assurer un contact électrique entre les pièces, ou qui sont assujetties à une recherche d'adhérence béton sur métal ou métal sur métal ne sont pas peintes et la couche primaire doit être décapée à la brosse métallique.

Dans le cas de soudure sur chantier, il est procédé au meulage de la zone concerné avant soudage, puis au brossage et nettoyage de la soudure, avant l'application de la peinture de protection.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 32 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### 01.7.4 - **Pannes**

##### 01.7.4.0 Épaisseur minimale recommandée

Les panneaux photovoltaïques sont fixés sur un système d'intégration.

L'épaisseur minimale des pannes est recommandée par le fournisseur du système d'intégration (généralement 2.5mm d'épaisseur min).

##### 01.7.4.1 Efforts normaux nécessaires au dimensionnement des pannes formées à froid

Les sections des pannes doivent être suffisantes pour reprendre les efforts normaux traversant le contreventement du toit, notamment la compression.

Le diagramme des efforts normaux circulant dans le plan de toiture sera fourni dans la note de calcul.

#### 01.7.5 - **Arbalétrier**

La semelle supérieure est maintenue par les pannes. Les pannes seront reliées aux nœuds de la poutre au vent de toiture. Ainsi, la longueur de déversement de la semelle supérieure est la distance entre les pannes.

La semelle inférieure est maintenue à l'aplomb du poteau (maintien en torsion) et des bracons (ressort de torsion), de sorte que le déversement est vérifié entre ces points sans tenir compte de l'influence du maintien du gauchissement aux appuis. Le déversement de la semelle inférieure est contrôlé pour une longueur double dans les parties en porte-à-faux situées après les bracons.

#### 01.7.6 - **Poteau**

Le flambement par flexion autour des axes y-y et z-z est calculé pour un poteau en console avec 2 forces nodales d'intensités variables (la première au sommet et la seconde à l'intersection avec le bracon). Pour chaque distribution des forces (selon la combinaison de chargements), ces longueurs de flambement varient donc dans un intervalle compris entre 2 fois le niveau de l'intersection avec le bracon et 2 fois la hauteur totale du poteau.

Aucun impact de véhicule sur les poteaux n'est pris en compte dans cette analyse.

Si le risque est acceptable, il n'est pas nécessaire de prendre des mesures particulières. Dans le cas contraire, des mesures d'atténuation des risques sont à prévoir (signalisation/protection/ analyse structurelle complémentaire en situation accidentelle).

#### 01.7.7 - **Assemblages**

Les boulons de liaison des pièces en acier seront de type SB (Structural Bolt) et de classe 8.8 minimum. Les perçages seront conformes à la norme EN 1090-2 §6.6.1 « Dimensions des trous ».

##### 01.7.7.0 Pied de poteau et ancrages

La rotation du pied de poteau est bloquée autour des axes X et Y au niveau 0,0m sur des massifs de fondation en béton C25/30.

Les ancrages sont constitués de tiges filetées munies chacune d'un patin d'ancrage boulonné à son extrémité noyée dans le béton.

La platine de pré-scellement est utile pour positionner les ancrages lors du coulage du béton et pour obtenir une surface de contact plane. Un trou central de 50 mm de diamètre sera prévu pour servir d'évent lors du coulage du béton.

##### 01.7.7.1 Platine d'about en tête de poteau

L'arbalétrier est boulonné au poteau via une platine d'extrémité en acier S235. Cet assemblage est calculé comme une articulation.

##### 01.7.7.2 Goussets des bracons

Les goussets des bracons seront en acier S235 minimum.

Côté arbalétrier/poteau, la liaison est constituée d'un seul gousset soudé de chaque côté sur sa longueur à la semelle (2 cordons de soudure par gousset) et axé sur l'âme.

Côté bracon, la liaison est constituée d'un seul gousset centré soudé sur une platine d'about et formant un T. Ce Test soudé aux extrémités des bracons sur son pourtour.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 33 / 67
--	--	-------------	-----------------

Ces goussets sont reliés entre eux par deux boulons (et rondelles trempées) fonctionnant en simple cisaillement.

Ce système d'assemblage provoque une excentricité des efforts qui transitent par le bracon à partir des autres éléments et, par conséquent, crée un moment hors-plan dans le bracon. Un raidisseur latéral est donc prévu pour éviter que les goussets centrés sur les bracons et leurs soudures ne soient sollicités par une flexion hors-plan.

#### 01.7.7.3 Goussets de poutre au vent de toiture

Le plan de toiture est raidi par l'installation une poutre treillis en cornières (croix) dans le plan du versant. Les cornières sont reliées entre elles et sur les arbalétriers par des goussets.

Le gousset central de chaque croix est fixé sur les pannes intermédiaires.

Ces goussets sont fixés aux contreventements par plusieurs boulons de classe 8.8 fonctionnant en simple cisaillement.

## **01.8 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES - MISE EN ŒUVRE – ELECTRICITE**

### **01.8.1 - Généralités**

Tous les éléments de l'installation seront neufs, en parfait état et conformes (et par ordre de priorité en cas de contradiction) :

- 1) à la réglementation
- 2) au descriptif particulier des ouvrages
- 3) aux présentes spécifications techniques

#### Les appareils devront :

- Avoir une estampille de qualité ou un certificat de qualité délivré par un organisme officiel chaque fois qu'une telle qualification existe.
- Être garantis par leur constructeur pour l'utilisation envisagée.
- Être agréés par les Services Publics ou Sociétés Concessionnaires lorsque ces organismes ont un droit de contrôle sur les installations du Maître de l'Ouvrage.
- Être livrés sur le chantier exempt de toute altération (oxydation ou autre) et dans la présentation du fabricant.
- Être munis de leurs étiquettes d'origine.

Le descriptif fait parfois état de matériaux et d'articles de fabrication dont le nom du fournisseur est indiqué dans le texte. Cette référence est donnée pour préciser la nature et le genre du matériel ou de l'appareil qu'il y aura lieu de mettre en œuvre. Les entreprises pourront proposer à l'agrément du Maître d'Œuvre des appareils ou matériaux d'une autre origine, mais de qualité équivalente. Si lors de la présentation des matériaux et fournitures, à l'ouverture et au cours de chantier, le Maître de l'Ouvrage et le Maître d'Œuvre estiment qu'il n'y a pas d'équivalence ou similitude du produit à substituer avec celui prescrit, les entrepreneurs seront tenus de fournir les espèces et qualités des matériaux de références.

Le Maître d'Œuvre se réserve le droit de faire analyser par un laboratoire officiel, au frais de l'entrepreneur, tout matériau ou tout appareil qui paraîtrait suspect ou qui ne serait pas conforme à la spécification du devis descriptif.

L'entrepreneur choisira ses matériels de façon à obtenir une standardisation en utilisant pour une même installation le nombre le plus réduit de séries et de types. Les matériels devront être adaptés aux natures des fluides, aux températures et pressions à supporter dans tous les cas. Les caractéristiques des matériels ne devront jamais être choisies par défaut. Ils devront comporter une plaque signalétique fixée par le constructeur.

Après désignation et accord de principe du Maître d'Œuvre et du BET, l'entrepreneur devra présenter à l'approbation un échantillon de chacun des matériels qu'il se propose d'utiliser. Les fournitures devront être strictement conformes aux échantillons acceptés, et les marques indiquant les choix des appareils devront subsister jusqu'à la réception des ouvrages.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 34 / 67
--	--	-------------	-----------------

### 01.8.2 - **Accessibilité des appareils**

L'entrepreneur devra vérifier sur plans et sur place que les opérations d'entretien des appareils et de conduite du matériel peuvent s'effectuer aisément et sans danger pour le personnel ou l'exploitant, le tout conformément aux règles de sécurité.

Il doit fournir tous les accessoires de sécurité nécessaires (échelles, mains courantes, appareils de manutention, etc....) ou préciser dans sa proposition ceux que doivent fournir les autres corps d'état. Il sera pris toutes dispositions pour permettre les démontages et remplacements courants.

Les plaques signalétiques doivent être lisibles, facilement accessibles et les installations comporter tous les appareils nécessaires au contrôle de leur fonctionnement. Aucun organe de commande ou de réglage ne devra se trouver dans un local privatif ou inaccessible au personnel d'entretien. En particulier les appareils de comptage doivent être montés de façon à être facilement lisible par le personnel de contrôle.

### 01.8.3 - **Canalisations**

Le titulaire posera les canalisations nécessaires pour ses travaux propres.

Les canalisations électriques et leurs accessoires seront mis en œuvre suivant le guide UTEC 15-520.

#### 01.8.3.0 **Généralités**

Les conduits seront dimensionnés de façon à ce que la totalité des conducteurs devant cheminer à l'intérieur occupe au maximum 1/3 de la section intérieure totale (isolant compris). Ceci ne s'applique pas à de courtes longueurs en parcours rectiligne (fourreaux et traversée de parois). Leur choix se fera en fonction du lieu de cheminement. Les chemins de câbles seront dimensionnés de façon à ce que la totalité des câbles en une seule couche occupe seulement 70 % de la largeur totale. Au franchissement des joints de dilatation, toute disposition sera prise par l'entrepreneur pour permettre une libre dilatation des canalisations et sans aucun risque.

Les installations ne doivent comporter que des canalisations fixes.

Les câbles ou conducteurs doivent être de la catégorie C2.

Les conduits et les profilés utilisés pour les chemins de câbles, goulottes et cache-câbles, doivent être du type non-propagateur de la flamme.

Les traversées de parois par des canalisations électriques doivent être obturées intérieurement et extérieurement suivant les conditions de l'article 527-2 de la norme NF C 15-100 de manière à ne pas diminuer le degré coupe-feu de la paroi. Ces dispositions s'appliquent également aux canalisations préfabriquées.

#### 01.8.3.1 **Pose a l'air libre**

Sur chemin de câbles de type tablette non perforées comportant des couvercles en ses parcours les plus exposés. La fixation sera assurée par colliers en matière plastique à raison de 3 fixations au mètre linéaire dans les parcours verticaux et une fixation tous les 80 cm environ en parcours horizontaux. Tous les câbles seront posés sur une seule couche. Une protection mécanique jusqu'à 2 m du sol sera assurée sur les parcours verticaux. Les chemins de câble auront des supports muraux ou en plafond répartis tous les 1 m environ. Les canalisations disposées en toiture seront protégées contre les UV.

#### 01.8.3.2 **Poses-en encastré ou en noyé**

Les canalisations encastrées sont proscrites.

#### 01.8.3.3 **Dispositions générales relatives aux canalisations**

Sur les chemins de câbles une réserve de 30 % sera prévue pour les extensions éventuelles.

L'entrepreneur devra s'assurer que les prescriptions concernant l'indépendance et l'accessibilité de ses canalisations sont bien respectées par les autres corps d'état.

Il devra en outre, s'assurer que les tubages noyés, les passages et toutes dispositions exécutées par les autres corps d'état correspondent bien à ses besoins.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 35 / 67
--	--	-------------	-----------------

En cas de difficultés, il devra en aviser immédiatement le Maître d'œuvre par écrit, faute de quoi l'entrepreneur sera responsable des conséquences et devra remettre ses canalisations en conformité. Les raccordements seront effectués à l'aide d'extrémités adaptées au type et à la section des câbles utilisés. Les conducteurs tenus en réserve, seront provisoirement raccordés à la terre à leurs deux extrémités. Les conducteurs seront convenablement repérés et étiquetés.

#### 01.8.4 - **Câblage courant continu**

##### 01.8.4.0 Environnement à considérer

Si des câbles cheminent en face arrière des modules photovoltaïques, ils doivent être dimensionnés pour une température ambiante de 70°C. Les autres câbles seront dimensionnés pour une température ambiante de 50°C, et ne devront en aucun cas être exposés au rayonnement solaire direct.

Les câbles extérieurs doivent être à la fois, flexibles, stables aux UV, résistant aux intempéries, à la corrosion (pollution, brouillard salin...) et compatibles avec la connectique rapide le cas échéant.

##### 01.8.4.1 Type de câbles

Tous les câbles seront sélectionnés de manière à ce que les risques de défauts à la terre ou de court-circuit soient minimisés après installation. Cette condition est assurée en utilisant des câbles monoconducteurs d'isolement équivalent à la classe II (câbles unipolaires double isolation ou câbles unipolaires simple isolation cheminant dans un conduit spécifique).

Les câbles CC mis en œuvre seront de type polarisé avec clic de contrôle de parfaite connexion (une traction sur le câble ne doit pas permettre sa déconnexion). Ils seront de type C2 (non propagateur de flamme).

##### 01.8.4.2 Dimensionnement des sections de câbles

Le dimensionnement des câbles sera effectué en faisant référence à la norme NFC 15-100, notamment en ce qui concerne :

- Les courants admissibles
- Les chutes de tension

De manière générale, le dimensionnement des câbles prendra en compte les conditions les plus sévères de Vc, Vmpp, Impp et Icc à partir des données du constructeur.

##### 01.8.4.3 Connecteurs sur circuit courant continu

Des connecteurs débrochables peuvent être utilisés au niveau des modules photovoltaïques, boîtes de jonction parallèle, onduleurs, etc.... pour simplifier la procédure d'installation. Ces connecteurs sont également un bon moyen de protection contre les risques de choc électrique de l'installateur.

Les connecteurs doivent être spécifiés pour le courant continu et dimensionnés pour des valeurs de tensions et courants identiques ou supérieures à celles des câbles qui en sont équipés.

Une étiquette « Ne pas déconnecter en charge » doit être fixée à proximité des connecteurs.

Les connecteurs doivent :

- Assurer une protection contre les contacts directs (> IP21)
- Être de classe II
- Résister aux conditions extérieures le cas échéant (UV, humidité, température, ...) (> IP54)

##### 01.8.4.4 Mode de pose

L'entreprise s'assurera que la fixation et le câblage de tous les boîtiers ne rompent pas leur étanchéité. Dans tous les cas le câblage sera réalisé avec façon de goutte d'eau.

#### 01.8.5 - **Câblage courant alternatif**

Tous les câbles, mécanismes, fixations et assemblages électriques seront installés et connectés en application des normes NF, CEI et autre règles électriques appropriées.

L'objectif essentiel est de minimiser les dangers, ainsi que les dommages pouvant intervenir sur le système électrique connecté pendant l'exploitation et la maintenance, dans toutes les conditions spécifiques de

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 36 / 67
--	--	-------------	-----------------

l'environnement du site.

Les connexions électriques seront réalisées de façon à éviter tout faux-contact et tout risque de déconnexion par suite par exemple, de traction exercée sur les câbles électriques.

Une signalisation devra être mise en place conformément à l'UTE 15-712.

#### 01.8.6 - **Protections**

##### 01.8.6.0 Généralités

Les installations des matériels et équipements seront réalisés selon les règles de l'art et conformément aux normes en vigueur.

Une attention toute particulière sera apportée à la protection :

- Des usagers et du personnel de maintenance intervenant sur le générateur (risques d'électrocution).
- Contre toute fausse manœuvre de l'utilisateur ou dysfonctionnement pouvant entraîner une détérioration des équipements (court-circuit, inversion de polarité, surtensions d'origine diverses)
- Des bâtiments contre les risques d'incendie dus à un défaut de fonctionnement de l'installation.
- Protection contre la foudre.

##### 01.8.6.1 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique

S'il advenait qu'un paratonnerre général pour le bâtiment soit mis en œuvre, il conviendrait que le réseau équipotentiel de l'installation photovoltaïque y soit raccordé.

Afin de se prémunir contre les risques de surtension d'origine atmosphérique, l'entrepreneur titulaire aura prévu l'ensemble des dispositions suivantes :

- Liaison équipotentielle de l'ensemble des masses des divers équipements (structure du champ solaire, onduleurs, terre des masses de la distribution électrique, etc.)
- Mise à la terre des structures de fixations du champ solaire réalisée avec du cuivre nu de 6 mm<sup>2</sup> minimum. Si plusieurs prises de terre sont réalisées sur le site, elles seront reliées entre elles. En cas de présence de circuits d'écoulement du courant foudre, une interconnexion sera mise en place
- Des parafoudres de type AC seront installés en aval des onduleurs. Ils seront installés dans les boîtes de jonction.

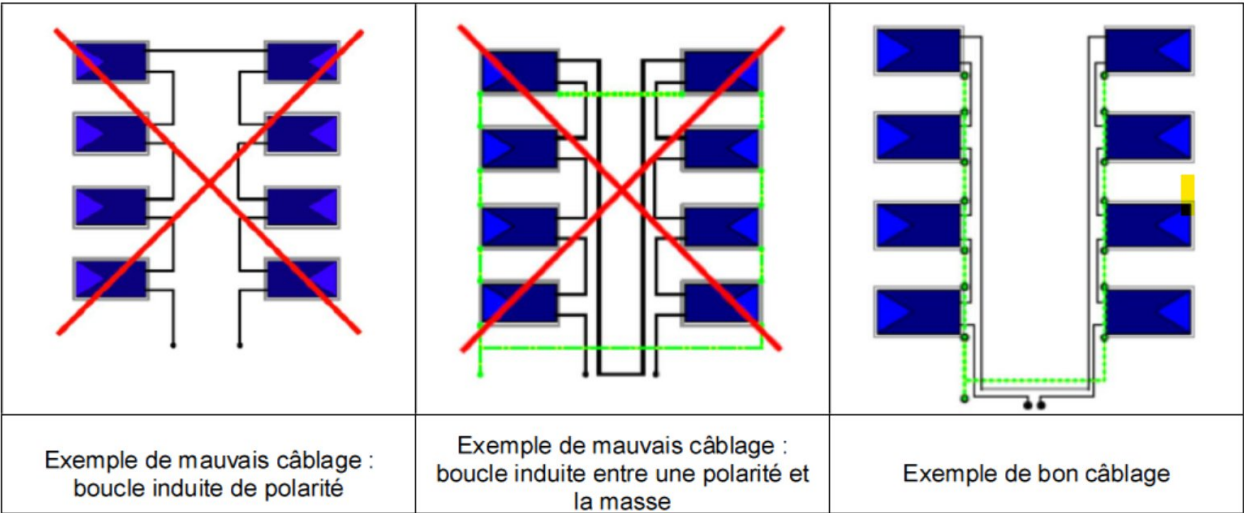
##### 01.8.6.2 Equipotentialité

L'interconnexion des masses est d'une importance fondamentale pour le bon fonctionnement des protections contre la foudre et les surtensions.

L'ensemble des masses métalliques des équipements constituant une installation de production et de distribution de l'électricité doit être interconnecté et relié à un réseau de terre unique.

Le conducteur sera réalisé de manière judicieuse sans :

- Boucle induite entre polarité
- Boucle induite entre une polarité et la masse.



L'entreprise fournira un schéma de principe des liaisons équipotentielles, pour approbation du maître d'œuvre et du bureau de contrôle.

L'interconnexion des masses entre le champ photovoltaïque et les équipements électrique peut être réalisée avec le conducteur de protection vert/jaune s'il est jointif aux câbles de liaison. Lorsque plusieurs structures de modules photovoltaïques sont présentes, on pourra les relier entre elles avec une liaison équipotentielle continue.

D'une manière générale, toutes les canalisations conductrices doivent être mises à la terre à proximité de leur point d'entrée dans le bâtiment (cas de goulottes métalliques et de câbles blindés). Toutes les structures métalliques conductrices du bâtiment ainsi que celles des modules (supports) devraient être mises à la terre.

D'une manière générale, l'interconnexion des masses se fera de préférence d'une manière maillée, plutôt qu'en étoile.

#### 01.8.6.3 Protection contre les chocs électriques

Les matériels PV partie courant continu doivent être considérés sous tension, même en cas de déconnexion de la partie courant alternatif.

Toutes les boites de jonction doivent porter un marquage visible et inaltérable indiquant que des parties actives internes à ces boîtes peuvent rester sous tension.

#### 01.8.6.4 Protections individuelles

Les bornes de raccordement des câbles seront clairement repérées à l'aide d'étiquettes. Tous les câbles seront munis de bagues d'identification à chaque extrémité.

Les schémas électriques normalisés devront être placés dans les coffrets correspondants.

Le câblage des armoires sera réalisé sous goulottes. Tous les fils seront repérés et les règles d'art du câblage seront respectées.

Ces coffrets seront fixés à proximité des onduleurs. L'entreprise veillera à ce que les différents passe-câbles respectent l'étanchéité des boîtiers.

#### 01.8.7 - Protection anticorrosion

Tous les fourreaux, tubes de protection, etc. en métal ferreux devront être protégés contre la corrosion.

Les tubes en acier auront été traités par galvanisation conforme à la norme NF A 49-700.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 38 / 67
--	--	-------------	-----------------

Les colliers, attaches, supports, etc. en acier auront été traités par métallisation ou par électro-zingage.

Tous les autres éléments seront protégés par peinture anticorrosion à 1 couche primaire + couche de finition, après dégraissage, brossage et nettoyage.

#### 01.8.8 - **Armoires et équipements**

##### 01.8.8.0 Armoires

Les armoires seront métalliques d'un indice de protection compatible avec le lieu d'implantation. Il devra être utilisé du matériel de marques réputées.

Les armoires devront être dimensionnées de façon à recevoir 30% de matériel supplémentaire à celui prévu lors de la réalisation initiale. Cette réserve devra être facilement équipable.

Les organes de commande et signalisation seront facilement accessibles et visibles, installés, par exemple, en face avant.

##### 01.8.8.1 Équipements

Les équipements, de même que les armoires, devront être de marques réputées.

Chaque armoire regroupera d'une façon générale :

- Un interrupteur ou disjoncteur général avec déclencheur coup de poing.
- Les disjoncteurs principaux Onduleurs.
- Les sectionneurs portes fusibles aM et parafoudres Onduleurs.
- Des disjoncteurs différentiels principaux force et lumière de calibre approprié, avec porte étiquettes en face avant.
- Des disjoncteurs divisionnaires magnétothermiques de calibre et courbe appropriés avec porte étiquettes en face avant.
- Le schéma de câblage de l'armoire placé à côté de l'armoire dans une pochette réservée à cet effet.

Les appareils de protection et de commande tiendront compte du pouvoir de coupure en fonction du courant de court-circuit. Une sélectivité sur défaut de terre devra être réalisée. Les appareils seront fixés sur rails D.I.N., ils seront à raccordement avant par vis et étrier. Le câblage se fera sous goulotte PVC, en conducteurs souples unipolaires aux couleurs conventionnelles.

Tous les câbles, aboutissant ou partant des tableaux, seront raccordés sur un bornier, dont toutes les bornes seront repérées. Les conducteurs de terre seront raccordés sur un barreau de cuivre nu, les portes des armoires seront reliées au châssis par une tresse en cuivre étamé.

Les appareils seront repérés par des étiquettes dilophanes gravées et vissées :

- Blanc sur fond noir pour la lumière et les prises de courant.
- Blanc sur fond rouge pour la force motrice.

##### 01.8.8.2 Raccordement

Le neutre sur les disjoncteurs sera toujours positionné à gauche.

L'alimentation des disjoncteurs se fera par l'amont.

Le câblage des appareils et les repères seront conformes aux spécifications du CEA.

Les raccordements en aval se feront par des borniers.

Les calibres et les courbes de déclenchement seront définis en fonction des appareils à protéger.

Les cellules seront dimensionnées pour recevoir à minima 30% de disjoncteurs supplémentaires.

Le câblage interne sera réalisé en fils H 07 VK, compatibles avec les calibres des disjoncteurs.

Les disjoncteurs modulaires seront de marque Schneider.

Les calibres et courbes de déclenchement seront définis suivant l'étude réalisée.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 39 / 67
--	--	-------------	-----------------

### 01.8.9 - **Éclairage et commandes d'éclairage**

#### 01.8.9.0 Commande des circuits d'éclairage

Commande par horloge astronomique avec plages de fonctionnement identiques aux horaires d'éclairage public du site.

- Le matin : allumage par horloge à 06h30 et extinction par cellule
- Le soir : allumage par cellule et extinction à 20h00.

#### 01.8.9.1 Appareils d'éclairage

L'implantation et le type des appareils d'éclairage sont indiqués sur les plans. Tous les points lumineux seront équipés de luminaires.

Les luminaires seront conformes à NF EN 60598.

Toutes les fixations sont à la charge du présent lot.

Les appareils étanches à la poussière et à l'humidité seront équipés d'entrée de câbles par presse étoupe. Les indices de protection et la tenue au feu devront être compatibles avec le lieu d'implantation.

### 01.8.10 - **Peinture**

Les fourreaux, toutes les parties métalliques provenant d'une fabrication d'ateliers devront être recouverts de deux couches de peinture antirouille.

### 01.8.11 - **Repérage**

L'entrepreneur du présent lot devra, pour ses installations, la fourniture et la pose de toutes les étiquettes de repérage rendues obligatoires par la réglementation.

### 01.8.12 - **Teintes conventionnelles**

L'entrepreneur du présent lot devra le repérage aux couleurs conventionnelles conformément aux normes NF X 08.002, 08.003, 08.100.

Les couleurs seront apposées sur toute la circonférence des canalisations (anneaux). Le repérage des câbles électriques conformément aux spécifications des normes NF C 04.200 et NF C 15.100 avec coloration identique des conducteurs pour toute l'installation. Les conducteurs seront repérés soit par l'utilisation de conducteurs à isolants colorés, soit par manchons colorés, soit par bagues de ruban adhésif coloré.

### 01.8.13 - **Électricité.**

- TGBT Normal du poste de transformation bât 1902 – P = 2000 kVA.

- Documents techniques fournis en annexe :

- ✓ Schémas électriques ombrières PV référence : 16-247 CEA BIAM - PRO LOT PV - SCHEMAS -16.06.25 ind 0
- ✓ Dossiers de plan DCE référence : 202532\_01 ind 0
- ✓ Note de calcul électrique générale bâtiment BIAM Référence : BIAM-EXE-06A-D3E-NC-001-16\_TQC ind 16
- ✓ Plan d'implantation Poste Normal 1902 Référence : PLI0001C\_F1-223064514 ind C
- ✓ Unifilaire poste 1902-1903 Référence : SHU0001D\_F1-223064514 ind D
- ✓ TGBT NORMAL poste 1902 Référence : SHP0002E\_F1-223064514 ind E
- ✓ Schéma coffret TD3 éclairage + force aile sud Référence : BIAM-EXE-06A-D3E-PLA-R+0-022\_9 (TQC) ind 9
- ✓ Fiche technique transfo 2000kVA Référence : FTE0001C\_F1-223064514 ind C

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 40 / 67
--	--	-------------	-----------------

## **01.9 DESCRIPTION DES OUVRAGES A RÉALISER – TRAVAUX EXTERIEURS ET RESEAUX DIVERS**

L'entrepreneur du présent lot, effectuera la réalisation complète des réseaux extérieurs nécessaires au projet, collectant la totalité des eaux de pluie (EP) des ombrières dito, des alimentations électriques diverses, comme indiqué sur les plans joints au DCE.

Les travaux à réaliser par le présent Lot seront les suivants :

- La réalisation d'un cantonnement et d'une base de vie de stationnement du matériel avec clôture (raccordement eau et électricité sur la façade nord du bât 921) ;
- La fourniture, la pose et la gestion de la totalité des dispositifs de balisage, de sécurité, de signalisation de police et de signalisation tricolore pendant toute la durée des travaux, la mise en place d'une déviation provisoire de chantier ;
- Les travaux préparatoires : dégagement des emprises, démolitions diverses, déposes diverses, nettoyage du terrain, etc. ;
- Les travaux de terrassements généraux ;
- Les travaux de création des réseaux d'eaux pluviales ;
- Les travaux de création de réseaux divers : la réalisation du génie civil des réseaux, les réseaux d'arrosage, réseau AEP, éclairage, électricité, etc. ;
- Les travaux de génie civil nécessaires ;
- Les travaux de chaussée et trottoir ;
- Les prestations pour reprise de signalisation horizontale et verticale ;
- Les travaux de rénovation d'espaces verts et de plantations.

Prestations à la charge du présent lot :

- Les études d'exécution comprenant l'établissement des notes de calcul et des plans d'exécution, la réalisation des études de détail et, d'une manière générale, l'établissement de tous les documents nécessaires à la réalisation des travaux, à la construction des ouvrages de génie civil notamment ceux mentionnés sur les plans ;
- Les essais d'études de convenance et de contrôle des bétons et matériaux divers ;
- Les essais de résistance, de stabilité des conduites et des raccords ;
- Les essais de portance des chaussées et trottoirs ;
- L'amenée, l'installation, le déplacement et le repliement des matériels et installations de chantier y compris les locaux sanitaires et sociaux, en incluant toutes les sujétions y afférant, et notamment l'amenée à pied d'œuvre, la location, l'entretien et les consommations (y compris les raccordements provisoires aux réseaux : eaux usées, eau potable, électriques, etc.) ;
- Tous les dispositifs nécessaires pour la sécurité et d'hygiène du personnel travaillant sur chantier ;
- La réalisation des constats d'huissier nécessaires et adaptés ;
- Les travaux pour l'aménagement des abords du chantier : panneaux d'information, signalisation temporaire de chantier, signalisations diverses, balisage, protection des ouvrages environnants, accès des riverains (ponts), platelage, piste(s) de chantier, aire(s) de manœuvre, bordures, clôtures, éclairages, etc. ;
- Le soutènement et les étalements des réseaux divers et ouvrages situés au droit des emprises de chantier et de travaux. L'aménagement des déviations provisoires de circulation nécessaires à la réalisation des travaux ainsi que la remise en état après la fin des travaux ;
- La protection des ouvrages environnants susceptibles d'être endommagés lors de l'exécution des travaux de chantier (arbres, mobiliers urbains, réseaux ou ouvrages appartenant aux concessionnaires ou aux administrations), y compris leurs fondations ;
- La surveillance et la protection des ouvrages et des réseaux divers souterrains existants. La protection des conduites d'eau en service à proximité immédiate des travaux ;
- La protection de conduites, des équipements existants avant tous travaux de démolition de génie civil ;
- Le nettoyage permanent du chantier, de ses voies d'accès et l'évacuation de tous résidus dans un centre d'enfouissement technique ;
- Le piquetage, bornage foncier, jalonnement ainsi que l'implantation planimétrique et altimétrique, y

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 41 / 67
--	--	-------------	-----------------

- compris relevés complémentaires des ouvrages ;
- Les sondages de reconnaissance préalables pour vérifier les emplacements exacts des ouvrages et des réseaux existants situés à proximité des travaux à réaliser ainsi que les sondages complémentaires pour fondations ou autres, si nécessaire ;
  - La démolition des structures de chaussées et de trottoirs, au droit des zones concernées par les travaux avec évacuation dans un centre d'enfouissement technique des matériaux correspondants, y compris la dépose de bordures et caniveaux ;
  - La démolition de la maçonnerie, de massifs de béton, des structures en béton et l'évacuation des gravats dans un centre d'enfouissement technique ;
  - Le redressement et le nettoyage des armatures existantes servant d'aciers de liaison avec les parties bétonnées à réaliser, les forages pour la mise en place des aciers à sceller ;
  - Les terrassements à ciel ouvert en tranchée et en puits et les terrassements en souterrain, quels que soient la nature géologique des terrains rencontrés, le niveau de la nappe phréatique et le mode d'exécution retenu ;
  - L'évacuation dans un centre d'enfouissement technique de tous les déblais extraits. Le blindage et l'étalement des fouilles et la protection de ces dernières y compris l'épuisement ;
  - La fourniture, le transport et la mise en œuvre des remblais nécessaires au remblaiement des fouilles et le compactage ;
  - La mise en œuvre, si nécessaire, de dispositifs de barrages, busages, pompes et ouvrages de déviations des eaux ;
  - Les tests de fonctionnement des équipements (y compris recettes intermédiaires en usines sur site et en fonctionnement dynamique) et les étalonnages de capteurs ;
  - Les réfections provisoires des chaussées, trottoirs, accotements pour certaines phases intermédiaires de travaux. En fin de chantier, les réfections définitives de chaussées et de trottoirs seront conformes à la demande du maître d'œuvre ;
  - Les essais et contrôles internes (autocontrôle) ;
  - La remise en état des lieux conformément à l'état initial du démarrage de chantier ;
  - L'établissement et la fourniture des plans de récolement dans les délais prescrits ;
  - Une astreinte pour les interventions d'urgence.
  - Les panneaux de chantier ;
  - Le cantonnement nécessaire à son personnel ;
  - Toutes les installations de chantier, nécessaires à l'exécution des travaux du présent marché ;
  - Toutes les protections et clôtures de chantier, comme défini dans le Plan Général de Coordination (PGC) et sur le plan joint pendant tout le déroulement du chantier ;
  - Le nettoyage du terrain ;
  - Tous les matériaux, produits et composants de construction nécessaires à la réalisation parfaite et complète de tous les ouvrages du marché ;
  - Les installations nécessaires pour respecter la législation en matière de sécurité et de protection de la santé ;
  - L'aménagement des aires de stockage sur l'emprise de son chantier ;
  - Toute la signalisation nécessaire à la protection vis-à-vis de la circulation ;
  - Toutes les protections nécessaires vis-à-vis des circulations piétonnes ;
  - Toutes les installations et signalisations nécessaires pour garantir la sécurité des tiers ;
  - Les dispositifs provisoires éventuels d'éclairage ;
  - Et toutes autres installations de chantier qui s'avéreront nécessaires :
    - \* Les nettoyages du chantier au fur et à mesure de l'avancement,
    - \* L'enlèvement des terres, gravois et déchets hors du chantier au fur et à mesure de l'exécution,
    - \* Tous les agrès, engins ou dispositifs de levage ou descente nécessaires à la réalisation des travaux.

Et tous les autres frais et prestations même non énumérés ci-dessus, mais nécessaires à la réalisation parfaite et complète des travaux.

#### 01.9.1 - **Amenée, mise en place, location, entretien et repliement des installations de chantier**

Ces travaux comprennent l'amenée en début de chantier, y compris la mise en place et location puis le repliement en fin de travaux des installations nécessaires à la bonne marche du chantier, conformément à la réglementation en vigueur.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 42 / 67
--	--	-------------	-----------------

Ce poste comprend notamment :

- Les frais d'installation et de fonctionnement des installations propres à l'entreprise et ses sous-traitants éventuels et des installations particulières ;
- L'installation propre au personnel et au matériel de l'entreprise ;
- La protection des arbres existants ;
- Les clôtures de chantier seront fournies par le CEA, le titulaire aura à sa charge la pose, la maintenance, le déplacement et la dépose des clôtures provisoires y compris la pose des portails pour les installations de chantier et la zone de chantier ;
- Le repli des clôtures en fin de chantier et la livraison de celles-ci dans le centre de CADARACHE au bât 108 ;
- Les frais de fonctionnement propres au chantier ;
- Les frais d'entretien et de repliement des ateliers,
- Les frais relatifs aux dispositions à prendre en matière d'hygiène et de sécurité conformément aux règlements en vigueur et au Plan Général de Coordination en matière de Sécurité et de Protection de la Santé (PGCSPS) y compris matérialisation des points de rencontre et accès de secours ;
- Les frais relatifs à la réalisation d'un plan d'installations de chantier ;
- Les frais relatifs aux enquêtes auprès des concessionnaires aux recherches et localisations des réseaux, leur maintien et leur protection en service ;
- Les frais relatifs à l'entretien des installations de chantier pendant toute la durée des travaux :
  - \* Les frais d'huissier nécessaires à la réalisation de l'état des lieux avant travaux,
  - \* Les sujétions résultant des phasages des travaux,
  - \* Les dispositifs de recueil et de traitement des eaux polluées en provenance de l'installation de chantier,
  - \* L'amenée, le repliement et le déplacement des matériels d'extraction de traitement, de fabrication, de transport et de mise en œuvre des matériaux,
  - \* La construction, l'entretien, l'arrosage, le nettoyage et la suppression en fin de chantier des accès et des pistes de chantier et des installations de chantier,
  - \* La tenue d'un journal de chantier,
  - \* Les frais relatifs à la gestion qualité et aux contrôles internes et externes du chantier,
  - \* L'enlèvement des installations, le repli du matériel, la remise en état des lieux et l'évacuation des matériaux excédentaires,
- Les frais relatifs à l'éclairage provisoire de chantier en cas de nécessité.

Ces prestations tiennent compte également des mesures de sécurité, gardiennage et éclairage des emprises, de la signalétique du chantier ainsi que la mise en place d'un panneau indiquant la raison sociale de l'entreprise et de ses sous-traitants.

Elles tiennent compte de la situation particulière des ouvrages à réaliser et comprennent la totalité des aménagements provisoires que l'entreprise sera amenée à exécuter pour permettre à son personnel et à ses engins de chantier d'être à pied d'œuvre, ainsi que pour approvisionner le chantier sur le site même de chacune des parties d'ouvrage à construire.

#### **01.9.2 - Préparation**

##### **01.9.2.0 Préparation - Nettoyage**

###### **Mesures conservatoires**

Avant toute intervention, l'entrepreneur devra protéger les arbres, les végétaux ou les équipements conservés.

Les arbres conservés sur pied et leurs racines seront protégés vis-à-vis des risques de chocs, et étayé par tous moyens nécessaires pour assurer leur parfait maintien lors des terrassements à proximité. Les protections seront maintenues pour toute la durée des travaux.

D'une façon générale, l'entreprise doit la protection de tous les ouvrages conservés, au droit de ses travaux, et pendant la durée de son intervention et celle des autres corps d'état.

L'entreprise comprend dans son offre les remises en état éventuelles des dégradations réalisées en cours de chantier sur le site.

Les protections seront maintenues pour toute la durée des travaux.

###### **Préparation du terrain et nettoyage**



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 43 / 67
--	--	-------------	-----------------

Par comparaison entre les plans de l'existant et les plans du projet, l'entreprise titulaire du présent lot aura à sa charge la démolition de l'ensemble des ouvrages bâtis rendus inutiles du fait des travaux, des éléments divers présents sur site et rendus inutiles du fait des travaux, et des zones surfacées.

Le titulaire du présent lot aura également à sa charge le nettoyage complet des surfaces restantes à aménager qui comprennent, les zones constructibles des bâtiments, des aménagements extérieurs d'espaces verts, du parking visiteurs et de la voirie, des zones de circulations piétonnes.

Une visite des lieux est indispensable pour bien appréhender les prestations à réaliser.

Cette prestation comprendra de façon non limitative :

- L'enlèvement de tous les éléments gênant l'aménagement du terrain tels que blocs de pierres en place, bancs, signalétique, clôtures, portails et portillons, etc. .... Compris évacuation aux décharges publiques.
- La démolition de tous les éléments maçonnés gênant l'aménagement du terrain tels que murets, murs de clôtures, mur de soutènement, bordures de tout type, etc....compris purge complète de tous les éléments de fondations.
- La démolition de tous les éléments de réseaux de tout type, aériens et/ou souterrain gênant l'aménagement du terrain tels que réseaux, regards, grilles, etc...compris purge complète de tous les éléments de fondations.
- Le débroussaillage, l'enlèvement des arbres, des végétaux inutiles, traitement des zones espaces verts et de tous les éléments gênant l'aménagement du terrain. Après débroussaillage et enlèvement des arbres inutiles et traitement des zones en espaces verts, le titulaire du présent lot récupérera la terre végétale après tri de celle-ci qui lui est nécessaire pour ses prestations. Compris dessouchage des arbres.
- La démolition des revêtements des zones surfacées gênant l'aménagement du terrain telles que parking, enrobés, rampes, etc....compris forme éventuelle en tout venant.
- La dépose du mobilier urbain, candélabres, etc.
- La remise en service de l'éclairage public restant

Compris chargement et évacuations des déchets aux décharges publiques.

Tous les travaux et protections nécessaires à ne pas entraîner de dégradations seront à la charge du titulaire du présent lot. En outre, l'entreprise devra durant la réalisation des prestations, réaliser les installations de sécurité pour le balisage des travaux et la mise en sécurité. Le chantier et ses abords immédiats, notamment les voies empruntées par les véhicules de chantier, seront nettoyées quotidiennement.

Les éléments de structure conservés seront purgés de tous éléments parasites. Les rebouchages des trous dans les maçonneries conservées causés par les travaux de démolition ainsi que toutes reprises au droit des éléments conservés et abimés du fait des travaux, sont à la charge du présent lot.

#### 01.9.3 - **Abattage et dessouchage d'arbres**

##### Arrachage de haie

Ces travaux comprendront :

- L'arrachage de haie ;
- L'enlèvement et l'évacuation de tous les éléments ;
- Et toutes sujétions de chantier.

##### Débroussaillages et arrachage de massifs arbustifs

Le débroussaillage comprendra la coupe et l'enlèvement des souches et racines de tous arbres de diamètre jusqu'à 0,15 m.

Débroussaillage à la main ou à l'engin (destruction chimique interdite).

Les travaux comprendront :

- le tronçonnage ;
- le dessouchage ;
- le transport et l'évacuation en décharge classée, y compris frais correspondants ;
- le remblaiement de la fouille et toutes sujétions.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 44 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### Protection ou déplacement d'arbres conservés

Les arbres et plantations conservés seront à protéger pendant toute la durée des travaux (protection des arbres par planches jointives liées au fil de fer, hauteur 3 m - clouage interdit - y compris enlèvement des protections en fin du chantier.

Leur déplacement éventuel s'effectuera à l'aide d'engins spécialement adaptés permettant de déplacer chaque arbre avec sa motte de terre et de le replanter dans un trou adapté (minimum 2m3) avec remplissage de terre végétale et haubanage.

#### **01.9.4 - Démolitions et déposes**

##### Saignées pour bordure

Travaux la réalisation de tranchées pour la pose de bordures sur chaussées existantes.

Les travaux comprendront notamment :

- L'amenée et le repli du matériel spécifique ;
- La réalisation de la tranchée proprement dite ;
- Le sciage et l'évacuation des produits de tranchage, conformément au Schéma d'Organisation et de Suivi de l'Élimination des Déchets de chantier (SOSED), frais de décharge compris ;
- Le nettoyage et le balayage de la partie sciée ;
- Les sujétions résultant de la réalisation au coup par coup et celles résultant du travail sous circulation.

##### Sciage de revêtement chaussée ou trottoir

Les travaux comprennent les opérations de sciage de la chaussée et trottoir quelle que soit l'épaisseur et conformément aux prescriptions du CCTP.

Les travaux comprendront notamment :

- L'amenée à pied d'œuvre du matériel ;
- Le sciage et l'évacuation des produits de sciage, conformément au Schéma d'Organisation et de Suivi de l'Élimination des Déchets de chantier (SOSED), frais de décharge compris ;
- Le nettoyage et le balayage de la partie sciée ;
- Le repliement du matériel,
- Les sujétions résultant de la réalisation au coup par coup et celles résultant du travail sous circulation.

##### Démolition de voirie de trottoirs et d'ilots

Les travaux comprennent la démolition de chaussée située dans l'emprise du projet sur une épaisseur forfaitaire de 0,40 m, au-delà le prix de déblais s'applique.

Les travaux comprendront notamment :

- Le sciage périphérique à l'aplomb des parties conservées ;
- La fragmentation de la structure ;
- L'extraction des matériaux et leur évacuation, frais de décharge compris ;
- Le régalaie des profils aux cotes prescrites ;
- Le régalaie des parois des fouilles ;
- Toutes sujétions dues à la présence éventuelle de réseaux concessionnaires ;
- Le compactage du fond de forme, les épaissements nécessaires ;
- Tous moyens afin d'assurer la libre circulation des piétons et des accès riverains ;
- Les épaissements nécessaires ;
- La mise en décharge définitif à la charge de l'entreprise.

#### **01.9.5 - Dépose d'équipements divers avec réseaux et consignation**

Les équipements (candélabres, bouches d'incendie, tampons de regards, etc.) situés sur l'emprise des ouvrages du présent lot, devront être déposés et stockés en vue de réemploi ultérieur.

Les massifs bétons correspondants seront enlevés et évacués.

Ces travaux comprendront :

- La dépose des équipements éventuels en haut des mâts ;

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 45 / 67
--	--	-------------	-----------------

- Le décrottage des pieds ;
- La démolition des massifs de fondation ;
- La dépose de tous les câbles et la consignation ;
- L'enlèvement et l'évacuation des matériaux vers un site de stockage ;
- La dépose des équipements, tampons, bouches d'incendies, etc .
- Et toutes sujétions de chantier.

#### 01.9.5.0 Travaux sur existant

##### Regard CFO sous clôture instrumentée

Le titulaire du présent lot devra le raccordement de ses réseaux sur le regard existant pour passage sous clôture.

##### Mise à la côte des regards existants

Le titulaire du présent lot devra l'adaptation et la mise à la côte des regards existants en béton préfabriqué dans l'emprise des travaux sous ombrières. Fermeture par tampons en fonte plein.

##### Éclairage public

Dépose soignée de 2 mâts d'éclairage existants et câbles associés, compris consignation électrique durant les travaux de dépose.

Repose d'un mât d'éclairage suivant plan joint et étude d'éclairage à réaliser.

Reprise des câbles d'alimentation, modification et dévoiement du réseau électrique d'éclairage public.

Remise en service de l'éclairage après modifications

Évacuation du mât restant vers le bâtiment 108 situé sur le centre de CADARACHE

##### Local Vélos Électriques

Conservation du Local Vélo en lieu et place durant les travaux, compris protections.

##### Arrosage automatique

Protection, dévoiement et modifications du réseau d'arrosage automatique.

L'arrosage sous les ombrières devra être condamné.

Le réseau existant devra être maintenu compris toutes suggestions de dévoiement.

#### **01.9.6 - Terrassements et fondations**

##### 01.9.6.0 Terrassements de fouilles pour fondations

Ces travaux comprennent les prestations définies à l'article 2 du fascicule 68 du CCTG.

Les travaux comprendront également :

- Les prestations de protection des parois des fouilles telles que définies à l'article 2.5.2 du fascicule 68 du CCTG.
- Les prestations d'épuisement des eaux, telles que définies à l'article 2.2.5.3 du fascicule 68 du CCTG.

##### 01.9.6.1 Semelles filantes et isolées.

Les travaux comprendront :

- La mise en œuvre de gros-béton pour atteindre le « bon sol » défini dans l'étude de sol G2PRO, profondeur à valider ou à adapter à l'ouverture des fouilles en fonction des résultats des missions géotechniques complémentaires G3 et G4. Même si la mise en œuvre de gros-béton ne s'avérerait pas nécessaire compte-tenu des caractéristiques du sol en place, le titulaire réalisera un béton de propreté d'épaisseur 10cm minimum ;
- La mise en place des armatures des semelles et des attentes pour porteurs verticaux, suivant études d'exécution ;
- Le bétonnage pleine fouille en béton C25/30 minimum, classe d'exposition suivant NF EN 206- 1 ;
- Dans le cas où le bétonnage pleine fouille ne sera pas envisageable, est réputé compris dans le prix du titulaire le coffrage des fondations ;
- Est réputé compris la réalisation de redans éventuels pour permettre d'effectuer le rattrapage d'altimétrie du terrain naturel.
- Y compris fûts béton armé ;

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 46 / 67
--	--	-------------	-----------------

### 01.9.7 - Terrassements en tranchées pour réseaux divers

#### 01.9.7.0 Tranchées

Les distances entre réseaux respecteront les prescriptions de la note technique n°147 du CSTB.

La pose des réseaux sera conforme aux fascicules 70 et 71, avec en particulier pose sur sable de réglage en fond de tranchée sur une épaisseur minimale de 10 cm.

La profondeur des tranchées sera fonction du nombre et de la pente des différents réseaux présents dans la même tranchée. D'une manière générale la génératrice supérieure des réseaux enfouis sera située à au moins 80 cm du sol fini, le fond de la tranchée sera donc supérieur à 1,0 mètre.

Les dimensions des tranchées devront permettre la juxtaposition de plusieurs réseaux avec les distances minimales tant verticales qu'horizontales requises entre les réseaux et fonction de la nature et des pentes des réseaux cohabitant dans la même tranchée.

#### Constitution des tranchées

Les prestations comprendront :

- L'exécution des tranchées aux dimensions nécessaires pour les réseaux secs et humides.
- Le nivellement et compactage des fonds de fouille.
- La purge de pierres ou éléments solides de toutes espèces en fond de tranchée et latéralement. - le lit de pose en sable de 0,10 m d'épaisseur minimum.
- La pose des fourreaux en traversée de surfaces revêtues.
- Le recouvrement en sable, de 0,20 m d'épaisseur minimum au-dessus de la ou des génératrices supérieures des réseaux.
- Une première couche de remblai de 0,20 m, à l'aide des matériaux épierrés de granulométrie 0/31,5 par couches successives de 0.20 damnées à refus.
- Le remplissage en tout venant est formellement interdit.
- Mise en place du grillage avertisseur de couleur normalisée pour chacun des réseaux.
- Remblaiement final réalisé jusqu'au niveau du sol :
  - \* En terre ordinaire dans les espaces verts.
  - \* Enrobage et réglage des canalisations au sablon, ou en matériau sain incompressible, ou au mortier maigre pour les réseaux sous voirie et trottoirs (surfaces revêtues).
- Les remblais préalablement arrosés si nécessaire seront énergiquement compactés mécaniquement dans les fouilles par couches de 0,20m.
- Il sera exigé une compacité égale à 95% de l'optimum proctor normal, à raison d'un essai par couche de 0,20 mètre pour 20 m<sup>2</sup> de tranchée. Un essai de plaque sera demandé en finition pour chaque tranche de 20 m<sup>2</sup>

Pour les travaux sur le domaine public, les revêtements finaux seront à prévoir, à l'identique aux existants.

#### Localisation :

- Tranchées des réseaux secs et humides pour l'aménagement du projet.

#### 01.9.7.1 Réseaux secs

Tous les réseaux devront être repérés de manière lisible et pérenne.

Leur tracé définitif devra être très précisément reporté sur les plans de récolement.

Tous les calfeutrements entre les canalisations, y compris celles existantes dans l'emprise de travaux, et les regards ou chambres de tirage seront à prévoir par le présent lot.

#### Chambre de tirage

Fourniture et mise en place de chambres de tirage de dimensions 1.5mx1.5m avec masques y compris calage, tampon fonte C250 pour passage véhicules, scellement et mise à niveau définitif.

Raccordement du drainage sur un réseau spécifique (à créer)

#### Éclairage public

A la charge du présent lot :

- Réalisation des tranchées pour mise en œuvre des réseaux.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 47 / 67
--	--	-------------	-----------------

- Les fourreaux TPC et les câbles cuivre nu 25mm<sup>2</sup> entre luminaires.
- Les câbles seront de type U 1000 R2V section 5G6mm<sup>2</sup> minimum à charge du présent lot
- Les interconnexions de terre (circuit d'équipotentialité)
- Le rebouchage des tranchées avec remise en état à l'identique des voiries et ouvrages existants y compris compactage et grillage avertisseur normalisés.

Le titulaire du présent lot devra la fourniture et la pose des massifs d'ancrage en béton avec note de calcul à soumettre au bureau de contrôle.

Le titulaire du présent lot devra le câblage des points d'éclairage. Compris raccordement sur le réseau existant.

#### 01.9.7.2 Réseaux humides

Pose des réseaux suivants en tranchée avec profondeur minimale 0,80 m sur la génératrice supérieure y compris ouverture et fermeture de tranchées.

Les canalisations de raccordement seront mises en œuvre parfaitement rectilignes sans flaches ni contre-pente.

Tous les calfeutrements entre les canalisations, y compris celles posées précédemment se trouvant dans l'emprise des travaux, et les regards seront à prévoir par le présent lot.

#### Avaloir EP

Avaloir de récupération des eaux pluviales

L'entreprise devra la fourniture et la pose de d'avaloirs circulables 400x400 pour récupération des eaux pluviales. Ces regards seront constitués de la façon suivante :

- Terrassement, calage et scellement.
- Fourniture et la pose d'un avaloir avec grille avaloir en fonte C250.
- Branchement des réseaux et étanchéité pour une parfaite finition.
- Réalisation de l'étanchéité au droit des regards.
- Conserver une garde de 5cm par rapport à la voirie pour assurer la non-contamination des eaux EP par les eaux de ruissellement du parking.

#### Réseau EP

L'entrepreneur aura à sa charge :

- Le raccordement au droit de ces attentes par un regard de branchement.
- Réalisation des tranchées pour mise en œuvre des réseaux.
- La fourniture et la pose des canalisations en PVC NF.
- Réalisation de l'étanchéité au droit des regards.
- Le rebouchage des tranchées avec remise en état à l'identique des voiries et ouvrages existants y compris compactage et grillage avertisseur normalisés.
- Le raccordement du drainage des chambres de tirage sur le réseau spécifique

Les réseaux en PVC devront posséder un avis technique du CSTB et être de classe CR8 au minimum

Nota : Compris le raccordement attente pour branchement sur future cuve de récupération des EP.

#### 01.9.7.3 Remise en état des surfaces avant enrobé neuf

Remise en état des surfaces de sol avant exécution de l'enrobé neuf, y compris passage de lame si nécessaire, roulage soigné des surfaces par tous moyens, reprise des pentes si nécessaire, et complément de remblais en TV 0/30 par endroits nécessaires (contre bordures béton, etc.)

#### 01.9.7.4 Enrobé bitumineux pour chaussée légère 5 cm épr.

Revêtement de finition de voirie pour véhicules légers, réalisé en enrobé dense bitumineux, dosage 150kg/m<sup>2</sup>, d'épaisseur 5 cm, comprenant :

- Mise en œuvre par épandage mécanique au finisseur,
- Réglages suivant les pentes définitives de voiries,
- Compactage au cylindre vibrant et compacteur à pneus lourds,



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 48 / 67
--	--	-------------	-----------------

- Raccordements contre les regards, contre les avaloirs et contre les bordures,
  - Nettoyages.
- Compris liaison avec les enrobés existants, compris découpes préalables pour liaison soignée entre les 2 revêtements.

#### 01.9.7.5 Peinture de bandes de sol et marquages divers

Réalisation des reprises des bandes au sol pour délimitation des places de parkings comprenant :

- Balayages, nettoyages,
- Reprise et raccords des bandes peintes en peinture spéciale compatible avec le support et agréée par les services routiers,
- Reprise et raccords des divers marquages, passages piétonniers, signalisations, fléchages, etc.
- Réalisation du marquage entre les places PMR et le tourniquet rotatif de sécurité

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 49 / 67
--	--	-------------	-----------------

## **01.10 DESCRIPTION DES OUVRAGES A RÉALISER – OMBRIERES ET PHOTOVOLTAÏQUE**

### **01.10.1 - Préambule**

L'offre de l'Entreprise comprendra implicitement, toutes les sujétions liées à la manutention du matériel à mettre en œuvre ou à déposer (grues, montage et démontage de tous engins et échafaudages nécessaires à la réalisation de ses ouvrages etc.).

Tous les travaux seront réalisés en parfaite coordination avec les autres corps d'état.

La fourniture présentera une sécurité absolue de fonctionnement et de fiabilité, compte tenu de l'utilisation envisagée.

La fourniture comprendra l'ensemble des éléments nécessaires au bon fonctionnement de la prestation demandée même si certains de ces éléments ne sont pas distinctement cités dans ce document.

Aucun supplément de prix ne pourra être accordé pour un élément qui aurait dû être prévu par le Titulaire afin d'assurer le bon fonctionnement de l'ensemble, livré clés en main.

#### **01.10.1.0 Généralité**

Les champs photovoltaïques seront placés en ombrières de parking.  
Les générateurs seront prévus sur structure à poteaux centrés.

Le système dans son ensemble devra être résistant aux vents et à la neige selon conditions du site.

- Zone Vent = 3
- Zone Neige = A2
- Rugosité = 3a
- Altitude = 240m
- Calepinage = portrait

#### **01.10.1.1 Puissances photovoltaïques**

L'installation mise en place par l'entreprise devra s'inscrire dans les dimensions prévues, suivant les orientations et pentes indiquées sur les plans, et devra avoir une puissance crête non inférieure à 350 kWc.

#### **Ombrière 1 :**

32,0 m x 12,5m ; prévu pour 196 modules ; 83 kWc.

#### **Ombrière 2 :**

45,5 m x 12,5m ; prévu pour 280 modules ; 119 kWc.

#### **Ombrière 3 :**

56,9 m x 12,5m ; prévu pour 350 modules ; 148 kWc.

### **01.10.2 - Origine de l'installation - TGBT**

L'origine de l'installation est située dans le Local TGBT du poste de transformation 2000 kVA.

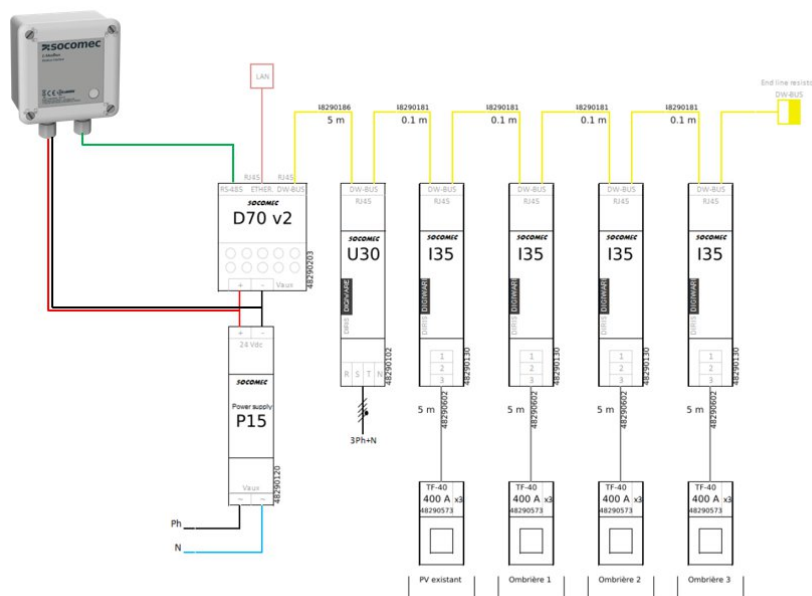
Les installations seront en autoconsommation.

Le présent lot devra l'extension du TGBT de type OKKEN SCHNEIDER existant par la mise en place de 3 disjoncteurs de protection « OMBRIERES », type NSX avec Micrologic VIGI + bobine MX + Of/Sd indice de service identique aux autres départs

Cette prestation comprendra toute suggestion d'adaptation de l'armoire dans les réserves déjà prévues par le CEA, ainsi que l'ensemble des raccordements (alimentations BT, contacts pour signalisations positions, contacts signalisations défauts, contact MX pour CU générale et délestage par armoire GTC, transformateurs de mesure de la centrale SOCOMEC CEA, etc.).

- **Les disjoncteurs des ombrières devront être obligatoirement installés dans le TGBT par le constructeur SCHNEIDER**

- Le présent lot devra tous les équipements nécessaires au comptage conformément à la spécification technique - Équipements de comptage de l'énergie en HTA et BT de tous les disjoncteurs installés ainsi que du disjoncteur existant Q2-14 « panneaux photovoltaïques » dans le TGBT tel que décrit ci-après :
  - \* DIGIWARE D70
  - \* Alimentation 24Vdc de type P15 y compris création du disjoncteur d'alimentation
  - \* Module tension U30 y compris création du disjoncteur d'alimentation
  - \* Modules courant I-35
  - \* Tores de mesure des courants de phase de type flexibles TF40
  - \* Cordons RJ12 de longueur adaptée
  - \* Cordons RJ45 de longueur adaptée
  - \* Liaison en câble RS485 entre D70 et interface Modbus/Lora
  - \* Interface modbus RS485/LoraWan à installer en façade à l'extérieur du poste
- Il devra également l'intégration du comptage de la production photovoltaïque dans le système existant au travers du DATALOGGER H81 présent sur l'installation incluant la programmation, l'activation, la mise en service par le constructeur ainsi que la reprise de la hiérarchie existante pour visualisation de ces nouvelles données dans le logiciel Webview en place



Le présent lot devra la dépose de tous les équipements de comptage existant associés au départ existant Q2-14 « panneaux photovoltaïques »

Tous les câbles, aboutissant ou partant du tableau, seront raccordés sur un bornier, dont toutes les bornes seront repérées.

Les appareils seront repérés par étiquettes.

Le présent lot devra obligatoirement mettre à jour ou établir les schémas unifilaires des armoires sur lesquelles il intervient. Il devra également les notes de calcul sous CANECO (Ik3,  $\Delta U\%$ , etc.).

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 51 / 67
--	--	-------------	-----------------

Depuis le TGBT existant, le titulaire du présent lot aura à sa charge :

- La fourniture, la pose et le raccordement des câbles d'alimentation des coffrets TD1PV à TD3PV, en câble R2V (**câbles cuivre imposés**).

Ces câbles transiteront en enterrer suivant les plans joints, dans les fourreaux existants mis à disposition à savoir 4xTPCØ160 + 4xTPCØ90 + 4xTPCØ63 depuis le poste de transformation 1902 vers la clôture instrumentée, et sous fourreaux mis en place par le présent lot depuis la clôture instrumentée jusqu'aux ombrières et la cuve. Le cheminement à l'intérieur du Poste de Distribution est également à devoir par le présent lot, yc rebouchages et reprises de peinture éventuelles. Le cheminement à l'intérieur du poste devra impérativement être validée par le CEA sur la base des plans d'EXE du présent lot.

Le soumissionnaire est donc expressément tenu de se rendre sur place avant la remise de son offre pour appréhender correctement cette prestation.

Les autocontrôles et attestations de conformité-sont également à devoir par le présent lot.

NOTA : Avant toute réalisation, l'entreprise aura à sa charge de faire valider par le Maître d'Œuvre et le Maître d'Ouvrage le principe d'adduction retenu et de convenir avec ces derniers des modalités d'exécution.

#### 01.10.3 - **Mise à la terre des masses et éléments conducteurs**

Le présent lot devra l'ensemble pour mise à la terre de ses installations.

La continuité de la terre sera assurée par un câble de terre de type H07V-K 6mm<sup>2</sup> gainé vert/jaune griffé et fixé au système d'intégration.

La terre reliant la carcasse de l'onduleur sera quant à elle relié à la terre via un câble de terre de type H07V-K 25mm<sup>2</sup>.

Le tout sera relié à une câblette de cuivre nue 25mm<sup>2</sup> directement à la terre en pied de poteaux.

La réalisation d'un réseau de terre de fond de fouille sous les 3 ombrières

Les cadres métalliques des modules photovoltaïques seront connectés à l'ossature support par un dispositif spécifique indépendant des fixations mécaniques du système de montage.

Toutes les masses de l'ossature support métallique seront interconnectées jusqu'à la terre principale du site par l'intermédiaire d'un bornier déporté.

Les câbles de liaison équipotentielle des masses pour la liaison des modules et du système de montage devront présenter des sections adaptées à leur fonction et dans tous les cas des caractéristiques conformes à la norme NF C15-100.

##### 01.10.3.0 Partie courant continu

Pour minimiser les effets dus à des surtensions induites, les structures métalliques des modules et les structures métalliques support (y compris les chemins de câbles métalliques) devront- être reliées à une liaison équipotentielle elle-même reliée à la terre.

Ces structures métalliques étant généralement en aluminium, il convient d'utiliser des dispositifs de connexion adaptés. Les conducteurs en cuivre nu ne doivent pas cheminer au contact de parties en aluminium. La mise en œuvre de la mise à la terre des modules PV sera réalisée conformément aux prescriptions du fabricant.

Nota : Conformément à l'article 8.1 de la NF EN 61730-2, un module avec des parties conductrices accessibles qui forment l'armature du périmètre ou le système de montage, ou qui a une surface conductrice supérieure à 10 cm<sup>2</sup> accessible après l'installation doit avoir des dispositions pour la mise à la terre.

Ces masses et éléments conducteurs de l'installation PV doivent être connectés à la même prise de terre. Les conducteurs de mise à la terre (isolés ou nus) ont une section minimale de 6 mm<sup>2</sup> cuivre ou équivalent. Les conducteurs isolés doivent être repérés par la double coloration vert-et-jaune.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 52 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### 01.10.3.1 Partie courant alternatif

L'ensemble des masses coté AC doit être relié à la terre par un conducteur de protection conformément au paragraphe 411.3.1.2 et à la partie 5-54 de la NF C 15-100.

Lorsqu'un transformateur est installé à l'extérieur de l'onduleur (transformateur BT/BT ou HT/BT) une liaison équipotentielle est requise entre ces équipements.

#### 01.10.3.2 Onduleur

La masse de l'onduleur doit être reliée à la liaison équipotentielle par un conducteur de section minimale égale à 6 mm<sup>2</sup> Cu ou équivalent, et au conducteur de protection de la partie AC.

#### **01.10.4 - Coffrets de protection AC et DC**

##### 01.10.4.0 Coffrets PV (TD1 PV ; TD2 PV et TD3 PV)

Il sera fourni et mis en place sous chaque ombrière, une armoire de protection de marque Schneider Electric ou similaire, type PrismaSet G active ou équivalent conformes à la norme NF EN 61439-2, IP54-IK08, montage en saillie avec portes pleines et serrures, suffisamment dimensionné + 30% de réserve, habillage avant par plastrons.

Les départs seront ramenés sur bornes, le sens d'accès des câbles se fera par l'avant.

L'arrivée des câbles pour l'appareil d'arrivée se fera par le bas.

L'entrée des câbles pour les départs se fera par le haut.

Chaque armoire est alimentée par une source normale depuis le TGBT du poste 1902.

Elle sera réalisée suivant les règles de l'art, les spécifications techniques et suivant les schémas joints au présent dossier.

Les coffrets AC PV regroupent l'ensemble des productions des onduleurs avant le point d'injection.

Des dispositifs d'aérations naturelles pourront être mis en place au vu du résultat de l'étude thermique à devoir par le présent lot.

Les zones d'implantation de ces armoires sont repérées sur les plans d'implantation joint au dossier.

#### Chaque armoire comportera essentiellement

- Un interrupteur sectionneur général avec commande en face avant + déclencheur.
- Un disjoncteur pour chaque Onduleur de calibre adapté au courant maximal en sortie de l'onduleur, différentiel 300mA.
- Les parafoudres de chaque Onduleur avec cartouche fusible aM.
- Les disjoncteurs pour les protections pour centrale de mesure et convertisseur fibre / Ethernet.
- Le disjoncteur pour Voyant Présence Tension.
- Le disjoncteur pour Coupure d'Urgence PV.
- Le disjoncteur pour l'éclairage sous ombrière
- L'horloge astronomique de pilotage de l'éclairage sous ombrière
- Les différentiels sélectifs,
- Les voyants de signalisation,
- Le relai des commandes arrêt urgence,
- La filerie,
- Les jeux de barres,
- Le repérage de tous les circuits,
- L'emplacement pour mettre les plans de l'armoire,

Les dispositifs de protection devront être de calibre et de courbes appropriées aux récepteurs à alimenter.

Les appareils de protection et de commande tiendront compte du pouvoir de coupure en fonction du courant de court-circuit.

L'installation devra impérativement respecter une sélectivité totale.

Une sélectivité sur défaut de terre devra être réalisée.

Les appareils seront fixés sur rails D.I.N., ils seront à raccordement avant par vis et étrier.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 53 / 67
--	--	-------------	-----------------

Le câblage se fera en conducteurs souples unipolaires aux couleurs conventionnelles.

Tous les câbles, aboutissant ou partant du tableau, seront raccordés sur un bornier, dont toutes les bornes seront repérées. Tous les départs seront identifiés avec un N° chronologique.

La prise de terre et les liaisons équipotentielles devront être identifiées sur le collecteur général de terre.

Tout l'appareillage (dispositifs de protection, relaying, bornier, câbles etc....) devra être repéré.

Le présent lot devra obligatoirement établir les schémas unifilaires des armoires sur lesquelles il intervient et les placer dans une pochette porte-plans à l'intérieur de l'armoire.

Est également à la charge du présent lot :

- Le voyant LED Tri+N et sa protection.
- Autocontrôles et attestation de conformité.
- Le raccordement depuis l'alimentation basse tension issue du poste 1902.

#### 01.10.4.1 Coffret DC

Dans le cas où les coffrets DC ne seraient pas intégrés dans les boîtiers d'onduleurs, ils seront fixés sous les ombrières sur des supports spécifiques à proximité immédiate des onduleurs pour faciliter les opérations de maintenance et de SAV.

Les distances entre les chemins de câbles et les coffrets DC seront suffisantes pour respecter les rayons de courbure des câbles DC.

L'ouverture de la porte du coffret doit permettre toute intervention ultérieure sur celui-ci.

Les enveloppes seront choisies en matériaux non corrosif ou avec traitement anticorrosion et non propagateurs de la flamme.

Elles disposeront d'un Indice de Protection IP 54 au minimum. Les entrées de câbles se feront par presse-étoupe.

Les coffrets seront munis de clé ou nécessiteront une clé spéciale pour leur accès.

Les coffrets de protection DC porteront des étiquettes signalétiques telles que définies ci-après.

Les implantations seront réalisées selon le plan d'implantation joint au présent dossier.

Les canalisations enterrées de type fourreau seront bouchés avec de la mousse polyuréthane à chaque extrémité.

Est également à la charge du présent lot :

- Autocontrôles et attestation de conformité.
- Le raccordement depuis les onduleurs.

#### 01.10.4.2 Parafoudres

Afin de protéger les équipements contre les coups de foudre indirects, des parafoudres devront être installés de part et d'autre des différentes liaisons. Des parafoudres seront prévus au niveau de l'armoire électrique côté AC et côté DC.

L'attention est attirée sur les risques liés à la foudre pour les matériels, le milieu étant particulièrement conducteur.

Toute précaution sera prise au niveau des alimentations et des liaisons vers les modules photovoltaïques pour prévenir les détériorations pouvant en résulter.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 54 / 67
--	--	-------------	-----------------

Les parafoudres seront conformes au guide UTE C15-443 de type 1 ou de type 2, de calibre adapté relié à la borne de terre avec contact d'état O/F. Les parafoudres disposeront d'un dispositif de déconnexion en cas de défaut, d'un mode en circuit ouvert en fin de vie et d'une cartouche débrochable.

L'étude foudre est à la charge du présent lot.

#### 01.10.5 - **Dispositifs de coupures et d'arrêts d'urgences**

A la charge du présent lot les dispositifs d'arrêt d'urgence suivant :

- Fourniture et pose sur chaque Ombrière d'un déclencheur coup de poing pour arrêt d'urgence PHOTOVOLTAIQUE.
- Fourniture et pose sous l'ombrière 1 d'un déclencheur coup de poing pour arrêt d'urgence PHOTOVOLTAIQUE accessible depuis le sol

Ces commandes agiront simultanément sur tous les interrupteurs DC pour couper l'alimentation amont des onduleurs ainsi que sur les protections aval des onduleurs se trouvant dans les armoires PV.

Les coupures agiront au plus près de la sortie des modules au niveau des coffrets DC, de façon qu'il n'y ait pas de courant résiduel dans le bâtiment après action sur la coupure.

Ces coupures seront alimentées depuis les Armoires PV par câble U1000 R02V. Elles seront identifiées par une étiquette gravée et rivetée sur le coffret « COUPURE ELECTRIQUE TABLEAU PHOTOVOLTAIQUE » et avec une étiquette indiquant qu'il existe 2 sources de tension dans les bâtiments.

Ces arrêts d'urgences seront de type coffret jaune à manette rouge LEGRAND réf 38096 avec voyants de signalisation de l'état des organes asservis.

L'ensemble est à la charge du présent lot qui devra la fourniture de tous les équipements nécessaires à la mise en œuvre de ces coupures d'urgences (coffret de relayage, etc...).

Le présent lot devra également les éléments suivants :

- Le raccordement des bobines MX des disjoncteurs PV dans le TGBT du poste de transformation, pour coupure depuis télécommande par sortie automate dans armoire GTC du poste.
- Le tirage d'un câble de commande multiconducteur de type 19G0.75mm<sup>2</sup> YSLY-JZ entre le coffret GTC du poste et le TGBT.
- La pose d'un bornier de report de commande et d'information dans le coffret GTC.
- La pose d'un bornier de report de commande et d'information dans la cellule du TGBT pour récupération des contacts SD +OF + bobine Mx de tous les disjoncteurs installés

#### 01.10.6 - **Câbles et cheminements**

##### 01.10.6.0 Câbles DC et AC

Les câbles DC de chaînes et les câbles de groupes devront répondre aux normes en vigueur et notamment être adaptés aux applications solaires selon l'UTE C 32 502 (niveau d'isolement, résistance aux UV, température d'âme de 90°, tenue mécanique, non propagateur de la flamme C2 minimum, température de fonctionnement -40° / +120°).

Les câbles AC ainsi que leur canalisation seront conformes et dimensionnés selon les règles de la NFC-15-100.

Les sections des câbles DC et AC seront calculées conformément aux règles de l'art pour avoir une chute de tension maximale dans les câbles de 1% de VMPP (STC) coté DC (entre modules et onduleurs) et de 3.0% de U AC coté AC (entre onduleur et le PDL).

La section de câble DC ne pourra en aucune manière être inférieure à 4 mm<sup>2</sup>.

Pour des raisons de sécurité, les cheminements des câbles DC ou AC en descente de poteau seront réalisés dans des canalisations totalement fermées sur une hauteur minimale de 2,5 mètres.

Les câbles DC chemineront le long des pannes Z de la charpente métallique afin de limiter au maximum les câbles visibles.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 55 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### 01.10.6.1 Chemins de câbles

Les chemins de câble seront de type dalles marines en tôle galvanisées avec bords roulés. Le dimensionnement des chemins de câble et de leurs supports sera établi avec 30% de réserve.

Les chemins de câble seront réalisés en élément préfabriqué.

Les coupes et les extrémités seront protégées par un joint « carrossier » serti.

Les chemins de câble seront mis à la terre par une câblette de terre fixée par borne « BB » sur l'aile visible de chaque élément métallique et raccordée par « C » serti au réseau de terre principal.

La visserie et les éléments de supportage seront en acier galvanisé ou anodisé.

Les fixations seront calculées pour une utilisation à pleine charge du chemin de câble.

Le cheminement des câbles CFO sera distinct et éloigné de 0.30 m au minimum du cheminement des câbles CFA (hors croisement perpendiculaire).

Les câbles seront fixés tous les 0.50m par colliers Rilsan.

Les chemins de câbles devront être mis à la terre.

Tous les câbles cheminant à l'extérieur devront être protégés des UV (chemins de câble extérieurs capotés, gaine CAPRI anti UV...).

#### 01.10.6.2 Conduites PVC (IRL-ICTA) et/ou Métalliques (MRL)

Il sera toléré une pose des liaisons électriques sous profilés PVC ou métalliques pour les parcours communs de 2 à 3 câbles au maximum. Pour un nombre de câbles supérieurs, la pose sur chemins de câbles sera rendue obligatoire.

Ces profilés seront de type IRL (Isolant Rigide Lisse).

Ces profilés seront de type MRL (Métallique Rigide Lisse) en acier électrozingué pour toute pose en apparent en locaux sujet au vandalisme.

Les extrémités des tubes posés en saillie seront munies d'embouts.

Pour tout cheminement non-rectiligne, il sera fait usage des accessoires de pose disponibles au catalogue du fournisseur (coude, Té, équerre, etc.).

#### 01.10.6.3 Cheminement des câbles DC

Les câbles DC devront cheminer sous conduit en respectant la limitation des surfaces de boucle induite. Ils seront passés sous les modules et soigneusement attachés.

Le cheminement entre le champ photovoltaïque et les onduleurs sera réalisé sous conduite mécaniquement protégé et signalé.

Un plan de ces cheminements de câbles DC sera proposé pour validation.

Les câbles DC chemineront le long des pannes Z de la charpente métallique afin de limiter au maximum les câbles visibles.

Un plan de la toiture avec l'identification des strings et la localisation précise de l'entrée des câbles DC sous le champ photovoltaïque devra être remis dans le DOE.

#### 01.10.7 - Ombrières

L'entrepreneur titulaire devra l'installation des ombrières, tous travaux inclus, l'implantation des générateurs photovoltaïques et leurs raccordements au TGBT du site.

#### Sa prestation inclut notamment

- Les notes de descente de charges à tous les niveaux du bâtiment et sur les fondations à créer.
- La fourniture des platines de pré-scellement.
- La réception des supports massifs.
- Fourniture et pose de la structure primaire en acier galvanisé à chaud EN ISO 1461 avec :
  - \* Pannes de couverture en profil à froid S-280 GD
  - \* Poteaux
  - \* Echantignoles
  - \* Traverses
  - \* Boulonnerie Galva EN15048 ou EN14399 cl8.8/10.9
- Fourniture et pose du système d'intégration de type Adiwatt Profile EVOLUTION ou équivalent + mise à la terre (via clamps) :
  - \* Chevrons acier avec revêtement + ZM310 suivant norme EN10346 (Magnelis ou équivalent)
  - \* Clamps (fixations par le dessous)
  - \* Gouttières PVC sous modules
  - \* Visserie pour ensemble

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 56 / 67
--	--	-------------	-----------------

- Habillages de rives.
- Gouttières et descentes EP en acier.
- Dauphins EP en fonte.
- Protections mécaniques pour les remontées électriques sur 2.30 m / sol fini.
- Les rails supports pour Armoires électriques et Onduleurs.

Le mode constructif et les types de matériaux seront identiques pour toutes les ombrières.  
Le système d'intégration des modules solaires photovoltaïques devra assurer une étanchéité à l'eau.

Les structures de fixation bénéficiant d'un agrément français ou européen attestant de la qualité, de la sécurité et de la durabilité du procédé seront privilégiées.

Cet agrément pourra être un Avis Technique, un Pass Innovation du CSTB, une ETN ou tout autre certificat équivalent.

Le détail de la solution proposée sera clairement précisé dans l'offre.

Les interfaces entre la structure de fixation et les modules photovoltaïques devront être traitée pour éviter tout risque d'électro-corrosion dû à des couplages galvaniques non compatibles.

#### 01.10.7.0 Système de fixation des modules

Le système de fixation des modules devra permettre leur pose et leur dépose facilement.

Il est précisé qu'il est à la charge de l'Entreprise de faire en sorte que la structure qu'elle apporte soit dimensionnée pour permettre le travail sans danger en tout point du champ PV.

Dimensionnement des fixations à la charge de l'entreprise en tenant compte de la région, de l'exposition au vent, des charges climatiques, etc.

Descriptif du système de pose et note de calcul à fournir pour approbation.

La mise en œuvre sera conforme aux prescriptions du fabricant, aux recommandations du bureau de contrôle, des bureaux d'études et du maître d'œuvre.

L'entrepreneur aura assimilé toutes les contraintes relatives au transport, à la manutention, à la protection des ouvrages, etc.

Conditions de stockage sur site selon possibilités sur chantier et recommandations du fabricant.  
L'Entrepreneur veillera à ce que tous ses déchets soient, au jour le jour, disposés dans les bonnes bennes de tri sélectif.

La prestation comprend toutes les sujétions de parfait calepinage, calage, jonction des modules photovoltaïques entre eux, jonctions avec les ouvrages attenants, etc.

Le système de fixation sera de marque « ADIWATT » de la gamme « Profile EVOLUTION » ou techniquement équivalent.

Le système devra bénéficier d'un avis favorable du bureau de contrôle.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 57 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### 01.10.8 - **Modules photovoltaïques**

L'entrepreneur proposera une installation au moyen de modules silicium monocristallin de 425 Wc de puissance minimum ou équivalent ; les modules seront de marque TRINA SOLAR type TSM-DE09R.08 de 425 Wc minimum à double vitrage, haute fiabilité ou techniquement équivalent bénéficiant d'une garantie constructeur minimale de 15 ans.

Dimensions	:	1762x1134x30mm
Poids	:	21.1 kg
Verre en face avant	:	3,2mm, haute transparence, AR revêtement et verre solaire trempé.
Matériau encapsulant	:	EVA/POE
Cadre	:	30 mm Alliage aluminium anodisé, Noir
Verre en face arrière	:	1,6 mm, verre solaire trempé.
Boîte de jonction	:	Classé IP 68

L'entrepreneur titulaire devra la fourniture et pose de modules photovoltaïques.

L'aspect extérieur des modules (cristaux visibles ou non, couleur des cellules, couleur du cadre éventuel) devra être validé par le CEA.

Une attestation de l'assureur de l'entreprise, attestant de l'assurance décennale pour ce chantier avec ces modules et cette structure de fixation, devra être fournie.

Les modules respecteront la norme CEI 61215, selon attestation d'un certificateur indépendant à fournir avec l'offre.

Les modules avec leurs cellules photovoltaïques devront résister aux conditions décrites ci-après :  
Température des modules : - 40 °C + 85 °C

L'ensemble des modules constituant le générateur photovoltaïque doivent avoir des caractéristiques identiques avec une tolérance positive de 0/+5% sur la valeur de la puissance crête.

Les modules photovoltaïques proposés devront être interchangeables, la tension de fonctionnement maximum devra être clairement spécifiée dans la documentation technique et sur l'étiquette du module.

Elle devra être compatible avec les niveaux de tension présents dans le champ photovoltaïque.

Le module devra comporter :

- Une boîte de connexion ou des connecteurs appropriés au moins IP65.
- Des diodes by-pass (diodes de dérivation)

Toutes les précautions seront prises de manière à éviter tout risque de corrosion par couple électrolytique entre les modules photovoltaïques et selon le cas :

- Les structures porteuses
- Les profils de toiture
- Les éléments porteurs de la charpente, etc.

L'utilisation de modules classe II est imposé avec certification établie par un laboratoire agréé.

Les modules auront une tension nominale compatible avec la tension nominale de service des onduleurs retenus pour leur branchement.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 58 / 67
--	--	-------------	-----------------

### 01.10.9 - **Onduleurs**

L'entreprise devra la fourniture et pose des onduleurs des ombrières nécessaires à la transformation de l'énergie solaire en énergie électrique.

Ils seront adaptés à l'application de type connexion au réseau et pour une utilisation en extérieur.

#### 01.10.9.0 Ombrière 1 et 2

Pour les ombrières 1 et 2 est fait le choix d'onduleur de marque SMA type SUNNY TRIPOWER CORE2 STP 110-60.

Une extension de garantie à 10 ans est demandée.

#### Entrée (DC)

- Puissance max. du générateur photovoltaïque :	165000 Wc STC
- Tension d'entrée max. :	1100 V
- Plage de tension :	MPP 500 V à 800 V
- Tension d'entrée assignée :	585 V
- Tension d'entrée min. / tension d'entrée de démarrage :	200 V / 250 V
- Courant d'entrée max. utile / courant de court-circuit max. par MPP tracker :	26 A (22 A < 600V) / 40 A
- Nombre de MPP trackers indépendants / strings par MPP tracker :	12 / 2

#### Sortie (AC)

- Puissance assignée à tension nominale :	110000 W
- Puissance apparente AC max. :	110000 VA
- Tension nominale AC :	400 V
- Plage de tension AC :	320 V à 460 V
- Fréquence du réseau AC / plage :	50 Hz / 45 Hz `à 55 Hz
60 Hz / 55 Hz à 65 Hz	
- Fréquence de réseau assignée :	50 Hz
- Courant de sortie assigné / Courant de sortie max. :	158,8 A / 158,8 A
- Cos Phy à la puissance assignée/Facteur de déphasage réglable :	1 / 0,8 surexcité à 0,8
sous-excité	
- Taux de distorsion harmonique (THD)	< 3 %
- Phases d'injection / borne AC :	3 / 3-PE

#### Rendement

- Rendement max./rendement européen :	98,6 % / 98,4 %
---------------------------------------	-----------------

#### Dispositifs de protection

- Dispositif de déconnexion côté entrée :	de série
- Surveillance du défaut à la terre :	de série
- Surveillance du réseau :	de série
- Protection inversion de polarité DC :	de série
- Résistance aux courts-circuits AC :	de série
- Dispositif de surveillance des courants différentiels et de défaut :	de série
- Parafoudre AC :	Type 2
- DC protégés :	Type 1-2
- Classe de protection (selon CEI 62109-1) :	I
- Catégorie de surtension (selon CEI 62109-1) :	AC : III ; DC : II
- Protection contre les arcs électriques (AFCI) :	de série

#### Données générales

- Dimensions (L / H / P) :	1117 mm / 682 mm / 363 mm
- Poids :93,5 kg (206,1 livres)	
- Plage de température de fonctionnement :	-30 °C à +60 °C
- Émissions sonores, maximale (1 m) :	78 db(A)
- Autoconsommation (nuit) :	< 5 W
- Topologie :	sans transformateur

## Pôle international de R&D sur les énergies bas-carbone

CEA Cadarache, Institut de Biosciences et biotechnologies d'Aix-Marseille  
Cité des Énergies, bât 1900 • BIAM-UMR 7265 • 13115 Saint Paul lez Durance



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 59 / 67
--	--	-------------	-----------------

- Système de refroidissement : refroidissement actif
- Indice de protection (selon CEI 60529) : IP66
- Valeur max. admise pour l'humidité relative de l'air : 100 %

#### Équipement / Fonction / Accessoires

- Raccordement DC / Raccordement AC : Sunclix / cosse d'extrémité (jusqu'à 240 mm<sup>2</sup>) de série
- Affichage DEL (état/erreur/communication) : 2 ports de série
- Interface Ethernet : Interface Web / Modbus SunSpec
- Interface de données : Montage mural / en rack
- Type de montage : CEI 62109-1/-2, EN50549-1/-2:2018, VDE-AR-N 4105/4110/4120:2018, CEI 62116, CEI 61727, C10/C11 LV2/MV1:2018, CEI 0-16:2019, AS/NZS 4777.2, SI 4777, TOR Erzeuger Typ A/B
- Certificats et homologations :

#### 01.10.9.1 Ombrière 3

Pour l'ombrière 3 est fait le choix de 3 onduleurs de marque SMA type SUNNY TRIPOWER CORE1 STP 50-41.

Une extension de garantie à 10 ans est demandée.

#### Entrée (DC)

- Puissance max. du générateur photovoltaïque : 75000 Wc STC
- Tension d'entrée max. : 1000 V
- Plage de tension : MPP 500 V à 800 V
- Tension d'entrée assignée : 670 V
- Tension d'entrée min. / tension d'entrée de démarrage : 150 V / 188 V
- Courant d'entrée max. / par MPPT : 120A / 20A
- Courant de court-circuit max. par MPP tracker / string : 30A / 30 A
- Nombre de MPP trackers indépendants / strings par MPP tracker : 6 / 2

#### Sortie (AC)

- Puissance assignée à tension nominale : 50000 W
- Puissance apparente AC max. : 50000 VA
- Tension nominale AC : 230/400 V
- Plage de tension AC : 202 V à 305 V
- Fréquence du réseau AC / plage : 50 Hz / 44 Hz à 55 Hz
- Fréquence de réseau assignée : 50 Hz
- Courant de sortie assigné / Courant de sortie max. : 72.5 A / 72.5 A
- Cos Phy à la puissance assignée/Facteur de déphasage réglable : 1 / 0 inductif à 0 capacitif
- Taux de distorsion harmonique (THD) : < 3 %
- Phases d'injection / borne AC : 3 / 3-(N)-PE

#### Rendement

- Rendement max./rendement européen : 98,1 % / 97,8 %

#### Dispositifs de protection

- Dispositif de déconnexion côté entrée : de série
- Surveillance du défaut à la terre : de série
- Surveillance du réseau : de série
- Protection inversion de polarité DC : de série
- Résistance aux courts-circuits AC : de série
- Dispositif de surveillance des courants différentiels et de défaut : de série
- Parafoudre AC : Type 2
- DC protégés : Type 1-2
- Classe de protection (selon CEI 62109-1) : I

### **Pôle international de R&D sur les énergies bas-carbone**

CEA Cadarache, Institut de Biosciences et biotechnologies d'Aix-Marseille  
Cité des Énergies, bât 1900 • BIAM-UMR 7265 • 13115 Saint Paul lez Durance



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 60 / 67
--	--	-------------	-----------------

- Catégorie de surtension (selon CEI 62109-1) : AC : III ; DC : II
- Protection contre les arcs électriques (AFCl) : de série

#### Données générales

- Dimensions (L / H / P) : 569 mm / 733 mm / 621 mm
- Poids : 84 kg (206,1 livres)
- Plage de température de fonctionnement : -25 °C à +60 °C
- Émissions sonores, maximale (1 m) : < 65 db(A)
- Autoconsommation (nuit) : 4.8 W
- Topologie : sans transformateur
- Système de refroidissement : OptiCool
- Indice de protection (selon CEI 60529) : IP65
- Valeur max. admise pour l'humidité relative de l'air : 100 %

#### Équipement / Fonction / Accessoires

- Raccordement DC / Raccordement AC : Sunclix / Borne à vis
- Affichage DEL (état/erreur/communication) : de série
- Interface Ethernet : 2 ports de série
- Interface de données : SMA Modbus/Sun-Spec Modbus/Speedwire, Webconnect
- Certificats et homologations : C10/11:2019, EN50549-1/-2, CE, VDE 0126-1-1, VDE AR-N 4110, VDE AR-N 4105:2018, NRS097-2-1:2017 (A3), CEI 0-16/0-21: 2020, VFR 2019, RD 1699/413, RD 661, TED/749/2020, AS 4777, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 60068-2-x, TOR Erzeuger, G99, NBR 16149

Les onduleurs seront fixés sur le châssis des ombrières sous les modules. L'implantation se fera à une hauteur minimale de 2.50 m et à un endroit protégé de tout risque de collision. Une attention particulière sera portée sur la facilité d'accès pour permettre les interventions du service de maintenance et d'exploitation d'MO.

Les calculs des descentes de charge des ombrières devront prendre en compte le poids de l'ensemble des onduleurs sur leur châssis à fournir et à poser par le présent lot.

Les onduleurs devront impérativement satisfaire les normes en vigueur.

Les onduleurs devront délivrer une onde sinusoïdale, pour être destinés au raccordement au réseau et être conformes aux exigences d'ENEDIS en matière de qualité de signal et de sécurité de déconnexion.

L'entrepreneur aura à sa charge le dimensionnement des ouvrages tant sur le plan quantitatif (nombre d'onduleurs) que sur le plan technique (puissance, capacité, etc...).

La prestation comprend toutes les sujétions de branchement et raccord avec les modules photovoltaïques et protections en amont, les protections et compteurs en aval.

#### 01.10.9.2 Caractéristiques générales

Pour convertir en courant alternatif l'électricité photovoltaïque et pour raccorder l'installation photovoltaïque au TGBT, on utilisera des onduleurs adaptés à la connexion.

Les contraintes établies par le CEA devront être respectées (conditions techniques de raccordement).

Celles-ci concernent surtout la limitation des effets secondaires admis sur le réseau ainsi que celle des harmoniques de même que la déconnexion automatique en cas d'arrêt du réseau.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 61 / 67
--	--	-------------	-----------------

Le soumissionnaire devra préciser dans son offre technique, pour les onduleurs choisis, les caractéristiques suivantes :

- Puissance nominale en régime permanent ;
- Tension nominale d'entrée avec tolérance ;
- Courant d'entrée max
- Tension de sortie avec tolérance ;
- Courbe de rendement en fonction de la charge et le rendement maximum ;
- Type de raccordement des entrées DC ;
- Type d'isolation (galvanique ou autre, ...) ;
- Classe de protection IP
- Consommation

Tous les onduleurs installés doivent disposer d'un certificat de test établi par un organisme certificateur agréé.

**NOTA** : Les chaînes câblées sur un même onduleur seront de même puissance et proviendront de modules photovoltaïques bénéficiant d'un ensoleillement identique (inclinaison/orientation) sauf si l'onduleur dispose d'entrées ayant chacune son étage d'adaptation (dits « MPPT » pour « maximum power point tracker »).

Toute intervention ultérieure sur les onduleurs devra pouvoir se faire en totale sûreté électrique. Dans le cas où les protections le permettant, ne seraient pas incluses aux onduleurs, des organes externes seront mise en place à proximité immédiate.

#### 01.10.9.3 Adéquation champ photovoltaïque / onduleur

L'entrepreneur veillera à la bonne adéquation de la puissance de l'onduleur et de la puissance du champ photovoltaïque pour garantir :

- Un fonctionnement correct sur la plage de tension du champ photovoltaïque (PV) tout au long de la journée.
- L'onduleur doit être capable d'accepter le courant et la tension maximum du champ photovoltaïque.
- Un compromis optimal en termes de rendement. En particulier on devra privilégier les onduleurs dont les courbes de rendement sont les plus élevées sur une plage de taux de charge la plus large.
- L'évaluation du rendement global de l'onduleur devra être calculée conformément à la norme CEI 61683.

#### 01.10.9.4 Fonction de découplage du réseau

L'objectif de la fonction de découplage du réseau est de :

- Éviter d'alimenter un défaut ou de laisser sous tension un ouvrage en défaut,
- Éviter d'alimenter les autres installations raccordées au réseau à une tension ou une fréquence anormale,
- Permettre le ré-enclenchement automatique des ouvrages du réseau

Cette fonction de découplage peut être assurée par un dispositif incorporé à l'onduleur, sous réserve qu'il soit conforme à la norme VDE 0126-1.

Lors de la remise de son offre, l'entreprise fournira un certificat attestant de la conformité de la fonction découplage proposée.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 62 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### 01.10.10 - **Suivi de production**

L'exploitation maintenance pour la production d'électricité consiste non seulement à pérenniser l'installation, mais encore à recueillir et exploiter les données de monitoring de l'installation photovoltaïque afin de maximiser la production d'électricité, en détectant puis corrigeant les écarts constatés avec le prévisionnel de production saisonnier.

Il sera prévu un monitoring des installations permettant de visualiser les caractéristiques principales de l'installation, les valeurs de production d'énergie injectée sur le réseau instantanées et cumulées et le gain en CO2 associé.

Ce système sera composé d'un coffret d'acquisition de données à implanter dans le local BT au R0 du bâtiment et à intégrer au Datalogger SOCOMEC existant. Une liaison RJ45 sera tirée par le titulaire du présent lot entre ce local et le PC de supervision du bâtiment situé devant la porte 50.

#### Les données à visualiser sont :

- Profil de l'installation : vue d'ensemble des principales caractéristiques de l'installation photovoltaïque.
- Comparaison annuelle : aperçu rapide de la production sur toute la durée de fonctionnement.
- Journal de l'installation : accès aux messages des événements.
- Aperçu de l'appareil : caractéristiques et paramètres des appareils dans l'installation photovoltaïque.
- Stockage de données : consolidation des données au bout de 2 ans

Les installations de reprise de données, les sondes de température et d'ensoleillement associées seront à la charge du présent lot avec une interface permettant la liaison sans fil sur l'écran afficheur qui remontera également ces informations. L'écran afficheur, sans fil uniquement, est à mettre en place dans le Hall d'entrée au RDC compris alimentation et raccordements.

Ecran de type **SIEBERT SOLAR XC440** avec extension **XC-BOARD Bridge** ou équivalent.



Le système de monitoring devra récupérer les informations relatives à la production au niveau de chaque onduleur.

Les capteurs de marque suivants fourniront les données au système de supervision :

- Un capteur pour mesurer le flux lumineux instantané, tel un pyranomètre ;
- Un capteur de température ambiante ;
- Un capteur de température des modules photovoltaïques (sonde étalonnée collée à l'arrière d'un module de référence pour chaque zone).

Ils seront de marque SOLAR EDGE ou équivalent, parfaitement compatibles avec la centrale de surveillance.

Les liaisons entre les capteurs et la centrale seront en RS485. Le présent lot devra l'ensemble des interfaces nécessaires à la parfaite acquisition des données (SMA COM GATEWAY ou équivalent).

Le présent lot est alerté sur le fait que la distance entre les ombrières et le coffret d'acquisition est supérieure à 100m. Il devra donc intégrer tous les éléments nécessaires au bon fonctionnement de l'ensemble.

La centrale de surveillance, de contrôle et d'acquisition de donnée à fournir, à câbler et à configurer sera de marque compatible avec les onduleurs de type SMA Data Manager Ennexos avec logiciel Sunny Explorer ou équivalent.



Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 63 / 67
--	--	-------------	-----------------

Le titulaire du présent lot devra fournir et raccorder tout élément permettant la création de ce réseau de surveillance au niveau des onduleurs entre eux et entre les onduleurs et le coffret d'acquisition. Les raccordements seront en fibre optique pour les grandes longueurs > 100 m et devront cheminer distinctement des courants forts afin d'éviter tout risque de perturbations électromagnétiques du signal.

L'ensemble des accessoires nécessaires au bon fonctionnement de la centrale sont due au présent lot (Bloc d'alimentation et sa protection, dispositif de secours de l'alimentation, bornes et borniers, etc..). Cette centrale sera installée à l'intérieur d'une armoire TD PV et éloignée des circuits de puissance courant fort (20 cm minimum).

Un capteur de température ambiante sera installé au plus près de la centrale d'acquisition de donnée (idéalement fixé sur une armoire PV). Il sera positionné à un endroit obligatoirement à l'ombre quel que soit la période de l'année.

Un capteur de mesure de l'irradiation et de la température de cellule sera installé sur l'ombrière au plus près de la centrale d'acquisition de donnée. Dans le cas où la distance devient importante (> à 50m), l'installateur doit s'assurer du bon choix du conditionnement du signal pour permettre une précision acceptable de la mesure. Ce capteur sera fixé à l'horizontale sur un support solide et adaptée. Les câbles de capteur seront systématiquement protégés des UV à l'aide de Gaine ICT UV de section adaptée.

La communication des données de mesures se fera par une liaison en fibre optique avec convertisseurs Ethernet sur le coffret d'acquisition dû par le présent lot.

Le présent lot devra également :

- Liaisons et câblage de l'ensemble de son installation
- La création du disjoncteur d'alimentation de l'afficheur dans le tableau divisionnaire 3 du hall d'entrée.
- Mise en service et le paramétrage, y compris interface avec la supervision SOCOMEC.

#### 01.10.11 - **Signalisation**

##### 01.10.11.0 Identification des composants

Les principaux composants constituant l'installation photovoltaïque devront être identifiés et repérés par des étiquettes facilement visibles et fixées d'une manière durable en correspondance avec les plans et schémas de l'installation :

- Boîtes de jonction ;
- Coffrets DC et AC ;
- Câbles DC et AC (tenant et aboutissant avec repérage des polarités pour les câbles DC) ;
- Onduleurs ;
- Dispositifs de protection et sectionnement ;
- En amont d'onduleur, sur le coffret DC, une étiquette portant la mention « coupure d'urgence entrée onduleur » en lettres rouges sur fond jaune ;
- En aval d'onduleur, sur le coffret AC, une étiquette portant la mention « coupure d'urgence sortie onduleur » en lettres rouges sur fond jaune ;
- Disjoncteurs de branchement ;
- Dispositifs éventuels de coupure d'urgence.

Une étiquette portant la mention « Sectionnement général – Installation photovoltaïque » doit être apposée à proximité de l'Interrupteur-Sectionneur général AC placé en tête de l'installation photovoltaïque.

Tous les appareils installés dans les tableaux électriques seront repérés sur les plastrons par étiquettes gravées précisant clairement le circuit associé. Les câbles devront être repérés par des bagues imperdables.

L'ensemble des repérages sera reporté sur les schémas électriques.

Les armoires seront identifiées par des étiquettes DILOPHANE gravées visées sur la porte.

Le titulaire devra la signalisation réglementaire sur les portes des tableaux.

Les étiquetages devront être conformes à la norme UTE C15-712-1

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 64 / 67
--	--	-------------	-----------------

#### 01.10.11.1 Étiquetage

Pour des raisons de sécurité à l'attention des différents intervenants (chargés de maintenance, contrôleurs, exploitants du réseau public de distribution, services de secours, ...), il est impératif de signaler la présence d'une installation photovoltaïque sur un bâtiment.

##### Étiquetage sur la partie AC

Une étiquette de signalisation située à proximité de l'interrupteur-sectionneur à coupure visible.



##### Étiquetage sur la partie DC

Toutes les boîtes de jonction (générateur PV et groupes PV) et canalisations DC devront porter un marquage visible et inaltérable indiquant que des parties actives internes à ces boîtes peuvent rester sous tension même après sectionnement de l'onduleur coté continu.

Étiquette portant la mention : « Attention, câbles courant continu sous tension » :

- Sur la face avant des boîtes de jonction ;
- Sur la face avant des coffrets DC ;
- Sur les extrémités des canalisations DC à minima.



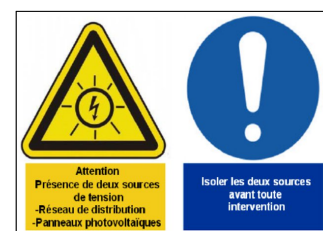
Étiquette portant la mention : « Ne pas manoeuvrer en charge » :

- A l'intérieur des boîtes de jonction et coffrets DC.
- A proximité des sectionneurs-fusibles, parafoudres débouchables ...



##### Étiquetage sur l'onduleur

Tous les onduleurs doivent porter un marquage indiquant qu'avant toute intervention, il y a lieu d'isoler les 2 sources de tension.



#### 01.10.12 - **Mise en route de l'installation**

Pour la mise en route de l'installation photovoltaïque, l'entreprise du présent lot se référera aux prescriptions du fabricant et procédera à la vérification du bon fonctionnement des différents éléments de l'installation.

L'entreprise est tenue d'effectuer tous les essais, réglages et contrôles nécessaires, pour justifier du bon fonctionnement de ses installations, pour la date de réception, afin d'obtenir les certificats d'homologation de l'ensemble de ses installations.

Des mesures et tests seront effectués sur l'installation afin de s'assurer que les modules photovoltaïques fonctionnent comme prévu et que les onduleurs sont en bon état de fonctionnement.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 65 / 67
--	--	-------------	-----------------

Ils consisteront à effectuer des relevés de tension et de courant en sortie des modules et en sortie des onduleurs afin de vérifier que les niveaux de tension, la forme du signal en sortie d'onduleur et les puissances sont conformes aux attentes.

Afin de garantir les performances de l'équipement pendant tout le cycle de vie de l'installation, le titulaire du présent lot devra vérifier :

- intégrité de l'enveloppe (double isolation, indice de protection IP) ;
- conditions de fonctionnement et intégrité de l'appareillage ;
- si une surchauffe est survenue (analyse à la caméra infrarouge de l'état des câbles obligatoire) ;
- vérification des strings de modules avec appareil de mesure en traçant la courbe I(V) (vérification de la productivité) pour détecter la présence de poussière, d'humidité, etc. ;
- contrôle visuel des connexions électriques ;
- test fonctionnel de l'équipement et des auxiliaires ;
- test du contrôleur permanent d'isolement ;
- mesure de la résistance d'isolement.

La recette sur site en fonction des prestations retenues comportera :

- vérification des caractéristiques des équipements ;
- vérification du fonctionnement et des performances de l'installation, mesures de contrôle :
  - \* de la production du champ solaire et de chaque sous-ensemble,
  - \* des chutes de tension dans les câblages,
  - \* du rendement des onduleurs.
- vérification des automatismes de couplage - découplage au réseau ;
- vérification du respect des règles de l'Art dans l'installation du matériel (protections et sécurité).

La mise en service de l'installation photovoltaïque fera partie intégrante d'une procédure exécutée de manière appropriée et conforme aux règles de l'art. Cette procédure sera formalisée par un PV de réception. Le procès-verbal sera établi si aucune observation défavorable n'a été formulée et si la totalité de la documentation DOE / DIUO a été remise. Elle sera réalisée en présence au minimum du maître d'ouvrage ou de son représentant, de l'utilisateur, d'un représentant de l'entreprise adjudicataire. Un bordereau de réception définitive ou provisoire sera signé par l'ensemble des parties à l'issue de cette recette.

#### 01.10.13 - **Prescription particulières des ouvrages**

##### 01.10.13.0 Collecteur et descente eau de pluie

L'installateur doit le dimensionnement, fourniture et la mise en œuvre des collecteurs d'eau de pluie en bas de pente des champs photovoltaïques et des canalisations de descente pour le renvoi des EP en pied de poteaux dans les regards à grilles à prévoir.

Le nombre de descente est mentionné sur plan joint au dossier. Les données relatives aux relevés de précipitations maximale réalisés par Météo – France seront prisent en compte pour le dimensionnement.

Ces descentes seront réalisées en acier, des dauphins en fonte seront prévus.

##### 01.10.13.1 Éclairage des ombrières

Un éclairage par LED sera mis en place en sous-face des panneaux photovoltaïques.

Les niveaux d'éclairement moyens respecteront les niveaux exigés par l'accessibilité PMR.

L'installateur doit la fourniture et pose d'éclairage sous ombrières de technologie LED conforme à la réglementation en vigueur sur le parking.

Luminaire étanche à LED de marque Sylvania type RESISTO 1500 IP66 52W 7600LM 840 IP66, IK08 ou équivalent.

L'éclairage sous les ombrières sera raccordé sur chacun des TD PV et piloté par horloge réglée sur les plages de fonctionnement du centre de CADARACHE

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 66 / 67
--	--	-------------	-----------------

### **01.11 Option- 1: Installation d'une cuve enterrée de récupération des eaux pluviales**

Les soumissionnaires devront chiffrer en option le dimensionnement, la fourniture et l'installation d'une cuve enterrée sous le parking, d'un volume de 100 m³, destinée à la collecte, au stockage et à la redistribution des eaux pluviales issues des ombrières photovoltaïques.

#### Spécifications fonctionnelles :

- Collecte des eaux pluviales : La cuve devra être alimentée exclusivement par les eaux pluviales récupérées depuis les ombrières.
- Stockage et étanchéité : La cuve devra être conçue en matériau durable et résistant à la corrosion, garantissant l'absence de fuites.
- Intégration au réseau d'irrigation : La cuve devra être équipée des systèmes nécessaires permettant la distribution de l'eau sous pression vers le réseau d'irrigation existant.
- Pompage et distribution : L'installation devra inclure une ou plusieurs pompes adaptées au débit et à la pression nécessaires pour assurer une distribution efficace de l'eau.
- Local technique : Un local technique de type "trottoir" devra être prévu pour abriter les équipements électriques et les dispositifs de régulation du système.
- Automatisation permettant le remplissage de la cuve à partir des AEP avec gestion des niveaux haut et bas, à définir avec l'exploitant.

#### Exigences complémentaires :

- Le système devra être conçu pour minimiser l'entretien et permettre un accès aisé pour les opérations de maintenance.
- Les matériaux et équipements devront être conformes aux normes en vigueur.
- Les soumissionnaires devront fournir une note de calcul justificative du dimensionnement des équipements hydrauliques de distribution et électriques.
- Un dispositif de trop-plein devra être prévu pour évacuer l'excédent d'eau en cas de saturation de la cuve.
- Création d'une alimentation de type iC60 pour l'armoire de gestion de la cuve dans le compartiment modulaire du TGBT OKKEN du poste 1902
- Fourniture, la pose et le raccordement du câble d'alimentation de l'armoire de gestion de la cuve, en câble R2V
- Ce câble transitera en enterrant suivant les plans joints, dans les fourreaux existants mis à disposition à savoir 4xTPCØ160 + 4xTPCØ90 + 4xTPCØ63 depuis le poste de transformation 1902 vers la clôture instrumentée, et sous fourreaux mis en place par le présent lot depuis la clôture instrumentée jusqu'aux ombrières et la cuve.
- Le cheminement à l'intérieur du Poste de Distribution est également à devoir par le présent lot, y compris rebouchages et reprises de peinture éventuelles. Le cheminement à l'intérieur du poste devra impérativement être validée par le CEA sur la base des plans d'EXE du présent lot.

Les soumissionnaires préciseront dans leur offre les coûts détaillés liés à cette option, incluant la fourniture, l'installation et la mise en service.

Direction de l'énergie nucléaire Département de support technique et gestion Service technique et logistique	Référence DRF // BIAM / 2025-DO 017	Indice 1	Page 67 / 67
--	--	-------------	-----------------

## **01.12 Option 2 : Armoire GEM 800KVA**

Les soumissionnaires devront chiffrer en option la fourniture, la pose et le raccordement d'une armoire de reprise en secours pour un groupe électrogène mobile de puissance 800KVA et câbles associés, suivant détails ci-après :

- Modification du coffret de reprise en secours existant en façade du poste secours 1903
- Tirage d'une liaison de puissance de type U1000R2V 3P+N+T entre le coffret GEM 800KVA existant et la nouvelle armoire GEM au travers des fourreaux mis à disposition (4TPC Ø160 Rouge + 4TPC Ø90 Rouge)
- Tirage d'une liaison de puissance de type U1000R2V 3P+N+T entre le coffret GEM 800KVA existant et la nouvelle armoire GEM pour alimentation d'une prise de préchauffage GEM, l'alimentation sera prise en parallèle de l'existante dans l'ancien coffret GEM
- Installation d'une armoire GEM de type SPACIAL SF Schneider sur socle hauteur 200 de dimensions minimales H2200xL1600xP550 équipé de 2 portes dont une avec trappe coulissante permettant le passage des câbles vers le GEM composé des équipements suivants :
  - \* Peinture couleur jaune RAL 1028
  - \* Support de type demi coque métallique dimensionné pour supporter les bretelles souples du GEM
  - \* Bornier d'arrivée des câbles de puissance depuis coffret GEM existant de type jeu de barre cuivre capoté dimensionné pour une puissance mini de 800KVA
  - \* Fourniture des bretelles en câble souple de type HO7RNF de longueur 15 m à raccorder sur le bornier d'arrivée de puissance et à lover sur le support métallique cité précédemment
  - \* 1 prise de type MARECHAL DN8 3P+N+T 20A + socle Réf 1984017+198A027 pour le préchauffage du GEM 800KVA
  - \* Les bretelles seront toutes équipées de cosses serties et de repères de câbles aux 2 extrémités
  - \* Pochette porte plan format A4
  - \* Collecteur de terre
  - \* Repérage de l'armoire avec SLT et puissance mini du GEM à installer identique à l'existant