

MAÎTRE D'OUVRAGE :**BATIMENT**

HENRI MAYER
1 ALLEES ANTONIO MACHADO
31998 TOULOUSE

RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT HENRI MAYER DE L'UNIVERSITE JEAN JAURES



3.architectes

ARCHITECTE
 3. ARCHITECTES

59 Rue du Printemps
 31000 TOULOUSE

Téléphone 09 50 72 57 02



BET STRUCTURE
 ISAO – Ingénierie structures

150 Rue Nicolas Louis
 Vauquelin
 31100 TOULOUSE

Téléphone 05 34 51 29 67



BET FLUIDES
 TECHNISPHERE

Place Paul RCHE
 31200 TOULOUSE

Téléphone 05 34 42 20 20



ECONOMISTES
 ETB

86 Rue de Finlande
 81000 ALBI

Téléphone 05 63 54 42 53



BUREAU DE CONTROLE
 BUREAU VERITAS

12 Rue Michel LABROUSSE
 31 100 TOULOUSE

Téléphone 09 69 39 10 09

Lot	Cahier des Clauses Techniques Particulières		
10	PHOTOVOLTAIQUE		
INDICE	MODIFICATION		
A			
REF. AFFAIRE	DATE	PHASE DU PROJET	REDACTEUR
24 - 04	JANVIER 2025	DCE	-

SOMMAIRE

1. PRESCRIPTIONS GENERALES	4
1.1. OBJET	4
1.2. CLASSIFICATION, LABELLISATIONS, PERFORMANCES SPECIFIQUES	4
1.2.1. Classifications réglementaires.....	4
1.2.2. Labellisations, Performances spécifiques, Référentiels.....	4
1.3. TRANCHES OU PHASES	4
1.4. PIECES CONTRACTUELLES	4
1.5. REGLES ET NORMES.....	5
1.6. CARACTERE DU PRIX GLOBAL ET FORFAITAIRE	5
1.7. PRESTATIONS A REALISER.....	5
1.7.1. Etendue des travaux.....	6
1.7.2. Obligations issues des documents communs aux marchés de travaux	6
1.7.3. Obligations de documents et renseignements à fournir avant exécution	6
1.7.4. Obligations administratives, réglementaires et en vue de l'exploitation	7
1.8. PLANNING, COORDINATION ET ORGANISATION DE CHANTIER	7
1.8.1. Planning	7
1.8.2. Coordination des travaux	7
1.8.3. Réunions.....	7
1.8.4. Diffusion des documents	7
1.9. DISPOSITIONS SOCIALES, SANITAIRES ET DE PREVENTION	8
1.9.1. Déclaration obligatoire des sous-traitants.....	8
1.9.2. Protection de son personnel.....	8
1.9.3. Protection des tiers.....	8
1.10. MATERIAUX ET MATÉRIELS	8
1.10.1. Prescriptions relatives aux matériaux et aux fournitures.....	8
1.10.2. Prescriptions relatives aux matériels	9
1.10.3. Avis techniques	9
1.10.4. Suivi des approvisionnements par l'entreprise	9
1.11. STOCKAGE, PROTECTION ET NETTOYAGE.....	9
1.11.1. Stockage.....	9
1.11.2. Protection des ouvrages du présent lot.....	9
1.11.3. Protections des ouvrages de tiers.....	10
1.11.4. Nettoyage.....	10
1.12. OPERATIONS PREALABLES A LA RECEPTION ET RECEPTION.....	10
1.12.1. Autocontrôle.....	10
1.12.2. Opérations Préalables à la Réception.....	10
1.12.3. Réception des ouvrages	11
1.13. DOE - DIUO.....	11
1.13.1. Dossier d'Ouvrages Exécutés (DOE)	11
1.13.2. Dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage	12
1.14. GARANTIES	12
1.14.1. Garantie de parfait achèvement	12
1.14.2. Garantie générale des matériels	12
1.14.3. Garantie biennale et décennale des installations	12
2. DIMENSIONNEMENTS, FONCTIONNEMENT, LIMITES DE PRESTATIONS.....	13
2.1. BASES DE CALCUL ET SPECIFICATIONS TECHNIQUES	13
2.1.1. Tension mise en œuvre – Régime de neutre	13
2.1.2. Chutes de tension	13
2.1.3. Intensités de court-circuit	13
2.1.4. Sélectivité	13
2.1.5. Canalisations	13
2.1.6. Obturation des parois traversées	14
2.1.7. Pose d'équipement dans les cloisons coupe feux.....	14
2.1.8. Etanchéité à l'air	14
2.1.9. Acoustique.....	14
2.1.10. Canalisation extérieure à l'établissement	15
2.1.11. Locaux à risques.....	15
2.1.12. Indices de protection	15
2.2. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES	15
2.2.1. Généralités.....	15
2.2.2. Tableaux de distribution	15
2.2.3. Chemins de câbles.....	16
2.2.4. Canalisations – Conduits	17
2.3. FONCTIONNEMENT DES INSTALLATIONS	18
2.3.1. Contrôles, Essais, Réglages et Mises en service	18
2.3.2. Formation du personnel	19

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

2.4. LIMITES DE PRESTATION	19
2.5. cONSISTANCE DES TRAVAUX	19
3. DESCRIPTION DES PRESTATIONS	20
3.1. DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME.....	20
3.1.1 Composition du système.....	20
3.1.2 Système mis en place.....	20
3.1.3 Limites de prestation.....	20
3.2. TRAVAUX PREPARATOIRES -installations de securite et qualification des intervenants	21
3.2.1. Installation de chantier.....	21
3.2.2. Etudes techniques (à charge entreprise)	21
3.2.3. Vérification des études techniques.....	21
3.2.4. Travaux de percements et rebouchages.....	21
3.2.5. Installations de sécurité et qualification des intervenants	22
3.3. Raccordement au réseau électrique	23
3.4. MISE A LA TERRE ET LIAISONS EQUIPOTENTIELLES	23
3.4.1. Mise à la terre fonctionnelle et liaison équipotentielle d'une polarité de la partie courant continu	23
3.4.2. Partie courant alternatif	24
3.4.3. Liaison équipotentielle- onduleur	24
3.5. PROTECTION CONTRE LA FOUDRE	24
3.5.1. Choix du parafoudre sur circuit courant continu (liaison champ photovoltaïque)	25
3.5.2. Choix du parafoudre sur circuit courant alternatif.....	25
3.6. CAPTEURS PHOTOVOLTAÏQUES ET INTEGRATION AU BATI	25
3.6.1. Modules photovoltaïques.....	26
3.6.2. Fixation des panneaux et structures.....	26
3.7. Onduleurs et optimiseurs	28
3.7.1. Onduleurs.....	28
3.7.2. Optimiseurs.....	29
3.8. Cheminements	29
3.8.1. Chemin de câbles	29
3.8.2. Gaines	30
3.8.3. Caissons coupe-feu	30
3.8.4. Cheminements des câbles	30
3.9. PARTIE COURANT CONTINU (DC)	31
3.9.1. Câblage de la partie courant continu	31
3.10. PARTIE ALTERNATIVE	37
3.10.1. Câblage	37
3.10.2. Tableaux électriques.....	38
3.10.3. Comptages et GTC.....	38
3.10.4. ARRET D'URGENCE	39
3.11. AFFICHAGE - PLATEFORME DE SUPERVISION MISE EN SERVICE DOE.....	39
3.11.1. Affichage et plateforme	39
3.11.2. Mise en service	40

1. PRESCRIPTIONS GENERALES

1.1. OBJET

Le présent document constitue le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) pour les travaux de l'opération suivante :

- Projet : Réhabilitation énergétique du bâtiment Henry Mayer à l'Université Jean Jaurès
- Maître d'Ouvrage : UNIVERSITE DE TOULOUSE 2
- Lot : PHOTOVOLTAIQUE

Le CCTP a été rédigé par le Bureau d'Etudes TECHNISPHERE, en charge au sein de la Maitrise d'Œuvre de ce lot.

1.2. CLASSIFICATION, LABELLISATIONS, PERFORMANCES SPECIFIQUES

1.2.1. Classifications règlementaires

- Sécurité contre l'incendie : Code du travail
- Règlementations thermiques applicables : Existant élément par élément

1.2.2. Labellisations, Performances spécifiques, Référentiels

- Sans objet

1.3. TRANCHES OU PHASES

Le projet fera l'objet d'une livraison globale, sans tranches ni phases.

1.4. PIECES CONTRACTUELLES

Outre les pièces générales relatives aux marchés de travaux, la liste des pièces contractuelles est définie dans les pièces générales du marché. Elle peut contenir :

- Les pièces administratives (cahier des clauses administratives particulière CCAP – acte d'engagement AE)
- Les rapports initiaux du Bureau de Contrôle, du SPS et du coordinateur SSI
- Le cahier des clauses techniques commun à tous les lots
- Le cahier des clauses techniques particulières (CCTP) du présent lot,
- Les cahiers des clauses techniques des autres lots
- Les documents graphiques de définition architecturale : plans, coupes, façades, carnets de détails
- Les plans techniques du présent lot
- Les plans techniques des autres lots
- Les plans, rapports et documents divers relatifs au site et aux existants
- Les rapports spécialisés : géotechnique, amiante, acoustique, environnement, labellisation, etc....
- Tout autre document listé dans les pièces générales
- Le cadre de décomposition du prix global et forfaitaire (CDPGF), dument renseigné par l'entreprise

La liste a été établie par ordre hiérarchique des pièces. En cas de divergence entre divers documents, ce sont les dispositions du document cité en premier qui prévalent. Cela signifie notamment que :

- Les prescriptions des pièces administratives ou du CCTP commun prévalent sur celles du présent CCTP
- Les plans d'architecture prévalent sur ceux du présent lot

Toute indication est valable et exécutoire dès lors qu'elle est portée sur l'un des documents contractuels et non contredite par un document plus important.

Les prestations définies, par le présent CCTP et les plans techniques du lot, sont intégralement dues. Si des indications dans les pièces générales vont à l'encontre, l'entreprise informera le bureau d'études et s'en remettra à son arbitrage. Dès lors qu'elle n'a pas souligné la contradiction lors de la remise de son offre, l'entreprise ne pourra pas faire valoir la contradiction pour se dispenser de réaliser les travaux selon l'arbitrage de la Maitrise d'Œuvre.

Concernant le CDPGF, ses prix unitaires ont valeur de référence en cas de travaux modificatifs et sa trame sera utilisée pour les demandes d'acomptes mensuels. Les quantités demeurent indicatives. Des quantités mises en œuvre supérieures à celles mentionnées dans le CDPGF ne sauraient remettre en cause le montant global et forfaitaire du marché. Ceci, même si les quantités ont été portées par le Maître d'Œuvre, l'entreprise est supposée avoir procédé à leur vérification avant remise de son offre.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

1.5. REGLES ET NORMES

Les travaux et installations doivent être réalisés dans le respect de l'ensemble des textes réglementaires en vigueur, notamment :

- Les textes législatifs, décrets et arrêtés
- Les divers codes de l'urbanisme, de la construction et de l'habitation, du travail, de l'environnement, de l'énergie, etc...
- Les règlements d'accessibilité et de sécurité contre l'incendie
- Le règlement sanitaire départemental et communal s'il a été édicté
- La réglementation thermique
- La réglementation électrique
- Les divers Cahiers des Clauses Techniques Générales
- Les normes AFNOR ou CE
- Les Documents Techniques Unifiés
- Les Avis Techniques des produits

Les installations seront réalisées dans le respect des préconisations de l'ensemble des concessionnaires et suivant les règles de l'art.

Le marché intègre l'ensemble des prestations réglementaires applicables au jour de la remise de l'offre. Si durant l'exécution de nouvelles dispositions deviennent applicables aux travaux en cours, l'entreprise aura obligation de livrer des installations conformes. Elle informera la Maitrise d'Œuvre de l'évolution réglementaire et de ses incidences avant de mettre en œuvre les modifications.

Les prescriptions du présent CCTP s'appliquent si elles correspondent ou vont au-delà des exigences réglementaires. Dans le cas contraire, le respect de la réglementation s'impose.

1.6. CARACTERE DU PRIX GLOBAL ET FORFAITAIRE

Le marché est à prix global et forfaitaire, avec des installations livrées complètes, en parfait état de finition et de fonctionnement.

Lors de l'étude de prix sur laquelle repose son offre, l'entreprise a pris en considération :

- L'ensemble des pièces contractuelles et non uniquement celles relatives à son lot
- Les lieux, avec l'organisation qui en découle pour ses conditions d'accès, d'approvisionnement, de réalisation, de protections d'ouvrages, etc...
- Toutes les prestations d'études et d'encadrement nécessaires au bon déroulement de son marché, inclues toutes les prestations de fournitures d'échantillons de réalisation de témoins, d'essais et de mise en service, etc...

Tous les frais annexes tels frais de voirie, de clôture ou palissade, de gardiennage de branchements provisoires, de consommation d'eau, d'électricité, de prorata, de signalisation, de taxes, d'assurances et tout autre frais relatifs à l'exécution des travaux, ainsi que les frais d'assurance, qu'ils soient ou non explicités dans les pièces générales.

L'entrepreneur ne pourra invoquer une quelconque méconnaissance d'éléments ci-avant ou d'autres assimilables pour demander un ajustement du prix global et forfaitaire.

De même :

- L'Entrepreneur possède une parfaite connaissance des règles de l'art et des obligations réglementaires pour le lot auquel il a soumissionné et pour lequel il est sachant. Aussi, son prix global et forfaitaire intègre sans exception ni réserve tous les travaux nécessaires à l'achèvement complet des ouvrages de son lot, qu'ils soient ou non explicitement mentionnés dans les pièces de son marché.
- Les observations du bureau de contrôle, du SPS, ou de la Maitrise d'Œuvre relèvent du respect des exigences réglementaires, des règles de l'art ou de l'application des prescriptions. La prise en compte de ces observations fait partie intégrante du marché global et forfaitaire.

1.7. PRESTATIONS A REALISER

L'entrepreneur titulaire du marché est réputé connaître :

- La nature, la qualité, les caractéristiques, les dimensions, l'importance, la nature de tous les ouvrages indiqués aux plans, au CCTP et dans l'ensemble des pièces contractuelles.
- Les clauses, conditions et prescriptions des documents du dossier d'appel d'offres
- Les textes de réglementation de toute nature, applicables en la matière et plus particulièrement ceux relatifs à la protection contre l'incendie, la sécurité des personnes, l'accessibilité, le code du travail, etc...

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

L'entreprise devra la fourniture, le transport, la mise en œuvre de tous matériaux et matériels nécessaires à la réalisation parfaite et complète de tous les ouvrages de son corps d'état.
Elle devra exécuter comme étant compris dans son forfait, sans exception ni réserves, tous les travaux de sa profession indispensables au parfait achèvement de l'ouvrage, et ce, quelles que soient les quantités d'ouvrages énoncés dans son offre.

1.7.1. Etendue des travaux

L'étendue des travaux à réaliser est décrite dans les titres 2 et suivants du présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) et par l'ensemble des pièces du marché exposées plus haut dans l'article « PIECES CONTRACTUELLES ».

La réalisation de ces travaux inclut les obligations liées aux documents communs aux marchés de travaux, aux obligations administratives et réglementaires, aux documents préparatoires, telles que développées ci-dessous. De manière générale la réalisation inclut toutes les obligations nécessaires au parfait achèvement des ouvrages dans le respect de la réglementation, des directives reçues sur chantier, des travaux des autres corps de métiers et des règles de l'art

1.7.2. Obligations issues des documents communs aux marchés de travaux

- Respect des dispositions stipulées dans le CCAP, définies par le Cahier des Clauses Techniques Particulières à tous les corps d'état ou dans les autres pièces du marché dans le respect des ordres de prééminence.
- Les moyens humains et matériels nécessaires au respect du planning enveloppe et du planning détaillé d'exécution
- Les prestations décrites dans la convention de compte-prorata,
- Les prestations liées aux rapports du bureau de contrôle : les observations formulées dans le rapport initial de contrôle technique (RICT) font partie intégrante du marché. Il en de même pour toutes les observations du Bureau de Contrôle en phase de réalisation jusqu'à l'aboutissement au Rapport Final de Contrôle Technique sans réserve. L'entreprise devra donc prendre en considération chaque observation du bureau de contrôle et y satisfaire.
- Les prestations liées aux documents émis par le coordonnateur SPS, coordinateur SSI ou tout autre intervenant missionné par le Maître d'Ouvrage.
- Les prestations liées aux spécifications de l'utilisateur, l'exploitant ou tout autre intervenant qui seraient stipulées dans les pièces du marché. En cas de demandes d'utilisateurs contraires aux pièces du marché, l'entreprise sollicitera l'avis de la Maitrise d'Œuvre avant prise en compte.
- La présentation d'échantillons demandés par la Maitrise d'Œuvre
- La réalisation d'ouvrages témoins, ou prototypes, selon directives de la Direction de travaux
- Les prestations liées à l'atteinte d'une labellisation, d'une performance spécifique ou d'un référentiel mentionné dans les pièces contractuelles

1.7.3. Obligations de documents et renseignements à fournir avant exécution

- La vérification avant commencement des travaux des côtes des plans, coupes etc... avec indication au Maître d'Œuvre de toutes les erreurs ou omissions que l'entrepreneur pourrait constater et les propositions de tout changement qui serait éventuellement à opérer.
- Les documents d'études complémentaires à ceux fournis par le Maître d'œuvre dans le dossier Marché, (plans, notes de calculs, de dimensionnements, notices de matériels, etc...) ; Ces plans et dessins seront établis à une échelle en rapport avec les dimensions des ouvrages afin de faire apparaître clairement tous les détails de l'exécution. Ils seront cotés et indiqueront toutes les dimensions, sections, diamètres etc. utiles.
- Les plans de réservation à fournir au lot Gros-Œuvre ou à un autre corps d'état.
- Les plans d'atelier, de détail et de chantier,
- Les plans de calepinage des équipements en plafond, faux-plafonds et également sur les parois murales (interrupteurs, boîtiers de commandes, de coupures, d'arrêts d'urgence...etc...)
- Les besoins demandés aux autres corps d'état, notamment les puissances électriques, encombrements, trappes de visites, raccordements de réseaux, ouvrages de génie civil, etc...
- Les différents procès-verbaux émis par les organismes homologués, notamment pour le matériel contribuant à la sécurité contre l'incendie.

Les travaux ne pourront être commencés avant l'approbation de ces documents par le Maître d'Œuvre.

Cette approbation ne diminuera en rien la responsabilité de l'entrepreneur qui reste pleine et entière.

En cas de réalisation sans approbation, l'entreprise ne pourra refuser la dépose ou reprise de ses ouvrages si la Maitrise d'Œuvre le considère nécessaire.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

1.7.4. Obligations administratives, réglementaires et en vue de l'exploitation

- Les démarches complémentaires à celles effectuées par la maîtrise d'œuvre auprès des organismes extérieurs notamment commission de sécurité, services administratifs, services techniques et concessionnaires
- Les démarches auprès des organismes certificateurs
- Les certificats de conformité des installations
- L'obtention du CONSUEL pour les installations électriques mises en œuvre
- La fourniture des notices, plans et schémas des installations, avant exécution
- La formation du personnel pour l'exploitation et la maintenance
- Les dossiers de récolements tels que définis dans l'article correspondant (DOE)
- Le dossier d'intervention ultérieur sur ouvrages (DIUO), visant à permettre l'utilisation, l'exploitation, et la maintenance des équipements et installations.
- Tous frais ou prestations, mêmes non énumérées ci-dessus, mais nécessaires à la régularité administrative, documentaire ou à l'exploitation.
- L'ensemble des garanties telles que définies à l'article correspondant et notamment celle de bon fonctionnement des installations.

1.8. PLANNING, COORDINATION ET ORGANISATION DE CHANTIER

1.8.1. Planning

L'entreprise fournira pendant la période de préparation du chantier les durées de chacune de ses tâches, leur enclenchement et le planning détaillé qui en découle, lequel sera en cohérence avec le planning enveloppe du marché.

Ce planning détaillé devra faire apparaître les tâches relatives aux ouvrages eux même, mais aussi aux éléments préparatoires tels production des notes de calcul, des plans d'exécution ou de chantier, des propositions de matériels, des dates au plus tard de leurs commandes, etc...

Ce planning intégrera également les délais nécessaires aux essais et mises en service.

Pour chaque tâche et globalement pour l'opération, le planning indiquera le nombre d'heures de travail prévisionnelles.

L'entrepreneur devra mettre en œuvre tous les moyens matériels et le personnel nécessaire pour respecter les délais d'exécution contractuels.

Les incidences consécutives aux travaux en heures supplémentaires, heures de nuits etc....nécessaires pour respecter les délais d'exécution ou liées à des contraintes sur les existants font partie intégrante du marché.

1.8.2. Coordination des travaux

Le planning de l'entreprise sera intégré dans un planning général à l'ensemble des corps d'états. Les arbitrages et ajustements permettant la bonne coordination des travaux relèveront de la Maitrise d'Œuvre ou du Pilote de chantier.

L'entreprise participera aux réunions de planning et de coordination, apportera toutes indications nécessaires sur les attendus des autres lots préalables à la réalisation de chacune de ses tâches.

Ce planning tous corps d'états sera soumis à acceptation de l'entreprise qui contribuera donc à sa mise au point, sans pouvoir prétendre à une prolongation de durée globale des travaux.

Après signature, ce planning d'exécution détaillé deviendra contractuel.

L'entreprise devra mettre en œuvre tous les moyens matériels et le personnel nécessaire pour respecter les délais d'exécution contractuels. Il devra également prendre ses dispositions pour se coordonner avec les autres entreprises et ne pas entraver leur avancement.

1.8.3. Réunions

Les intervenants mandatés par le Maître d'Ouvrage – Maître d'œuvre – OPC – coordinateur SPS ou SSI, etc... - organiseront les réunions et visites qui leur semblent nécessaires à la bonne conduite du chantier.

Lorsqu'elle sera convoquée l'entreprise devra participer à ces réunions et y apporter sa contribution par la connaissance des prestations de son marché et des contraintes spécifiques à son corps de métier.

1.8.4. Diffusion des documents

Les modalités de diffusion des documents seront définies en début de chantier par la Direction de Travaux. L'entreprise se conformera à ces modalités.

Si aucune modalité particulière n'est imposée l'entreprise soumettra à la Maitrise d'œuvre avant un premier envoi sa proposition de méthodologie de diffusion.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

1.9. DISPOSITIONS SOCIALES, SANITAIRES ET DE PREVENTION

1.9.1. Déclaration obligatoire des sous-traitants

L'entreprise ne peut sous-traiter aucun des travaux qui lui ont été notifiés sans accord préalable écrit du Maître d'Ouvrage. La sous-traitance n'exonère en rien l'entreprise de sa responsabilité technique et d'encadrement. L'entreprise titulaire est tenue de déclarer toute société à qui elle sous-traite une partie des travaux du Marché, conformément à la législation et selon des modalités définies par le CCAP ou à convenir avec le Maître d'Ouvrage.

Cette déclaration devra être faite lors de la remise des offres ou à tout moment du déroulement du marché avant toute intervention du sous-traitant, à minima 3 semaines avant que son intervention ne soit effective.

Aucune présence de sous-traitant sur chantier n'est admise sans agrément préalable du Maître d'Ouvrage.

1.9.2. Protection de son personnel

L'entreprise a obligation de prendre toutes dispositions visant à préserver la santé de son personnel contre les risques d'accidents ou de maladie.

Ces mesures respecteront les dispositions fixées dans l'organisation du chantier par le coordinateur SPS, la Maîtrise d'Œuvre ou tout autre intervenant mandaté par le Maître d'ouvrage.

Mais ces mesures de chantier ne sauraient être limitatives. Il appartiendra à l'entreprise :

- De signaler tout manquement
- De prendre ses dispositions propres pour respecter l'ensemble des dispositions sociales, sanitaires et de prévention en vigueur.
- De définir une méthodologie précise d'intervention et de prévention pour les travaux nécessitant des préventions spécifiques, tels interventions en vide sanitaire, en hauteur ou dans des espaces confinés.

1.9.3. Protection des tiers

Au-delà de son propre personnel, l'entreprise prendra toutes dispositions afin que ses interventions ne créent pas de risque potentiel pour le personnel des autres entreprises intervenant sur chantier et de manière générale, pour toute personne présente sur site.

Pour toute intervention susceptible de nécessiter une prévention spécifique ou des précautions de la part d'autres entreprises, l'entrepreneur du présent lot informera au préalable le coordinateur Sécurité, la Direction de Travaux et les entreprises concernées, il obtiendra avant réalisation de la tâche la validation du coordinateur Sécurité.

1.10. MATERIAUX ET MATÉRIELS

1.10.1. Prescriptions relatives aux matériaux et aux fournitures

Tous les matériaux et fournitures devront être mis en œuvre conformément aux prescriptions des fabricants. Ils seront toujours neufs, de première qualité et ne présenteront pas de défauts susceptibles d'altérer leur propre pérennité ou l'aspect de l'ouvrage.

Ils seront certifiés CE, avec une traçabilité permettant de retrouver leurs références, provenances et lots de fabrication.

Ils bénéficieront chaque fois que possible de Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES). Les résultats d'analyse du cycle de vie du matériau que présentent ces fiches seront pris en considération dans le choix du matériau retenu.

Pour tout matériau ou fourniture n'ayant pas fait l'objet d'un Visa favorable avant mise en œuvre, l'appréciation de la conformité au CCTP ou de l'adéquation à son usage relèvera du Maître d'Œuvre. En cas de refus par ce dernier, l'entrepreneur devra remplacer les matériaux ou fournitures considérés non équivalents ou non adaptés. En cas de matériaux douteux, mauvaise exécution ou malfaçon dont l'entreprise conteste le bien-fondé, le Maître d'Œuvre peut faire procéder après accord du Maître d'Ouvrage, à des prélèvements ou expertises par un organisme extérieur.

Si les conclusions de cet intervenant confirment les doutes de la Maîtrise d'œuvre, les frais inhérents à cette intervention seront à la charge de l'entreprise.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

1.10.2. Prescriptions relatives aux matériels

Les matériels devront être mis en œuvre conformément aux prescriptions des fabricants.

Dès lors que le fabricant le préconise, la mise en service du matériel concerné devra être assurée par le fabricant lui-même ou par une station technique agréée.

Les matériels seront certifiés CE, avec fiche d'identification jointe au DOE permettant de retrouver leur origine et références de fabrication.

En complément des descriptions techniques, une marque est pour certains produits nommément citée dans le CCTP. Cette citation vise à illustrer le niveau qualitatif minimal attendu. Sauf stipulation contraire dans l'article correspondant, la marque citée est à considérer accompagnée de la mention " ou techniquement et esthétiquement équivalent ". Les entrepreneurs auront la faculté de faire agréer par le Maître d'Œuvre un produit d'une autre marque sous réserve que ce produit soit en tous points équivalent à celui prescrit ou plus performant. En aucun cas, l'entrepreneur ne pourra substituer des matériels de son choix à ceux prévus au présent CCTP sans accord du Maître d'Œuvre.

Le mémoire technique que l'entreprise a pu fournir à l'appui de son offre visait à apprécier la qualité globale de cette dernière. L'acceptation de son offre ne vaut aucunement Visa des matériels mentionnés dans le mémoire technique.

L'entreprise a obligation de fournir du matériel conforme en tous points au CCTP. Cette conformité se traduit par le Visa du Maître d'Œuvre durant la préparation de chantier. En aucun cas, l'entreprise ne pourra arguer la citation d'un matériel dans son mémoire technique accompagnant l'offre pour contester un refus du Maître d'Œuvre dans le cadre des Visas si ce matériel n'est pas en tous points équivalent à celui prescrit.

1.10.3. Avis techniques

Pour tous produits soumis à un avis technique du C.S.T.B., l'entrepreneur ne pourra mettre en œuvre que des produits titulaires de cet avis et il devra toujours être en mesure, à la demande du Maître d'Œuvre, d'apporter la preuve de cet avis technique.

L'entrepreneur sera également tenu de produire à toutes demandes du Maître d'Œuvre les procès-verbaux d'essais ou d'analyses de matériaux établis par les organismes qualifiés. A défaut de production de ces procès-verbaux, le Maître d'Œuvre pourra refuser l'ouvrage ou prescrire des essais, analyses sur prélèvements, qui seront entièrement à la charge de l'entrepreneur.

Les avis techniques doivent avoir fait l'objet d'un avis favorable des assureurs.

1.10.4. Suivi des approvisionnements par l'entreprise

L'entreprise assure un contrôle interne de ses approvisionnements :

- Elle réceptionne chaque livraison et s'assure que les produits livrés sont conformes à sa commande, aux normes et aux spécifications complémentaires éventuelles du marché.
- Elle informe de toute anomalie de livraison mais en aucun cas ne met en œuvre un produit reçu qui ne serait pas strictement conforme à celui commandé et visé.

1.11. STOCKAGE, PROTECTION ET NETTOYAGE

1.11.1. Stockage

L'entreprise organise ses approvisionnements afin de limiter les stockages sur chantier.

Ses stockages sont réalisés conformément aux dispositions générales convenues pour l'ensemble des corps d'état. L'entreprise s'assure que les fournitures sensibles aux agressions des agents atmosphériques ou aux déformations mécaniques sont convenablement protégées. Elle s'assure également qu'elles sont protégées contre les risques d'empoussièrement, à défaut il assure lui-même cette protection.

Les conduits et canalisations devant être stockés sur chantier sont obturés.

L'entreprise s'assure que ses stockages ne gênent pas les autres corps de métiers et que l'évolution d'avancement du chantier ne les expose pas aux salissures et dégradations.

1.11.2. Protection des ouvrages du présent lot

L'entrepreneur est entièrement responsable de ses approvisionnements et de ses ouvrages jusqu'à la réception des travaux. Cette responsabilité est valable qu'elle que soit la cause de la dégradation ou disparition d'un ouvrage, qu'il s'agisse de détournements, dégradations ou détériorations.

Il lui revient d'apprécier les risques auxquels sont exposés ses ouvrages et de les protéger en conséquence.

Dans tous les cas, l'intégralité des ouvrages prévus au marché devront être livrés au Maître d'Ouvrage, parfaitement propres et dans un état neuf, sans aucune dégradation.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

1.11.3. Protections des ouvrages de tiers

Au-delà de ses propres ouvrages, l'entrepreneur doit protéger les ouvrages existants ou appartenant à d'autres corps d'état susceptibles d'être souillés ou détériorés par ses interventions.

L'entreprise informera préalablement à son intervention le corps de métier concerné pour valider avec lui les protections mises en œuvre et la possibilité d'intervenir.

Si l'entreprise est responsable de dommages sur des ouvrages ne lui appartenant pas, la remise en état ou remplacement de ces ouvrages sera demandé à qui ils appartiennent, au frais de l'entrepreneur du présent lot responsable de la dégradation, sans que celui-ci puisse s'y opposer.

1.11.4. Nettoyage

Si des directives relatives au nettoyage sont données par la Direction de Travaux pour le présent lot ou pour l'ensemble des corps d'état, le titulaire du présent lot devra strictement les respecter.

Sous réserve qu'elles n'aillent pas à l'encontre des directives ci-avant, l'entreprise devra à minima assurer les nettoyages suivants.

Durant le chantier l'entreprise devra toujours, immédiatement après exécution de ses travaux, procéder à l'enlèvement des gravois de ses travaux et au balayage des locaux.

Il sera formellement interdit de jeter des gravois par les ouvertures des façades, mais ils devront toujours être évacués, soit par goulotte, soit en sacs ou par seaux.

Le chantier devra toujours être maintenu en parfait état de propreté, et l'entrepreneur devra prendre ses dispositions à ce sujet. Il ne pourra se soustraire aux demandes de nettoyage qui lui seront demandées par la direction de travaux, laquelle à défaut d'un état de propreté satisfaisant pourra faire procéder à des nettoyages par des sociétés spécialisées aux frais du présent lot.

Pour la mise en service, sauf pour des prestations clairement stipulées dans le CCTP d'un autre corps d'état, l'entreprise aura à charge le nettoyage soigné de mise en service et de livraison :

- Ce nettoyage devra faire disparaître toutes tâches de peinture, d'huile, de plâtre, de ciment, etc... Toutes les fournitures utiles à l'exécution de ce nettoyage seront à la charge de l'entrepreneur.
- Les produits employés (solvants, décapants etc.) les procédés mis en œuvre (grattage, ponçage etc.) devront être appropriés, afin de ne pas provoquer l'altération des ouvrages nettoyés eux-mêmes ou de leur état de surface (pli, brillant).
- Pour tous les revêtements non traditionnels (sols thermoplastiques etc..) il y aura lieu de se référer aux indications données par le fabricant.
- Avant réception, le présent lot aura à sa charge le changement des filtres, l'inspection des réseaux et leur remise en parfait état de propreté, le contrôle de l'étanchéité des réseaux.

1.12. OPERATIONS PREALABLES A LA RECEPTION ET RECEPTION

1.12.1. Autocontrôle

L'entreprise est tenue d'effectuer ses propres autocontrôles, tant pour vérifier qu'elle a mis en œuvre l'intégralité des prestations dues dans le cadre de son marché que pour vérifier la qualité de cette mise en œuvre.

Ces autocontrôles porteront sur les ouvrages eux même mais aussi sur les réglages et essais, tels que définis aux titres 2 et suivants.

Ce n'est qu'après avoir considéré son autocontrôle comme satisfaisant que l'entreprise pourra solliciter le Maître d'Œuvre pour qu'il procède à ses propres vérifications dans le cadre des OPR (Opérations Préalables à la Réception).

1.12.2. Opérations Préalables à la Réception

La Direction de Travaux fixera les modalités de réalisation des Opérations Préalables à la Réception.

Les prestations d'OPR ne seront engagées qu'après indication par l'entreprise que ses autocontrôles sont achevés et concluants.

En cas d'avancement considéré insuffisant, le Maître d'Œuvre pourra suspendre ses vérifications et ne les reprendre qu'après attestation d'achèvement par l'entreprise. Cette dernière demeurera totalement responsable des retards qui pourraient découler des décalages dans les OPR en raison d'un niveau d'achèvement insuffisant. L'entreprise mettra à la disposition de la Maitrise d'Œuvre les moyens humains, matériels, de mesure et documentaires permettant de mener à bien cette mission de vérification.

Les observations émises dans le cadre des OPR devront être systématiquement prises en considération par l'entreprise et traitées dans un délai fixé par le Maître d'Œuvre.

L'entreprise établira et renseignera des fiches de suivi avec quitus des observations traitées.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

1.12.3. Réception des ouvrages

L'entreprise respectera les modalités définies par la Direction de Travaux pour la réception des ouvrages. La réception constitue le transfert de propriété au Maître d'Ouvrage, elle clôture la phase d'OPR. Sa date constitue le point de départ des diverses garanties et des décomptes de respect du planning. Les observations émises durant la phase d'OPR et non levées deviendront des réserves annexées au PV de réception. Ce dernier fixera le délai dans lequel les réserves devront être levées. Avant expiration de ce délai, l'entreprise devra transmettre son quitus attestant que chaque réserve est levée. Si le Maître d'Œuvre procède à une vérification contradictoire de la levée des réserves, l'entreprise devra participer à ces vérifications et fournir tous éléments justificatifs des interventions faites et tous moyen permettant le contrôle.

1.13. DOE - DIUO

1.13.1. Dossier d'Ouvrages Exécutés (DOE)

À la réception ou à une date fixée par la Direction des Travaux, l'entreprise devra fournir les Dossiers d'Ouvrages Exécutés (DOE).

Ces dossiers regroupent les informations relatives aux travaux tels que réalisés et doivent permettre au Maître d'Œuvre de disposer de l'ensemble des éléments en vue de la maintenance ou de futurs travaux modificatifs.

L'entreprise portera donc une attention particulière à leur constitution qui devra être structurée et de présentation claire. Les éléments fournis comprendront à la fois :

- Un sommaire
- Les plans et coupes des ouvrages tels que réalisés
- Les synoptiques des installations, avec repérage des matériels
- Une nomenclature du matériel installé : marque, type, modèle, localisation, liste de fournisseurs de matériels et d'équipements avec adresse, téléphone
- Les fiches techniques des matériels et matériaux installés rédigées en français. Ces fiches devront faire apparaître de manière claire le modèle mis en œuvre
- Les notices de fonctionnement des équipements, avec codes d'accès aux machines le cas échéant
- Les références, marquages, classements au feu et étiquetages des équipements
- Les attestations de fonctionnement de l'AQC
- Les fiches de mise en service délivrées par les fabricants
- L'ensemble des résultats de recettes et essais
- Les états des réglages et paramétrages
- Les schémas électriques des armoires
- Les attestations CONSUEL
- L'attestation de garantie biennale et décennale applicable à cette opération
- Les indications nécessaires à la maintenance et l'exploitation
 - o Tableau d'entretien des équipements,
 - o Instruction de maintenance,
 - o Fréquence de révision,
 - o Liste des pièces d'usure et de rechange,
 - o Liste des ingrédients à approvisionner couramment,
 - o Liste des outillages spéciaux nécessaires.
 - o Liste et fiches GMAO
- Tout autre document apportant des indications relatives aux installations livrées pouvant être utiles à leur exploitation future.

Les plans, schémas et synoptiques seront fournis :

- Au Format natif (DWG ou REVIT) et au format PDF pour la version numérique sur disque dur externe
- En couleur pour la version papier
- Devront respecter la charte graphique bâtiment du DEPARTEMENT de la GIRONDE

Les DOE seront fournis sous formats numérique et papier, en nombre et selon des modalités qui seront fixées par la Maîtrise d'Œuvre.

L'entreprise soumettra une version informatique du DOE à approbation de la Maîtrise d'Œuvre avant diffusion définitive.

La Maîtrise d'Œuvre appréciera la recevabilité ou non du dossier. Dans la négative, le dossier sera rejeté globalement, sans que la Maîtrise d'Œuvre n'ait à étayer les raisons du refus ni à préciser le détail des modifications à apporter.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

1.13.2. Dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage

Le Dossier d'Intervention Ulérieure sur l'Ouvrage (DIUO) vise à permettre la maintenance. Il regroupe les informations destinées à faciliter la prévention des risques lors des interventions ultérieures, notamment lors de l'entretien de l'ouvrage.

Ce dossier devra satisfaire dans sa teneur et ses modalités de diffusion aux directives du coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé et être validé par lui.

Il devra notamment comprendre :

- Le dossier d'utilisation, d'exploitation, de maintenance des équipements et installations avec notices détaillées regroupant toutes les documentations de mise en service et d'entretien des matériels installés ainsi que tous les schémas, notes ou documents nécessaires à la compréhension du fonctionnement
- Les dispositions relatives aux travaux ultérieurs
- Les dispositions relatives aux interventions d'entretien

1.14. GARANTIES

1.14.1. Garantie de parfait achèvement

L'entreprise est tenue à une garantie de parfait achèvement d'une année à compter de la date de réception. Au-delà de la levée des réserves, l'entreprise devra durant cette année remédier à tout désordre ou imperfection de fonctionnement signalé par le Maître d'ouvrage ou la Maîtrise d'œuvre.

Si à l'expiration de l'année de parfait achèvement l'entreprise n'a pas procédé à l'ensemble des travaux correctifs, le délai de garantie pourra être prolongé jusqu'à leur achèvement complet.

1.14.2. Garantie générale des matériels

L'entreprise apportera au Maître d'Ouvrage une garantie Constructeurs pour l'ensemble des matériels composant les installations pendant une période minimale de 2 années à partir de la date de réception des travaux.

1.14.3. Garantie biennale et décennale des installations

L'installation sera soumise aux garanties biennales et décennales conformément à la loi du 04 Janvier 1978 dite loi Spinetta.

L'entreprise devra répondre à toute sollicitation qui lui serait faite dans ce cadre.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

2. DIMENSIONNEMENTS, FONCTIONNEMENT, LIMITES DE PRESTATIONS

2.1. BASES DE CALCUL ET SPECIFICATIONS TECHNIQUES

2.1.1. Tension mise en œuvre – Régime de neutre

Les tensions mises en œuvre seront celles délivrées d'une part par le réseau de distribution public.

Réseau classé BTA :

- 400 volts entre phases
- 230 volts entre phases et neutre

Le régime du neutre sera le schéma TT ce qui impliquera la coupure au 1^{er} défaut d'isolement.

2.1.2. Chutes de tension

Elles ne seront en aucun cas supérieures aux limites globales spécifiées par la NFC 15.100 – 525 et UTE C15-712 et seront compatibles avec le bon fonctionnement des équipements alimentés.

Installation à courant continu

La chute de tension maximale autorisée dans la partie courant continu de l'installation est de 1 % à I_{mppSTC} (STC : conditions d'essais normalisées).

Le calcul de cette chute de tension est effectué dans les conditions suivantes :

- la résistivité du câble est celle correspondant à la température maximale de l'âme en service normal ($\rho = 1,25 \times \rho_0$ tel que défini par la partie 5-52 de la NF C 15-100) ;
- la tension de référence à prendre en compte pour la chute de tension est la tension U_{mppSTC} ;
- le courant à prendre en compte pour la chute de tension est le courant I_{mppSTC} (STC : conditions d'essais normalisées) ;
- la chute de tension doit être calculée pour chaque câble de chaîne PV, chaque câble de groupe PV, et pour le câble principal PV. On calcule ensuite le cumul des chutes de tension des câbles compris entre chaque chaîne et l'onduleur, et on retient le cumul le plus important.

Installation à courant alternatif

- Entre les bornes AC de l'onduleur et du point de livraison : 3 %

2.1.3. Intensités de court-circuit

Pour la détermination des courants courts-circuits présumés, ils seront calculés au niveau des jeux de barres de l'armoire principale et des armoires divisionnaires.

Dans le cadre du présent projet, la mise en œuvre des techniques de coordination verticale entre appareils de protection et dites de « filiation » ne sera pas autorisée. Tous les appareils de protection mis en œuvre dans les tableaux devront posséder le pouvoir de coupure imposé par les courants de court-circuit $IK3$ et $IK1$.

2.1.4. Sélectivité

La sélectivité verticale du fonctionnement des dispositifs de protection sera assurée et ce aussi bien pour les surintensités (surcharges et court-circuit) entre conducteurs actifs, que pour les courants homopolaires (dispositifs à courant différentiel résiduel).

Cette sélectivité devra être **totale**, c'est-à-dire quelle que soit la valeur des courants de défaut et court-circuit au point d'installation du dispositif de protection. Elle sera obtenue sans faire appel à des moyens de filiation.

L'entrepreneur du présent lot devra OBLIGATOIREMENT justifier l'ensemble des sélectivités de l'installation, par une note de calcul.

2.1.5. Canalisations

Sauf spécifications contraires précisées chapitre 3 ou contraintes de réglementation, toutes les canalisations principales et secondaires seront réalisées en câble cuivre. La section du conducteur neutre sera obligatoirement égale à celle des conducteurs de phases.

Les sections des circuits sont celles précisées par la NFC 15.100.

En aucun cas, la section des conducteurs ne sera inférieure à la section susceptible de supporter le courant de court-circuit maximal pouvant apparaître, compte-tenu du temps de fonctionnement des protections.

Les circuits qui alimenteront les moteurs à démarrage fréquent devront avoir une section calculée en tenant compte à la fois du courant de démarrage et de la fréquence de ces démarrages.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

Nota :

L'entreprise devra l'intégralité des calculs des sections de câbles de l'installation, ces calculs seront effectués à l'aide d'un logiciel agréé.

Les colorations des phases seront conformes aux spécifications des normes NFC 04.200 et NFC 15.100 avec coloration identique des conducteurs pour toute l'installation :

- brun pour la phase 1,
- noir pour la phase 2,
- rouge pour la phase 3,
- bleu clair pour le neutre
- vert jaune pour la terre.

Les câbles seront repérés en tout point particulier, tel que départ d'armoire, aboutissant au récepteur,

Le repérage sera effectué par des étiquettes en plastique souple, qui seront maintenues aux câbles par l'intermédiaire d'attaches nylon.

Les câbles, majoritairement choisis suivant le RCP pour les câbles classiques et anti-feu pour les câbles de sécurité, multipolaires, âme cuivre, seront disposés sous forme de tronçons distincts et repérés, fixés par colliers et placés avec un espacement minimum de 30 cm des cheminements courants faibles éventuels.

Les installations de sécurité et leurs canalisations d'alimentation devront respecter les dispositions des articles EL10, EL12, EL14 et EL16.

2.1.5.1. Prescriptions particulières pour les Câbles CR1-C1

Les câbles de type CR1-C1 seront installés en conformité avec la réglementation et la norme d'installation en vigueur (NFC 15-100).

Des dispositions particulières doivent être prises en fonction des influences externes.

En particulier, lors d'une pose extérieure, ces câbles devront être, sur l'ensemble de leur parcours extérieur, obligatoirement protégés par un passage sous gaine, goulotte ou capotage spécialement conçu pour résister aux UV et aux intempéries.

2.1.6. Obturation des parois traversées

Pour des raisons d'insonorisation ou de maintien de degré coupe-feu, il est demandé l'obturation et l'étanchement par calfeutrement plastique des fourreaux et conduits en traversée de murs et cloisons.

Le degré coupe-feu de la paroi traversée devra être restitué. L'entrepreneur devra fournir la preuve que les produits utilisés sont homologués pour cet usage.

Dans le cas de chemins de câbles, les traversées coupe-feu devront être M1 et effectuées à l'aide de sachets coupe-feu.

Ces travaux seront exécutés par le présent lot.

2.1.7. Pose d'équipement dans les cloisons coupe feux

La pose de boîtes d'encastrement dans les cloisons coupe-feu devra respecter le mode de pose décrit dans le PV du fabricant des cloisons en plaque de plâtre.

Le présent lot devra demander le PV et le mode de pose avant de fournir ses plans d'implantations des équipements et avant de poser l'appareillage.

Il devra également la reconstitution du coupe feux après la pose de l'appareillage.

2.1.8. Etanchéité à l'air

La perméabilité à l'air conditionne dans une large mesure les performances environnementales d'un bâtiment en agissant à la fois sur ses performances énergétiques, la qualité du confort obtenue (thermique, acoustique et qualité d'air intérieur) et la conservation du bâtiment.

L'enjeu de l'étanchéité à l'air est bien celui de l'interface entre tous les acteurs du chantier.

Les entreprises doivent prévoir dans leur offre tous les produits, matériaux et dispositions de mise en œuvre nécessaires pour minimiser les fuites.

2.1.9. Acoustique

Toutes les dispositions nécessaires seront prises par l'installateur du présent lot pour éviter les transmissions solidiennes.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

2.1.10. Canalisation extérieure à l'établissement

Aucune canalisation extérieure à l'établissement ne traversera celui-ci, sauf si elle est placée dans un cheminement technique protégé CF 1h, à charge du présent lot.

Si une canalisation étrangère traverse l'établissement, elle devra être enfermée dans un cheminement techniquement protégé CF 1H et elle ne devra comporter aucune connexion sur son parcours.

2.1.11. Locaux à risques

Dans les locaux à risque d'incendie classés BE2, s'il en existe, les canalisations seront limitées à celles nécessaires à leur exploitation et satisferont aux chapitres 422.1.1 à 422.1.11 de la norme NFC 15-100. Les canalisations traversant de tels locaux répondront aux prescriptions du § 422.1.5.

Et notamment :

- Aucune dérivation étrangère au local ne doit y être établie,
- Une protection différentielle ≤ 300 mA à minima est requise pour tous les circuits terminaux de ces locaux,
- Ces locaux ne doivent pas être traversés par des câbles alimentant des installations de sécurité autres que celles propres au local.

Dans le cas contraire, des cheminements CF de degré adapté (1 h. pour risque moyen et 2 h. pour risque important), seront prévus dans la traversée posant un problème, la prise en charge de cette prestation étant due par le présent lot.

2.1.12. Indices de protection

Les appareils seront installés conformément aux Règles de l'Art, suivant la norme NFC 15.100 en particulier ; et choisis en fonction des influences externes (IP et IK) présentées par les locaux où ils seront installés.

Les indices de protection IP, suivant norme NFC 20.010, ne seront pas inférieurs aux valeurs suivantes :

- Locaux techniques : IP 55 - IK 08,
- Atelier IP 23 – IK 08
- Stockage : IP 55-IK 08

2.2. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES

2.2.1. Généralités

Tous les équipements entrant dans la constitution des installations devront faire l'objet d'une norme établie par l'UTE (norme NF série C) et y être conformes. Les appareillages installés feront l'objet d'un label ou d'un certificat USE, NF USE, NF électricité, dans la mesure où une telle attribution a été décernée.

Le matériel, composé d'organes de fabrication maintenue dans le temps pour réapprovisionnement éventuel, obéira aux performances décrites dans ce document (robustesse et entretien aisé, en particulier) et présentera une compatibilité CEM (le cas échéant).

Tous les produits non couverts par les normes, non homologués ou non conformes aux spécifications de la prescription, seront rejetés.

2.2.2. Tableaux de distribution

2.2.2.1. Principe

Les armoires, obligatoirement montées et contrôlées en atelier, suivant norme NF EN 60-439-1, seront réalisées en tôle d'acier épaisseur minimum 15/10^e, traitée contre le risque de corrosion par application de peinture époxy durcie au four. Des caches composés de plastrons préfabriqués, de présentation soignée, rendront inaccessibles, sauf intervention volontaire, les contacts directs avec les éléments conducteurs.

Les armoires et coffrets seront réalisés par assemblage d'éléments préfabriqués, de type modulaire, série QUADRO de HAGER, PRISMA de SCHNEIDER ou équivalent.

Les faces avant seront pourvues d'un symbole « homme foudroyé » et un réceptacle fixé à l'intérieur de la porte contiendra les schémas et plans définitifs correspondants.

Les armoires comporteront une porte et fermeront à clé. Dans tous les cas, il ne sera prévu qu'un seul type de clé (Ronis 455 sauf mention contraire). Elles comporteront un voyant à LED de présence et un voyant à LED sous tension sur la porte.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

Ces enveloppes seront surdimensionnées avec une réserve de place minimale de 30 % pour permettre des adjonctions de matériels en vue de modifications éventuelles de la distribution.
Dans les locaux à risque et humides, elles seront équipées d'un socle.

En aucun cas, ces armoires seront usinées et montées sur le chantier.

Le BET se réserve le droit de réceptionner ces équipements en usine. La disposition du matériel à l'intérieur de ces ensembles devra être homogène entre les différentes armoires.

2.2.2.2. Jeux de barres

Les jeux de barres, posés en fond d'armoire et réalisés en cuivre rigide moulé dans la résine, seront dimensionnés pour recevoir un surplus de 15% d'intensité admissible et supporteront l'Icc3 maximum pouvant se développer. Les dérivations entre jeux de barres principal et protections divisionnaires, seront réalisées en câbles souples, leurs raccordements étant effectués par cosses à sertir de même nature que le jeu de barres (cuivre étamé), adaptées à la section et au type du câble, et fixées par boulons.

2.2.2.3. Câblage et raccordement

Le câble d'alimentation sera raccordé sur la coupure générale par cosses serties, un jeu de barres situé en aval permettant le raccordement des disjoncteurs principaux. Le raccordement des câbles de distribution sur les disjoncteurs se fera par cosses ($S > 35 \text{ mm}^2$) ou blocs de jonction à serrage automatique ($S \leq 35 \text{ mm}^2$).
Chaque disjoncteur divisionnaire sera relié individuellement au jeu de barres (pas de pontage entre disjoncteurs).

Le raccordement des disjoncteurs terminaux situés en aval sera obligatoirement réalisé par l'avant, sans vis, par des répartiteurs type MULTICLIP ou AUXICLIP, équipés de bornes à ressort à pression de contact s'adaptant automatiquement à la section du conducteur, et ne pouvant recevoir qu'un seul câble à la fois.

Le câblage interne des armoires sera réalisé sous goulotte plastique perforée (réserve de place de 30 % minimum), avec couvercle. Les conducteurs, série HO7 VK, de section minimale $2,5 \text{ mm}^2$, adaptés à l'utilisation et aux courants transportés, aboutiront tous sur des borniers accessibles, constitués de blocs isolants encliquetables, avec une réserve d'extension de 30 %, posés côte à côte sur rail DIN.

Toutes les extrémités de câbles seront munies de cosses ou d'embouts.

Chaque conducteur de protection, de double coloration « VJ », sera raccordé individuellement sur une barre collectrice en cuivre, fixée sur toute la largeur, en partie basse. Tous les conducteurs y seront raccordés par bornes individuelles. Tous les éléments métalliques dont l'assemblage ne permet pas de garantir une bonne équipotentialité des masses et de supporter le courant de court-circuit seront reliés à la terre.

A l'intérieur des tableaux, équipements et conducteurs seront soigneusement repérés et identifiés par une étiquette gravée sur plastique rigide (systèmes autocollants type « DYMO » ou équivalent proscrits). Les borniers seront également repérés avec la même numérotation que les conducteurs s'y raccordant.

2.2.2.4. Appareillage de commande et de protection

L'appareillage, type HAGER, type Schneider ou matériel équivalent, à coupure onipolaire, sera monté sur châssis en acier zingué bichromaté, composé de montants perforés et de traverses en profils DIN.

La protection de tous les circuits sera exclusivement réalisée par disjoncteurs conformes NFC 63.120 et EN 60.974.2. Les appareils, à boîtier moulé prise avant (calibre $> 63 \text{ A}$) ou modulaires (calibre $\leq 63 \text{ A}$), auront un pouvoir de coupure suffisant, adapté aux caractéristiques électriques du réseau amont (proximité du poste).

2.2.3. Chemins de câbles

Chaque fois que, au minimum 5 câbles chemineront parallèlement, ils seront fixés obligatoirement sur chemin de câbles.

Les chemins de câbles courant fort, réalisés en tôle perforée galvanisée à chaud en profil en C, avec des ailes à bords soyés, hauteur minimale 48 mm, seront prévus avec 30% de réserve de place. Ils seront capotés au droit des traversées de cloisons, dans les parcours verticaux et les passages horizontaux accessibles.

Ils seront dimensionnés de manière à ce que les câbles soient posés en une seule nappe et présenter un coefficient de réduction suivant la norme NFC 15.100 chapitre 523 égal à 1 et à ce qu'ils puissent recevoir 30% de canalisations supplémentaires.

Les chemins de câbles courant faible, réalisés en tôle perforée galvanisée à chaud en profil en C, avec des ailes à bords soyés, hauteur minimale 48 mm, seront prévus avec 30% de réserve de place. Ils seront capotés au droit des traversées de cloisons, dans les parcours verticaux et les passages horizontaux accessibles.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

Les coudes, dérivations ou changements de plans, de type préfabriqué. Ils seront reliés entre eux par éclissage, supportés par ferrures et tiges filetées ou par consoles galvanisées de largeur adaptée, fixées à des éléments verticaux d'échelle ou à des pendants, d'entraxe suffisant et permettant de supporter une surcharge ponctuelle de 90 kg sans modifications

Les chemins de câbles seront mis à la terre par bornes ou cosses au départ de chaque tableau et ne porteront que des câbles isolés pour la même classe de tension.

Les chemins de câble courant faible seront mis à la terre avec une câblette de 25 mm² nu cheminant sur toute la longueur du chemin de câble, raccordée au maximum tous les 3 mètres par une borne laiton fixée sur l'aile du chemin de câble.

Les câbles courant fort ou faible seront disposés en une seule couche, d'une part pour permettre la dépose / repose de l'un d'entre eux sans toucher les conducteurs voisins et d'autre part, faciliter le refroidissement de la nappe.

Dans le cas où des croisements de canalisations électriques avec des canalisations de plomberie ou de chauffage seraient inévitables, toutes les dispositions réglementaires concernant le risque d'une mise sous tension accidentelle seront prises. Les ouvrages correspondants seront à charge du présent lot.

Dans les parcours communs avec des canalisations d'eau, ils seront placés en partie supérieure.

En parcours linéaire, les porteurs courants faibles seront posés à une distance minimale de 40 cm de ceux abritant les courants forts, et de façon à éviter les sources perturbatrices. Les parcours au-dessus des FP devront laisser apparaître une hauteur libre de 30 cm minimum et un alignement rectiligne le plus parfait possible dans les 2 axes. Un espacement minimum de 30 cm sera laissé entre les cheminements superposés.

Au franchissement des joints de dilatation, les dispositions seront prises par le présent lot pour permettre une libre dilatation des canalisations ou de leurs supports.

2.2.4. Canalisations – Conduits

2.2.4.1. Câblages

Les canalisations principales et secondaires, majoritairement réalisées en câbles cuivre, seront disposées sous forme de tronçons distinctement séparés et repérés, fixés par colliers protégés contre les UV, placés avec un espacement minimum de 30 cm des cheminements courants faibles.

Sauf cas particulier ou impossibilité technique majeure, le mode de pose sera le suivant :

- Encastré dans les planchers, dalles, parois, doublages et cloisons sans exigence de coupe-feu,
- Apparent sur chemins de câbles en plénum technique ou dans les faux plafonds,
- Apparent sous tubes IRL ou encastré sous tubes ICT dans les locaux techniques, suivant parois,
- Apparent sous goulottes, moulures ou tubes IRL en cas d'impossibilité d'encastrement.
- Apparent sous goulottes pour la distribution de points d'accès, en périphérie de certains locaux,
- Enterré sous fourreaux en tranchées ou sous dallage.

Les câbles seront repérés en tout point particulier, tel que départ d'armoire, aboutissant au récepteur, Le repérage sera effectué par des étiquettes en plastique souple, qui seront maintenues aux câbles par l'intermédiaire d'attaches nylon.

2.2.4.2. Gains - Fourreaux

Les conduits utilisés pour le passage des câbles auront des caractéristiques physiques adaptées à l'environnement dans lequel ils seront posés et des couleurs correspondant à la nature du circuit protégé.

Leur dimension intérieure devra permettre de tirer ou retirer facilement câbles et conducteurs, après pose des conduits et de leurs accessoires (NFC 15 100 titre 5, partie 5-52, § 521.6.5). La section d'occupation des conducteurs devra donc être inférieure au tiers de la section intérieure du conduit.

Ils seront choisis dans les catégories suivantes :

- IRL3321 dans locaux à contrainte mécanique AG2 maximum (IP44/ IK07), et IRL4554 dans locaux à contrainte mécanique AG4 maximum (IP44/IK10), montage apparent type métro pour les divers tubes,
- ICTA 3422 : montage apparent intérieur et encastré, avant ou après construction (IP44/IK09),
- ICA 3321 : montage apparent intérieur/extérieur ou encastré avant ou après construction (IP44/IK07),
- TPC et/ou DUOGLISS TPC (IP54/IK10) : pose enterrée et/ou en tranchée, taux de remplissage < 50 %.

Nota : Pour respecter une bonne étanchéité à l'air,

- tous les fourreaux issus de l'intérieur et débouchant à l'extérieur ou venant de l'extérieur et entrant dans les locaux, seront munis de bouchons (des 2 côtés),
- tous les passages de fourreaux entre parois extérieures et volume chauffé seront colmatés,
- toutes les boîtes et pénétrations seront rendues étanches à l'air.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

2.2.4.3. Boîtes de dérivation

Les boîtes de jonctions sur les parcours entre les points normalement prévus pour leur raccordement (continuité physique), ne seront pas tolérées.

Les raccordements, imposés par les dérivation des circuits, seront effectués dans des boîtes réservées à cet effet, type PLEXO (IP 55 / IK 07, classe 2), et exécutés à l'aide de bornes à serrage mécanique uniquement, type WAGO ou matériel équivalent (bornes à serrage élastique non acceptées).

Le marquage des boîtes de dérivation comportera, sur le couvercle, le numéro de l'armoire, suivi du numéro de départ. Elles seront repérées sur les plans et schémas d'exécution, et implantées sur les ailes des chemins de câbles ou dissimulées à des endroits où elles seront toujours accessibles

Aucune connexion électrique ne sera réalisée au-dessus d'un faux-plafond résistant au feu.

Appareillage 960° :

Les boîtes de dérivation connectant des câbles de type CR1 seront munies d'un fond rouge type 92045 Legrand ou équivalent avec bornes céramique. Elles devront être certifiées pour une tenue au fil incandescent à 960°C.

Sur les ailes des chemins de câbles. Sur les plans, un sigle désignera leur positionnement

2.2.4.4. Rebouchages

Pour des raisons d'insonorisation, d'isolation thermique ou de maintien de degré coupe-feu, l'entreprise du lot électricité devra l'obturation et l'étanchement par calfeutrement plastique des fourreaux et conduits en traversée de murs, planchers et cloisons. Dans le cas de chemins de câbles, les traversées de parois coupe-feu seront effectuées à l'aide de sachets propres à cet usage, de degré adapté.

Le présent lot devra réaliser à ses frais toutes les reprises de colmatage nécessaires s'il s'avérait que des infiltrations d'air ou des ponts thermiques étaient provoqués par des oublis de rebouchage.

2.3. FONCTIONNEMENT DES INSTALLATIONS

2.3.1. Contrôles, Essais, Réglages et Mises en service

Au-delà de la bonne mise en œuvre, l'entreprise est garante du bon fonctionnement de ses installations.

Hormis les installations tributaires des conditions météorologiques, pour lesquelles l'année de garantie de parfait achèvement permettra de s'assurer de leur bon fonctionnement, les installations doivent être en parfait état de fonctionnement avant la réception des travaux. A ce titre l'entreprise est considérée avoir mis en service l'ensemble des installations et réalisé l'ensemble de ses autocontrôles, réglages, essais, tests et mesures et ce jusqu'à l'assurance du bon fonctionnement des installations.

Une fois ces vérifications concluantes, l'entreprise transmettra à la maîtrise d'œuvre :

- La liste des paramétrages programmés
- Les rapports de réglages et de vérification et les relevés de mesures
- L'inventaire des vérifications et mesures n'ayant pu être réalisés pour une cause indépendante de l'entreprise (liée à la saisonnalité par exemple)

A l'examen de ces documents, la Maitrise d'œuvre pourra à l'entreprise de réaliser, en sa présence, des essais ou tests contradictoires par sondages. Lors de ces séances, l'entreprise devra fournir les équipements nécessaires au contrôle des installations (équipements de mesure) ainsi que le personnel qualifié. Toute observation formulée durant ces séances d'essais devra être traitée par l'entreprise.

En cas de divergences entre ces vérifications contradictoires et les renseignements fournis au préalable, la Maitrise d'œuvre pourra demander à l'entreprise de reprendre intégralement sa campagne de réglages et mesures, avec fourniture ensuite d'une version actualisée des résultats. La Maitrise d'œuvre pourra décider d'une nouvelle vérification contradictoire. Les conséquences sur le planning qui résulteraient de ces itérations seront considérées comme de l'entière responsabilité de l'entreprise.

2.3.1.1. Autocontrôles

Ils concernent (liste non exhaustive), les vérifications :

- De bonne mise en œuvre des équipements et de leur accessibilité pour maintenance
- Du rebouchage des percements
- De bonne mise en œuvre des supportages
- Des réglages des installations

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

2.3.1.2. Essais

Les essais suivants sont considérés comme réalisés par l'entreprise, la liste n'est pas exhaustive.

Installations :

- Vérification par mesures des tensions, de terres de liaisons
- Vérification par test du bon fonctionnement des panneaux, des onduleurs, des renvois d'alarme, de pannes de défauts, et des arrêts d'urgence
- Vérification des valeurs ou graphes affichés
- Vérification par test de bon fonctionnement

2.3.1.3. Documents attendus

L'entreprise devra avoir la capacité de fournir les documents suivants :

- Attestations de fonctionnement de l'AQC (ancien COPREC)
- Fiches d'autocontrôle rendant compte de la vérification de la bonne mise en œuvre des installations
- Les PV d'essais
- Tous les PV d'autocontrôles et essais des installations PV
- Tous les PV d'interventions des constructeurs
- Dossier d'ouvrages exécutés (DOE) au format papier et version informatique
- L'attestation de conformité électrique par un contrôleur technique et l'attestation CONSUEL,

Installations de photovoltaïque

- Résultat des tests de bon fonctionnement avec détail des tests réalisés

2.3.2. Formation du personnel

Avant la prise de possession des installations par le Maître d'Ouvrage et à une date fixée en accord avec lui, l'entrepreneur délègue un de ses représentants qualifiés pour une durée de 1 jour afin d'informer du fonctionnement de toute l'installation, le personnel désigné pour l'entretien.

L'entrepreneur communiquera officiellement au Maître d'Ouvrage avant réception, avec copie au Bureau d'Etudes, les dates arrêtées.

2.4. LIMITES DE PRESTATION

Toute limite de prestation non explicitée et nécessaire à la parfaite réalisation de l'ouvrage est considérée à la charge de l'entrepreneur.

2.5. CONSISTANCE DES TRAVAUX

Les travaux comprendront :

- Les panneaux photovoltaïques
- Les onduleurs
- Les optimiseurs
- Les armoires électriques photovoltaïque
- Les canalisations et câblage
- Le branchement sur le TGBT
- Les coupures d'urgence photovoltaïque
- Le circuit de terre et les mises à la terre du système photovoltaïque réglementaires
- Les démarches auprès du concessionnaire.

3. DESCRIPTION DES PRESTATIONS

Il sera prévu l'installation (fourniture, pose, raccordement et mise en service) de panneaux photovoltaïques sur la toiture du bâtiment Henri Mayer.

L'installation photovoltaïque sera conçue de manière à pouvoir réaliser de l'autoconsommation avec réinjection du surplus au réseau public.

L'installation sera raccordée au niveau du TGBT au RDC du bâtiment.

La toiture du bâtiment devra être conçue de manière à recevoir une centrale photovoltaïque sans contrainte (type de toiture compatible, prise en compte de la surcharge structurelle, de la compatibilité de l'isolant et des protections collectives).

3.1. DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME

L'installation photovoltaïque, répartie sur la toiture du bâtiment, sera dimensionnée pour une puissance d'environ 35.6 kWc, ce qui équivaut à une surface d'environ 160 m² correspondant à 80 panneaux de 445 Wc pour une production d'environ (40 MWh/an).

PERFORMANCES ATTENDUES :

- Les modules photovoltaïques seront de type monocristallin.
- La production nette attendue est à préciser dans l'offre.
- La performance du matériel sera garantie sur 20 ans.
- L'installation sera associée à un onduleur, spécifique à l'application photovoltaïque. Il offrira un rendement de conversion supérieur à 97% de 25 à 100% de charge.

Si la proposition de l'entreprise entraîne une baisse de la production photovoltaïque dans le calcul, l'entreprise devra adapter la puissance installée de la centrale pour permettre l'atteinte de l'objectif.

Les panneaux devront posséder une fiche FDES et être certifiés Certisolis.

3.1.1 Composition du système

Le générateur photovoltaïque est constitué des éléments suivants :

- Panneaux photovoltaïques : capteurs au silicium cristallin encapsulés sous verre posés sur une structure en toiture du bâtiment.
- Les boîtes de jonctions de groupe et le coffret DC seront implantés avec l'onduleur dans la zone technique nouvellement créée sur la toiture du RDC (au plus près des panneaux).
- Le tableau électrique de distribution AC sera implanté à proximité du TGBT
- Câblage courant continu, coffrets et boîtes de jonction entre les panneaux et l'onduleur
- Dispositifs de protection (fusibles, disjoncteurs, parafoudres...) et de sectionnement
- Les optimiseurs
- Câblage courant alternatif entre les onduleurs et le réseau
- Les cheminements des câbles seront dédiés :
 - o encoisonnés dans une gaine CF pour les liaisons courant continu dans le bâtiment
 - o en chemin de câble capotés pour les liaisons courant alternatif dans le bâtiment et sur le toit

3.1.2 Système mis en place

Le système mis en place sera le procédé FIX EVO TILT BETON de SOPRASOLAR sous avis technique du CSTB.

3.1.3 Limites de prestation

Le présent lot devra la fourniture des plots de fixation, la pose sera au lot étanchéité. Le présent lot devra la fourniture, la pose et le raccordement des panneaux. Le présent lot devra la fourniture, la pose et le raccordement des onduleurs et des armoires électriques PV. Le câble des armoires électriques au TGBT ainsi que le raccordement au TGBT seront au présent lot.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

3.2. TRAVAUX PREPARATOIRES -INSTALLATIONS DE SECURITE ET QUALIFICATION DES INTERVENANTS

3.2.1. Installation de chantier

Pour cette prestation, l'entreprise se référera au PGC et au CCTP 00 (prescriptions communes à tous les lots).

3.2.2. Etudes techniques (à charge entreprise)

La mission confiée par le Maître d'ouvrage à la Maîtrise d'œuvre ne comporte pas les études techniques : en dehors des plans joints au dossier de consultation, aucun autre plan ne sera fourni par la Maîtrise d'œuvre.

L'entreprise a à sa charge la **réalisation par un bureau d'études de l'ensemble de l'étude technique d'exécution** qui comportera toutes les notes de calculs justificatives et tous les schémas d'armoires, synoptiques, plans et détails aux échelles suffisantes.

Elle devra fournir cette étude technique dans les délais fixés dans le planning d'études établi en période de préparation aux :

- Maître d'ouvrage
- Maître d'œuvre d'exécution
- Bureau de contrôle.

Les plans établis par le maître d'œuvre de conception constituent des plans de principe que l'entreprise et son BET doivent s'efforcer de respecter et de justifier.

L'entreprise devra :

- Les notes de calcul BT.
- Les schémas d'armoires.
- Synoptique détaillé du réseau de terre
- Les plans d'implantations
- Les carnets de câblages
- Le synoptique de l'installation PV
- L'étude de rentabilité et du productible sur 5, 10 et 15 ans
- Les fiches techniques du matériel,
- Listes non exhaustive...

En fin de travaux :

- Tous les PV d'autocontrôles et essais des installations PV
- Tous les PV d'interventions des constructeurs
- Attestations d'essais de fonctionnement de l'AQC
- Dossier d'ouvrages exécutés (DOE) au format papier et version informatique
- L'attestation de conformité électrique par un contrôleur technique agréé PV et l'attestation CONSUEL,
- Y compris les demandes du chapitre 2
- Listes non exhaustive...

Il est rappelé que l'étude de sélectivité, l'entreprise devra fournir à la MOE, devra être associée à la note de calcul BT.

Le titulaire du présent lot devra fournir les éléments relatifs à la qualité environnementale des panneaux :

- Fiches techniques des différents matériaux et produits présentés pour visa
- Les fiches FDES (Fiche de Données Environnementales et Sanitaires) des différents matériaux et produits présentés pour visa
- Les fiches « certisolis » des panneaux photovoltaïques pour la revente avec un bilan Carbone inférieur à 550kgco2/kwc
- Les quantités envisagées pour mise en œuvre pour ces mêmes matériaux. L'unité associée à la quantité sera identique à l'unité fonctionnelle de la FDES associée.

Le titulaire du présent lot devra fournir avant la réception des travaux, à inclure dans le DOE :

- Les attestations de mise en œuvre pour le dit chantier des différents matériaux et produits mis en œuvre ainsi que leurs quantités

3.2.3. Vérification des études techniques

L'entreprise doit missionner **à ses frais un bureau de contrôle agréé** pour la vérification de ses études, de ses installations, le bureau de contrôle devra transmettre à la MOE et MOA les rapports sur les études, les travaux et sur la mise en services.

3.2.4. Travaux de percements et rebouchages

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

Tous les travaux de percements, carottages, incorporation et rebouchages, y compris reconstitution du degré Coupe-Feu réglementaire seront à la charge exclusive du présent lot. (La mousse est à proscrire).

3.2.5. Installations de sécurité et qualification des intervenants

Obligations

Les travaux suivants seront réalisés par des personnes justifiant d'une formation au photovoltaïque couplé réseau et traitant particulièrement ses spécificités en termes de protection des personnes et des biens, type « Quali'PV-Elec » ou équivalent.

L'installation sera conforme aux préconisations suivantes :

- Guide UTE 15-712-1
- C15-100 pour les installations BT et
- C13.100 et 200 pour la revente en HTA.
- Guides des systèmes photovoltaïques sur toiture terrasse
- Les recommandations des services de sécurité
- L'avis de la commission de sécurité de la CCS05/11/2009. Et les avenants
- Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations photovoltaïques raccordées au réseau BT ou HTA de l'ADEME
- Les recommandations sur les installations des panneaux photovoltaïques type demandé par le SDIS 31

Installations de sécurité et qualification des intervenants

Installation de sécurité

L'entrepreneur devra tous les dispositifs de sécurité nécessaires à l'exécution de ses travaux pendant toutes la durée du chantier jusqu'à la réception du présent lot.

L'entreprise titulaire du lot prévoira dans son offre les dispositifs nécessaires de sécurité collective et individuelle pour ces travaux.

L'entreprise fournira les protections collectives minima suivantes (liste non exhaustive) :

- Les filets de protection
- Balisages des zones d'actions des nacelles
- Platelage provisoire
- Les garde-corps provisoires
- Les lignes de vie provisoire
- Listes non exhaustives

L'entreprise tiendra compte du plan général de coordination et des recommandations du coordinateur de sécurité.

Le personnel de l'entreprise intervenant sur le chantier sera équipé au minimum des protections individuelles suivantes :

- Lunettes
- Casques
- Gants
- Chaussures de sécurité
- Harnais "stop chute"
- Harnais de sécurité
- Longe
- Outils isolants
- Outils adaptés

Les coûts de location des engins de levage de type nacelle et monte-charge devront être intégrés à l'offre du présent lot.

Les équipements de sécurité ci-dessus devront être prévu jusqu'à la fin du chantier notamment jusqu'à la réception du lot Photovoltaïque.

En aucun cas le chantier ne devra être interrompu pour défaut de dispositif de sécurité.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

L'entreprise devra se conformer aux recommandations et demandes des Organismes Officiels (Inspection du travail, CRAM, OPPBTP), du Coordinateur de Sécurité et du Maître d'Œuvre.

Les règles d'usage en matière de santé, de sécurité et les recommandations en matière d'installations électriques doivent être appliquées notamment par l'élaboration d'un plan de prévention ou d'un PPSPS (Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé).

Les contraintes du travail en hauteur et du câblage en courant alternatif sont traitées.

La spécificité des installations photovoltaïques sera prise en compte.

QUALIFICATION DES INTERVENANTS

L'entreprise doit être certifiée QUALIFELEC mention PV.

Le présent lot devra justifier pour son personnel suivant ses fonctions les qualifications minimales suivantes

Poseurs de modules photovoltaïques :

- Ont reçu une information sur les spécificités du photovoltaïque sur les dangers électriques et autres
- Personnes habilitées pour des travaux en hauteur.

Electriciens solaires :

- Personnes justifiant d'une expérience minimum pour la mise en œuvre d'installations photovoltaïques en conditions similaires.
- Personnes qualifiées disposant d'une habilitation électrique (selon UTE 18 510).
- Personnes ayant reçu une formation au photovoltaïque couplé réseau et traitant particulièrement ses spécificités en termes de protection des personnes et des biens.
- Habilitées pour des travaux en hauteur.

LES RESPONSABILITÉS / LES ASSURANCES

Responsabilités applicables aux dommages affectant les travaux après leur réception

- Le présent lot devra la garantie décennale, une assurance décennale est obligatoire

3.3. RACCORDEMENT AU RESEAU ELECTRIQUE

Il sera prévu une installation de production d'énergie électrique par panneaux photovoltaïques en autoconsommation sans stockage d'énergie et revente de surplus positionnés sur la toiture du bâtiment.

Cette énergie sera directement injectée dans l'installation électrique du bâtiment au niveau du TGBT.

Par ailleurs, il est de la responsabilité du présent lot, qu'en fonction du planning général des travaux, la mise sous tension définitive de l'installation électrique intervienne avant les campagnes d'essais de l'ensemble des corps d'état nécessitant l'énergie électrique provenant du réseau.

Les démarches auprès des concessionnaires ENEDIS pour les modalités d'autoconsommation collective, de revente et de raccordement sont à la charge de l'entreprise du présent lot (fournir l'ensemble des dossiers préremplis et comportant les éléments techniques, dépôt du dossier etc...).

3.4. MISE A LA TERRE ET LIAISONS EQUIPOTENTIELLES

Le schéma des liaisons à la terre est réalisé conformément aux exigences de la norme et suivant le réseau de terre de spécifique à l'installation photovoltaïque conformément à l'UTE C 15-712 et aux exigences de la NF C 15-100.

3.4.1. Mise à la terre fonctionnelle et liaison équipotentielle d'une polarité de la partie courant continu

La mise à la terre de la partie courant continu n'est pas requise pour la protection contre les contacts indirects. La partie courant continu est réalisée selon les règles de la classe II ou isolation équivalente.

Le présent lot devra toutefois, si les modules photovoltaïques installés par l'entreprise requièrent, pour des raisons fonctionnelles, la mise à la terre d'une de leur polarité :

- Une isolation galvanique entre parties courant continu et courant sinusoïdal doit être réalisée. Elle peut être soit interne aux onduleurs, soit externe aux onduleurs. Lorsqu'elle est externe aux onduleurs, elle doit être réalisée au moyen d'un transformateur par onduleur ou au moyen d'un transformateur unique à plusieurs enroulements avec un enroulement séparé par onduleur. Il y a alors lieu de s'assurer que les onduleurs utilisés sont compatibles avec ce type de mise en œuvre ;
- La mise à la terre de la polarité est réalisée en un point unique de la partie courant continu, de préférence situé immédiatement en amont du dispositif de coupure et de sectionnement de l'entrée continu

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

- Si la mise à la terre est réalisée directement, une protection par coupure automatique est obligatoire
- Si la mise à la terre est réalisée par l'intermédiaire d'une résistance, un contrôleur permanent d'isolement doit être prévu
- La section du conducteur de terre fonctionnelle doit être adaptée au courant maximal de défaut interrompu par le dispositif de protection amont, avec un minimum de 4 mm² cuivre.

Le présent lot devra :

- La liaison équipotentielle de chaque onduleur
- Réalisation des liaisons équipotentielles depuis la barrette de terre en parallèle des chemins de câbles jusqu'à la structure d'intégration des modules par câble cuivre nu 29mm²,
- Réalisation des liaisons équipotentielles des panneaux photovoltaïques et plot de fixation par tresse 6mm² cuivre nu ou isolé, minimum
- Raccordement de la structure d'intégration des modules, les coffrets de jonction DC, des onduleurs, des parafoudres AC et DC et de l'armoire PV à partir de la liaison équipotentielle principale (en parallèle des chemins de câbles),
- Vérification de la mise à la terre de l'ensemble de l'installation photovoltaïque y compris de la structure d'intégration des modules
- La fourniture et la mise en place des tresses de terre sur la structure d'intégration
- Des barrettes de terre secondaires situées au sein des boîtes de jonction relieront toutes les masses métalliques en lien avec les modules photovoltaïques :
 - o modules photovoltaïques
 - o structures primaires et secondaires des modules,
 - o chemins de câbles des alimentations DC
- Des barrettes de terre secondaires situées au sein des coffrets DC

Des interconnexions seront prévues en câble de cuivre isolé V/J de 29 mm², pour relier :

- o les barrettes de terre des boîtes de jonctions vers les armoires DC,
- o les barrettes de terre des armoires DC vers la barrette de terre principale située dans l'armoire AC,
- o la barrette de terre principale de l'armoire AC vers la barrette de terre du TGBT,
- o la barrette de terre principale de l'armoire AC vers la barrette de terre de la prise de terre du bâtiment

La mise à la terre de la partie courant continue n'est pas requise pour la protection contre les contacts indirects. Conformément à l'UTE C 15-712, toute l'installation DC sera de type classe 2 : module / câble / chemin de câbles...

Toutes les liaisons LEP seront clairement identifiées par étiquette inaltérable au tenant et aboutissant.

3.4.2. Partie courant alternatif

L'ensemble des masses 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.

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

3.4.3. Liaison équipotentielle- onduleur

La masse de l'onduleur doit être reliée à la liaison équipotentielle par un conducteur de section minimale égale à 6 mm² Cu ou équivalent, et au conducteur de protection de l'installation.

3.5. PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

Afin de protéger les équipements (modules photovoltaïques et onduleurs) contre la foudre et ses atteintes indirectes, des parafoudres seront installés de part et d'autre des différentes liaisons.

Les installations basse tension seront protégées à l'origine de chaque distribution électrique dans le bâtiment à savoir :

- Les tableaux photovoltaïques
- Les circuits à courant continu (liaison champ photovoltaïque) suivant les exigences guide UTE C61-740-51 et UTE C15-712

Il sera prévu :

- Pour les circuits continus (DC) cheminant en extérieur, des protections par parafoudres bipolaires à base de varistances avec déconnexion thermique intégrée (possédant une capacité d'écoulement répétitif $I_n > 20\text{kA}$ onde (8/20μs) ; devra posséder un bloc optique de surveillance
- Pour les circuits alternatif (AC) cheminant en extérieur, des protections par parafoudre bipolaires de type 2 à base de varistances avec déconnexion thermique intégrée (possédant une capacité d'écoulement répétitif $I_n > 20\text{kA}$ onde (8/20μs)) ou de type 1 (à base d'éclateur à air possédant une capacité d'écoulement impulsionnel $I_{imp} > 35\text{kA}$ onde (10/350μs)) ; devra posséder un bloc optique de surveillance
- Pour les circuits de communications cheminant en extérieur, des protections spécifiques possédant une capacité d'écoulement répétitive $I_n > 10\text{kA}$ onde (8/20μs).

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

3.5.1. Choix du parafoudre sur circuit courant continu (liaison champ photovoltaïque)

Un parafoudre multipolaire s'impose compte tenu du potentiel flottant.

Les caractéristiques du parafoudre sont déterminées par les critères suivants :

- U_n : la tension doit être choisie de telle sorte que la varistance ne conduise pas en tension de circuit ouvert des modules. En pratique on retiendra $U_n = 1,4 V_{co}$.
- U_p : Niveau de protection : en kV selon la tenue aux chocs des équipements à protéger au I_n déclaré.
- I_n : en kA en onde (8/20 μs)

Les parafoudres comporteront une signalisation et déconnexion thermique intégrée pour éviter tout risque de court-circuit en cas de vieillissement. Les parafoudres devront respecter les normes en vigueur.

Les parafoudres seront avec signalisation et déconnexion thermique intégrée pour éviter tout risque de court-circuit en cas de vieillissement.

3.5.2. Choix du parafoudre sur circuit courant alternatif

Conformes aux normes en vigueur

Le guide UTE C 15-443 exige que la longueur totale des conducteurs de raccordement de la protection réseau au réseau de masse n'excède pas 0,5 m.

En aucun cas, le conducteur de protection ne devra être coupé où comporter un appareillage ; les dérivation se feront à l'aide de bornes spécifiques.

3.6. CAPTEURS PHOTOVOLTAÏQUES ET INTEGRATION AU BATI

Il sera prévu la mise en place des panneaux photovoltaïques, sur le toit du bâtiment y compris tous les raccordements et équipements nécessaires au fonctionnement du système.

Les panneaux viennent sur toiture sans constituer l'étanchéité du bâtiment.

La mise en œuvre des systèmes de fixation pour l'intégration des modules photovoltaïques sera obligatoirement réalisée en coordination avec le lot Couverture.

Un plan d'implantation devra être réalisé avant exécution par l'entreprise, chaque module devra faire l'objet d'un contrôle qualité et devra avoir une fiche numérotée de test performance.

Les modules photovoltaïques seront conformes aux normes en vigueur.

Conformément aux normes NF EN 61730 :

- Les modules PV intégrés dans un générateur PV délivrant une tension supérieure ou égale à 120V doivent être conformes aux exigences de la classe d'application A (considérés comme répondant aux exigences de la classe II).
- Un module photovoltaïque avec des parties conductrices accessibles qui forment l'armature du périmètre ou le système de montage doit avoir des dispositions pour la mise à la terre avec identification du symbole approprié.
- L'ensemble des modules constituant le générateur photovoltaïque doivent avoir des caractéristiques identiques avec une tolérance la plus faible possible (+/- 3 à 5% sans excéder 10%) sur la valeur nominale de la puissance crête.

La tension de fonctionnement maximum devra être clairement spécifiée dans la documentation technique et sur l'étiquette apposée au dos du module. Elle devra être compatible avec les niveaux de tension mis en jeu dans le champ photovoltaïque. La valeur du courant inverse I_{rm} des modules PV devra être précisée.

L'entreprise devra la réalisation des études et des plans qui comprendront à minima :

- Simulation des rendements sur 1 an 5 ans et 20 ans
- L'implantation des panneaux et des coffrets
- Implantation des équipements
- Les plans de cheminements
- Les plans de réservations carottages, etc...
- Les notes de calcul des chutes de tension, des dimensionnements des câbles
- Les schémas d'armoires
- Les synoptiques généraux
- Synoptiques des champs
- Les notes de calcul des prises aux vents
- Liste non exhaustive

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

L'implantation fournie a été réalisée à titre indicatif, avec un modèle de panneau particulier. L'entreprise devra alors fournir un plan d'implantation étudié et justifié, prenant en compte les contraintes techniques et normatives associées, ainsi que l'objectif de la production annuelle en MWh/an.

3.6.1. Modules photovoltaïques

Fourniture et pose des panneaux ainsi que de leur structure de supportage composée de plots dont la fourniture est à la charge du présent lot.

Tous les moyens de fixation et de sécurité sont à la charge du présent lot.

Tous les modules proposés présentent un aspect et des dimensions identiques afin d'être aisément interchangeables.

Les capteurs font l'objet d'une garantie décennale à charge du présent lot.

Les modules PV seront les Tiger Neo N-type 54HL4R-(V) de chez JINKO SOLAR ou équivalent.

Caractéristiques minimales :

- Cellules solaires : monocristalline de type N
- Puissance unitaire 445 Wc
- Module monocristallin à encadrement de 445 Wc
 - o Environ Longueur x largeur : 1762*1134
 - o Epaisseur : 30 mm
 - o Poids : 19 à 22 kg
 - o Rendement minimum de 22 %
 - o Puissance : 445 W \pm 3 %
 - o Classe II de protection électrique
 - o Tension système max. : 1500V
 - o Températures d'utilisation de - 40 à 85 °C
 - o Homologation : CEI 61215, CEI 61730
 - o Garantie produit : 20 ans
 - o Boîte de jonction IP68 avec diode de dérivation
 - o Connecteur IP65
 - o Boîtier de connexion : IP68, MC4,
 - o Marquage NF EN 50380
 - o Cadre en alliage d'aluminium anodisé
 - o Bilan carbone inférieur à 550 kg eq CO₂/kWc (méthode PPE2)
 - o Puissance minimale garantie à 25 ans de 85%
 - o Bas carbone
 - o FDES
 - o Certifié Certisolis

Le présent lot devra les études pour le dimensionnement des quantités de panneaux.

NOTA : le procédé d'installation des panneaux photovoltaïques devra être muni d'un avis technique en cours de validité.

Afin de limiter les déséquilibres lors de leur association au sein d'un même champ photovoltaïque, on triera les modules photovoltaïques associés afin d'avoir des courants les plus homogènes possibles. Ce tri s'effectuera à partir des caractéristiques mesurées en sortie d'usine par les fabricants (flash test).

Au cours des 10 premières années, toute baisse de puissance supérieure à 10 % impliquera l'échange des modules concernés.

Les panneaux devront être FDES, CERTISOLIS et agréés pour pouvoir bénéficier des tarifs d'achat du surplus fixés par la commission de régulation de l'énergie.

3.6.2. Fixation des panneaux et structures

Le présent lot devra dans son offre toutes les structures, ancrage et fixations pour la mise en place de tous les équipements.

Tous les plots, les bloqueurs, étriers les pattes d'accroches (sans perforation de la toiture) sont compatibles avec la toiture et conformes aux exigences d'assurances et autres réglementations.

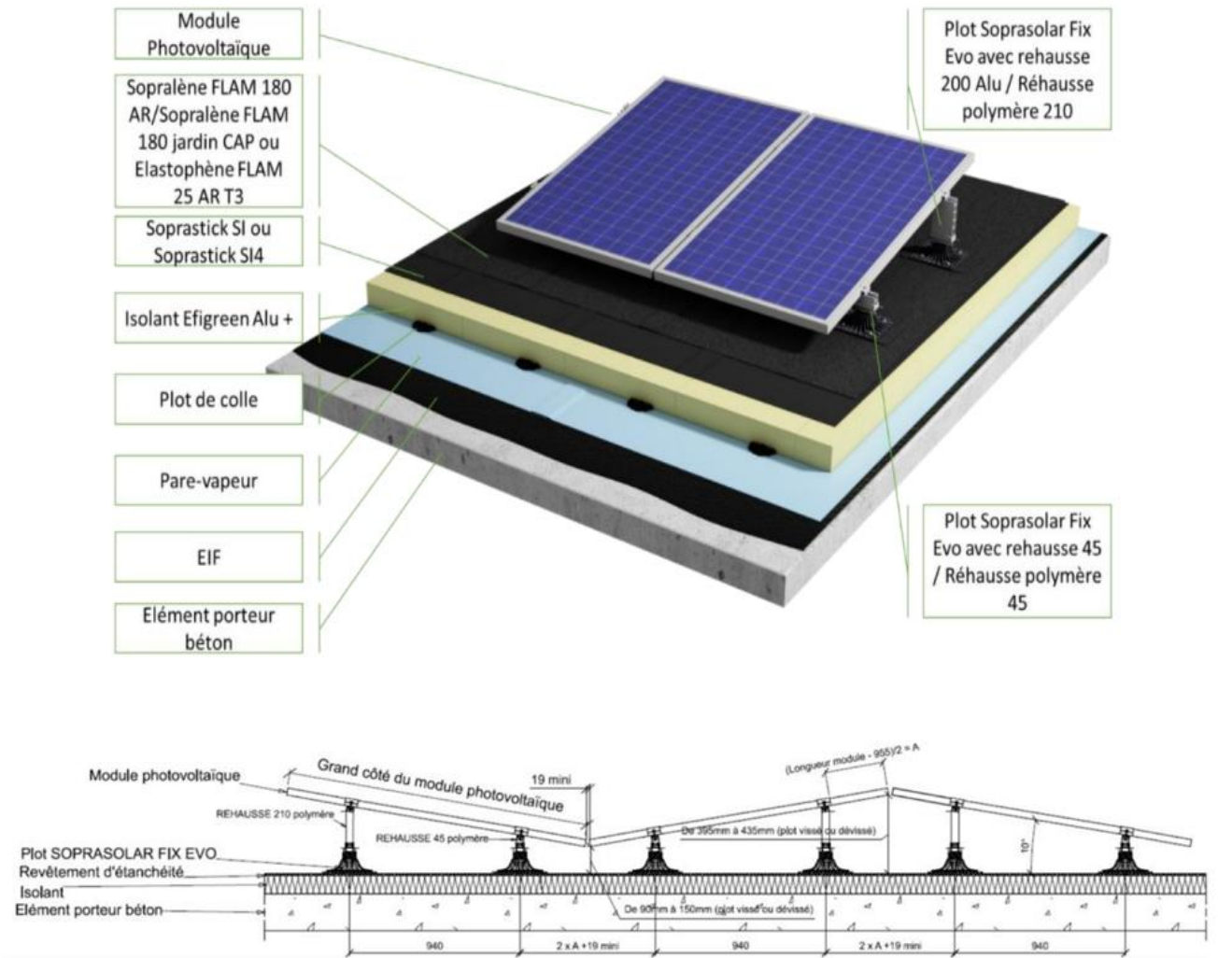
Les structures d'assemblage et de support des modules seront étudiés pour résister aux conditions climatiques extrêmes locales conformément à la règle NV65.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

Le système d'accroche et de fixations devra être compatible avec le système mis en œuvre par le lot étanchéité et être **munis d'un ATEC en cours de validité**.

Le système de fixation permettra aux panneaux d'être posés en double shed au format paysage et dans le même plan que la toiture c'est-à-dire orientés Est/Ouest et inclinés à 10°.

Système « FIX EVO TILT » sur béton



Vue en coupe du système « FIX EVO TILT » avec des panneaux en double shed

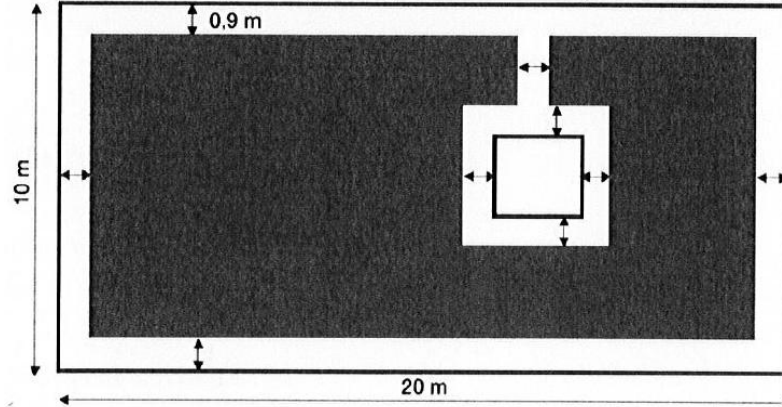
Principe d'implantation

La surface maximale d'un champ ne dépasse pas 300 m² avec une longueur maximale de 30m.

Accessibilité aux installations techniques disposées en toiture :

- Un cheminement d'au moins 0,90 m de largeur libre de tout organe photovoltaïque permet l'accès, y compris périphérique, aux installations techniques qui ne sont pas abritées dans un local (exutoires, moteurs de désenfumage, ventilations, etc.)
- Un cheminement d'au moins 0,90 m de largeur libre de tout organe photovoltaïque permet l'accès aux locaux situés en toiture abritant des installations techniques. [...]

Respecter les distances et surfaces maximales d'emploi ainsi que la largeur des cheminements entre les organes. (S : 300 m² maxi, L 30 m maxi, largeur 0,90m mini)



3.7. ONDULEURS ET OPTIMISEURS

3.7.1. Onduleurs

Le présent lot devra le dimensionnement des onduleurs en fonction du nombre de champs.

Les onduleurs doivent être capable d'accepter le courant et la tension maximum des champs photovoltaïques précédemment décrits. Les onduleurs comporteront un contrôle de la gestion intelligente de l'énergie.

Les onduleurs seront de type SolarEdge_SE33.3K-THAI, SMA ou équivalent.
Pour information, les onduleurs existants sur site sont de marque SMA.

Caractéristiques minimales :

- Rendement (européen) $\geq 98\%$
- Dispositif de déconnexion côté DC
- Indice de protection IP66 selon CEI 60529
- IK07 à minima
- Plage de fonctionnement $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Classe de protection I selon IEC 62109-1
- Catégorie de surtension AC III et DC II selon IEC 62109-1
- Multistring
- **Garantie 20 ans**
- Triphasé
- Unité de sécurité DC intégré
- Coupure DC intégrée
- Déconnexion inter pole
- Protection contre les surtensions DC : type 2 remplaçable sur place
- Fusible DC sur les bornes plus et moins
- Interface réseau : norme internationale CEI 61727
- Rendement supérieur à 98%
- Découplage réseau onduleur conforme à la norme DIN VDE 0126 -1-1
- Harmoniques : norme 61000-3-2
- Compatibilité électronique : norme EN 61000-6-3 (émissions) et EN 61000-6-2 (immunité)
- Compatibilité électromagnétique : directive 2004/108/CE
- Marquage CE : directive 93/68/CEE
- Sécurité électrique : EN50178
 - o Surveillance de tension réseau Triphasé (selon DIN VDE 0126-1-1)
 - o Interfaces de communication RS485 ETHERNET PLUG IN GSM
 - o Onduleur en plusieurs unités
 - o Chaque unité fonctionne indépendamment
 - o Protection contre la polarité inversée
 - o Protection contre les sur tension Rs485
 - o Détection d'arc électrique intégré
- Support de fixation
- Châssis et support pour pose des onduleurs
- Compatible et conforme à la norme UTE-C15-712-1
- Casquette de protection des intempéries

Les onduleurs comporteront un contrôleur d'isolement côté courant continu (DC) permettant de prévenir d'un éventuel défaut d'isolement (entre chaque polarité et la masse).

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

Les onduleurs seront connectés au réseau basse tension.

Les onduleurs seront définis d'après les panneaux de production photovoltaïque de telle sorte que le rendement de l'installation soit optimal. S'il est fait choix d'onduleur monophasé, le déséquilibre des phases n'excèdera pas 10%.

L'entreprise doit le système de fixation et de protection des onduleurs, toutes sujétions comprises.
Le dimensionnement de l'onduleur sera réalisé en fonction du nombre de champ de panneaux photovoltaïques. Il devra être compatible avec les optimiseurs de puissance et le data logger.

Le présent lot devra être certifié par le fabricant pour l'onduleur.

L'entreprise devra l'abonnement DATA GSM pour une durée de 5 ans dans son offre et carte SIM comprises.

3.7.2. Optimiseurs

Des optimiseurs de puissance seront prévus afin de maximiser la récupération d'énergie en effectuant un suivi indépendant du point de puissance maximale (MPPT).

Les optimiseurs de puissance comprendront une fonction de tension de sécurité permettant de réduire automatiquement la sortie de chaque optimiseur de puissance à 1 Vcc en cas de panne ou lorsqu'il est déconnecté de l'onduleur ou bien lorsque l'interrupteur MARCHE/ARRET de l'onduleur est mis hors tension. Chaque optimiseur de puissance transmet également les données de performance du module sur la ligne d'alimentation CC vers l'onduleur.

Localisation : Optimiseurs à placer sur le support des modules photovoltaïques.

S'il est fait le choix d'un optimiseur tous les 2 panneaux, la configuration des branchements des optimiseurs permettra une production optimale.

Ils devront être garantie 25 ans et compatibles avec les onduleurs mis en œuvre.

3.8. CHEMINEMENTS

3.8.1. Chemin de câbles

Le présent lot aura à sa charge la fourniture et la pose des chemins de câbles dédiés au photovoltaïque à l'intérieur du bâtiment et sur la toiture.

Les chemins de câbles circuleront en toiture positionnés sur supports à fournir par le présent lot et à poser par le lot étanchéité au titre du présent lot. Ils seront capotés sur tout leur parcours extérieur.

Les accessoires et supports de ces chemins de câbles devront avoir la même finition que le chemin de câbles. Dans les bâtiments les cheminements devront être distincts du courant fort et faible.

Le présent lot devra un repérage des chemins de câbles « CHEMINEMENT PHOTOVOLTAÏQUE » avec étiquetage.

Les produits seront aux normes européennes (conformité CEE) certificat à l'appui.

Pour lutter contre les perturbations électromagnétiques et conformément au guide pratique UTE C 15-900. Ils seront mis à la terre sur tous leur parcours la câblette sera connecté tous les 15m environ.

Suivant leurs localisations, les chemins de câbles devront répondre aux exigences suivantes :

Chemin de câbles en tôle perforée :

Les chemins de câbles seront en tôle perforée de marque OBO Bettermann ou techniquement équivalent.

Utilisation à l'intérieur

- o Galvanisation à chaud en continu (Z275) : applicables au chemin de câbles en tôle perforée, pièces de forme, séparateurs. Conforme à la norme EN 10327.

Utilisation à l'extérieur

- Galvanisation par trempage à chaud après usinage (GAC) : applicable au chemin de câbles et éléments soudés tel que les pendants, les consoles. Conformés à la norme EN ISO 1461.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

Les chemins de câble extérieurs seront capotés.



« Exemple du niveau de finition attendu »

Protection des parties tronçonnées par des joints « carrossiers » ; pose de capots ou de gaines au niveau des traversées de cloisons ou de planchers ; rebouchages coupes feu ; prévoir des protections mécaniques des câbles dès leur sortie du CDC.

Un espace minimum de 30 centimètres devra obligatoirement être maintenu avec les chemins de câble courants faibles.

3.8.2. Gaines

Le présent lot devra la mise en place de gaine PE noire anti UV pour protéger tous les câbles apparents DC et AC.



3.8.3. Caissons coupe-feu

Le présent lot devra les caissons coupe-feu 4 faces pour tous les cheminements dans les locaux BE2 y compris les trappes.

Le présent lot doit des fourreaux dans tous les caissons coupe feu minimum deux fourreaux aiguillés diamètre 63 par caisson.

3.8.4. Cheminements des câbles

Les cheminements des câbles respecteront le guide UTE C15-520 et seront conçus de manière à :

- Séparer les câbles AC et DC ;
- Ne pas créer de boucles électromagnétiques ;
- Rendre accessibles les boîtes de jonction et les connecteurs ;
- Empêcher les câbles de pendre ;
- Des parafoudres, conformes à l'UTE C61-740-52, seront installés.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

3.9. PARTIE COURANT CONTINU (DC)

3.9.1. Câblage de la partie courant continu

Le câblage de l'installation (DC) entre les modules photovoltaïques et les onduleurs s'effectuera suivant les préconisations du fabricant et toutes sujétions de pose et de raccordements.

La dissipation de puissance sur les câbles ne devra pas excéder 1 %.

Dans son offre elle devra présenter un synoptique de principe retenu pour la distribution DC.

Tous les composants DC (câbles, interrupteurs, connecteurs, etc.) du système doivent être choisis en fonction de la valeur de courant et tension maximum des modules connectés en série/parallèle constituant le champ PV.

Les modules seront interconnectés entre eux de façon à obtenir plusieurs branches, dont leur tension nominale globale sera compatible avec la tension nominale de service de l'onduleur retenu pour la connexion sur le réseau.

Toutes les sorties de câbles sont réalisées par presse-étoupe, IP 65.

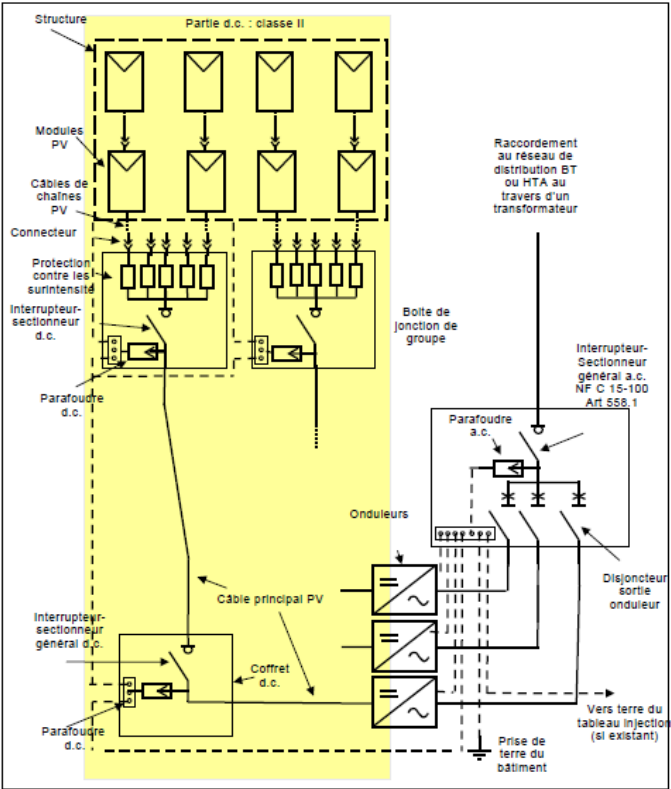
Sont dues au présent lot les pénétrations et passages nécessaires des câbles depuis les boîtes de connexion (B.C) vers les boîtes de jonction (B.J).

Les bornes des boîtiers de raccordement sont en nombre suffisant pour permettre les reprises de câblage nécessaires pour les arrangements série ainsi que l'utilisation de diodes parallèles de bypass.

La polarité des bornes est clairement identifiée.

Chaque boîte comprend obligatoirement une diode parallèle de protection du module.

Les reprises d'étanchéité seront fournies et posés par le titulaire du marché.



Note : une protection de découplage est à prévoir suivant le guide UTE C 15-400.

Figure 4 – Schéma type d'une installation PV dans des bâtiments

Schéma bloc normatif UTE C 15-712-1

3.9.1.1. Câblage et protections DC

Tous les composants DC (câbles, interrupteurs, connecteurs, etc.) du système doivent être choisis en fonction de la valeur de courant et tension maximum des modules connectés en série/parallèle constituant le champ PV.

Tous les composants DC seront calibrés, au minimum :

- En tension : $V_{co} (stc) \times 1,15$
- En courant : $I_{cc} (stc) \times 1,25$

3.9.1.2. Chaînes de modules

Le présent lot devra les liaisons entre les chaînes PV et les onduleurs.

Câbles

Les mesures à prendre en compte sont les suivantes :

- Le dimensionnement des canalisations est effectué conformément aux règles de la NF C 15-100 sur la base de câbles à isolation PR ;
- Les câbles sont au minimum de type C2 (non-propagateur de la flamme) et choisis parmi ceux ayant une température admissible sur l'âme d'au moins 90 °C en régime permanent ;
- Les câbles des chaînes PV, des groupes PV et les câbles principaux PV doivent réduire au maximum le risque de défaut à la terre ou de court-circuit.
- Les câbles soumis directement au rayonnement solaire doivent répondre à la condition d'influence externe AN3 (résistant aux rayons ultra-violet).
- Résistant aux conditions climatiques : intempérie, brouillard salin.

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.

Les câbles cheminant derrière les modules photovoltaïques doivent être dimensionnés pour une température ambiante de 70°C.

Les câbles utilisés respecteront l'UTE C32-502.

Le choix des câbles doit être effectué en fonction des courants et tensions conformément à la norme NFC 15-100 et prendre en compte les facteurs de correction (0.45) suivant le tableau de la norme.

Tous les câbles seront sélectionnés de manière à ce que les risques de défaut à la terre ou de court-circuit soient minimisés après installation.

Ceci peut être réalisé par renforcement de la protection du câblage de 2 manières :

- Câble simple conducteur avec double isolation
- Câble 1 conducteur simple isolation cheminant dans un conduit spécifique.

Les câbles doivent être dimensionnés de telle sorte que la chute de tension entre le champ PV (aux conditions STC) et l'onduleur **soit inférieure à 1 %**.

Les raccordements entre modules solaires, entre modules et boîtier de jonction, entre boîte de jonction et l'onduleur seront réalisés **en câble spécial photovoltaïque**.

Ils auront les caractéristiques suivantes :

- Ame à brins fins cuivre étamé selon VDE 0295 classe 5
- Présentant une excellente résistance aux UV
- Présentant une excellente résistance à la température (minimum +70°C)
- Résistance contre les contraintes dues à l'environnement :
 - o Résistances aux huiles minérales selon DIN VDE 0282
 - o Résistance aux rayons UV selon UL 1581 xéno
 - o Résistance aux liquides acides et alcalins conformément à l'EN 50264-1
 - o Résistance à l'ammoniaque.
- Paramètres électriques :
 - o Tension nominale AC : U0/U 0,6/1kV
 - o Tension max de service DC : 0,9/18kV conducteur terre/conducteur-conducteur.
- Comportement au feu selon EN 60332-1-2, EN 50266-2-5, DIN EN 50268-2, EN 50264-1 et EN 50305 (index ITC <3).
- Compatible avec la connectique rapide.

Les modules seront interconnectés en série de façon à obtenir des strings dont la tension maximale sera en adéquation avec les caractéristiques électriques des onduleurs et des modules.

La section minimale des câbles des strings sera de 6mm².

TECHNISPHÈRE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

La mise en œuvre du câblage des modules photovoltaïques respectera la réglementation et la notice de montage des modules fournis.

Cheminement

Le cheminement des câbles ainsi que leur fixation et celle des autres éléments seront réalisés de manière à s'intégrer au mieux au bâtiment, tout en cherchant à réduire au maximum les longueurs de câble.

Les câbles chemineront :

- A l'extérieur sous les panneaux PV et sur des chemins de câbles capotés
- Les traversées de toiture seront réalisées au travers de crosses prévus par le lot Couverture étanchéité

Les câbles doivent être fixés correctement, en particulier ceux exposés au vent. Les câbles doivent cheminer dans des zones préalablement définies ou à l'intérieur de protections mécaniques. Ils doivent aussi être protégés des bords anguleux.

Le cheminement devra être tel que la longueur soit la plus faible possible entre le champ photovoltaïque et boîte et l'onduleur. Les câbles (+) et (-) ainsi que la liaison équipotentielle devront être jointifs pour éviter des boucles de câblage préjudiciable en cas de surtensions dues à la foudre.

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

Pour cela, il est demandé la pose de signalisation indiquant la nature du danger à proximité des différents équipements :

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

Câblage des chaînes

Le présent lot devra le câblage des chaînes c'est-à-dire le circuit dans lequel les modules PV sont connectés en série, afin de générer la tension nécessaire à l'onduleur pour son bon fonctionnement.

Pour un système de N chaînes connectées en parallèle, chacune d'elle étant constitué de M modules connectés en série, le courant de défaut maximum dans une chaîne peut atteindre $1,25 \times (N-1) I_{cc} (stc)$.

En conséquence, il y a lieu de dimensionner les câbles en fonction du courant de défaut maximum éventuel.

La norme CEI 60364 admet qu'une protection contre les surcharges peut être omise sur les câbles des chaînes si le courant admissible du câble est égal ou supérieur à $1,25 I_{cc} (stc)$ en tout point.

Les câbles des chaînes seront donc dimensionnés de la manière suivante :

Pour le système comportant de nombreuses chaînes en parallèle, la protection par fusibles (sur chaque polarité de chaque chaîne) est indispensable.

- Panneau photovoltaïque avec protection fusible sur chaque chaîne :
 - o Type de câble pouvant supporter une tension : $V_{co} (stc) \times M \times 1,15$
 - o Section de câble pouvant supporter un courant supérieur ou égal au courant de fusion du fusible.

Connecteurs DC

Les câbles seront munis de connecteurs débrochables à leurs extrémités. Ces derniers ne devront pas être posés à même le sol.

- Les connecteurs doivent être spécifiés pour le courant continu.
- Les connecteurs doivent être dimensionnés pour des valeurs de tensions et courant supérieures à celles des câbles DC qui en sont équipés.
- Une étiquette de type dilophane fond rouge écriture blanche avec la mention « Ne pas déconnecter en charge » sera fixée à proximité des connecteurs.
- Les connecteurs doivent :
 - o Assurer une protection contre les contacts directs
 - o Être en classe II
 - o Résister aux conditions extérieures (UV, humidité, température...) IP65
 - o **Être de la même marque que celle des panneaux**

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

De plus, pour éviter tout sectionnement en charge, les dispositifs de connexion utilisés ne seront démontables qu'à l'aide d'un outil, par construction ou par installation.

L'entreprise aura la responsabilité de la fourniture et de la pose des connecteurs.

Les connecteurs qui assurent la liaison électrique en courant continu sont conformes à la norme NF EN 50521 « Connecteurs pour systèmes photovoltaïques – Exigences de sécurité et essais » version de février 2009. En particulier, ils sont équipés d'un dispositif mécanique de blocage qui permet d'éviter l'arrachement.

Les connecteurs ainsi que les broches de dérivations seront du matériel spécial photovoltaïque et compatible avec les modules photovoltaïques.

Les bornes des boîtiers de jonction seront en nombre suffisant pour permettre les reprises de câblage nécessaires pour les arrangements série, ainsi que l'utilisation de diodes parallèles de by-pass.

La polarité des bornes sera clairement identifiée et toutes les sorties de câbles seront réalisées par presse-étoupe IP 65.

L'ensemble des liaisons sera correctement repéré et indexé aux tenants et aboutissants.

Des étiquettes de signalisation réglementaire seront apposées sur les cheminements des câbles DC, tous les 5 m.

A l'intérieur du bâtiment les câbles DC chemineront en fourreau fourni par le présent lot dans des cheminements techniques protégés de degré coupe-feu 1H entre les pénétrations dans la couverture et local technique PV implanté dans le bâtiment.



Boîte de jonction DC

Le raccordement des chaînes de modules sur les entrées dédiées des onduleurs sera réalisé au moyen de Boîte de jonction spécifiques (BJPV).

Elle permet la mise en parallèle des chaînes. La boîte de jonction devra être implantée en un lieu accessible pour les exploitants, et comportant des étiquettes de repérage et de signalisation de danger (sur le toit) :

- « Boîte de jonction panneau PV : BJPV N° » avec une étiquette « danger, conducteurs actifs sous tension durant la journée »
- Les étiquettes devront être facilement visibles et fixées d'une manière durable pour résister aux conditions ambiantes (température, humidité, UV...).
- Chaque chaîne du champ photovoltaïque doit pouvoir être déconnectée et isolée individuellement.
- En aucun cas, le sectionnement ne doit être réalisé en charge et ceci doit être clairement indiqué par une étiquette apposée à l'intérieur de la boîte de jonction.
- Un interrupteur sectionneur DC sera intégré dans chaque boîte de jonction sur le départ de la liaison principale.
- Fusibles surveillés sur chaque arrivée de chaîne, avec microcontact de télésignalisation à distance raccordé sur bornier
- Borniers de raccordement,
- Parasurtenseur DC de type 2 à proximité immédiate des borniers de raccordement avec dérivation directe à la terre et contact sec d'état raccordé sur bornier,

L'entreprise aura à se charge la fourniture et de la pose des boîtiers de jonction.

Le présent lot devra la fourniture et pose de boites DC avec coupure au plus près des panneaux.

De plus et afin de garantir un bon niveau de sécurité, celles-ci devront respecter les dispositions constructives suivantes :

- Enveloppe non-propagatrice de la flamme IP65 avec raccordement par le bas
- Protection contre les contacts directs par utilisation des appareils possédant au moins un degré de protection IP2X ou IPXXB ;
- Ouverture possible seulement à l'aide d'un outil ou une clef
- Séparation des borniers positifs et négatifs avec une isolation appropriée ;
- Disposition des bornes terminales de telle sorte que les risques de court-circuit durant l'installation ou la maintenance soit improbables.
- Séparation des bornes positives et négatives des liaisons avec les rangées de modules ;
- Conforme avec la norme CEI 60439-1 ;
- Indice de protection minimum IP65 et IK10 ;
- Traitement anti-UV ;
- Entrées et sorties de câble réalisées par le bas et par presse étoupes ou connecteurs de type MC 4 ;

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

De plus, en aucun cas, le sectionnement ne doit être réalisé en charge et ceci doit être clairement indiqué par une étiquette apposée à l'intérieur de la boîte de jonction.

Dans le cadre de ce projet, il sera donc prévu d'intégrer à chaque boîte de jonction :

- Un parafoudre dimensionné selon les prescriptions du §parafoudre
- Un interrupteur général DC
- Diodes de découplage

Les boîtes de jonctions seront positionnées en toiture.

Les boîtes de jonction devront être facilement accessibles pour la maintenance. Le câblage sera réalisé en « goutte d'eau ».

Des étiquettes de repérage et de signalisation de danger avec les caractéristiques suivantes seront prévues sur chaque boîte de jonction :

- Libellés :
 - o « Boîte de jonction panneau PV : BJPV N° »
 - o « Danger, conducteurs actifs sous tension durant la journée »
- Facilement visibles et fixées d'une manière durable pour résister aux conditions ambiantes (température, humidité, UV...).

La section des conducteurs sera dimensionnée suivant les règles de la NF C 15-100, en prêtant une attention particulière aux contraintes de chute de tension entre les champs photovoltaïques (boîtes et coffrets de jonction) et les onduleurs.

L'ensemble des liaisons sera correctement repéré et indexé aux tenants et aboutissants.

La section minimale des câbles sera de 6mm²

Coffret DC

Il permet le raccordement à l'onduleur.

Il sera équipé d'un bornier de raccordement d'un sectionneur et permettra le changement de section de câble afin de pouvoir raccorder l'onduleur.

Afin de garantir un bon niveau de sécurité, les dispositions constructives suivantes seront adoptées :

- choix d'une enveloppe non-propagatrice de la flamme
- protection contre les contacts directs par utilisation des appareils possédant au moins un degré de protection IP2X ou IPXXB
- ouverture possible seulement à l'aide d'un outil
- étiquette

Fusibles

- Des fusibles doivent être installés à la fois sur la polarité positive et négative de chaque chaîne :
- les fusibles doivent être appropriés pour le courant continu
- les fusibles doivent être calibrés pour une valeur de courant comprise entre 1,5 lcc et 2 lcc (stc)
- les fusibles doivent être dimensionnés pour fonctionner à une tension égale à $V_{co} (stc) \times M \times 1,15$

Liaison principale DC

Pour un système de N chaînes connectées en parallèle, chacune d'elle étant constituée de M modules connectés en série, les liaisons principales DC seront dimensionnées de la manière suivante :

- Tension : $V_{co} (stc) \times M \times 1,15$
- Courant : $I_{cc} (stc) \times N \times 1,25$
- La liaison principale sera réalisée par 2 câbles unipolaires double isolation et de section suffisante pour limiter les chutes de tension au minimum.
- Le présent lot doit la réalisation des notes de calcul pour le dimensionnement des sections de câbles.
- Il doit la fourniture pose et raccordement de tous les câbles

Fixations

Les boîtes de jonction BJPV seront fixés sur des montants métalliques dûs par le présent lot et fixés en coordination avec les lots - Clos et Couvert GOE et étanchéité.

L'implantation des boîtes seront étudiées de sorte à faciliter la réalisation des futures **opérations d'entretien et de maintenance**, notamment en termes de hauteur libre minimale disponible.

Tous les éléments de fixation, de supportage et de raccordement des boîtes de jonction sont à prévoir au titre du présent lot.

Sectionnement DC

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

- Le sectionneur DC doit :
 - o être bipolaire pour isoler électriquement les 2 polarités
 - o être spécifié pour le courant continu
 - o se situer en amont et à proximité de l'onduleur

Il est impératif qu'une étiquette signalétique soit apposée à proximité indiquant la consigne à respecter (par exemple : « ne pas manœuvrer avant l'ouverture du disjoncteur de sortie onduleur »).

Interrupteur DC

L'interrupteur DC sur la liaison principale, en amont de l'onduleur, est un moyen d'isoler électriquement le champ PV tout entier.

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

Pour s'assurer que le sectionnement en charge par inadvertance ne génère pas de risque électrique à l'opérateur, il est demandé la mise en place d'un interrupteur/sectionneur remplissant à la fois la fonction de coupure en charge et de sectionnement.

Mise en place d'un interrupteur/sectionneur remplissant à la fois la fonction de coupure en charge et de sectionnement.

NB : Le pouvoir de coupure d'un interrupteur n'est pas le même en DC ou en AC. L'interrupteur doit être spécifié pour un fonctionnement en DC.

NB : Le pouvoir de coupure d'un interrupteur n'est pas le même en DC ou en AC. L'interrupteur doit être spécifié pour un fonctionnement en DC.

- L'interrupteur DC doit être dimensionné pour la tension et le courant maximum calculé
- L'interrupteur doit être étiqueté « **Interrupteur Sectionneur principal champ PV** » avec un repérage clair des positions ON/OFF.
- Le coffret comportant l'interrupteur/sectionneur doit être étiqueté « **danger, conducteurs actifs sous tension durant la journée** ». Les étiquettes devront être très visibles et fixées d'une manière durable pour résister aux conditions ambiantes (température, humidité...).

Tous les composants courant continu (câbles, interrupteurs, connecteurs, etc.) du système seront choisis en fonction de la valeur de courant et tension maximum des modules connectés en série/parallèle constituant le champ PV.

Conformément à l'avis de la CCS du 7 février 2013 partie 4-4 : Instruction relative aux installations photovoltaïques.

L'absence de coupure DC est acceptée sous réserves du respect de l'une des dispositions suivantes :

- Les câbles DC cheminent en extérieur, et pénètrent directement dans chaque local onduleur du bâtiment. Ces câbles en extérieur chemineront sous protections mécaniques s'ils sont accessibles et aucun câble ne sera positionné horizontalement au-dessus d'un ouvrant
- Les onduleurs sont positionnés en extérieur, protégés de toutes agressions extérieures (chocs intempéries etc.) au plus près des modules sans pénétrations de câbles DC dans la construction.
- Les câbles DC cheminent à l'intérieur du bâtiment jusqu'au local technique onduleur et sont placés dans des cheminements techniques protégés de degrés coupe-feu égal à la stabilité du bâtiment avec un minimum de 30 minutes, et pénètrent directement dans chaque local onduleur du bâtiment. Ces câbles en extérieur cheminent sous protections mécaniques s'ils sont accessibles et aucun câble n'est positionné horizontalement au-dessus d'un ouvrant
- La tension maximale des chaînes photovoltaïques en circuit ouvert est inférieure à 60v DC

3.9.1.3. Signalisation réglementaire

Pour des raisons de sécurité à l'attention des différents intervenants (chargés de maintenances, contrôleurs, exploitant du réseau public de distribution, services de secours), il est impératif de signaler le danger lié à la présence de deux sources de tension (photovoltaïque et réseau public de distribution) sur le site.

Tous les principaux composants constituant l'installation photovoltaïque doivent être identifiés et repérés par des étiquettes facilement visibles et fixés de manière durable en correspondance avec les plans et schéma de l'installation et conforme aux demandes des pompiers et au guide UTE C 14-712

Pour cela, des étiquettes portant les mentions suivantes seront prévues :

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

Une étiquette portant la mention « Ne pas manœuvrer en charge » sera prévue par le présent lot :

- à l'intérieur des boîtes de jonction DC
- à proximité des sectionneurs fusibles, des parafoudres débrochables
- « Attention : présence de deux sources de Tension - Photovoltaïque et Réseau public de distribution »
- « Isoler les deux sources avant toute intervention »
- Une étiquette de signalisation située à proximité du dispositif assurant la limite de production photovoltaïque dans le local technique de TGBT
- Une étiquette portant la mention « Attention, câbles courant continu sous tension »
 - o Sur la face avant des boites de jonction ;
 - o Sur la face avant des coffrets DC ;
 - o Sur les extrémités des canalisations DC à minima.
- Une étiquette portant la mention « Ne pas manœuvrer en charge »
 - o A l'intérieur des boîtes de jonction et coffrets DC ;
 - o A proximité des sectionneurs-fusibles, parafoudres débrochables ;
- Une étiquette portant la mention « Câble d.c sous tension uniquement dans le local onduleur »



De plus, le titulaire du présent lot prévoira la mise en place des documents suivants sous pochette étanche dans le poste de transformation à créer :

- Schéma électrique
- Plan d'implantation des composants de l'installation photovoltaïque avec coordonnées de l'exploitant

Nota : En cas d'intervention du personnel de secours du bâtiment, il est important que celui-ci soit informé de :

- L'emplacement des disjoncteurs de branchement (injection et soutirage) permettant la coupure générale des circuits courant alternatif ;

La présence de tensions dangereuses en journée sur les circuits de l'installation électrique à courant continu, même après avoir manœuvré le disjoncteur de branchement d'injection sur le réseau public de distribution ou le sectionneur ou interrupteur/sectionneur du ou des onduleurs coté installation à courant alternatif.

3.10. PARTIE ALTERNATIVE

Il sera prévu une armoire photovoltaïque par le présent lot. Elle sera positionnée en toiture à proximité de l'onduleur

Le tableau comprendra les protections, un parafoudre et compteur et sera muni d'une coupure d'urgence en façade.

Le tableau sera IP65 IK 10 et résistant aux intempéries.

Le titulaire du présent lot devra les supports et casquettes pour protéger l'armoire électrique et les onduleurs.

3.10.1. Câblage

Les onduleurs seront raccordés à l'armoire PV par le présent lot.

L'ensemble des câblages entre l'armoire PV et le TGBT du bâtiment sera réalisé par le présent lot.

Les câbles utilisés respecteront l'UTE C32-502.

Il devra :

- Les cheminements y compris les continuités de terre et les repérages
- Fourniture et pose des disjoncteurs dans l'armoire TGBT du site avec la MX
- Fourniture et pose des chemins de câbles
- Fourniture, pose et raccordements des câbles suivant la note de calcul à la charge du titulaire du présent lot entre le de TGBT du site et l'armoire.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

3.10.2. Tableaux électriques

Le présent lot devra la fourniture d'une armoire électrique dédiée au photovoltaïque. Elle sera placée en toiture à proximité de l'onduleur.

Il sera prévu les équipements suivant par armoire :

- Le disjoncteur général équipé de bobine MX et contacts O+F,
- Une coupure d'urgence en façade
- Une centrale de mesure
- Disjoncteur de l'onduleur
- Disjoncteur, protection du voyant présence de tension AC (aval de l'onduleur),
- Disjoncteur différentiel, protection du parafoudre AC,
- Sectionneur
- Disjoncteur différentiel super immunisé
- Des voyants de présence tension en façade (Aval et Amont). Et spécifiquement un voyant rouge de présence tension réseau. Ce voyant doit rester allumé dès que la tension présente en sortie onduleur dépasse 100 V ; il préviendra ainsi de toute défaillance totale ou partielle des automatismes de déconnexion ;
- Un dispositif de coupure d'urgence avec bouton poussoir apparent (de manière à être accessible de l'extérieur du coffret) et associé à la bobine à émission de l'organe de protection principal.
- 1 voyant présence tension LED AC sur la façade du tableau,
- Les parafoudres AC de type 2 avec indicateur
- Le collecteur de terre (dimensionné pour 1 câble par borne),
- Les bornes de raccordement en partie haute,
- Un répartiteur étagé de distribution,
- Une barre d'équipotentialité
- Compteurs communicants par onduleur en plus de la centrale de mesure

Les équipements devront être de marque identique à ceux du lot électricité.
Les compteurs et centrale de mesures doivent être compatibles avec la GTC.

Les schémas électriques devront être placés dans le coffret.
L'armoire photovoltaïque sera réalisée en conformité avec le régime de neutre de l'installation.

Il appartient à l'entreprise en fonction de son étude, d'apporter toutes les complémentarités nécessaires afin d'assurer la protection des personnes, la sélectivité totale entre protections et tous impératifs permettant une parfaite conformité.

Les portes comporteront des serrures à clef. D'une façon générale, les armoires et tableaux seront de présentation et de conception interne soignée.

Les raccordements des arrivées issues des onduleurs s'effectueront obligatoirement par l'intermédiaire d'un bornier permettant la liaison avec les câbles d'injection, avec repérage amont et aval des conducteurs, subdivisé de façon identique aux protections et commandes, comprenant également 30 % de place disponible par subdivision minimum.

Les borniers seront facilement accessibles.

Le disjoncteur général et le jeu de barres général seront dimensionnés pour l'intensité nominale utile + 30%.

Le présent lot devra les supports pour poser l'armoire électrique et les onduleurs, ainsi que les plots ou autres équipements pour se poser sur le support d'étanchéité. Le système mis en œuvre devra être compatible avec le complexe d'étanchéité.

Nota : Le présent lot doit des notes de calcul avec un logiciel agréé en prenant en compte les équipements du lot électricité la sélectivité devra être totale.

3.10.3. Comptages et GTC

Le titulaire du présent lot devra la fourniture d'une centrale de mesure pour l'armoire divisionnaire.
(Même si ces données peuvent être reprises depuis les onduleurs ou leur plateforme)

Le compteur devra être communicant et compatible avec la GTC.

Le présent lot devra un concentrateur, une passerelle ou autre pour permettre le raccordement des onduleurs, compteurs et écrans sur la GTC. Afin de faire remonter la production par onduleurs, les compteurs par armoire, la puissance réinjectée, les défauts des onduleurs et optimiseurs. La puissance instantanée et cumulée.

Ces équipements devront être compatibles avec la GTC du site.

Le présent lot doit la mise à disposition de ces points sur borniers dans ces armoires.

Il doit l'assistance au lot en charge de la GTC.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

3.10.4. ARRET D'URGENCE

En application des règles du 463 et du 536.3 de la NF C 15-100, des dispositifs de coupure d'urgence côté AC et côté DC doivent être prévus pour couper, en cas d'apparition d'un danger inattendu, les alimentations électriques.

Tout dispositif de coupure d'urgence devra être à coupure omnipolaire et simultanée.

- Ces dispositifs seront de type boîtier jaune à « Coup de poing ». Ils devront être identifiés par étiquette gravée
- Boîtier bris de glace à voyant

Les dispositifs de coupure d'urgence permettront de sectionner simultanément les circuits DC et AC de toutes les installations photovoltaïques.

Les commandes des dispositifs de coupure d'urgence doivent être facilement reconnaissables et rapidement accessibles.

Afin de couper l'énergie issue des panneaux, il sera prévu la mise en place d'une coupure d'urgence au RDC à l'entrée des bureaux à proximité des arrêts d'urgence du TGBT et du réseau ondulé existants.

Il sera prévu :

- La ou les AES
- Le câblage en CR1
- Les voyants blancs
- Les relayages
- Les essais en réel

La réalisation sera réalisée suivant UTE C 15-712-1.

Chacun coupera le courant alternatif et le courant DC au plus près des panneaux et provoquera l'arrêt des onduleurs. Il sera soigneusement étiqueté.

La signalisation de l'action effective de coupure doit être réalisée par des indications de mesures de tension. Celle-ci sera prise entre le dispositif de coupure et la zone sécurisée. Les câbles seront en CR1.

Cette signalisation est assurée par l'extinction d'un voyant blanc qui indique la coupure effective. Plusieurs voyants seront installés (un à proximité de chaque coupure).

Le présent lot doit les coupures d'urgence en façade des armoires les voyants blancs et tous les câblages relaiage pour le bon fonctionnement des coupures d'urgence.

Le présent lot devra une AES pour l'alimentation des déclencheurs à émission de courant ou motorisation des disjoncteurs alimentant les armoires photovoltaïques, il devra également les câblages et les relayages.

Dans le cadre d'utilisation de télécommande pour assurer la coupure d'urgence photovoltaïque, le titulaire du présent lot pourra mettre en œuvre un des moyens suivants (extrait UTE C 15-712-1) :

- Déclencheur à émission de courant ou motorisation alimentés, via des câbles de type CR1, par une AES (Alimentation Electrique de Sécurité) mise en œuvre suivant le paragraphe 562.8 de la NF C 15- 100 ;

Le repérage de la coupure PV sera réalisé en lettre noire sur fond jaune et il sera notifié :

Attention – Présence de deux sources de tension :

1-réseau de distribution

2- Panneaux photovoltaïques

Le présent lot devra les essais en réel des déclenchements des coupures d'urgence.

3.11. AFFICHAGE - PLATEFORME DE SUPERVISION MISE EN SERVICE DOE

3.11.1. Affichage et plateforme

Panneau d'information

L'entreprise devra la mise en place (lieu exact à préciser en phase EXE en accord avec les utilisateurs) d'un panneau d'information de production du photovoltaïque. Ce panneau d'information didactique personnalisé à la charte graphique du MOA donnera de la visibilité à la production d'énergie. Il sera composé de plusieurs champs de LED (hauteur de LED 25 mm visible à 10 mètres) :

- 1 Production instantanée
- 1 Energie cumulé
- Gain Co2
- 420*297

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------

Il sera de type XC410-SAW N03 de marque SIEBERT ou techniquement équivalent



Exemple de rendu

Plateforme de suivi d'informations et d'alarmes

L'entreprise devra fournir un système de supervision, compris matériels et logiciels nécessaires pour permettre :

- Une surveillance de l'installation sur site et à distance.

De ce fait, la centrale photovoltaïque sera dotée d'une communication Modbus IP + serveur web.

Pour cela, l'onduleur sera équipé pour communiquer en IP. Le présent lot devra la fourniture et la pose de tout le matériel d'acquisition nécessaire à la surveillance de l'installation compris passerelle, cartes de communications et équipements nécessaires à la communication et remontées des informations.

Ce système de supervision permettra à minima :

- Un suivi en temps réel de la production photovoltaïque (kWh)
- Un suivi en temps réel de la puissance photovoltaïque (kWc)
- Un suivi en temps réel de puissance réinjectée (kW)
- La réalisation automatique d'histogrammes par mois de production (kWh et kWc) et d'autoconsommation (kWh et kWc)
- La réalisation sur demande (semaine/mois/année) d'histogrammes de production (kWh et kWc) et d'autoconsommation (kWh et kWc)
- La supervision des onduleurs avec affichage visuel des états (marche, arrêt, défaut)
- La supervision des optimiseurs avec affichage visuel des états (marche, arrêt, défaut)
- Déclenchement et envoi d'alarme selon l'état
- Une visibilité complète de la performance du système
- Un accès depuis un smartphone et un ordinateur

La plateforme de supervision permettra une surveillance améliorée des performances PV et une garantie de rendement grâce à la détection des défauts et aux alertes au niveau du module des optimiseurs, des chaînes et du système.

3.11.2. Mise en service

L'entrepreneur préviendra le Maître d'œuvre et le maître d'ouvrage de la date des essais, et leur proposera d'y assister.

Avant connexion au réseau, l'entreprise procédera à un test de l'équipement qui comportera :

- Mesure des tensions à vide de chaque panneau
- Mesure des tensions à vide de chaque string
- Mesure des isollements
- Validation des capteurs et de la centrale de mesure et rédaction d'un compte-rendu

Le prestataire devra solliciter un PV du CONSUEL.

Les frais de contrôle et de dossier pour l'obtention de ce CONSUEL sont à la charge du présent lot.

Après connexion au réseau, l'entreprise procédera à une mise en service de l'équipement qui comportera :

- Initialisation de panneau de performance
- Test de production avec mesure d'ensoleillement
- Rédaction d'un rapport de mise en service.

TECHNISPHERE	Phase DCE	Indice A	Janvier 2025
--------------	-----------	----------	--------------