EXPERTISE FRANCE

CAHIER DES CHARGES TECHNIQUES TRAVAUX

LOT 2 ENERGIE

Code du Document : Cahier des Charges Travaux **01/2025**

SOMMAIRE

I. GENERALITES ---- 4
1. Introduction ---- 4
1.1 Profil du candidat ---- 4
1.2 Définition des travaux : ---- 4
1.3 Travaux inclus : ---- 5
2. Installations et services temporaires ---- 6
3. Responsabilités de l'entrepreneur ---- 6
4. Plans ---- 7
5. Horaires de travail ---- 8
6. Location et sous-traitance ---- 8
7. Fin des travaux ---- 8

II. NORMES - CONTROLE QUALITE – SANTE ET SECURITE ---- 9
1. Normes internationales ---- 9
2. Contrôle qualité ---- 9
3. Santé et sécurité au travail ---- 10
4. Equipement de protection individuelle ---- 10
5. Premiers secours et cas d'urgence ---- 11
6. Rangement du site - environnement de travail - signalétique/écriteaux de chantier ---- 11

III. CONSISTANCE DES TRAVAUX ---- 12
1. Détails des travaux : ---- 12
1.1 Eclairage ---- 12
1.1.1 Normes et réglementations applicables ---- 13
1.1.2 Caractéristiques techniques ---- 13
1.1.3 Sécurité et qualité ---- 14
1.2 Climatisation ---- 15
1.2.1 Démontage et Dépose des Climatiseurs Existants (à l'exception des bâtiments 4 et 9) ---- 15
1.2.2 Installation des climatiseurs solaires ---- 17
1.3 Système Photovoltaïque : (à l'exception du bâtiment 10) ---- 22
1.3.1 Matériel et services à fournir par l'installateur ---- 23
1.3.2 Ingénierie ---- 24
1.3.3 Travaux de montage ---- 24
1.3.4 Exploitation et maintenance ---- 24
1.3.5 Normes & guides de référence ---- 26

1.3.6 Les modules photovoltaïques ---------- 28
1.3.7 Structure de soutien des modules photovoltaïques ---------- 29
1.3.8 Convertisseur de courant ---------- 30
1.3.9 Câble courant continu CC et alternatif CA ---------- 31
1.3.10 Connecteurs ---------- 34
1.3.11 Boites de jonction pour mise en parallèle de chaines PV ---------- 35
1.3.12 Dispositifs de protection ---------- 35
1.3.13 Interrupteur Sectionneur CC ---------- 36
1.3.14 Mise à la terre et protection contre la foudre ---------- 36
1.3.15 Régulateur de charge ---------- 37
1.3.16 Batterie ---------- 38
1.3.17 INSTALLATION ---------- 39
1.3.18 ESSAI DE L´INSTALLATION ---------- 40
1.3.19 GARANTIES ---------- 40

I. GENERALITES

1. Introduction

Le présent cahier des charges est bâti sur une inspection visuelle et sur la base des informations connues et transmises par le Maître d'Ouvrage. Les entreprises sont tenues de mener toutes les études et investigations complémentaires nécessaires dans le cadre des études d'exécution pour atteindre les objectifs des prestations décrites.

L'entreprise est tenue d'effectuer une visite des lieux et de vérifier l'état des bâtiments afin de définir un plan d'intervention, de ressortir toute lacune et de donner un tableau comparatif en matière de matériels et appareillage à installer (comparaison entre l'existant/projeté et le besoin).

Dans le cas où une non-conformité avec le cahier des charges ou le bordereau des prix est détectée, l'entrepreneur doit présenter un rapport au Maitre de l'Ouvrage pour confirmation.

1.1 Profil du candidat

- Directeur des travaux : Ingénieur Electricien ou équivalent ayant au minimum 10 ans d'expériences, 2 projets similaires ;
- Ingénieur Electricien : 5 ans d'expériences, 2 projets similaires ;
- Ingénieur spécialiste photovoltaïque : 5 ans d'expériences, 2 projets similaires ;
- Technicien en génie climatique : 5 ans d'expériences, 2 projets similaires.

1.2 Définition des travaux :

Le présent cahier des charges a pour objet la définition des travaux et fournitures nécessaires pour la réalisation complète des installations correspondant à la catégorie "**Energie**" relatif au projet de réhabilitation et de rénovation des 10 bâtiments administratifs au **CAP-HAITIEN.**

L'installateur ne pourra faire état d'une omission ou d'une mauvaise interprétation du présent dossier pour refuser de fournir ou de monter un dispositif quelconque dont l'absence mettrait en cause le fonctionnement de l'installation dans son intégrité. Il lui appartiendra d'apprécier, en cours d'études, les différences de réalisation pouvant survenir.
Il pourra demander au Maître d'œuvre, tous renseignements qui pourraient lui être utiles pour l'établissement de sa proposition et de son projet, et il devra se rendre sur place pour visiter le site et évaluer les travaux à exécuter. Ce prix sera fixé avant la signature du contrat, et toute autre réclamation suite à une mauvaise interprétation ne sera pas prise en compte.

N.B. Le présent cahier de charge, devis descriptif ainsi que les plans, sont des plans directifs et non d'exécution. L'entreprise doit prendre en compte les derniers plans produits par l'Architecte afin de déterminer et calculer les caractéristiques et emplacements définitifs des attentes et matériel à installer, et ce en accord avec l'Architecte, le Maitre d'ouvrage et le Maître d'œuvre selon les exigences de chaque site.

1.3 Travaux inclus :

L'entreprise aura à sa charge la réalisation des relevés sur sites, les études d'exécution, la coordination avec les autres entreprises et lots et, les travaux tels que spécifiées sur les pièces écrites et graphiques du projet dans les bâtiments ci-dessous décrits, à noter que le bâtiment de la DINEPA constitue une tranche optionnelle.

NB : L'entreprise est tenue de réaliser les travaux principaux décrits ainsi que tous les travaux induits et/ou connexes. L'entreprise devra tenir compte dans ses prix de ces travaux induits et ou connexes.

Liste des bâtiments :

N°	Administration	Tranche
1	Bâtiment du bureau de l'immigration	Ferme
2	Direction générale des impôts (DGI)	Ferme
3	Bâtiment du CRLDI Trou du Nord	Ferme
4	Bâtiment du CRLDI de Vaudreuil	Ferme
5	Bâtiment de la Vice-délégation du Nord-Est Fort Liberté	Ferme
6	Bâtiments de la direction nationale de l'eau potable et de l'assainissement (DINEPA)	Optionnelle
7	Bureau de la Douane du Cap Haïtien	Ferme
8	Délégation départementale du Nord	Ferme
9	Bâtiment de la Vice-délégation Trou du Nord	Ferme
10	Bâtiment de l'Office National d'Identification (L'ONI)	Ferme

Ce document, bien que précis, n'est ni exhaustif ni limitatif. Il spécifie les matériaux et ouvrages finis, mais ne décrit pas les travaux préparatoires, induits ou connexes essentiels à leur mise en œuvre.

L'Entrepreneur ne pourra invoquer aucune omission pour justifier une demande de plus-value pour des travaux réalisés selon les règles de l'art, et dont l'utilité se manifesterait au cours de l'exécution des travaux.

Afin de minimiser les risques d'omissions ou de doublons, l'Entrepreneur est tenu de consulter les devis quantitatifs/descriptifs ainsi que les plans de tous les corps d'état pertinents, afin de déterminer les travaux à inclure dans son prix global et forfaitaire.

Il incombe à l'Entreprise de solliciter auprès du Maître d'Ouvrage (MO) toutes les informations manquantes durant l'étude de prix. L'Entrepreneur est également supposé avoir pris connaissance

des conditions d'accès au chantier, et ne peut invoquer aucune difficulté liée à celles-ci après coup.

L'entrepreneur est tenu d'effectuer une visite au bâtiment objet du présent cahier des charges avant la remise de son offre pour s'assurer des quantités à mettre en œuvre et des difficultés et particularités du site.

2. Installations et services temporaires

L'entrepreneur ne doit en aucun cas occuper une zone située en dehors des limites du projet. L'entrepreneur devra soumettre à la mission de contrôle l'ensemble des ouvrages temporaires nécessaires aux travaux à titre d'information.

Il pourra, au besoin, soumettre un plan d'occupation du site qui présentera les différents aménagements règlementaires nécessaires (ateliers de travail, aire de dépôt granulats/terre, les zones de stockage de matériaux et matériel). L'entrepreneur demeure responsable de la stabilité et de la sécurité de l'ensemble des ouvrages temporaires et de la qualité des ouvrages permanents découlant des ouvrages temporaires éventuellement adoptés.

L'entrepreneur est responsable de la fourniture, de l'entretien des services temporaires nécessaires à l'exécution des travaux (gardiennage, eau courante + énergie électrique …)

3. Responsabilités de l'entrepreneur

L'entrepreneur s'engage à assumer les responsabilités suivantes :

- Coordonner les travaux et le planning d'intervention avec le maitre d'ouvrage particulièrement pour les travaux brouillant et/ou dégageant de la poussière.
- Coordonner ses travaux avec les entreprises adjudicatrices des autres lots.
- Assurer sa présence à la réunion de lancement de travaux, durant laquelle aura lieu une clarification si nécessaire des ouvrages à réaliser, ainsi que des modes de communication et de rendu des livrables.
- Assurer les études d'exécution et les soumettre pour approbation
- Assurer la tenue d'un journal de chantier sur la base duquel sera transcrit au quotidien les activités du chantier.

- Réaliser l'intégralité des ouvrages indiqués dans le dossier technique associé au projet, conformément à leur conception initiale.

- Assumer la responsabilité du personnel, matériel et équipements, sur site ou hors-site, nécessaires à la réalisation du projet.

- Réparer/mettre en adéquation les ouvrages considérés comme non satisfaisant par la mission de contrôle sans couts additionnels. Ceci reste valable, durant la période de responsabilité de l'entrepreneur, jusqu'à la réception finale.

- Réparer tout dommage éventuel provoqué par l'intervention de l'entrepreneur sur des structures voisines adjacentes (tous les couts liés à ces dommages devront être supportés par l'entrepreneur).

- Entretenir ses ouvrages et travaux jusqu'à la réception définitive prononcée sans réserve.

- Respecter les standards internationaux concernant la législation du travail édictés par l'OIT (Organisation Internationale du Travail).

- L'entrepreneur est charge de couvrir les dépenses suivantes à ses propres frais : Assurance civile et assurance des véhicules et équipements lourds nécessaires à la réalisation du chantier.

- Assurance médicale - Assurance en cas d'accident au travail, en accord avec la législation du travail.

4. Plans

L'entrepreneur devra réaliser tous les plans et études d'exécution sur la base du DCE. Il devra être présent à chaque réunion de chantier et à chaque convocation du maitre d'ouvrage et/ou du bureau de contrôle.

Il devra fournir tous les détails nécessaires aux autres corps d'état pour la coordination des plans, ainsi que les besoins en réservations, trémies, supports ou fixations diverses.

5. Horaires de travail

Les travaux doivent être exécutés durant les jours ouvrables (de lundi à samedi), selon la réglementation en vigueur et en accord avec le maitre d'ouvrage.

Les travaux sont en milieu occupé cela peut avoir des restrictions sur les horaires d'intervention sans que l'entreprise ne puisse demander une plus-value quelconque.

6. Location et sous-traitance

- **Location de matériel :** Dans le cas de location de matériel, il est à la charge de l'entrepreneur de s'assurer que les contrats de locations couvrent la totalité de la durée des travaux et les éventuels retards.

- **Sous-traitance :** L'entrepreneur est autorisé à faire appel à de la sous-traitance. En revanche, Expertise France ne doit en aucun cas assurer la coordination et la supervision des différents sous-traitants. L'entrepreneur reste l'unique responsable vis-à-vis d'Expertise France.

7. Fin des travaux

Les travaux ne sont considérés comme achevés complètement qu'après le nettoyage du chantier et après que les ouvrages ont été mis en état d'être utilisés par le client. Les locaux qui ont servi au chantier sont mis en parfait état de propreté.

II. NORMES - CONTROLE QUALITE – SANTE ET SECURITE

1. Normes internationales

- **Les DTU** : L'entrepreneur, par le fait de soumissionner, devra se conformer aux textes des Documents Techniques Unifiés français. Toutes dérogations devront faire l'objet d'un accord du Maître d'Ouvrage et du Maître d'œuvre.
- **Les normes françaises** : L'entrepreneur devra respecter les normes françaises pour l'exécution de ses ouvrages et chaque matériau faisant référence à une de ces normes devra être estampillé.
- **Les codes et règlements** : Les Codes et règlements à observer pour l'exécution des ouvrages, seront ceux normalement utilisés par la profession et plus particulièrement :
    - Le code de la construction.
    - Les prescriptions techniques.
    - Les normes françaises (NF).
    - Les cahiers des D.T.U.
    - Les règles des D.T.U.
    - Le code du travail.
    - Les règlements de sécurité.
    - La note de sécurité.
    - Les prescriptions de la santé publique.

2. Contrôle qualité

En cas de doute d'exécution qui pourra impacter sur la qualité d'un ouvrage, le client se réserve le droit de demander la réalisation des essais de vérification. Ces essais de contrôles seront à exécuter d'office par l'entrepreneur et à ses frais, quels qu'en soient les résultats. L'entreprise considèrera ainsi cet aspect lors de l'élaboration de son offre. Tous les contrôles effectués feront l'objet d'un procès- verbal.

En cas d'essais sur chantier, l'Entrepreneur met à la disposition du Maître de l'Ouvrage, tout le matériel et les personnels nécessaires à la conduite des essais ; il va de soi que les contrôles destructifs sur le site comprennent la remise en état des ouvrages affectés.

Pour ce qui est des essais de laboratoire, (qualité de bétons, contrôle de ciment éventuel, qualité des eaux, etc.), ils seront faits dans des laboratoires agréés par l'autorité compétente. Les modalités du contrôle par le contrôleur de travaux pourront être précisées par ordre de service.

D'une manière générale, dans le cas où les spécifications ne seraient pas respectées et suivant l'importance et/ou la multiplicité des cas de non-conformité, le contrôleur des travaux pourra exiger : soit ordonner la démolition et la reprise des parties d'ouvrages incriminées ou soit le remplacement.

La qualification professionnelle des agents de l'entreprise pourra être vérifiée par le contrôleur des travaux aux cours des mises en œuvre. Si des incompétences notoires qui pourraient conduire à des malfaçons sont constatées, l'entrepreneur sera obligé au remplacement.

A noter que pour les matériaux de construction, les fiches techniques des fournisseurs peuvent être acceptées en lieu et place des résultats des essais, si et seulement si les caractéristiques sont réunies.

3. Santé et sécurité au travail

Les travaux de construction nécessitent une plus grande attention en termes de santé et sécurité des occupants (ouvriers en charge de la construction, occupants, populations riveraines, visiteurs autorisés). La priorité absolue est d'assurer la sécurité des individus pendant la construction ; ce qui requiert des mesures de sécurité provisoires. La spécification ci-dessous guide l'entrepreneur à déterminer comment mener le projet sans aucun effet préjudiciable pour les occupants de toute installation.

4. Equipement de protection individuelle

L'entrepreneur est entièrement responsable de la sécurité et des pratiques de tâches dangereuses en milieu professionnel. Ces dernières doivent être effectuées avec les équipements appropriés de protection et de sécurité. Aussi, l'entrepreneur devra fournir à son personnel mobilisé sur le site, des équipements de protection individuelle tels que des casques, chaussures de sécurité, gants, gilets, lunettes, protections auditives, etc.

5. Premiers secours et cas d'urgence

L'entrepreneur est tenu de fournir du matériel de premiers soins adéquats sur place, l'incapacité de l'Entrepreneur pour assurer la disponibilité du matériel de premiers secours sur place se traduira par un « ordre d'arrêt immédiat du travail » jusqu'à provision. Tous les coûts et les retards résultant d'un « ordre d'arrêt immédiat du travail » sont entièrement à la charge de l'entrepreneur.

Pour les cas de blessures ou accidents plus graves résultants des activités de construction, l'entrepreneur devra fournir un système d'évacuation vers le centre de santé le plus proche et supporter toutes les charges relatives.

6. Rangement du site - environnement de travail - signalétique/écriteaux de chantier

L'entrepreneur est chargé de maintenir un lieu de travail sûr, sain et bien rangé en tout temps et durant toutes les phases de travail.

A ce sujet il devra :

- S'assurer que les femmes recrutées ne soient pas victimes d'une quelconque discrimination
- Veiller à éliminer / réduire toute forme de nuisance (sonore, poussière, etc.) ;
- Instaurer une procédure d'évacuation en cas d'urgence ;
- Edicter toute mesure de prévention des accidents sur le site de construction ;
- Veiller au bon état de fonctionnement de ses équipements ;
- Assurer la gestion des déchets afin d'éviter toute infection/contamination ;
- Veiller au bon état de fonctionnement des installations pour écarter tout risque d'incendie.

La signalisation contribue à garantir la sécurité de tout le monde : les intervenants sur les travaux, les piétons et les automobilistes. Avant le démarrage des travaux et en fonction des taches en cours d'exécution, l'entrepreneur devra procéder à la délimitation de la zone des travaux (clôture de chantier + balisage au besoin) ; mais aussi à la signalisation de chantier (panneaux « attention travaux », « ralentir », « chantier interdit au public », etc.

III. CONSISTANCE DES TRAVAUX

Les travaux à réaliser dans le cadre de ce projet consistent en la remise en état et l'amélioration des systèmes de climatisation, d'éclairage et de production d'électricité du bâtiment. Les travaux incluent les éléments suivants :

Éclairage :

- Remise en état de la lustrerie existante.
- Fourniture et pose de luminaires à LED.

Climatisation :

- Fourniture et installation de climatiseurs muraux.
- Installation de climatiseurs

Énergie Photovoltaïque :

- Extension de l'installation existante de production d'électricité photovoltaïque.

1. Détails des travaux :

1.1 Eclairage

Les travaux à réaliser dans le cadre de ce marché comprennent :

Remplacement des luminaires existant par des tubes LED et installation de nouveau luminaires

- Type de luminaire **:** Tube LED en verre T8.
- Caractéristiques techniques **:** 20W, longueur de 120 cm, température de couleur de 6500K, luminosité de 1800 lumens.

Dépose des luminaires existants et installation de luminaires LED tel que spécifié ci-haut. Les travaux incluent le nettoyage et la remise en état de tout dégât qui pourrait survenir, la reprise du câblage si nécessaire et toutes sujétions utiles.

Les luminaires seront installés selon les meilleures pratiques, en respectant les normes en vigueur et en optimisant la couverture lumineuse.

L'entrepreneur est tenu de réaliser les notes d'éclairement et notes de calcul pour atteindre le résultat minimal qui est :

- 300 à 500 lux dans les bureaux

- 100 à 200 lux dans les couloirs, circulations et espaces communs.

1.1.1 Normes et réglementations applicables

L'ensemble des installations doit être conforme aux prescriptions et spécifications des textes réglementaires en vigueur à Cap Haïtien, notamment :

- **Lois, décrets, arrêtés, circulaires et codes** : Respect de toutes les lois et règlements en vigueur à Cap Haïtien, y compris le Code du Travail.
- **Normes haïtiennes homologuées** : Toutes les normes applicables aux installations électriques et à l'éclairage.
- **Normes AFNOR ou ISO (en absence de normes AFNOR disponibles)** :
    - **NF EN 12464-1** : Éclairage des lieux de travail - Exigences d'éclairage intérieur.
    - **NF EN 60598-1** : Luminaires - Exigences générales et essais.
- **Documents Techniques Unifiés (D.T.U)** :
    - **D.T.U 70.1** : Installations électriques

1.1.2 Caractéristiques techniques

Les luminaires à fournir et à installer doivent répondre aux spécifications suivantes :

- **Type** : Tube LED en verre T8.
- **Puissance** : 20W.
- **Longueur** : 120 cm ou 60 cm selon les cas
- **Température de couleur** : 6500K (blanc froid).
- **Luminosité** : 1800 lumens.

- **Caractéristiques principales** :

  - **Efficacité énergétique** : Classe énergétique A ou supérieure.
  - **Durabilité** : Durée de vie minimale de 50 000 heures.
  - **Matériau** : Verre résistant, assurant une diffusion homogène de la lumière.
  - **Sécurité** : Certification de conformité aux normes de sécurité électrique.

- **Installation** :

  - Les luminaires seront posés dans les emplacements prévus, en respectant les distances recommandées pour une couverture lumineuse optimale.
  - Les supports de fixation devront être vérifiés pour assurer la sécurité de l'installation.

1.1.3 Sécurité et qualité

Sécurité : Toutes les installations électriques doivent respecter les normes de sécurité en vigueur. Les circuits doivent être protégés par des disjoncteurs appropriés, et les câblages doivent être réalisés en utilisant des matériaux résistants au feu.

Contrôle qualité : Chaque installation sera contrôlée pour vérifier la conformité aux spécifications techniques, ainsi que la sécurité et l'efficacité de l'éclairage.

<u>Gestion des câblages</u>

La gestion des câblages est un aspect essentiel pour garantir la sécurité et l'esthétique des installations. Les spécifications à respecter sont les suivantes :

- **Passage des câbles** :

  - Les câbles seront dissimulés dans des gaines techniques ou des chemins de câbles pour éviter tout risque de contact accidentel ou de détérioration.
  - Les chemins de câbles doivent être choisis et installés de manière à minimiser l'impact visuel tout en garantissant une protection maximale des câblages.

- **Protection des connexions** :

  - Toutes les connexions électriques doivent être protégées par des boîtiers de jonction étanches et résistants aux surchauffes.
  - Un test d'isolation électrique sera réalisé pour s'assurer de l'absence de fuites de courant ou de court-circuits potentiels.

1.2 Climatisation

1.2.1 Démontage et Dépose des Climatiseurs Existants (à l'exception des bâtiments 4 et 9)

- *Description Générale des Travaux*

Les travaux de dépose des climatiseurs existants comprennent l'ensemble des opérations nécessaires pour retirer les unités de climatisation, tant intérieures qu'extérieures, y compris tous les accessoires et éléments connexes, dans le respect des normes de sécurité et environnementales en vigueur.

- *Identification des équipements*

Réaliser un état des lieux complet des installations existantes. Identifier les types, modèles, et localisations des climatiseurs à déposer.

Vérifier l'accessibilité des unités à démonter, en tenant compte des contraintes techniques et de sécurité.

- *Désactivation des Systèmes*

Avant toute intervention, mettre hors service les unités de climatisation à déposer. Couper l'alimentation électrique au niveau du tableau de distribution et sécuriser les circuits concernés. Purger les circuits frigorifiques en récupérant les fluides frigorigènes selon les normes en vigueur (Réglementation F-Gaz ou équivalent). Cette opération doit être réalisée par un opérateur certifié.

- *Démontage des Unités Intérieures*

Déposer les unités intérieures en prenant soin de ne pas endommager les supports existants (murs, plafonds, etc.). Démonter les conduites frigorifiques, les conduits de condensats, les câblages électriques et tout autre accessoire associé. Reboucher les trous laissés par les fixations des unités après dépose.

- *Démontage des Unités Extérieures*

Déposer les unités extérieures (compresseurs, condenseurs) en respectant les consignes de sécurité liées au travail en hauteur, le cas échéant. Démonter les supports et fixations métalliques, ainsi que les conduites frigorifiques reliant les unités intérieures. Reboucher et restaurer les ancrages au sol ou sur murs/façades après dépose.

- *Évacuation des Équipements Déposés*

Evacuer les équipements déposés vers un centre de traitement agréé pour le recyclage ou l'élimination des déchets conformément aux réglementations locales.

- *Nettoyage et Réparation*

Nettoyer les zones de travail après la dépose des unités. Réaliser toutes les réparations nécessaires pour remettre en état les surfaces impactées (rebouchage des trous, retouches de peinture, etc.).

- *Sécurité des Intervenants*

Mettre en place les protections collectives et individuelles nécessaires pour assurer la sécurité des intervenants. Respecter les procédures de consignation et de déconsignation des équipements électriques.

- *Protection de l'Environnement*

Assurer la récupération des fluides frigorigènes selon les normes en vigueur pour éviter tout rejet dans l'atmosphère. Eviter la dispersion des poussières et autres particules durant les travaux de dépose.

- *Qualifications et Certifications*

Les interventions doivent être réalisées par du personnel qualifié, disposant des certifications nécessaires pour manipuler les fluides frigorigènes (attestation de capacité) et effectuer les travaux de démontage en toute sécurité.

- *Planning et Coordination*

Les travaux de dépose doivent être réalisés dans les délais convenus, en coordination avec les autres corps d'état intervenant sur le site pour éviter toute interférence.

- *Réception des Travaux*

Une inspection sera réalisée à la fin des travaux pour valider la conformité des travaux de dépose. Toute non-conformité devra être rectifiée avant la réception définitive.

1.2.2 Installation des climatiseurs solaires

- *Emplacement :*

- Les 4 Bureaux
- Les 3 Bureaux

- *Matériel :*
  - Climatiseur mural 18 000 Btu
  - Climatiseur mural 12 000 Btu
  - Climatiseur mural 9 000 Btu

- *Installation :* L'installation doit respecter les recommandations des fabricants, incluant la fixation murale, les connexions électriques et les évacuations nécessaires. Le positionnement des unités doit garantir une distribution uniforme de l'air conditionné dans l'espace concerné.

- *Normes et réglementations applicables*

L'ensemble des installations doit être conforme aux prescriptions et spécifications des textes réglementaires en vigueur à Cap Haïtien, notamment :

- **Lois, décrets, arrêtés, circulaires et codes** : Respect de toutes les lois et règlements en vigueur à Cap Haïtien, y compris le Code du Travail.
- **Normes haïtiennes homologuées** : Toutes les normes applicables aux installations de climatisation et à l'efficacité énergétique.
- **Normes AFNOR ou ISO (en absence de normes AFNOR disponibles)** :

NF EN 308 : Échangeurs thermiques - Méthodes d'essai pour déterminer la performance des récupérateurs de chaleur air/air et air/gaz.

NF EN 799 : Filtres à air de ventilation générale - Élimination des particules et détermination des performances de filtration.

NF EN 13779 : Ventilation dans les bâtiments non résidentiels - Exigences de performance pour les systèmes de ventilation et de conditionnement d'air.

- **Documents Techniques Unifiés (D.T.U)** :

D.T.U 65.5 : Conception et mise en œuvre des réseaux de fluides thermiques.

D.T.U 65.9 : Transport de chaleur et de froid - Mise en œuvre des réseaux de distribution.

- *Spécifications techniques*

Les climatiseurs à fournir et à installer doivent répondre aux spécifications suivantes :

Dans le cadre du développement durable et pour maximiser les économies d'énergie, l'installation d'un climatiseur solaire peut être envisagée. Les spécifications de ce climatiseur sont les suivantes :

Type	Climatiseur solaire à paroi divisée, alimenté en courant continu (DC) 48V.
Caractéristiques techniques	Alimentation : 100% alimenté par l'énergie solaire, aucun onduleur requis, alimentation en 48 V CC. Compresseur : Compresseur à aimant permanent à fréquence variable CC. Moteur de ventilateur : Moteur sans balai CC pour l'unité intérieure et extérieure. Efficacité énergétique : SEER supérieur à 19. Réfrigérant : Sans fluor, respectueux de l'environnement (ex. R134a).

	Adapté aux conditions climatiques tropicales (Zone T3).
Capacité	4 unités de 18 000 BTU. 3 unités de 12 000 BTU. 4 unités de 9 000 BTU.

- *Méthodologie d'installation*

Préparation du site :

- Identification des emplacements optimaux pour les unités intérieures et extérieures.
- Vérification de l'infrastructure existante pour s'assurer qu'elle peut supporter les nouvelles installations.
- Analyse des besoins en évacuation des condensats et préparation des canalisations nécessaires.

Installation des unités :

- Montage des unités intérieures sur les murs selon les directives du fabricant.
- Installation des unités extérieures (condenseurs) dans un endroit facilement accessible pour la maintenance, tout en étant protégé contre les intempéries et éloigné des zones sensibles aux nuisances sonores.
- Pose des conduites frigorifiques, câblage électrique, évacuation des condensats et autres connexions selon les normes en vigueur.

Mise en service :

- Tests de performance pour chaque unité afin de s'assurer du bon fonctionnement.
- Réglages finaux pour optimiser l'efficacité et le confort des utilisateurs.
- Vérification du bon fonctionnement du système d'évacuation des condensats.

- *Emplacement des condenseurs (unités extérieures)*

Choix de l'emplacement :

- Les condenseurs seront installés dans des emplacements extérieurs bien ventilés, protégés des rayons directs du soleil et des sources de chaleur pour éviter une surchauffe.
- Les emplacements seront choisis pour minimiser les nuisances sonores et esthétiques, en respectant les distances minimales par rapport aux fenêtres, portes, et autres ouvertures du bâtiment.

Support et fixation :

- Les unités extérieures doivent être fixées sur des supports robustes, capables de résister aux vibrations et aux intempéries.
- Une attention particulière sera portée à l'installation pour assurer la stabilité des unités en cas de vents forts ou d'autres conditions climatiques défavorables.

Accessibilité :

- Les condenseurs doivent être installés de manière à être facilement accessibles pour les opérations de maintenance et de réparation, tout en étant sécurisés contre les accès non autorisés.

- *Gestion des condensats*

La gestion des condensats constitue un aspect crucial de l'installation des climatiseurs muraux, en raison des risques de fuites, d'humidité excessive et de dommages potentiels pour le bâtiment. Les spécifications à respecter sont les suivantes :

Évacuation des condensats :

- Les systèmes d'évacuation des condensats doivent être conçus pour assurer un drainage efficace et ininterrompu, évitant toute accumulation d'eau.

- Utilisation de tuyaux d'évacuation résistants à la corrosion, de diamètre approprié pour assurer un débit suffisant.
- Intégration d'un système de pompe de relevage si nécessaire, pour garantir que les condensats puissent être évacués vers les points de drainage existants sans obstacles.

Emplacement des conduits de condensats :

- Les conduits doivent être installés de manière discrète, intégrés dans la structure existante du bâtiment pour éviter toute gêne esthétique ou fonctionnelle.
- Ils doivent être régulièrement inclinés pour favoriser l'écoulement naturel de l'eau et minimiser les risques de stagnation.

Prévention des fuites :

- Des tests d'étanchéité devront être réalisés après l'installation pour vérifier l'absence de fuites.
- Des dispositifs de sécurité, comme des détecteurs de fuites ou des systèmes d'arrêt automatique en cas de débordement, peuvent être installés pour prévenir les incidents.

- *Maintenance et service après-vente*

Pendant la période de garantie, le prestataire s'engage à fournir un service de maintenance préventive comprenant :

- **Visites régulières** : Planification de visites pour vérifier le bon fonctionnement des unités, nettoyer les filtres, vérifier les niveaux de réfrigérant, vérifier les systèmes d'évacuation des condensats, et effectuer les réglages nécessaires.
- **Rapports de maintenance** : Remise de rapports détaillés après chaque visite de maintenance, indiquant l'état des équipements et les interventions réalisées.
- **Garantie** : Une garantie de minimum 12 mois sur les équipements et les travaux d'installation est requise.
- **Intervention rapide** : Engagement à intervenir sous 48 heures en cas de panne

1.3 Système Photovoltaïque : (à l'exception du bâtiment 10)

Installation d'une extension du système existant et mise en conformité :

- **Puissance existante :** 2 kWc.
- **Extension :** 15 kWc supplémentaires.
- **Installation :** L'extension du système photovoltaïque doit être réalisée en conformité avec les normes locales et internationales. Les panneaux solaires seront installés sur le toit ou toute autre surface adéquate, avec une orientation et une inclinaison optimale pour maximiser la production d'énergie solaire. Les équipements additionnels nécessaires (onduleurs, câblages, dispositifs de protection, etc.) devront être intégrés de manière à compléter et à renforcer l'installation existante.

L'offre technique doit contenir les pièces suivantes :

- La documentation et les notices techniques des équipements proposés pour le central photovoltaïque proposée, et leurs origines

- Les documents justifiant l'admissibilité et la conformité aux normes et aux spécifications de l'Appel d'Offres de tout le matériel qu'il propose de fournir pour l'exécution du central.
- Le planning détaillé d'exécution du central photovoltaïque proposés avec les délais d'exécution exigés par les cahiers des charges de l'ensemble des fournitures et prestations objet du présent Appel d'Offres.

- La Liste des moyens matériels à mettre à la disposition pour la réalisation des installations photovoltaïques : montage, essais et mise en service

- Les plans d'agencement et schémas électriques de toutes les installations photovoltaïques proposées, les données de calculs de simulation selon software utilisé (PVsyst, PVSol ou autres) avec détermination du productible annuel de l'installation photovoltaïque correspondante.

- La formation des utilisateurs

1.3.1 Matériel et services à fournir par l'installateur

L'installateur fournira au client l'installation photovoltaïque et les études d'exécution nécessaires à leur installation et raccordement au réseau électrique et leur mise en service en respectant les exigences techniques.

L'installation photovoltaïque sera dotée notamment de :

- Modules photovoltaïques ;
- Structure de soutien des modules ;
- Câblage CC (Courant Continu) ;
- Boites de jonction ;
- Dispositifs de protection (fusibles CC, disjoncteurs, parafoudres CC…) ;
- Dispositifs de sectionnement : inter-sectionneur CC
- Convertisseur de courant ;
- Câblage CA (Courant Alternatif);
- Dispositif de protection coté CA (disjoncteur, bloc différentiel et parafoudre CA) ;
- Batterie solaire ;
- Régulateur de charge ;
- Mise à la terre

L'Installateur assurera en outre :

- Le montage, l'essai et la mise en service de l'installation ;

- La fourniture de la documentation technique complète y compris les plans, les dessins, les schémas électriques et autres, notices de fabricants, les certificats de garanties du matériel, notes de calcul ainsi que toutes les prestations décrites au CCAP.
- La réalisation et le suivi des essais de performance pendant une période déterminée, La maintenance de l'installation et la fourniture des pièces de rechange pendant la période allant de la mise en service jusqu'à une délais fixé dans un contrat de maintenance.

1.3.2 Ingénierie

- Evaluation de la ressource solaire du site,
- Conception et dimensionnement d'installation photovoltaïque (choix des modules, convertisseur, batterie, régulateur de charge, câblage CC et CA, dispositifs de protection, mise à la terre et parafoudres, orientation, angle d'inclinaison)
- Etude d'ombrage,

1.3.3 Travaux de montage

- Choix de structures de support des modules photovoltaïques,
- Fixation de la structure et étude de résistance de la structure aux surcharges de vent,
- Lestage des structures de support photovoltaïque,
- Câblage électrique et chemins de câbles,
- Essai de mise en service de l'installation photovoltaïque,
- Procédure de contrôle de performance de l'installation photovoltaïque,

1.3.4 Exploitation et maintenance

- Contrôle des composants de l'installation photovoltaïque,
- Monitoring de l'installation PV en fonctionnement,
- Analyse des pertes de performances (défaillances, principales causes de pertes, etc.),
- Dégradation des modules photovoltaïques (Hotspot, PID, etc.),

- Stock de pièces de rechanges nécessaires à la maintenance,
- Appareils de mesures dédiés à la maintenance,
- Rédaction de rapport d'intervention préventive et corrective,

Actions de maintenance préventives et curatives :

- Vérification de l'état de propreté des modules photovoltaïques,
- Contrôle visuel de l'état général de tous les modules, vérification à la main de l'absence de jeu du module, et vérification des couples de serrage au niveau des brides de fixation du module,
- Contrôle visuel du câblage CC et des connexions, apparents, en toiture et le long des chemins de câble,
- Contrôle thermographie infrarouge en face avant (sans démontage). En cas de détection de point chaud anormal, démontage des modules concernés pour diagnostic,
- Nettoyage ponctuel des capteurs de rayonnement,
- Vérification de la fixation des capteurs de température,
- Contrôle visuel des vis apparentes de fixation,
- Contrôle visuel de l'état général du convertisseur,
- Vérification du fonctionnement du convertisseur,
- Vérification de l'absence de défaut (y compris alarmes mineures) du convertisseur à l'aide des données du système de supervision,
- Nettoyage des aérations du convertisseur,
- Contrôle thermographique infrarouge de 100% du convertisseur,
- Vérification d'infiltrations d'humidités et de saletés,
- Vérification des fusibles,
- Vérification des parafoudres,
- Vérification du serrage des bornes à vis des coffrets CC,

- Contrôle visuel du câblage CA,
- Vérification de la présence des procédures de consignation et schémas unifilaires dans les locaux techniques,
- Vérification visuelle des batteries
- Faire les maintenances nécessaires pour les batteries durant chaque période de 6 mois minimum.

1.3.5 Normes & guides de référence

- CEI 61215 : Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation.
- CEI 61646 : Pour les panneaux de type couches minces ou amorphes.
- CEI 61730-1 : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 1 : exigences pour la construction
- NF EN 61730-2 : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 2 : exigences pour les essais
- EN 60904-1 : Dispositifs photovoltaïques - Parties 1, 2, 3, 8 et 9.
- CEI 62116 : Procédure d'essai des mesures de prévention contre l'îlotage pour onduleurs photovoltaïques interconnectés au réseau public.
- CEI 61140 : Protection contre les chocs électriques - Aspects communs aux installations et aux matériels.
- CEI 60664-1: Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension - Partie 1 : principes, exigences et essais.
- CEI 62109-1 : Sécurité des convertisseurs de puissance utilisés dans les systèmes photovoltaïques - Partie 1 : exigences générales

- CEI 62109-2 : Sécurité des convertisseurs de puissance utilisés dans les systèmes photovoltaïques - Partie 2 : exigences particulières pour les onduleurs
- CEI 60529 : Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)
- CEI 60755 : Exigences générales pour les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel
- CEI 61000-3-2 : Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 3-2 : limites - Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils inférieur ou égal à 16 A par phase)
- CEI 61000-3-12 : Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 3-12 : limites - Limites pour les courants harmoniques produits par les appareils connectés aux réseaux publics basse tension ayant un courant appelé > 16 A et < ou = 75 A par phase
- CEI 61000-3-3 : Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 3-3 : limites - Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné inférieur ou égal 16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel
- CEI 61000-3-11 : Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 3-11 : limites - Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension - Équipements ayant un courant appelé inférieur ou égal à 75 A et soumis à un raccordement conditionnel
- CEI 61000-6-1: Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 6-1 : normes génériques - Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère.
- CEI 61000-6-3: Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 6-3 : normes génériques - Norme sur l'émission pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère.

- NF EN 1990 : Eurocodes structuraux - Bases de calcul des structures NF EN 1991-1 Eurocode 1 : Actions sur les structures
- NF EN 1992 : Eurocode 2 - Calcul des structures en béton
- NF EN 1993 : Eurocode 3 - Calcul des structures en acier
- NF EN 1999 : Eurocode 9 – Calcul des structures en aluminium

1.3.6 Les modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques doivent répondre aux exigences techniques spécifiques minima,

Les modules unitaires doivent être identiques et répondre aux critères suivants :

- Puissance nominale du module solaire supérieure ou égale à 400W
- Rendement : supérieur à 14%
- Normes : CEI 61215 CEI 61730-1-2
- Fourni avec un certificat valide délivré par un laboratoire accrédité (TUV ou équivalent), pouvant ses performances électriques dont le rendement et la puissance.
- Type de cellule : Monocristallin
- Tension de l'isolation du module photovoltaïque sera au minimum de 1000VDC
- La boite de connexion des modules doit comprendre au minimum trois diodes de dérivation, pour éviter les éventuelles pannes des cellules et leurs circuits générés par la zone des ombres partielles. Le degré de protection de cette boite de connexion doit être supérieur ou égale à IP65, résiste au UV et à la chaleur.
- Les modules peuvent être sans cadre ou avec cadres latéraux en aluminium anodisé.
- Tolérance : pourque un panneau soit acceptable, sa puissance maximale réelle en conditions standards, doit avoir une tolérance d'au moins 2% de sa valeur nominale selon fiche technique.

- Tout module présente un défaut de fabrication, taches, mauvais alignement des cellules, fissures ou bulle sera rebuté
- La structure des modules sera préparée pour être mise à la terre.
- La garantie produit des modules est de 5ans au minimum, contre tout défaut de fabrication. Le fabricant des modules doit aussi garantir au moins de 90% de la puissance des modules durant les 10 premières années d'exploitation, et au moins 80% durant les 15 années suivant.

1.3.7 Structure de soutien des modules photovoltaïques

Les structures de soutien des modules doivent respecter les exigences suivantes :

- Les structures doivent respecter les normes appliquées au niveau des construction des maisons ou des bâtiments.
- La structure doit résister, avec les modules installés, aux surcharges du vent et à la neige, en accord avec les normes technique de construction.
- La structure supportant les modules sera dirigée selon l'orientation et l'angle d'inclinaison pour le générateur photovoltaïques, en accord avec la latitude de l'endroit.
- La structure doit résiste aux intempéries et corrosion.
- La structure supporte les modules sera en aluminium ou en acier galvaniser.
- Les vis et les écrous seront faits en acier inoxydable.
- Les éléments de fixations des modules et leurs propres structures ne doivent pas créer des zones d'ombrages sur les modules.
- Les travaux à engager par l'installateur pour la fixation de la structure ne doivent pas altérer l'état du bâtiment : étanchéité, esthétique ou autre déformation pouvant nuire à son état général.

- La structure doit être montée sur des socles en béton supportant la charge totale du générateur et calculé pour une vitesse du vent extrême atteignant 120km/h avec certificat délivré par un bureau de contrôle agrée.
- Le poids de la structure doit être bien étudié et repartie d'une manière uniforme sur la surface de la toiture.
- Les profilés qui seront en aluminium une étude statique suffit pour justifier la stabilité de la structure pour une vitesse de vent de 120km/h. une note de calcule doit être fournit avec un certificat délivré par un bureau de contrôle agrée.

1.3.8 Convertisseur de courant

Le convertisseur de courant doit répondre aux exigences techniques spécifiques minima suivant :

- Puissance nominale égale à la puissance dimensionnée pour la centrale photovoltaïque
- Tension d'entrée : 12 ou 24V ou 48V
- Tension de sortie : 230V ou 400V
- Fréquence : 50Hz ou 60Hz
- Efficacité : une efficacité minimale de 90% est obligatoire
- Le convertisseur doit être adaptable aux conditions environnementales, telles que la température ambiante, l'humidité, la poussière, les vibrations, …
- Le convertisseur doit se conformer aux normes de sécurité électrique (par exemple, IEC 62109) et les réglementations sur l'interconnexion au réseau électrique.
- Le fournisseur doit fournisse une documentation technique complète, y compris les schémas de câblage, les spécifications détaillées, les manuels d'utilisation et de maintenance, les certificats de conformité, etc.

En outre, chaque convertisseur doit intégrer au moins les contrôles manuels suivant :

- Marche et arrêt général de l'onduleur.
- Interrupteur sectionneur CC (inter-sectionneur).
- Interrupteur sectionneur CA.
- Possibilité de déconnexion manuelle du réseau

Le convertisseur doit comporter un contrôleur avec une interface réseau Ethernet et un affichage permettant de lire toutes les informations de ce dernier. Cet affichage peut être intégré ou déporté de l'onduleur. Intégrer un système pour stocker les données.
La distorsion harmonique (THD) ne doit pas être supérieure à 3% et ne dépasse pas les limites individuelles mentionnées dans les normes CEI 61000-3-2 et CEI 61000-3-12

L'emplacement prévu pour les onduleurs ne doit pas apporter des nuisances aux agents de bureaux.

L'Installateur est tenu de fournir les logiciels et les outils nécessaires à la lecture et le paramétrage des onduleurs.

Le nombre d'onduleurs par installation doit être justifié par l'Installateur en tenant compte de la disponibilité, rentabilité et optimisation de la production.

1.3.9 Câble courant continu CC et alternatif CA

Les câbles courant continu CC assurant la connexion entre les modules PV et l'onduleur doivent répondre aux exigences techniques spécifiques minimales.

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

L'Installateur doit prévoir et spécifier les systèmes de protection nécessaires pour éviter les risques de choc électrique et de surtension pouvant endommager l'installation. Les composants CC seront calibrés au minimum :

- En tension circuit ouvert : Vco(stc) x 1.15
- En Intensité court-circuit : Icc(stc) x 1.25

Le dimensionnement des câbles CC doit être effectué de telle sorte que la chute de tension maximale entre les modules PV et l'onduleur soit de 2 %. Il est recommandé de limiter cette chute de tension à 1%.

Le dimensionnement des câbles CA doit être effectué de telle sorte que la chute de tension maximale entre l'onduleur et le disjoncteur de branchement soit de 3% et doit être de classe II. Il est recommandé de limiter cette chute de tension à 1%.

La capacité maximale du courant continu de chaque type de câble et la section spécifique utilisée, doivent être déterminées par l'Installateur qui doit tenir compte des conditions environnementales du Site, en prenant une marge suffisante de sécurité.

L'Installateur devra présenter le courant admissible et les calculs de chute de tension pour chaque câble particulier d'alimentation.

Les câbles CC connectés entre les modules doivent être installés d'une forme fixe et protégés du sol que ce soit bien connectés à la structure ou bien dans des tubes entre structures de sol.

Les câblages CC entre les modules PV et l'onduleur doivent être effectués et protégés dans des chemins de câbles appropriés.

Les câbles CC et CA devront être homologués et certifiés VDE, TUV ou équivalent.

Les câbles CC et CA devront répondre aux spécifications techniques suivantes :

<u>Tension assignée :</u>

- Tension nominale 1.5 kVCC
- Tension de service courant alternatif max 0.7/1.2 kVCA
- Tension de service courant continu max 0.9 / 1.8 kVCC

Paramètres thermiques des câbles CC et CA :

- Température ambiante -40°C à +90°C (CEI 60216)
- Température maximale du conducteur 120°C
- Température de court-circuit 250°C (5 secondes)
- Résistance au froid -40°C (CEI-60.811-1-4 et EN-50.305)

Conducteur

Le conducteur devra être en cuivre classe 5, conformément à la norme DIN VDE 0295/HD383/IEC 60228. Les bobines de fils doivent être protégées en étain.

Couche de séparation entre conducteur et isolant

Protéger le conducteur d'une couche de séparation en matériau compatible avec le composant de l'isolant et sans halogènes.

Isolant

L'isolant devra être sans halogènes et mis en place par extrusion et devra être :

- D'un composite élastomère à faible émission de fumées et gaz corrosifs, du type EI6 conformément à la norme EN 50363-1,
    - Ou bien
- D'un composite élastomère en silicone du type EI2 conformément à la norme EN50363-1,
    - Ou bien
- En élastomère à base de HEPR selon CEI-60.502-1,

Couche de séparation entre isolant et gaine

Appliquer une couche de séparation autour du conducteur isolé, d'un matériau compatible aux composants de l'isolant et de la gaine, sans halogènes

Gaine

La gaine devra être mise en place par extrusion et devra être :

- D'un composite élastomère à faible émission de fumées et gaz corrosifs, du type EM8 conformément à la norme EN 50363-6,
  Ou bien
- D'un composite élastomère en silicone du type EM9 conformément à la norme EN50363-2-1,
  Ou bien
- En élastomère à base d'EVA résistant aux rayons UV, selon HD-22.1

Marquage

Le câble devra être marqué sur sa face extérieure, par impression ou gravure :

- Nom du fabricant ou marque commerciale
- Désignation du câble
- Section du conducteur
- Tension définie
- Les deux derniers chiffres de l'année de fabrication
- La norme de certification

Les câbles CC et CA doivent présenter des caractères d'inflammabilités, résistant au feu et non propagateur de flamme et des propriétés de dégagement gazeux très faible.

1.3.10 Connecteurs

Les connecteurs spécifiés pour le courant continu doivent répondre aux exigences techniques spécifiques minimales.

Les connecteurs doivent être spécifiés pour le courant continu et dimensionnés pour des valeurs de tension et de courant électriques identiques ou supérieurs à celles des câbles qui en sont équipés. Une étiquette métallique comportant la mention « ne pas débrancher sous charge » doit être fixée à proximité.

Les connecteurs doivent être de classe II, conforme à la norme EN 50521, compatible avec les connecteurs du module photovoltaïque de type MC4 ou équivalent, doivent résister aux conditions extérieures (UV, humidité, température…) et doivent assurer une protection contre les contacts directs.

1.3.11 Boites de jonction pour mise en parallèle de chaines PV

Les boites de jonction doivent répondre aux exigences techniques spécifiques.

La boite de jonction permet la mise en parallèle de plusieurs chaines de modules. Celles-ci devront contenir les composants suivants : Fusibles, interrupteur – sectionneur Disjoncteur de coupure en charge, qui permet de couper l'injection du courant continu en amont de l'onduleur et parafoudres.

Les boites de jonctions devront être approuvées pour les conditions extérieurs et adaptés à l'environnement des travaux à effectuer, avec un indice de protection IP 65 (CEI 60529), de classe II conforme à la norme CEI 61439-21/ CEI 62208.

Les boites de jonctions devront être implantées en un lieu accessible pour les exploitants et comportant des étiquettes de repérage et de signalisation de danger.

1.3.12 Dispositifs de protection

Les dispositifs de protection doivent répondre aux exigences techniques spécifiques.

Des fusibles de protection devront être appropriés si nécessaire, pour le courant continu, installés pour protéger la polarité positive et/ou négative de chaque chaine contre les surintensités et être calibrés pour une valeur de courant supérieure à 1.10.

Ils devront être normalisés suivant la norme CEI 60269-6. Des portes fusibles devront également être installées.

Les armoires de sectionnement et protection (Coffret) seront en polycarbonate auto-extinguible V-0, V-1 ou V-2 dans la norme UL94 avec un indice de protection IP 65, niveau de protection Up<4kV, classe II et voltage de fonctionnement Ue 900 Vcc. On utilisera des presses étoupes avec écrou PG9, PG11, PG 21 et PG 36 selon la dimension du câble. L'arrivée des câbles aux armoires se fera par la partie basse de celles-ci. Toutes les armoires seront marquées par l'étiquetage prévu dans la norme UTE C15-712-1 et seront identifiées par leur dénomination et numéro correspondants.

La protection magnétothermique par le biais d'un interrupteur magnétothermique devra se conformer à la norme de référence IEC/EN 60947-2.

Les chemins des câbles, installés à l'extérieur, seront du type, plateau métallique perforé, galvanisé et couvert, et un plateau de type grille avec leur mise à la terre.

La visserie sera en acier galvanisé.

Lors de la découpe d'un chemin de câble, les deux surfaces en extrémité doivent être traitées contre la corrosion.

Pour des motifs de sécurité et exploitation des équipements, les indications, étiquettes, etc., devront être rédigées en langue française et /ou Arabe.

Les masses de l'installation photovoltaïque, aussi bien en courant continu qu'en courant alternatif, devront être mises à la terre. Cette mise à la terre devra être indépendante du circuit de terre existant du bâtiment. Les pôles du générateur photovoltaïque seront isolés de la terre.

1.3.13 Interrupteur Sectionneur CC

L'Interrupteur sectionneur CC doit :

- Être bipolaire pour isoler les deux polarités.
- Être spécifié pour le courant continu.
- Se situer en amont et à proximité de l'onduleur.
- Doit se conformer à la norme IEC 60947-3

Il doit être muni d'une étiquette signalétique indiquant les consignes à respecter.

1.3.14 Mise à la terre et protection contre la foudre

<u>Prise de terre et équipotentialité des masses</u>

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

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

L'interconnexion des masses entre le champ photovoltaïque et les équipements électriques doit être réalisée avec le conducteur de protection vert/jaune de section 6 mm² au minimum

L'unité de production, en particulier le coté CC, doit être conforme au guide UTE 15-712.1.

Parafoudres

Les parafoudres contre les surtensions devront se conformer à la norme IEC 60364-7-712.

- Emplacement :

Afin de protéger les équipements (modules photovoltaïques et onduleurs) contre les coups de foudre indirects, des parafoudres (type varistances à oxyde de zinc seules ou associés avec un éclateur à gaz) doivent être installés de part et d'autre des onduleur(s).

Si les modules photovoltaïques comportent des diodes by-pass et diodes anti-retour, ces diodes doivent pouvoir supporter une tension inverse compatible avec le seuil de tension de protection du parafoudre afin qu'elles ne soient pas détruites lors d'une surtension.

- Parafoudre coté circuit courant continu (liaison champ photovoltaïque)
- Parafoudre cote circuit courant alternatif :

Le schéma de liaison à la terre étant de type TT, des parafoudres appropriés doivent être prévus selon la norme CEI 61643-11.

1.3.15 Régulateur de charge

Le régulateur de charge doit répondre aux exigences techniques spécifiques minima suivant :

- Tension nominale : Le régulateur de charge doit être compatible avec la tension nominale du système photovoltaïque. Par exemple, si votre installation photovoltaïque fonctionne à une tension de 12 volts, vous aurez besoin d'un régulateur de charge conçu pour gérer cette tension.

- Courant de charge maximal : Le régulateur de charge doit être capable de gérer le courant de charge maximal produit par les panneaux solaires.
- Type de batterie (gel, plomb-acide, lithium-ion, …)

- Protection contre les surcharges et les décharges excessives : Le régulateur de charge doit offrir une protection contre les surcharges et les décharges excessives de la batterie. Cela peut inclure des fonctionnalités telles que la limitation du courant de charge, la déconnexion en cas de tension de batterie trop basse, etc.

- Efficacité énergétique : Choisissez un régulateur de charge qui offre une efficacité énergétique élevée pour maximiser la production d'énergie solaire et minimiser les pertes.
- Protection contre les surtensions et les conditions environnementales : Le régulateur de charge doit être conçu pour résister aux surtensions et aux conditions environnementales spécifiques, notamment les températures élevées, l'humidité, la poussière, etc.

Il est important de noter que ces exigences techniques peuvent varier en fonction de la complexité de l'installation photovoltaïque.

1.3.16 Batterie

Les batteries doivent répondre aux exigences techniques spécifiques minima suivant :

- Capacité de stockage : La capacité de la batterie doit être choisie en fonction de la quantité d'énergie que vous souhaitez stocker pour une utilisation ultérieure. Cela dépend de facteurs tels que la taille du système photovoltaïque, la quantité d'électricité à consommer.
- Tension nominale : Les batteries utilisées dans les installations photovoltaïques peuvent avoir différentes tensions nominales, telles que 12 volts, 24 volts ou 48 volts. La tension nominale doit être compatible avec les autres composants du système, tels que les panneaux solaires, les onduleurs et les régulateurs de charge.
- Profondeur de décharge : La profondeur de décharge (PDD) indique la quantité d'énergie que vous pouvez extraire de la batterie avant de devoir le recharger. Une PDD plus élevée signifie que vous pouvez utiliser plus d'énergie stockée, mais cela peut réduire la durée de vie de la batterie. Il est important de trouver un équilibre entre l'autonomie requise et la durée de vie de la batterie.
- Durée de vie : La durée de vie d'une batterie photovoltaïque est généralement mesurée en cycles de charge et de décharge. Il est essentiel de choisir une batterie avec une durée de

vie suffisamment longue pour répondre aux besoins. Différents types de batteries ont des durées de vie différentes, il est donc important de prendre en compte ce facteur lors du choix de la batterie appropriée.

- Efficacité : L'efficacité de la batterie se réfère à la quantité d'énergie stockée qui peut être utilisée par rapport à la quantité d'énergie nécessaire pour le chargeur de la batterie. Une batterie plus efficace vous permettra de maximiser l'utilisation de l'énergie solaire.

- Maintenance : Certaines batteries nettoyées plus d'entretien que d'autres. Par exemple, les batteries au plomb-acide prévoient des vérifications régulières des niveaux d'électrolyte et des recharges périodiques pour éviter la sulfatation. Les batteries lithium-ion, en revanche, gagnent généralement moins d'entretien.

1.3.17 INSTALLATION

L'Installateur est tenu de respecter les spécifications suivantes :

- La liste des sites est indiquée par le client.
- L'installation des modules photovoltaïques se fera selon l'angle d'inclinaison qui maximise le productible électrique sur toute l'année (hiver et été), avec le minimum de pertes électriques.

- Les câbles doivent être bien protégés et correctement fixés et ne causer aucune gêne de circulation sur le toit.
- Le ou les onduleurs, ainsi que les tableaux électriques et le matériel de comptage seront installés à l'intérieur (L'emplacement sera arrêté en commun accord avec le client).
- Les sources de danger pouvant être causé par l'installation doivent être signalées par des plaques de signalisation visibles et avertissant.
- Les travaux à engager par l'Installateur pour la réalisation des toits solaires ne doivent en aucun cas altérer l'état du bâtiment : étanchéité, esthétique ou toute autre déformation pouvant nuire à son état général. Ils seront réalisés dans les règles de l'art.

- Tous les équipements et appareils installés sur le toit seront installés de façon à occuper un espace minimal.

- L'onduleur, les câbles électriques et les équipements de télécommunication doivent être installés dans un endroit aéré, et protégés de la pluie, des rayons du soleil, de la poussière et de manipulations d'autrui. Ils auront un accès facile pour l'entretien et l'exploitation.
- Le câblage de connexion entre les installations du toit et l'onduleur doivent être bien fixé aux murs par chevilles et vis, avec un parcours le plus sûr et loin des contacts humains accidentels. Les câbles seront installés à l'intérieur d'un tuyau galvanisé, lequel sera mis à la terre.

1.3.18 ESSAI DE L´INSTALLATION

L'installateur doit transmettre au client le planning et les procédures des essais de mise en service suffisamment à l'avance (Au minimum, avant 5 jours ouvrables).

L'installateur réalisera tous les essais nécessaires pour assurer le bon fonctionnement de l'installation en toute sécurité. Lorsque l'installateur estime que l'installation est prête, il notifiera par écrit le client pour vérifier et approuver les travaux de montage et de mise en service de l'installation. Un PV sera signé entre les deux parties (client et Installateur) à la fin de la réception de l'installation. Le client se réserve le droit de mentionner sur le PV toutes les réserves constatées lors de la réception.

1.3.19 GARANTIES

Le délai de garantie produit du matériel objet du présent marché, à compter de la date la réception provisoire, sera indiqué dans le tableau ci-dessous comme suit :

Équipement	Période de Garantie Minimum en Années	Période de Garantie Proposée par l'Installateur en Années
Modules PV	10	
Convertisseur	5	
Batteries	3	
Structure du support des modules	10	

L'Installateur devra Attribuer au client les garanties des équipements fournis par les fabricants et/ou les sous-traitants.

Toutefois, l'Installateur et à part les garanties des équipements indiquées dans le tableau de garantie ci-dessus reste tenu d'exécuter toute réparation, toute modification, toute mise au point et tout réglage nécessaire pour satisfaire aux conditions du contrat et de remplacer toute partie du matériel reconnu défectueux.

NB : Le présent cahier des charges est bâti sur une inspection visuelle et sur la base des informations connues et transmises par le Maître d'Ouvrage.

Les entreprises sont tenues de mener toutes les études et investigations complémentaires nécessaires dans le cadre des études d'exécution pour atteindre les objectifs des prestations décrites.