

CCTP LOT 14 - PHOTOVOLTAÏQUE

Réhabilitation du bâtiment tertiaire Waldeck Rousseau à Roanne



Réhabilitation et densification du site Waldeck Rousseau à Roanne

14 rue Waldeck-Rousseau, 42300 Roanne

MAÎTRE D'OUVRAGE

PREFECTURE DE LA LOIRE

2 RUE Charles de Gaulle
42000 Saint-Etienne



Assistance à maîtrise d'ouvrage

SCAPRIM

9, rue Juliette Récamier
69006 Lyon



Evolution du document

Document

N/Réf.	Ind.	Date	Rédacteur	Action
LYO.IN.M0079	A	12/11/2025	Kévin ROUSSEAU	Rédaction
		15/01/2026	Josselin LE GUENNEC	Vérification
	B	19/01/2026	Kévin ROUSSEAU	Modification
		30/01/2026	Cécile OTTINO	Relecture
	C	06/02/2026	Kévin ROUSSEAU	Modification

Sommaire

Table des matières

1. Contexte	5
1.1. Caractéristique et dénomination du site.....	5
1.2. Récapitulatif des travaux prévus.....	6
1.3. Allotissement	7
2. Consistance des travaux	8
3. Interactions avec les autres lots	9
3.1.1. Avec le lot 01 : Désamiantage Déplombage	9
3.1.2. Avec le lot 02 : Démolition Gros-Oeuvre.....	9
3.1.3. Avec le lot 03 : Curage.....	9
3.1.4. Avec le lot 04 : Etanchéité.....	9
3.1.5. Avec le lot 05 : Couverture Zinguerie	9
3.1.6. Avec le lot 06 : Façades.....	10
3.1.7. Avec le lot 07 : Menuiseries extérieures.....	10
3.1.8. Avec le lot 08 : Métallerie-Serrurerie	10
3.1.9. Avec le lot 09 : Plâtrerie Peinture Faux-Plafond	10
3.1.10. Avec le lot 10 : Revêtements de sol	10
3.1.11. Avec le lot 11 : Menuiseries intérieures	10
3.1.12. Avec le lot 12 : EPMR.....	10
3.1.13. Avec le lot 13 : Electricité-GTC.....	10
3.1.14. Avec le lot 14 : Photovoltaïque	11
3.1.15. Avec le lot 15 : CVC-Plomberie	11
3.1.16. Avec le lot 16 : Forages.....	11
3.1.17. Avec le lot 17 : Terrassement VRD Espace Verts	11
3.2. Prescriptions particulières	12
3.2.1. Règlementations de référence.....	12
3.2.2. Dossiers techniques à transmettre	13
3.2.3. Déroulement des essais avant réception	16
3.2.4. Conditions de réception des installations et garanties.....	16
3.2.5. Planning.....	18
3.3. Prescriptions techniques	19
3.3.1. Modules	19
3.3.2. Onduleurs adaptés à la connexion réseau.....	19
3.3.3. Précautions de câblage : matériel et garantie	19
3.3.4. Chute de tension.....	20
3.3.5. Dispositions de câblage	20
3.3.6. Connexions DC	21
3.3.7. Boîtes de jonction	21
3.3.8. Cheminement des câbles	21
3.3.9. Canalisations et mode de pose	22
3.3.10. Protection contre les surtensions d'origine atmosphériques ou dues à des manœuvres.....	23
3.3.11. Organisation du chantier.....	24
3.3.12. Sécurité sur chantier	24

3.3.13. Qualifications	25
3.3.14. Assurances et responsabilités.....	25
3.4. Descriptif des travaux	26
3.4.1. Etudes et préparation de chantier	26
3.4.2. Travaux électriques	27
3.4.3. Sécurité incendie et signalétique	34
3.4.4. Monitoring	34
3.4.5. Mise en service et attestations	35

1. Contexte

En application de l'article 175 de la loi ÉLAN (Évolution du Logement, de l'Aménagement et du Numérique) qui impose une réduction de la consommation énergétique du parc tertiaire français, l'état a rédigé un décret appelé « Décret Tertiaire » qui impose aux propriétaires et aux preneurs en bail de bâtiments, parties de bâtiments ou sites tertiaires de plus de 1000 m² de réduire leur consommation d'énergie finale.

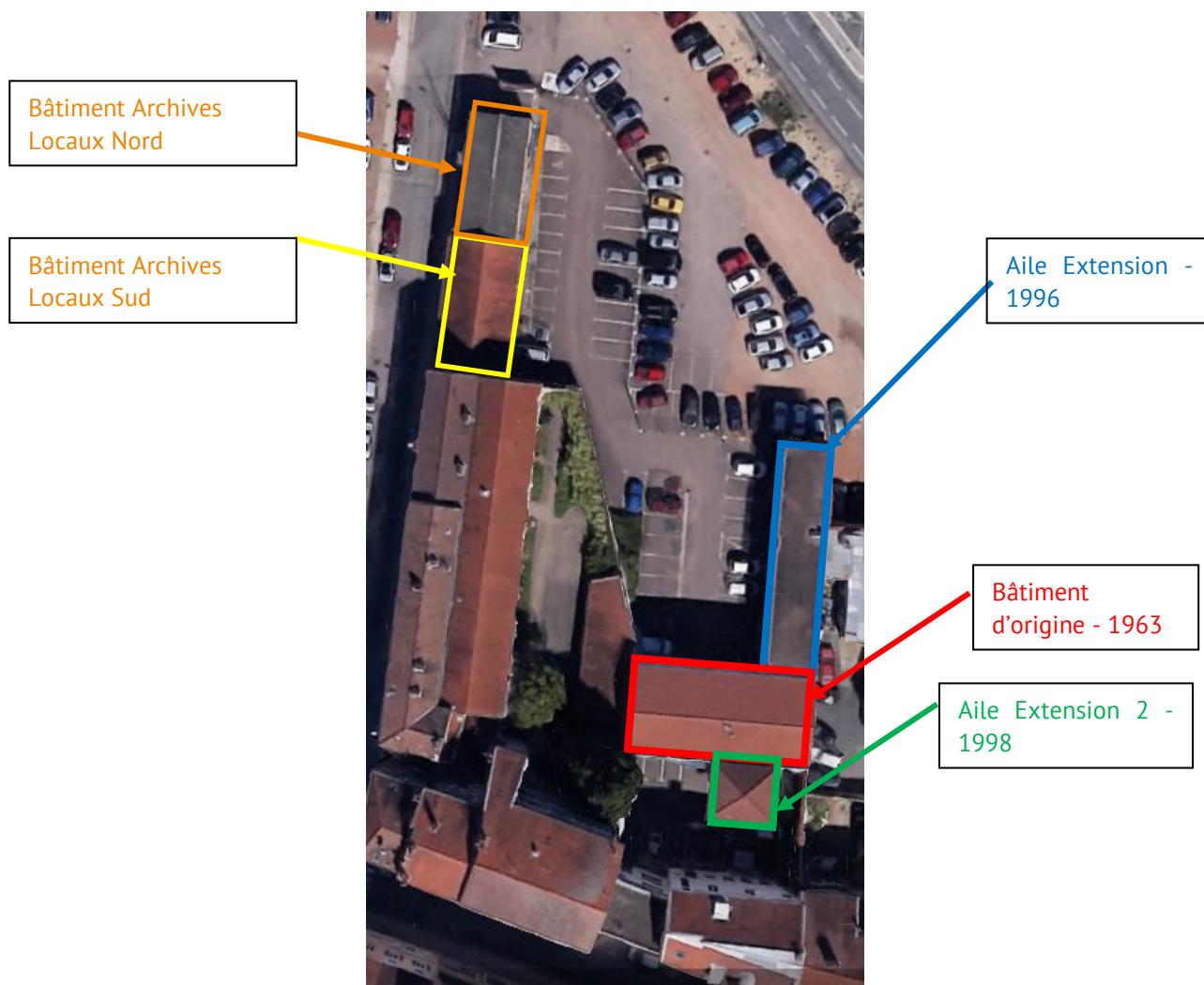
Le décret tertiaire fixe des objectifs ambitieux de réduction des consommations d'énergie : -40% à horizon 2030, -50% à 2040, -60% à 2050.

Ces objectifs ambitieux nécessitent de jouer sur différents leviers d'action, liés d'une part à l'exploitation du bâtiment (usages du bâtiment, conduite des installations) et d'autre part à la performance énergétique du bâtiment (enveloppe, équipements techniques).

Le site Waldeck-Rousseau entre dans le champ d'application de ces dispositions réglementaires. L'établissement souhaite atteindre un objectif de -40% par rapport à l'année de référence définie dans le cadre du décret tertiaire soit 2017.

1.1. Caractéristique et dénomination du site

Le site de du bâtiment Waldeck-Rousseau comprend plusieurs bâtiments répertoriés sur le plan ci-dessous :



Vue satellite du site

Dans les différences pièces du marché nous nommerons :

- Bâtiment Origine : le bâtiment encadré en rouge dans le plan ci-dessus
- Aile Extension : le bâtiment extension construit en 1996 encadré en bleu
- Aile Extension 2 : le bâtiment extension 2 construit en 1998 encadré en vert
- Bâtiment principal : l'ensemble Bâtiment Origine + Aile Extension + Aile Extension 2 (encadré en bleu, vert et rouge)
- Bâtiment Archives conservés : Locaux Nord du bâtiment archives existant (encadré orange)
- Locaux Gymnase : Locaux Sud du bâtiment archives existant (encadré jaune) qui est démoli dans le cadre de ce projet
- Bâtiment Archives : Ensemble Locaux Gymnase et locaux archives conservés (Encadré orange et jaune)

Le bâtiment d'origine date de 1963 et se déploie sur 2 niveaux. Il a été complété par des travaux d'extension en 1996 et 1998 pour atteindre une surface de plancher de 741 m². Vous retrouvez également le bâtiment Archives représentant une surface de plancher de 205.96 m².

1.2. Récapitulatif des travaux prévus

Dans le cadre de cette opération, le maître d'ouvrage a principalement identifié les travaux suivants :

Les objectifs de la réhabilitation sont divers en fonction des bâtiments :

- Bâtiment Principal
 - Fermeture de la coursive et du SAS d'entrée pour création de nouveaux locaux
 - Démolition de l'escalier façade Ouest du bâtiment d'origine et reprise de la dalle ;
 - Création d'un EPMR ;
 - Isolation par l'extérieur de la façade Sud non rénové du bâtiment d'origine ;
 - Remplacement des menuiseries en Aluminium existante par des menuiseries Aluminium avec rupteur de pont thermique et un $U_w=1.7 \text{ W/m}^2.K$;
 - Modification de l'installation de chauffage avec mise en place d'une pompe à chaleur géothermique avec thermoplongeurs en relève, et secours partiel, installation de chauffage neuve, équilibrage des réseaux et pose de radiateurs basses températures avec robinet thermostatique ;
 - Climatisation d'un local informatique ;
 - Mise en place d'une CTA Double Flux avec récupération d'énergie ;
 - Mise en place de 66 m² de panneaux photovoltaïques ;
 - Reprise de l'étanchéité de la toiture terrasse de l'aile Extension ;
 - Démolition intérieure pour mise à nu des locaux ;
 - Travaux de réhabilitation électrique courant fort/courant faible/SSI/GTB/Contrôle d'accès
 - Mise en place d'un éclairage LED ;
 - Réhabilitation second œuvre avec cloisonnement, peinture, revêtement de sol, faux-plafond et menuiseries intérieures ;
 - Aménagements sanitaires ;
- Bâtiment Archives
 - Désamiantage Toiture amianté des locaux Nord ;
 - Démolition des locaux « Gymnase » ;
 - Reprise des façades et des menuiseries extérieures des locaux Nord ;
 - Travaux de réhabilitation électrique et d'éclairage ;
 - Travaux de réhabilitation intérieurs ;
- Aménagements extérieurs
 - Mise en place de bornes pour véhicules électrique ;
 - Travaux d'aménagement du parking
 - Mise en place d'un local vélo

Les travaux seront réalisés en milieu inoccupé.

Comme prévu au CCTP n°0 – Prescriptions générales

*Les installations de chantier générales sont à la charge du lot **Démolition – Gros œuvre***

*Les installations en Electricité de chantier sont à la charge du lot **Electricité - GTC**.*

*Les installations en Eau de chantier sont à la charge du lot **CVC - Plomberie**.*

*Les cylindres de chantier sont à la charge du lot **Menuiseries Extérieures**.*

*Le compte prorata sera géré par le lot **Démolition – Gros œuvre***

1.3. Allotissement

Au vu des travaux envisagés il a été choisi de décomposer le marché de la manière suivante :

- **Lot N°1** : Désamiantage - Déplombage
- **Lot N°2** : Gros œuvre - Démolition
- **Lot N°3** : Curage
- **Lot N°4** : Etanchéité
- **Lot N°5** : Couverture et charpente
- **Lot N°6** : Façades
- **Lot N°7** : Menuiseries extérieures
- **Lot N°8** : Serrurerie - Métallerie
- **Lot N°9** : Plâtrerie – Peinture – Faux-Plafonds
- **Lot N°10** : Revêtement de sol
- **Lot N°11** : Menuiseries intérieures
- **Lot N°12** : Elévateur PMR
- **Lot N°13** : Electricité - GTC
- **Lot N°14** : Solaire photovoltaïque
- **Lot N°15** : CVC-Plomberie
- **Lot N°16** : Forages - Sondes géothermiques
- **Lot N°17** : Terrassement - VRD - Aménagements extérieurs

2. Consistance des travaux

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) a pour but de faire connaître le programme des travaux et le mode d'exécution. Il n'est pas limitatif. En conséquence, l'Entreprise doit prévoir dans son offre tous les travaux indispensables permettant d'assurer le parfait et complet achèvement des ouvrages qui concernent son lot.

Les principaux travaux du présent lot sont :

- La mise en place d'une production photovoltaïque de 13.4 kWc minimum installée sur la toiture du bâtiment Origine.
- La constitution des chaines.
- La fourniture des câbles de chaînes, des connecteurs, des Y et de l'ensemble du matériel requis pour la mise en œuvre de ces composants (outils, visserie, étiquetage...).
- La fourniture de l'ensemble des câbles nécessaires à la mise à la terre des modules : 6mm²Cu, 25mm²Cu, rondelles bimétal, etc...
- La mise à la terre des modules, de la structure porteuse métallique et des différents appareillages, en conformité avec la réglementation.
- La fourniture, pose et raccordement d'un onduleur.
- La fourniture et raccordement des chaines à l'onduleur PV.
- La fourniture et pose du matériel électrique (armoires AC et divers).
- La fourniture et pose des chemins de câbles AC.
- La fourniture et pose des câbles AC et raccordement de l'onduleur au coffret AC.
- La fourniture et pose du câble AC et raccordement du coffret AC au TGBT.
- La fourniture et pose d'un disjoncteur tétrapolaire de calibre adapté et pose dans le TGBT pour raccordement du générateur.
- Le raccordement du disjoncteur au réseau interne du site avec répartition homogène de la puissance sur chaque phase.
- Le repérage des différents câbles avec étiquetage conforme du matériel.
- La réalisation des liaisons équipotentielle avec liaisons au bâtiment.
- Raccordement et paramétrage de l'onduleur PV ou système de monitoring.
- La création d'une coupure d'urgence de l'installation photovoltaïque à l'entrée du bâtiment principal.

Les prestations incluent notamment :

- Les études, dessins d'exécution et de détail des ouvrages ainsi que toutes les suggestions d'adaptation.
- La fourniture des matériaux compris transport, déchargement, stockage et distribution sur le chantier.
- La sécurisation provisoire des zones de travail.
- Toutes les dispositions d'interdiction d'accès, de délimitation de zones d'intervention et toutes les autorisations nécessaires.
- La réception de l'état des supports en présence du Maître d'œuvre et des Entreprises concernées.
- L'enlèvement des gravois et déchets de toutes sortes et de toute nature.
- Tous les calfeutrements nécessaires pour la terminaison des ouvrages.
- Les nettoyages en cours et fin de chantier, ainsi que l'enlèvement des gravois aux décharges.
- La protection des ouvrages jusqu'à réception de travaux.
- Les remises en état éventuelles d'ouvrages ou parties d'ouvrages ayant subi des détériorations.
- Tous les essais, mise en service et réglage des matériels installés.
- Les réglages durant la période de garantie pour l'ensemble des installations.
- Le nettoyage pour remise en parfait état des ouvrages à la fin du chantier.
- Les contrôles permettant de s'assurer des conditions de sécurité.

3. Interactions avec les autres lots

En complément du « CCTP0 : Prescriptions communes à tous les corps d'état », l'Entreprise du présent lot devra se coordonner avec l'ensemble des Entreprises des autres corps d'état. Ci-dessous sont listées de manière non exhaustive les interactions à prévoir pour ce lot. Toute prestation non décrite ci-dessous est de fait à la charge du présent lot.

3.1.1. Avec le lot 01 : Désamiantage Déplombage

Sans objet.

3.1.2. Avec le lot 02 : Démolition Gros-Oeuvre

Pour les bâtiments existants, les carottages dans les voiles et planchers béton pour les traversées ou pénétrations des réseaux sont à la charge du lot **Démolition – Gros-Œuvre** pour tous les diamètres supérieurs ou égaux à 100 mm. Le lot **Photovoltaïque** en doit l'implantation. Après carottage, le passage des réseaux et le traitement éventuel de reprise d'étanchéité est à la charge du lot **Photovoltaïque**.

Les percements des cloisons intérieures légères (briques, plâtre, placo, etc...) quel que soit le diamètre sont à la charge du lot **Photovoltaïque**.

3.1.3. Avec le lot 03 : Curage

Sans objet.

3.1.4. Avec le lot 04 : Etanchéité

Le lot **Photovoltaïque** doit la fourniture et pose de chemins de câble sur support adapté aux toitures étanchées renouvées par le lot **Etanchéité**.

3.1.5. Avec le lot 05 : Couverture Zinguerie

Un système de production photovoltaïque est prévu sur la couverture neuve en bac acier du bâtiment Origine. Les modules photovoltaïques seront installés par le lot **Photovoltaïque** sur les bacs aciers via une structure de support fixée directement sur la couverture neuve en bac aciers de type COVEA 3-45 de BAC ACIER ou équivalent installée par le lot **Couverture**. Cette structure support sera fournie par le lot **Photovoltaïque** et posée par le lot **Couverture**. Prestations prévues au lot **Photovoltaïque** :

- Le traçage de l'implantation du système de fixation PV sur la toiture selon calepinage établi par le présent lot.
- La fourniture au lot Couverture des plots, rails, fixations et autres dispositifs constitutifs des supports de modules.
- L'ensemble des prestations nécessaires pour respecter les consignes du fabricant du système d'intégration retenu.
- L'assistance technique et la présence nécessaire auprès du lot Couverture pour assurer la bonne installation de la structure support des panneaux PV.

Prestations prévues au lot **Couverture** :

- La pose du système de fixation PV en concertation étroite avec le lot **Photovoltaïque** sur le bac acier.

Les protections collectives pour la pose des panneaux en toiture et de l'onduleur sur la toiture terrasse seront mis en œuvre par le lot **Couverture** à travers la ligne de vie créé et l'échafaudage présent mise en place par le lot **Façades**.

Le titulaire du lot **Couverture** doit prévoir les éléments bois de renforts complémentaires et nécessaires à la pose de panneaux PV sur le bac acier prévu à son lot suivant les demandes de l'ETN utilisé par le lot **Photovoltaïque**. Le lot **Photovoltaïque** doit transmettre ses demandes de renforts bois supplémentaire au lot **Couverture**.

3.1.6. Avec le lot 06 : Façades

Les protections collectives pour la pose des panneaux en toiture et de l'ondeur sur la toiture terrasse seront mis en œuvre par le lot **Couverture** à travers la ligne de vie créé et l'échafaudage présent mise en place par le lot **Façades**.

3.1.7. Avec le lot 07 : Menuiseries extérieures

Sans objet.

3.1.8. Avec le lot 08 : Métallerie-Serrurerie

Le lot **Photovoltaïque** posera son ensemble coffret électrique/ondeur en toiture terrasse du bâtiment Extension sur une structure métallique mis en œuvre par le lot **Métallerie-Serrurerie**. Les deux lots se coordonneront pour assurer une parfaite gestion de cette interaction.

Le lot **Métallerie-Serrurerie** doit la protection aux intempéries de l'armoire électrique et de l'ondeur en toiture terrasse du bâtiment Extension. Le lot **Photovoltaïque** confirmera la cote totale de l'habillage au lot **Métallerie-Serrurerie** et précisera l'implantation exacte de ses ouvrages.

3.1.9. Avec le lot 09 : Plâtrerie Peinture Faux-Plafond

Sans objet.

3.1.10. Avec le lot 10 : Revêtements de sol

Sans objet.

3.1.11. Avec le lot 11 : Menuiseries intérieures

Sans objet.

3.1.12. Avec le lot 12 : EPMR

Sans objet.

3.1.13. Avec le lot 13 : Electricité-GTC

La fourniture et pose d'un disjoncteur tétra polaire 32 A (ampérage à vérifier en fonction de l'installation) dans le TGBT sera prévu par le titulaire du lot **Photovoltaïque**. Le titulaire du lot **Photovoltaïque** se coordonnera en phase de préparation de chantier avec le lot **Electricité-GTC**.

Le suivi de la production photovoltaïque mis en place par le lot **Photovoltaïque** ou récupérer directement depuis les onduleurs et devra être raccorder à la GTC du site via le poste de supervision mis en place par le lot **Electricité-GTC**.

3.1.14. Avec le lot 14 : Photovoltaïque

Sans objet.

3.1.15. Avec le lot 15 : CVC-Plomberie

Sans objet.

3.1.16. Avec le lot 16 : Forages

Sans objet.

3.1.17. Avec le lot 17 : Terrassement VRD Espace Verts

Sans objet.

3.2. Prescriptions particulières

3.2.1. Règlementations de référence

Les ouvrages du présent lot seront exécutés dans les règles de l'art et dans le respect des textes réglementaires et normes en vigueur à la date de l'exécution du chantier. La liste ci-dessous n'est pas exhaustive. Elle rappelle certaines normes auxquelles le groupement saura se référer dans la préparation de son offre et la réalisation des ouvrages listés au paragraphe correspondant. Les ouvrages prévus seront effectués selon les règles de l'art en respectant notamment les éléments suivants.

3.2.1.1. Textes généraux

- Le Code de l'Urbanisme,
- Le Code de la Construction et de l'Habitation,
- Le Code de l'Environnement et de Nuisances,
- Les prescriptions techniques générales du règlement sur les adjudications des travaux de construction,
- Décret n°88-255 du 12 avril 1988 portant modification des articles du Code de la Construction relatifs aux caractéristiques thermiques des bâtiments et de leurs équipements,
- Les lois, décret, arrêtés, circulaires et recommandations intéressant la construction et la Sécurité Incendie,
- Cahier des charges et prescriptions techniques générales du C.S.T.B,
- Les Avis Techniques du C.S.T.B. pour tous les matériaux et procédés "non traditionnels",
- Les Prescriptions et Spécifications du R.E.E.F.
- Norme U.T.E Electricité – classe C concernant les installations électriques (NF C 13-100, NF C 13-200, NF C 14-100, NF C 15-100) et additifs,
- Décret n°88-1056 du 14 novembre 1988 pris pour l'exécution des dispositions du Livre II du Code du Travail (Titre III : « Hygiène, sécurité et conditions de travail ») en ce qui concerne la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques,
- NF C 18-510 : Opérations sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement électrique – Prévention du risque électrique,
- Guide pratique UTE C 15-520 (juillet 2007) : Canalisations – Modes de pose – Connexions,
- Guide pratique UTE C 15-105 (juillet 2003) : Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection - Méthodes pratiques.

3.2.1.2. Electricité

- Guide UTE C 15-712-1 : Installations photovoltaïques sans stockage et raccordées au réseau public de distribution,
- Guide UTE C 15-712-2 : Installations photovoltaïques autonomes non raccordées au réseau public de distribution avec stockage par batterie,
- DIN VDE 0126-1-1 : Dispositif de déconnexion automatique entre un générateur et le réseau public basse tension,
- NF EN 61730-1 : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques – Partie 1 : exigences pour la construction,
- NF EN 61730-2 : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques – Partie 2 : exigences pour les essais,
- NF EN 61215 : Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre,
- Qualification de la conception et homologation,
- NF EN 61646 : Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre,
- Qualification de la conception et homologation,
- NF EN 50521 : Connecteurs pour systèmes photovoltaïques – Exigences de sécurité et essais,

- CEI 61000-3-2 (Édition 2.2 de 2004) : 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).

3.2.1.3. Protection foudre

- NF C 17-102 : Protection contre la foudre – Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage,
- UTE C 61-740-51 : Parafoudres basse tension,
- Partie -51 : Parafoudres connectés aux installations de générateurs photovoltaïques - Exigences et essais,
- Guide pratique UTE C 61-740-52 : Parafoudres pour application spécifiques incluant le courant continu – partie 52 : Principes de choix et d'application – Parafoudres connectés aux installations photovoltaïques.

3.2.1.4. Bâtiment

- DTU des métiers concernés par la mise en œuvre d'installations photovoltaïques dans l'enveloppe du bâtiment, c'est-à-dire notamment les séries :
 - DTU 32 (Construction métallique),
 - DTU 33 (Façades rideaux),
 - DTU 36 et 37 (Menuiserie),
 - DTU 39 (Miroiterie – Vitrierie),
 - DTU 40 (Couverture),
 - DTU 43 (Étanchéité).
- NF EN 1991-1-3/NA : Annexe nationale à l'Eurocode 1 : Actions sur les structures,
- Partie 1-3 : Actions générales – Charges de neige,
- NF EN 1991-1-4/NA : Annexe nationale à l'Eurocode 1 : Actions sur les structures,
- Partie 1-4 : Actions générales – Actions du vent,
- NF P 78-116 : Verre dans la construction/Modules photovoltaïques incorporés au bâti/Dimensionnement en toiture,
- NF EN 1998-1 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments,
- Recommandations professionnelles de la CSFE : Mise en œuvre de procédés d'étanchéité photovoltaïques avec modules souples (juin 2009),
- Recommandations professionnelles de la CSFE : Mise en œuvre traditionnelle de capteurs solaires rapportés sur revêtement d'étanchéité en toiture-terrasse (février 2011),
- Guide RAGE 2012 (Règles de l'art Grenelle de l'environnement 2012) : Conception, mise en œuvre et maintenance des systèmes photovoltaïques par modules rigides sur toitures inclinées,
- Guide ADEME et SER : « Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations photovoltaïques raccordées au réseau BT ou HTA » (1er décembre 2008).

La liste présentée plus haut n'est pas limitative, elle rappelle certains textes auxquelles l'Entreprise saura se référer dans la préparation de son offre et la réalisation des ouvrages demandés.

Dans tous les cas, l'Entreprise devra tenir compte de toutes les normes, DTU, règles, applicables à ce type d'opération. En tout état de cause, les modifications imposées par les organismes de contrôle et de sécurité ne seront pas considérées comme travaux supplémentaires, en cas de non-application des Règlements, des Normes et des règles de l'Art.

3.2.2. Dossiers techniques à transmettre

3.2.2.1. Pour l'offre

L'offre des entreprises consultées devra comprendre l'ensemble des documents techniques cités ci-après :

- Les références d'installations photovoltaïques raccordées sur le réseau de distribution public tel qu'envisagé, de puissance similaire et mettant en œuvre des techniques de surimposition similaires à celles envisagées au présent CCTP,
- Une attestation d'assurance justifiant de la couverture de l'entrepreneur en Responsabilité Civile (RC Professionnelle et RC Décennale) citant nommément les certifications du procédé de surimposition envisagé (ATEc, Pass'Innovation Vert, ETN...). A défaut, l'attestation d'assurance devra être spécifique aux procédés constructifs envisagés pour l'installation en surimposition des équipements photovoltaïques au bâtiment,
- Tout document nécessaire à la parfaite compréhension de l'offre technico-économique soumise et de toute annexe signalée, (notamment si le matériel diffère de la proposition technique du présent CCTP) :
 - Marques et références des matériels proposés,
 - Fiches techniques des principaux composants (modules / onduleurs / système d'acquisition de données / panneau didactique éventuel),
 - La puissance crête nominale garantie proposée avec indication de la surface globale des modules photovoltaïques,
 - Schéma d'implantation des modules photovoltaïques,
 - Synoptique électrique de l'installation photovoltaïque raccordée au réseau avec nombre et caractéristiques précises des modules et onduleurs proposés,
 - Note de calcul de la production annuelle escomptée pour l'installation photovoltaïque : production annuelle ; valeur du ratio de performance (PR) du générateur.
- Les qualifications spécifiques pour réalisation de travaux de générateurs photovoltaïques raccordés :
 - Label RGE (Reconnu Garant de l'environnement) associé à la marque de qualité Quali'PV Elec ou équivalent pour personnel en charge des travaux électriques,
 - Label RGE (Reconnu Garant de l'environnement) associé à la marque de qualité Quali'PV Bat ou équivalent pour personnel en charge des travaux de couverture portant sur la pose, le câblage des modules, ainsi que leur mise à la terre et celle des structures porteuses,
- Une attestation de la certification OPQIBI de l'entreprise,
- Le justificatif d'obtention d'un Avis Technique (ATEc) ou équivalent pour le procédé de surimposition envisagé (modules + structures + support). A défaut, le cas échéant, le justificatif d'obtention d'un Pass'Innovation Vert pour le procédé de surimposition envisagé,
- Une note précisant le poids au m² du système de surimposition envisagé (modules + structures + support).

3.2.2.2. Avant travaux : études et plans d'exécution

Les plans et schémas fournis à l'appui de ces CCTP sont des documents guides et non des documents d'exécution chantier.

D'une manière générale, les plans d'exécution sont établis en totalité par chaque entrepreneur ainsi que toutes les études et plans d'exécution complémentaires nécessaires à la parfaite exécution de tous les ouvrages ou demandés par la maîtrise d'œuvre.

Les plans d'exécution et les notes de calculs présenteront toutes les combinaisons d'efforts à prendre en compte pour le dimensionnement des équipements et des ouvrages. Ces documents seront rédigés en français.

Les notes de calculs définissent ou rappellent les méthodes utilisées, les hypothèses retenues et les valeurs numériques des différents paramètres ou coefficients. Elles fournissent les résultats intermédiaires nécessaires pour suivre le cheminement du calcul. Les résultats conditionnant le dimensionnement sont préférentiellement présentés sous forme de tableaux ou graphiques.

Les études d'exécution sont soumises au visa du Maître d'œuvre suivant les dispositions spécifiées au présent marché de travaux. En tant que de besoin, elles pourront être soumises dans les mêmes conditions à l'avis du contrôleur technique.

Sur la base du programme général des travaux, éventuellement actualisé, les entrepreneurs établiront et soumettront suffisamment tôt les études d'exécution au groupement de maîtrise d'œuvre de manière à disposer des plans visés 20 jours avant le démarrage des dits travaux.

Les plans d'exécution des solutions variantes éventuelles sont à la charge des entreprises, de même que les plans des ouvrages et installations provisoires.

Si en cours d'exécution, des modifications apparaissent nécessaires, elles devront faire l'objet de rectifications aux plans correspondants. Toute opération, quelle qu'elle soit, ou toute autre modification qui n'aura pas fait l'objet de l'approbation préalable du groupement de maîtrise d'œuvre, ne sera pas prise en compte lors des règlements et pourra faire l'objet, si nécessaire, de démolition et reconstruction partielle ou totale sans indemnité. L'accord donné par le groupement de maîtrise d'œuvre ne diminuera en rien la responsabilité des entrepreneurs qui restera pleine et entière.

Chaque entreprise aura à sa charge l'édition de 2 exemplaires papier des documents d'exécution visés. Un exemplaire du DCE et des documents d'exécution devront en permanence être disponibles sur le chantier.

L'entreprise devra donc l'ensemble des documents nécessaires à une parfaite réalisation de ses ouvrages et notamment (liste non exhaustive) :

- Les unifilaires BT jusqu'au raccordement TGBT,
- Le calepinage des modules avec la constitution des chaînes de modules avec repérage des chaînes,
- Emplacement des chemins de câbles et câbles (puissance, commande, monitoring, ...)
- Schémas des liaisons équipotentielles principales, de la mise à la terre des modules et de l'appareillage,
- Implantation des descentes de câbles en gaine ainsi que le cheminement horizontal au RDC éventuel,
- Emplacement de l'appareillage (BJ, onduleurs coffrets AC ...) et fixation,
- La documentation technique du matériel proposé,
- Les notes de calculs de dimensionnement des câbles DC et AC,
- Modèle des fiches d'Autocontrôle vierges des chaînes PV et appareillages.

Tous les documents définis ci-avant sont dus jusqu'à approbation par le groupement de maîtrise d'Œuvre, le MOA et le bureau de contrôle (phase VISA).

Tous les plans d'implantation, de câblage et les schémas seront réalisés sur support informatique, en format .dwg et en pdf.

3.2.2.3. Avant réception : Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)

L'Entreprise fournira une version du dossier DOE avant la phase de réception de l'installation regroupant tous les documents d'exécution sur lesquels aura été appliquée la mention « Dossier des ouvrages Exécutés » (DOE).

Celui-ci sera constitué d'un dossier comprenant :

- Une notice décrivant le fonctionnement général de l'installation,
- Les notices et fiches techniques des matériels utilisés, indiquant en particulier :
 - Nom et adresse des constructeurs,
 - Modèle et type,
 - Dimensions, raccordements, plans et schémas,
 - Caractéristiques de fonctionnement,
 - Liste des « flash tests » des modules installés au format Excel ou csv
- Les manuels d'installation, d'utilisation et de maintenance des matériels utilisés,
- Les consignes d'exploitation comportant les chapitres suivants :
 - Mise en service et arrêt des installations (ordre des opérations à réaliser, mesures à prendre),
 - Marche normale (surveillances à effectuer, interventions en cas de dépassement de seuil),
 - Opérations à réaliser en cas d'incident sur un élément de l'installation pour assurer au mieux la permanence de service.

Les plans et schémas mis à jour à la date de la réception établis sur support informatique (.dwg) et pdf dont :

- Tous les plans du paragraphe précédent version TQC,
- Les plans de cheminement des câbles posés,
- La liste définitive des câbles posés,
- Les schémas internes des armoires et coffrets divers,
- Les notes de calcul de sections de câbles, de sélectivité et de réglage des protections le cas échéant,
- Les fiches d'autocontrôles effectuées de toutes les installations,
- Eventuellement le cahier des essais effectués par l'entreprise comprenant pour le matériel spécifique (HTA, transformateur, ...) :
 - Le résultat des mesures de contrôle à la mise en service,
 - A la 1ère mise en service, établissement d'une fiche de données techniques et de préréglage,

- Un tableau listant toutes les opérations d'entretien nécessaire et leur fréquence.

3.2.3. Déroulement des essais avant réception

3.2.3.1. Autocontrôles

L'Entreprise devra procéder aux autocontrôles techniques de ses installations tant en courants forts qu'en courants faibles.

Ces contrôles consistent à vérifier que les installations sont conformes aux dispositions réglementaires et aux prescriptions du présent CCTP et qu'elles satisfont aux performances demandées.

L'Entreprise sera tenue de fournir :

- Un programme des vérifications,
- Des fiches des autocontrôles attestant la réalité de ces vérifications.

Enfin, elle devra organiser son chantier de telle sorte que l'autocontrôle de la mise en œuvre soit systématiquement assuré.

Les essais et relevés d'autocontrôle porteront sur la totalité des équipements et non sur des sondages.

3.2.3.2. Mesures des Vco des chaines du générateur

Avant la réception, l'entreprise doit fournir notamment :

- La vérification de la tension circuit ouvert de toutes les chaînes de modules avec les valeurs attendues, l'ensoleillement et l'écart mesuré,
- La vérification des protections et systèmes de sécurité,
- Les mesures d'isolement des 2 polarités coté DC et les mesures d'isolement coté AC.

Dans le cas, où les contrôles de conformité et les essais révéleraient un élément non conforme ou l'impossibilité d'obtenir toutes les caractéristiques exigées dans le présent document, l'Entreprise devra remplacer ou modifier à ses frais et sans augmentation des délais contractuels, les pièces ou éléments de l'installation incriminés.

Toutes mesures non conformes rendent réhibitoire la réception « à froid » et donc la mise en service du générateur PV.

3.2.4. Conditions de réception des installations et garanties

3.2.4.1. Réception provisoire

Il sera procédé à une inspection et un contrôle de bon fonctionnement minutieux des ouvrages et installations réalisés dans le cadre du présent lot.

La vérification des performances du générateur ne pouvant être réalisée qu'une fois l'installation raccordée au réseau, la réception du présent poste technique sera réalisée en deux fois :

- Une première réception (dite « à froid ») provisoire à l'issue des travaux mais réalisée avant raccordement avec consignation des non-conformités.
- Puis après raccordement, contrôle du bon fonctionnement et des performances de l'installation avec consignation des non-conformités.

La ou les réceptions provisoires sur site comporteront :

- La réception du DOE complet,
- La vérification de la qualité du câblage des modules conformément au présent CCTP (connexions électriques correctes des modules, limitation des surfaces de boucles, fixation des câbles électriques, repérage des branches...),
- La vérification électrique de toutes les chaînes de modules et notamment la vérification du document produit par l'entreprise sur les Vco de toutes les chaines du générateur,
- La vérification des mises à la terre,
- La vérification des liaisons électriques (modules/BI/onduleurs) : sections de câble, qualité de fixation, protection mécanique, étanchéité, passages éventuels de parois, repérage des liaisons...

- La vérification des bonnes fixations des coffrets et de la conformité au CCTP de leur pose (ventilation, aération, position relative des équipements...),
- La vérification des installations mécaniques et électriques de protection des personnes et des équipements,
- La vérification de la conformité des appareillages électriques (BJ, onduleurs, coffrets et armoires),
- La vérification des caractéristiques de chacun des équipements et de leur installation et positionnement conformément aux recommandations, notices et plans fournis dans le présent CCTP,
- La vérification du fonctionnement et des performances de la centrale,
- Le contrôle du monitoring...

Le ou les procès-verbaux de réception provisoires seront établis en présence au minimum du groupement de maîtrise d'œuvre et d'un représentant de l'entreprise avec consignation des non-conformités.

Toutes les déficiences et non-conformités constatées seront immédiatement réparées par l'entreprise à ses frais. Ces réserves devront être levées dans les 30 jours consécutifs à cette réception provisoire. Dans le cas où des problématiques d'approvisionnement interdiraient le respect de ce délai, l'entreprise devra informer par lettre recommandée avec AR le Maître d'Œuvre, et tiendra à disposition tous les justificatifs nécessaires. Le MOA/MOE aura alors 8 jours à réception des justificatifs pour se prononcer sur une prolongation du délai de levée de réserve. Dans le cas où ce délai est refusé de façon motivée, les éventuelles pénalités de retard indiquées au CCAG et CCAP seront applicables.

3.2.4.2. Levée définitive des réserves

Lorsque toutes les non-conformités, dysfonctionnements, anomalies ou contre-performance sont résolues par l'Entreprise, la levée de réserves définitive sera validée par l'ensemble des parties.

La levée définitive des réserves portera sur la vérification des réserves relevées lors de la dernière réception provisoire. Ce PV doit être vierge de toute remarque du groupement de maîtrise d'œuvre et de la maîtrise d'ouvrage. Il sera établi en présence de toutes les parties et sera signé par l'ensemble des parties.

La levée définitive des réserves ne pourra avoir lieu qu'après réception du certificat de conformité du bureau de contrôle technique et/ou du CONSUEL.

Le paiement final ne sera effectué qu'après visa sur une levée complète des réserves de toutes les parties en présence.

3.2.4.3. Garanties

La période de garantie des équipements ne commence qu'à compter du jour de la signature du PV de levée de réserve définitive par les MOE et MOA.

Il est exigé que tous les matériels et équipements prévus et installés soient aptes à satisfaire à la fonction qui leur est destinée, et donnent les résultats attendus.

L'approbation des documents de l'Entreprise ainsi que les réceptions ne diminuent en rien les responsabilités de l'Entreprise.

La garantie portera sur :

- L'ensemble des fournitures et travaux prévues par le présent CCTP,
- Le bon fonctionnement des installations et leur conservation.

La garantie implique à l'entreprise d'assumer gratuitement pendant 1 an (année de parfait achèvement) à partir de la réception des travaux :

- Le remplacement ou la réparation des matériels,
- Les études nouvelles s'il y a lieu,
- La main d'œuvre nécessaire,
- Les frais annexes pouvant découler de ces interventions au titre des garanties.

Le titulaire du présent lot devra également fournir la preuve et garantir la fourniture des pièces détachées pendant toute la durée de vie des matériels dus dans le cadre du présent lot.

Cette garantie inclura la fourniture du matériel, son transport rendu sur site, sa mise en œuvre avec toute la main d'œuvre associée.

De plus, les onduleurs devront être garantis 10 ans.

Les câbles respecteront les niveaux de garantie suivants :

- **Garantie de 5 ans** sur la tenue du matériel dans les conditions environnementales du site et les conditions d'installation.
- **Garantie de 5 ans** sur le câblage : défaut de câblage, branchement de connecteurs...

3.2.5. Planning

La durée globale de réalisation des travaux est définie par le planning fourni par l'entreprise générale. Un planning détaillé sera élaboré lors de la phase de préparation du chantier. Le titulaire du présent lot devra obligatoirement s'y conformer.

3.3. Prescriptions techniques

3.3.1. Modules

Les Modules photovoltaïques seront constitués de silicium mono-cristallin et seront conformes aux normes NF EN 61215 et 61730-1 et -2.

- Tolérance maximum de 0/+5 % de l'ensemble des modules.
- Garantie mécanique des modules de 10 ans,
- Garantie de performance de 80% minimum après 25 ans.

Les modules choisis feront preuve d'une évaluation carbone simplifiée par un organisme certificateur disposant d'une accréditation selon la norme EN ISO 17025 et/ou EN ISO 17065 et/ou EN ISO 17021 pour la certification du produit module photovoltaïque (et/ou IEC 61215 :2005 et/ou IEC 61646 :2008), délivrée par l'instance nationale d'accréditation, ou l'instance nationale d'accréditation d'un autre État membre de l'Union européenne, membre de la coopération européenne pour l'accréditation et ayant signé les accords de reconnaissance mutuelle multilatéraux.

Cette évaluation carbone simplifiée renseignera l'approvisionnement et/ou l'origine de chacun des matériaux nécessaires à la fabrication des modules.

La valeur de l'évaluation carbone des modules sera donnée en kgeq CO₂ /kWc.

Cette évaluation sera transmise au groupement au moment de la validation des produits à mettre en œuvre.

3.3.2. Onduleurs adaptés à la connexion réseau

Les onduleurs synchrones seront adaptés à la connexion réseau ENEDIS et conformes à la C15-712-1 en vigueur.

Les onduleurs répondront aux points suivants :

- Onduleur d'injection conforme aux normes CEI 62109-1 et NF EN 62109-2,
- Indice de protection minimum IP65 si extérieur,
- Isolation galvanique si préconisé par le fournisseur de modules ou si mise à la terre fonctionnelle d'une des polarités DC,
- Fonction de contrôle d'isolement côté DC,
- Fonction de découplage réseau conforme DIN VDE 0126-1-1 et son amendement 1,
- Rendement de conversion énergétique supérieur à 95% à puissance nominale,
- Conformité aux normes CEI 61000-3-2 ou CEI 61000-3-3 ou CEI 61000-3-4 suivant valeur du courant de sortie nominal des onduleurs,
- Espacement minimal de 30 cm entre onduleurs. Dans tous les cas cet espacement ne pourra être inférieur à celui préconisé par le constructeur,
- Inclus toutes suggestions de fixation,
- Raccordement de la masse de l'onduleur à la liaison équipotentielle et au conducteur de protection de la partie AC,
- Réglage, étiquetage et mise en service inclus,
- Attestation de la conformité du montage onduleur + BJ par un Bureau de Contrôle si nécessaire.

3.3.3. Précautions de câblage : matériel et garantie

L'ensemble des câbles de liaison utilisés en extérieur ou à l'intérieur du bâtiment répondra aux normes en vigueur (isolement, résistance aux ultraviolets, résistance mécanique, etc.), de même que les conduits utilisés pour le cheminement des câbles.

Les câblages extérieurs seront réalisés en câbles résistants aux influences externes pour le site concerné :

- AA 7 : Extérieur abrité 10° à +70° C
- AB 8 : Conditions climatiques
- AC 1 : altitude < 2000 mètres
- AD 4 : Projection d'eau
- AE 1: Présence de corps solides étrangers

- AF 2 : Substances corrosives ou polluantes atmosphériques
- AG 2 : Chocs mécaniques
- AH 1 : Vibrations
- AL 1 : Présence de faune
- AN 3 : Rayonnements solaires importants
- AP : Effets sismiques suivant la région concernée
- AR 1 : Mouvement de l'air
- AS 1 : Vent fort
- Sans halogènes

Dès lors qu'une probabilité de sectionnement ou de dommages aux câbles apparaît, des câbles ou des conduits renforcés seront employés.

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

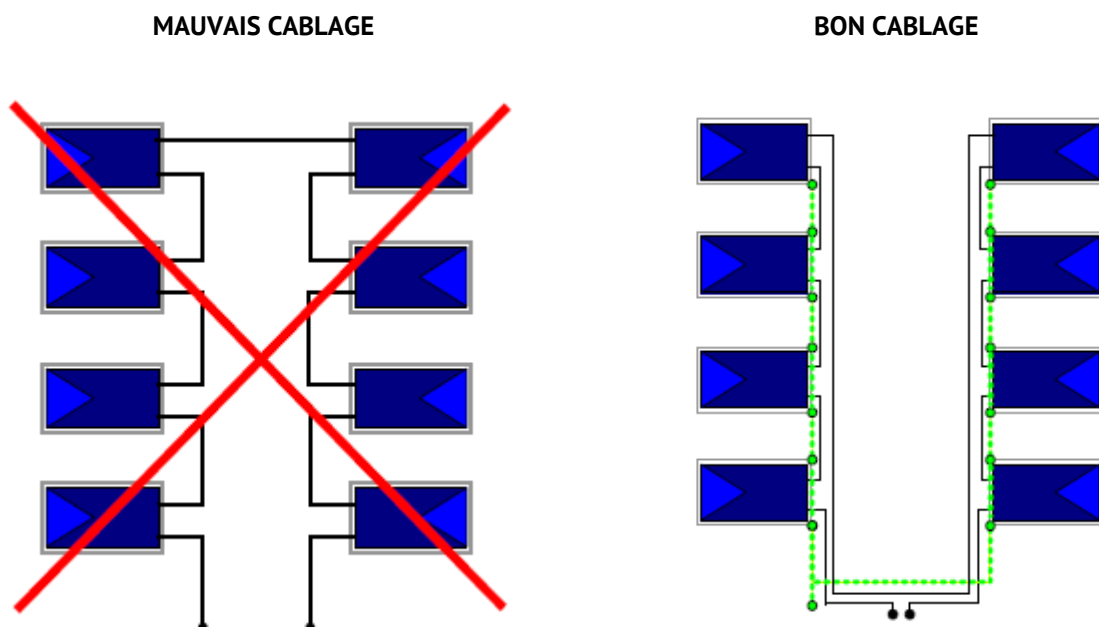
3.3.4. Chute de tension

La distribution continue sera dimensionnée en accord avec la norme UTE C15-100 et selon les exigences du guide NFC 15-712-1, avec un objectif de 1% pour la chute de tension dans les câbles DC et AC.

3.3.5. Dispositions de câblage

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

Pour limiter les surtensions possibles dues à la foudre, des dispositions de câblage doivent être prises ; en particulier, la circulation des conducteurs de polarité positive et négative des modules photovoltaïques doit être jointive avec la liaison équipotentielle. On évitera impérativement la présence de boucles inductives tel que préconisé dans la C15-712-1.



En conséquence, on veillera à ce que les câbles de liaison entre le champ photovoltaïque et les équipements électriques soient plaqués sur toute leur longueur contre le câble de masse.

Les liaisons électriques respecteront le code normalisé des couleurs (en courant continu le fil noir sera la polarité négative, le rouge la positive, en courant alternatif les phases seront les fils rouges, marron et noirs, le neutre le fil bleu, la terre le vert-jaune).

Les connexions électriques seront réalisées de façon à éviter tout faux contact et tout risque de déconnexion, par exemple à la suite de traction exercée sur les câbles électriques. On prendra particulièrement garde à la tenue de la connectique inter-modules.

Les bornes de raccordement des câbles seront clairement repérées à l'aide d'étiquettes.

3.3.6. Connexions DC

Pour des raisons de fiabilité de la connexion dans le temps, le nombre de connexions sur les liaisons DC sera réduit au minimum et celles-ci devront être réalisées par des connecteurs débrochables normés NF EN 50521. Les parties mâles et femelles des connecteurs devront être de même fabricant et de même modèle en fonction des modules retenus.

Leur choix et leur mise en œuvre devront respecter les préconisations du guide C15-712-1.

En cas de sertissage de connecteurs sur chantier :

- Le matériel utilisé devra être celui préconisé par le fabricant des connecteurs.
- **Un contrôle systématique de chaque connecteur serti sera réalisé et consigné dans la procédure d'autocontrôle de l'entreprise.**

Attention : la qualité du sertissage des connecteurs DC réalisés sur site sera vérifiée avant réception de l'ouvrage. S'il est constaté un seul mauvais sertissage d'un connecteur DC, l'entreprise aura à sa charge la reprise de l'ensemble des connecteurs DC du générateur.

3.3.7. Boîtes de jonction

Les branches de modules seront raccordées individuellement aux boîtes de jonction qui assurent la mise en parallèle de ces branches, les boîtes de jonction seront disposées de façon à ne pas être visibles en extérieur. Toutes les boîtes de jonction resteront accessibles pour le contrôle annuel de maintenance. La séparation des branches entre elles est assurée par une diode en série sur chaque branche. Elle sera choisie pour ses caractéristiques de faible chute de tension directe.

Les boîtes de jonction situées à l'extérieur auront un indice de protection minimum IP 555. Les entrées et sorties de câbles se feront par presse - étoupes situés en dessous des coffrets. Les boîtes de jonction seront positionnées de préférence en local onduleurs. Chaque branche restera accessible depuis le sol pour les contrôles Icc et U0.

L'ensemble des câbles de liaison utilisés en extérieur répondra aux normes en vigueur énoncées précédemment (isolement, résistance aux ultraviolets, résistance mécanique, etc.). Leur section individuelle sera déterminée suivant les règles de la NF C 15 100, en prêtant une attention particulière aux contraintes de chute de tension entre le champ photovoltaïque (boîte de jonction) et le système de gestion d'énergie (bornier d'entrée de câble), chute de tension qui ne devra pas excéder 2% de la tension nominale en valeur relative pour un ensoleillement de 800 W/m².

La somme des chutes de tension du circuit de génération doit être telle que le point de fonctionnement des modules se situe à une tension inférieure ou égale à celle de la puissance maximale des modules. Elle est déterminée de façon à rester dans le cadre d'une utilisation optimale des modules et donc de l'énergie disponible. Elle dépend des caractéristiques des modules photovoltaïques, de la température ambiante, de la tension nominale du générateur, de l'ensoleillement, etc.

3.3.8. Cheminement des câbles

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

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.**

Des étiquettes (type dilophane ou équivalent) seront apposées tous les 5 mètres sur ces fourreaux avec mention « Attention DANGER, installation photovoltaïque, câbles actifs sous tension durant la journée ».

L'implantation et le cheminement de câbles ont été conçus de manière à limiter les longueurs de câbles entre les champs photovoltaïques et les onduleurs.

A l'issue des travaux en toiture, l'Entreprise devra veiller à ce que les différents câbles de l'installation soient installés dans des chemins de câbles et ne traînent pas en désordre.

3.3.9. Canalisations et mode de pose

3.3.9.1. Mode de pose

Les chemins de câbles dans les locaux techniques recevant les courants forts seront de type fils soudés pour la dissipation thermique et ceux pour les courants faibles seront de type tôles perforées pour des contraintes de compatibilité électromagnétique.

Les chemins de câbles en toiture devront être capotés en cas d'exposition directe au soleil. Ceux-ci reposent soit sur des supports en caoutchouc recyclé soit sur des éléments du système de surimposition. Les capots doivent impérativement être fixés aux chemins de câbles métalliques par des colliers de serrage métalliques.

Il sera veillé à l'indépendance des cheminements courants forts et courants faibles :

- Une distance minimum de 30 cm sera respectée entre courants forts et courants faibles (concernant les circuits de commandes, signal télévisuel, informatique et téléphonie).
- Une distance minimum de 50 cm sera respectée entre courants forts et courants faibles (concernant les courants faibles des circuits de sécurité).

Il sera également veillé à l'indépendance des cheminements courants continus et courants alternatifs.

Les chemins de câbles sont dimensionnés de telle façon que les câbles soient installés en une seule couche et qu'après installation la réserve soit au minimum de 30 %. En cas de nécessité, il sera éventuellement toléré une mise en œuvre des câbles en deux couches superposées, sous réserve d'une validation de la note de calcul correspondante.

L'installation des chemins de câbles (et tout particulièrement les fixations et leurs entraxes) sera réalisée suivant les préconisations du constructeur et conformément à la norme NF EN 61537 qui définit les charges pratiques de sécurité.

Lorsque deux ou trois câbles auront un parcours commun, ceux-ci seront fixés individuellement. En aucun cas, les fixations de câbles en faisceaux ou torons ne pourront être acceptées. Les câbles des courants forts seront fixés par des colliers type COLSON.

D'une manière générale, il sera prévu pour leurs fixations :

- Une attache tous les 2,00 m pour les parcours horizontaux à plat
- Une attache tous les 1,00 m pour les parcours verticaux
- Une attache tous les 0,30 m pour les parcours horizontaux sur chant
- Une attache de part et d'autre des dérivations ou changements de direction

Les plafonds et les murs coupe-feu traversés par des conduits d'électricité ou des câbles électriques devront être rendus de même degré coupe-feu, ceci étant à la charge de l'entreprise titulaire du présent lot. Par conséquent les rebouchages seront réalisés avec des matériaux permettant de restituer le degré coupe-feu de la paroi traversée. Aucune pose d'appareillage en encastré dans les cloisons coupe-feu 2h ne sera acceptée.

3.3.9.2. Spécificités des canalisations courants forts

Les câbles entre les coffrets électriques, les appareillages et appareils électriques seront posés de la façon suivante :

- Sur des chemins de câbles type fil soudé,
- Sous large goulotte technique pour plusieurs câbles à l'arrivée et/ou au départ des tableaux électriques,
- Sous conduits de type ICTA en distribution terminale pour un câble dans les cloisons,
- Sous conduits de type IRL en distribution terminale dans les locaux techniques,
- Sous conduits TPC N pour les passages en enterrés,
- Sous conduits PVC non-propagateur de la flamme M1 pour les passages de grand diamètre ou en traversée de dalle.

3.3.9.3. Spécificités des canalisations courants faibles

Les câbles entre les coffrets électriques, les appareillages et appareils électriques seront posés de la façon suivante :

- Sur des chemins de câbles type tôle perforée,
- Sous large goulotte technique pour plusieurs câbles,
- Sous conduits de type ICTA en distribution terminale pour un câble dans les cloisons ou derrière les doublages,
- Sous conduits de type IRL en distribution terminale dans les locaux techniques,
- Sous conduits TPC N pour les passages en enterrés,
- Sous conduits PE pour les passages en enterrés pour la fibre optique,
- Sous conduits PVC non-propagateur de la flamme M1 pour les passages de grand diamètre ou en traversée de dalle.

Lorsque des câbles de communication et des câbles de puissance sont disposés dans un même chemin de câbles, ils seront séparés par une cornière.

3.3.10. Protection contre les surtensions d'origine atmosphériques ou dues à des manœuvres

3.3.10.1. Distribution DC

L'entrepreneur devra les parafoudres au niveau de la distribution DC.

Le choix et la mise en œuvre sont effectués conformément aux règles énoncées dans les articles 443 et 534 de la NFC15-100.

S'il choisit de ne pas en mettre il devra fournir un calcul détaillé justifiant cela.

3.3.10.2. Distribution AC

Le coffret AC sera équipé de parafoudre.

Le choix et la mise en œuvre sont effectués conformément aux règles énoncées dans les articles 443 et 534 de la NFC15-100.

3.3.10.3. Prise de terre et équipotentialité des masses

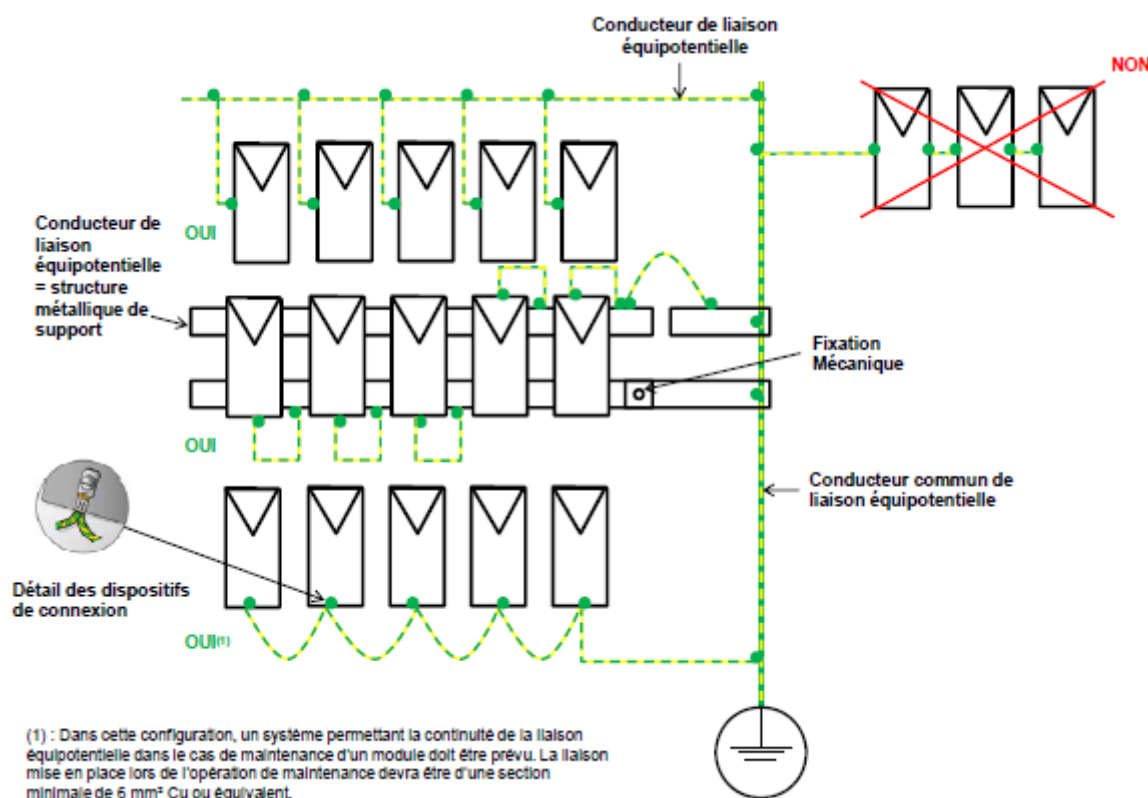
L'interconnexion des masses est d'une importance fondamentale pour le bon fonctionnement des protections contre la foudre et les surtensions.

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

Principes de réalisation de la mise à la terre (MALT) des cadres des modules photovoltaïques :

- Dans la mesure où il est métallique, il convient de relier le cadre des modules à la liaison équipotentielle. Pour ce faire, il suffit qu'un seul point de fixation soit disponible sur le cadre des modules (cf. § 6.3.1 UTE C15-712-1, § 8.1 et 8.3 NF EN 61730-1) ;
- Le mode de fixation à la liaison équipotentielle doit suivre les préconisations du fabricant (§ 6.3.1 UTE C15-712-1) ;
- Le point de fixation de la liaison équipotentielle doit permettre d'assurer la continuité électrique, y compris en présence d'anodisation (par exemple : vis inox auto-taraudeuse, rondelle inox « éventail »...) ;
- Le contact entre la partie métallique et le dispositif de connexion doit éviter tout couple électrolytique, ou être de matériau tel que le couple électrolytique est inférieur à 0,25 V (par exemple : cosse cuivre étamé sur aluminium, rondelle bi-métal cuivre-aluminium, inox aluminium...);
- La section des câbles de la liaison équipotentielle doit être égale ou supérieure à la section des conducteurs actifs des modules ;

- Si l'on retire un module ou s'il existe une mauvaise connexion (mauvais serrage, oxydation éventuelle...), l'équipotentialité des autres modules ne doit pas être supprimée. Le collecteur commun a une section de 6mm² Cu au minimum, ou équivalent. La structure métallique de support peut éventuellement jouer ce rôle ;
- Les points de connexion entre les conducteurs d'équipotentialité de chaque module et le collecteur d'une part, et entre le collecteur et la liaison équipotentielle principale d'autre part doivent être réalisés avec des dispositifs appropriés.



3.3.11. Organisation du chantier

L'Entreprise est réputée connaître, avant le démarrage des travaux, l'état des lieux et les contraintes d'accessibilité du chantier, de stationnement, des interdictions de circulation et de nuisances temporaires ou permanentes vis-à-vis des tiers, du voisinage, et ne pourra revenir sur le caractère forfaitaire du prix soumissionné.

L'Entreprise s'engage à respecter toutes les règles appliquées sur le chantier.

3.3.12. Sécurité sur chantier

La mise en œuvre d'une installation photovoltaïque en hauteur impose de se conformer au décret n° 2004-924 du 1er septembre 2004 relatif à l'utilisation des équipements de travail mis à disposition pour des travaux temporaires en hauteur et toutes autres dispositions du Code du travail.

L'entreprise prévoit, dans l'établissement de son projet, le matériel nécessaire à la bonne marche des installations et de leurs équipements, à leur conduite aisée, à leur contrôle et à leur sécurité.

L'entreprise indique, dans le PPSPS (plan particulier de sécurité et de protection de la santé), l'ensemble des mesures destinées à prévenir les risques découlant de la succession des activités des différents intervenants sur le chantier.

3.3.13. Qualifications

Les intervenants possèdent les habilitations ou qualification suivantes.

3.3.13.1. Poseurs et raccordement de modules photovoltaïque uniquement

Ces personnes sont habilitées sur les spécificités du photovoltaïque type BP ou équivalent et doivent justifier d'une habilitation pour des travaux en hauteur.

3.3.13.2. Electriciens

Ces personnes sont détenteurs d'une habilitation électrique (selon UTE 18 510) et doivent justifier d'une habilitation pour des travaux en hauteur.

Les intervenants ont suivi de plus une formation sur les spécificités du PV de type QualiPV ou équivalent.

3.3.13.3. L'Entreprise

Elle doit justifier d'une qualification délivrée par un organisme accrédité par le COFRAC (Qualibat, Qualit'ENR, Qualifelec...). Cette qualification ou certification peut être de nature probatoire. L'entreprise peut également faire preuve d'un engagement une démarche d'obtention de ces mêmes qualifications.

Les sous-traitants de l'Entreprise doivent détenir ces mêmes qualifications.

3.3.14. Assurances et responsabilités

L'entreprise titulaire d'un marché comportant la réalisation d'une installation photovoltaïque fournit :

- Une assurance de responsabilité civile pour couvrir les dommages causés aux tiers, dont le maître d'ouvrage,
- Une assurance de responsabilité décennale, dès lors que les travaux réalisés y sont soumis et qu'ils relèvent du champ de l'assurance décennale obligatoire. Il convient de vérifier que le procédé mis en œuvre est considéré comme « technique courante » au sens du contrat d'assurance ou, si ce n'est pas le cas, que la garantie a été étendue au procédé en question.

Ces assurances doivent mentionner que l'activité photovoltaïque est couverte.

3.4. Descriptif des travaux

Le présent lot fournit, installe et raccorde le générateur PV de 13.4 kWc sur les toitures du bâtiment Origine en toiture orienté Sud

Les modules seront de type cristallin et d'une puissance unitaire à définir selon le matériel proposé par l'entreprise. Il sera fourni, en complément de l'installation, une quantité de modules en pièces de rechange correspondant à 2 % de la puissance totale installée. Ces modules de rechange seront soigneusement emballés. L'Entreprise proposera un système qui répond aux critères généraux d'implantation et qui permet de bénéficier du tarif Tb défini dans l'arrêté du 9 mai 2017.

L'Entreprise fournira une attestation sur l'honneur certifiant que :

- Les critères généraux d'implantation définis dans l'annexe 2 de l'arrêté du 9 mai 2017 sont respectés.
- Les ouvrages exécutés ont été conçus et réalisés de manière à satisfaire l'ensemble des exigences auxquelles ils sont soumis (voir arrêté du 9 mai 2017).

L'injection de puissance au réseau se fait par un raccordement au réseau Enedis en autoconsommation avec vente du surplus.

L'Entrepreneur est libre de configurer le système photovoltaïque selon son choix de matériel, sous réserve :

- Que ce matériel soit conforme au présent CCTP et à la réglementation en vigueur.
- Que le générateur puisse recevoir l'attestation de conformité du CONSUEL. Cette condition est une des conditions déterminantes de l'engagement contractuel.
- Que l'objectif de production de **11 000 kWh/an pendant 10 ans** soit atteint. Dans ce cas, la valeur de la production sera dument étayée sur la base de simulation (notamment météo) à fournir par l'entreprise.
- Que le calepinage reprenne toutes les contraintes identifiées sur le site (cheminement, recul nécessaire pour les diverses maintenances, etc...).

3.4.1. Etudes et préparation de chantier

3.4.1.1. Installations de chantier spécifiques du présent lot

Les installations de chantier spécifiques sont à la charge de chaque entreprise intervenante :

- Démarches administratives nécessaires à ses travaux,
- Mise en sécurité de ces zones de travail propres (balisage, stockage de matériel...),
- Approvisionnement et stockage sur site,
- Nettoyage et évacuation quotidien des déchets des zones de travaux,
- Etc...

3.4.1.2. Etudes et plans d'exécution

Se référer aux prescriptions techniques générales.

Les études et plans d'Exécution (EXE) définitifs seront établis par l'Entreprise du Corps d'Etat considéré.

Il est rappelé également que l'Entreprise doit tenir compte dans son forfait de toutes les sujétions inhérentes aux contraintes engendrées par la réalisation de la totalité du projet.

L'entreprise retenue devra fournir pour approbation les documents suivants :

- Les plans d'exécution (calepinage, unifilaire, etc.), selon le matériel proposé par l'entreprise.
- Notes de calculs.
- Notices techniques.
- Documentation des produits proposés.
- Procès-verbaux et agréments.
- Fiche de garantie du constructeur.

- Les plans des réservations.
- Les plans de coordination avec les autres corps d'état.

L'Entrepreneur est tenu d'avertir le Maître d'œuvre au cas où certains travaux ne seraient pas mentionnés dans le présent CCTP et portés sur les plans ou inversement.

L'Entrepreneur devra vérifier, soigneusement, toutes les cotes portées aux dessins et s'assurer de la concordance entre les différents plans d'ensembles ou de détails et le CCTP.

3.4.1.3. Dossier des ouvrages exécutés

Se référer aux prescriptions techniques générales.

3.4.1.4. Démarches administratives

L'entreprise assurera toutes les demandes administratives et la rédaction des dossiers associés avec les concessionnaires et organismes réglementaires pour permettre le branchement de l'installation photovoltaïque **en autoconsommation avec revente du surplus**. Ces démarches comprennent notamment et sans que cette liste soit exhaustive :

- Consuel fin travaux pour mise en service.
 - Le Contractant devra la délivrance de l'attestation de conformité délivrée par le Consuel. La délivrance de ce certificat sera faite suffisamment tôt pour permettre la mise sous tension définitive de l'installation à la réception des ouvrages. La mission du bureau de contrôle pour l'obtention des DRE n'est pas à la charge du présent lot.

3.4.2. Travaux photovoltaïque

3.4.2.1. Accès et sécurisation

Le présent lot aura accès à l'échafaudage mis en œuvre par le lot **Façades** pour accéder en toiture. Cet échafaudage servira également de protection collective en pied de pente de la toiture orienté nord et sud du bâtiment Origine mais également de la façade Ouest de l'aile Extension.

Localisation : pour l'ensemble des travaux.

3.4.2.2. Système de fixation photovoltaïque sur bac acier

L'entreprise doit la fourniture d'un système de fixation photovoltaïque permettant la mise en œuvre de modules photovoltaïques sur toiture en bac acier et compatible avec les conditions spécifiques du site (zones climatiques, sismiques...) au lot **Couverture** qui en doit la pose sur le bac acier qu'il aura préalablement mis en place.

L'entreprise devra fournir une attestation d'assurance justifiant de sa couverture en Responsabilité Civile (RC Professionnelle et RC Décennale) citant nommément les certifications du procédé envisagé (ATEc, Pass'Innovation Vert, ETN...).

Le système de fixation disposera des caractéristiques suivantes :

- Garantie 10 ans obligatoire.
- Doit permettre la ventilation correcte de la centrale PV.
- Compatible avec les plaques nervurées de couverture simple peau de type COVEO 3-45 de 75 mm d'épaisseur.
- Compatible avec un entraxe de panne de 2,4 m.
- Sous avis technique valide.
- Type Helios B² de chez DOME SOLAR ou techniquement équivalent.

Cette structure support sera fournie par le lot **Photovoltaïque** et posée par le lot **Couverture**.

Le système de fixation bénéficie d'une évaluation technique de type : Avis Technique (ATec), Pass'Innovation Vert, Enquête de Technique Nouvelle (ETN), ATEx, ATE ou DTA. Cet avis devra clairement établir la compatibilité avec les modules photovoltaïques.

L'installateur devra respecter scrupuleusement le cahier de prescription de pose du fabricant et les prescriptions spécifiques de l'Avis Technique, Pass Innovation ou ETN de manière à avoir une centrale présentant un aspect parfaitement plan. Pour cela l'entreprise réalisera tout calage nécessaire.

NB : L'ensemble Bac + Structure + Panneaux devra être sous avis technique ou sous ETN. Une solution avec support d'intégration K2 Basic Rail et panneaux Voltec 110 Tarka VSMD 445W Onyx est envisageable mais toute autre solution respectant ce cahier des charges sera acceptée.

La couverture que constituent les capteurs solaires et du système de pose doit assurer une étanchéité parfaite du bâtiment et respecter les règlements « neige et vent » en vigueur au lieu d'implantation et elle comportera les adaptations nécessaires aux passages des câbles. La mise en œuvre sera conforme aux prescriptions DTU et avis technique du fabricant.

Localisation : Toiture

Prestations prévues au lot **Photovoltaïque** :

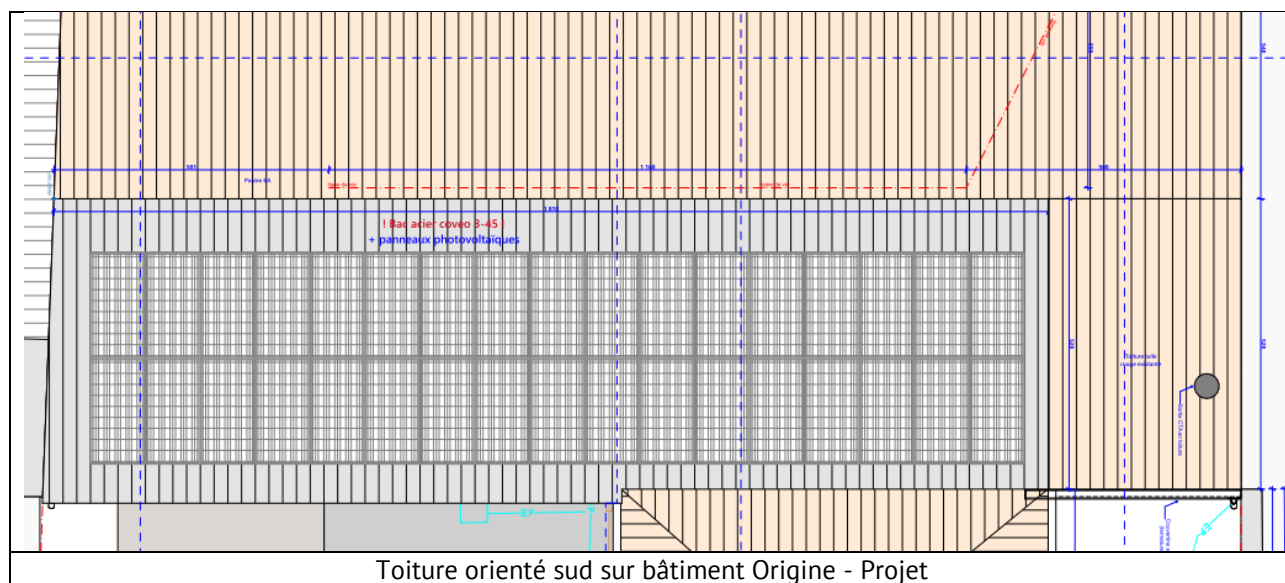
- Le traçage de l'implantation du système de fixation PV sur la toiture selon calepinage établi par le présent lot.
- La fourniture au lot **Couverture** des plots, rails, fixations et autres dispositifs constitutifs des supports de modules.
- L'ensemble des prestations nécessaires pour respecter les consignes du fabricant du système d'intégration retenu.
- L'assistance technique et la présence nécessaire auprès du lot Couverture pour assurer la bonne installation de la structure support des panneaux PV.

Prestations prévues au lot **Couverture** :

- La pose du système de fixation PV en concertation étroite avec le lot **Photovoltaïque**.

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

Localisation : toiture orienté sud du bâtiment Origine.



3.4.2.3. Modules photovoltaïques

L'entreprise doit la fourniture et pose de modules photovoltaïques sur les supports préalablement installés par le lot Couverture. Ces modules photovoltaïques seront de type cristallin et d'une puissance unitaire à définir selon le matériel proposé par l'entreprise.

Pour rappel, les objectifs techniques sont les suivants :

- Surface : 64 m² environ (32 panneaux de dimensions standards 1,868 x 1,070 m)
- **Puissance : 13,4 kWc minimum.**
- **Production : 10 000 kWh/an pendant 10 ans.**

Y compris fourniture et pose de tous les accessoires de fixation nécessaires : visserie, étriers, etc.

Il sera fourni, en complément de l'installation, une quantité de modules en pièces de rechange correspondant à 2 % de la puissance totale installée. Ces modules de rechange seront soigneusement emballés.

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

Localisation : toiture orienté sud du bâtiment Origine.

3.4.2.4. Câbles de chaine (Liaisons Modules-Onduleurs)

Les liaisons seront réalisées en 6mm² Cu avec du câble PV.

Fourniture et pose des liaisons électriques DC :

- Utilisation de câbles souples unipolaires double isolation (classe II), ignifugés et sans halogènes adaptés au photovoltaïque,
- Câbles munis de connecteurs débrochables appropriés (suivant connecteurs sur modules PV). Connecteurs mâles et femelles de même type et de même fabricant,
- Pièces en Y éventuelles,
- Etiquetage des câbles « Attention, câbles courant-continu sous tension » tous les 5m hors CDC,
- Repérage de chaque chaîne (l'étiquette mentionne le n° de l'onduleur, de la BJ éventuelle, du n° de la chaîne et de la polarité du câble),
- Cheminement en toiture et en façade du bâtiment.

Le bâtiment sur lequel est prévue l'installation photovoltaïque étant classé en ERP, aucun câble DC ne pourra cheminer à l'intérieur du bâtiment (hors local onduleur prévu CF 1h).

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

Localisation : toiture orienté sud du bâtiment Origine.

3.4.2.5. Boîtes de Jonction (BJ)

Les boîtes de jonction DC sont considérées présentes dans l'onduleur photovoltaïque. Elles sont là pour limiter le câblage DC en toiture. Chaque chaîne du champ PV devra pouvoir être déconnectée et isolée individuellement (par le biais de porte fusible ou d'autres liaisons dé-connectables) mais sans risque pour l'opérateur. Une étiquette apposée à proximité des organes de sectionnement préviendra sur le fait de ne jamais sectionner en charge.

Compris protection contre la foudre.

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

Localisation : Toiture terrasse du bâtiment Extension dans les onduleurs photovoltaïques.

3.4.2.6. Coupure/Sectionnement général DC

Il sera prévu la fourniture et pose d'interrupteurs-sectionneurs pour réaliser une coupure/sectionnement générale DC. Ces interrupteurs-sectionneurs seront installés dans les boîtes de jonction DC au plus près des modules photovoltaïques.

Caractéristiques :

En cas d'apparition d'un danger inattendu au niveau de l'onduleur, un dispositif de coupure doit être prévu en amont de celui-ci. Ce dispositif doit respecter les dispositions suivantes spécifiques aux installations photovoltaïques :

- Tension assignée d'emploi ≥ UOCMAX

- Courant assigné $I_n \geq 1,25 I_{scSTC}$
- Conformité aux normes de la série NF EN 60 947
- Matériel spécifié pour le courant continu de catégorie d'emploi à minima DC21B avec marquage correspondant
- Commande des dispositifs de coupure d'urgence facilement reconnaissables et rapidement accessibles à proximité de l'onduleur
- Coupure électromécanique omnipolaire et simultanée assurée par une commande directe ou par l'intermédiaire d'une action télécommandée

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.

Le sectionnement DC doit :

- Être bipolaire pour isoler électriquement les 2 conducteurs correspondant à chaque polarité mais peut ne pas être à sectionnement simultané.
- Être spécifié pour le courant continu
- Se situer en amont de l'onduleur

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

Localisation : Toiture terrasse du bâtiment Extension dans les onduleurs photovoltaïques.

3.4.2.7. Onduleurs

Il sera prévu la fourniture, la pose et le raccordement électrique d'onduleurs (avec boîte de jonction intégrée) de type SUNNY TRIPOWER de chez SMA ou équivalent :

- Un onduleur 15 kVA.

L'entreprise peut proposer une optimisation de l'emplacement et de la puissance si elle le souhaite.

Les onduleurs seront positionnés en toitures terrasse du bâtiment extension et fixés sur une structure métallique mis à disposition par le lot Métallerie-Serrurerie.

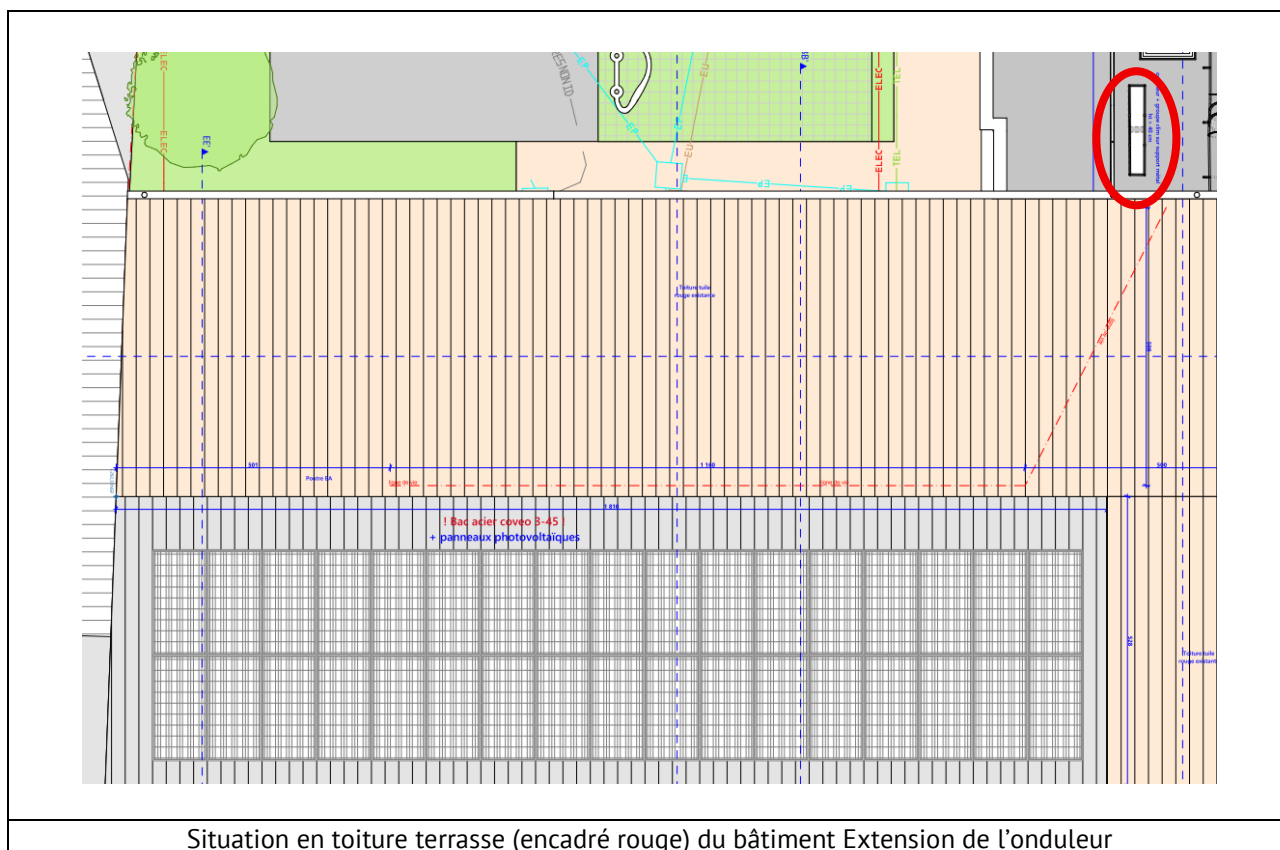
Le suivi de la production photovoltaïque mis en place par le lot **Photovoltaïque** ou récupérer directement depuis les onduleurs et devra être raccorder à la GTC du site via le poste de supervision mis en place par le **lot Electricité-GTC**.

Etiquetage « Attention : présence de 2 sources de tension durant la journée ».

Les distances minimales devront être respectées entre onduleurs et autres matériels ou murs afin de ne pas détériorer la ventilation de ceux-ci, conformément aux plans et aux notices d'installation. Il faudra laisser dans la mesure du possible un espace minimal entre tous les appareils électriques (armoires CC, onduleurs...).

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

Localisation : Toiture terrasse du bâtiment Extension.



3.4.2.8. Coffret AC triphasé

Il sera prévu la fourniture, la pose et le raccordement électrique d'un coffret AC conforme C15-712-1 de caractéristiques suivantes :

- Disjoncteur individuel par onduleur,
- Dispositif de protection contre les surtensions adaptées aux circuits AC (conformes à la NF EN 61643-11),
- Protection contre la foudre,
- Interrupteur sectionneur AC pour l'ensemble de l'installation photovoltaïque,
- Utilisation d'un coffret de classe II (indice de protection minimum IP65),
- Inclus dispositif de consignation du coffret (consignation par outil ou cadenas),
- Inclus étiquettes de repérage « Coffret AC PV ».

Nota : Au niveau du câblage des protections AC, le réseau sera considéré comme la source et le générateur photovoltaïque comme la charge (réseau sur les bornes amont du disjoncteur).

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

Localisation : Toiture terrasse du bâtiment Extension.

3.4.2.9. Câblage AC

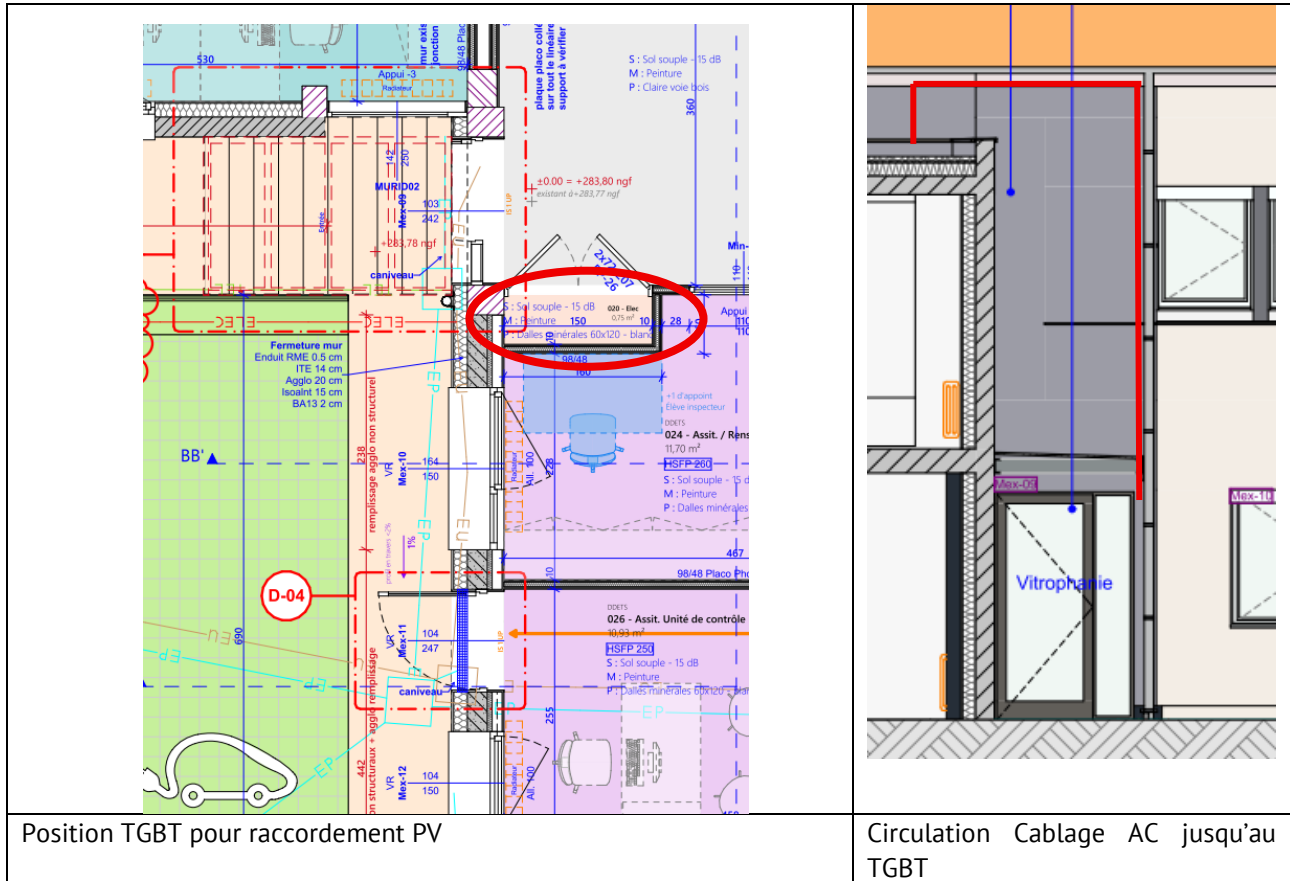
Il sera prévu la fourniture, la pose et le raccordement des câbles cuivre BT AC des onduleurs jusqu'au TGBT du bâtiment. Les câbles chemineront sous conduit protégé adapté.

L'Entreprise devra les dimensionnements des câbles AC BT. Elle prévoira un dimensionnement en section afin de limiter la chute de tension totale du circuit AC à une valeur inférieure à 1%.

La fourniture et pose d'un disjoncteur tétra polaire 32 A (ampérage à vérifier en fonction de l'installation) dans le TGBT sera prévu par le titulaire du lot **Photovoltaïque**. Celui-ci possèdera toutes les caractéristiques techniques requises pour être apte au sectionnement transmis par le lot photovoltaïque.

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

Localisation : façade bâtiment Origine et passage intérieur jusqu'au TGBT selon plans joints.



3.4.2.10. Chemin de câbles

L'entreprise devra la fourniture, la pose et la fixation des chemins de câble type Cablofil pour l'ensemble du câblage de l'installation photovoltaïque.

Ces chemins de câbles de type Cablofil seront capotés et fixés soit sur :

- Le support de surimposition permettant la fixation des modules.
- Les toitures traditionnelles en tuiles compris toutes sujétions de durabilité et d'étanchéité de l'ouvrage de couverture.
- L'étanchéité des toitures terrasses extérieures, avec supports adaptés de manière à ne pas endommager l'étanchéité à long terme, type Rubber Foot ou équivalent.
- Les façades.
- Les murs et plafonds béton des passerelles extérieures, des galeries techniques et sous-sols.

Dans tous les cas, de façon :

- A minimiser le cheminement,
- A ne pas gêner la circulation ou l'accès et la maintenance aux éléments « actifs » en toiture,
- Avec Etiquetage « Attention, câbles courant continu (ou alternatif) sous tension » tous les 5 mètres,

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

Localisation : toitures inclinées bâtiment Origine, toiture terrasse du bâtiment Extension, façades bâtiment Origine selon plans joints.

3.4.2.11. Liaisons équipotentiellles

Il sera prévu la fourniture et pose d'un conducteur 25 mm² pour l'ensemble des installations en toiture jusqu'à proximité des modules. L'entreprise devra :

- Le 25mm² Cu de la barrette de terre du bâtiment jusqu'en toiture,
- La création d'une prise de terre si celle-ci est absente ou défectueuse et son interconnexion avec la prise de terre du bâtiment,

- L'interconnexion de l'ensemble des masses métalliques des équipements constituant l'installation de production et de distribution d'électricité (y compris chemins de câbles métalliques).
- L'utilisation de matériels permettant d'éviter tout risque de couple électrolytique lors du raccord des masses métalliques à la liaison équipotentielle (ex : cosses ou rondelles bimétal),
- La fourniture, la pose et le raccordement du 6mm² Cu des modules jusqu'au conducteur d'équipotentialité 25mm².

L'entreprise devra justifier la conformité de toutes les mises à la terre avec les normes en vigueur (notamment NFC15-100, chapitre 54) et guide NF C15-712-1.

Nota : Les câbles de mises à la terre et d'équipotentialité devront obligatoirement être de coloration vert-jaune s'ils sont isolés ou être des câbles nus exceptés pour les câbles de mises à la terre fonctionnelle.

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

Localisation : pour l'ensemble de l'installation.

3.4.2.12. Coupures d'urgence DC

Il sera prévu la fourniture, la pose et le raccordement aux interrupteurs-sectionneurs DC d'un boîtier de coupure d'urgence de l'installation photovoltaïque avec commandes déportées en filaire à l'emplacement indiqué de concert avec le SDIS (à proximité du dispositif de mise hors tension du bâtiment à l'entrée principale du rez-de-chaussée du bâtiment Origine).

La coupure d'urgence DC de l'installation photovoltaïque sera indépendante de toute autre installation. L'activation de cette coupure d'urgence DC assurera le déclenchement des interrupteurs-sectionneurs DC des chaînes de modules photovoltaïques. Ces commandes seront filaires pour des raisons évidentes de sécurité mais aussi de rapidité de traitement. Leur fonctionnement ne devra pas être dépendant de l'état du réseau aval (Enedis). L'alimentation des coupures d'urgence sera sécurisée et à manque.

La coupure DC ainsi que la coupure générale du bâtiment (mise en place par le lot Electricité-GTB) seront identifiées par la mention : « Attention présence de 2 sources de tension » :

- 1- réseau de distribution
- 2- panneaux photovoltaïques
- En lettres noires sur fond jaune.

Un système de report d'information témoignant de la mise hors tension effective de l'installation est à réaliser à proximité immédiate des commandes de coupure de l'installation de production photovoltaïque.

La commande sera protégée sous boîtier métallique verrouillable et accessible uniquement aux services de secours et d'incendie.

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

Localisation : coffret AC à proximité de l'onduleur en toiture terrasse du bâtiment Extension et arrêt d'urgence AC à proximité de l'entrée principale du bâtiment (proximité du placard TGBT).

3.4.2.13. Coupures d'urgence AC

Il sera prévu la fourniture, la pose et le raccordement aux interrupteurs-sectionneurs AC d'un boîtier de coupure d'urgence de l'installation photovoltaïque avec commandes déportées en filaire à l'emplacement indiqué de concert avec le SDIS (à proximité du dispositif de mise hors tension du bâtiment à l'entrée principale du rez-de-chaussée du bâtiment Origine).

La coupure d'urgence AC de l'installation photovoltaïque sera indépendante de toute autre installation. L'activation de cette coupure d'urgence AC assurera le déclenchement des interrupteurs-sectionneurs AC de l'installation photovoltaïque. Ces commandes seront filaires pour des raisons évidentes de sécurité mais aussi de rapidité de traitement. Leur fonctionnement ne devra pas être dépendant de l'état du réseau aval (Enedis). L'alimentation des coupures d'urgence sera sécurisée et à manque.

La commande sera identifiée par la mention : « Attention présence de 2 sources de tension » :

- 1- réseau de distribution
- 2- panneaux photovoltaïques
- En lettres noires sur fond jaune.

Un système de report d'information témoignant de la mise hors tension effective de l'installation est à réaliser à proximité immédiate des commandes de coupure de l'installation de production photovoltaïque.

La commande sera protégée sous boîtier métallique verrouillable et accessible uniquement aux services de secours et d'incendie.

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

Localisation : coffret AC à proximité de l'onduleur en toiture terrasse du bâtiment Extension et arrêt d'urgence AC à proximité de l'entrée principale du bâtiment (proximité du placard TGBT).

3.4.3. Sécurité incendie et signalétique

3.4.3.1. Signalétique et affichage

En termes de signalétique, il sera prévu la fourniture et pose des équipements suivants :

- Affiches « Attention – Risque PV » au niveau de chaque accès sur les toitures concernées par les installations photovoltaïques,
- Affiche signalant les Arrêts d'Urgence,
- Toute autre signalétique exigée par le guide C15-712-1, notamment sur les chemins de câbles DC tous les 5 mètres la mention de présence de tension DC.

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

3.4.3.2. Mise à jour des plans de sécurité incendie

Il sera également prévu la fourniture d'une version mise à jour des plans sécurité incendie du bâtiment avec signalement des emplacements :

- Du raccordement au TGBT,
- Des onduleurs,
- De l'arrêt d'urgence.

L'Entreprise devra indiquer également sur les consignes de protection Incendie la nature et les emplacements des installations photovoltaïques (modules, onduleurs, coffrets, TGBT, ...).

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

3.4.4. Monitoring

L'entreprise mettra à la disposition du MOA un système de surveillance des installations photovoltaïques particulièrement les informations de production photovoltaïque.

3.4.4.1. Raccordement et transmission

L'Entreprise raccordera les onduleurs préférentiellement sur le réseau GTC du site. En cas d'absence d'un tel réseau, d'autres solutions comme la transmission par GSM seront envisagées.

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

3.4.4.2. Paramétrage et mise à disposition

L'Entreprise paramètrera les matériels de marque SMA ou équivalent et le site du fabricant pour la surveillance de ces installations et mettra l'ensemble à disposition du groupement de maîtrise d'œuvre ainsi qu'à la maîtrise d'ouvrage.

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement.

3.4.5. Mise en service et attestations

Il sera prévu les essais, la mise en service de toutes les installations posées et la remise des documents suivants à la maîtrise d'ouvrage en fin de travaux :

- Certificat et attestation de conformité CONSUEL,
- Dossiers techniques,
- Notices, plans et schémas de toutes les nouvelles installations,
- Flash tests des modules,
- DOE, DIUO.

Y compris toutes sujétions et détails de parfait achèvement