

# RENOVATION BATIMENT 12 - ENSFEA

## CCTP PROJET

### LOT 04 - ELECTRICITE COURANTS FORTS ET FAIBLES - PHOTOVOLTAÏQUE

**MANDATAIRE** 11bis Studio Architectes  
11bis Route du Faubourg du Sers  
BP25 – 31450 Montgiscard

**MAITRE D'OUVRAGE** Ecole Nationale Supérieure de Formation de  
l'Enseignement Agricole  
2, route de Narbonne  
31326 Castanet-Tolosan cedex

**ADRESSE PROJET** 2 Route de Narbonne  
31320 Castanet-Tolosan

**REFERENCE EREAH** A24-173

**PHASE** DCE

**INDICE** 1

**DATE** 02/07/2025

# Table des matières

<b>1</b>	<b>PRESCRIPTIONS GENERALES.....</b>	<b>4</b>
1.1	OBJET .....	4
1.2	ETENDUE DES TRAVAUX.....	4
1.3	LISTE DES DOCUMENTS DU DOSSIER DE CONSULTATION .....	5
1.4	CLASSEMENT DE L'ETABLISSEMENT .....	5
1.5	QUALIFICATION DES SOUSMISSIONNAIRES.....	5
1.6	OBLIGATIONS .....	5
1.7	PRESTATIONS DUES PAR L'ENTREPRISE.....	5
1.8	PLANNING.....	7
1.9	RESERVATIONS, PERCEMENTS, REBOUCHAGES .....	7
1.10	AUTOCONTROLES ET ESSAIS DES INSTALLATIONS.....	7
1.11	RECEPTION ET GARANTIE .....	7
1.12	DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES .....	8
1.13	DOSSIER D'INTERVENTION ULTERIEURE SUR LES OUVRAGES .....	9
1.14	MISE AU COURANT DU PERSONNEL .....	9
<b>2</b>	<b>CADRE REGLEMENTAIRE .....</b>	<b>10</b>
2.1	CLASSEMENT DE L'ETABLISSEMENT .....	10
2.2	LES TEXTES REGLEMENTAIRES.....	10
2.3	LES NORMES FRANÇAISES ET PUBLICATIONS DE L'UTE .....	10
2.4	LES NORMES FRANÇAISES POUR LES CABLES.....	10
2.5	NORMES PHOTOVOLTAÏQUE.....	10
2.6	DTU PHOTOVOLTAÏQUE .....	11
2.7	AUTRES TEXTES PHOTOVOLTAÏQUE.....	11
2.8	CCS .....	11
2.9	LES NORMES DE FABRICATION .....	11
<b>3</b>	<b>BASES DE CALCULS – COURANTS FORTS / COURANTS FAIBLES .....</b>	<b>12</b>
3.1	CARACTERISTIQUES GENERALES .....	12
3.2	CALCUL DES CONDUCTEURS ET CABLES .....	12
3.3	CALCULS DES APPAREILS DE PROTECTION .....	12
<b>4</b>	<b>DESCRIPTION DES TRAVAUX - COURANTS FORTS.....</b>	<b>13</b>
4.1	INSTALLATIONS DE CHANTIER PROPRE AU LOT .....	13
4.2	TRAVAUX DE DEPOSE COURANT FORT .....	13
4.3	ARMOIRE TGBT (AD PRM) ET AD .....	14
4.4	DISTRIBUTION PRINCIPALE ET SECONDAIRE .....	14
4.5	ECLAIRAGE ET APPAREILLAGE .....	16
4.6	ATTENTES ELECTRIQUES LOT CVC ET MENUISERIES.....	16
4.7	APPAREILLAGES DE COUPURE D'URGENCE .....	17
<b>5</b>	<b>DESCRIPTION DES TRAVAUX - COURANTS FAIBLES .....</b>	<b>18</b>
5.1	TRAVAUX DE DEPOSE / ADAPTATION.....	18
5.2	GTB .....	20
<b>6</b>	<b>SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES – ELECTRICITE CFO/CFA.....</b>	<b>21</b>
6.1	CHEMINS DE CABLES .....	21
6.2	LIAISONS EQUIPOTENTIELLES.....	21
6.3	ARMOIRES ET COFFRETS ELECTRIQUES .....	21
6.4	APPAREILS D'ECLAIRAGE.....	22
6.5	ECLAIRAGE DE SECURITE .....	22

6.6	PETITS APPAREILLAGES .....	23
6.7	CANALISATIONS .....	23
6.8	IMPLANTATION DE L'APPAREILLAGE .....	23
<b>7</b>	<b>LIMITES DE PRESTATIONS – ELECTRICITE CFO/CFA.....</b>	<b>24</b>
7.1	GENERALITES.....	24
7.2	EN COURS DE CHANTIER .....	24
7.3	GROS-ŒUVRE .....	24
7.4	PLATRIERIE, CLOISONS, FAUX PLAFOND.....	24
7.5	MENUISERIES EXTERIEURES.....	25
7.6	CHAUFFAGE VENTILATION PLOMBERIE - GTB .....	25
7.7	EN COURS DE CHANTIER .....	25
<b>8</b>	<b>BASE DE CALCUL – PHOTOVOLTAÏQUE .....</b>	<b>26</b>
8.1	CONDITIONS CLIMATIQUES EXTERIEURES.....	26
8.2	DONNEES METEOROLOGIQUES .....	26
8.3	PRINCIPE DE L'INSTALLATION.....	26
8.4	RECAPITULATIF .....	26
<b>9</b>	<b>DESCRIPTION DES TRAVAUX – PHOTOVOLTAÏQUE.....</b>	<b>27</b>
9.1	INSTALLATION DE CHANTIER.....	27
9.2	PROCEDE D'INTEGRATION.....	27
9.3	MODULES PHOTOVOLTAÏQUES .....	27
9.4	ONDULEUR .....	29
9.5	CHEMINEMENT ET ARMOIRE PV / TGBT ENSFEA .....	29
9.6	MISE A LA TERRE ET PROTECTION CONTRE LA FOUDRE .....	30
9.7	MESURES DE SECURITE.....	30
9.8	SYSTEME DE MONITORING .....	30
9.9	CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES .....	31
<b>10</b>	<b>SPECIFICATIONS TECHNIQUES - PHOTOVOLTAÏQUE.....</b>	<b>32</b>
10.1	PROCEDE D'INTEGRATION.....	32
10.2	MODULES PHOTOVOLTAÏQUES .....	32
10.3	DIMENSIONNEMENT DES COMPOSANTS DC .....	33
10.4	CABLAGE ET PROTECTION DC.....	33
10.5	ONDULEURS OU MICRO-ONDULEURS.....	34
10.6	CABLAGE AC .....	35
10.7	TERRE ET PARAFoudre .....	36
10.8	RACCORDEMENT.....	37
10.9	MESURES DE SECURITE.....	37

# 1 PRESCRIPTIONS GENERALES

---

## 1.1 OBJET

Le présent document a pour objet la définition des travaux à réaliser pour le lot 04 Electricité Cfo/Cfa - Photovoltaïque dans le cadre de la rénovation du bâtiment 12 de l'ESNFEA situé au 2 route de Narbonne à Castanet-Tolosan.

## 1.2 ETENDUE DES TRAVAUX

Il sera réalisé tous les travaux nécessaires au fonctionnement correct des installations électriques décrites ci-après :

### Courants forts

- La dépose / repose de luminaires suite à l'aménagement des faux-plafonds,
- La dépose / repose des équipements électriques courant forts situés en périphérie du site pour la mise en place de l'ITI,
- La dépose / repose des goulottes électriques situées en périphérie du site pour la mise en place de l'ITI,
- L'adaptation du TGBT (AD PRM) et des armoires divisionnaires,
- La mise en place de détection de présence pour les éclairages des sanitaires et des circulations,
- La mise en place d'un arrêt automatique, programmable, de l'éclairage de l'ensemble du site avec remontée sur GTB,
- La mise à disposition d'attentes électriques pour le lot CVC-Plomberie,
- La mise à disposition d'attentes électriques pour le lot menuiseries.
- Les alimentations spécifiques,
- Les arrêts d'urgence.

### Courants faibles

- Le déplacement d'une baie informatique existante,
- La dépose / repose des équipements électriques courant faibles situés en périphérie du site pour la mise en place de l'ITI,
- L'adaptation des réseaux courants faibles suite à la mise en place de l'ITI,
- La mise à disposition de la remontée de points sur GTB au lot CVC-Plomberie.

### Photovoltaïque

- Le levage en toiture,
- La fourniture et pose de la structure d'intégration des modules photovoltaïques,
- La fourniture et la pose des modules photovoltaïques (PV),
- La fourniture et pose des liaisons entre les éléments du circuit courant continu (chemin de câbles et organes de cheminements),
- La fourniture, pose et raccordement des onduleurs et optimiseurs,
- La fourniture, pose et raccordement des coffrets électriques du circuit AC,
- La fourniture et pose des liaisons entre les éléments du circuit courant alternatif, y compris organes de cheminement des câbles,
- La fourniture, pose et raccordement du système de télé suivi,
- Le raccordement de la centrale au TGBT existant afin de permettant l'autoconsommation,
- Les démarches ENEDIS pour la déclaration du projet en autoconsommation,
- La fourniture et pose du dispositif d'équipotentialité et de mise à la terre de l'ensemble des masses métalliques de l'installation,
- Le transport du matériel sur site (des espaces seront mis à disposition pour le stockage du matériel, hors stockage des modules photovoltaïques),
- Délivrance des CONSUEL pour la mise en service,
- Les essais et la mise en service des systèmes.

Les travaux à exécuter au titre du présent marché comprennent également de manière générale :

- Les essais et mises en service,
- Le nettoyage du chantier
- La fourniture, le transport à pied d'œuvre, le montage, les essais, et le réglage de tout le matériel nécessaire au fonctionnement correct des installations telles que décrites dans le présent devis descriptif.
- Les percements et rebouchages,

- Les études, plans, schémas et notes de calculs d'exécution.
- La collecte et présentation de l'ensemble des notices d'exploitation des matériels, certificats de garantie, agréments CSTB éventuels.
- Les travaux nécessaires à la remise en état des défauts constatés pendant la période de garantie.
- Les fiches d'autocontrôle pour les installations électriques.

La responsabilité de l'entrepreneur est engagée sur le résultat des calculs permettant d'obtenir les conditions quantitatives et qualitatives considérées dans l'obligation de résultat.

### 1.3 LISTE DES DOCUMENTS DU DOSSIER DE CONSULTATION

Il est rappelé à l'entrepreneur qu'il doit prendre connaissance et se soumettre à l'ensemble des documents du DCE :

- Le CCTP spécifique à la description des travaux du présent lot
- Le CCTP des autres lots,
- Le CDPGF du présent lot : l'entrepreneur devra respecter la décomposition proposée voire la détailler
- CCAP et documents administratifs
- Rapport préalable bureau de contrôle
- Pièces graphiques
  - ELEC 01 – Etat des lieux – Electricité CFO – Cfa – RDC,
  - ELEC 02 – Projet – Electricité CFO – Cfa – PV – RDC,
  - ELEC 03 – Projet – Electricité CFO – Cfa – PV – Toiture,
  - ELEC 04 – Schéma unifilaire PV.
- Annexes
  - ANNEXE 1 - AD PRM,
  - ANNEXE 2 - AD RS,
  - ANNEXE 3 - AD MULTI,
  - ANNEXE 4 - AD SOUS-STATION.
- Pièces graphiques tous lots,
- Planning de l'opération.

### 1.4 CLASSEMENT DE L'ETABLISSEMENT

Le bâtiment est classé code du travail pour la partie « bureaux » et ERP 5<sup>ème</sup> catégorie pour la partie C.D.I., salles PRM et salle informatique.

### 1.5 QUALIFICATION DES SOUSMISSIONNAIRES

La qualification des soumissionnaires doit être au moins :

- Qualifelec EC3 et CF3

### 1.6 OBLIGATIONS

Les descriptions du présent DCE n'ont pas de caractère limitatif et l'entrepreneur du présent lot devra exécuter, comme étant compris dans son prix, sans exception, ni réserve de tous les travaux nécessités par sa profession et qui sont indispensables pour l'achèvement complet de son lot. En conséquence, l'entrepreneur ne pourra jamais arguer que des erreurs ou omissions sur les plans et devis, puissent le dispenser d'exécuter tous les travaux de son lot ou fassent l'objet d'une demande de supplément de prix.

L'entrepreneur consulté devra aviser le Maître d'Œuvre au moment de l'appel d'offres, de toutes réserves et remarques de sa part quant aux descriptions contenues dans le présent dossier et qui lui semblent incompatibles avec les règles de l'art. Il devra le cas échéant, motiver les raisons de ses réserves et proposer une ou des solutions de remplacement.

L'entrepreneur doit prendre en compte dans son offre que dans le cas où le recours à la sous-traitance est envisagé par l'entreprise, celui-ci devra être dans des proportions limitées, justifié et détaillé à la remise de l'offre. Cette sous-traitance sera de 1<sup>er</sup> rang uniquement.

### 1.7 PRESTATIONS DUES PAR L'ENTREPRISE

#### Remise de son offre

Pour être prise en compte sans être restrictive, la liste de documents devant être transmise avec l'offre devra comprendre au minimum :

- Un D.P.G.F complété entièrement en quantité et prix unitaire,
- Une notice présentant l'entreprise et son volume d'activité (moyens, humains, projets réalisés, C.A sur 3 ans),
- Les pièces administratives (qualifications, assurances, etc.),
- Une durée théorique de l'intervention sur chantier pour ces prestations,
- Les moyens humains et matériels proposés,
- Un document regroupant les éventuels commentaires sur le CCTP,
- Toute proposition de variante ou non-conformité au présent dossier doit faire l'objet d'une proposition annexe identifiée et expliquée par une note technique détaillée sous peine d'être non recevable,
- L'engagement écrit de respect du planning travaux.

#### Exécution des travaux

Outre les obligations définies au C.C.A.P, l'Entreprise doit, au titre de son marché, l'ensemble des prestations suivantes :

- Les notes de calculs de câbles,
- Les schémas d'armoires
- Les plans (atelier et chantier, exécution, synthèse, réservations, etc.),
- Les échantillons,
- Les prototypes,
- Les fiches techniques des matériels,
- Les certificats CEE des matériels,
- Les procès-verbaux (épreuves, essais, réglages...),
- Les autocontrôles,
- Le repérage et l'étiquetage,
- Le nettoyage de chantier,
- Les contrôles, essais et vérifications avant réception des travaux, suivant les prescriptions de l'Agence qualité construction (AQC). Les résultats de ces vérifications et de ces essais devront être consignés dans les procès-verbaux et attestations d'essais de fonctionnement de l'Agence qualité construction (AQC), qui seront remis au Maître d'Ouvrage en 2 exemplaires, fiches EL1 et EL2 et fiches VDI.

L'Entreprise doit tous les travaux nécessaires à la bonne réalisation de l'installation et à son fonctionnement performant.

#### Marque des matériels

Il est demandé aux Entreprises de répondre à la solution de base en utilisant les marques et types de matériels décrits au présent document.

Cependant, cette disposition ne doit pas empêcher la concurrence de jouer son rôle tout en garantissant le Maître d'Ouvrage contre toute conséquence financière, délai d'exécution ou autre problème qui pourrait être causé aux autres lots ou au coût d'exploitation des systèmes.

Les Entreprises auront donc la liberté de proposer en variante des matériels de marque, type ou arrangement différent. Le choix définitif appartient au Maître d'Ouvrage.

En cours d'exécution, l'Entreprise adjudicataire du présent lot aura également la possibilité de proposer en variante tel ou tel matériel qui lui semblera plus adapté.

Dans ce cas, la variation de prix devra être chiffrée avant toute acceptation.

Toute approbation d'un matériel proposé en variante pourra être subordonnée à des inspections de matériels similaires en service. Le coût de ces visites d'inspection auxquelles participent le représentant du Maître d'Ouvrage et le Maître d'œuvre seront totalement à la charge de l'Entreprise.

Avant de proposer en variante un matériel ou un arrangement différent de celui préconisé au présent appel d'offres, l'Entreprise devra bien examiner le problème de ces conséquences sur les autres matériels de ce lot ainsi que toutes les conséquences éventuelles sur tous les autres lots.

Si ces conséquences ne sont pas clairement indiquées par écrit dans la proposition de variante, l'Entreprise chargée de ce lot sera supposée les avoir prises totalement à sa charge et accepter par avance toutes conséquences.

Les types, marques et caractéristiques de matériel sont donnés à titre de référence indicative, sans aucun caractère impératif.

Un produit sera considéré comme "similaire" ou "techniquement équivalent" à celui décrit lorsqu'il répondra aux critères ci-après :

- Caractéristiques dimensionnelles, performances photométriques, esthétiques, indice de protection, résistance, source lumineuse, appareillage d'alimentation et matériau seront au moins égales à celles du produit référencé dans le dossier.
- Conformité du produit avec toutes les contraintes diverses liées aux caractéristiques de l'ouvrage.

Toute proposition de produit "similaire" ou "techniquement équivalent" dans l'offre devra être accompagnée d'un dossier technique détaillé, avec références, PV d'essais établis par un Bureau de Contrôle et liste des entreprises agréées pour la mise en œuvre de ce matériau.

Echantillons : l'Entrepreneur titulaire du présent lot devra soumettre à l'agrément du Maître d'Ouvrage et du Maître d'Œuvre, seuls juges des caractéristiques techniques, du choix des teintes et nuances d'aspect des matériaux, dans la limite des gammes de chaque fabricant, les échantillons demandés.

Aucune mention "ou similaire" ne sera acceptée, le matériel prévu par le soumissionnaire devant obligatoirement être précisé dans l'offre.

## 1.8 PLANNING

L'entrepreneur devra prendre en compte le planning joint au DCE dans l'établissement de son offre et s'engager sans réserve sur celui-ci.

## 1.9 RESERVATIONS, PERCEMENTS, REBOUCHAGES

Les percements et réservations de tous diamètres sont prévus à la charge complète (y compris financière) du titulaire du présent lot. Ces réservations devront être mises au point en accord avec la maîtrise d'œuvre et les plans présentés à l'accord du Maître de l'Ouvrage et de ses conseils. Toutes les précautions en termes de protection contre les chocs et protection des équipements techniques seront à la charge de la présente entreprise. Les dégâts éventuellement occasionnés par l'entreprise lui seront financièrement imputée.

L'entreprise titulaire du présent lot a également la charge des scellements et des calfeutrements de son lot.

## 1.10 AUTOCONTROLES ET ESSAIS DES INSTALLATIONS

### Autocontrôles

Avant le démarrage des travaux, l'entreprise proposera à la maîtrise d'œuvre des procédures de contrôle et l'exécution des études et des travaux relatifs à son marché ; ces procédures intégreront la mise en application de fiches d'autocontrôle dont les formes seront soumises à l'approbation du maître d'œuvre ; ces fiches seront classées et conservées par l'entreprise pour être remises en 3 exemplaires lors des opérations de réception.

### Essais

Avant de présenter ses installations à la réception, l'entreprise et ses sous-traitants réaliseront, à leurs frais, les vérifications et les essais des installations exécutées. Ces essais seront effectués selon les recommandations du D.T.U., les règles professionnelles et suivant les prescriptions de l'Agence qualité construction (AQC). D'une manière générale, ils consisteront à contrôler :

- Le fonctionnement des divers appareils de production, de traitement des installations électriques, des organes de régulation, de sécurité et d'alarme,

Cette liste n'est pas limitative et tout essai complémentaire permettant de vérifier les performances des installations devra être effectué ; les résultats de ces essais devront être consignés dans des procès-verbaux les prescriptions de l'Agence qualité construction (AQC).

La réception des travaux ne pourra être requise par l'entreprise qu'après approbation de ces résultats.

## 1.11 RECEPTION ET GARANTIE

### Période d'essais de fonctionnement

Aussitôt après la terminaison des travaux, commencera une période d'essais durant laquelle l'Entreprise procédera à tous les essais nécessaires aux réglages des installations.

Pendant ces essais, les installations seront conduites par le personnel de l'Entreprise qui assurera toutes les opérations d'entretien, de nettoyage et de remplacement nécessaires. Pendant cette période, l'Entreprise devra apporter sa contribution à tous les essais communs servant à la mise au point des asservissements aux matériels d'autres lots ou matériels existants conservés. A la fin de cette période, les installations devront être laissées en parfait état de propreté, et après visite, le Maître d'Œuvre pourra proposer la réception.

Si des installations n'étaient pas en état de fonctionner, ou si un matériel quelconque ne se présentait pas en conformité avec ce qui est demandé, la réception serait reportée, ce qui retarderait également les dates des fins de périodes suivantes. L'Entreprise sera alors responsable de ce retard.

Pendant les essais, l'Entreprise doit prévoir tous les dispositifs ou personnel nécessaires pour conserver en permanence en bon état ses propres équipements ou les équipements des autres corps d'état.

### Opérations Préalables à la Réception

En principe, le Maître d'Œuvre pourra accepter de procéder aux OPR, si les conditions suivantes sont satisfaisantes :

- Tous les réseaux sont terminés,
- Toutes les machines tournantes ont été essayées et sont en permanence en état de fonctionnement, toutes leurs sécurités ayant été essayées et reconnues opérationnelles,
- Tous les systèmes de régulation, d'asservissement, commande ou télécommande, signalisation, alarmes, délestage, retestage, etc. ont été vérifiés et donneront satisfaction,
- Tous les autocontrôles ont été fournis 10 jours auparavant.

Les réserves seront de deux sortes :

- Les réserves statiques concernent des systèmes ou matériels sur lesquels des remarques auront été formulées au sujet de la conformité aux documents contractuels et aux règles de l'art,
- Les réserves dynamiques concernent soit les défauts de fonctionnement qui auront été décelés au cours des essais, soit les réserves quant au bon fonctionnement qui reste à prouver par le respect des températures, niveaux sonores, etc. précisés dans les bases de calcul.

A la fin des OPR, le Maître d'Ouvrage pourra, s'il le désire, procéder à une réception avec réserve ou demander la levée de l'intégralité des réserves avant la réception définitive.

### Levée des réserves

Les réserves seront notifiées avec le procès-verbal de réception. L'entreprise devra lever l'ensemble de ses réserves dans le délai imparti dans le C.C.A.P.

L'entreprise devra envoyer, par courrier, à la maîtrise d'œuvre, la liste des réserves visée par son représentant attestant que celles-ci sont maintenant levées.

La maîtrise d'œuvre assurera un contrôle par sondage de cette levée de réserves.

Si, par suite de défaillance de l'entreprise, des essais et contrôles devaient être répétés, le maître d'œuvre ou ses représentants se réservent le droit d'imputer à l'entreprise le coût des honoraires supplémentaires du bureau d'études, à déduire de la situation définitive de l'entreprise en plus des pénalités contractuelles.

Pendant cette période, l'Entreprise aura à sa charge les prestations suivantes :

- La mise en marche et l'arrêt des matériels suivant les instructions des occupants, depuis chaque armoire de commande,
- La participation à tous les contrôles, mises au point et vérifications (s'il y a asservissement ou fonctionnement liés).

En bref, tout ce qui sera recommandé dans les notices d'entretien et en particulier :

- L'instruction du personnel d'exploitation sur la conduite des installations, les réglages de la régulation et les opérations d'entretien,
- L'exécution de tous les travaux répertoriés dans les listes des réserves statiques et dynamiques,
- La remise au Maître d'Ouvrage suivant le CCTP, du Dossier des Ouvrages Exécutés complet, mis à jour après les modifications éventuelles intervenues au moment des essais et des réceptions avec réserves.

### Garantie

La période et nature de la garantie débuteront le jour de la réception et sera de 1 an pour le parfait achèvement et de 2 ans pour le bon fonctionnement.

Celle-ci concerne exclusivement les travaux (fournitures et prestations) réalisés par le présent lot dans le cadre du marché.

Tout matériel qui au cours de la période de garantie ne pourrait plus fonctionner correctement devra être remplacé. Le coût de remplacement sera totalement à la charge de l'Entreprise (matériel et main d'œuvre), c'est à dire, entre autres :

- La dépose et l'enlèvement du matériel défectueux,
- Les réfections des travaux aux autres corps d'état,
- La manutention, la mise en place, le raccordement, etc. du nouveau matériel,
- Les nouveaux essais nécessaires.

## 1.12 DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES

L'Entrepreneur du présent lot fournira au Maître d'œuvre à la fin des travaux le Dossier des Ouvrages Exécutés, constitué des documents suivants :

- Notice descriptive simplifiée de l'ensemble des installations avec notice d'entretien détaillée
- Fiches techniques de tout le matériel et matériaux avec adresses des fabricants



- Fiches d'essais et essais AQC
- Plans de récolement conformes aux ouvrages exécutés

Ce dossier doit être fourni avant la date de la réception des installations par le Maître d'Ouvrage. Il sera ensuite remis en 2 exemplaires papier et 1 exemplaire dématérialisé.

#### 1.13 DOSSIER D'INTERVENTION ULTERIEURE SUR LES OUVRAGES

En fin de travaux l'entrepreneur devra fournir en nombre suffisant au coordonnateur S.P.S de l'opération tous les plans, notes techniques, notices d'entretien et d'utilisation des ouvrages réalisés.

#### 1.14 MISE AU COURANT DU PERSONNEL

A une date fixée par le Maître d'Ouvrage, l'Entrepreneur déléguera un représentant qualifié capable de mettre le personnel technique au courant de toute l'installation.

Il sera exécuté un programme de visite validé par le Maître d'Œuvre, de mise en marche, fonctionnement, essais à vide et en charge et d'arrêt des installations, régulation des installations. Ce programme se poursuivra jusqu'à la formation complète du personnel du Maître d'Ouvrage, ou des sociétés de maintenance devant prendre en charge les installations. Il sera prévu le nombre nécessaire de jours de formation jusqu'à la maîtrise parfaite des installations par le personnel formé. En fin de formation, il sera délivré un procès-verbal visé par tous les participants.

## 2 CADRE REGLEMENTAIRE

Dans l'étude et l'exécution de son marché, l'entrepreneur devra tenir compte des stipulations, lois, décrets, ordonnances, circulaires françaises, normes françaises et européennes homologuées par l'AFNOR, Documents Techniques Unifiés, etc. applicables aux travaux décrits dans le présent document et en vigueur au mois avant la date de la remise des offres, ainsi qu'aux règles de l'Art. Les références aux documents énoncés ci-dessous ne constituent pas une liste limitative. Elles sont un rappel des principaux documents applicables.

### 2.1 CLASSEMENT DE L'ETABLISSEMENT

Le bâtiment est classé code du travail pour la partie « bureaux » et ERP 5<sup>ème</sup> catégorie pour la partie C.D.I., salles PRM et salle informatique.

### 2.2 LES TEXTES REGLEMENTAIRES

- Répertoire des Éléments et Ensembles fabriqués du Bâtiment (R.E.E.F.),
- Le règlement sanitaire départemental type dernière version
- La Loi N° 74-908 du 29 Octobre 1974 relative aux économies d'énergies,
- Les avis du CSTB pour les procédés et matériels non traditionnels, et les agréments du STAC,
- Les décrets N° 83-721 & 83-722 du 2 Août 1983 arrêtés et circulaires concernant l'éclairage dans les lieux de travail,
- Les fiches de garantie des fournisseurs,
- Les règles "Promotelec", "Qualitel",
- Les prescriptions du centre EDF concerné.

### 2.3 LES NORMES FRANÇAISES ET PUBLICATIONS DE L'UTE

- NF EN 12464-1 : Relative à l'éclairage des lieux de travail intérieur,
- NF C 13-100 et NF C 14-100 : Relatif aux installations de branchement de première catégorie comprises entre le réseau de distribution et l'origine des installations intérieures,
- NF C 15-100 : Relatif aux installations électriques à basse tension,
- SS71833 : Relatif aux sources autonomes.

### 2.4 LES NORMES FRANÇAISES POUR LES CABLES

- NF C 32-321 : Câbles rigides isolés au polyéthylène réticule sous gaine de protection en polychlorure de vinyle - Séries U-1000 R2V (série U-1000 R02V et série U-1000 R12V),
- Norme UTE C 15103 (11/97) : Choix des matériels électriques (y compris les canalisations) en fonction des influences externes,
- Norme UTE C 15105 (06/99) : Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protections,
- Norme UTE C 15106 (05/93) : Sections des conducteurs de protection, des conducteurs de terre et des conducteurs de liaison équipotentielle,
- Norme UTE C 15500 (05/97) : Guide pour la détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protections,
- Norme UTE C 15520 (07/98) : Guide pratique : Canalisations- Modes de pose – Connexions,
- NF EN 62305-3 – Dommages physiques sur les structures et risques humains,
- NF EN 62305-4 – Réseaux de puissance et de communication dans les structures,
- NF C17-102 (septembre 2011) – Protection contre la foudre - Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage.

### 2.5 NORMES PHOTOVOLTAÏQUE

- NF EN 61-215 (Août 2005) et 61-646 (Novembre 2008) – Conception des modules photovoltaïques.
- Arrêté modifié du 25 Juin 1980 portant approbation des dispositions générales du Règlement de Sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les Etablissements recevant du public.
- NF EN 61-727 (Septembre 1996) – Systèmes photovoltaïques (PV) : Caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau.
- NF EN 61-173 (Février 1995) – Protection contre les surtensions des systèmes photovoltaïques (PV) de production d'énergie.
- NF EN 61-643-11 (2002) – Parafoudres basse tension connectés aux systèmes de distribution basse tension – Prescriptions et essais.
- NF EN 61-730 (Janvier 1984) – Qualification pour les suretés de fonctionnement des modules photovoltaïques.
- NF C 15-100 (compatibilité applicable aux onduleurs).
- NF C 17-100 (Décembre 1997) – Protection contre la foudre – Installation de paratonnerres.

- NF C 17-102 (Juillet 1995) – Protection contre la foudre – Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage tension.
- IEC 61-000-3 (Mars 2019) – Compatibilité électromagnétique
- IEC 60-364-7-712 (Mai 2002) – Règles pour les installations et emplacements spéciaux –Alimentations photovoltaïques solaires.
- IEC 61-723 – Guide de sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau montés sur les bâtiments.
- IEC 61-730 (Octobre 2004) – Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques.
- UTE C 15-400 (2005) – Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution.
- **UTE C 15-712 (Juillet 2010) – Installation électriques à Basse tension – Guide pratique Installations photovoltaïques.**
- UTE C 18-530 (Mai 1990) – Carnet de prescriptions de sécurité électrique destiné au personnel habilité.
- UTE C 32-502 (Novembre 2008) – Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes photovoltaïques.
- UTE C 57-300 (Mai 1987) – Paramètres descriptifs d'un système photovoltaïque.
- UTE C 57-310 (Octobre 1988) – Transformation directe de l'énergie solaire en énergie électrique.
- UTE C 61-740-51 (Octobre 2009) : Parafoudres connectés aux installations de générateurs photovoltaïques.
- DIN VDE 0126-1-1 (Février 2006) – Dispositif de déconnexion automatique entre un générateur et le réseau public basse tension.
- DIN VDE 0298-4 – Relative aux types de pose et intensité maximales admissibles.

## 2.6 DTU PHOTOVOLTAÏQUE

- Règles NV 65 définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes (DTU P 06-002).

## 2.7 AUTRES TEXTES PHOTOVOLTAÏQUE

- Guide EDF/ARD (2003) – Accès au réseau basse tension pour les installations photovoltaïques – Conditions techniques et contractuelles du raccordement.
- Guide de l'ADEME (2006) – Générateurs photovoltaïques raccordés au réseau, spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens.
- Guide de l'ADEME (2001) – Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables.
- Guide S.E.R. – Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens – Générateurs photovoltaïques raccordés réseau (2006).

## 2.8 CCS

- **Relevé des avis de la réunion du 07 février 2013 de la sous-commission permanente de commission centrale de sécurité article 53, §4.**

## 2.9 LES NORMES DE FABRICATION

- Les matériels devront être estampillés NF – AFNOR.

### 3 BASES DE CALCULS – COURANTS FORTS / COURANTS FAIBLES

#### 3.1 CARACTERISTIQUES GENERALES

##### Courant fort

Courant fort tarif jaune :

- TRI 400 volts, 50Hz, régime de neutre TT,
- TGBT commun à l'ensemble du site de l'ENSFEA situé au bâtiment 8.

Ce TGBT alimente :

- AD PRM située dans le local B12018 « local elec » (considéré TGBT du bâtiment 12),

Cette AD PRM alimente :

- AD sous-station située dans le local « B12020 - Moyens généraux »,
- AD MULTI située dans le local « B12031 - Local tech. ».

Une AD TD est présente dans le local « B12018 - Local elec » alimentée depuis un réseau ondulée.

##### Courant faibles

- Baies de brassage existantes dans le local « B12012 – Cœur de réseau ».

#### 3.2 CALCUL DES CONDUCTEURS ET CABLES

##### Chute de tension :

Les chutes de tension totales maxima pour les réseaux gérés par la NF C 15-100 seront de :

- 6 % pour l'éclairage, prises de courant et petits équipements (soit 4 % pour les distributions principales et 2 % pour les distributions secondaires) ;
- 8 % pour la force motrice en régime « normal » avec un maximum de 10 % lors des phases de démarrage ;

##### Calcul des conducteurs :

Les conducteurs seront calculés pour les chutes de tension ci-dessus, et en tenant compte des autres facteurs, conformément aux normes en vigueur, en particulier pour :

- la température maximale sur le parcours du câble,
- l'intensité de court-circuit,
- le mode de pose du conducteur, les effets de proximité, la mise en parallèle de plusieurs conducteurs sur une même phase,
- la protection amont, le régime du neutre,

Les calculs seront effectués tous les câbles en charge ; pour les câblages dits de « sécurité », les conducteurs seront déterminés pour 1,5 In minimum sans protection thermique y compris les transformateurs.

Les sections minima utilisées seront les suivantes :

- 1,5 mm<sup>2</sup> pour les circuits d'éclairage, de contrôle et de commande,
- 2,5 mm<sup>2</sup> pour les PC de 10/16 A,

Conducteur du neutre : pour les calculs, dans tous les cas la section du conducteur du neutre devra être égale ou supérieure (en présence de courants de neutre importants) à la section des conducteurs actifs (phases).

#### 3.3 CALCULS DES APPAREILS DE PROTECTION

Les organes de protection des tableaux de protection seront calculés et choisis conformément aux normes en vigueur et en tenant compte de :

- la température, la puissance d'utilisation en aval de l'appareil,
- le régime neutre,
- la section des câbles amont et aval, la longueur des câbles aval,
- l'intensité de court-circuit dans le point d'installation,
- la sélectivité entre les organes de protection éventuels en aval et en amont.

Une sélectivité totale devra être assurée sur l'ensemble des protections du projet.

## 4 DESCRIPTION DES TRAVAUX - COURANTS FORTS

### 4.1 INSTALLATIONS DE CHANTIER PROPRE AU LOT

Le présent lot devra prévoir pour ses travaux toutes les sujétions de chantier pour l'exécution et le parfait achèvement de ses prestations et tous les moyens de déplacement du chantier phase et notamment :

- Tout moyen de levage et d'accès,
- Le nettoyage de toutes ses zones d'intervention en fin de journée,
- N'occasionner aucune gêne pour le voisinage durant les travaux,
- L'évacuation de ses déchets, avec si nécessaire l'évacuation par benne,
- De définir précisément avec le maître d'ouvrage les modalités de livraison de matériaux et de matériel,
- Le repli de ses installations de chantier en fin d'intervention,
- Le nettoyage général de ses zones de travaux en fin de chantier,
- La fourniture d'un coffret électrique de chantier (4PC Mono 16A et 1 PC Tri 32A).

### 4.2 TRAVAUX DE DEPOSE COURANT FORT

#### 4.2.1 Généralités

Les travaux de dépose comprennent, en collaboration avec les autres lots si nécessaire :

- Le repérage sur site des réseaux et matériels à déconnecter, consigner ou déposer,
- La dépose totale des installations techniques (matériels et réseaux) ; celle-ci comprend la dépose des équipements proprement dits mais aussi les suspentes, supports, chemins de câbles...,
- La mise en décharge des équipements déposés en respectant le tri-sélectif des déchets,
- Le rebouchage et le calfeutrement des parois en retrouvant le degré CF initial des parois.

Nota : L'installateur du présent lot devra, avant la remise de son offre, visiter l'ensemble des locaux afin de prendre en compte toutes les contraintes d'intervention (accès, dépose...). Aucune prestations de travaux supplémentaires de dépose ne seront acceptées après le lancement du marché.

#### 4.2.2 Alimentations électriques

Les travaux de dépose des alimentations électriques comprennent :

- Caisson de ventilation 1,
- Caisson de ventilation 2,
- Caisson de ventilation 3,
- Caisson de ventilation 4,
- 2 CTA en toiture terrasse,
- Ventilateur-convecteur local « B12030 - Salle informatique »,
- Cassette et unité extérieure associée local « B12030 - Salle informatique »,
- Toutes alimentations non utiles au projet.

#### 4.2.3 ITI : dépose / repose éléments gênants

Afin de permettre la mise en place de l'ITI, les travaux de dépose / repose comprennent :

- La dépose / repose de tous les éléments (courant forts) gênants la mise en place de l'ITI concernant le présent lot si nécessaire,
- La dépose et la repose des goulottes électriques situées en périphérie du site gênants la mise en place de l'ITI. Le présent lot devra ensuite la repose de l'ensemble des goulottes. Pour les goulottes situées au sol, le présent lot devra les réinstaller à hauteur de bureaux soit environ entre 70cm et 80cm. Le présent lot devra assurer les alimentations existantes lors de la repose des goulottes.

#### 4.2.4 Abaissement faux-plafond C.D.I.

Afin de permettre l'abaissement des faux-plafonds sur une partie du C.D.I., les travaux de dépose / repose comprennent :

- La dépose et la repose éventuelle des éléments gênants la dépose des équipements techniques et l'abaissement des faux-plafonds (C.D.I.),
- La dépose et la repose des luminaires sur la zone concernée (C.D.I.),

### 4.3 ARMOIRE TGBT (AD PRM) ET AD

#### 4.3.1 Généralités

L'armoire TGBT (AD PRM) situé dans le local « B12018 – Local elec. » et les armoires divisionnaires seront adaptées aux besoins du projet. Les départs existants consignés et non utilisés seront déposés afin de libérer de la place (ex : Général sèche-mains, onduleur dans AD PRM, etc.).

#### 4.3.2 Appareils de mesures

Il sera prévu la fourniture, la pose et le raccordement dans chaque TGBT et AD de plusieurs compteurs d'énergie électrique en complément de ceux existants. Ils seront conformes aux normes CEI 62053-21&23 et 61557-12.

Ils permettront le contrôle et le suivi des consommations pour les départs éclairage, PC et CVC. Ils auront les caractéristiques suivantes :

- Ils compteront les kWh consommés,
- Les données mesurées pourront être remontées sur GTB.

D'après la réglementation thermique 2012 (Art.31 de l'arrêté du 26 octobre 2010 modifié) :

- Un compteur général énergie du bâtiment,
- Un compteur énergie pour la CTA,
- Un compteur énergie pour le caisson VMC et l'extracteur de conduit,
- Un compteur énergie électrique pour chaque AD,
- Un compteur énergie électrique pour le système de PAC air/air (mini DRV + unités intérieures),
- Un compteur énergie pour les pompes de circulation chauffage (existant situé dans l'AD Sous-station),
- Un compteur énergie électrique « Production ECS »,
- Un compteur énergie électrique « chauffage/refroidissement », par tranche de 500 m<sup>2</sup> de (arrêté du 26 octobre 2010) « Surt » concerné ou par tableau électrique, ou par étage, ou par départ direct ;
- Un compteur énergie électrique « éclairage », par tranche de 500 m<sup>2</sup> de (arrêté du 26 octobre 2010) « Surt » concerné ou par tableau électrique, ou par étage ;
- Un compteur énergie électrique « Prise de courant », par tranche de 500 m<sup>2</sup> de (arrêté du 26 octobre 2010) « Surt » concerné ou par tableau électrique, ou par étage ;
- Un compteur énergie électrique « par départ direct de plus de 80 ampères » ;

Les compteurs électriques devront être communicants et permettre une remontée d'information mis à disposition pour le lot CVC-Plomberie en charge de la prestation GTB.

### 4.4 DISTRIBUTION PRINCIPALE ET SECONDAIRE

#### 4.4.1 Généralités

Dans ce chapitre seront traités les différents modes des canalisations électriques suivantes :

- « Lumière » (éclairage normal),
- « Prises de courant »,
- « Force motrice »,
- « Raccordements divers ».

Les cheminements verticaux et horizontaux depuis les armoires électriques seront réalisés sur chemin de câbles posés en plénum des faux-plafond et en colonne montante. D'une manière générale, il sera prévu 2 chemins de câble distincts : un chemin de câble réservé aux courants forts, un chemin de câble réservé aux courants faibles. Les chemins de câbles seront :

- Du type cablofil pour les courants forts,
- Du type dalle pour les courants faibles,

Tous les chemins de câbles seront dimensionnés avec 30 % de réserve. Ils seront disposés dans les plénums faux plafond de l'ensemble des circulations du projet, et dans les locaux pour tous cheminement de plus de 3 câbles.

La distribution secondaire concerne l'alimentation des circuits terminaux tels prises de courant, éclairage... Ces circuits chemineront selon différents modes :

- En cheminement horizontal en faux-plafonds,
- Sous gaine encastrée en cloison pour les locaux avec réfection des doublages,

- Sous tube plastique apparent,
- Sous goulottes,
- Sur chemin de câble en tôle perforée galvanisée à chaud en plafond au-dessus des faux-plafonds.

#### 4.4.2 Régime de neutre et tension distribuée

##### Régime de neutre

Le schéma de mise à la terre général du neutre sera de type TT (à confirmer sur site) avec conducteur spécifique de terre.

Le déclenchement des protections s'effectuera au premier défaut sur fonctionnement des dispositifs différentiels résiduels 300mA et 30 mA.

##### Chute de tension

Les sections des conducteurs seront déterminées de façon telle que la chute de tension au niveau du récepteur le plus défavorisé, n'excède pas :

3 % pour la lumière et les prises de courant se répartissant en 1 % dans la ligne vers l'armoire divisionnaire et 2 % dans la canalisation terminale

5 % pour la force motrice se répartissant en 3 % dans la ligne vers l'armoire divisionnaire et 2 % dans la canalisation terminale.

Certaines sections sont données à titre indicatif. Elles devront obligatoirement être vérifiées lors des travaux.

##### Tensions distribuées

L'énergie sera distribuée sous les tensions suivantes :

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

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

- 50 V \* conditions usuelles,
- 25 V \* conditions BB3 (mouillées) ou BC4 (contact permanent avec le potentiel de terre),
- 12 V \* conditions BB4 (immergées),
- Durée maximum de maintien : 5 secondes.

##### Sélectivité des protections

Afin de maintenir la continuité de fonctionnement de l'installation en cas de défaut électrique, la sélectivité entre protections devra être totale. Elle devra être efficace pour tout courant de surcharge et de court-circuit.

A ce titre, l'augmentation des pouvoirs de coupure des dispositifs de protection par filiation est interdite.

#### 4.4.3 Chemins de câbles

##### Synthèse de la prescription

Circuits type	Implantation des câbles	A la charge	Largeur minimale	Type
Courants forts	Chemin de câbles courants forts	Présent lot	Besoins + 30%	Cablofil
Courants faibles	Chemin de câbles courants faibles/VDI	Présent lot	Besoins + 30%	Dalle perforée

Le présent lot établira sur tous les parcours horizontaux et verticaux les chemins de câbles définis dans le présent tableau. L'entreprise devra utiliser les systèmes d'accroches compatibles avec les supports rencontrés (dalle, structure métallique...).

##### Câbles électriques

Tous les câbles utilisés dans la distribution seront au minimum de classe C2 (non-propagateur de flamme) type U1000 R2V, âme cuivre ou aluminium, ou CR1 (résistants au feu).

Une disponibilité minimum de 30 % sera réservée lors du dimensionnement des sections.

Les câbles alimentant les armoires divisionnaires ne pourront pas être de section inférieure à 6mm<sup>2</sup>.

#### 4.4.4 Mode de pose des canalisations

##### Canalisations principales

D'une façon générale, les canalisations principales emprunteront un mode de pose sur chemin de câble en sortie de TGBT et AD :

- Sur chemin de câble,
- Cheminement horizontal en plafond, fixation par crapotage ou suspension.

#### Conduits

La distribution terminale sera effectuée sous conduit en montage encastré pour l'ensemble du bâtiment exception faite des locaux à vocation technique, où les câbles pourront cheminer en apparent.

Les conduits seront conformes aux normes de l'UTE et notamment aux suivantes :

- NF C 68 101 pour les conduits ICTL 3421 (ex ICD -6)
- NF C 68 133 pour les conduits ICA 3321 (ex ICO-5)
- NF C 68 146 pour les conduits ICTA 3422 (ex ICT-6)

#### 4.4.5 Alimentation départs spécifiques

Par ailleurs il est prévu l'alimentation des départs spécialisés suivants, qui seront réalisés par câble RO2V ou CR1 sur chemins de câbles fixés au plafond au-dessus des faux-plafonds ou sous fourreau isolant encastré, sous goulotte, tube IRO ou plinthe PVC suivant le cas, pour les équipements de CVC (Pompe à chaleur, ballon électrique ECS, CTA, VMC...).

#### 4.4.6 Protection

Il sera enfin mis en œuvre des sectionneurs de proximité sur ces équipements, avec contacts de position, qui déclencheront le défaut ou l'indisponibilité de l'équipement concerné. L'entrepreneur devra également la mise à la terre des différents organes, masses métalliques, etc.

### 4.5 ECLAIRAGE ET APPAREILLAGE

#### 4.5.1 Principe

L'éclairage du site a récemment été remplacé par de l'éclairage LED. L'ensemble des luminaires sera conservé dans le cadre du projet. Le présent lot doit cependant la mise en place de détection de présence pour les locaux sanitaires, le local ménage, le hall et les circulations.

#### 4.5.2 Extinction de l'éclairage

Le présent lot devra la mise en place de contacteurs sur les différents circuits d'éclairage au niveau des différentes armoires afin d'assurer l'extinction de l'éclairage selon une programmation prédéfinie au choix du maître d'ouvrage, par exemple :

- Extinction le weekend et jours fériés, périodes vacances, etc.,
- Extinction tous les soirs à 21h.

Les contacteurs installés devront être remontés sur le système GTB pour supervision de l'état de l'éclairage circuit par circuit et pour modification de la programmation horaire de fonctionnement des éclairages.

### 4.6 ATTENTES ELECTRIQUES LOT CVC ET MENUISERIES

Le présent lot devra la mise à disposition d'alimentations pour les lots CVC-plomberie et Menuiseries ainsi que les protections associées. Les protections seront de type omnipolaire et les câbles utilisés seront de calibres et sections adaptées aux caractéristiques fournies par les lots concernés.

L'entrepreneur doit, depuis les différentes armoires, les alimentations des départs spécialisés par câble RO2V sur chemins de câbles fixés au plafond au-dessus des faux-plafonds ou sous fourreau isolant encastré, sous goulotte, tube IRO ou plinthe PVC.

Des chemins de câbles Cfo existent et seront (voir plans) et seront utilisés si possible.

Le titulaire du présent lot doit prévoir dans son offre de base toutes les alimentations spécifiques nécessaires au bon fonctionnement des installations.

Les alimentations des caissons d'extractions VMC, CT et caissons d'extraction ne devront en aucun cas être coupées, elles devront être alimentées en amont du TGBT.

De plus les extrémités seront laissées dans une boîte de dérivation. D'une façon générale, tous les conducteurs devront être câblés.

Départs :

- Mini DRV,
- CTA,
- Caisson VMC,
- Extracteur de conduit,



- Coffret supervision GTB,
- Volets roulants,
- Brises soleil orientables (BSO),
- Arrêt d'urgence CVC.

#### 4.7 APPAREILLAGES DE COUPURE D'URGENCE

##### 4.7.1 Arrêt d'urgence générale

L'entrepreneur aura à la charge de son présent lot l'installation d'un dispositif d'arrêt d'urgence générale du TGBT. La mise en place de ces dispositifs il devra :

- Fourniture, pose et raccordement d'un bouton d'arrêt d'urgence à clef (poussoir avec blocage de position) de couleur rouge avec étiquette d'identification, y compris tout accessoire de raccordement ou montage,
- La commande par émission de tension (bobine MX) agissant directement sur l'organe de coupure général de l'armoire. Cette commande sera protégée par disjoncteur différentiel placé en amont de l'organe de coupure de tête,
- L'identification sera réalisée par étiquettes gravées et collées en face avant de l'armoire et devra permettre l'indication précise de la fonction du bouton.

Les coupures d'urgence générale des installations seront réalisées à partir d'un coffret bris de glace de marque LEGRAND ou équivalent et avec étiquette de signalisation.

Ces coupures agiront sur la bobine émission disjoncteur de protection concerné. Le coffret sera implanté dans le planton et dans le local technique du site. Le câble est à la charge du présent lot.

##### 4.7.2 Arrêt d'urgence CVC

La coupure d'urgence ventilation des installations du lot CVC sera réalisée à partir d'un coffret bris de glace de marque LEGRAND ou équivalent et avec étiquette de signalisation. Cette coupure agira sur la bobine émission disjoncteur de protection concerné. Le coffret sera implanté au niveau de l'hôtesse dans l'accueil / réception. Le câble est à la charge du présent lot.

L'arrêt d'urgence CVC agira sur la bobine des caissons de VMC, CTA, caisson d'extraction simple-flux et extracteur petit débit.

## 5 DESCRIPTION DES TRAVAUX - COURANTS FAIBLES

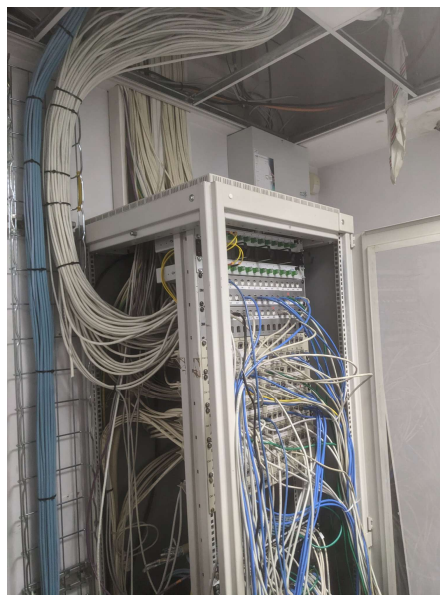
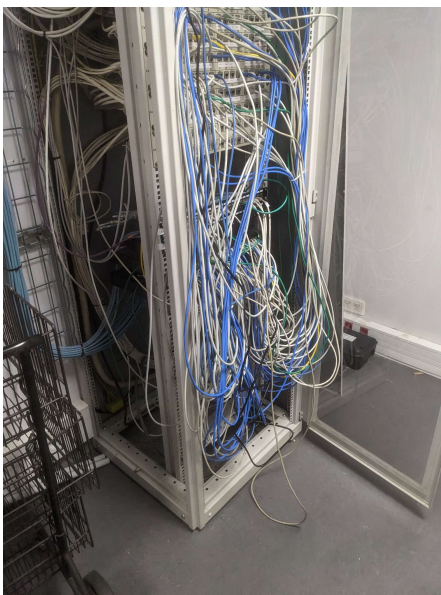
### 5.1 TRAVAUX DE DEPOSE / ADAPTATION

#### 5.1.1 Déplacement baie informatique

Il sera prévu le déplacement de la baie informatique existante installée dans le local « B12021 – Local réseau et serveur » vers le local « B12012 – Cœur de réseau ».

Les prestations, réalisées en collaboration avec les services techniques et informatiques du bâtiment 12, comprennent :

- Un constat photographique et technique des fonctionnalités et raccordement au niveau de la baie informatique afin de remettre en service la baie informatique sur la même base que l'existant,
- La déconnexion de l'ensemble des câbles,
- Le déplacement de la baie informatique dans le local « B12012 – Cœur de réseau »,
- Le recâblage de la baie informatique avec les câbles existants si cela est possible ou avec des câbles neufs,
- La remise en service de la baie informatique (voir §5.1.4).



*Baie informatique à déplacer du local « B12021 – Local réseau »*



*Baies informatiques existantes du local « B12012 – Cœur de réseau »*



Baies informatiques existantes du local « B12012 – Cœur de réseau »

#### 5.1.2 Câblage

Les câbles de distribution utilisés vers les points de connexion seront de Catégorie 6a - 1x4 paires ou 2x4 paires.

Ils seront réalisés à l'aide d'outils spécialisés assurant un contact optimum, permettant un fonctionnement parfait du système.

Chaque ligne de transmission doit être adaptée à chaque extrémité sur son impédance caractéristique afin d'éviter les problèmes de réflexion.

L'installateur veillera à ne pas dénuder et détorsader les câbles de façon excessive afin d'éviter la désadaptation d'impédance. La distance maximale de détorsadage étant de 13 mm. Toutes les paires des câbles de réserves devront être impérativement raccordées.

Pour les parcours horizontaux en vide de faux-plafond et verticaux en gaines techniques, les câbles seront posés sur chemins de câbles. Les parcours individuels seront réalisés de même manière que pour les courants forts, tel que défini dans le chapitre "Canalisations".

Pour les parcours collectifs, la séparation entre les courants forts et le réseau informatique devra être d'au moins 30 cm pour les cheminements parallèles. Les croisements pourront s'effectuer "à niveau". Une distance d'au moins 50 cm devra séparer les câbles informatiques des sources de perturbation telles que moteurs électriques, appareils d'éclairage, etc. Pour les parcours terminaux, la séparation entre les courants forts et le réseau informatique pourra être réduite à quelques centimètres. Les croisements seront autorisés. Dans le cas de parcours sous goulotte, un compartiment spécifique sera réservé aux câbles informatiques.

#### 5.1.3 Liaisons équipotentielles

Depuis chaque barre de terre générale, il sera réalisé 1 liaison directe en câble HO7 VR 1 x 25<sup>2</sup> aboutissant sur une barrette de mesure située à proximité du répartiteur téléphonique et informatique. A partir de la plage de raccordement informatique, il sera prévu à la charge du présent lot la mise à la terre de tous les équipements (informatiques).

La masse métallique de la baie informatique sera reliée au plus court au système d'équipotentialité du bâtiment. Cette liaison sera réalisée de préférence par tresse plate et à minima par conducteur vert/jaune souple de section minimale 16mm<sup>2</sup>.

#### 5.1.4 Recette : vérification, contrôle et test

Après l'installation et le raccordement des différents éléments, le prestataire procédera à un test unitaire de toutes les liaisons du bâtiment 12 (pour chaque paire raccordée) sous la supervision du service informatique. Le cahier de recette des tests unitaires devra être intégrée au DOE.

#### 5.1.5 ITI : dépose / repose éléments gênants

Afin de permettre la mise en place de l'ITI, les travaux de dépose / repose comprennent :

- La dépose / repose de tous les éléments gênants (courant faibles) la mise en place de l'ITI concernant le présent lot si nécessaire.

## 5.2 GTB

Le présent lot devra la mise à disposition des équipements suivants à remonter sur GTB (prestation lot CVC-Plomberie) depuis le TGBT du bâtiment 12 (AD PRM) :

- Les compteurs électriques,
- La commande des circuits éclairage pour programme horaire via des contacteurs,
- La supervision de la production photovoltaïque.

## 6 SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES – ELECTRICITE CFO/CFA

### 6.1 CHEMINS DE CABLES

Les chemins de câbles seront en tôle d'acier perforé galvanisé à chaud après fabrication, ou en fils d'acier soudé de type Cablofil ou techniquement équivalent, fixés par l'intermédiaire de consoles murales ou pendants, de telle façon que l'on puisse poser des câbles par le côté sans avoir à les tirer, lorsque nécessaire ils seront suspendus sur tiges filetées. Le percement et la soudure sur structure métallique seront proscrits. Les supports des chemins de câbles adaptés en nombre à la charge seront espacés de 2 mètres maximum.

En rive de chemins de câbles sera fixé, à l'aide de chapes métalliques, un conducteur cuivre de section 25 mm<sup>2</sup> pour la mise en équipotentialité des masses. Dans le cas de parcours parallèle, la mise en équipotentialité du second chemin de câbles sera assurée par des ponts tous les 3 mètres à l'aide d'un conducteur cuivre de section 25 mm<sup>2</sup> et de chapes métalliques.

Les ailes seront à bord sécurisé (non coupant) pour éviter de blesser les câbles pendant leur mise en oeuvre. Les changements de direction seront assurés par des éléments de raccordement préfabriqués. Les chemins de câbles situés en dessous de 2 mètres du sol fini seront équipés de couvercles permettant la protection des câbles.

Les cheminements électricité et courants faibles seront espacés de 30 cm. Les cheminements des courants faibles seront implantés à moins de 30 cm de luminaires fluorescents.

Sur les chemins de câbles communs aux câbles courants faibles et aux câbles de détection incendie, une cornière sera installée pour assurer une séparation physique.

L'entrepreneur devra veiller à ce qu'il n'y ait aucune flèche ni déformation de ce chemin de câbles lors du montage et de la pose des câbles.

Tous les chemins de câbles seront dimensionnés avec 30 % de réserve.

Les passages, percements, travaux d'encastrement, scellements et rebouchage nécessaires seront à la charge du présent lot. Le procédé de calfeutrement devra permettre une pose aisée de câbles supplémentaires et conserver le degré de coupe-feu des parois considérées.

### 6.2 LIAISONS EQUIPOTENTIELLES

Les liaisons équipotentielles, les conducteurs de terre et conducteurs de protection auront tous comme origine la barrette de terre principale.

En aval de cette barrette, seront raccordés toutes les masses pouvant être mises sous tension de façon accidentelle.

Lorsqu'un conducteur de protection est commun à plusieurs circuits, sa section doit être dimensionnée en fonction de la plus grande section des conducteurs de phase.

Pour les autres conducteurs de protection qui ne font pas partie de la canalisation d'alimentation, elles doivent avoir une section conforme au chapitre des prescriptions générales techniques.

### 6.3 ARMOIRES ET COFFRETS ELECTRIQUES

Les armoires et coffrets seront en tôles d'acier de 12/10°, avec protection par peinture émaillée cuite au four. Leur degré IP sera compatible avec les influences externes définies pour les locaux dans lesquels ils seront installés. Le degré IP demandé pour la tôlerie ne devra pas être modifié par les organes de ventilation ou la pénétration de câble.

Il sera prévu une ventilation statique haute et basse dans l'hypothèse où la température ambiante interne de l'enveloppe métallique pourrait atteindre une valeur incompatible avec le fonctionnement des organes installés.

Les armoires en dehors des locaux ou placards techniques seront équipés de doubles portes à charnières invisibles, fermeture par serrures N°405, obligatoirement de plastrons, voyants de signalisation et commutateurs de commande de coupure générale en façade. L'IP de l'armoire devra être compatible pour que le personnel non habilité puisse réarmer les disjoncteurs.

Tous les voyants seront à led.

Chaque conducteur sera repéré à ses extrémités par un anneau plastique codé ou n° pour les fils de câblage.

Tous les départs et arrivées aboutiront sur un bornier général. Il sera prévu des borniers distincts pour les fonctions puissance et relai et dimensionnés pour recevoir un maximum de 2 fils par borne. Les borniers puissances seront de teinte grise, les borniers relai seront de teinte orange du type interruptible à couteau. La longueur du support des borniers permettra l'adjonction de 30 % de bornes supplémentaires.

Chaque circuit ainsi que chaque plastron amovible sera repéré à l'aide de repérages en dilophane gravées placés sur porte étiquette fixé sur plastrons. Tout repérage par autocollant type « Dymo » est fortement proscrit.



Pour effectuer une maintenance correcte des installations, un plan complet de l'armoire et de ses composants sera entreposé sous pochette de protection rigide contre la face extérieure. Les valeurs de court-circuit et d'équilibrage des circuits à la mise en service devront être indiquées sur le schéma de l'armoire.

Les appareils seront fixés sur châssis en barreaux, l'ensemble des masses étant relié à la terre. La distribution électrique sera réalisée par jeu de barres ou peigne sur les différents circuits ou filerie intérieure passant en gaines plastiques rigides avec couvercle avant démontable.

La barrette de terre sera placée en partie avant de l'armoire, accessible, visible et permettra l'adjonction de 30 % de fils de terre supplémentaire.

UNE RESERVE DE 30% SERA CONSERVEE DANS CHAQUE ARMOIRE EFFECTIF A LA RECEPTION.

Les dispositifs de protection seront choisis afin de permettre, en cas de défaut localisé, la continuité de la distribution électrique sur le reste de l'installation.

Pour cela, ils devront assurer sélectivement et avec le pouvoir de coupure suffisant, la protection contre les surintensités (surcharges ou court-circuits)

Pouvoir de coupure :

Les dispositifs de protection protégeant automatiquement les circuits contre les surintensités et les personnes contre les courants de défaut à la terre, devront avoir un pouvoir de coupure au moins égal au courant de court-circuit pouvant apparaître aux points ou ces appareils sont situés.

Sélectivité :

Le type, le calibre et le réglage des dispositifs de protection seront également déterminés pour assurer une protection sélective, c'est à dire que tout défaut (surcharge, court-circuit, courant de fuite etc...) devra être éliminé par le premier dispositif amont conçu pour la protection contre un tel défaut.

Les protections des circuits alimentant des locaux recevant du public seront séparées de celles des locaux ne recevant pas de public. Conformément à la réglementation dans les locaux susceptibles de recevoir plus de 50 personnes, l'installation électrique doit être conçue de façon à avoir au moins deux circuits de protection pour l'alimentation de l'éclairage du local.

#### 6.4 APPAREILS D'ECLAIRAGE

Les types et marques d'appareils d'éclairage sont donnés à titre de référence indicative.

Toute variante devra cependant, d'une part posséder des caractéristiques photométriques au moins égales, d'autre part recevoir l'agrément du Maître de l'Ouvrage et de ses Conseils.

Des échantillons devront être présentés lors des premières réunions de chantier.

Les puissances limites indiquées par les constructeurs seront impérativement respectées.

Tous les appareils seront raccordés aux conducteurs de protection par conducteurs vert/jaune.

Les luminaires seront raccordés par boîtes encastrées ou dissimulées dans les plafonds suspendus, à proximité des trappes de visite, équipées de bornes et devront être conformes à la norme C 71.110.

#### 6.5 ECLAIRAGE DE SECURITE

L'éclairage de sécurité sera réalisé à l'aide de blocs autonomes et devra répondre aux dispositions des articles EC7 à EC15 et à l'arrêté du 26 février 2003. A compléter aux emplacements.

Ces blocs devront être conformes aux normes C 71.800 - 71.801 et 71.805.

L'entrepreneur devra la fourniture au Maître de l'Ouvrage des certificats d'homologation du matériel proposé.

L'éclairage de sécurité sera conforme aux prescriptions de la norme C12-201, et sera de deux types :

##### Balisage :

Il devra être prévu 1 bloc à chaque issue et à chaque changement de direction. La distance maximum à respecter entre 2 blocs de balisage sera de 15 mètres maximum. (Bloc de balisage (45 lumens)).

##### Télécommande :

Un émetteur de télécommande situé dans chaque TGBT ou armoire générale de zone permet la mise au repos des blocs de sécurité de la zone considérée.

##### Contrôle des blocs :

Les blocs de sécurité devront permettre la réalisation des test réglementaires SATI (intégré au bloc, conforme à la norme C71-820)

A la remise de l'offre, l'entreprise soumissionnaire devra fournir la liste des types et marques de matériels qu'elle propose de mettre en œuvre. Cette liste sera complétée par un dossier incluant photocopies des matériels avec leurs caractéristiques techniques.

## 6.6 PETITS APPAREILLAGES

L'appareillage sera du type encastré ou étanche, et posé suivant les prescriptions du DTU 70-1.

Chaque appareil, de classe CGO AFNOR, sera posé dans sa boîte d'encastrement à vis.

Lorsque seront prévus plusieurs appareils côte à côte, il sera installé un ensemble solidaire comportant une seule façade.

La fixation sera assurée par vis à l'intérieur des boîtes, la jonction avec la cloison devant être parfaite.

L'appareillage devra porter le label USE, NF USE ou NF Electricité.

Les interrupteurs et commutateurs seront à calibre 10 A contact argent à glissement, commande à bascule, la bascule étant en position basse pour la fermeture du circuit. Ils seront raccordés au circuit "phase".

Les boutons poussoirs seront à calibre 6A, contact argent, commande à poussoir, fixation par vis.

Les boîtes d'encastrement seront en matière plastique, adaptées aux mécanismes, munies d'entrées découpables pour introduction de tubes à force, et obturées de couvercles amovibles pendant toute la période précédant la pose des appareillages.

Les sorties de câbles comporteront un connecteur tripolaire intérieur et une plaque frontale plastique avec sortie vers le bas.

Conformément à la réglementation C12-201 (chapitre VIII article EC6), les locaux susceptibles de recevoir plus de 50 personnes ne doivent pas être plongés dans l'obscurité totale à partir de dispositifs de commande accessibles au public. Par conséquent, les locaux concernés seront munis d'une commande à clef.

Cette commande à clef sera locale (par interrupteur ou va et vient situés dans le local en question).

## 6.7 CANALISATIONS

Dans les zones avec plafonds suspendus, les câbles seront accrochés à la dalle avec des colliers placés tous les 30 cm. Au-delà de trois câbles, ils seront placés sur des chemins de câbles et accrochés par des colliers démontables.

Dans les zones sans plafonds suspendus des bureaux, les câbles seront placés sous gaines ou fourreaux existants. En cas d'impossibilité l'entreprise réalisera les saignées dans les planchers existants pour incorporer les gaines nécessaires.

Dans les zones sans plafonds suspendus des locaux techniques, les câbles seront placés sous tube IRL ou plinthe.

L'implantation des canalisations sera réalisée en application impérative des normes et règlements dans leur édition la plus récente et notamment les spécifications "PROMOTELEC".

Chaque conducteur possèdera un revêtement de couleur conforme au guide pratique UTE 15.123.

L'équilibrage sera respecté au maximum, il sera procédé aux mesures de la répartition des charges dans les circuits.

Les épissures sont rigoureusement interdites, les longueurs de câbles doivent être prévues en conséquence.

Les câbles seront accrochés aux chemins par des colliers démontables.

Les passages, percements, travaux d'encastrement, scellements et rebouchage nécessaires seront à la charge du présent lot ainsi que la fourniture et la pose de tous les fourreaux.

Dans les locaux à risque d'incendie dû à la nature des matières traitées ou entreposées, les installations devront être conformes à l'article 422.1.

## 6.8 IMPLANTATION DE L'APPAREILLAGE

Sauf indication contraire du descriptif ou des plans, les appareillages seront placés comme suit :

Interrupteurs et boutons poussoirs : 1.20 m

Prises de courant : 0.40 m

Luminaires : 2.80 m

## 7 LIMITES DE PRESTATIONS – ÉLECTRICITE CFO/CFA

L'entreprise attributaire du présent lot doit notamment, en plus des prestations traditionnelles d'électricité, l'ensemble des prestations afférentes à la réalisation de ses travaux suivant la liste non limitative des travaux énumérés ci-dessous, sauf mention particulière.

### 7.1 GENERALITES

L'intégralité des fournitures et de la main d'œuvre nécessaire à la réalisation des installations et notamment toutes les fournitures et prestations dont il n'est pas expressément fait mention dans le présent cahier des charges, mais indispensables à la mise en place de l'installation, comme : la livraison de matériels, leur déchargement, comme toutes les prestations et fournitures conformes aux règles de l'art : nettoyage, finitions, etc.

- L'étiquetage des matériels avec plans de repérage,
- Le nettoyage de l'installation avant mise en service,
- Les essais et mise en service des installations y compris la main d'œuvre nécessaire et les matières consommables,
- La vérification de tous les plans et documents en sa possession et la consultation de l'ensemble du dossier tous corps d'état.
- Le calcul de tous les dimensionnements de matériels dont il demeure entièrement responsable.
- Les plans et supports des matériels.
- Les plans dus aux modifications du projet de base.
- Les plans de préfabrication et d'atelier pour la mise en place et le raccordement des matériels.
- Les schémas d'armoires

### 7.2 EN COURS DE CHANTIER

Sont dus par le lot « Electricité »

- En permanence, le nettoyage du chantier et l'évacuation des déchets du présent lot
- En permanence, la protection des appareillages et luminaires
- Ensemble de l'étiquetage nécessaire au parfait repérage des organes d'exploitation
- Ensemble de l'étiquetage réglementaire concernant les locaux électriques
- Ensemble du marquage fixé au bâtiment nécessaire au repérage des réseaux enterrés
- Ensemble des sujétions d'accrochage des équipements électriques (chemins de câbles, luminaires...)
- Ensemble des sujétions de supportage des équipements électriques (console, massifs béton de scellement...).

### 7.3 GROS-ŒUVRE

Sont dus par le Lot « électricité » :

- Tous les percements et réservations nécessaires à ces équipements,
- Le rebouchage des réservations et percements (avec des matériaux de même nature) dans les murs, planchers et cloisons dans lesquels passent ses réseaux.
- Les trous, scellements, tampons, consoles, colliers de fixation, etc. nécessaires à la mise en place des appareils.
- La fourniture des plans comportant les dimensions et les emplacements de toutes les réservations.
- Les percements non réservés en temps utile (à faire exécuter par le lot Gros Œuvre à la charge du présent lot).
- La mise en place des supports et fourreaux.
- Tous les scellements, calfeutrements et rebouchages dans le même matériau que celui traversé (avec restitution du degré CF).

### 7.4 PLATRERIE, CLOISONS, FAUX PLAFOND

Sont dus par le lot « Electricité » :

- Cloisonnement et réservations pour réseaux de diamètre supérieur à 125 mm : Fourniture des plans de section et d'implantation des chevêtres à prévoir, Rebouchage CF en périphérie des réseaux, Fourniture des plans de section et d'implantation de trappes
- Plafonds : Fourniture des plans de section et d'implantation de trappes
- La restitution des degrés coupe-feu des parois traversées
- Les saignées dans les cloisons et leur rebouchage pour toutes parties encastrées

Sont exclus du lot « Electricité »

- Cloisonnement et renfort : fourniture et Pose des renforts dans cloisons



- Cloisonnement et réservations pour réseaux de diamètre supérieur à 125 mm : Réalisation des réservations, et chevêtres, Fourniture de trappe CF. Pose au lot PLA. Pose au lot MINT si fourniture après Travaux de plâtrerie
- Plafonds : Retombée plâtre (joues)/Plages plâtre, Fourniture et Pose de trappes invisibles en plafond

#### 7.5 MENUISERIES EXTERIEURES

Sont dus par le Lot « Electricité » :

- Les alimentations des volets roulants et des BSO.

Sont exclus du Lot « Electricité » :

- Le raccordement électrique des volets roulants et des BSO.

#### 7.6 CHAUFFAGE VENTILATION PLOMBERIE - GTB

Sont dus par le Lot « Electricité CFO/CFA » :

- L'attente électrique au droit du mini DRV,
- L'attente électrique au droit de la CTA double-flux,
- L'attente électrique au droit de l'extracteur de conduit,
- L'attente électrique au droit du caisson VMC,
- L'attente électrique au droit du coffret de supervision GTB,
- La mise à disposition des points GTB à remonter pour les équipements du lot Electricité CFO/Cfa dans l'armoire TGBT (AD PRM).

Sont exclus du Lot « Electricité CFO/CFA » :

- Les reports défauts et alarmes des équipements du lot « Plomberie – sanitaires – VMC »,
- Le raccordement du mini DRV,
- Le raccordement de la CTA double-flux,
- Le raccordement de l'extracteur de conduit,
- Le raccordement du caisson VMC,
- Le raccordement du coffret de supervision GTB,
- La remontée des points GTB mis à disposition par le lot Electricité CFO/Cfa dans l'armoire TGBT (AD PRM).

#### 7.7 EN COURS DE CHANTIER

Sont dus par le lot « Electricité »

- En permanence, le nettoyage du chantier et l'évacuation des déchets du présent lot,
- En permanence, la protection des appareillages et luminaires,
- Ensemble de l'étiquetage nécessaire au parfait repérage des organes d'exploitation,
- Ensemble de l'étiquetage réglementaire concernant les locaux électriques,
- Ensemble du marquage fixé au bâtiment nécessaire au repérage des réseaux enterrés,
- Ensemble des sujétions d'accrochage des équipements électriques (chemins de câbles, luminaires...),
- Ensemble des sujétions de supportage des équipements électriques (console, massifs béton de scellement...).

## 8 BASE DE CALCUL – PHOTOVOLTAÏQUE

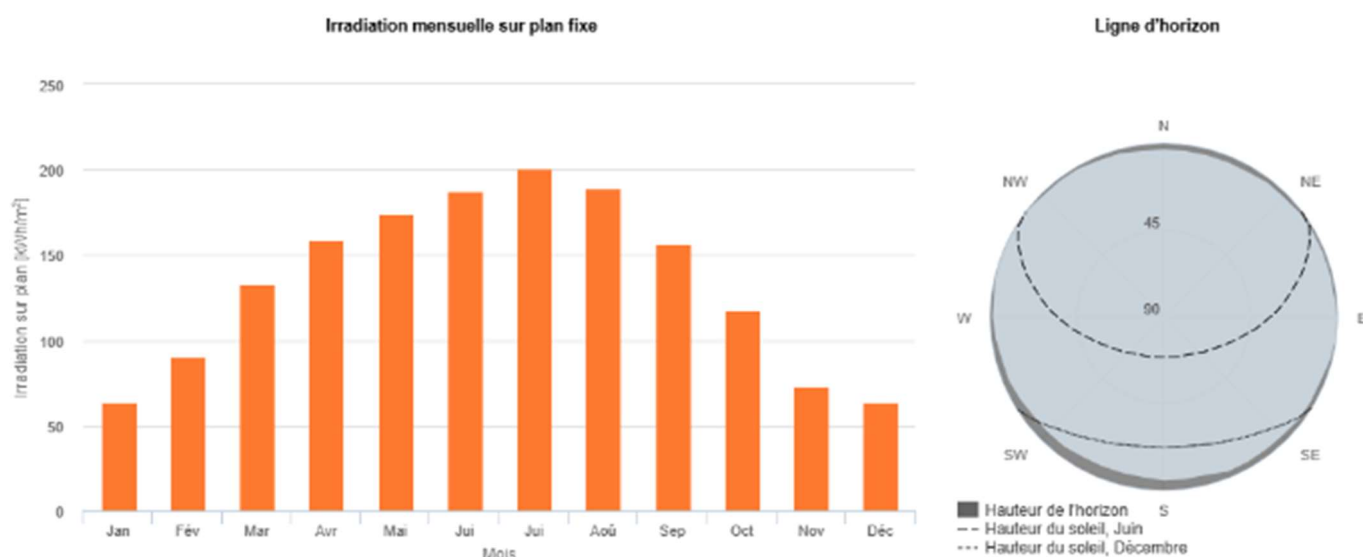
### 8.1 CONDITIONS CLIMATIQUES EXTERIEURES

Les conditions climatiques extérieures correspondent aux données climatiques de base de Toulouse :

- Lieu : Toulouse (31)
- Hiver : - 5°C (HR=90%),
- Eté : 35°C (HR=40%),
- Zone climatique H2c

### 8.2 DONNEES METEOROLOGIQUES

Les données météorologiques sont issues de PVGIS développé par la Commission Européenne. Les données sont extraites de l'outil en ligne disponible sur le site de la Commission Européenne. Nous présentons ici l'irradiation mensuelle et les lignes d'horizon annuelles.



#### Irradiation solaire mensuelle et ligne l'horizon du site

L'irradiation solaire varie de 63,66 kWh/m² au plus bas en janvier à 200,77 kWh/m² au plus haut en juillet.

### 8.3 PRINCIPE DE L'INSTALLATION

L'installation solaire photovoltaïque décrite dans le présent marché est une installation qui se veut en autoconsommation pour l'ensemble du site de l'ENSFEA (et pas uniquement le bâtiment 12). L'installation sera raccordée au TGBT existant du site situé dans le bâtiment 8 depuis une armoire PV située sur l'emprise du bâtiment 12.

Le projet prévoit donc de recouvrir le maximum de surface de toiture afin d'optimiser la production photovoltaïque pour alimenter le TGBT principal du site de l'ENSFEA.

### 8.4 RECAPITULATIF

Les informations principales sont à retrouver dans le tableau ci-dessous :

Puissance installation (kWc)	119
Production solaire (kWh/an)	137 610
Production solaire spécifique (kWh/kWc/an)	1 152
Ratio de performance	84,3 %

## 9 DESCRIPTION DES TRAVAUX – PHOTOVOLTAÏQUE

### 9.1 INSTALLATION DE CHANTIER

Les installations de chantier seront conformes au PGC et au PIC émis par l'entreprise validé par la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre.

L'entreprise devra prévoir pour ses travaux toutes les sujétions de chantier pour l'exécution et le parfait achèvement de ses prestations et tous les moyens de déplacement du chantier notamment :

- Tout moyen de levage et d'accès,
- Le plan d'installation de chantier,
- L'ensemble des mesures conservatoires des ouvrages du domaine public,
- La mise en œuvre d'un coffret électrique de chantier si nécessaire,
- Le nettoyage de toutes les zones en travaux en fin de journée,
- De n'occasionner aucune gêne pour le personnel et utilisateurs du site durant les travaux,
- De confiner les zones de travail de son personnel dans les différentes zones de chantier mises à disposition,
- L'évacuation de ses déchets, avec si nécessaire l'évacuation par benne,
- Le maintien des accès chantier fermés, y compris durant la journée,
- De définir précisément avec le maître d'ouvrage les modalités de livraison de matériaux et de matériel
- Le repli des installations de chantier et nettoyage général en fin d'intervention,
- Les démarches administratives d'occupation du domaine public.

L'entrepreneur devra le transport à pied d'œuvre de toutes ses fournitures, ainsi que le déchargement et stockage sur site. Le transport en vrac sera proscrit pour éviter la détérioration des matériaux.

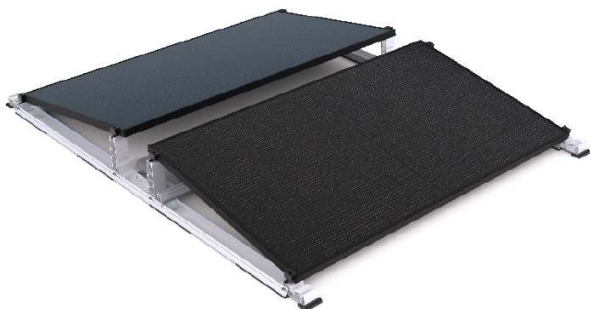
Les éléments endommagés seront remplacés avant montage aux frais de l'entrepreneur. La maîtrise d'œuvre se réserve le droit de refuser toute pièce qu'elle jugerait défectueuse, et d'en exiger le remplacement dans le cadre de son marché forfaitaire.

L'entrepreneur devra prendre des précautions contre les nuisances pendant la durée du chantier, pour la santé des utilisateurs, des personnels du site et des personnels de chantier, pour la protection des ouvrages existants, déjà réalisés ou en cours de réalisation.

Les démarches auprès d'ENEDIS pour la déclaration de l'autoconsommation avec revente du surplus sont à la charge du présent lot.

### 9.2 PROCEDE D'INTEGRATION

Le système photovoltaïque sera posé sur la toiture terrasse avec un système lesté. Les modules seront fixés sur des rail de fixation de type FS pro 10- EW de chez Renusol ou équivalent.



### 9.3 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

#### 9.3.1 Calepinage

Le calepinage a été étudié afin d'éviter les équipements et édifices existants en toiture. Ces éléments seront à prendre en compte dans le calepinage en étude d'EXE afin d'éviter ces éléments (cf plan).

### 9.3.2 Modules photovoltaïques

Le titulaire doit au titre du présent marché la fourniture, l'amenée à pied d'œuvre, le montage et le raccordement d'un ensemble de panneaux photovoltaïques avec cellules ou demi cellules de type monocristallin, conformes à la norme IEC TS 62804-1, sur cadre aluminium, écart de puissance inférieure à 3 %, fabriquée en respect des normes ISO9001 et ISO14001, répondant aux critères de garantie de production dans le temps et aux clauses techniques décrites dans la partie 5 « spécifications techniques » du présent CCTP ainsi qu'aux critères de tenue aux intempéries, y compris grêlons de taille inférieure ou égale à 35 mm et conformes aux prescriptions la partie 5 « spécifications techniques » du présent CCTP.

Les caractéristiques minimales des panneaux sont les suivantes (par m<sup>2</sup>) :

- P<sub>m</sub> supérieure ou égale à 205,85 W/(M<sup>2</sup> de panneau hors tout)
- I<sub>mp</sub> supérieur ou égal à 6,04 A/(M<sup>2</sup> de panneau hors tout)
- V<sub>mp</sub> supérieur ou égal à 18,70 V/(M<sup>2</sup> de panneau hors tout)
- I<sub>sc</sub> supérieur ou égal à 6,27 A/(M<sup>2</sup> de panneau hors tout)
- V<sub>oc</sub> supérieur ou égal à 22,98 V/(M<sup>2</sup> de panneau hors tout)
- Efficacité supérieure ou égale à 20,50 %

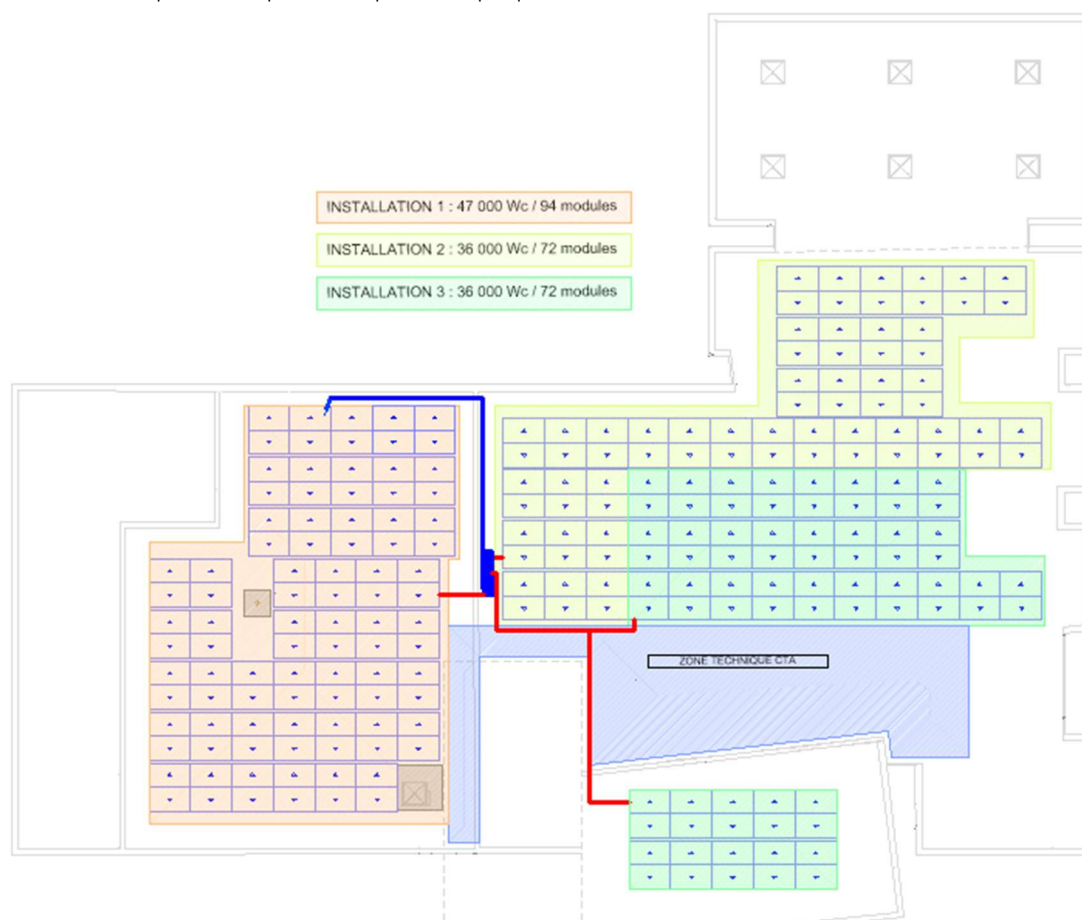
Le titulaire doit au titre du présent article toutes les sujétions de raccordement DC et AC câbles, connecteurs, boîtes et protections fusibles et parafoudres compris.

La puissance crête installée sera d'environ 119 kWc avec la mise en place de panneaux solaires de puissance unitaire 500 Wc de type BGPV 500 FB-T modules monocristallins de marque Bourgeois global ou techniquement équivalent.

Le projet prévoit la mise en place de 3 installations photovoltaïques :

- Installation 1 : 47 000 Wc,
- Installation 2 : 36 000 Wc,
- Installation 3 : 36 000 Wc.

Il sera mis en place un optimiseur pour chaque paire de module.



### 9.3.3 Critère environnemental

L'arrêté tarifaire du 6 octobre 2021, applicable en France métropolitaine continentale à compter du 9 octobre 2021, fixe les conditions d'éligibilité pour que les installations photovoltaïques puissent bénéficier de l'obligation d'achat. L'arrêté tarifaire initial a été modifié à cinq reprises, par l'arrêté du 28 juillet 2022, l'arrêté du 8 février 2023, l'arrêté du 4 juillet 2023, l'arrêté du 22 décembre 2023 et l'arrêté du 5 mars 2024.

Les principales conditions d'éligibilité sont :

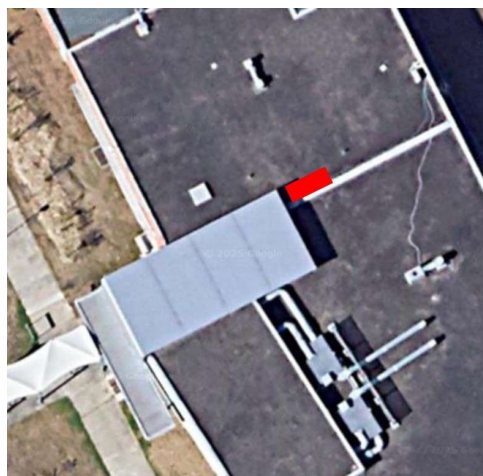
- Vente avec injection de la totalité ou du surplus (autoconsommation individuelle ou collective) ;
- Puissance  $\leq 500$  kWc ;
- Implantation sur bâtiment, hangar ou ombrière (inclut les serres agricoles, les préaux, l'utilisation pour loger les animaux, l'utilisation pour abriter des animaux dans un lieu clos)
- Obligation de qualification ou certification professionnelle de l'installateur ;
- **Bilan carbone inférieur à 550 kg eqCO<sub>2</sub>/kWc pour les installations supérieures à 100 kWc (Evaluation Carbone Simplifiée réalisée par un organisme certificateur accrédité : Certisolis est le seul en France)**

Dans le cadre de ce projet  $> 100$  kWc, l'entreprise devra fournir les justifications nécessaires pour permettre la vérification du critère carbone. Entre autres, ils devront être choisis parmi une liste de modules disposant d'un bilan carbone Certisolis selon les méthodes PPE2.

### 9.4 ONDULEUR

Le titulaire doit au titre du présent marché la fourniture, l'amenée à pied d'œuvre, le montage et le raccordement d'onduleurs triphasés d'une puissance minimale DC de 50 kW (installation 1) et 36 kW (installations 2 et 3), conforme aux spécifications techniques décrites dans la partie dans les paragraphes suivants.

Les onduleurs seront mis en place sur la toiture terrasse et seront protégés par une casquette de protection.



*Repérage emplacement onduleurs*

### 9.5 CHEMINEMENT ET ARMOIRE PV / TGBT ENSFEA

#### 9.5.1 Implantation armoire électrique et cheminement

Le titulaire doit au titre du présent marché la fourniture, l'amenée à pied d'œuvre et la fixation du cheminement des câbles de raccordement depuis les modules jusqu'au local TGBT. Il doit au titre du présent article :

- Le cheminement entre les installations photovoltaïques et les onduleurs positionnés en toiture,
- Le cheminement entre les onduleurs et le coffret PV à créer dans le local « B12020 – Moyens généraux » au RDC,
- La pénétration dans le bâtiment et les percements dans le bâtiment (y compris rebouchage),
- Le cheminement du câble dans le bâtiment jusqu'au coffret électrique PV,
- La mise en place d'un coffret électrique PV dans le local « B12020 – Moyens généraux »,
- Le cheminement entre le coffret électrique PV et le TGBT situé dans le bâtiment 8 dans les galeries techniques,
- La protection et l'aménagement du TGBT du bâtiment 8.

Le cheminement dans le local « B12020 – Moyens généraux » est prévu sur chemin de câble.

Les traversées de locaux coupe-feu devront être rebouchées avec le même degré coupe-feu attendu. Les câbles traversant des locaux coupe-feu devront être encoffré avec le même degré coupe-feu attendu.

Il est nécessaire de limiter le passage des câbles dits à « courant continu » (entre les modules photovoltaïques et les onduleurs) à l'intérieur du bâtiment.

L'entreprise doit prévoir les notes de calcul nécessaires à la vérification de la capacité des éléments existants à accueillir la puissance de l'installation photovoltaïque pour réaliser de l'autoconsommation.

L'ensemble des du câblage et protection AC/DC devra être conformes aux spécifications techniques décrites dans le §5 « spécifications techniques » du présent document.

Il est prévu dans le bâtiment :

- La mise à disposition des informations liées à la production photovoltaïque pour la récupération des données du système de monitoring et la remontée sur GTB,
- La mise en place d'un système de coupure général dans le hall d'entrée du bâtiment.

## 9.6 MISE A LA TERRE ET PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

La mise à la terre et la protection contre la foudre devront respecter les prescriptions techniques décrites dans le §5 « spécifications techniques ».

## 9.7 MESURES DE SECURITE

L'installation respectera les préconisations indiquées dans le §5 du présent document présentant les mesures visant à assurer la sécurité des occupants et des intervenants.

Il est prévu :

- Un système de coupure d'urgence de la liaison DC, positionné au plus près de la chaîne photovoltaïque, piloté à distance depuis une commande regroupée avec le dispositif de mise hors-tension du bâtiment.
- Une coupure générale simultanée de l'ensemble des onduleurs positionnée de façon visible à proximité du dispositif de mise hors tension du bâtiment et identifiée par la mention : « Attention – Présence de deux sources de tension : 1 – Réseau de distribution ; 2 – Panneaux photovoltaïques » en lettres noires sur fond jaune.
- La mise à jour des plans d'intervention du bâtiment, destinés à faciliter l'intervention des secours avec l'ajout des emplacements des onduleurs.
- La mise en place de pictogramme dédié au risque photovoltaïque :
  - A l'extérieur du bâtiment à l'accès secours ;
  - Aux accès aux volumes et locaux abritant les équipements techniques relatif à l'énergie photovoltaïque ;
  - Sur les câbles DC tous les 5 mètres.

Les arrêts d'urgence sont prévus en boîtier rouge à clé à mettre en place dans l'office situé à proximité du hall d'entrée (cf plan). Ils doivent respecter une classe de protection de type II, IP55 et IK07 à minima.

La mise à la terre et la protection contre la foudre devront respecter les prescriptions techniques décrites dans le §4 « spécifications techniques ».

## 9.8 SYSTEME DE MONITORING

Afin de connaître en temps réel l'état du générateur photovoltaïque, celui-ci sera équipé du système de supervision des données de production via l'onduleur ou par système externe. Ce système est une passerelle de communication dédiée à la centrale photovoltaïque permettant le relevé des informations essentielles de chacun des modules. Elle communique depuis l'onduleur ou par un système externe en radiofréquence, avec internet par le wifi ou câble Ethernet. Un dispositif permettant le stockage et le traitement des données sur un serveur dédié accessible depuis un PC ou un smartphone.

Toutes les informations (supervision de la production et des défauts) pourront être remontées sur GTB (voir CCTP lot CVC-Plomberie).

La centrale d'acquisition de données comprendra :

- Module d'analyse et d'envoi de donnée.
- Mise en place d'un modem GSM communicant avec une plateforme internet pour le stockage et le traitement des données.

- Paramétrage du système de monitoring et test avant réception du générateur.
- Inclus étiquettes de repérage « Télé-suivi Générateur PV ».
- Inclus toute fourniture, pose et raccordement des équipements nécessaires au bon fonctionnement du système de surveillance.

Le système d'acquisition et traitement de données permettra de visualiser et remonter (à minima) :

- La puissance délivrée par le générateur photovoltaïque.
- La puissance délivrée par chaque module individuellement.
- Le courant et tension des groupes.
- L'énergie produite par l'ensemble du générateur.
- La consommation du bâtiment (afin d'en déduire le taux d'autoconsommation).
- Les alarmes en cas de dysfonctionnement.

L'ensemble de ces données doit être enregistré au minimum chaque jour, les valeurs instantanées caractéristiques retenues seront clairement indiquées (moyennes, extrêmes, cumul).

La capacité de stockage du dispositif d'acquisition sera compatible avec la fréquence de passage des agents de maintenance (au minimum tous les 12 mois).

Les informations devront pouvoir être récupérées localement par décharge de la mémoire sur tout support adapté.

La fourniture du système d'acquisition de données doit inclure la fourniture d'un logiciel permettant le transfert et l'exploitation des données sur un PC ou un écran LCD.

L'éventuel surcoût engendré par la fourniture des programmes informatiques permettant l'exploitation des données doit être pris en compte dans le montant de la fourniture des acquisitions de données.

Un modem doit pouvoir être connecté directement sur le système d'acquisition (sans aucune modification supplémentaire du système) pour permettre un éventuel traitement des informations à distance.

La centrale de monitoring sera positionnée dans l'armoire électrique PV installée dans le local B12020 – Moyens généraux » et raccordée à la baie informatique située dans le local « B12012 – Cœur de réseau ».

Une formation utilisateur sera prévue.

## 9.9 CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

Les modules photovoltaïques choisis auront un faible impact environnemental selon le critère suivant :

- Pourvoir de réchauffement climatique sur le total du cycle de vie < 500 kg CO<sub>2</sub>eq par module de 500 Wc.

Ces panneaux présenteront une fiche de profil environnemental produit eco passport présent dans la base INIES comme preuve de la méthodologie utilisée pour réaliser l'ACV du produit.

## 10 SPECIFICATIONS TECHNIQUES - PHOTOVOLTAÏQUE

### 10.1 PROCEDE D'INTEGRATION

Le procédé d'intégration aura les caractéristiques suivantes :

- Système : photovoltaïque lesté ;
- Composants : rail au sol avec protection de construction prémontée, support de gouttière et support de faîtage, support de gouttière, pinces de module ;
- Garantie du produit : 10 ans ;
- Application : toitures plates ;
- Type de couverture compatible : bitume, béton, membranes synthétiques, graviers, tôle trapézoïdale ;
- Inclinaison du toit : max 5° ;
- Orientation : Est-Ouest ;
- Inclinaison des modules : 10°.

Le système est lesté avec des dalles ou pavés de voirie pour résister à l'action du vent. Le poids de lestage nécessaire dépend de la hauteur du bâtiment, de sa localisation, de la nature du support ainsi que des effets du vent.

Le coefficient de frottement indiqué dans le calcul doit être respecté. Celui-ci doit être déterminé et relevé sur site par un professionnel avant l'installation. Le coefficient de frottement est un élément déterminant dans le calcul du lestage et dépend des paramètres du chantier.

Les valeurs indicatives pour le lestage requis se calculent selon l'Eurocode 1 (EN 1991).

Le système prévoit la fixation des modules aux extrémités du côté cour du module. Il convient de vérifier sur chantier que la plage de serrage indiquée par le fabricant de module est respectée et que les charges admissibles du module ne sont pas dépassées.

Les orifices de drainage dans le cadre du module doivent rester dégagés et ne doivent pas être recouverts par le système. La surface de la toiture doit être exempte de neige, de glace et de salissures avant de procéder au montage. Lors du montage, il convient de respecter la réglementation en vigueur en matière de sécurité du travail et des règles de l'art.

La condition préalable à une utilisation conforme à sa destination implique un support apte à supporter les charges appliquées (poids propre, charges de neige et effets du vent...). Il convient de prendre en compte le drainage et l'évacuation de l'eau sur la toiture-terrasse. Le revêtement d'étanchéité de la couverture doit être compatible avec les tapis de protection. Cette compatibilité doit être vérifiée au préalable, et particulièrement concernant la migration des plastifiants.

### 10.2 MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

#### 10.2.1 Caractéristiques techniques

Les cellules seront du type monocristallin, sous verre encapsulant.

Les modules avec leurs cellules photovoltaïques devront résister aux conditions ambiantes climatiques décrites ci-après :

- Rendement du module STC minimal : 19%
- Garantie du produit : 20 ans minimum\*
- Garantie de performance : 85 % à l'année 25
- Puissance minimale :  $450 \pm 5$  Wc
- Température : - 40° à + 85°C
- Humidité relative : jusqu'à 100%
- Vitesse du vent : jusqu'à 190 Km/h (bourrasques)
- Précipitations : pluie battante continue ou grêle (grêlons  $\leq 35$  mm)
- Conditions particulières (climat marin, climat tropical, etc.)
- Résistance au feu : classe C

Les modules photovoltaïques doivent respecter les normes suivantes :

- CEI : 61215 pour des modules de type cristallin
- CEI : 61730 pour tout type de module

L'ensemble des modules constituant le générateur photovoltaïque doivent avoir des caractéristiques identiques avec une tolérance de +/- 3% sur la valeur de la puissance crête.

L'utilisation de modules classe II est imposée avec certification établie par un laboratoire agréé (ex : TUV).



Les modules photovoltaïques proposés devront être interchangeables. La tension de fonctionnement maximum devra être clairement spécifiée dans la documentation technique et sur l'étiquette apposée au dos du module. Elle devra être compatible avec les niveaux de tension mis en jeu dans le champ photovoltaïque.

Chaque module devra comporter :

- Une boîte de connexion ou des connecteurs appropriés au moins IP66
- Des diodes by-pass (diodes de dérivation)

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

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

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

Pendant les premières semaines de fonctionnement, les modules équipés de cellules en silicium amorphe produisent une puissance électrique plus élevée que la puissance nominale. Cette particularité doit être incluse dans le dimensionnement des équipements annexes, notamment pour dimensionner les onduleurs.

Au cours des 10 premières années, toute baisse de puissance supérieure à 10% (puissance nominale mini garantie par fabricant) ou l'apparition de tout défaut tel que stipulé dans les spécifications du JRC ISPRA n° 503 implique l'échange par l'entreprise et sans contrepartie financière, des modules concernés.

### 10.3 DIMENSIONNEMENT DES COMPOSANTS DC

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

Modules en silicium mono-cristallin : tous les composants CC seront calibrés, au minimum :

- En tension :  $V_{co} (stc) \times 1,2$
- En courant :  $I_{cc} (stc) \times 1,25$

### 10.4 CABLAGE ET PROTECTION DC

#### 10.4.1 Câbles DC

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

Le choix des câbles doit être effectué en fonction des courants et tensions déterminés selon les précisions apportées par le paragraphe « Dimensionnement des composants DC ». On fera référence à la norme NFC 15-100 pour dimensionner les câbles.

Tous les câbles seront sélectionnés de manière que les risques de défaut à la terre ou de courts-circuits soient minimisés après installation. Ceci peut être réalisé par renforcement de la protection du câblage de 2 manières :

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

Les câbles doivent être dimensionnés de telle sorte que la chute de tension entre le champ PV (aux conditions STC) et l'onduleur soit inférieure à 2% (idéalement 1%). Les câbles extérieurs doivent être à la fois, flexibles, stables aux UV, résistants aux intempéries, à la corrosion et compatibles avec la connectique rapide le cas échéant.

Il y a lieu de dimensionner les câbles des chaînes en fonction du courant de défaut maximum éventuel et de la présence ou non d'une protection par fusible. La norme CEI 60364 admet qu'une protection contre les surcharges peut être omise sur les câbles des chaînes si le courant admissible du câble est égal ou supérieur à  $1,25 I_{cc} (stc)$  en tout point.

Pour des systèmes comportant davantage de chaînes en parallèle, la protection par fusibles (sur chaque polarité de chaque chaîne) est indispensable pour les systèmes ne répondant pas aux exigences ci-dessus.

Dans tous les cas, les câbles seront dimensionnés en appliquant les facteurs classiques multiplicatifs de correction en courant (coefficient de mode de pose, coefficient prenant en compte le nombre de câbles posés ensemble, coefficient tenant compte de la température ambiante et du type de câble).

#### 10.4.2 Connecteurs DC

Des connecteurs débrochables seront utilisés au niveau des modules photovoltaïques, onduleurs, etc.... pour simplifier la procédure d'installation. Ces connecteurs doivent être spécifiés pour le courant continu.

Ils doivent être dimensionnés pour des valeurs de tensions et courants identiques ou supérieures à celles des câbles qui en sont équipés.

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

Les connecteurs seront à minima de classe II et de degré de protection > IP 54.

#### 10.4.3 Boîtes de jonction DC

Les boîtes de jonction devront être implantée en un lieu accessible pour les exploitants, et comporteront des étiquettes de repérage et de signalisation de danger : « Boîte de jonction panneau PV : BJPV N° » avec une étiquette « attention, conducteurs actifs sous tension » ; Les étiquettes devront être facilement visibles et fixées d'une manière durable pour résister aux conditions ambiantes (température, humidité, UV, ...).

Chaque chaîne du champ photovoltaïque doit pouvoir être déconnectée et isolée individuellement. Ceci peut être réalisé par le biais de porte fusible ou d'autres liaisons déconnectables mais sans risque pour l'opérateur. En aucun cas, le sectionnement ne doit être réalisé en charge et ceci doit être clairement indiqué par une étiquette apposée à l'intérieur de la boîte de jonction.

Un interrupteur général DC sera intégré dans chaque boîte de jonction sur le départ de la liaison principale.

Afin de garantir un bon niveau de sécurité, il est préconisé :

- Choix d'une enveloppe non-propagatrice de la flamme
- Protection contre les contacts directs par utilisation des appareils possédant au moins un degré de protection IP2X ou IPXXB.
- Ouverture possible seulement à l'aide d'un outil
- Séparation des borniers positifs et négatifs avec une isolation appropriée
- Disposition des bornes terminales de telle sorte que les risques de courts-circuits durant l'installation ou la maintenance soit impossible

#### 10.4.4 Protection par fusibles

Lorsque la protection par fusibles s'impose (couplage parallèle de 3 chaînes ou +) et compte tenu du principe de ne pas relier à la terre une des polarités DC, des fusibles doivent être installés à la fois sur la polarité positive et négative de chaque chaîne :

- Les fusibles doivent être appropriés pour le courant continu
- Les fusibles doivent être calibrés pour une valeur de courant comprise entre 1,5 Icc et 2 Icc (stc).
- Les fusibles doivent être dimensionnés pour fonctionner à une tension égale à  $V_{co} \text{ (stc)} \times M \times 1,2$

#### 10.4.5 Liaison principale DC

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

- Tension :  $V_{co} \text{ (stc)} \times M \times 1,2$
- Courant :  $I_{cc} \text{ (stc)} \times N \times 1,25$

#### 10.4.6 Sectionneur DC

Il sera mis en place un interrupteur/sectionneur DC sur la liaison principale, en amont de l'onduleur remplissant à la fois la fonction de coupure en charge et de sectionnement :

Il doit être dimensionné pour la tension et le courant maximum déterminés selon les précisions apportées au paragraphe « Dimensionnement des composants DC ».

Il doit être étiqueté « Interrupteur Sectionneur principal champ PV » avec un repérage clair des positions ON/OFF.

Le coffret comportant l'interrupteur/sectionneur doit être étiqueté « attention, conducteurs actifs sous tension ». Les étiquettes devront être très visibles et fixées d'une manière durable pour résister aux conditions ambiantes (température, humidité, ...)

### 10.5 ONduLEURS OU MICRO-ONduLEURS

#### 10.5.1 Caractéristiques générales

Les onduleurs ou micro-onduleurs seront adaptés à la connexion réseau, et répondront aux fonctions et caractéristiques suivantes :

- Synchronisation automatique avec le réseau,
- Déclenchement automatique en cas de défaut ou de panne du réseau
- Enclenchement et déclenchement automatiques de l'installation,
- Aucune perturbation électromagnétique (parasites sur les ondes radio),
- Degré de fiabilité élevé,
- Rendement élevé.

Les contraintes établies par le concessionnaire d'électricité devront être respectées (conditions techniques de raccordement).

Chaque onduleur ou micro-onduleurs doit comporter un contrôleur d'isolement côté DC permettant de prévenir d'un défaut entre chaque polarité et la masse.

Les performances des onduleurs respecteront en outre les caractéristiques imposées par ERDF, et :

- Signal sinusoïdal avec très faible taux de distorsion harmonique : THD < 4%
- Tension de sortie : tension nominale « 400V 3P+N »
- Rendement à Puissance nominale (Pn) : > 95% à la puissance nominale
- Rendement à 10% de Pn > 80%

#### 10.5.2 Adéquation champ photovoltaïque / onduleur ou micro-onduleurs

Le titulaire veillera à la bonne adéquation de la puissance de l'onduleur ou des micro-onduleurs et de la puissance du générateur pour garantir :

- Un fonctionnement correct sur la plage de tension du générateur photovoltaïque. Tout au long de la journée. L'onduleur ou les micro-onduleurs doivent être capables d'accepter le courant et la tension maximum du générateur photovoltaïque.
- Un compromis optimal en termes de rendement. En particulier on devra privilégier les onduleurs dont les courbes de rendement sont les plus élevées sur une plage de taux de charge la plus large.
- L'évaluation du rendement global de l'onduleur ou des micro-onduleurs devra être calculée conformément à la norme CEI 61683

#### 10.5.3 Fonction de découplage du réseau

Les onduleurs ou micro-onduleurs devront en cas de dysfonctionnement :

- Stopper en cas d'alimentation avec un défaut ou de laisser sous tension un ouvrage en défaut,
- Stopper en cas d'alimentation des autres installations raccordées (autoconsommation) à une tension ou une fréquence anormale,
- Permettre le ré-enclenchement automatique des ouvrages du réseau

Cette fonction de découplage peut être assurée par un dispositif incorporé aux onduleurs ou aux micro-onduleurs. Dans le cas où les onduleurs ou micro-onduleurs par leur conception ne serait pas en mesure d'assurer la fonction de découplage, un dispositif externe devra alors être mis en œuvre (protection de type B1 pour une injection en Basse tension BT).

#### 10.5.4 Conformité - Certifications

Les onduleurs ou micro-onduleurs proposés par le soumissionnaire devront satisfaire les certifications suivantes :

- Interface réseau : norme internationale CEI 61727
- Découplage réseau : découplage externe de type B1 ou découplage interne avec application
- Norme allemande VDE 0126-1-1 (mesure d'impédance non exigée) ou « directive sur le branchement et le fonctionnement parallèle d'installations auto-productrices d'électricité sur le réseau basse tension » de l'association allemande des producteurs d'électricité (VDEW)
- Harmoniques : norme 61000-3-2
- Compatibilité électronique : norme EN 61000-6-3 (émissions) et EN 61000-6-2 (immunité)
- Compatibilité électromagnétique : directive 2004/108/CE
- Marquage CE : directive 93/68/CEE
- Sécurité électrique : EN50178

Si l'onduleur ou les micro-onduleurs, du fait de leur technologie de fabrication, génèrent une composante continue sur le réseau, sa valeur ne doit pas dépasser celle précisée par la CEI 61000-3-2 ; toutefois, le distributeur d'électricité peut en outre définir une valeur limite à ne pas dépasser.

Tous les onduleurs ou micro-onduleurs installés doivent disposer d'un certificat de test établi par un organisme certifié.

### 10.6 CABLAGÉ AC

L'onduleur ou les micro-onduleurs doivent être connectés au réseau par un circuit spécifique et protégé par un disjoncteur différentiel 30mA.

La partie AC de l'installation photovoltaïque est considérée comme un circuit spécifique de la distribution interne et doit répondre aux spécifications de la norme NFC 15-100. Le câble de liaison du raccordement au disjoncteur sera de classe II Le câble AC de liaison entre l'onduleur ou micro-onduleur et le disjoncteur doit être dimensionné pour limiter la chute de tension à une valeur inférieure à 3% en BT.

Deux points de coupure doivent être fournis entre les onduleurs ou les micro-onduleurs et le point de connexion au réseau, ramené à seul point de coupure si les onduleurs et le point de raccordement sont situés dans la même pièce et qu'il est possible de visualiser l'ensemble des appareillages. Un disjoncteur par onduleur ou pour les micro-onduleurs doit être installé à proximité de l'onduleur ou des micro-onduleurs et le second à proximité du point de raccordement.

Un disjoncteur général et un organe de sectionnement à coupure certaine, verrouillable en position « ouvert » (exigence du distributeur) doivent être installés sur la liaison, principale reliant le générateur photovoltaïque au réseau. Une étiquette au niveau du disjoncteur indiquera « générateur photovoltaïque : point de coupure générale ». Une autre étiquette au niveau du sectionneur indiquera « sectionneur général : ne pas ouvrir en charge ». Les deux composants précédents peuvent être remplacés par un seul interrupteur sectionneur à coupure certaine. Dans ce cas une étiquette indiquera « générateur photovoltaïque : point de coupure et sectionnement général ».

## 10.7 TERRE ET PARAFoudre

### 10.7.1 Niveau de protection

Le niveau de protection contre les effets de la foudre des systèmes PV raccordés au réseau est le niveau B :

Installations photovoltaïques situées dans des zones dont la densité de foudroiement est  $N_g > 2,5$

Le titulaire doit au titre de son marché :

- L'interconnexion des masses et mise à la terre
- La protection par varistances (ou éclateur à gaz et varistances associées montées en étoile) possédant une capacité d'écoulement maximum  $I_{max} > 40\text{kA}$  sur liaisons courant continu
- La protection étagée sur réseau aérien alternatif possédant une capacité d'écoulement  $I_{lim} > 35\text{ kA}$  onde (10/350 $\mu\text{s}$ )
- La protection externe par dispositifs de capture

Pour la mise en oeuvre de ces protections, on se reportera aux préconisations données ci-dessous et au guide de l'ADEME (2001) : « Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables ».

### 10.7.2 Prise de terre et équipotentialité des masses

Les masses métalliques des équipements constituant l'installation de production et de distribution de l'électricité, y compris entre édifices différents, seront interconnectées et reliées au réseau de terre unique existant.

L'interconnexion des masses entre le champ photovoltaïque et les équipements électriques sera réalisée soit :

- Avec le conducteur de protection vert/jaune s'il est présent dans le câble de liaison sous réserve que la section soit au minimum de  $16\text{mm}^2$
- Avec un câble cuivre de section minimale  $16\text{ mm}^2$ . La proximité du conducteur de masse avec les conducteurs actifs est préconisée pour limiter la surface de boucle.

Lorsque la liaison équipotentielle est enterrée, la section du câble en cuivre nu ne doit pas être inférieure à  $25\text{ mm}^2$ .

Lorsque plusieurs structures de modules photovoltaïques sont présentes, on pourra les relier entre elles avec une liaison équipotentielle continue (exemple : tresse de masse ou câble de section minimale  $16\text{ mm}^2$ ).

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

L'équipotentialité des masses métalliques des équipements électroniques (onduleurs, coffrets de protection, ...) se fera de la manière suivante :

- En cas de distance inférieure à 2 m entre équipements et barre d'équipotentialité, chaque masse d'équipement sera directement raccordée à la barre d'équipotentialité par des conducteurs de masse de section minimale  $10\text{ mm}^2$ .
- En cas de distance supérieure à 2 m entre équipements et barre d'équipotentialité, chaque masse d'équipement sera directement raccordée à la câblette cuivre nu commune proche des équipements elle-même reliée à la barre d'équipotentialité.

Ces connexions doivent être réalisées même si un conducteur PE relie déjà 2 équipements via un câble d'alimentation.

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

### 10.7.3 Parafoudres

Les parafoudres de protection des équipements seront du type varistances associés avec un éclateur à gaz et seront installés de part et d'autre des différentes liaisons.

## 10.8 RACCORDEMENT

Le titulaire doit au titre du présent RCVCC le raccordement à l'installation existante avec les contraintes d'utilisation suivantes :

- En cas de production, autoconsommation totale ou partielle et ré-injection du surplus dans le réseau.
- En cas de non-production : consommation externe totale.

## 10.9 MESURES DE SECURITE

L'installation respectera les préconisations suivantes :

- La mise en place d'une installation photovoltaïque est réalisée conformément aux dispositions réglementaires applicables au bâtiment concerné en matière de prévention contre les risques d'incendie et de panique (notamment accessibilité des façades, isolement par rapport aux tiers, couvertures, façades, règle du C+D, désenfumage, stabilité au feu, ...).
- L'ensemble de l'installation est conçu selon les préconisations du guide UTE C15-712, en matière de sécurité incendie.
- L'ensemble de l'installation est conçu en matière de sécurité incendie selon les préconisations du guide pratique réalisé par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) avec le Syndicats des Energies Renouvelables (SER) baptisé « Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations photovoltaïques raccordées au réseau ».
- Toutes les dispositions sont prises pour éviter aux intervenants des services de secours tout risque de choc électrique au contact d'un conducteur actif de courant continu sous tension. Cet objectif peut notamment être atteint par l'une des dispositions suivantes, par ordre de préférence décroissante :
  - Un système de coupure d'urgence de la liaison DC est mis en place, positionné au plus près de la chaîne photovoltaïque, piloté à distance depuis une commande regroupée avec le dispositif de mise hors-tension du bâtiment ;
  - Les câbles DC cheminent en extérieur (avec protection mécanique si accessible) et pénètrent directement dans chaque local onduleur du bâtiment ;
  - Les onduleurs sont positionnés en extérieur, sur le toit, au plus près des modules ;
  - Les câbles DC cheminent à l'intérieur du bâtiment jusqu'au local technique onduleur et sont placés dans un cheminement technique protégé, situé hors locaux à risques particuliers, et de degré coupe-feu égal au degré de stabilité au feu du bâtiment, avec un minimum de 30 minutes ;
  - Les câbles DC cheminent uniquement dans le volume où se trouvent les onduleurs. Ce volume est situé à proximité immédiate des modules. Il n'est accessible ni au public, ni au personnel ou occupants non autorisés. Le plancher bas de ce volume est stable au feu du même degré de stabilité au feu du bâtiment, avec un minimum de 30 minutes.
- Une coupure générale simultanée de l'ensemble des onduleurs est positionnée de façon visible à proximité du dispositif de mise hors tension du bâtiment et identifiée par la mention : « Attention – Présence de deux sources de tension : 1 – Réseau de distribution ; 2 – Panneaux photovoltaïques » en lettres noires sur fond jaune.
- Un cheminement d'au moins 50 cm de large est laissé libre autour du ou des charges photovoltaïques installés en toiture. Celui-ci permet notamment d'accéder à toutes les installations techniques du toit (exutoires, climatisation, ventilation, visite, ...).
- La capacité de la structure porteuse à supporter la charge rapportée par l'installation photovoltaïque est justifiée par la fourniture d'une attestation de contrôle technique relative à la solidité à froid par un organisme agréé.
- Lorsqu'il existe, le local technique onduleur a des parois de degré coupe-feu au degré de stabilité au feu du bâtiment, avec un minimum de 30 minutes.
- Sur les plans du bâtiment, destinés à faciliter l'intervention des secours, les emplacements du ou des locaux techniques onduleurs sont signalés.
- Le pictogramme dédié au risque photovoltaïque est apposé :
  - A l'extérieur du bâtiment à l'accès secours ;
  - Aux accès aux volumes et locaux abritant les équipements techniques relatif à l'énergie photovoltaïque ;
  - Sur les câbles DC tous les 5 mètres.
- Sur les consignes de protection contre les incendies sont indiqués la nature et les emplacements des installations photovoltaïques (toiture, façades, fenêtres, ...).