

MAÎTRE D'OUVRAGE:
ETAT - MINISTERE DES ARMEES



DCE
FEVRIER 2025

N° DOCUMENT : PE01	LOT 08 PHOTOVOLTAIQUE	ECHELLE : CCTP
------------------------------	------------------------------	--------------------------

- ARCHITECTE :** **nwa run, architectes - Mandataire**
M. Hartmann - architectes
48 Rue Général Lambert - 97436 SAINT LEU
Tel / fax 02 62 49 41 39 - 49 86 19 - secretariat@nwa-run.com
- BET STRUCTURE :** **EMCI SEMIR, ZAC Foucherolle**
14, rue de la Gouadeloupe, 97490 SAINTE CLOTILDE
Tel/Fax 02 62 92 10 42 - 92 10 20 e-mail: emci.ericmichel@hotmail.fr
- BET FLUIDES:** **INSET**
12, ruelle E. Fuma - 97430 LE TAMPON
Tel/Fax 02 62 27 03 28 - 27 12 98 e-mail: Bet-insetsud@insetsud.fr
- BET QE:** **IMAGEEN**
8, rue Henri Cornu- BP 1205 Techopôle - 97801 SAINT DENIS CEDEX 09
Tel/Fax 02 62 21 35 12- 21 20 84 e-mail: bet-imageen@imageen.re
- BET VRD:** **IDR**
29, rue Georges Pompidou RN 3BP 72, 97832 LE TAMPON
Tel/Fax 02 62 59 14 68 - 96 87 59 e-mail: idr974@orange.fr
- ECONOMISTE:** **JOEL LAROCHE JOUBERT**
5, rue Germaine Félix, 97419 LA POSSESSION
Tel/Fax 02 62 22 13 24 e-mail: joellarochejoubert@orange.fr
- INGENIERIE RESTAURATION:** **CARTE LIBRE**
51, chemin de l'école de Bois de Nèfles, 97426 LES TROIS BASSINS
Tel/Fax 06 92 66 82 04 e-mail: cartelibre@yahoo.fr

CONSTRUCTION D'UN PÔLE UNIQUE RESTAURATION - LOISIRS
LA REUNION (974) - SAINT PIERRE - CASERNE CBA DUPUIS

SOMMAIRE

1. GENERALITES.....	2
1.1 Objet du marché	2
1.2 Consistance des travaux	3
1.3 Liste des plans	4
1.4 Relations avec les services publics et les compagnies concessionnaires	4
1.5 Limites de prestations	5
1.6 Documents techniques de référence.....	5
1.7 Qualifications exigées	8
1.8 Levage et stockage	8
2. SPECIFICITES TECHNIQUES	9
2.1 Généralités	9
2.2 Equipement générateur photovoltaïque	9
2.2.1 Introduction	9
2.2.2 Modules photovoltaïques	9
2.2.3 Structures	11
2.2.4 Interconnexion des modules	12
2.3 Onduleurs connexion réseau	12
2.4 Dispositif de protection	14
2.5 Tableau divisionnaire générateur solaire (TD PV)	15
2.6 Câblage.....	15
2.7 Monitoring	16
2.8 Protection contre les effets de la foudre	16
2.9 Arrêt d'urgence.....	17
3. ANNEXES.....	18
3.1 Profils de charge	18

1. GENERALITES

1.1 OBJET DU MARCHÉ

Le présent document a pour objet de définir l'ensemble des prestations relatives à la mise en œuvre d'une centrale photovoltaïque en autoconsommation dans le cadre de la construction d'un Pôle Unique Restauration « PUR » - Pôle Loisirs « PL » à la caserne CBA DUPUIS de Pierrefonds à Saint Pierre.

Ce CCTP est accompagné d'un plan et d'un CDPGF.

L'ensemble a pour objectif de définir :

- Les modalités d'exécution de l'ouvrage
- Le respect des règles et garanties auxquels doivent se conformer le matériel et l'installation
- Les modalités de mise en service.

L'entreprise aura à sa charge :

- Le complément du panneau de chantier,
- L'ensemble des liaisons basse tension AC et DC,
- Le circuit de terre et les mises à la terre du système photovoltaïque réglementaires,
- Le tableau TD PV situé dans le local technique accueillant le TD PUR/PL.
- Les boîtiers de téléreport
- Les tableaux de protections AC et DC,
- Les canalisations entre les TD PV et les onduleurs,
- Les onduleurs,
- Les canalisations entre les onduleurs et les boîtes de jonction DC,
- Les boîtes de jonction DC,
- Les canalisations entre les boîtes de jonction DC et les panneaux photovoltaïques,
- Les panneaux photovoltaïques,
- Les rails et fixations des panneaux,
- Les travaux divers,
- La mise en service des installations
- Les travaux de fin de chantier.

1.2 CONSISTANCE DES TRAVAUX

Les prestations comprendront principalement et de façon non exhaustive, la fourniture, la pose et la mise en service pour une utilisation en autoconsommation, conformément aux plans joints, des installations suivantes prévues en surimposition sur la toiture du PUR.

L'implantation à privilégier est décrite ci-après. L'entreprise pourra toutefois présenter une solutions équivalentes par rapport à la spécificité du projet et en fonction des équipements qu'elle commercialise.



L'ensemble de la production sera injecté et autoconsommé sur le site au niveau du TD PUR dans un local situé à l'angle sud-est du bâtiment (cf encadré en pointillé bleu ci-dessus).

Ces installations comprennent (liste non exhaustive) :

- La fourniture, la pose et le raccordement des modules photovoltaïques sur les rails fixés sur la couverture. A la charge de l'entreprise de protéger les zones de travail lors de son intervention,
- La fourniture, la pose et le raccordement des onduleurs
- La connexion, le câblage, les boîtes de jonction
- La mise à la terre des installations et l'installation de parafoudres (côté AC et DC)

- La fourniture et la pose de l'ensemble des gaines, chemins de câbles et de l'ensemble des percements ainsi que leurs calfeutrements, nécessaires à l'installation,
- L'ensemble des canalisations, la fourniture et pose des coffrets de protections AC, DC, TD PV
- Le tableau électrique solaire (TD PV AC)
- La fourniture et mise en service du système de suivi
- La transmission de l'ensemble des informations nécessaires à la formation du personnel et à la consultation des données de fonctionnements de l'installation.
- La gestion administrative et technique auprès d'EDF, du bureau de contrôle, du CSPS.

L'approvisionnement du matériel en toiture, sera à la charge du titulaire du présent lot en respectant la réglementation en vigueur et les recommandations du CSPS et du Maître d'œuvre.

L'entreprise privilégiera la manutention mécanique pour l'approvisionnement des capteurs en toiture. La zone d'approvisionnement au sol doit être dégagée, nettoyée et plane pour permettre la mise en place d'équipement de levage en façade.

La description des ouvrages et équipements, présent dans ce document, n'étant pas limitatif, l'entreprise titulaire du marché sera dans l'obligation de réaliser toutes les prestations complémentaires utiles à la bonne réalisation des travaux de l'installation photovoltaïque.

L'entreprise aura également à sa charge l'ensemble des procédures administratives de demande d'autorisation d'exploitation et de raccordement des installations photovoltaïques sur le réseau de distribution public. Il devra tenir le Maître d'œuvre au courant de ses demandes d'agrément et lui remettre une copie des accords obtenus.

- A défaut, ne pouvant justifier de ses démarches, il supportera les frais de modifications éventuelles demandées par les Services Officiels (EDF, Bureau de Contrôle, DGAC, etc..).
L'entreprise du présent marché fera les vérifications avant la mise en service et exécutera, à ses frais, les modifications éventuelles qui seraient nécessaires pour rendre ses installations conformes aux normes, aux règlements en vigueur et au présent CCTP.
- L'entreprise se mettra en rapport avec EDF et la DGAC pour obtenir tous renseignements utiles concernant ses études et l'exécution de ses travaux.

La réception des installations doit se faire en présence du lots charpente/couverture pour la garantie de pérennité de ces ouvrages.

1.3 Liste des plans

Plan PV01

1.4 Relations avec les services publics et les compagnies concessionnaires

L'Entrepreneur se mettra en rapport avec les Services Publics, EDF, la DGAC et le SDIS afin d'obtenir tous les renseignements utiles à l'exécution de ses travaux, pour effectuer les branchements et réaliser les travaux qui lui incombent.

Il se soumettra à toutes les vérifications et visites des Ingénieurs, Inspecteurs et Agents des Services compétents en cours des travaux et en vue de la réception finale.

Il fournira tous les documents et les pièces justificatives demandés.

Il accomplira toutes les démarches nécessaires pour obtenir tous les accords et les autorisations indispensables à l'exécution de ses travaux.

1.5 LIMITES DE PRESTATIONS

Sont prévus au lot électricité (lot 5):

- Les diverses alimentations nécessaires au fonctionnement du TD PV AC (armoire électrique PV) situé dans le local du TD PUR.
La pose de l'interrupteur sectionneur au niveau du TD PUR
- La pose des tores de mesures fournis par le lot PV dans le TD PUR
- Le raccordement de l'installation PV à l'interrupteur sectionneur (câblage en attente au droit du TD PUR prévu par le lot PV).

Sont prévus au lot charpente couverture (lot 2.3) :

- Les crochets de sécurité et ligne de vie
- Les moyens d'accès aux toitures

Sont prévus au lot étanchéité (lot 2.2) :

- Les cheminements techniques en toiture

1.6 DOCUMENTS TECHNIQUES DE REFERENCE

Les ouvrages doivent répondre tant en ce qui concerne la qualité des matériaux et matériels qu'en ce qui concerne la qualité et conditions de leur mise en œuvre, aux prescriptions des textes législatifs et réglementaires et documents techniques en vigueur.

Chaque élément proposé doit avoir reçu les agréments techniques ou certificats de conformité aux normes, tant pour sa fourniture que pour sa mise en œuvre.

L'entreprise réalisera ses ouvrages avec tous les soins nécessaires selon les règles de l'art, avec un personnel qualifié pour les tâches qui lui sont confiées. Elles devront justifier de ces qualifications du personnel sur demande.

Il est demandé la conformité aux textes réglementaires suivants pour les établissements assujettis :

- Code de la Construction et de l'Habitation - Livre I - Titre II - Chapitre III - Articles R 123.1 à R 123.55 -
- Protection contre les risques d'incendie et de panique dans les immeubles recevant du public.
- Code du Travail - Deuxième partie réglementaire - Titre III - Hygiène et Sécurité - Section III - Prévention des incendies.
- 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.
- Décret n° 88.1056 du 14 Novembre 1988 modifié par Décret n° 95.608 du 6 Mai 1995 pris pour l'exécution des dispositions du livre II du Code du travail (titre III : Hygiène, sécurité et conditions du travail) en ce qui concerne la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.
- Décret n° 2010-1016 du 30 Août 2010 relatif aux obligations de l'employeur pour l'utilisation des installations électriques des lieux de travail.
- Décret n° 2010-1017 du 30 Août 2010 relatif aux obligations des Maîtres d'Ouvrage entreprenant la construction ou l'aménagement de bâtiments destinés à recevoir des travailleurs en matière de conception et de réalisation des installations électriques.
- Décret n° 2010-1018 du 30 Août 2010 portant diverses dispositions relatives à la prévention des risques électriques dans les lieux de travail.
- Arrêté du 26 Février 2003 relatif aux installations de sécurité.

- Prescriptions législatives générales ou particulières applicables aux ouvrages à réaliser.
- Normes du REEF, classe C.
- Normes UTE, classe C, en particulier pour la mise en oeuvre des matériels (installations), la norme NF C 15.100.
- Prescriptions réglementaires particulières applicables aux ouvrages à réaliser : spécifications techniques propres à certains Ministères, publications constitutives des règles de l'art (DTU, Normes, Publications, ...), règles de l'Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages (Installation de Sécurité), etc.
- Réglementation traitant de la protection de l'environnement, en particulier la norme NF S 31.010 - Mesure du
- Bruit dans une zone habitée en vue de la gêne de la population
- Recommandations du C.S.T.B. Ces recommandations sont constituées par les exemples de solution pour faciliter l'application du Règlement de Construction et d'une façon générale, les cahiers du C.S.T.B. Les matériaux employés et leur mise en oeuvre devront faire l'objet d'un agrément du C.S.T.B.
- Documents techniques unifiés (D.T.U.). On entend par D.T.U. applicable aux travaux, ceux publiés par le C.S.T.B. dans sa dernière liste, au premier jour du mois d'établissement des prix :
 - Les cahiers des charges D.T.U. avec leurs additifs modificatifs, mémentos, etc.,
 - Les CPS, CPC avec leurs additifs modificatifs, etc...
 - Les règles de calcul D.T.U.
 - Les prescriptions ayant valeur de D.T.U.
 - Les autres documents D.T.U.
- Avis techniques - enquêtes spécialisées. Ces avis techniques et enquêtes spécialisées sont complétés par les avis des commissions techniques des assureurs.
- Toutes prescriptions réglementaires ou légales ou nominatives applicables aux ouvrages, mis en oeuvre, fournitures etc. ... destinées à la réalisation des travaux, en vigueur à la date de signature des marchés, auront priorité sur toutes indications contraires figurant au C.C.T.P.

Cette énumération n'est pas limitative, elle n'exclut pas les textes ou règlements particuliers applicables à des spécialités déterminées ou des cas d'espèces.

En sus des textes et avis techniques cités ci-avant, les ouvrages photovoltaïques décrits au C.C.T.P. devront être conformes aux textes, aux recommandations, aux exigences de l'ADEME et aux normes suivantes :

- Note d'information technique relatant les dispositions relatives aux avis de la DGAC sur les projets d'installations de panneaux photovoltaïques à proximité des aéroports.
- Guide des installations photovoltaïques sur les ERP d'octobre 2021 du SDIS 974
- Norme NF C 15.100 (compatibilité applicable aux onduleurs)
- NF EN 61.215 et 61 646 conceptions des modules photovoltaïques.
- Agrément et avis CSTB des modules photovoltaïques.
- Recommandations ADEME pour le choix de fixation des modules (avis CSTB).
- Norme allemande DIN VDE 0126, normes CEI 61 000 3-2, CEI 61 000 3-3 et CEI 61 000-34 compatibilité avec le réseau de distribution – compatibilité électromagnétique (CEM). Limitation des émissions d'harmoniques par les onduleurs. Spécifications du fonctionnement de l'onduleur et conditions de coupure de l'onduleur.

- Exigences ADEME, fourniture d'un certificat délivré par le fournisseur, garantissant le respect des spécifications
- des normes (normes allemandes DIN VDE 0126, etc. ...).
- Certification CERTISOLIS : fourniture de certificat aux normes NF EN 61215, 61730, 61646, mesures et essais d'ordre climatiques, mécaniques, photoélectriques
- Guide EN 61.173 sur la protection des systèmes photovoltaïques contre les surtensions, la réglementation contre la foudre.
- IEC 61 723 - Guide de sécurité pour les systèmes photovoltaïques raccordés au réseau monté sur les bâtiments.
- NF C 17.100 et 17.102 – Protection contre la foudre.
- NF EN 61.727 – Caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau des systèmes photovoltaïques.
- Guide EDF/ARD – Accès au réseau basse tension pour les installations photovoltaïques.
- UTE C 15.400 – Raccordement des générateurs d'énergie électriques dans les installations alimentées par un réseau public de distribution.
- UTE C 15.712.1 – Installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution.
- UTE C 32.502 – Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes photovoltaïques.
- UTE C 57.300 – Paramètres descriptifs d'un système photovoltaïque.
- UTE C 57.310 – Transformation directe de l'énergie solaire en énergie électrique.
- UTE C 61.730 – Qualification pour les suretés de fonctionnement des modules photovoltaïques.
- NF 62.040 1 et 2 – Alimentation sans interruption ASI.
- UTE C 15.402 – Guide ASI
- NF EN 50.272 – Règles sécurité pour les batteries.

La liste des textes et documents énoncés ci-dessus n'est pas limitative, elle est un rappel des prescriptions obligatoires

REGLES DE CONCEPTION

Les ouvrages devront être conformes aux Règles de Conception et de mise en œuvre d'installations photovoltaïques intégrées au bâtiment :

Aptitude à l'emploi des capteurs : NF C 57.100, 101, 102, 103, 201– CEI 61 215, 61 646

Sécurité des capteurs dans l'ouvrage : Règles NV/65 modifiée 99 Zone 5,

Corrosion : NV 65 DTU P06-002, CB 71 DTU P21-701, CM 66 DTU P22-701, AL, DTU P22-702, PS 89, NF P06-0145,
SO 7599

Charges d'exploitation, Entretien Maintenance : NF P06-001 DTU 95.1, NF P95-201

Sécurité des travailleurs et des personnes :

Décret 65-48 du 8 Janvier 1965

Décret 88-1056 du 14 Novembre 1988

Décret 75-848 du 26 Août 1975

Risques électriques : NF C 15.100

Feu : Sécurité contre l'incendie : JOn° 1477, 1536, 1540, 1603

Chocs accidentels : NF P01-012 (assimilation aux garde-corps)

Effraction / explosion Sauf prescriptions particulières

1.7 QUALIFICATIONS EXIGÉES

L'Entreprise et ses sous-traitant ou cotraitants devront disposer des qualifications suivantes :

Courants Forts :

Qualifelec MGTI classe 2 (4 à 8 exécutants) et mention ET (études et conception) A défaut de qualification de ce niveau, l'entreprise devra fournir dans son offre, des références d'opération d'importance et de technicité équivalente, datant de moins de 3 ans.

Photovoltaïque

QUALIFELEC SPV classe 2 (4 à 8 exécutants) et RGE ou Quali PV

Habilitation à mettre en œuvre des équipements électriques adaptés aux spécificités du solaire photovoltaïque (travaux sous des tensions continues etc ...)

1.8 LEVAGE ET STOCKAGE

Les véhicules de livraison devront respecter les circulations et règlements du site. L'entreprise organisera les arrivages de matériels et matériaux, afin d'éviter un afflux de véhicules entravant la sécurité du site.

Les évacuations et approvisionnements seront effectués à l'aide de grues mobiles et/ ou de monte-matériaux. Les appareils mis en place devront être réceptionnés par un organisme agréé avant la mise en service, le PV en sera annexé au PPSPS.

Le stockage au sol ou en toiture devra être coordonné avec les autres entreprises et prévoir les dispositions nécessaires à la préservation du bon état des travaux de ces derniers (délimitation sécurisé, plot en caoutchouc, etc).

2. SPECIFICITES TECHNIQUES

2.1 GENERALITES

Ces spécifications ont pour but de choisir, dans le cadre des textes réglementaires, des solutions particulièrement adaptées au projet à traiter. Elles s'appuient essentiellement, en Basse Tension, sur les Normes, Réglementations, Recommandations spécifiées concernant les ouvrages photovoltaïques, lesquelles constituent l'expression des règles de l'art.

2.2 EQUIPEMENT GENERATEUR PHOTOVOLTAÏQUE

2.2.1 Introduction

Les travaux comprennent la mise en œuvre d'une installation en surimposition de la sur-toiture du Pôle Unique de Restauration. La puissance totale de l'installation est de 53,5 kWc. L'installation respectera ou adaptera une solution équivalente à la solution présentée :

- 129 modules de 415 Wc répartis en deux champs :
 - o Champ orienté Nord (79 modules soit 32,8 kWc) raccordé à 1 onduleur de 30 kWac.
 - o Champ orienté Sud (50 modules soit 20,7 kWc) raccordé à 1 onduleur de 25 kWac.

L'installation de 53,5 kWc sera en mesure de produire près de **94 MWh/an, autoconsommée à 88% par les besoins énergétiques du site (voir estimations des profils de consommation du site et de la production photovoltaïque en annexe.**

2.2.2 Modules photovoltaïques

L'entrepreneur devra la fourniture et la pose des modules photovoltaïques, y compris tous les raccordements et équipements nécessaires au fonctionnement du système.

Tous les modules proposés devront être identiques ou interchangeables. Si les modules nécessitent un cadre pour leur fixation, celui-ci devra être en aluminium anodisé ou acier inoxydable.

Les bornes seront en nombre suffisant pour permettre les reprises de câblage nécessaire pour les arrangements en série ainsi que l'utilisation de diodes ou tout autre moyen de protection quand cela s'avère nécessaire. La polarité des bornes devra être clairement identifiée.

Le fournisseur devra fournir à la livraison les caractéristiques électriques de chaque module résultant du test en sortie de fabrication. Leur dispersion ne devra pas dépasser 5% de la valeur nominale pour éviter des pertes trop importantes par « mis match »

La puissance crête déterminée dans la phase de dimensionnement sera installée en considérant la limite inférieure garantie des performances des modules photovoltaïques utilisés. Cela afin de garantir la puissance crête du ou des champs et de diminuer les incertitudes de performance des modules photovoltaïques utilisés.

Au cours des 10 premières années, toute baisse de puissance supérieure à 10% ou l'apparition de tous défauts tels que stipulés dans les spécifications du JRC ISPRA n° 503 implique l'échange des modules concernés.

Compte tenu du niveau présumé élevé de la tension nominale de câblage du champ photovoltaïque (très supérieure à 48 V), les modules devront être équipés de diodes « by-pass » (diodes de dérivation)

Les liaisons électriques seront effectuées à l'aide de connecteurs rapides avec détrompeurs type TYCO MC4 ou similaire, facilement démontables équipant les modules pré-équipés. Le système sera

composé de modules photovoltaïques utilisant la technologie des cellules monocristallines à haut rendement .

L'attributaire du marché photovoltaïque devra notamment prendre en compte toutes les contraintes d'urbanismes en vigueur notamment les servitudes aéroportuaires ou les spécificités liées aux éventuels monuments classés.

Les spécifications ci-dessous pourront être adaptée pour ce qui concerne le dimensionnement des panneaux et les caractéristiques attachées.

Caractéristiques :

- Type : modules monocristallins
- Puissance nominale (Pmax) : 415 Wc
- Tolérance puissance : 0 / +3 %
- garantie produits : 10 ans matériel et main-d'œuvre
- garantie de performance : minimum 95 % de la puissance pendant 5 ans
- garantie de performance : minimum de 85 % de la puissance pendant 25 ans
- Technologie halfcut

Contraintes physiques

Les modules photovoltaïques avec ou sans cadre devront résister aux conditions ambiantes climatiques décrites ci-après :

- Température : - 40° à + 85°C
- Humidité relative : jusqu'à 100%
- Vent normal : 120 daN/m²
- Vent extrême : 210 daN/m² coefficient site = 1,2 à appliquer.
- Précipitations : Règles BN Antilles 4,5 lites/mm/m².

Ils devront satisfaire aux spécifications des essais du JRC ISPRA (laboratoire européen) et à ceux de la norme CEI 61215.

Les champs de modules devront respecter les critères du SDIS 974 :

- Surface des champs < 300 m²
- Longueur des champs < 30 m
- Circulations de 90 cm minimum entre les champs
- Circulations de 90 cm minimum aux bordures extérieures des champs

C.C.T.P. – Phase DCE– ind0

CONSTRUCTION D'UN POLE UNIQUE RESTAURATION - LOISIRS A LA CASERNE CBA DUPUIS

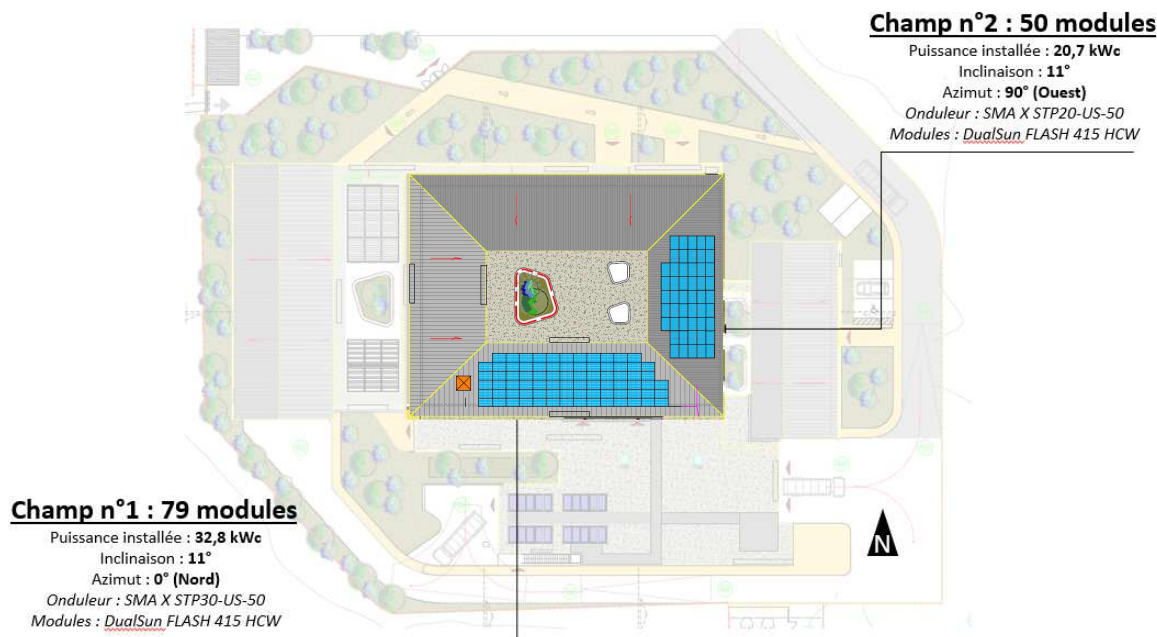
97 410 SAINT-PIERRE

Lot N°08 PHOTOVOLTAIQUE

L'implantation est réalisée sur les pans de sur-toitures orientés Nord et Ouest du Pôle Unique de Restauration. Les surfaces disponibles pour l'exploitation photovoltaïque sont délimitées par

- Les circulations de 90 cm autour des champs de moins de 300 m²
- Une trappe de désenfumage sur le pan Nord

La représentation des surfaces envisagées est présentée ci-après :



2.2.3 Structures

Les modules seront assemblés mécaniquement en surimposition de la couverture aluminium. Le système de montage sera de type NOVOTEGRA™ ou équivalent adapté aux couvertures aluminium.



Ces structures d'assemblage et de support des modules, aussi appelées châssis, seront étudiées pour résister aux conditions climatiques extrêmes locales définies suivant les règles "NV/65 modifiée 99 Zone 5". Elles seront réalisées de manière à ce que la planéité du champ de modules soit respectée, et à ce que les eaux de pluies ne puissent s'y accumuler. Règles BV Antilles 4,5 litres/mm/m².

- Vent normal 120 daN/m².
- Vent extrême : 210 daN/m² coefficient site = 1,2 à appliquer.

Toutes les pièces constitutives des supports de modules devront être réalisées en aluminium. On veillera à supprimer tout risque de corrosion par couple électrolytique. L'acier est proscrit.

Les structures seront sérieusement ancrées à l'aide de systèmes de fixation résistant à l'arrachement et à la corrosion.

Si les modules sont placés verticalement sur leur structure, la boîte de connexion devra se situer dans la partie haute.

Le procédé devra disposer d'un ETN valide pour les DOM.

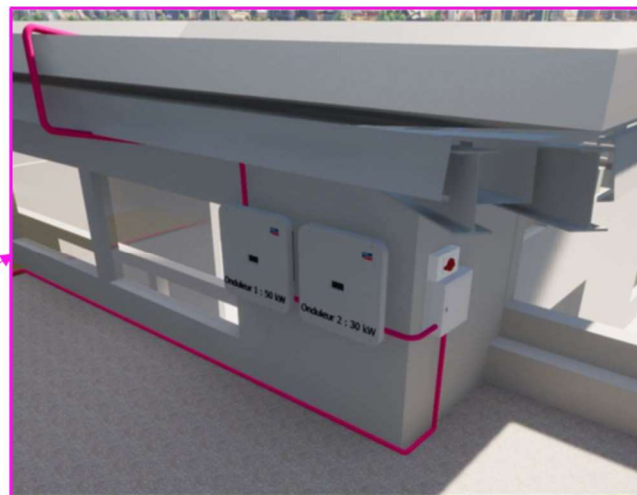
2.2.4 Interconnexion des modules

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

Les liaisons inter modules seront réalisées avec du câble souple, résistant au rayonnement ultraviolet et muni d'une double isolation. L'interconnexion sera réalisée à l'aide de connecteurs étanches aux caractéristiques appropriées.

2.3 ONDULEURS CONNEXION RESEAU

Les onduleurs seront mis en œuvre en extérieur, sur la toiture terrasse technique au Sud du bâtiment, sous le débord de la sur-toiture. Ils seront protégés des intempéries par le débord de la sur-toiture afin d'éviter d'éventuelles baisses de performances de l'installation liées à l'exposition des onduleurs aux conditions extérieures (soleil direct, pluie...).



Le nombre d'onduleurs devra être limité à 2 maximum, afin qu'ils puissent tous être intégrés sur cette paroi et protégés sous l'auvent.

La répartition des onduleurs à privilégier est décrite ci-après. L'entreprise pourra toutefois présenter des solutions équivalentes :

- 1 SMA Sunny Tripower X - STP30-US-50 raccordé au champ orienté Nord
- 1 SMA Sunny Tripower X – STP20-US-50 raccordé au champ orienté Ouest

Les onduleurs doivent être conformes à la norme DIN VDE 0126 et avoir une enveloppe IP 65 – utilisation extérieure – ventilation forcée contrôlée régulée avec dispositif de circulation d'air permanent empêchant l'accumulation d'eau de condensation. Protection contre la pénétration de corps étranger solide.

Pour raccorder une installation photovoltaïque au réseau public, on utilisera un onduleur adapté à la connexion réseau, ce qui suppose :

- la synchronisation avec le réseau ;
- le déclenchement automatique en cas de défaut ou de panne du réseau ;
- l'enclenchement et le déclenchement automatiques de l'installation ;
- un faible taux de distorsion (sinusoïde la plus parfaite possible) ;
- aucune perturbation électromagnétique (parasites sur les ondes radio) ;
- un degré de fiabilité élevé ;
- un rendement élevé : > 98% à la puissance nominale ; > 90% à 10% de la puissance nominale ;
- une consommation à vide < 1% de la puissance nominale (< 0,1 % en stand-by)

Les contraintes établies par le concessionnaire d'électricité devront être respectées (conditions techniques de raccordement) Celles-ci concernent surtout la limitation des effets secondaires admis sur le réseau ainsi que celle des harmoniques de même que la déconnexion automatique en cas d'arrêt du réseau.

Selon sa conception, certaines fonctions de sécurité spécifiques à la connexion au réseau pourront être assurées par l'onduleur, sans ajout de dispositifs de sécurité complémentaires, à savoir :

- déclenchement automatique de l'installation en cas de défaut du réseau, de fluctuations de tension (< 0,85Un et >1,1 Un) ou de fréquence (> 0,2 Hz), de pannes dans les circuits de commande ;
- protection contre les surcharges et les courts-circuits ;
- sectionnement de la source courant continu provenant des modules.

Plusieurs onduleurs de type monophasé pourront être proposés à condition de privilégier, de préférence, une fourniture d'électricité équilibrée sur le réseau (3P+N)

Les performances des onduleurs respecteront les caractéristiques suivantes :

- Signal sinusoïdal avec très faible taux de distorsion harmonique : THD < 4%
- Tension de sortie : 230V +/- 5%
- Fréquence : 50 Hz +/- 1%
- Rendement à Puissance nominale (Pn) : > 95% à la puissance nominale
- Rendement à 10% de Pn : 90%
- Consommation interne : < 7W
- Consommation en standby : < 1W

Et devront satisfaire les certifications :

- CEM : DIN EN50081 part 1
- EN 55014 ; EN 60555 part 2
- EN 55011 groupe 1, classe B
- DIN EN 50082 part 1
- Conformité au réseau : DIN EN 60555
- Régulation de tension : DIN EN 50178 (VDE 0160)
- DIN EN 60146 part 1-1 (VDE 0558 part 1)
- Protection de découplage : DIN VDE 0126

Les soumissionnaires devront préciser dans leur offre technique les caractéristiques suivantes de l'onduleur de leur choix :

- Tension nominale d'entrée avec tolérance ;
- Puissance nominale en régime permanent ;
- Rendement en fonction de la charge ;
- Consommation à vide et en stand-by ;
- Fréquence de sortie avec tolérance ;
- Tension de sortie avec tolérance ;
- Signalisation.

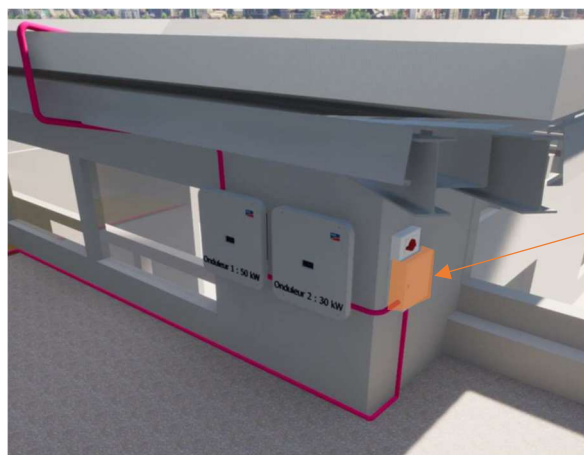
2.4 DISPOSITIF DE PROTECTION

Chaque arrivée de câble provenant du champ photovoltaïque sera dotée d'un dispositif de sectionnement. Ces dispositifs permettront d'isoler, le cas échéant, le champ photovoltaïque et l'onduleur du reste de l'installation.

En complément des fonctions assurées par l'onduleur, d'autres dispositifs sont indispensables au niveau de l'énergie courant alternatif, à savoir :

- les dispositifs de protection et de sectionnement permettant d'isoler les composants de l'installation ;
- les dispositifs de protection contre les surtensions ;
- la protection contre les surcharges et les courts-circuits ;
- le dispositif de sectionnement avec le réseau (coupure visible, consignable par cadenas, accessible en tout temps aux personnes autorisées ou aux pompiers), et autres équipements nécessaires pour assurer la sécurité au niveau de la connexion au réseau

La plupart des dispositifs de sécurité pour la source alternative sera regroupée dans un coffret fermé à clé en toiture terrasse, à proximité des onduleurs.



Coffret contenant les dispositifs de protection

Un interrupteur sectionneur sevré prévu au niveau du TD PV.

2.5 TABLEAU DIVISIONNAIRE GENERATEUR SOLAIRE (TD PV)

L'interface entre l'installation de production photovoltaïque et le réseau de distribution est constituée d'un tableau divisionnaire générateur solaire (TD PV) et d'un disjoncteur type abonné (DJAB) faisant office de limite de concession.

Le TD PV sera situé dans le TGBT local au PUR situé au sud-est.

Les composants assurant le contrôle de l'énergie courant alternatif seront regroupés dans un coffret (TD PV) étanche minimum IP55 fermant à clé et comprenant :

- sectionnement individualisé des sources par disjoncteurs ou interrupteur-sectionneurs ou sectionneur-fusibles (coupure omnipolaire, sauf PEN),
- protection contre les surintensités par disjoncteurs ou fusibles,
- protection contre les surtensions transitoires, en particulier celles dues aux effets de la foudre,
- dispositif de coupure générale pouvant être consigné par cadenas,
- un compteur d'énergie permettant de visualiser l'énergie injectée sur le réseau du site

Les composants et plus particulièrement les organes de protection devront être clairement identifiés à l'aide de repères conformes aux plans.

Des emplacements pour des protections supplémentaires pourront être prévus de manière à anticiper les éventuelles extensions ultérieures du générateur photovoltaïque.

Les divers départs devront être correctement étiqueté avec une signalétique résistante (nomenclature et risque électrique).

L'installation devra disposer de schémas électriques correctement rangé dans leur support à l'intérieur des tableaux.

2.6 CABLAGE

La platine EDF ainsi que le compteur abonné seront situés dans le local TGBT attenant au transformateur 1000 kVA dans une dépendance à l'extérieur, aux abords Ouest du bâtiment.

Les spécifications générales à satisfaire par le présent projet d'équipement photovoltaïque sont celles qui concernent les installations électriques dans un établissement recevant du public (ERP) et les générateurs photovoltaïques.

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

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

Le passage des câbles DC sera privilégié en extérieur. Leur passage en intérieur sera évité au maximum.

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

- Dès lors qu'une probabilité de sectionnement ou de dommages aux câbles apparaît, des câbles ou des conduits renforcés seront employés.
- La section individuelle des conducteurs des câbles sera déterminée suivant les règles de la NFC-15100, en prêtant une attention particulière aux contraintes de chute de tension entre le champ photovoltaïque et l'entrée de l'onduleur qui ne devra pas excéder 1% de la tension nominale en valeur relative pour un ensoleillement de 1000W/m².

- Les chemins de câbles devront être capotés à forte résistance à la corrosion ,aux UV et aux intempéries (type UNEX ou équivalent).
- De même coté alternatif, la chute de tension relative entre les onduleurs et le disjoncteur de branchement situé en limite de propriété ne devra pas dépasser 1% pour la puissance maximale délivrée par le champ photovoltaïque.
- Les fils électriques respecteront le code normalisé des couleurs (en courant continu le fil bleu sera la polarité négative ; en courant alternatif phase : rouge/marron/noir, neutre : bleu, PE : vert-jaune)
- Les connexions électriques seront réalisées de manière à éviter tout faux contact et tout risque de déconnexion par suite par exemple, de traction exercée sur les câbles électriques.
- Le cheminement des câbles électriques ainsi que leur fixation et celle des autres éléments comme par exemple les boîtes de dérivation seront réalisées de manière à s'intégrer, au mieux, aux bâtiments concernés, tout en cherchant à réduire les longueurs.

Le cheminement de câbles à privilégier est celui présenté sur le plan PV01.

Une signalétique au risque électrique devra être apposée sur les cheminements tous les 5m.

2.7 MONITORING

La centrale devra être équipée d'un système de monitoring complet permettant notamment l'enregistrement des données suivantes :

- Energie soutirée au réseau EDF
- Production photovoltaïque
- Production photovoltaïque autoconsommée
- Données environnementales (ensoleillement horizontal et dans le plan des panneaux, température extérieure, température des panneaux)
- Données de fonctionnement des onduleurs
- Possibilité d'accès en ligne (exemple plateforme de type fusionsolar de chez Huawei)

2.8 PROTECTION CONTRE LES EFFETS DE LA FOUDRE

L'entreprise se référera aux différentes normes relatives à la protection foudre et surtension du tableau 8 (p.35) du Guide de rédaction du cahier des charges techniques des générateurs photovoltaïques connectés au réseau de l'ADEME (Cahier technique 4483 Août 2002)

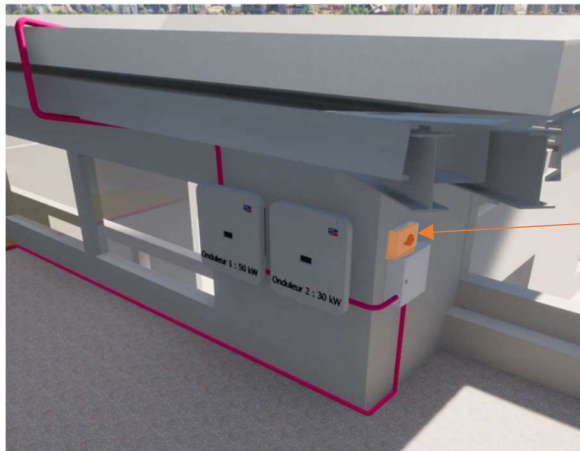
Elle tiendra compte également des spécifications du Guide ADEME : Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables.

Afin de protéger l'installation contre les effets de la foudre, les prescriptions suivantes devront notamment être mises en œuvre :

- interconnexion des masses par câble cuivre nu de 25 mm² entre champ photovoltaïque et onduleur.
- mise à la terre des masses
- générateur photovoltaïque flottant
- liaison champ photovoltaïque/ onduleur avec protection renforcée
- contrôleur permanent d'isolement intégré dans l'onduleur
- parafoudres sur circuit cc (en entrée onduleur)
- parafoudres sur circuit ca (type modulaire pour régime TT sur réseau distributeur).

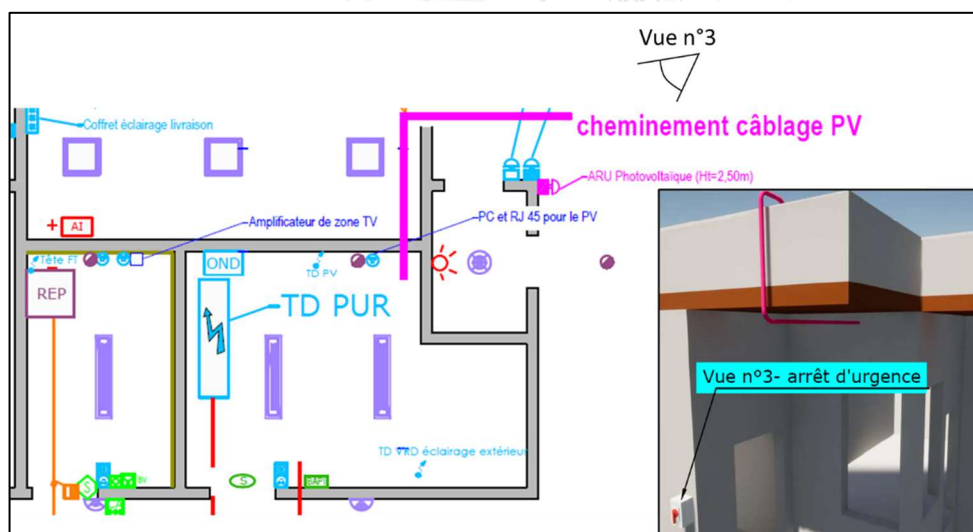
2.9 ARRET D'URGENCE

Un arrêt d'urgence devra être prévu en toiture terrasse, à proximité des onduleurs.



Arrêt d'urgence photovoltaïque

Un second arrêt d'urgence photovoltaïque devra être prévu en façade du bâtiment à proximité immédiate de l'arrêt d'urgence principal du PUR, situé au sud-est du bâtiment.



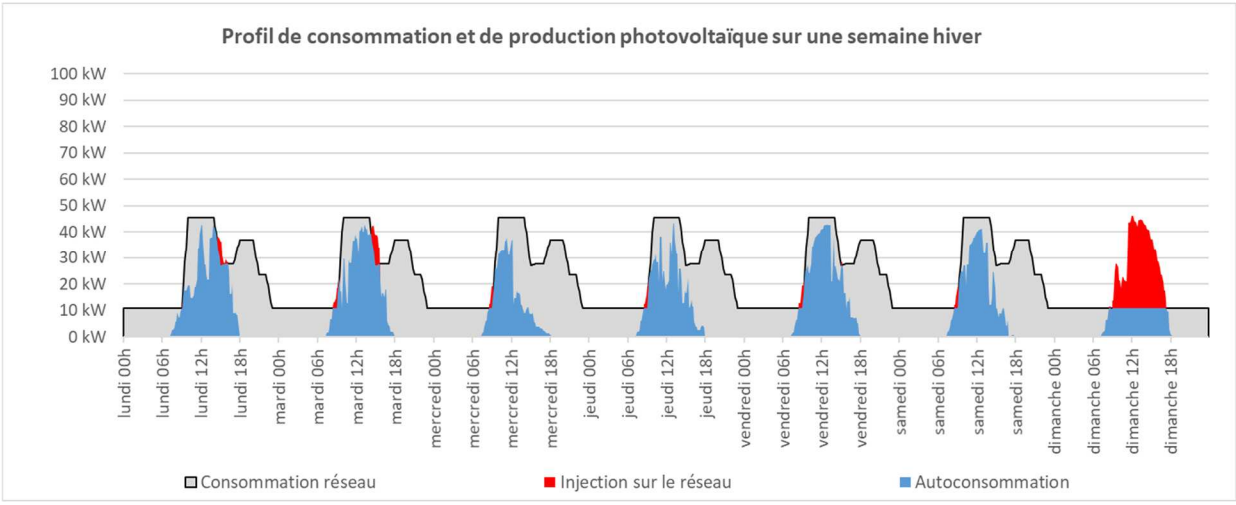
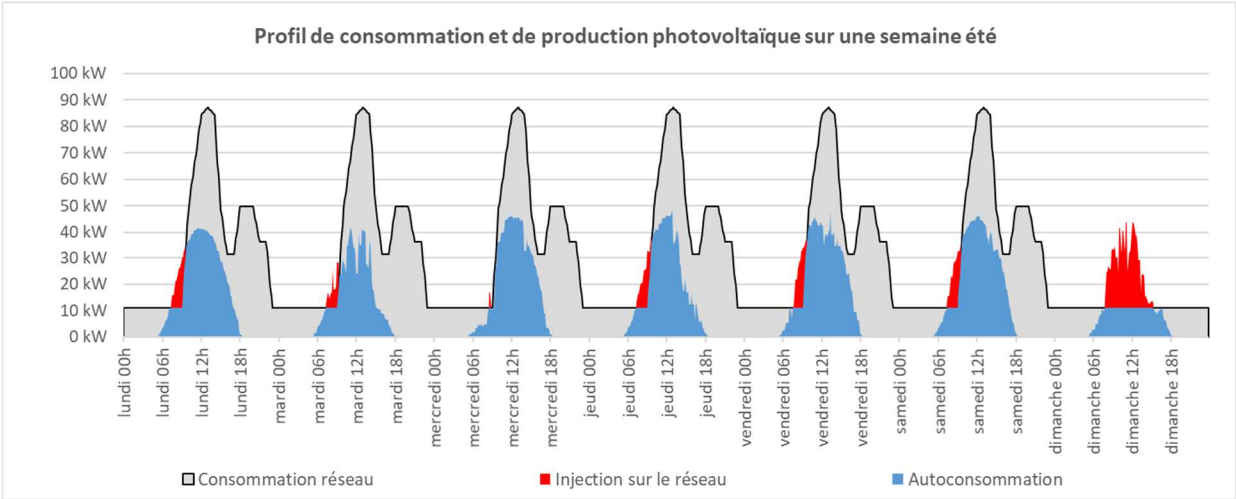
Ils devront disposer d'une signalétique visible et pérenne dans le temps.

Par ailleurs, un plan schématique signalant l'installation en toiture devra être implanté à proximité de l'arrêt d'urgence (localisation, accès en toiture, etc)

3. ANNEXES

3.1 PROFILS DE CHARGE

Profils de charge - Production photovoltaïque sur consommation estimée à partir du bilan de puissance.



Résultats annuels			
	Eté	Hiver	Total
Consommation annuelle	139 MWh	83 MWh	222 MWh/an
Production PV	58 MWh	32 MWh	90 MWh/an
Autoconsommation	52 MWh	28 MWh	79 MWh/an
Injection sur le réseau	6 MWh	4 MWh	10 MWh/an
Taux d'Autoconsommation	88,97%	87,65%	88,50%
Taux d'Autoproduction	37,1%	33,3%	35,7%
CO ₂ évité	30,57 tCO ₂	16,34 tCO ₂	46,91 tCO ₂