

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES



DESAMIANPAGE, RENOVATION ENVELOPPE, EXTENSION ET REHABILITATION CEI A GONFREVILLE L'ORCHER

Phase : PRO-DCE

LOT 10 : GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE

MAITRE D'ŒUVRE

IPH INGENIERIE

Agence Normandie

Rue Pierre Gassendi

76150 La Vaupalière

Tél : 02 35 33 20 82 - Fax : 02 35 74 45 96

Courriel : rouen@iph-bet.fr

MAITRE D'OUVRAGE

DIRNO

97, Bd de l'Europe

76175 Rouen cedex 1

MAITRE D'ŒUVRE

CAS'ART


21, Place Saint Marc

76000 Rouen


Tel : 02 35 52 00 36

Courriel : casart@wanadoo.com




70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 2 sur 34

DOSSIER N°	IND.	DATES	MODIFICATIONS / ÉTAPES	RÉDACTEURS	RÉFÉRENTS
70716	A	20/12/2024	Création du document	IPH INGENIERIE	E. VAL
70716	B	31/01/2025	Mise à jour du document	IPH INGENIERIE	E. VAL
70716	C	22/05/2025	Mise à jour du document	IPH INGENIERIE	E. VAL

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 3 sur 34

SOMMAIRE

1 >	LOT 10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	5
1.1	PRESENTATION	5
1.2	INSTALLATION DE CHANTIER	5
1.2.1	Organisation de chantier.....	5
1.2.2	Nuisances	6
1.3	PRESCRIPTIONS GENERALES	6
1.3.1	Consistance des travaux.....	6
1.3.2	Références normatives	7
1.3.3	Dossier technique avant travaux.....	8
1.3.4	Prescriptions particulières	9
1.3.5	Contrôle des installations.....	10
1.3.6	Certificat de conformité	10
1.3.7	Choix du matériel	10
1.3.8	Garantie du matériel	13
1.3.9	Mise en service	13
1.3.1	Condition d'exécution sur la cybersécurité	13
1.3.2	Formation	15
1.3.3	Démarches administratives.....	15
1.3.4	Réservations, percements et calfeutrement	15
1.3.5	Limites de prestations	16
1.3.6	Contrôle et essais	18
1.3.7	Mesures et essais AQC	18
1.3.8	CONSUEL	19
1.4	DESCRIPTION DU GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	19
1.4.1	Configuration du générateur PV	19
1.4.2	Constitution du système	20
1.4.3	Panneaux solaires	20
1.4.4	Structure de fixation.....	23
1.4.5	Câbles DC.....	23
1.4.6	Mise à la terre de l'installation	23
1.4.7	Connecteurs.....	24
1.4.8	Coffrets et armoires	25
1.4.9	Coffrets de regroupement AC.....	25
1.4.10	Protection contre les contacts indirectes	26
1.4.11	Protection contre les surintensités (surcharge et court-circuit)	26
1.4.12	Chute de tension.....	26

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 4 sur 34

1.4.13	Sectionnement	26
1.4.14	Support de distribution.....	26
1.4.15	Coupure d'urgence	27
1.4.16	Protection contre la foudre	27
1.4.17	Choix des matériels	28
1.4.18	Régulateur.....	28
1.4.19	Onduleur (convertisseur DC/AC)	28
1.4.20	Batteries	29
1.4.21	Appareillage DC.....	29
1.4.22	Câblage AC	29
1.4.23	Arrêt d'urgence AC	29
1.4.24	Calcul de la production photovoltaïque	30
1.4.25	Monitoring de l'installation.....	31
1.4.26	Fonctionnalités	31
1.4.27	Fonctionnalités	31
1.4.28	Signalisation	32
1.4.29	Dossier technique	32
1.4.30	Schéma de principe du générateur PV	33
1.5	NETTOYAGE REPLI DES INSTALLATIONS DE CHANTIER	34
1.6	Dossier technique de fin de chantier	34

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	IPH INGÉNIERIE
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 5 sur 34

1 > LOT 10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE

1.1 PRESENTATION

Il est prévu la mise en place des panneaux solaires en toiture de l'atelier/garage. Les panneaux solaires seront posés en toiture de l'atelier/garage sur le pan Sud-Ouest. L'inclinaison est de 30°.



1.2 INSTALLATION DE CHANTIER

1.2.1 Organisation de chantier


L'entrepreneur devra présenter pendant la période de préparation de chantier, un plan d'organisation du chantier qui devra être soumis à la validation du Maître d'Œuvre, Maître d'Ouvrage et des utilisateurs.

Sur ce plan devront figurer tous les matériels nécessaires à la réalisation du chantier, ainsi que les aires de stockage, voirie de chantier, installation d'hygiène réglementaire pour le personnel, l'emplacement de points lumineux pour l'éclairage provisoire du chantier, l'emplacement des postes provisoires de lutte contre l'incendie, les zones de mise en dépôt provisoire des déchets et gravats avant l'enlèvement, les espaces disponibles pour les entreprises des autres lots, etc.

Prestations comprenant toutes sujétions de fourniture, pose et mise en œuvre.

Le titulaire du présent lot devra prévoir pour chaque intervention :

- ⇒ La reconnaissance des lieux, l'analyse des prestations, la vérification des quantités.
- ⇒ La mise en place de toutes les protections des ouvrages non concernés par les travaux (sols, murs, plafonds, autres) par tous les moyens nécessaires (bâches, films, polyane, planches de contre-plaqué, etc...).

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 6 sur 34

- ⇒ Toutes les protections et balisages nécessaires vis-à-vis des occupants et des intervenants (garde-corps, balisages « chantier interdit au public », signalisations, etc...) lors de chacune de ses interventions.
- ⇒ Les moyens d'évacuation des gravois au fur et à mesure des démolitions vers les bennes à déchets. Aucun gravât ne sera stocké dans les circulations, ni en dépôt sauvage à l'extérieur, et évacués chaque fin de semaine.
- ⇒ Le nettoyage au quotidien du chantier

L'entreprise titulaire du lot devra son installation propre à son entreprise à savoir l'amené du matériel, les EPI, protection de ses ouvrages, la sécurité de son personnel, équipements de manutention et de levage.

1.2.2 Nuisances

La mise en œuvre de dispositions visant à limiter les nuisances du chantier notamment acoustiques, visuelles et dues au trafic (nettoyage des voiries, etc), et à limiter les pollutions.


Prestations comprenant toutes sujétions de fourniture, pose et mise en œuvre.

1.3 PRESCRIPTIONS GENERALES

1.3.1 Consistance des travaux

Les travaux à réaliser concerne :

- L'installation provisoire de chantier
- Les panneaux solaires
- La structure porteuse des panneaux
- Les câbles courant continu
- Les connectiques DC
- Les protections électriques côté courant continu (DC)
- Les boîtes de jonctions DC
- Les parafoudres DC
- Les liaisons équipotentiellles
- L'arrêt d'urgence DC
- Les onduleurs
- Les câbles courant alternatif
- Les protections électriques côté courant alternatif (AC)
- La protection générale AC
- Les compteurs électriques
- Les boîtes de jonctions AC
- L'arrêt d'urgence AC
- Le monitoring de l'installation
- Le panneau d'affichage télécontrôle
- Les parafoudres DC
- L'arrêt d'urgence AC
- Réseau de terre

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 7 sur 34

- Les supports de distribution
- Les accessoires

L'entrepreneur aura à sa charge les frais de percements, de scellements et des raccords nécessaires à ses ouvrages. Il pourra se mettre en accord avec les titulaires des autres lots pour faire réserver, par ceux-ci les percements et passages qui lui seront nécessaires. Il devra également l'enlèvement de tous les gravas provenant de l'exécution de ces travaux, tous les rebouchages et raccords divers seront à la charge du titulaire du présent lot pour tout ce qui concerne la mise en œuvre le concernant. Sont également à la charge de l'entreprise du présent lot :


- Les percements qui n'auraient pas été demandés en temps utile et les calfeutrements avec des matériaux compatibles avec ceux des parois.
- Les calfeutrements de toutes les réservations après la pose des canalisations.

Aucun changement au projet retenu ne pourra être apporté en cours d'exécution sans l'autorisation expresse du Maître d'Œuvre, les frais résultants des changements non autorisés et toutes leurs conséquences, ainsi que tout travail supplémentaire exécuté sans écrit, seront à la charge de l'Entreprise.

1.3.2 Références normatives

L'installation photovoltaïque devra être conforme aux normes de l'industrie photovoltaïque et à celles des installations électriques basse tension, notamment :

- Guide XP C 15-712-3 : installations photovoltaïque raccordées au réseau avec stockage
- Guide UTE C 15-712-1 : installations photovoltaïque raccordées au réseau public de distribution
- Guide « protection contre les effets de la foudre dans les installations photovoltaïques raccordés au réseau »
- Avis du 5 11 2009 de la commission centrale de sécurité (CCS) sur les installations photovoltaïques
- NF EN 61 727 (septembre 1996) : systèmes PV – caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau
- CEI 61 723 : guide de sécurité pour les systèmes PV au réseau montés sur les bâtiments
- CEI : 60 364-7-712 : installations électriques dans le bâtiment – partie 7-712 règles pour les installations et emplacements spéciaux – alimentations PV (mai 2002)
- NF EN 61 176 (Février 1995) : protection contre les surtensions des systèmes PV de production d'énergie – guide
- NF EN 62 305 – 1- 2 – 3 : protection contre la foudre
- CEI 61 215 : qualification de la conception et homologation des modules PV au silicium cristallin
- CEI 61 730-1 et 2 : qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules PV
- NF C57-100 édition janvier 1985 et aditifs : transformation directe de l'énergie solaire en énergie électrique – Modules solaires pour application terrestres.
- Guide pratique réalisé par l'ADEME avec le SER : « spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations PV raccordés au réseau (1 décembre 2008)
- NFC 12 200 : Textes officiels relatifs à la protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public.
- Décrets n°88-1056 du 14 novembre 1988 : Protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 8 sur 34

- Décret n°92-587 du 26 juin 1992 relatif à la comptabilité électromagnétique des appareils électriques et électroniques.
- protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques: brochure INRS ED.723 de 09/2003.
- norme C 12.200 et additifs relatifs à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques,
- Norme NF C 14.100 : Installations de branchement à basse tension
- Norme NF C 15.100 Installations électriques à basse tension (édition 2002 – mise à jour Juin 2005) et additifs relatifs aux règles d'exécution et d'entretien des installations de 1ère catégorie,
- Guide UTE C 15 900 : cohabitation entre réseaux de communication et d'énergie
- norme C 15.111 relative au passage des canalisations électriques dans les espaces aménagés dans les parois des édifices,
- UTE C 15-103 mars-04 Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Choix des matériels électriques (y compris les canalisations) en fonction des influences externes,
- UTE C 15-105 juillet-03 Guide pratique - Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection - Méthodes pratiques,
- UTE C 15-106 décembre-03 Installations électriques à basse tension et à haute tension - Guide pratique - Sections des conducteurs de protection, des conducteurs de terre et des conducteurs de liaison équipotentielle,
- UTE C 15-107 mai-92 Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Détermination des caractéristiques des canalisations préfabriquées et choix des dispositifs de protection
- En France (R.E.E.F.) publié par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (C.S.T.B.).
- Tous les documents techniques unifiés (D.T.U.) établis par le groupe de coordination des textes techniques et publiés par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (C.S.T.B.) et comprenant notamment les documents suivants :

Cette liste de texte n'est pas limitative.

1.3.3 Dossier technique avant travaux


L'entrepreneur aura à sa charge la conception et fourniture d'un dossier technique avant travaux.

Le dossier regroupera tous les documents et plans concernant les prestations de l'entreprise ainsi que les synthèses demandées :

- Fiches techniques, procès-verbaux, attestation, etc. des ouvrages,
- Plans d'exécutions.
- Plan de coupes
- Fiches des autocontrôles,

Listes non limitatives.

Ces éléments devront être transmis à la Maîtrise d'Ouvrage, à la Maîtrise d'Œuvre, au Bureau de Contrôle. L'entrepreneur devra également la conception et fourniture de son PPSPS rédigé suivant le PGC du coordonnateur SPS.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 9 sur 34

1.3.4 Prescriptions particulières

Avant toute installation de panneaux photovoltaïques que ce soit sur un bâtiment existant ou en projet, la commission centrale de sécurité préconise de transmettre pour avis un dossier au service prévention du service d'incendie et de secours territorialement compétent. Le service d'incendie et de secours est ensuite prévenu de son installation effective.

Elle préconise également la réalisation des mesures suivantes visant à assurer la sécurité des occupants et des intervenants :

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, règles du C+D, désenfumage, stabilité au feu...).

L'ensemble de l'installation est conçu conformément à la réglementation

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 technique onduleur du bâtiment,
- les onduleurs sont positionnés à l'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 noirs sur fond jaune.

Un cheminement d'au moins 50 cm de large est laissé libre autour du ou des champs 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 égal 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 :

- à l'extérieur du bâtiment à l'accès des secours,
- aux accès aux volumes et locaux abritant les équipements techniques relatifs à l'énergie photovoltaïque,

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 10 sur 34

- sur les câbles DC tous les 5 mètres.
- Sur les consignes de protection contre l'incendie sont indiqués la nature et les emplacements des installations photovoltaïques (toiture, façades, fenêtres...).

1.3.5 Contrôle des installations

A la réception, il sera procédé à une minutieuse inspection de la pose de l'ensemble de l'installation photovoltaïque.

Elle concernera : les panneaux, la structure porteuse, les boîtes de jonction, les parafoudres, les connecteurs, les câbles, les onduleurs, les arrêts, le tableau de protection AC.

1.3.6 Certificat de conformité

Les frais financiers et administratifs destinés à obtenir les certificats de conformité seront pris en charge au compte du présent lot.

1.3.7 Choix du matériel

Conformément au décret modificatif N° 93-1235 du 15/11/1993, les références à des marques et types d'appareils sont données, soit pour fixer le niveau de qualité des prestations soit en raison de caractéristiques dimensionnelles relatives à l'implantation des équipements.


Les soumissionnaires pourront éventuellement proposer d'autres marques de leur choix, à la condition expresse que les équipements soient de qualité, de performances, de caractéristiques dimensionnelles équivalentes à celles citées dans le présent document et que la marque et le type du matériel proposé soit indiqué en clair dans la DPGF.

Avant le démarrage de ses travaux, l'Entrepreneur devra soumettre les références exactes des fournitures qu'il propose de mettre en œuvre, à l'approbation du Maître d'Œuvre qui appréciera s'il y a concordance et équivalence avec les prescriptions des pièces du marché. Pour ce faire, il devra la fourniture d'une liste des produits proposés et d'un échantillonnage physique complet de l'ensemble des produits à finition visible.

Dans le cas contraire, le maître d'œuvre se réserve droit d'exiger les marques et types cités en référence dans le C.C.T.P. pour les prix et délais convenus.

Dans tous les cas, le choix définitif appartient au Maître d'Ouvrage.

Tous les travaux réalisés en dehors du présent descriptif ou de tout accord écrit de la part de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre seront repris par le titulaire du présent lot entièrement à ses frais.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 11 sur 34

Tous les éléments des installations devront être conformes à la réglementation :

- aux présentes spécifications techniques
- au DPGF
- aux plans
- (En cas de contradiction, l'ordre de citation est celui de priorité).
- être agréés par les services publics lorsqu'ils ont un droit de contrôle sur les installations
- être estampillés CE, NF-USE ou USE (La liste des matériels admis à la marque NF-USE, ou USE est donnée par les publications de l'Union Technique de l'Electricité).
- neufs et en parfait état.

L'entrepreneur choisira ses matériels de façon à obtenir une standardisation en utilisant un nombre de marques, de séries et de types aussi réduit que possible.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de faire analyser par un laboratoire officiel, aux frais de l'entrepreneur, tout matériau ou tout appareil qui paraîtrait suspect ou qui ne serait pas conforme aux spécifications du devis descriptif.

En conséquence, toute fourniture ou tout travail présentant des défauts sera refusé et toutes les conséquences de ce refus seront à la charge de l'entreprise.

NOTA :

« Le titulaire du marché doit assurer la fourniture et la pose de modules photovoltaïques de haute performance, de technologie de type silicium monocristallin.


Les modules avec leurs cellules photovoltaïques doivent satisfaire aux conditions décrites ci-après :

- Rendement du module STC minimal : 19%
- Garantie du produit : 20 ans minimum* ;
- Garantie de performance : 85 % à l'année 25 ;
- L'ensemble des modules constituant le générateur photovoltaïque doivent avoir des caractéristiques identiques avec une tolérance de +/- 5%/0% sur la valeur de la puissance crête. »

*** Le titulaire devra être en mesure de démontrer la garantie minimale de 20 ans.**

« Le bilan carbone des modules livrés en exécution du présent marché ne doit pas dépasser le plafond de 680 kg eq CO2/kWc, évalué selon la méthode annexée au présent marché.

Préalablement à toute modification des caractéristiques techniques des modules livrés en exécution du présent marché, le titulaire atteste à l'acheteur le respect du plafond précité sur la base d'une certification par un organisme ayant passé une convention avec l'État conformément aux dispositions de l'article 5 de l'arrêté du 6 octobre 2021 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations implantées sur bâtiment, hangar ou ombrière utilisant l'énergie solaire photovoltaïque, d'une puissance

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 12 sur 34

crête installée inférieure ou égale à 500 kilowatts telles que visées au 3° de l'article D. 314-15 du code de l'énergie et situées en métropole continentale.

(<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044173060>)

« Afin d'optimiser la recyclabilité des modules, le titulaire est tenu de fournir des modules garantis sans éléments perturbateurs du recyclage.

Pour être conforme à cette exigence, les modules doivent respecter, selon leur composition, pour la face avant et la face arrière les exigences suivantes :

- si composite : la résine doit être hors « époxy » et les couches polymères sans fluor ;***
- si polymères : le polymère doit être sans fluor ».***

« Afin d'optimiser la recyclabilité des modules, le Titulaire est tenu de faire apposer sur le verre composant ses modules un marquage précisant l'identité du fournisseur et la présence, ou non, d'antimoine dans le verre ».

« Afin de réduire l'impact environnemental des modules pendant les phases de fabrication, d'élimination et de recyclage, le titulaire est tenu de fournir des modules présentant un niveau de substances dangereuses aussi faible que possible.


A ce titre, :

- la teneur en plomb des modules ne peut excéder 0,1% ;***
- la teneur en cadmium des modules ne peut excéder 0,01% ».***

« Au regard de la nécessité d'assurer la continuité du service public, qui pourrait être menacée en cas de panne affectant de modules alimentant des sites en autoconsommation, le Titulaire s'engage à mettre en œuvre des mesures de gestion des risques, et en particulier du risque de rupture d'approvisionnement, tout au long de l'exécution du marché.

Le Titulaire indique et met à jour les noms, adresses, pays et éventuels points de contact de chacun des sites de stockage des pièces détachées et centres de services, notamment de maintenance, auxquels il a recours dans le cadre de l'exécution du présent marché. 15

Le Titulaire ne peut recourir, en cours d'exécution, à un autre site sans avoir obtenu l'accord préalable de l'Acheteur. En cas de changement de site en cours de marché, le Titulaire ne peut proposer que des sites présentant des caractéristiques équivalentes à celles des sites initiaux, afin de maintenir sur toute la durée du contrat un niveau constant de performance en termes de sécurité des approvisionnements, de contrôle de la qualité des produits et de respect des exigences sociales et environnementales stipulées dans les documents de la consultation.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 13 sur 34

Afin de garantir la sécurité des approvisionnements et la rapidité des interventions de maintenance sur les modules et afin de prévenir tout risque de rupture de service, conformément à l'article L.2112-4 du code de la commande publique, le Titulaire s'engage à ce que les moyens spécifiquement mis en œuvre pour la maintenance des modules acquis en exécution du présent marché soient localisés sur le territoire des Etats membres de l'Union européenne, ou de l'Espace économique européen. »

1.3.8 Garantie du matériel

Le matériel installé devra donner le maximum de fiabilité pour un service permanent. Cette garantie portera sur tous les défauts visibles ou non des matériaux employés, contre tous vices de construction ou de conception et sur le bon fonctionnement de l'installation, tant dans l'ensemble que dans les détails.

Tout le matériel fourni sera garantie contre tous les vices de construction ou de nature, pendant une durée d'au moins un an, à dater de la réception des travaux. Cette garantie inclut aussi la main d'œuvre.

Toute pièce ou élément reconnu défectueux sera remplacé. En cas de défectuosité d'un appareil, la période de garantie sera prolongée d'une durée égale à celle de l'indisponibilité.

1.3.9 Mise en service

L'Entrepreneur du présent lot doit être présent lors de la mise en service effective des installations, il assistera le service entretien pour donner toutes les indications nécessaires à la bonne marche de l'installation.

1.3.1 Condition d'exécution sur la cybersécurité

Contrôles et audits :


Durant la préparation ou la réalisation du marché, l'acheteur peut conduire ou mandater des contrôles et audits de sécurité informatique des fournitures, prestations, moyens utilisés et services proposés par le candidat ou titulaire, et leurs sous-traitants.

Dans tous les cas, des audits légitimés par la sélection ou le suivi de titulaires de marchés peuvent être réalisés sans accord préalable dès lors que les tests et sondes respectent les conventions techniques d'usage permettant de les identifier (par exemple, User-Agent référençant une URL d'explication, reverse-DNS permettant de donner une origine claire à une adresse IP, etc.).

Documentation :

Le Titulaire est tenu de fournir à première demande la documentation nécessaire à la sécurisation de ses fournitures.

En particulier, sa documentation explicite tous les flux échangés (entrants et sortants, applicatif mais aussi de maintenance, de statistiques, de mise à jour, d'administration distante, etc.), et les dispositifs de contrôle d'accès et de maintien en condition de sécurité.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	 IPH INGÉNIERIE
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 14 sur 34

Si l'emploi sécurisé du produit ou du service nécessite des actions particulières de la part des bénéficiaires du marché, elles doivent être clairement identifiées dans un chapitre Sécurité du mode d'emploi (par exemple, la procédure de changement des mots de passe par défaut ou des interfaces exposées, de mise à jour de composants logiciels...).

Etat de l'art :

La sécurisation des systèmes informatiques dépend de l'évolution des technologies. Il appartient à chaque titulaire de marché de s'aligner sur les standards et référentiels qui concernent les services qu'il propose, utilise ou met à disposition.

A première demande, le titulaire fournit tous les éléments démontrant la conformité à ces référentiels pour les services et objets numériques qu'il inclut dans son offre de fournitures. Il précise alors les domaines concernés (interfaces web et courriels), les objets et bases d'information concernées (appareils connectés, sauvegardes de données, consoles d'administration).

Concernant plus spécifiquement les appareils connectés, le titulaire met en place :

- un dispositif de lutte contre les logiciels malveillants (anti-virus, ou système de vérification et détection à base de signatures ou condensats des logiciels autorisés).
- un dispositif de mise à jour sécurisé.
- une limitation de l'exposition via les réseaux en réduisant les ports acceptant des connexions entrantes et en authentifiant les accès distants, sans faille connue (ceci exclut les connexions non chiffrés TELNET, HTTP/SMTP sans TLS, et l'emploi de mots de passe génériques ou faciles à découvrir, par exemple du fait d'un hachage insuffisant).

Signalements de sécurité :


Pour les prestations, produits et services qu'il fournit dans le cadre du marché, le titulaire met à disposition des fils publics par abonnement (flux RSS, liste de diffusion par courriel) ou autre dispositif d'information dédié à la sécurité informatique. Ces fils, identifiés dans le chapitre Sécurité des modes d'emploi, permettent aux bénéficiaires d'être tenu informés en continu des événements et changements impactant la sécurité, par exemple annonce de correctif, attaque en cours, nouvelle configuration à appliquer, violation de données à caractère personnel, etc.

Afin de garder leur pouvoir d'alerte, ces canaux de diffusion ne sont pas mélangés avec des flux commerciaux et marketing. Les fils peuvent être multiples dans le cas de fournitures en plusieurs composants mais sans laisser de vide d'information.

Réciproquement, les outils numériques mis à disposition permettent aux bénéficiaires et leurs experts en cybersécurité de signaler directement aux équipes appropriées du titulaire de possibles failles ou détournements de dispositifs de sécurité.

Afin que ces signalements soient effectifs et efficaces, les conventions d'usage en cybersécurité sont respectées (security.txt, abuse@). Dans tous les cas, il faut moins d'une minute pour trouver le point d'entrée approprié du signalement.

Après analyse partagée et vérification, le titulaire a obligation d'enregistrer les failles auprès des autorités compétentes (CERT nationaux pour les éditeurs, registres RGPD et CNIL ou équivalent pour la divulgation de données personnelles, ANSSI pour les opérateurs d'importance vitale ou de services essentiels, etc.) en

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 15 sur 34

suivant les réglementations établies. L'emploi d'un système de cotation connu (par exemple CVSS) permet de hiérarchiser l'urgence pour tous les acteurs en aval. A défaut d'action sous 3 mois, l'acheteur a la possibilité de se substituer aux titulaires dans les actions précédentes ou de pratiquer une divulgation responsable (annonce de la faille avec embargo pendant au moins 90 jours sur les détails techniques).

1.3.2 Formation

La formation des personnels fait partie intégrante de la prestation. Les personnes à former sont le personnel de maintenance.

Les formations devront permettre, aux personnels concernés, la maîtrise parfaite des fonctions attachées à son niveau de formation. Ces dispositions s'appliquent aux personnels d'exploitation mais peuvent aussi s'appliquer aux personnels susceptibles d'assurer la programmation et la maîtrise des différentes fonctions du système.

1.3.3 Démarches administratives

L'entrepreneur devra effectuer toutes les démarches administratives pour le branchement de l'installation photovoltaïque au réseau électrique du bâtiment afin de faire **l'autoconsommation et revente du surplus**.

L'entrepreneur du présent marché devra faire toutes les démarches nécessaires, avant l'exécution de ses travaux, auprès des Services Techniques intéressés. Il devra tenir le Maître d'œuvre au courant de ses demandes d'agréments 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. L'entrepreneur 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'entrepreneur se mettra en rapport avec ENEDIS pour obtenir tous renseignements utiles concernant ses études et l'exécution de ses travaux.

La pré-étude n'enlève rien à la responsabilité de l'entrepreneur. Il devra avoir l'accord d'ENEDIS sur son projet avant remise de la soumission et ne pourra réclamer aucun supplément de prix pour les modifications qui pourraient lui être imposées. Il lui appartiendra de faire réceptionner ses installations et d'obtenir les mises en service par cet organisme.

1.3.4 Réservations, percements et calfeutrement

L'entreprise devra prévoir des réservations à chaque croisement entre des canalisations électriques et un plancher, une dalle, ou un voile. Ces réservations devront être transmises au lot gros œuvre.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 16 sur 34

Les réservations devront dimensionnées pour que les canalisations puissent être retirées et posées sans effort. Les canalisations doivent occupées au maximum la moitié de la réservation.

Un fourreau est nécessaire à chaque traversée de paroi.

Pour le percement du film d'étanchéité, l'entreprise devra se mettre en relation avec l'entreprise concernée afin de mettre en œuvre le matériel nécessaire pour recréer une bonne étanchéité à l'air. Les défauts devront être corrigés par du matériel approprié (adhésif, mastic compatible), la mousse de polyuréthane est à proscrire, ainsi que le silicone.

1.3.5 Limites de prestations

D'une manière générale, l'entreprise devra l'ensemble des travaux et des fournitures nécessaires à la réalisation d'installations capables de répondre aux besoins exprimés en fonctionnement normal et dans toutes les conditions de sécurité et de régularité, sans qu'elle puisse se prévaloir d'une erreur ou d'une omission dans le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) ou sur les documents graphiques annexés.

L'ensemble des prestations évoquées dans le CCTP n'a pas de caractère limitatif, l'entrepreneur a toute latitude de prévoir les compléments permettant une parfaite finition des ouvrages, avant la signature du marché. En conséquence, pendant les travaux, l'entreprise ne pourra plus demander de suppléments.

L'entreprise fournit en temps utile aux lots intéressés toutes indications, plans et schémas nécessaires aux dits travaux.

Elle confirme et précise ou modifie après accord du Maître d'œuvre, sans pour autant qu'il y ait de conséquences financières sur un quelconque lot, les dispositions réservées dans le projet d'appel d'offres.

L'adjudicataire devra tous les percements courants, encastresments, scellements et raccords à exécuter de son fait. Les scellements seront exécutés en creux de 1 cm pour permettre les raccords d'enduit, plâtre, etc... qui seront également à sa charge. D'autre part l'entreprise devra également le calfeutrement des gaines techniques et des fourreaux nécessaires à ses prestations. Ces calfeutremments respecteront les degrés coupe-feu des parois.


Les incorporations, fourreaux et autres, respecteront notamment l'étanchéité à l'air du bâtiment.

Dans tous les cas cette étanchéité devra être à la charge du présent lot et après intervention de celui-ci, parfaite.

La prestation comprend :

Les plans de réservation et d'exécution, et toutes informations nécessaires aux autres lots pour une parfaite exécution des travaux.

Les études et les plans d'exécution

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	 IPH INGÉNIERIE
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 17 sur 34


Le transport, déchargement, stockage et manutention de tous les matériels de chantier.
La protection des matériels pour éviter toute détérioration des autres lots au cours des travaux.
La surveillance des matériels pour éviter le vol et dégradation volontaire
L'utilisation de nacelles élévatrices, échafaudages ou engins de chantier pour travailler en sécurité
La mise en place d'une ligne vie sur le pignon de la toiture pour la mise en sécurité des travailleurs.
La mise en œuvre de l'intégralité des fournitures ainsi que l'exécution des travaux divers et décrits précédemment.
Toutes les matières consommables nécessaires à la mise en œuvre des fournitures.
Les modifications pour mise en conformité avec les conditions imposées au présent marché.
Les réglages, essais et mises au point des installations.
Les fournitures et travaux prescrits par écrit par le maître d'ouvrage pouvant donner lieu à plus ou moins-value par rapport au marché de base.
L'assistance à la réception des installations.
Les travaux nécessaires pour la levée des réserves de réception. La formation du personnel d'exploitation des installations. Le dossier de fin d'affaire avec les documents précisés ci-après.
Tout ce qui est nécessaire d'une manière générale à la bonne marche des installations.
Les percements d'un diamètre inférieur ou égal au DN100mm des parois extérieures et de la structure porteuse intérieure
Après passage des réseaux le rebouchage périphérique de l'ensemble des percements demandés ou réalisés pour le présent lot, (NOTA : les calfeutremments seront réalisés avec des matériaux compatibles avec ceux des parois traversées, et devront restituer les caractéristiques coupe-feu, phonique et résistance mécanique des parois concernées),
Les percements (toutes dimensions) des parois intérieures en bloc creux de béton (hors structure porteuse), nécessaires au passage des réseaux,
La fourniture et la pose des fourreaux aiguillés et grillage avertisseurs nécessaires pour l'alimentation électrique ENEDIS,
Les démarches administratives auprès des concessionnaires (ENEDIS, ...)
Toutes gaines nécessaires au passage des liaisons électriques dans les cloisons ou encastrées dans le béton, de nature adaptée en fonction de leurs utilisations (ICTA, TPC, ...)

Travaux à la charge des autres lots

Les travaux ci-après seront réalisés par les entreprises des lots concernés sous la surveillance de l'entreprise du présent lot :

Lot Gros-Œuvre

Fourniture et pose d'une armoire générale de chantier avec prise de terre y compris liaison d'alimentation
Alimentation électrique des bungalows, bureaux, vestiaires de chantier,
Parois extérieures et structures porteuses intérieures (refend béton, plancher...) :
Les réservations et les percements d'un diamètre supérieur au DN100mm des parois extérieures et de la structure intérieure
Structure et cloisonnement créés : Les trous et réservations ainsi que les fourreaux dans les éléments porteurs à créer (poutres, planchers, voiles béton, murs porteurs de façade et de refend) à la condition expresse que les renseignements nécessaires (plans et positionnement comportant emplacement et sections) soient communiqués en temps voulu

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 18 sur 34

Lot CVCD

Ventilation des locaux techniques

Lot Charpente métallique – Couverture - étanchéité

Renforcement éventuelle de la charpente sous la structure équipée de panneaux photovoltaïques suivant le diagnostic de cet ouvrage

Pose de la couverture

Raccordement entre structure porteuse des panneaux photovoltaïque et la couverture du bâtiment

Relation avec le lot photovoltaïque lors de la réalisation de la couverture

Mise en place des cosses en toiture

Reprise de l'étanchéité

Présent lot

Installation complète du générateur photovoltaïque

Installation de la structure métallique porteuse des panneaux solaires

Relation et prestations nécessaires avec France Télécom, ENEDIS, le CONSUEL et l'organisme de contrôle, etc...

Le raccordement des équipements à partir des attentes fournies par le lot électricité

Transmission du bilan de puissance, des plans d'implantation du matériel et des plans de réservations.

Coupure d'urgence du générateur photovoltaïque

Téléreport de la production photovoltaïque

Relation avec le concessionnaire

Lot électricité

- Demandes écrites en temps utile auprès du lot photovoltaïque des besoins en alimentation des équipements (puissance, tension, courant, monophasé ou triphasé, localisation et hauteur de l'attente électrique, type de câble...)
- Alimentations des auxiliaires du lot photovoltaïque
- Amenée des liaisons de communication pour le téléreport des alarmes et production du générateur PV

1.3.6 Contrôle et essais


Il appartient à l'entrepreneur de fournir une installation achevée en parfait état de marche.

Avant la réception, l'installation sera contrôlée dans toute son étendue.

1.3.7 Mesures et essais AQC

L'entrepreneur procédera sous sa responsabilité et à ses frais, aux essais et mesures suivantes :

Mesure de l'isolement des circuits.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 19 sur 34

Mesure des tensions et courants (par string, par boîte jonction AC et DC, par onduleur, pour l'ensemble du générateur PV,...)

Mesure de la résistance de terre

Mesure des chutes de tension en charge

Mesure de la puissance, active, réactive, apparente

Mesure du facteur de puissance

Mesure de la production électrique

Vérification de l'équilibre des phases

Contrôle des organes de protection

Etablissement du cahier de recette.

Essais AQC

Indépendamment des essais réalisés par l'entreprise, l'installateur devra prévoir les frais afférents aux essais définis dans le document technique AQC. Ces essais seront réalisés selon le document N°1 et les résultats seront consignés par un PV établi selon le document N°2. Ce document sera alors transmis au Maître d'œuvre, au bureau de contrôle avec copie au bureau d'étude.

1.3.8 CONSUEL

Les installations électriques réalisées par le présent lot devront satisfaire aux conditions d'apposition du visa CONSUEL sur les attestations de conformité.

L'ensemble des frais générés, attestation et organisme vérificateur sera intégré dans l'offre de l'entreprise.


1.4 DESCRIPTION DU GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE

1.4.1 Configuration du générateur PV

La pré-étude photovoltaïque donne les résultats suivants :

- Destination de production photovoltaïque : autoconsommation et revente du surplus
- Montage des panneaux : paysage
- Nombre total de panneaux : 37
- Puissance des panneaux : 400 Wc (mono)
- Puissance installée : **14,8 kWc**
- Nombre d'onduleur : 1 de 15 kW
- Nombre de batterie : 1 de 15 kWh
- Surface unitaire panneau : 1,096x1,754 = 1,922 m²
- **Surface totale PV : environ 72 m²**

L'entreprise devra confirmer que le matériel choisit en définitif puisse respecter le diagnostic structure fourni.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	 IPH INGÉNIERIE
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 20 sur 34

1.4.2 Constitution du système

Le générateur photovoltaïque sera constitué de :

- Les panneaux solaires
- La structure porteuse des panneaux
- Les câbles courant continu
- Les boîtes de jonctions DC (Direct Current)
- Les liaisons équipotentiellles
- L'arrêt d'urgence DC
- Les onduleurs
- Les câbles courant alternatif
- Les compteurs électriques
- Les boîtes de jonctions AC (Alternantif Current)
- L'arrêt d'urgence AC
- Le tableau général photovoltaïque
- Le monitoring de l'installation
- Le panneau d'affichage télécontrôle
- L'arrêt d'urgence AC
- Les supports de distribution

L'entrepreneur devra prévoir l'ensemble des équipements nécessaires au bon fonctionnement du générateur photovoltaïque.

1.4.3 Panneaux solaires

Les panneaux solaires retenus auront les spécifications techniques suivantes :

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	IPH INGÉNIERIE
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 21 sur 34

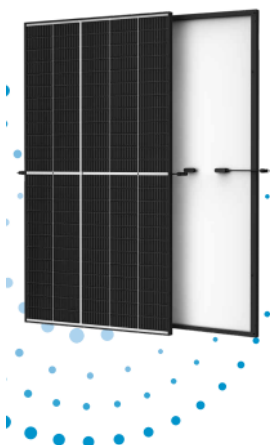
Vertex S
MODULE MONOCRYSTALLIN VERRE BACKSHEET

MODULE: TSM-DE09.08
PUISSANCE: 390-410 W

410 W+
PUISSANCE

0/+5 W
PUISSANCE DE SORTIE GARANTIE

21,3%
RENDEMENT MAXIMUM



Petit par sa taille, mais grand par sa puissance

- Jusqu'à 410 W de puissance et 21,3 % de haute densité de puissance avec technologie d'interconnexion
- Technologie multi-busbar pour une meilleure réception de la lumière, faible résistance série, amélioration de la conductivité et accroissement de la fiabilité
- Excellentes performances dans des conditions de faible luminosité grâce au process de fabrication des cellules et l'optimisation du module



Solution universelle pour les toits résidentiels et commerciaux

- Conçu pour la compatibilité avec les onduleurs grand public existants, optimiseurs et systèmes de montage
- Taille idéale et poids faible pour une manipulation facile, permettant ainsi une optimisation des coûts de transport et une plus grande facilité d'installation.
- Réduit le coût d'installation avec un maximum de puissance et une efficacité plus élevée
- Solutions d'installation flexibles pour le déploiement du système



Fiabilité élevée

- 6.000 Pa de charge de neige (charge d'essai)
- 4.000 Pa de charge de vent (charge d'essai)

Extension de Garantie du Vertex S

2 %

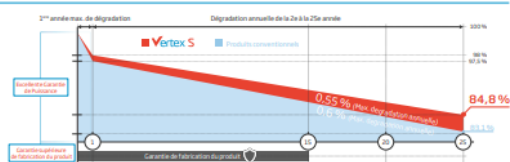
Max. dégradation de la 1^{re} année

0,55 %

Max. dégradation annuelle de la 2^e à la 25^e années

15 Ans

Garantie de fabrication du produit

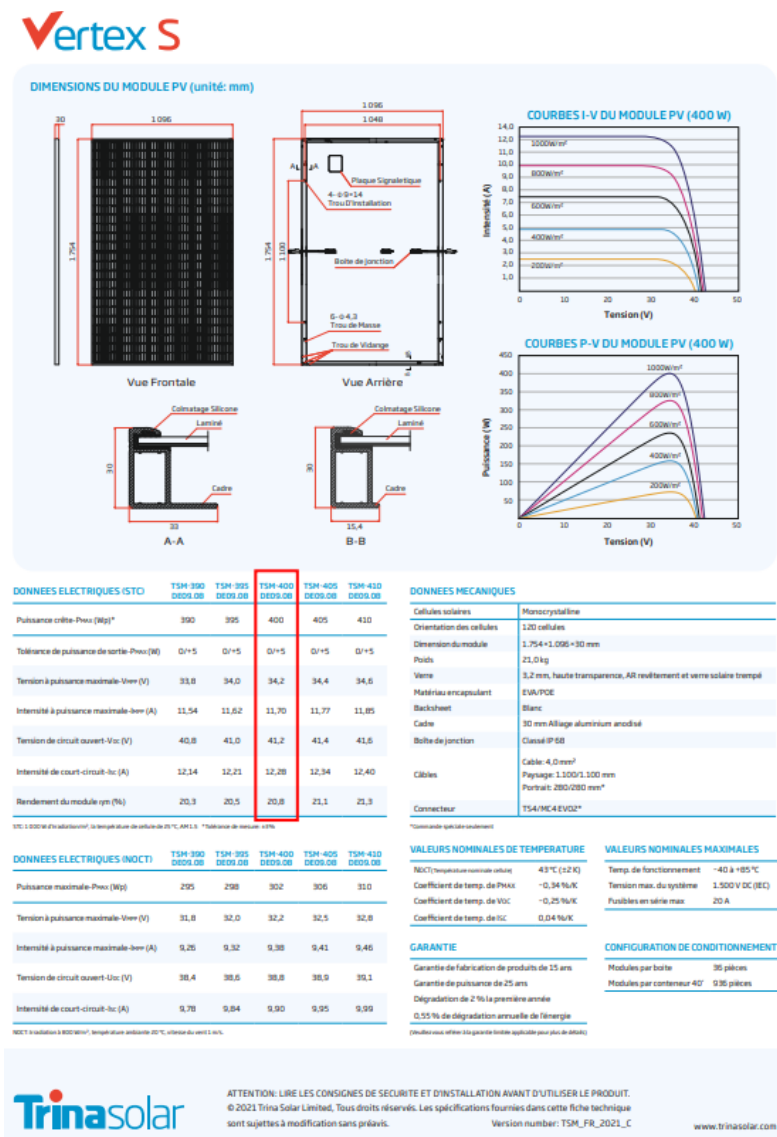


Descriptif produit et certifications



IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Norme qualité du système
ISO 14001: Norme environnementale
ISO 4064: Norme relative aux émissions de gaz à effet de serre
ISO 45001: Norme relative au management de la santé et de la sécurité au travail

Trinasolar




Les modules devront comporter :

- Une boîte de jonction IP54 minimum
- Des diodes de by-pass

Les modules PV doivent être conformes aux normes de la série :

- NF EN 61730 (tous les modules)
- NF EN 61215 (modules silicium cristallin),
- NF EN 61646 (modules en couches minces).

Nota : les panneaux solaires devront être adapté à un environnement marin.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	 IPH INGÉNIERIE
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 23 sur 34

1.4.4 Structure de fixation

Généralités

Les capteurs solaires posés sur un système de montage sur une toiture en tuiles plates et adapté au type de toiture prévus sur le bâtiment. Son principe de mise en œuvre est représenté ci-dessous.

La garantie des composants sera de 12 ans.

Tous accessoires de pose et fixation doivent être prévus par le titulaire du présent lot.

La crosse, la réservation et les reprises d'étanchéité pour le passage des câbles photovoltaïques de la toiture vers l'intérieur du bâtiment sont au lot couverture.

Les caractéristiques statiques de la construction du support devront être vérifiées par calcul dans la phase d'exécution.

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.

La structure d'intégration devra disposer d'un avis technique délivré par un organisme agréé comme le CSTB.

1.4.5 Câbles DC

Les câbles du générateur PV devront répondre aux spécifications techniques suivantes :

- Dimensionnement suivant les règles de la NF C 15-100 sur la base d'une isolation PR
- Non propagateurs de flamme
- Température sur l'âme d'au moins 90°C en régime permanent
- Monoconducteur de classe II
- Résistant aux ultra-violets (AN3)

Ils seront dimensionnés à l'aide d'un logiciel.

Les polarités (+) et (-) des câbles DC et le conducteur d'équipotentialité doivent cheminement ensemble pour limiter les aires des boucles induites.

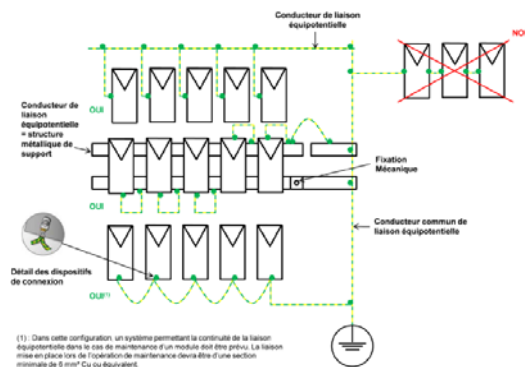
1.4.6 Mise à la terre de l'installation

L'installation devra être raccordée à la terre suivant les exigences de la NF C 15-100. Les éléments suivants doivent être raccordés à la liaison équipotentielle elle-même reliée à la terre :

- Cadres métalliques des panneaux solaires
- Structure métallique de fixation des panneaux
- Chemins de câbles métalliques
- Parafoudres
- Onduleurs

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	IPH INGÉNIERIE
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 24 sur 34

Les conducteurs en cuivre ne doivent pas cheminer en contact avec les parties en aluminium. Le principe de mise à la terre des modules photovoltaïques et la structure de fixation sera le suivant :



Le conducteur de la liaison équipotentielle aura une section minimale de 6 mm² et sera de couleur vert-jaune.

Les liaisons équipotentielles du générateur PV devront être reliées à la prise de terre du bâtiment.

1.4.7 Connecteurs

Pour simplifier l'installation, les connecteurs pourront être utilisés au niveau des capteurs PV, des boîtes de jonction, coffrets DC, onduleurs, etc...

Les connecteurs DC seront conformes à la norme NE EN 50521 ou la norme NF EN 62852. Chaque couple de connecteur mâle femelle doit être de même type et même marque. Ils doivent être démontables qu'avec l'aide d'un outil.


Ils devront être dimensionnés pour les valeurs de courant et tension identiques ou supérieures à celles des câbles.

Les connecteurs seront de type MC4.

Ils devront être :

- Spécifiés pour le courant continu
- Être de classe II
- Résister aux conditions extérieures (température, UV, humidité)
- Être IP54 minimum

Une étiquette « ne pas déconnecter en charge » devra être apposée à proximité de chaque connecteur.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 25 sur 34

1.4.8 Coffrets et armoires

Ils devront pouvoir être fermés soit au moyen d'une clé soit au moyen d'un outil ou être installés dans un local où seules les personnes habilitées peuvent y accéder.

Leur indice de protection sera au moins IP2X ou IPXXB.

Les boîtes de jonctions DC seront installés dans le local onduleur qui ceux ne peuvent être placés en toiture.

Les boîtes de jonction DC devront avoir :

- Un fusible de protection sur chaque entrée (+) et (-)
- Un parafoudre type 2
- Un interrupteur-sectionneur
- Un bornier de raccordement des liaisons équipotentiels
- Un monitoring des strings
- Les accessoires

Ces coffrets devront fermer à clé ou être ouvrables par outil. L'indice de protection sera IP65.

Les coffrets DC devront avoir la disposition constructive suivante :

- Résistants aux conditions ambiantes (température, humidité, UV,...)
- Enveloppe non propagatrice de flamme
- Protection contre les contacts directs par une enveloppe de protection IP2X minimum.
- Classe II
- Disposition des bornes terminale de telle sorte que les risques de court-circuit durant l'installation ou la maintenance soient improbables
- Ouvrables avec un outil seulement

Les boîtes de jonctions devront être installées dans un lieu accessible par les exploitants.

Chaque coffret DC devra comporter un étiquetage de repérage et de signalement du danger. Cet étiquetage devra résister aux conditions ambiantes.


Par ailleurs, côté courant alternatif, sera mis en place. Il

Les boîtes de jonction seront équipées d'un système monitoring de strings (branches).

1.4.9 Coffrets de regroupement AC

Le titulaire du présent lot devra mettre en place un coffret de regroupement AC (tableau général solaire photovoltaïque ou TG PV). Ce coffret regroupera :

- toutes les protections des canalisations AC
- un parafoudre type 2
- un interrupteur-sectionneur
- un bornier pour les liaisons équipotentiels
- Les accessoires

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 26 sur 34

Une protection différentielle de 300 mA type B est à prévoir pour chaque onduleur.

Les boîtes de jonction AC et le tableau général solaire photovoltaïque ou TG PV seront installés dans le local photovoltaïque.

1.4.10 Protection contre les contacts indirectes

Les parties courant continu (DC) seront protégées comme suite :

- Isolation double ou renforcée sur la partie du générateur PV
- Coupure automatique en schéma IT (par Contrôleur permanent d'isolement) ou TT (par DDR type B) placé côté AC suivant § 7.3.2.2 et § 7.3.2.3 de la norme XP C 15-712-3.

1.4.11 Protection contre les surintensités (surcharge et court-circuit)

La protection contre les surintensités sera assurée par :

- Fusibles : côté DC
- Disjoncteurs différentiels : côté AC

Elles devront être dimensionnées suivant les prescriptions de la norme XP C 15-712-3. Ce dimensionnement devra être justifié par une note de calcul réalisée avec un outil informatique.

Les câbles de l'onduleur doivent également être protégés.

1.4.12 Chute de tension

La chute de tension devra être au plus égale à 3% entre le générateur PV et le régulateur.

La chute de tension maximale entre les bornes AC de l'onduleur et le point de livraison devra être de 3% à puissance nominale du ou des onduleurs. Il est recommandé de limiter cette chute de tension à 1%.


1.4.13 Sectionnement

Il sera prévu des dispositifs de sectionnement omnipolaire à proximité de chaque équipement (onduleur, régulateur,...) pour permettre la maintenance. Ils seront mis en œuvre côté DC (pas d'action simultanée) et côté AC (à action simultanée).

1.4.14 Support de distribution

Les câbles DC devront être posés sur chemins de câbles adaptés aux conditions ambiantes (UV, humidité, corrosion,...). Ces chemins de câble seront posés en toiture.

Ils devront être reliés à la terre.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 27 sur 34

Les supports de distribution seront isolants et équipés d'un couvercle. Ils seront adaptés pour une température d'utilisation pouvant aller jusqu'à 90°C. Leur résistance au choc sera IK10. Ils devront avoir une certification RoHS et NF.

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.

Dans le bâtiment, les câbles AC seront posés sur les chemins de câbles CFO avec une séparation physique lors de la mise en œuvre avec les câbles dédiés aux bâtiments.

1.4.15 Coupure d'urgence

Les dispositifs de coupure d'urgence suivants doivent être mis en œuvre :

- Générateur PV : sur la partie courant continu en amont de l'onduleur. La commande sera disposée à proximité de l'onduleur
- Partie AC :
- Général : coupure de toutes les sources (générateur PV,..) afin de permettre l'intervention des services de secours. La coupure du générateur PV devra se faire au plus près des modules PV

Les arrêts d'urgence doivent couper tous les conducteurs actifs sauf en schéma TN-C, le PEN ne doit pas être coupé.

L'organe de manœuvre de la coupure d'urgence devra être reconnaissable et facilement accessible.

La coupure générale de l'installation PV sera installée à l'accueil.

1.4.16 Protection contre la foudre


Le générateur PV devra être protégé contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres. Les parafoudres seront mis en œuvre conformément à la norme XP C 15-712-3 (côté DC) et Articles 443 et 534 de la NF C 15-100.

Les parafoudres côté DC seront de type 2 et ils auront un courant nominal de décharge minimale de 5 kA en onde 8/20 µs.

Les parafoudres de la partie DC doivent être conformes à la norme NF EN 50539-11.

Les parafoudres de la partie AC doivent être conformes à la norme NF EN 61643-11.

Le raccordement à la borne de terre et aux bornes + et – du parafoudre s'effectue avec un conducteur de section minimale égale à 6 mm² Cu ou équivalent pour le type 2 et égale à 16 mm² Cu ou équivalent pour le type 1.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	 IPH INGÉNIERIE
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 28 sur 34

Si la distance entre les panneaux solaires et l'onduleur, est inférieure à 10 m, il faut mettre en place parafoudre au plus près de l'onduleur.

Si la distance entre les panneaux solaires et l'onduleur, est supérieure ou égale à 10 m, il faut mettre en place 2 parafoudres au plus près de l'onduleur : un parafoudre dans une boîte de jonction DC côté module PV, un parafoudre côté onduleur.

La longueur de câble totale reliant le parafoudre à la liaison équipotentielle doit être inférieur ou égale à 50 cm.

1.4.17 Choix des matériels

Les matériels installés à l'extérieur doivent avoir un indice de protection minimum IP44 et IK07.

Les matériels de la partie DC seront dimensionnés pour la plus grande des tensions suivantes :

- Tension maximale du convertisseur DC/AC s'il peut fonctionner en mode réversible
- Tension du générateur PV.

1.4.18 Régulateur

Sans objet.

1.4.19 Onduleur (convertisseur DC/AC)

Le titulaire du présent devra choisir l'onduleur adapté au champ photovoltaïque. Sa puissance est évaluée à 15 KW.

Sa configuration devra être réalisée. Il sera mis en place dans le local photovoltaïque.

L'onduleur doit être conforme aux normes NF EN 62109-1 et 62109-2. Il devra répondre aux spécifications techniques suivantes :


- Le courant continu qu'il génère sur réseau public de distribution doit être inférieur à 0,5% de son courant assigné

Le dimensionnement des onduleurs ci-après est donné à titre indicatif. L'entrepreneur pourra proposer d'autres configurations avec d'autres modèles ou marques permettant :

- De faciliter le câble
- D'avoir une production électrique meilleure
- D'optimiser l'installation en général

Sa solution devra être soumise à l'équipe de maîtrise d'œuvre pour approbation.

Le dimensionnement des onduleurs devra se faire avec un outil informatique, ou avec le logiciel du fabricant d'onduleur.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 29 sur 34

Le dimensionnement des onduleurs prévus dans le cadre du projet est le suivant. Il devra être adapté au modèle et marque du fabricant choisi. La configuration de l'onduleur choisi est la suivante :

1.4.20 Batteries

Sans objet.

1.4.21 Appareillage DC

L'appareillage DC sera de type industriel, conforme aux normes de la série NF EN 60947 et adaptés au fonctionnement en courant continu avec un marquage spécifique PV.

Un marquage « ne pas manœuvrer en charge » doit être installé à proximité des dispositifs de sectionnement côté DC, dans les armoires ou coffrets.

1.4.22 Câblage AC

Les câbles devront être de type U1000R2V. Le choix de leur section et les protections des départs devra se faire un outil informatique.

Les câbles AC seront dimensionnés pour limiter la chute de tension à une valeur de 1% entre l'onduleur et le point de raccordement.

Nota : la production photovoltaïque sera autoconsommée par le bâtiment. Il faut donc mettre en place le câblage AC entre la sortie des onduleurs et le coffret de regroupement AC, puis entre ce coffret et le TGBT du bâtiment.


1.4.23 Arrêt d'urgence AC

Il sera aussi prévu un arrêt d'urgence côté AC. L'ensemble des matériels et câblage devront être prévus pour réaliser la fonction arrêt d'urgence AC.

L'arrêt d'urgence AC sera installé dans un endroit facilement accessible au service de maintenance. Il devra être facilement reconnaissable.

L'arrêt d'urgence AC sera positionné 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 noirs sur fond jaune.

Les dispositifs d'arrêt d'urgence pourront de type interrupteur, disjoncteurs, contacteurs. Ils seront à **coupure omnipolaire et instantané**. Il pourra être assuré par une commande manuelle de l'organe de coupure ou par l'intermédiaire d'une action télécommandée.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 30 sur 34

L'arrêt d'urgence AC sera installé dans un coffret sous verre dormant et fermant à clé. Ce coffret devra être adapté au lieu de sa mise en œuvre.

Nota : Il sera prévu un système de report d'information situé à proximité immédiate de la commande de coupure de l'installation de production photovoltaïque. Ce système témoigne de la mise hors tension effective de l'installation


Localisation de l'arrêt d'urgence AC : à proximité de l'arrêt d'urgence ELEC du bâtiment, à l'accueil, selon plan

1.4.24 Calcul de la production photovoltaïque

L'entreprise devra réaliser en calcul de la production photovoltaïque annuelle en prenant en compte les éléments suivants :

- La localisation géographique du bâtiment
- La pente de la toiture
- L'orientation
- La modélisation du bâtiment
- Les panneaux solaires
- Les onduleurs
- Les ombrages
- Le câblage
- Les pertes du système :
- Irradiation globale
- Facteur d'ombrage
- Facteur d'IAM sur global
- Irradiance effective sur les capteurs
- Pertes due au niveau d'irradiance
- Perte due à la température
- Perte pour qualité du module
- Perte du champ pour mismatch
- Perte ohmiques
- Pertes onduleur
- Etc...

Le calcul de production devra se faire avec un outil informatique.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 31 sur 34

1.4.25 Monitoring de l'installation

Généralités

L'installation photovoltaïque devra être équipée d'un monitoring permettant la surveillance, télédiagnostic, sauvegarde et visualisation de données.

L'entrepreneur devra prévoir tous les équipements et ressources nécessaires au bon fonctionnement du système de monitoring. La mise en œuvre devra être conforme aux prescriptions du fabricant.

1.4.26 Fonctionnalités

Le monitoring devra permettre un suivi de :

- Température en sous face des panneaux
- L'ensoleillement
- Du courant sur chaque strings (ou branche) au niveau des boîtes de jonction DC
- Collecter les informations au niveau de l'onduleur (puissance, courant, tension, état de fonctionnement, etc...)
- Afficheur la puissance totale installée
- Mesurer la production électrique photovoltaïque instantanée
- Mesurer la production électrique photovoltaïque cumulée
- Récupérer les informations sur le réseau du distributeur (présence tension,...)

Cette liste n'est pas exhaustive. D'autres éléments pourront être rajoutés suivant les souhaits du Maître d'ouvrage.

Un panneau d'affichage télécontrôle sera prévu au niveau du poste à l'accueil pour l'affichage de production photovoltaïque et le CO2 économisé.


Tous les capteurs, câblages et accessoires devront être prévus.

Le monitoring sera de même marque que le fabricant d'onduleur.

1.4.27 Fonctionnalités

Afin de réaliser les fonctionnalités du système de monitoring, les équipements suivants sont à prévoir :

- Capteur d'ensoleillement
- Capteur de température
- Centrale de communication et de diagnostic
- Un panneau d'affichage télécontrôle
- Câblage
- Les accessoires

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 32 sur 34

L'entrepreneur devra prévoir l'ensemble des équipements et les câblages du système de monitoring pour livrer une installation parfaitement fonctionnelle.

La mise en œuvre des équipements et le câblage devra être conforme aux prescriptions du fabricant.

Tous les accessoires de pose et de fixation des équipements sont à prévoir.

1.4.28 Signalisation

Chaque principal composant constituant le générateur PV doit être identifié et repéré par des étiquettes facilement visibles et fixées d'une manuelle durable, inaltérables, en correspondance avec les plans et schémas de l'installation. Il s'agit notamment : boîtes de jonction, coffrets DC et AC, câbles DC et AC, onduleurs, éléments d'accumulateurs, dispositifs de protection et sectionnement, disjoncteur de branchement, dispositifs éventuels de coupure d'urgence, dispositifs éventuels de passage en mode autonome.

Par ailleurs, il est impératif de signaler la présence d'une installation photovoltaïque sur le bâtiment par une étiquette à l'accueil.

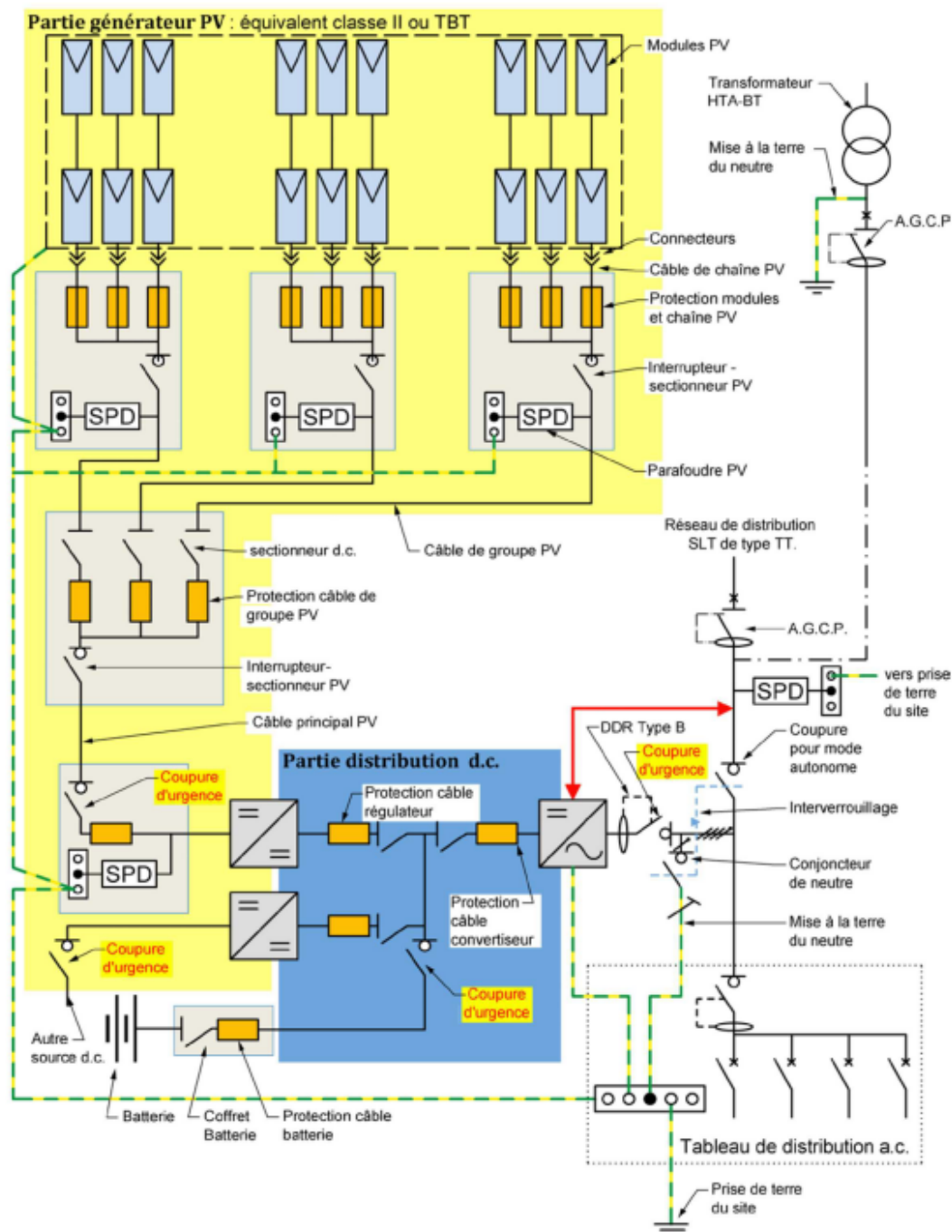
1.4.29 Dossier technique

L'entrepreneur devra fournir un dossier technique comportant les éléments suivants :


- Un schéma unifilaire de l'installation
- La nomenclature des équipements installés mentionnant les caractéristiques et références des éléments (fusibles, cartouches parafoudres,...)
- Un plan d'implantation des différents composants et modules photovoltaïques ainsi que les liaisons correspondantes
- Une description de la procédure d'intervention sur l'installation photovoltaïque et ses consignes de sécurité associées.

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	IPH INGÉNIERIE
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 33 sur 34

1.4.30 Schéma de principe du générateur PV



Source : Norme XP C 15-712-3

70716	PRO-DCE	CCTP LOT N°10 – GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUE	
22/05/2025	C	Désamiantage, Rénovation Enveloppe, Extension et Réhabilitation d'un CEI à Gonfreville L'Orcher	Page 34 sur 34

1.5 NETTOYAGE REPLI DES INSTALLATIONS DE CHANTIER

Le titulaire du présent lot aura en charge en fin de chantier :

- Le repli des installations de chantier,
- La remise en état des surfaces dégradées de toutes nature (enrobés, espaces verts, etc),
- Le nettoyage complet du chantier à l'avancement ainsi que l'évacuation à la décharge publique de tous les gravois provenant des travaux réalisés pendant son intervention.

Les prestations comprendront toutes sujétions de fourniture, pose, mise en œuvre et finitions soignées.

1.6 Dossier technique de fin de chantier

Le dossier de fin de chantier vise à permettre au Maître d'Ouvrage d'exploiter ses installations techniques sans avoir obligatoirement recours à l'entrepreneur ayant réalisé les travaux.

L'entrepreneur fournira, pour la réception, l'ensemble des notices de fonctionnement et d'entretien des matériels et des installations. Elles seront complétées de schémas et de références aux dossiers des ouvrages exécutés (D.O.E).

Ces documents sont compilés sous la forme de classeurs thématiques, dont les principaux chapitres sont :

- Un schéma électrique de l'installation photovoltaïque en précisant les types et les sections des câbles
- Plans cotés du réseau de terre
- Plans cotés des réservations
- Les notes de calcul de dimensionnement de l'installation (câble, onduleur,...)
- La note de calcul de production photovoltaïque
- La nomenclature des équipements installés mentionnant les caractéristiques et les références des éléments de remplacements (fusibles, cartouches parafoudre, ...)
- Un plan d'implantation des différents composants et modules photovoltaïques ainsi que des liaisons correspondantes
- Une description de la procédure d'intervention sur le générateur photovoltaïque et consignes de sécurité
- Notices techniques des matériels, faisant apparaître clairement les références exactes,
- Notices d'entretien et de maintenance,
- Contrôle des organes de protection et parafoudres.
- Les PV des essais, procès-verbaux des organismes de contrôle,
- Une copie de l'attestation CONSUEL
- Les attestations de fonctionnement de l'AQC.

La nomenclature de maintenance référencera de façon détaillée et exhaustive chaque élément technique utilisé dans le bâtiment. Une documentation du fabricant faisant référence aux numéros complètera la nomenclature.

L'ensemble des éléments sera à fournir en 3 exemplaires papiers + 1 exemplaire des pièces sur support informatique + un envoi numérique à l'ensemble des interlocuteurs.

Les plans informatiques seront au format DWG et en PDF. Ces fichiers seront à fournir sur une clé USB.