

## Feuille : CentraleSolaire\_Installation

Spécifications techniques - Exigences relatives à l'installation de l'unité motrice		
ID	Exigence	Document qui fournit la preuve de la conformité
Travaux de génie civil		
PP-INST-1	Construction et installation de la pergola	Plans d'installation du générateur PV Fiches techniques des matériaux de la structure PV
	- La pergola doit être ancré à une fondation en béton armé ou, à défaut, des vis de terre peuvent être utilisées si les conditions du site le permettent. L'intégrité structurelle de la fondation en béton doit être justifiée par des calculs structurels.	Notes de calcul de la structure
	- Tous les éléments de la structure doivent être pré-percés ou prédécoupés pour faciliter l'assemblage sur place. Les profilés doivent être prédécoupés à la mesure finale avant le processus d'anodisation, afin d'éviter les arêtes vives non revêtues.	
	- Toutes les connexions structurelles doivent être boulonnées et aucun élément structurel ne doit être soudé pour faciliter le montage et le démontage.	
	- Les boulons, écrous et autres fixations doivent être conçus pour un usage intensif et doivent résister au desserrage dû aux facteurs environnementaux.	
	- Il est interdit de souder, percer ou découper sur place. Toutes les pièces doivent être dimensionnées pour s'adapter à toutes leurs sections et longueurs, et tous les joints soudés doivent être inspectés et testés pour s'assurer qu'ils répondent aux normes de résistance et de sécurité.	
	- La conception de la pergola doit garantir un drainage adéquat afin d'éviter l'accumulation d'eau sur le toit. La pente du toit doit être la même que celle des modules photovoltaïques.	
	- Une échelle doit être prévue pour garantir un accès sûr à la zone de marche de la pergola	
	- Les fondations doivent être conçues pour supporter la charge de la structure, des modules photovoltaïques et des activités de maintenance.	
	- La hauteur des fondations doit être surélevée d'au moins 40 cm par rapport au niveau du sol.	
	La structure doit inclure un système intégré de collecte des eaux de pluie conçu pour capturer et diriger les eaux de pluie provenant du toit. Des gouttières seront installées pour recueillir l'eau de pluie et la stocker dans un réservoir d'eau.	
PP-INST-2	Installation du générateur PV sur la pergola	Plans d'installation du générateur PV

	- Les fixations de montage des modules doivent être en acier inoxydable SS-316.	Fiches techniques des matériaux de la structure PV
	- La séparation entre les modules PV et le système de fixation doit permettre la dilatation thermique sans provoquer de tensions susceptibles d'endommager les modules ou la structure.	Notes de calcul de la structure
	- Les connexions des rayonnages doivent être verrouillées par des boulons. Les vis autotaraudeuses ne sont pas autorisées.	
PP-INST-3	La compatibilité des matériaux et l'utilisation de métaux différents doivent être prises en compte. Les modules PV et le matériel de montage (boulons, vis, rondelles, etc.) doivent être bien protégés contre la corrosion. Le matériel de montage en acier en contact avec du matériel en aluminium est un exemple de combinaison de métaux présentant un potentiel élevé de corrosion.	Plans d'installation des générateurs photovoltaïques
	Les métaux dissemblables peuvent être séparés par des rondelles en polymère fluorocarboné, en phénol ou en caoutchouc néoprène.	Fiches techniques des matériaux de la structure photovoltaïque
PP-INST-4	Ombrage.	Rapports sur les travaux de construction
	Les mesures nécessaires doivent être prises pour éviter les ombres pendant $\pm 4$ heures du midi solaire, en coupant les arbres et la végétation si nécessaire.	
PP-INST-5	Construction du bâtiment technique :	Rapport d'ingénierie détaillé
	- S'il s'agit d'une maçonnerie massive : Elle doit être basée sur des pierres, des briques ou des briques creuses en béton. Ils doivent être enduits à l'intérieur et à l'extérieur, et au moins l'intérieur doit être enduit de plâtre lisse et peint.	Dessins techniques de la structure du bâtiment
	-Toiture : Inclinée (minimum 5%). Doit être étanche à l'eau et aux intempéries dans le temps. Doit prévoir la gestion des eaux de pluie et des eaux de ruissellement.	Fiches techniques des matériaux de construction
	-La qualité du béton utilisé pour les fondations doit être adaptée aux conditions environnementales locales. Le Constructeur devra fournir tous les calculs structurels nécessaires au Maître d'Ouvrage pour approbation.	
	-La surface couverte par les fondations doit être au moins plus grande que le bâtiment technique, avec une distance de 70 cm du mur à l'avant et de 20 cm pour les autres côtés. Les études de sol et les calculs structurels fournis par l'entrepreneur doivent être pris en compte.	
	-Sol : fini avec un matériau imperméable et résistant aux chocs.	
PP-INST-6	Bâtiment technique - local technique :	Dessins techniques de la structure du bâtiment
		Dessins techniques de l'installation du bâtiment
	- Le local doit avoir une porte sécurisée avec une serrure inviolable pour empêcher le vol ou l'accès non autorisé.	

PP-INST-7	Bâtiment technique - bureau :	Dessins techniques de la structure du bâtiment
		Dessins techniques de l'installation du bâtiment
	-Elle doit comporter une fenêtre.	
	-Elle comprend un bureau avec au moins 2 tiroirs, une chaise de bureau et une poubelle de bureau. Le bureau doit avoir une largeur d'environ 1,20 m.	
	-La salle de bureau doit avoir une porte sécurisée avec une serrure appropriée pour garantir l'intimité et la sécurité.	
PP-INST-8	Bâtiment technique - salle de stockage :	Dessins techniques de la structure du bâtiment
		Dessins techniques de l'installation du bâtiment
	-Une étagère industrielle en métal doit être fournie. Elle ne doit pas être plus petite que 200 x 200 x 60 cm (hauteur, largeur, profondeur) et comporter au moins 5 étagères permettant une charge minimale de 150 kg par étagère. L'étagère doit être correctement fixée au mur à l'aide de chevilles de construction.	
	-L'entrepreneur doit présenter un croquis de l'occupation de la pièce indiquant l'emplacement des pièces détachées et de l'étagère pour justifier que la pièce est suffisamment grande.	
	-La pièce doit avoir une porte sécurisée avec une serrure inviolable pour protéger les outils et les pièces détachées de valeur.	
PP-INST-9	Bâtiment technique - Toilette :	Dessins techniques de la structure du bâtiment
		Dessins techniques de l'installation du bâtiment
	-Une petite poubelle de toilette et un placard de salle de bain à fixer au mur doivent être fournis.	
	- Une trousse de premiers secours doit être conservée dans l'armoire.	
	- L'accès à la salle de bains doit se faire de l'extérieur.	
	- L'entrée doit comporter une porte verrouillable pour garantir l'intimité et la sécurité.	
PP-INST-10	Ouvertures :	Dessins techniques des structures des bâtiments
		Fiches techniques des matériaux de construction
	- Porte d'accès principale en métal ou en PVC, verrouillable, résistante aux intempéries, s'ouvrant vers l'extérieur et équipée d'une barre de poussée à l'intérieur.	
	- Portes intérieures en bois (non verrouillables). Elles doivent s'ouvrir vers la sortie du bâtiment en cas d'urgence et être équipées d'une barre de poussée. -	
	Fenêtres	

	installées sur les murs non exposés au(x) vent(s) dominant(s)	
	- Fenêtres ouvrantes (type naco-réglable) avec moustiquaire en acier inoxydable, grille de protection (intrusion), et volets de protection métalliques (protection contre le soleil et les fortes pluies)	
	- Protection (type brise-soleil) au-dessus des fenêtres pour l'entrée de la pluie.	
PP-INST-11	Gestion thermique du bâtiments technique :	Calcul du coefficient de transmission thermique
	- Les parties critiques (batteries, équipement électronique) ne doivent pas être construites sur une façade orientée à l'ouest.	
	- Le coefficient de transmission thermique des éléments opaques de l'enveloppe de la salle des batteries doit être inférieur à 0,7 W/(m <sup>2</sup> K). L'isolation en polystyrène extrudé (EPS) n'est pas autorisée.	Dessins techniques de la structure du bâtiment
	- Le coefficient de transmission thermique des éléments opaques de l'enveloppe de toutes les autres pièces doit être inférieur à 1,0 W/(m <sup>2</sup> K). L'isolation en polystyrène extrudé (EPS) n'est pas autorisée.	
	- Le coefficient de transmission thermique des fenêtres doit être inférieur à 1,1 W/(m <sup>2</sup> K) et être constitué de double vitrage.	Plans d'installation du bâtiment technique
	- Le local technique abritant l'équipement électronique doit être thermorégulé par des extracteurs d'air mécaniques. Les ouvertures sont conçues de manière à optimiser le flux autour des équipements de dissipation de chaleur. Les ouvertures comporteront des filtres adaptés au type de poussière envisagé.	
	- La salle des batteries doit être climatisée. Le climatiseur doit avoir un taux d'efficacité énergétique combiné (CEER) minimum de ≥10, garantissant une performance énergétique efficace qui respecte ou dépasse les normes industrielles pour les modes de refroidissement et de veille.	Rapport d'ingénierie détaillé
	Compte tenu de la température ambiante indiquée dans les conditions environnementales, le rapport de conception technique détaillée doit prouver que la conception de la gestion thermique proposée (puissance de l'extracteur d'air, puissance de la climatisation, ouvertures de ventilation, etc :)	Fiche technique des extracteurs et du système de climatisation
	- maintient le local technique à une température ne dépassant pas de plus de 3°C la température ambiante.	
	- Permet à l'équipement électronique de fournir la puissance requise (les courbes de déclassement (puissance en fonction de la température) des fabricants doivent être prises en compte).	Fiches techniques des matériaux de construction
	- Empêche que la température de la salle des batteries ne dépasse 25 °C.	
PP-INST-12	Sécurité du bâtiment technique :	Plans techniques d'installation du bâtiment
		Fiche technique alarme

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La batterie et les locaux techniques doivent être équipés de détecteurs de fumée reliés à une alarme visuelle et sonore à faible consommation. L'alarme visuelle doit être visible de l'extérieur. -</li> </ul>	
	<p>Les salles des batteries et les salles techniques doivent être équipées d'extincteurs</p>	
	à CO2 .	Fiche technique extincteur
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La température à l'intérieur de la salle des batteries doit être surveillée pour détecter une augmentation anormale de la température. Un système d'alarme doit être inclus pour avertir l'opérateur si la température de la salle dépasse une valeur spécifiée.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendant la phase de conception, l'entrepreneur doit justifier l'itinéraire de sortie en cas d'urgence (toutes les portes doivent être équipées de barres de poussée et s'ouvrir vers la sortie du bâtiment).</li> </ul>	
PP-INST-13	Accessoires pour le bâtiment technique :	Dessins techniques d'installation des bâtiments
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Une table et deux chaises dans le local technique.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Une armoire suffisamment grande pour stocker les pièces de rechange et les outils O&amp;M.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un conteneur de collecte de 3 m3 pour le stockage des déchets électriques et électroniques doit être prévu. L'emplacement précis sera indiqué par le contractant au cours de la phase de conception finale.</li> </ul>	
PP-INST-14	Installation électrique intérieure de la centrale :	Dessins techniques d'installation des bâtiments
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Le bâtiment technique doit être alimenté en permanence par une (des) ligne(s) d'alimentation dédiée(s) à partir du tableau principal d'alimentation en courant alternatif, indépendamment de la sortie de la ligne de distribution principale. L'alimentation doit être monophasée.</li> </ul>	Fiches techniques des LED
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chaque pièce doit être équipée d'un système LED à faible consommation. Toutes les pièces, à l'exception des toilettes, doivent être équipées de deux prises de courant de 10 A.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'installation électrique doit être conforme aux normes nationales ou à la norme IEC 60364.</li> </ul>	
	L'installation électrique intérieure doit avoir une tension nominale de 230V.	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Point d'éclairage extérieur LED à faible consommation à la porte d'entrée principale du bâtiment technique.</li> </ul>	
PP-INST-15	Gestion de l'eau de la centrale :	Plans de gestion de l'eau des centrales électriques
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le système de drainage doit être construit séparément pour éviter les écoulements d'eau susceptibles d'entraîner l'érosion des fondations. En fonction de la pente du</li> </ul>	Plans d'installation des bâtiments techniques

	terrain, des drains doivent être mis en place pour éviter le ravinement pendant la saison des pluies (par exemple, créé par l'eau tombant à travers les modules photovoltaïques).	
	- Un système de collecte de l'eau de pluie doit être installé pour recueillir l'eau de pluie qui tombe sur le toit de la pergola, qui sera stockée dans un réservoir de 2 000 litres installé au-dessous ou au niveau du sol. Une pompe manuelle sera utilisée pour pomper l'eau de ce réservoir vers un réservoir de 100 litres qui sera installé sur le toit du bâtiment technique. Ce réservoir plus petit fournira de l'eau aux toilettes, à la douche et à l'évier du bâtiment technique par gravité. Les réservoirs doivent être fabriqués dans un matériau résistant aux UV. Une pompe électrique de capacité suffisante doit être incluse pour fournir l'eau nécessaire au nettoyage des modules photovoltaïques sur la pergola.	
	- Un système d'évacuation des eaux usées doit être inclus, comprenant une fosse septique pour les solides et un puits d'infiltration pour les liquides.	
PP-INST-16	Périmètre de la centrale électrique : Clôture de sécurité : poteaux métalliques protégés contre la rouille recouverts de treillis métallique. Le treillis métallique doit avoir un diamètre d'au moins 3 mm et doit être protégé contre la torsion. Hauteur $\geq 2$ m au-dessus du niveau du sol. Porte d'entrée principal, de même hauteur que la clôture de sécurité, largeur $\geq 3,5$ m, verrouillable. Porte d'entrée piéton, de même hauteur que la clôture de sécurité, largeur $\geq 0,8$ m, verrouillable, peut être intégré dans le portail d'entrée principal. Plusieurs éclairages de sécurité doivent être installés sur le site garantissant un minimum de 10 lumens/m <sup>2</sup> , en tenant compte de la surface totale occupée par la centrale électrique. Les pertes d'ombrage causées par les éclairages de sécurité doivent être inférieures à 0,1 % du rendement énergétique annuel PV. Ils peuvent être des lampadaires solaires autonomes ou des points d'éclairage public alimentés par le tableau CA principal.	Plans d'installation de la clôture de sécurité et des portes d'entrée
Exigences générales en matière de câblage		
PP-INST-16	Les sections des câbles doivent garantir les chutes de tension maximales suivantes :	Rapport d'ingénierie détaillé
	- Du générateur PV à couplage CC aux régulateurs de charge PV : 2 %, compte tenu du courant de court-circuit du générateur PV dans des conditions STC.	
	- Des régulateurs de charge PV au bus CC : 0,5 %, compte tenu du courant de sortie maximal des régulateurs de charge PV.	
	- Du bus CC à la batterie : 0,5 %, en considérant la valeur maximale entre (1) le courant de charge maximal envisagé et (2) le courant de décharge maximal envisagé. Le premier est donné par la conception du contractant, le second est donné par la	

	puissance continue minimale de l'onduleur de batterie selon les exigences du projet.	
	- Du bus CC à l'onduleur multifonctionnel : 0,5 %, en considérant un courant de décharge correspondant à la puissance continue minimale de l'onduleur multifonctionnel conformément aux exigences du projet.	
	- De l'onduleur multifonctionnel au tableau CA principale : 1,5 %, en tenant compte du courant de sortie maximal des régulateurs de charge et de la tension nominale de la batterie.	
	- Du générateur PV couplé au CA au tableau CA principal, via les onduleurs PV : 3 %, compte tenu du courant de court-circuit du module PV dans des conditions STC.	
	La résistivité du cuivre à une température de 90 °C doit être prise en compte.	
PP-INST-17	L'installation électrique doit être conforme à la dernière version du NF C15-100 ou IEC 60364	Rapport d'ingénierie détaillé
		Dessin SLD
PP-INST-18	Tous les câbles doivent être soigneusement installés et fixés à l'aide de dispositifs de fixation appropriés disposés à intervalles réguliers. Les câbles ne doivent supporter aucune charge mécanique sur leurs terminaisons.	Rapports sur les travaux de construction
Générateur PV		
PP-INST-21	La séparation entre les modules photovoltaïques et le système de fixation doit permettre la dilatation thermique sans transmettre de contraintes susceptibles de nuire à leur intégrité ou de provoquer des déformations.	Schéma d'installation du générateur photovoltaïque
PP-INST-22	Si le générateur PV est installé à une hauteur supérieure à 2,5 m du sol, la sécurité des travailleurs doit être assurée par l'installation d'une ligne de sécurité au sommet du toit/de l'avent. La disposition du générateur photovoltaïque sur la pergola doit être conçue de manière à permettre des couloirs suffisamment larges (>50cm de large) pour effectuer les tâches d'O&M sur le générateur photovoltaïque.	Schéma d'implantation de la centrale photovoltaïque (ou schéma d'installation du générateur photovoltaïque)
		Fiche technique Lifeline
PP-INST-23	Les boîtes de jonction PV doivent respecter les dispositions suivantes :	Dessin physique du tableau électrique
		Fiche technique du tableau électrique
	- Boîtier ignifugé avec une classe de protection d'au moins IP 65 et IK 07. La porte doit être munie d'un joint en caoutchouc et de presse-étoupes au niveau des insertions de câbles.	
	- Toutes les insertions de câbles doivent passer par un presse-étoupe. Le presse-étoupe doit être correctement dimensionné et serré en fonction du diamètre extérieur du câble. Plusieurs câbles ne doivent pas passer par un même presse-étoupe.	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trous de ventilation pour évacuer la chaleur dégagée par les protections et éviter toute condensation. -</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conçus pour</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>éviter tout mauvais contact électrique (l'utilisation de borniers à ressort est préférable)</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conçus pour minimiser le risque de court-circuit entre polarités différentes (par exemple, séparation physique entre les porte-fusibles (ou borniers) positifs et négatifs avec une isolation appropriée). -</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espacement autour des protections pour faciliter la dissipation de la chaleur</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation de câbles unipolaires à double isolation à l'intérieur de la carte</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation d'une isolation de classe II</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conformité à la norme IEC 61439. -</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matériaux résistant aux UV</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verrouillable pour des raisons de sécurité</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le sectionneur à interrupteur CC doit être accessible depuis la face avant extérieure de la carte pour permettre une déconnexion d'urgence.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne doit pas être exposé à la lumière directe du soleil.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tous les boulons de connexion électrique doivent être en acier inoxydable 316.</li> </ul>	
PP-INST-24	<p>Les fusibles PV doivent être de type gPV et leur courant nominal, <math>In</math>, doit être conforme à <math>1.4 \text{ Isc,STC} &lt; In &lt; \text{IRM}</math></p>	Dessin SLD
		Fiche technique des fusibles
	<p>, <math>\text{Isc,STC}</math> étant le courant de court-circuit de la chaîne PV dans les conditions STC, et <math>\text{IRM}</math> le courant maximal pouvant traverser le module PV.</p>	Rapport de conception technique détaillé
	<p><math>In</math> doit être déclassé en fonction de la température ambiante maximale spécifiée dans les conditions environnementales.</p>	
	<p>Leur tension nominale doit être <math>\geq 1,1 \times \text{VOC,STC}</math>, <math>\text{VOC,STC}</math> étant la tension en circuit ouvert de la chaîne PV ou du réseau dans les conditions STC.</p>	
PP-INST-25	<p>L'interrupteur-sectionneur CC dans la boîte de raccordement PV doit être conforme à :</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- spécifié pour le fonctionnement en CC</li> </ul>	Fiche technique de l'interrupteur-sectionneur à dessin SLD
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- la tension nominale doit être <math>\geq 1,1 \times \text{VOC,STC}</math> étant <math>\text{VOC,STC}</math> la tension en circuit ouvert de la chaîne PV ou du groupe dans les conditions STC. -</li> </ul>	
	<p>Courant nominal <math>\geq</math> la somme de tous les courants des fusibles gPV</p>	
	<p>Remarque : Un disjoncteur CC peut remplacer l'interrupteur-sectionneur et assurer les fonctions de commutation, d'isolation et de protection des câbles si le</p>	

	disjoncteur est correctement dimensionné et n'est pas polarisé.	
PP-INST-26	Les SPD CC doivent avoir une tension nominale $\geq 1,1 \times VOC,STC$ et un courant de décharge nominal $\geq 5 \text{ kA}$ , VOC,STC étant la tension en circuit ouvert de la chaîne PV ou du générateur dans les conditions STC.	Dessin SLD et fiches techniques SPD.
PP-INST-27	Acheminement des câbles des générateurs photovoltaïques à l'extérieur :	Plans d'installation des générateurs photovoltaïques
	<p>- Au niveau des modules PV : Les deux polarités (+ et -) doivent aller ensemble, aussi près que possible du câble de mise à la terre afin de minimiser les boucles d'induction. Ils doivent être protégés de la lumière directe du soleil et correctement fixés à la structure.</p> <p>- Installation photovoltaïque en toiture/avent vers le local technique : Câbles PV (+ et -) dans un conduit en PVC ondulé adapté à la pose souterraine, d'un diamètre au moins trois fois supérieur à la somme des diamètres de tous les câbles. Le conduit sera installé sous terre à une profondeur d'au moins 50 cm. Le conduit doit être installé sur une couche de sable de 5 cm. En cas de faible disponibilité de sable, un criblage sur place du sol creusé est admis pour éliminer les pierres (diamètre maximum de 15 mm). Le conduit doit également être recouvert d'une couche de sable de 5 cm, et un tamisage sur place du sol creusé est également admis pour enlever les pierres (diamètre maximum de 15 mm). Le conducteur de liaison équipotentielle sera installé dans la même tranchée, au fond, à une distance minimale de 5 cm du conduit en PVC. Un grillage d'avertissement rouge sera ajouté entre le conduit et le niveau du sol à une profondeur minimale de 20 cm. -</p>	
	Les câbles de communication (par exemple ceux des onduleurs photovoltaïques extérieurs) doivent être installés dans un conduit en PVC ondulé	
	spécifique, séparé des câbles d'alimentation. Le conduit doit être enterré à une profondeur minimale de 40 cm, en respectant les mêmes conditions d'installation que le conduit en PVC ondulé pour les câbles photovoltaïques. Un grillage d'avertissement vert doit être ajouté entre le conduit et le niveau du sol à une profondeur minimale de 20 cm.	
	- Tout câble exposé à la lumière du soleil doit être protégé par des conduits ou des gaines résistant aux UV. Cela s'applique en particulier aux câbles exposés du générateur photovoltaïque et aux trous pratiqués sur le mur du bâtiment technique, où des tuyaux rigides, tels que des tuyaux d'évacuation en PVC, ou des tuyaux métalliques peuvent être utilisés.	
	- Des colliers de serrage noirs résistants aux UV ou des colliers métalliques doivent être utilisés pour la gestion des câbles à l'extérieur.	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les câbles ne doivent pas entraver l'écoulement des eaux de pluie ni constituer une source d'accumulation de poussière.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le rayon de courbure autorisé des câbles doit toujours être respecté. -</li> </ul>	
	<p>Le passage des câbles à travers les toits ou les murs doit se faire au moyen d'un tuyau approprié, en maintenant l'étanchéité et en évitant l'intrusion d'insectes et d'animaux.</p>	
PP-INST-28	<p>Les câbles PV doivent être en cuivre, de type H1Z2Z2-K, certifiés par le TÜV conformément aux normes IEC 62930 et EN 50618.</p>	Fiche technique du câble
PP-INST-29	<p>Les connecteurs PV doivent être conformes à la norme IEC 62852, avec un indice de protection <math>\geq</math> IP 65. Tous les connecteurs doivent provenir du même fabricant.</p>	Fiche technique du connecteur PV
PP-INST-30	<p>Il est interdit de couper les câbles des modules photovoltaïques et d'installer des connecteurs autres que ceux d'origine.</p>	Rapports sur les travaux de construction
PP-INST-31	Risque de vol.	Rapport d'ingénierie détaillé
	<p>La conception doit minimiser autant que possible le risque de vol des modules photovoltaïques (par exemple, vis inviolables).</p>	
		Fiche technique des vis
PP-INST-32	<p>Si l'onduleur photovoltaïque est installé à l'extérieur, il doit être installé sur une structure dédiée ou sur les murs extérieurs du bâtiment technique. L'onduleur doit être protégé de la pluie et de la lumière directe du soleil. Lorsqu'il est placé à l'extérieur, une cage métallique verrouillable doit être prévue pour prévenir le vandalisme tout en assurant une ventilation adéquate de l'onduleur.</p>	Schéma d'installation du générateur photovoltaïque
Composants à l'intérieur du bâtiment technique		
PP-INST-33	<p>Exigences générales en matière d'installation des composants :</p>	Dessins techniques d'installation des bâtiments
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'installation de tous les équipements doit respecter les directives du fabricant. Une attention particulière doit être accordée à une ventilation adéquate et aux distances minimales de séparation des batteries et de l'équipement électronique (onduleurs, contrôleurs, etc.). L'installation doit faciliter les éventuels remplacements ultérieurs.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'équipement doit être idéalement fixé à une hauteur comprise entre 1,50 m et 1,80 m.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les équipements électroniques ne doivent pas être installés à proximité d'objets inflammables. Les vapeurs explosives doivent être tenues à l'écart.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'équipement électronique doit être installé aussi près que possible de la batterie.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'équipement électronique et la batterie doivent être protégés de la lumière directe du soleil.</li> </ul>	

	- Les bornes de la batterie doivent être protégées par un matériau isolant afin d'éviter les courts-circuits accidentels.	
PP-INST-34	Acheminement des câbles dans la salle technique :	Dessins techniques d'installation des bâtiments
	- Les câbles seront acheminés dans des chemins de câbles avec des croisements limités et des chemins séparés pour chaque type de courant (courant PV CC, courant de bus CC, courant de bus CA).	
	- Les câbles de communication doivent être installés dans un conduit en PVC dédié, séparé des câbles d'alimentation.	
	- Les câbles seront disposés en ruban à couche unique (pas de torons, de couches multiples ou de disposition désordonnée).	
	- Les câbles constituant la prise de terre passeront sur les mêmes chemins de câbles que les conducteurs actifs.	
	- Si les câbles sont unipolaires, le cheminement doit être tel que les câbles (+), (-) et le conducteur d'équipotentialité soient réunis pour éviter les boucles d'induction qui peuvent être dommageables en cas de surtensions dues à la foudre.	
	- Le système de gestion des câbles doit être solidement fixé en ligne droite (horizontale ou verticale) et à une distance minimale de 30 cm en dessous de la partie inférieure de l'équipement fixé au mur.	
	- Le rayon de courbure admissible des câbles doit toujours être respecté. - Si les câbles sont installés dans des tranchées, celles-ci doivent être recouvertes de plaques d'acier antidérapantes facilement amovibles pour l'entretien (moins de 25 kg/unité, avec poignées). Elles doivent être peintes en rouge.	
PP-INST-35	Si plusieurs batteries sont connectées en parallèle au même coffret CC, toutes les longueurs des câbles reliant la batterie à la coffret CC doivent être identiques.	Dessins techniques d'installation des bâtiments
PP-INST-36	Si plusieurs onduleurs de batterie/hybride sont connectés en parallèle au même coffret CC, toutes les longueurs des câbles reliant les onduleurs de batterie au coffret CC doivent être identiques.	Dessins techniques d'installation des bâtiments
PP-INST-37	Si plusieurs régulateurs de charge PV sont connectés en parallèle au même coffret CC, toutes les longueurs des câbles reliant les régulateurs de charge PV au coffret CC doivent être identiques.	Dessins techniques d'installation des bâtiments
PP-INST-38	Différents circuits ne peuvent pas être protégés par le même dispositif de protection contre les surintensités (par exemple, les sorties CA de deux onduleurs de batterie ne peuvent pas être protégées par le même disjoncteur CA).	Dessin SLD
PP-INST-39	Les câbles utilisés pour le côté batterie CC doivent être en cuivre, unipolaires, de type H07 RNF.	Fiche technique du câble
PP-INST-40		Fiche technique du câble

	Les câbles CA doivent être en cuivre, multibrins, de type H07 RNF.	
PP-INST-41	Le coffret de protection PV doit respecter les dispositions suivantes :	Dessin physique du tableau électrique
		Fiche technique du tableau électrique
	- Boîtier ignifugé avec un indice de protection d'au moins IP 44 et IK 07	
	- Trous de ventilation pour évacuer la chaleur dégagée par les protections et éviter toute condensation. -	
	Conçu pour	
	éviter tout mauvais contact électrique (l'utilisation de borniers à ressort est préférable)	
	- Conçu pour minimiser le risque de court-circuit entre différentes polarités (par exemple, séparation physique entre les porte-fusibles (ou borniers) positifs et négatifs avec une isolation appropriée). -	
	Espacement autour des protections pour faciliter la dissipation de la chaleur	
	- Utilisation de câbles unipolaires à double isolation à l'intérieur de la carte	
	- Utilisation d'une isolation de classe II	
	- Conformité à la norme IEC 61439. -	
	être installés aussi près que possible des régulateurs de charge PV+	
	- Tous les boulons de connexion électrique doivent être en acier inoxydable 316.	
PP-INST-42	Le coffret CC principal doit respecter les dispositions suivantes :	Dessin physique du tableau électrique
		Fiche technique du tableau électrique
	- Enveloppe ignifugée avec un degré de protection d'au moins IP 44 et IK 07	
	- Trous de ventilation pour évacuer la chaleur dégagée par les protections et éviter toute condensation. -	
	Conçu pour	
	éviter les mauvais contacts électriques (pour les câbles d'une section supérieure à 25 mm <sup>2</sup> , des cosses tubulaires reliées aux jeux de barres par des écrous boulonnés sont nécessaires)	
	- Conçu pour minimiser les risques de court-circuit entre les différentes polarités (par exemple, séparation physique entre les jeux de barres positifs et négatifs avec un isolant approprié). -	
	Espacement autour des protections pour faciliter la dissipation de la chaleur	
	- Utilisation de câbles unipolaires à l'intérieur de la carte	
	- En cas de fonctionnement en BT (tension nominale > 120 Vcc), une isolation de classe II est requise	
	- Conformité à la norme IEC 61439.	

	- Être installé aussi près que possible de la batterie.	
	- Tous les boulons de connexion électrique doivent être en acier inoxydable 316.	
PP-INST-43	Le coffret CA principal doit respecter les dispositions suivantes :	Dessin physique du tableau électrique
		Fiche technique du tableau électrique
	- Boîtier ignifugé avec un indice de protection d'au moins IP 44 et IK 07.	
	- Trous de ventilation pour évacuer la chaleur dégagée par les protections et éviter toute condensation.	
	- Conçu pour éviter les mauvais contacts électriques.	
	- Espacement autour des protections pour faciliter la dissipation de la chaleur.	
	- Utilisation de câbles unipolaires à l'intérieur du boîtier.	
	- Utilisation d'une isolation de classe II.	
	- Conformité à la norme IEC 61439.	
	- Une feuille isolante supplémentaire à l'intérieur de la carte pour la protéger contre les contacts directs.	
	- Tous les boulons de connexion électrique doivent être en acier inoxydable 316.	
PP-INST-44	Le commutateur de transfert manuel peut être intégré dans le coffret CA principal.	Dessin SLD du tableau électrique
		Dessin physique du tableau électrique
PP-INST-45	Les SPD CC doivent avoir une tension nominale $\geq 1,1 \times VOC,STC$ et un courant de décharge nominal $\geq 5 \text{ kA}$ , VOC,STC étant la tension en circuit ouvert de la chaîne PV ou du générateur dans les conditions STC.	Dessin SLD et fiches techniques SPD.
PP-INST-46	Communication et contrôle :	Diagramme de communication
	- Tous les matériaux nécessaires à la connexion à l'internet (3G ou 4G) pour permettre la surveillance à distance doivent être inclus.	
	- Le système de communication doit être filaire (le sans-fil n'est pas autorisé).	Diagramme de ligne unique
	- L'irradiation doit être mesurée soit par un pyromètre, soit par une cellule de référence à base de silicium monocristallin, avec une classe de précision B ou supérieure.	
	- Le capteur d'irradiation doit être placé de manière à mesurer l'irradiation horizontale globale.	Rapport d'ingénierie détaillé
	- Si la plate-forme de communication et de contrôle comporte des circuits de communication provenant de l'extérieur du bâtiment technique (donc plus exposés aux surtensions d'origine atmosphérique), elle doit être protégée contre les surtensions.	
	- Tous les compteurs d'énergie supplémentaires (à l'exception de ceux qui sont intégrés dans des composants	Fiche technique des compteurs d'énergie

	électroniques tels que les régulateurs de charge PV, les onduleurs de batterie, les BMS Li-ion ou les onduleurs PV) doivent être conformes à ce qui suit :	
	-Classe d'exactitude II. -	
	une	
	consommation électrique ≤ 2 W	
	- un affichage qui indique la tension, le courant et la puissance instantanés, ainsi que l'énergie cumulée en kWh.	
	- Conformité aux normes CEI 61326, EN 61000 ou équivalentes.	
PP-INST-47	La détection de tension des compteurs d'énergie doit être protégée par des disjoncteurs appropriés.	Dessin SLD
PP-INST-48	Dans les circuits CA des onduleurs multifonctionnels/hybride, des onduleurs PV et du générateur de secours, des cosses tubulaires doivent être serties à l'extrémité de toutes les connexions à l'intérieur des bornes à vis ou à cage de l'équipement et des cartes CA.	Rapports sur les travaux de construction
PP-INST-49	Chaque tableau électrique doit avoir son SLD imprimé, fourni sur une chemise séparée à la porte.	Rapports sur les travaux de construction
PP-INST-50	Les outils O&M suivants doivent être fournis et installés dans un endroit dédié dans la salle de stockage :	Dessins techniques d'installation du bâtiment
	- 2 paires de chaussures de sécurité	Fiches techniques des composants
	- 2 casques	
	- 2 paires de gants isolants (1000Vac/1500 Vdc)	
	- 1 multimètre numérique avec pince de courant DC et AC (cat III jusqu'à 1000 V)	
	- ensemble d'outils mécaniques de base : tournevis, clés torx, clés à molette, etc	
	- 1x clé dynamométrique adaptée aux couples envisagés dans le projet	
	- 1 ordinateur portable avec lecteur de carte adapté à la carte de surveillance (e... SD, microSD, etc.	
	1 pince à sertir pour les connecteurs PV	
	Pince à sertir adaptée aux cosses de câble et aux embouts tubulaires utilisés dans le projet.	
	- 1 Pince à sertir pour les connecteurs PV	
	- Pince à sertir adaptée aux cosses de câble et aux embouts tubulaires utilisés dans le projet.	
	- Trousse de premiers secours.	
	- Outils nécessaires pour retirer les vis d'inviolabilité (si nécessaire)	
Mise à la terre		
PP-INST-55	Mise à la terre générale :	Plans d'installation de mise à la terre

		SLD
	- Les cadres métalliques des modules PV, les structures PV métalliques ainsi que les masses des différents matériaux (par exemple, les tableaux électriques, l'équipement électronique, etc) doivent être reliés à un système de liaison équipotentielle.	de mise à la terre Fiche technique du câble de mise à la terre
	- À l'intérieur du bâtiment technique, un bornier général de mise à la terre doit être installé pour interconnecter les différentes liaisons équipotielles. Ce bornier peut être installé dans une boîte ou dans le tableau principal d'alimentation en courant alternatif.	Dessin physique du tableau électrique
	- Le câble principal du système de mise à la terre doit être de type HO7 VK vert/jaune d'un diamètre de 16 mm <sup>2</sup> , ou un câble en cuivre nu d'une section minimale de 25 mm <sup>2</sup> .	
	Le	
	raccordement des masses métalliques à la liaison équipotentielle doit être effectué avec des câbles HO7 VK vert/jaune, et sa section doit respecter les exigences du fabricant (minimum de 6 mm <sup>2</sup> )	
	- Le raccordement des enveloppes métalliques des composants de classe I à la liaison équipotentielle doit être effectué à l'aide de cosses plates en acier zingué ou chromé, directement vissées dans les trous pré-percés prévus à cet effet.	
	- Les câbles reliant les SPD à la liaison équipotentielle doivent être en cuivre de type HO7 VK vert/jaune d'un diamètre minimum de 6 mm <sup>2</sup> pour les SPD de type 2 et de 16 mm <sup>2</sup> pour les SPD de type 1. Leur mise en œuvre doit respecter la règle des 50 cm.	
	Tout le système de liaison équipotentielle doit être connecté à une seule électrode de terre (qui peut elle-même être composée de plusieurs tiges de cuivre, par exemple), située dans la fosse de mise à la terre.	
	-L'électrode de terre doit être accessible depuis la fosse de mise à la terre, construite en maçonnerie de pierre en ciment coulé et lissée. La hauteur et le couvercle de la fosse doivent être conçus pour faciliter l'entretien.	
	-L'emplacement de la fosse doit être choisi de manière à assurer les conditions de sol les plus humides possibles (par exemple, éviter les zones vallonnées faciles à drainer). La fosse doit être composée d'un sol poreux pour absorber l'eau et être maintenue à l'état humide.	
	-La fosse doit contenir une barre de liaison équipotentielle qui relie tous les conducteurs de mise à la terre (du bâtiment technique, du générateur PV, etc.) à l'électrode de terre (par exemple plusieurs tiges de cuivre). Il convient d'utiliser une pince pour électrode de terre appropriée, de type G5 ou à boulon en U. La barre doit avoir	

	<p>une seule déconnexion. La barre doit avoir une seule liaison de déconnexion pour effectuer les mesures de résistance. La barre ne doit pas être en contact avec la terre pour éviter la corrosion.</p>	
	<p>-La résistance à la terre ne doit pas dépasser 10 Ohm.</p>	
PP-INST-56	Mise à la terre du générateur PV :	Plans d'installation du générateur PV
	<p>-Le module PV doit être mis à la terre de manière à assurer la continuité électrique.</p>	Mise à la terre SLD
	<p>-En présence de revêtements anodisés ou protecteurs (généralement isolants), il est possible d'utiliser des vis autotaraudeuses en acier inoxydable ou des rondelles dentelées en acier inoxydable.</p>	Plans d'installation de mise à la terre
	<p>-Pour éviter la corrosion galvanique, il faut éviter tout contact direct entre le cuivre et l'aluminium, ou entre le cuivre et l'acier galvanisé à chaud. On utilisera des rondelles bimétalliques ou des joints bimétalliques.</p>	
	<p>-Si un module PV est retiré ou s'il y a une mauvaise connexion (mauvais serrage, oxydation possible), cela ne doit pas compromettre l'équipotentialité des autres modules PV. Voir les méthodes de mise à la terre autorisées dans l'image ci-dessous.</p>	
	<p>-S'il n'y a pas de paratonnerre connecté à la structure de montage PV (à la fois au sol et sur l'avent), le conducteur de liaison équipotentielle doit avoir une section transversale d'au moins 6 mm<sup>2</sup> Cu. La structure métallique porteuse elle-même peut éventuellement être le conducteur de liaison.</p>	
	<p>-Le conducteur de mise à la terre du générateur photovoltaïque vers le bâtiment technique doit être enterré si sa longueur est supérieure à 50 m. Dans ce cas, le conducteur doit être en cuivre nu avec une section minimale de 25 mm<sup>2</sup> afin de minimiser la corrosion.</p>	
Étiquetage et marquage		
PP-INST-57	<p>Toutes les terminaisons des câbles de charge doivent être marquées et étiquetées correctement, en précisant au moins la puissance de la charge et la tension électrique (CC ou CA). Les étiquettes doivent être facilement reconnaissables. Les bornes positives et négatives des câbles d'alimentation en courant continu et des barres omnibus doivent être clairement étiquetées avec une couleur rouge pour le positif et une couleur noire pour le négatif.</p>	Rapports sur les travaux de construction
PP-INST-58	Signalisation	Rapports sur les travaux de construction
	<p>- Les principaux équipements, câbles et accessoires de l'installation doivent être identifiés et signalés par des étiquettes facilement visibles et fixées de manière permanente conformément aux plans et schémas de l'installation : équipements électroniques, batteries, générateur diesel,</p>	

	tableaux électriques, câbles, appareillage de commutation, etc.	
	- Étiquette "ATTENTION : Tension continue sous tension" sur la face avant des boîtes de raccordement PV, du tableau de déconnexion PV, du tableau CC, aux deux extrémités du câblage CC, sur la face avant des régulateurs de charge PV. -	
	La porte d'accès à la salle des batteries doit porter les mentions suivantes : interdiction de fumer, danger d'explosion, risque de chocs électriques, accès interdit sauf au personnel autorisé. -	
	La porte d'accès au local technique doit porter la mention : interdiction de fumer, risque de chocs électriques, accès interdit sauf au personnel autorisé.	
PP-INST-59	Chaque module de batterie doit être identifié avec au moins les informations suivantes : -	Rapports sur les travaux de construction
	Fabricant et modèle	
	- Numéro de série	
	- Date de fabrication	
	- Tension nominale (V)	
	- Capacité nominale (kWh)	
PP-INST-60	L'étiquette du module PV doit comporter les informations suivantes : nom du fabricant, numéro de modèle, numéro de série, Isc, Voc, Imp, Vmp, Wp, tension maximale du système.	Rapports sur les travaux de construction