



**HAUT-COMMISSARIAT
DE LA RÉPUBLIQUE
EN POLYNÉSIE FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

CONSTRUCTION D'UNE OMBRIERE PHOTOVOLTAÏQUE ÉQUIPÉE D'INFRASTRUCTURE DE RECHARGE DE VEHICULES ÉLECTRIQUES SUR LE PARKING DU HAUT- COMMISSARIAT DE LA REPUBLIQUE EN POLYNESIE FRANÇAISE

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

Document commun pour les deux lots :

Lot n°1 : Fourniture et pose de l'ombrière

Lot n°2 : Installation photovoltaïque, IRVE, raccordement

SOMMAIRE

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES POUR LE LOT N°1	4
Article 1 - DISPOSITIONS GENERALES	4
1.1 - Objet du lot	4
1.2 - Emplacement des travaux	4
1.3 - Contraintes d'exécution spécifiques au lot n°1	4
Article 2 - Études et dimensionnement	5
2.1 - Structures et fondations	5
2.2 - Notes de calcul – stabilité et sécurité	6
2.3 - Implémentation et calepinage des poteaux	6
Article 3 - TRAVAUX DE GÉNIE CIVIL	6
3.1 - Terrassements et préparation du site.	6
3.2 - Type et exécution des fondations	7
3.3 - Suivi qualité, essais et traçabilité	8
Article 4 - Structure métallique : ombrière d'ombrage	9
4.1 - Matériaux et traitement anticorrosion	9
4.2 - Forme, implantation et géométrie	9
4.3 - Evacuation des eaux pluviales	10
4.4 - Résistance mécanique et sécurité	10
4.5 - Durabilité, maintenance et accessibilité	10
 PRESCRIPTIONS TECHNIQUES POUR LE LOT N°2	 11
Article 1 - Disposition générales	11
1.1 - Objet du lot	11
1.2 - Coordination inter-lots	11
1.3 - Enjeux et objectifs du lot	12
Article 2 - ÉTUDES TECHNIQUES	12
2.1 - Études photovoltaïques	12
2.1.1. Calepinage	12
2.1.2. Étude d'ombrage	12
2.1.3. Étude de productible	12
2.2 - Études IRVE	13
2.2.1. Nombres et type de bornes	13
2.2.2. Accessibilité et implantation	13
2.2.3. Sécurité électrique et pilotage local	13
2.3 - Études de raccordement et prédisposition EMS	13
2.3.1. Étude de raccordement	13

Haut- commissariat de la République en Polynésie française

2.3.2. Prédiposition EMS	13
Article 3 - FOURNITURE ET POSE DES ÉQUIPEMENTS	13
3.1 - Modules photovoltaïques	13
3.1.1. Exigences techniques et normatives	13
3.1.2. Conditions de performance minimale	14
3.1.3. Conditions de garantie	14
3.1.4. Exigences environnementales et recyclabilité des modules photovoltaïques	14
3.2 - Onduleurs et protections	15
3.3 - Câblage et mise à la terre	15
3.4 - Bornes IRVE	15
3.5 - EMS : suivi local et prédiposition	16
Article 4 - COORDINATION INTER-LOTS	16
4.1 - Organisation et réunions de coordination	16
4.2 - Synchronisation des études et calepinages	16
4.3 - Vérification des supports, réservations et ancrages	17
4.4 - Intégration du phasage et gestion de la co activité	17
4.5 - Interface unique avec le gestionnaire de réseau	17
Article 5 - RÉCEPTION ET ESSAIS – PROCÉDURE COMMUNE AUX DEUX LOTS	18
5.1 - Essais techniques et vérifications de conformité	18
5.1.1. Essais sur la structure – lot n°1	18
5.1.2. Essais sur l'installation photovoltaïque et IRVE – lot n°2	18
5.2 - Attestations de conformité et mise en service	19
5.2.1. Attestations techniques	19
5.2.2. Validation par le gestionnaire de réseau	19
5.3 - Formation des utilisateurs et remise du DOE	19
5.3.1. Formation du personnel	19
5.3.2. Dossier des ouvrages exécutés (DOE)	19
Article 6 - PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALES ET SÉCURITÉ – COMMUNES AUX DEUX LOTS	20
6.1 - Gestion des déchets de chantier	20
6.1.1. Tri et stockage sur site	20
6.1.2. Evacuation et traçabilité	20
6.2 - Maitrise des nuisances	21
6.2.1. Nuisances sonores	21
6.2.2. Poussières et envols	21
6.2.3. Interdictions	21
6.3 - Référentiels environnementaux locaux	21

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES POUR LE LOT N°1

ARTICLE 1 - DISPOSITIONS GENERALES

1.1 - Objet du lot

Le présent lot a pour objet la conception, la fourniture, la pose et l'ancrage d'une **structure métallique d'ombrage** d'une surface d'environ **250 m²**, destinée à recevoir une centrale photovoltaïque et des équipements d'infrastructure de recharge pour véhicules électriques (IRVE).

La structure, dite « **ombrière photovoltaïque** », sera implantée sur une zone de stationnement existante du **parking du Haut-Commissariat de la République en Polynésie française**, situé à **Papeete**.

L'ombrière devra répondre à des exigences de **robustesse**, de **durabilité**, de **résistance aux conditions climatiques locales** (vents cycloniques, humidité, ensoleillement intense), ainsi qu'à des impératifs d'intégration urbaine et fonctionnelle.

L'ouvrage devra permettre le **passage sécurisé des véhicules légers** sous l'ombrière, tout en garantissant la **compatibilité physique avec les équipements photovoltaïques et IRVE** installés dans le cadre du **Lot 2**.

1.2 - Emplacement des travaux

L'emprise de l'ombrière sera localisée sur le parking du Haut-Commissariat à Papeete, dans une zone réservée à cet effet. L'entreprise devra s'adapter aux contraintes urbaines, techniques et institutionnelles liées à ce site :

- Accès contrôlé et sécurisé à l'intérieur d'un site administratif sensible ;
- Présence quotidienne de personnel administratif, de public, et de véhicules officiels ;
- Configuration restreinte du site en termes de logistique, stockage et circulation.

1.3 - Contraintes d'exécution spécifiques au lot n°1

La réalisation de ce lot s'inscrit dans un environnement en fonctionnement continu. Le titulaire devra :

a) Assurer un phasage rigoureux :

- Planifier les travaux de manière à minimiser les perturbations sur les activités du Haut-Commissariat ;
- Soumettre un planning détaillé intégrant les interventions critiques (levage, bétonnage, pose des structures) ;
- Ne pas interrompre totalement l'accès au parking sans autorisation préalable de l'administration et coordination avec le titulaire du Lot 2.

b) Préserver la continuité de service du site :

- Maintenir à tout moment des accès piétons et véhicules, y compris en cas de coactivité ;
- Anticiper et signaler toute gêne temporaire (réduction d'emplacements, modification de circulation interne) ;

- Respecter les plages horaires définies par la maîtrise d'ouvrage.

c) Garantir la sécurité du site et du personnel :

- Respecter les consignes de sécurité spécifiques à un site institutionnel : accès nominatif, procédure de plan de prévention, personnel habilité uniquement ;
- Balisage et sécurisation stricts de la zone de chantier : barriérage, signalisation, EPI ;
- Coordination avec les services de sécurité du Haut-Commissariat en cas d'intervention particulière (levage, livraison hors gabarit...).

d) Coordonner son action avec le Lot 2 :

- Assurer une parfaite compatibilité entre la structure livrée (dimensions, ancrages, calepinage) et les besoins du Lot 2 (panneaux PV, IRVE, câblages) ;
- Participer aux réunions de coordination inter-lots pilotées par le titulaire du Lot 2 ;
- Fournir dans les délais les documents nécessaires à l'avancement des études d'exécution du Lot 2.

ARTICLE 2 - ÉTUDES ET DIMENSIONNEMENT

Le titulaire du Lot 1 est responsable de la réalisation de l'ensemble des études d'exécution nécessaires à la conception et à la mise en œuvre de la structure métallique d'ombrage, dans le respect des normes en vigueur et des contraintes du site.

Les études devront garantir :

- La stabilité et la sécurité structurelle de l'ouvrage, y compris dans les conditions climatiques extrêmes propres à la Polynésie française (vents cycloniques, humidité) ;
- La compatibilité avec les équipements prévus au Lot 2 (panneaux photovoltaïques, câblages, onduleurs, IRVE) ;
- Le maintien des fonctionnalités du site (circulation, stationnement, accessibilité, sécurité).

2.1 - Structures et fondations

Le titulaire devra produire un dossier technique d'exécution comprenant au minimum :

- Les plans détaillés de l'ombrière (élévations, coupes, vues en plan), intégrant l'ensemble des éléments constitutifs (poteaux, poutres, pannes, platines, boulonnage, descentes pluviales) ;
- Le plan d'implantation des fondations et des supports d'ancrage ;
- Les plans de calepinage des poteaux et de la charpente, en lien avec le référentiel d'implantation fourni par le maître d'ouvrage ou levé sur site ;
- Un plan de phasage de chantier, identifiant les zones d'intervention par étape, les emprises provisoires et les interfaces avec les équipements futurs.

Tous les documents d'exécution devront être soumis à validation par la maîtrise d'ouvrage et transmis pour information au titulaire du Lot 2 afin d'assurer une parfaite compatibilité des interfaces techniques.

2.2 - Notes de calcul – stabilité et sécurité

Le titulaire devra fournir des notes de calcul justifiant la résistance et la stabilité de la structure, notamment :

- La prise en compte des charges permanentes (structure, modules photovoltaïques) et variables (vent, surcharge accidentelle, maintenance) ;
- Le respect des actions climatiques extrêmes, selon les référentiels suivants :
 - Vent cyclonique : selon les prescriptions locales, avec vitesse de référence adaptée au site ;
- Les efforts horizontaux, la stabilité aux renversements, les descentes de charges vers les fondations, les soulèvements éventuels ;
- Les effets combinés (thermiques, vent, etc.).

Les calculs devront être réalisés et signés par un bureau d'études structure qualifié. Le recours à un logiciel de calcul aux éléments finis est recommandé.

2.3 - Implémentation et calepinage des poteaux

L'implantation de la structure devra :

- Respecter la géométrie du site (alignements existants, délimitations du parking, voies de circulation) ;
- Préserver les accès existants aux bâtiments, sorties de secours, cheminements piétons et emplacements réservés ;
- Garantir une hauteur libre minimale de 2,20 mètres sous les poutres ou éléments saillants, pour le passage des véhicules ;
- Permettre une accessibilité sans gêne aux bornes IRVE et au cheminement de câbles réalisés par le Lot 2.

Une vérification sur site de l'implantation devra être réalisée avant tout coulage de fondations, avec un relevé topographique de calage, validé par la maîtrise d'ouvrage.

Les réservations, inserts ou platines prépositionnées devront être strictement conformes aux plans d'interface fournis par le titulaire du Lot 2.

ARTICLE 3 - TRAVAUX DE GÉNIE CIVIL

Les travaux de génie civil réalisés dans le cadre du Lot 1 ont pour objectif de préparer le terrain, d'exécuter les fondations adaptées à la structure d'ombrage, et de garantir la stabilité et la durabilité de l'ouvrage dans les conditions géotechniques locales. Ces prestations devront respecter les prescriptions de l'étude géotechnique G2-AVP annexée au présent CCTP.

3.1 - Terrassements et préparation du site.

Les terrassements devront être réalisés conformément aux règles de l'art (normes NF P 11-300, DTU 13.1), à la réglementation en vigueur en Polynésie française, et aux préconisations de l'étude G2-AVP.

Les travaux incluront :

- Le débroussaillage sélectif, s'il y a lieu, avec évacuation ou réemploi de la végétation dans une démarche respectueuse de l'environnement ;
- Le décapage de la couche de terre végétale ou de matériaux instables, sur une épaisseur généralement comprise entre 20 et 30 cm, selon l'étude géotechnique ;
- La mise en forme du terrain pour permettre un calage précis des fondations et un bon écoulement des eaux pluviales ;
- La réalisation éventuelle de plateformes provisoires (plaques métalliques, gravier compacté, etc.) pour la circulation des engins ou la mise en place de zones de stockage temporaire ;
- Les terrassements devront traverser intégralement la couche de remblais d'aménagement (horizon HR) d'environ 1,0 à 1,2 m d'épaisseur, composée de matériaux graveleux à matrice limoneuse, parfois avec fragments de verre concassé ;
- En présence de nappe phréatique mesurée à 0,8 m/TA, prévoir un système de pompage et/ou de blindage étanche pour maintenir les fouilles au sec et éviter l'entraînement de fines ;
- Les fouilles au-delà de 1,5 m devront être blindées si le talutage n'est pas possible (pente indicative 1H/1V) ;
- Toute surcharge en tête de talus (stockage terres, engins) est interdite.

La zone de chantier devra être balisée et sécurisée pendant toute la durée des terrassements. L'entreprise s'engage à maintenir une propreté rigoureuse des voies de circulation internes et des accès au parking.

3.2 - Type et exécution des fondations

Le type de fondations sera défini sur la base des caractéristiques mécaniques du sol et des descentes de charges transmises par la structure. En fonction des résultats de l'étude G2-AVP et des contraintes du site, le titulaire proposera l'un des systèmes suivants, à valider par la maîtrise d'ouvrage :

- Plots béton armé isolés sur semelle, solution privilégiée en l'absence de nappe ou de remblais instables ;
- Longrines ou semelles filantes, en cas de sol peu homogène ou de charges réparties ;
- Pieux battus, micro-pieux ou vis d'ancrage, si la portance du sol superficiel est insuffisante ou en cas d'obstacle (nappe, remblais, réseaux enterrés).

L'exécution comprendra :

- Le creusement précis des fouilles selon les plans d'implantation validés ;
- La pose des armatures, en acier conforme à la norme NF A 35-080, galvanisées si exposées à l'air libre ;
- Le bétonnage, avec contrôle de la qualité du béton (résistance \geq C25/30 sauf spécification supérieure) ;
- L'incorporation des inserts, tiges filetées, platines ou douilles nécessaires à la fixation ultérieure des structures ;
- Le contrôle altimétrique et planimétrique de chaque plot ou support avant fixation de la structure.

Les fondations superficielles devront être ancrées soit :

- dans l'horizon H1 (faiblement compact, à partir de 1,2 m), avec un encastrement minimal de 0,3 m dans H1 et profondeur de fouille estimée à 1,5 m/TA ; solution envisageable pour ouvrages faiblement chargés, sous réserve de tolérance aux tassements.
- dans l'horizon H2 (compacité moyenne à bonne, à partir de 2,2 m), avec encastrement minimal de 0,3 m dans H2 et profondeur de fouille estimée à 2,5 m/TA ; solution à privilégier en cas de faible tolérance aux tassements.

Les contraintes admissibles de première approche sont :

- Horizon H1 : QELS \approx 0,05 MPa (0,5 bar)
- Horizon H2 : QELS \approx 0,10 MPa (1,0 bar)

Les modules pressiométriques de calcul à considérer lors des études d'exécution sont, à titre indicatif :

- H1 : EM \approx 2 MPa
- H2 : EM \approx 10 MPa

Un suivi géotechnique en phase exécution (mission G3) est recommandé pour valider la nature des sols au fond des fouilles.

Tout écart de tolérance devra être signalé immédiatement au maître d'ouvrage ou au contrôleur technique pour validation avant poursuite des travaux.

3.3 - Suivi qualité, essais et traçabilité

Le titulaire devra mettre en œuvre un dispositif de contrôle qualité rigoureux, incluant :

- Le contrôle de la compacité des remblais, avec vérification par pénétromètre ou plaque de chargement si requis ;
- La traçabilité complète des matériaux excavés et remblayés : nature, volumes, destination ou filière de traitement ;
- La fourniture des bordereaux de suivi de déchets (BSD) en fin de chantier, accompagnée d'un tableau récapitulatif ;
- La transmission d'un rapport d'exécution des fondations, comprenant :
 - Les plans d'implantation réels (tel que construit),
 - Les fiches de béton (fournisseur, formulation, bons de livraison),
 - Les PV de contrôle (altimétrie, positionnement, compactage, béton).
- Vérification spécifique de la compatibilité des tassements avec la structure, en s'appuyant sur les valeurs indicatives données dans l'étude et à confirmer en phase des études d'exécution ;
- Contrôle de l'absence de venues d'eau en fond de fouille ; le cas échéant, mise en place de pompage périphérique et traitement des zones décomprimées (purge, compactage) ;
- Envisager des solutions alternatives (ex. pieux vissés acier) si contraintes hydrauliques ou géotechniques imprévues, avec analyse du risque de corrosion.

En cas de non-conformité ou d'anomalie (résistance insuffisante, présence d'eau, obstacle souterrain, pollution), le titulaire devra alerter sans délai le maître d'ouvrage, et proposer soit une adaptation des fondations, soit la réalisation d'une mission géotechnique complémentaire G4 (à la charge du maître d'ouvrage).

ARTICLE 4 - STRUCTURE METALLIQUE : OMBRIERE D'OMBRAGE

Le présent article définit les exigences techniques applicables à la structure métallique de l'ombrière prévue dans le cadre du Lot 1, destinée à supporter les panneaux photovoltaïques et à abriter les véhicules stationnés.

L'ouvrage doit concilier résistance mécanique, sécurité des usagers, durabilité en climat tropical marin et intégration harmonieuse au site administratif. Il doit également garantir une parfaite compatibilité physique avec les équipements fournis au Lot 2 (modules PV, chemins de câbles, IRVE, etc.).

4.1 - Matériaux et traitement anticorrosion

La structure sera réalisée en acier galvanisé à chaud après fabrication, conformément à la norme NF EN ISO 1461.

- Tous les composants principaux (poteaux, poutres, consoles, pannes) seront en acier S235 ou S355 ou équivalent, avec traitement de galvanisation assurant une épaisseur minimale de 85 µm, compatible avec la classe de corrosion C4 minimum.
- Les éléments secondaires (gouttières, platines, supports de câbles) pourront être réalisés en aluminium anodisé ou acier thermolaqué, à condition que la compatibilité électrochimique avec l'acier galvanisé soit garantie (éviter la corrosion galvanique).
- Tous les assemblages boulonnés devront utiliser des boulons inox ou galvanisés, avec rondelles d'isolation si nécessaire.
- Les soudures éventuelles devront être protégées par un traitement de retouche anti-corrosion certifié, ou par un revêtement de finition compatible.

Le titulaire joindra à son mémoire technique, les fiches techniques des matériaux et les garanties anticorrosion applicables.

4.2 - Forme, implantation et géométrie

La forme de l'ombrière pourra être :

- Monopente ou bipente selon l'optimisation de l'orientation solaire et les contraintes de circulation ;
- En portique simple ou double, avec une implantation qui préserve les accès et les manœuvres des véhicules.

Exigences minimales :

- Hauteur libre sous structure : $\geq 2,20$ mètres (sauf élément ponctuel dûment justifié), avec pente progressive permettant l'évacuation des eaux de pluie sans stagnation ;
- Inclinaison de la toiture : entre 5° et 15° pour optimiser la production solaire (calée avec le Lot 2) ;
- Profondeur des ombrières : conforme au gabarit des places de stationnement (généralement 5,0 à 5,5 m) ;

- Pas entre poteaux : à déterminer selon la trame structurelle et les contraintes de circulation (évitement des manœuvres, non-gêne des IRVE).

Le plan d'implantation devra faire l'objet d'une validation préalable par le maître d'ouvrage.

4.3 - Evacuation des eaux pluviales

L'ombrière devra intégrer un dispositif d'évacuation des eaux de pluie, dimensionné en fonction des pluies intenses tropicales.

- Les gouttières et descentes pluviales devront être intégrées dans la structure (à l'intérieur des poteaux ou en périphérie), avec possibilité de raccordement ultérieur à un réseau pluvial.
- Les sections et pentes des dispositifs devront être calculées selon les intensités de pluie de référence et éviter tout débordement sur les zones de circulation.
- Les débouchés devront être dirigés hors des zones piétonnes ou IRVE, avec rejets maîtrisés (sol stabilisé, puits perdu, réseau EP existant).

4.4 - Résistance mécanique et sécurité

La structure devra être dimensionnée pour résister aux sollicitations suivantes, conformément aux Eurocodes et aux règles paracycloniques en vigueur en Polynésie française :

- Charge permanente : poids propre de la structure et des modules PV ;
- Charge climatique :
 - Vent extrême cyclonique,
 - Charge de pluie et surcharge accidentelle,
- Charges d'exploitation : maintenance, actions ponctuelles, présence humaine sur toiture si autorisée ;
- Chocs accidentels : protection des poteaux contre les impacts de véhicules (si non protégés naturellement).

La note de calcul devra intégrer un coefficient de sécurité conforme aux prescriptions du bureau de contrôle.

4.5 - Durabilité, maintenance et accessibilité

- L'ensemble de la structure devra présenter une durée de vie minimale de 25 ans, sans corrosion majeure ni déformation ;
- Le titulaire devra prévoir :
 - Des dispositifs anti-nidification ou anti-perchage (filets, grilles) en cas de risques aviaires ;
 - Un accès sécurisé à la toiture si des opérations de maintenance ou de nettoyage sont prévues par le Lot 2 ;
- Une notice d'entretien devra être remise avec le DOE, mentionnant les fréquences recommandées d'inspection, de nettoyage, et de contrôle des assemblages.

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES POUR LE LOT N°2

ARTICLE 1 - DISPOSITION GENERALES

1.1 - Objet du lot

Le présent Lot 2 porte sur la fourniture, l'installation, le raccordement et la mise en service de l'ensemble des équipements techniques suivants, à intégrer à la structure d'ombrage réalisée au titre du Lot 1 :

- Panneaux photovoltaïques installés en toiture de l'ombrière, avec production d'électricité en autoconsommation et injection éventuelle du surplus sur le réseau public ;
- Onduleurs (centralisés ou micro-onduleurs), dispositifs de protection électrique, armoires et coffrets associés, câblage DC et AC complet ;
- Infrastructures de Recharge pour Véhicules Électriques (IRVE), incluant les bornes, protections, systèmes de pilotage local ;
- Prédiposition pour un système de supervision énergétique (EMS) permettant, à terme, une gestion centralisée de la production, de la consommation et de l'injection d'électricité, ainsi que le suivi des IRVE.

Le titulaire du présent lot est chargé de livrer une installation clé en main, conforme aux normes en vigueur, intégrée aux infrastructures existantes, et optimisée pour la priorisation de l'autoconsommation locale, en particulier au bénéfice des bornes IRVE.

1.2 - Coordination inter-lots

Le titulaire du Lot 2 assure la coordination technique et fonctionnelle entre les deux lots et agit comme interlocuteur unique auprès de la maîtrise d'ouvrage pour toutes les interfaces photovoltaïque, IRVE et structure.

Ses responsabilités incluent notamment :

- Vérification des plans et contraintes d'implantation du Lot 1 ;
- Validation des réservations ou supports d'ancrage pour les modules PV, chemins de câbles, onduleurs, armoires, bornes IRVE ;
- Intégration des descentes pluviales et passages de câbles dans le plan d'exécution ;
- Participation aux réunions de coordination, élaboration d'un planning consolidé et prise en compte des contraintes d'accès et de coactivité ;
- Livraison d'un DOE harmonisé intégrant plans, schémas et notices de l'ensemble de l'installation (structure + énergie) ;
- Gestion de la mise en service globale en lien avec le gestionnaire de réseau, le bureau de contrôle et les représentants du site.

pendant une durée de 2 ans à compter de la date de réception ou à compter de la date de levée des réserves pour les prestations ayant fait l'objet de réserves lors de la réception. Pendant la période de garantie, le titulaire est réputé responsable de toutes les anomalies ou pannes constatées, sauf s'il apporte la preuve que ces anomalies ou pannes ont une cause étrangère aux prestations.

Dans le cadre de la présente garantie contractuelle, le titulaire prendra à sa charge tous les frais inhérents aux modifications, réparations ou remplacements qui se révéleraient nécessaires de manière à maintenir les installations en parfait état de marche ou à atteindre le niveau de performance prévu par le présent marché.

Si le titulaire n'intervient pas dans le délai de « huit » (8) jours ou ne réalise pas les prestations nécessaires, le maître de l'ouvrage pourra, « quinze » (15) jours après mise en demeure restée infructueuse, faire procéder à la remise en état du système par un tiers aux frais et risques du titulaire, l'intervention de ce tiers ne suspendant pas la garantie du titulaire.

1.3 - Enjeux et objectifs du lot

L'installation devra :

- Produire localement de l'électricité renouvelable via les panneaux photovoltaïques intégrés à la structure d'ombrage ;
- Permettre l'autoconsommation directe prioritaire, notamment pour la recharge des véhicules électriques ;
- Faciliter, si souhaité ultérieurement, l'optimisation de l'injection du surplus sur le réseau ;
- Assurer un usage efficace et contrôlé des IRVE, avec possibilité de supervision distante à terme ;
- Fournir une interface simple, fonctionnelle et sécurisée pour le suivi local de l'installation.

Les solutions devront viser une durée de vie minimale de 25 ans pour les modules PV et garantir une robustesse adaptée à un environnement tropical humide et salin.

ARTICLE 2 - ÉTUDES TECHNIQUES

Le titulaire réalise les études techniques préalables garantissant la conformité réglementaire, la sécurité, la performance énergétique et la compatibilité avec les ouvrages du Lot 1.

2.1 - Études photovoltaïques

2.1.1. Calepinage

Le titulaire transmettra un plan précis de calepinage tenant compte de l'orientation, inclinaison, résistance au vent, trame structurelle et zones d'ombrage à éviter.

2.1.2. Étude d'ombrage

Le titulaire devra fournir une simulation par logiciel spécialisé (PVsyst ou équivalent) intégrant l'environnement proche et ses ombres portées.

2.1.3. Étude de productible

Le titulaire devra fournir une simulation annuelle précisant : production brute, autoconsommation estimée, surplus injecté, hypothèses climatiques et rendement.

2.2 - Études IRVE

2.2.1. Nombres et type de bornes

Le titulaire devra prévoir le dimensionnement selon l'usage privé : puissance installée adaptée (ex. 7 à 22 kW), cycles de recharge, disponibilité de puissance sur site et contribution PV.

2.2.2. Accessibilité et implantation

Le titulaire devra respecter les règles d'accessibilité PMR et la signalisation adaptée.

2.2.3. Sécurité électrique et pilotage local

Les équipements devront être conformes NFC 15-722 et CEI 61851 et comprendre des protections adaptées, parafoudres, coupure d'urgence et permettre un pilotage dynamique à terme, à savoir, des bornes compatibles OCPP 1.6J (ou supérieur), sans obligation d'activation immédiate.

2.3 - Études de raccordement et prédisposition EMS

2.3.1. Étude de raccordement

Il est attendu l'analyse du point de raccordement, le dimensionnement des câbles, des protections, des armoires et la réalisation du schéma unifilaire complet.

2.3.2. Prédisposition EMS

Le titulaire doit la définition des interfaces matérielles et logicielles permettant, à terme, :

- Communication Modbus/TCP ou SunSpec pour PV, OCPP pour IRVE ;
- Visualisation des flux d'énergie ;
- Connexion distante sécurisée (prédisposition réseau et adressage IP).
Aucune supervision distante complète n'est exigée à la réception, mais les équipements doivent permettre une activation ultérieure sans travaux lourds.

ARTICLE 3 - FOURNITURE ET POSE DES ÉQUIPEMENTS

Tous les équipements devront être neufs, certifiés, compatibles entre eux et adaptés à un climat tropical humide et salin.

3.1 - Modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques devront être de **technologie monocristalline** d'une puissance nominale unitaire ≥ 400 Wc, avec un **rendement minimal de 20 %** mesuré dans des conditions standard de test (STC – 1000 W/m², AM 1,5, 25 °C).

3.1.1. Exigences techniques et normatives

- Les modules devront répondre aux normes et certifications internationales en vigueur, notamment :
 - **IEC 61215** : qualification de la conception et homologation des modules photovoltaïques (tests de performance et durabilité en conditions réelles).
 - **IEC 61730** : exigences de sécurité pour les modules photovoltaïques.
- Les modules devront être conformes aux réglementations en matière de marquage CE et de traçabilité.

- Le fabricant devra fournir les fiches techniques détaillées incluant :
 - Puissance nominale (Wc)
 - Tension et courant aux points MPP (Umpp, Impp)
 - Tension à vide (Uoc) et courant de court-circuit (Isc)
 - Coefficients de température (Pmpp, Uoc, Isc)
 - Courbe I-V représentative

3.1.2. Conditions de performance minimale

- La tolérance de puissance en sortie devra être **positive uniquement (0 / +5 W)**.
- Le module devra maintenir une performance supérieure ou égale à **90 % de sa puissance initiale après 10 ans**, et à **80 % après 25 ans**.
- Le coefficient de température de la puissance maximale devra être $\leq -0,40 \text{ }^\circ\text{C}$, afin de garantir une bonne tenue en climat chaud.
- Les modules devront présenter une résistance certifiée au brouillard salin et à l'ammoniac (IEC 61701 et IEC 62716), compte tenu du contexte insulaire.

3.1.3. Conditions de garantie

- **Garantie produit (matériel)** : 10 ans minimum couvrant tout défaut de fabrication, de matériaux ou de main-d'œuvre.
- **Garantie de performance linéaire** :
 - 90 % de la puissance nominale garantie à 10 ans,
 - 80 % de la puissance nominale garantie à 25 ans.
- Le fabricant devra fournir un document de garantie officiel et transférable en cas de changement de propriétaire de l'installation.

3.1.4. Exigences environnementales et recyclabilité des modules photovoltaïques

Les modules devront être conçus de manière à garantir leur recyclabilité en fin de vie, sans contenir de substances ou composants susceptibles de perturber les filières de traitement agréées.

À ce titre, les exigences suivantes s'appliquent :

1. **Conformité réglementaire minimale**

- Les modules devront respecter la directive **RoHS 2011/65/UE et ses amendements**, notamment les teneurs maximales autorisées :
 - Plomb (Pb) $\leq 0,1 \text{ } \%$ **poids/poids (1 000 ppm)**
 - Mercure (Hg) $\leq 0,1 \text{ } \%$ **(1 000 ppm)**
 - Cadmium (Cd) $\leq 0,01 \text{ } \%$ **(100 ppm)**
 - Chrome hexavalent (Cr VI) $\leq 0,1 \text{ } \%$ **(1 000 ppm)**
 - Polybromobiphényles (PBB) $\leq 0,1 \text{ } \%$ **(1 000 ppm)**
 - Polybromodiphényléthers (PBDE) $\leq 0,1 \text{ } \%$ **(1 000 ppm)**

2. Résines et encapsulants (EVA, POE ou équivalent)

- Les résines utilisées ne devront contenir **aucun additif halogéné**.
- Les plastifiants, retardateurs de flamme ou stabilisants devront respecter les mêmes seuils que la RoHS ($\leq 0,1 \%$).

3. Backsheet et films fluorés

- Les films fluorés (PVF/Tedlar, PVDF, ETFE ou équivalents) sont à proscrire dans la mesure du possible.
- En cas d'utilisation, leur teneur en **fluor** devra être limitée à $\leq 0,1 \%$ **poids/poids (1 000 ppm)** et leur recyclabilité devra être démontrée par le fabricant au travers d'une attestation de prise en charge dans une filière agréée.

4. Verre et dopants (antimoine, autres métaux)

- Le verre photovoltaïque devra être exempt d'additifs perturbateurs du recyclage.
- Les teneurs maximales autorisées sont :
 - **Antimoine (Sb) : $\leq 0,1 \%$ (1 000 ppm)**
 - **Arsenic (As) : $\leq 0,01 \%$ (100 ppm)**
 - **Sélénium (Se) : $\leq 0,01 \%$ (100 ppm)**
- Toute teneur supérieure devra être **justifiée par le fabricant**, accompagnée d'une **attestation de recyclabilité effective** délivrée par un organisme agréé.

5. Attestations

- Le fabricant devra fournir :
 - Une **déclaration de conformité RoHS et REACH**,
 - Une **attestation de composition des modules** précisant les taux de fluor, d'antimoine et d'additifs,
 - Une **preuve de compatibilité avec une filière de recyclage agréée** (contrat ou convention avec PV Cycle ou équivalent).

3.2 - Onduleurs et protections

Il est attendu des onduleurs centralisés ou micro-onduleurs, rendement $\geq 96 \%$, IP 65, anti-islanding, suivi MPPT, interface Ethernet/Wi-Fi. Protections AC/DC conformes, parafoudres, coffret coupure.

3.3 - Câblage et mise à la terre

Les câbles doivent répondre aux caractéristiques suivantes : câbles UV/rongeurs, chute de tension $\leq 1,5 \%$ (DC) et $\leq 3 \%$ (AC), liaison équipotentielle et résistance de terre ≤ 10 ohms.

3.4 - Bornes IRVE

Il est attendu des bornes AC triphasées ou monophasées selon usage (7 à 22 kW), connecteur Type 2, écran/LED d'état, lecteur RFID, compatibilité OCPP 1.6J, protections conformes.

3.5 - EMS : suivi local et prédisposition

- **Fonctionnalités immédiates** : suivi local production PV et consommation IRVE via interfaces intégrées, historique local ≥ 30 jours, export manuel CSV.
- **Prédispositions** : compteur principal communicant MID/Modbus, câblage RJ45 vers PV et IRVE, espace réservé pour équipements futurs, compatibilité protocolaire pour supervision distante ou stockage ultérieur.

ARTICLE 4 - COORDINATION INTER-LOTS

Dans le cadre du présent marché, le titulaire du Lot 2 assume la responsabilité de la coordination générale entre les deux lots techniques :

- Lot 1 : conception et pose de la structure d'ombrage ;
- Lot 2 : installation photovoltaïque, IRVE, raccordement, supervision.

Il assure la fonction de référent technique unique auprès de la maîtrise d'ouvrage pour toutes les questions d'interface, de compatibilité technique et de cohérence d'exécution entre les deux lots.

4.1 - Organisation et réunions de coordination

Le titulaire du Lot 2 s'engage à :

- Participer activement aux réunions de coordination de chantier, organisées à fréquence définie par le maître d'ouvrage ou son représentant (ex. : 1 fois par semaine en phase active) ;
- Convoquer, si nécessaire, des réunions spécifiques inter-lots sur des points critiques : levage, interface structure/énergie, accès, sécurité, phasage ;
- Produire et diffuser des comptes rendus techniques formalisés incluant les points d'interface traités, les décisions prises, les jalons critiques, et les responsabilités de chaque lot.

4.2 - Synchronisation des études et calepinages

Le titulaire du Lot 2 devra :

- Analyser et valider les plans d'exécution du Lot 1, notamment :
 - Le calepinage des éléments structurels (pannes, poteaux, poutres) ;
 - L'inclinaison et l'orientation de la toiture, en lien avec l'optimisation photovoltaïque ;
 - La position des descentes pluviales, gaines et cheminements ;
- Adapter son propre calepinage photovoltaïque en conséquence ;
- Émettre ses exigences techniques au Lot 1 dès la phase de conception (position des réservations, inserts, platines, dégagements pour chemins de câbles ou armoires).

Tout conflit d'interface devra être identifié en amont et faire l'objet d'un compromis technique validé par la maîtrise d'ouvrage.

4.3 - Vérification des supports, réservations et ancrages

Le titulaire du Lot 2 est responsable de :

- La vérification préalable de la bonne implantation des ancrages, inserts, douilles, plaques ou supports destinés à accueillir les équipements du Lot 2 (rails PV, coffrets, câbles, etc.) ;
- La validation sur site des réservations avant coulage des fondations ou levage de la structure ;
- La transmission au Lot 1 de plans cotés précis, accompagnés de fiches de détails (dimensions, charges, efforts admissibles) nécessaires à l'exécution.

En cas de non-conformité détectée, le titulaire du Lot 2 devra en informer immédiatement la maîtrise d'ouvrage et proposer une solution d'adaptation ou de correction (à sa charge si l'origine du défaut lui est imputable).

4.4 - Intégration du phasage et gestion de la co activité

Le titulaire du Lot 2 devra établir, en concertation avec le Lot 1 et la maîtrise d'ouvrage, le planning d'exécution global, qui respectera les délais des plannings prévisionnels remis par les titulaires à l'appui de leur offre, incluant :

- Le phasage des levages, des interventions en hauteur et des travaux sur voies de circulation ;
- Les fenêtres d'intervention pour raccordement électrique ou pose de modules ;
- Les mesures de sécurité partagées (balisage, signalisation, arrêt temporaire d'activité, accès contrôlés) ;
- La planification des essais, de la mise sous tension et des tests IRVE.

Le titulaire s'assure que ses interventions n'interfèrent pas avec celles du Lot 1, notamment lors de :

- La pose des modules sur structure encore partiellement stabilisée ;
- Le tirage de câbles en présence d'engins ou de levage ;
- L'installation d'armoires électriques au sol.

Il doit mettre à jour régulièrement son plan d'intervention pour tenir compte de l'avancement réel du Lot 1.

4.5 - Interface unique avec le gestionnaire de réseau

Le titulaire du Lot 2 est le seul interlocuteur du gestionnaire de réseau pour toutes les démarches relatives au raccordement :

- Constitution du dossier de demande de raccordement (production et IRVE) ;
- Fourniture des schémas unifilaires, notes de dimensionnement, déclarations de conformité ;
- Coordination des délais d'instruction et de raccordement avec le planning de chantier ;
- Présence aux visites techniques organisées par le distributeur ;

- Suivi de la mise sous tension, du contrôle d'injection et de la validation finale de conformité.

ARTICLE 5 - RÉCEPTION ET ESSAIS – PROCÉDURE COMMUNE AUX DEUX LOTS

La réception des travaux couvre l'ensemble des prestations des Lots 1 et 2, sur les volets structure, équipements électriques, photovoltaïques, IRVE, raccordement et supervision. Elle conditionne la mise en service définitive de l'installation.

La procédure de réception comprend :

- Les essais techniques et fonctionnels,
- La remise du Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE),
- Les attestations de conformité,
- La formation des usagers,
- Et la mise en œuvre des garanties contractuelles et de la maintenance initiale.

5.1 - Essais techniques et vérifications de conformité

Les essais seront réalisés en présence de la maîtrise d'ouvrage, du contrôleur technique, et du gestionnaire de réseau, selon les modalités suivantes :

5.1.1. Essais sur la structure – lot n°1

Le titulaire devra réaliser les opérations suivantes :

- Vérification visuelle et dimensionnelle de l'ombrière (alignement, implantation, verticalité, qualité des ancrages) ;
- Vérification des protections anticorrosion (épaisseur galvanisation, qualité des soudures, traitement des points sensibles) ;
- Vérification de la conformité aux plans d'exécution validés.

5.1.2. Essais sur l'installation photovoltaïque et IRVE – lot n°2

Le titulaire devra réaliser les opérations suivantes :

- **Mesures électriques :**
 - Tension à vide, courant de court-circuit des chaînes PV,
 - Continuité de terre, isolement, tension d'alimentation IRVE ;
- **Test des protections :**
 - Fonctionnement des disjoncteurs, différentiels, parafoudres, coupures d'urgence ;
- **Essais de production :**
 - Mise sous tension partielle ou complète,
 - Visualisation sur interface EMS de la production et consommation en temps réel ;
- **Tests de recharge IRVE :**

- Test avec véhicule électrique ou banc de charge,
- Vérification du cycle complet de charge (connexion, démarrage, fin, supervision).

Un procès-verbal (PV) d'essais détaillé sera rédigé à l'issue de la phase, comportant les relevés de mesures, observations, réserves éventuelles et validations.

5.2 - Attestations de conformité et mise en service

5.2.1. Attestations techniques

- Le titulaire du Lot 2 fournira une attestation interne de conformité électrique, signée par une personne habilitée, incluant :
 - Les PV d'essais,
 - Les plans unifilaires,
 - Les fiches de sécurité et notices des équipements ;
- En cas d'exigence spécifique, une attestation Consuel ou équivalent local pourra être demandée.

5.2.2. Validation par le gestionnaire de réseau

- Le titulaire du Lot 2 s'assure de la validation technique du gestionnaire de réseau (EDT-Engie ou EDF-Polynésie) :
 - Approbation du raccordement,
 - Enregistrement de l'injection photovoltaïque,
 - Test de bon fonctionnement en injection et en autoconsommation ;
- Une attestation de mise en service ou PV de conformité réseau devra être fournie.

5.3 - Formation des utilisateurs et remise du DOE

5.3.1. Formation du personnel

Le titulaire du Lot 2 assurera une séance de formation technique à destination des agents désignés par la maîtrise d'ouvrage, incluant :

- Présentation de l'installation (structure, production, IRVE, supervision) ;
- Procédures de mise en sécurité : arrêt d'urgence, coupure générale, consignation ;
- Utilisation du système EMS : consultation de l'interface, historique, export de données, réglages simples ;
- Suivi des bornes IRVE : usage quotidien, signalisation, supervision distante ;
- Maintenance de premier niveau : vérifications visuelles, nettoyage, déclenchements.

Un support pédagogique sera remis en version papier et numérique, incluant les fiches de sécurité, guides utilisateurs et procédures d'intervention.

5.3.2. Dossier des ouvrages exécutés (DOE)

Le DOE commun aux deux lots, élaboré par le titulaire du Lot 2, comprendra au minimum :

- Les plans d'exécution « tels que réalisés » de la structure, du photovoltaïque, des IRVE et du réseau électrique ;

- Les schémas unifilaires complets : production, protection, injection, IRVE, mise à la terre ;
- Les notices techniques et certificats de conformité de tous les équipements (panneaux, onduleurs, armoires, bornes, EMS) ;
- Un manuel d'exploitation global, incluant :
 - Les procédures de mise en sécurité (coupures, disjonctions, urgences) ;
 - Les recommandations de maintenance (périodicité, vérifications) ;
 - Les codes d'accès et interfaces du système de supervision (EMS).

Le DOE devra être remis avant la réception définitive, au format papier (2 exemplaires) et numérique (PDF + fichiers sources sur clé USB ou lien sécurisé).

Les livrables seront exploités par le maître d'ouvrage pour appuyer la prise de décision, assurer le suivi technique et constituer une base de référence pour les phases ultérieures du projet. Leur utilisation inclut également l'alimentation des outils internes et le respect des obligations réglementaires.

ARTICLE 6 - PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALES ET SÉCURITÉ – COMMUNES AUX DEUX LOTS

Les titulaires des Lots 1 et 2 devront respecter des exigences environnementales et de sécurité strictes durant toute la durée du chantier, en cohérence avec la réglementation applicable en Polynésie française, la stratégie locale de transition énergétique, et les contraintes spécifiques du site du Haut-Commissariat.

Ces prescriptions visent à minimiser les impacts du chantier sur l'environnement, garantir la sécurité des personnes et des biens, et maintenir le bon fonctionnement du site institutionnel.

6.1 - Gestion des déchets de chantier

Les titulaires sont responsables de la gestion complète et traçable des déchets générés, selon les principes du tri à la source, du stockage sécurisé et de l'évacuation en filière agréée.

6.1.1. Tri et stockage sur site

- Les déchets seront triés en 3 grandes catégories :
 - Déchets inertes (gravats, béton, tuiles, terres) ;
 - Déchets non dangereux non inertes (bois, plastiques, gaines, câbles, cartons) ;
 - Déchets dangereux ou spécifiques (résidus de solvants, batteries, modules endommagés, huiles éventuelles).
- Le stockage temporaire se fera dans des contenants étanches et adaptés, dans une zone dédiée du chantier, hors des circulations publiques.

6.1.2. Evacuation et traçabilité

- Les déchets devront être évacués régulièrement, sans accumulation prolongée, vers des installations de traitement ou de valorisation agréées (TSP, Fenua Ma, centre de tri communal, etc.).
- Les titulaires devront fournir :

- Les Bordereaux de Suivi de Déchets (BSD) par filière ;
- Un tableau récapitulatif à la réception (quantité, type, transporteur, destination).

6.2 - Maîtrise des nuisances

6.2.1. Nuisances sonores

- Utilisation d'engins récents ou entretenus pour limiter les bruits de moteur ;
- Préférence pour des outillages électroportatifs peu bruyants ;
- Si besoin, mise en œuvre de protections acoustiques (capots, écrans, bâches).

6.2.2. Poussières et envols

- Arrosage régulier des zones de terrassement ou de découpe ;
- Bâchage des matériaux stockés ;
- Balayage ou nettoyage humide des voies de circulation internes si souillées.

6.2.3. Interdictions

- Aucun brûlage, enfouissement ou abandon de déchets ne sera toléré ;
- Aucun rejet de produits ou eaux usées sur site ou dans le réseau pluvial.

6.3 - Référentiels environnementaux locaux

Même en l'absence d'obligation formelle de type RE2020 ou HQE en Polynésie française, les titulaires devront s'inscrire dans une logique de chantier responsable et sobre, en cohérence avec les orientations suivantes :

- Schéma directeur de l'énergie de la Polynésie française, loi du Pays n° 2015-4 ;
- Politique de transition énergétique et de maîtrise des consommations ;
- Cadre réglementaire local relatif :
 - À la gestion des déchets (DIREN, communes),
 - À la pollution de l'air, de l'eau ou du sol,
 - Aux travaux en domaine public ou institutionnel.

Des solutions techniques à faible impact environnemental seront valorisées :

- Usage de matériaux recyclés ou recyclables (câblage sans halogène, supports en acier recyclé) ;
- Composants à faible consommation ou à haut rendement énergétique (onduleurs, IRVE, EMS) ;
- Gestion optimisée de l'autoconsommation pour réduire l'empreinte réseau ;
- Éventuelle mise en place de dispositifs de récupération des eaux de pluie sur l'ombre.