



**INSTALLATION DE CENTRALES
PHOTOVOLTAIQUES DE 9KWC DANS LE
CADRE D'UN GROUPEMENT DE
COMMANDES
(N°2023-212304L00)**

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES
PARTICULIERES**

**Date limite de réception des offres :
Vendredi 9 juin 2023 à 12H00**

Rappel date de visite obligatoire : mercredi 24 mai 2023 après-midi

Coordonnateur :
Communauté de communes Plaine Limagne (CCPL)
158 Grande rue – 63260 AIGUEPERSE
Tel : 04 73 86 89 80
Fax : 04 73 86 89 81
Courriel : contact@plainelimagne.fr

SOMMAIRE

1. Présentation du projet.....	
1.1. Intervenants.....	
1.2. Objectifs de l'opération	
1.3. Allotissement.....	
1.4. Sites et années envisagées de réalisation des installations	
1.5. Particularités.....	
1.6. Articulation avec le contrôleur technique	
2. Étendue et limites de prestation	
3. Organisation de la mission.....	
3.1. Avant le démarrage des travaux.....	
3.2. Pendant la réalisation des travaux.....	
3.2.1 Généralités.....	
3.2.1 Protection des installations existantes.....	
3.2.2 Signalétique de sécurité	
3.2.3 Pendant la réalisation des travaux.....	
3.2.4 Nettoyage du chantier réalisation des travaux.....	
3.2.5 Essais de fonctionnement.....	
3.3. Avant la réception des travaux.....	
4. Généralités techniques.....	
4.1. Contexte réglementaire	
4.2.1 Réglementation.....	
4.2.1 Normes.....	
4.2.2 DTU (documents techniques unifiés).....	
4.2.3 Guides professionnels.....	
5. Matériels mis en œuvre.....	
5.1. Panneaux photovoltaïques	
5.2. Support des modules.....	
5.3. Onduleurs.....	
5.4. Cheminement des câbles	
5.5. Panoplie électrique et coffrets de protection	
5.6. Coupure d'urgence.....	
5.7. Monitoring des centrales.....	
6. Travaux à réaliser.....	
6.1. Réalisation des centrales.....	
6.1.1 Généralités.....	
6.1.1 Accompagnement administratif.....	
6.1.2 Pack installation photovoltaïque d'une centrale de 9kWc.....	
6.1.3 Câblage et cheminement	
6.1.4 Spécificités particulières.....	
6.2. Options	
6.2.1 Ecran d'affichage.....	
6.2.1 Contrat de maintenance.....	
6.3 Prix unitaires complémentaires.....	
7. Annexes.....	

Présentation du projet

SOLAIRE Dôme est une opération qui consiste en l'implantation massive de centrales photovoltaïques en toiture de bâtiments publics, d'une puissance de 9 kWc (kilowatt-crête), avec vente de la production électrique ou autoconsommation. Au travers de cette opération, l'ambition est de démontrer que l'un des fondements de la transition énergétique réside avant tout dans la massification de solutions techniques maîtrisées.

La Communauté de communes Plaine Limagne a proposé aux communes de son territoire de coordonner les marchés nécessaires au déploiement de l'opération SOLAIRE Dôme. Cette démarche s'inscrit concrètement dans le cadre de son Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET).

1.1. Intervenants

Les membres du groupement sont :

Plaine Limagne
Aubiat
Mons
Saint-Priest-Bramefant
Thuret

L'Aduhme (Agence locale de l'énergie et du climat sur le Département du Puy-de-Dôme) est en appui technique de cette opération Solaire Dôme. Elle a mené des analyses d'opportunité solaire sur tous les bâtiments publics des collectivités du territoire, animé des réunions de rendu et d'information pour aider à la décision, proposé la méthodologie de l'opération et elle participe en étroite collaboration avec les collectivités au suivi jusqu'à la bonne mise en œuvre des installations.

1.2. Objectifs de l'opération

Le marché régi par le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) est un marché à bons de commande de travaux concernant les prestations tant intellectuelles que matérielles ayant pour objet **la mise en œuvre de 8 centrales photovoltaïques sur 8 bâtiments communaux et intercommunaux appartenant à 5 collectivités.**

Les travaux concernent des installations de production photovoltaïques de 9 kWc jusqu'à la mise en service d'injection sur le réseau public électrique.

1.3. Allotissement

Aucun.

1.4. Sites et années envisagées de réalisation des installations

La liste suivante présente les sites et l'année de réalisation envisagée par lot :

Collectivité	Bâtiment / Site	Année souhaitée de réalisation de l'installation
Plaine Limagne	Gîte d'entreprises	2023
Aubiat	Salle des fêtes Madeleine de Chazelles	2023

Mons	Salle polyvalente	2023
Saint Priest Bramefant	Garderie	2023
Saint Priest Bramefant	Maison Chambriard	2024
Saint Priest Bramefant	Salle des fêtes	2023
Thuret	Ancienne Gare	2023
Thuret	Ateliers municipaux	2023

L'onglet « récapitulatif » du bordereau des prix précise les coordonnées GPS de chacun de ces sites par lot.

1.5. Particularités

La succession des étapes permettant de mettre en œuvre des installations photovoltaïques engendrera peut-être le retrait de certaines installations. Des cas liés à un changement d'usage d'un bâtiment, à la survenance d'un projet global (mise en sécurité, accessibilité, isolation, énergies renouvelables...) ou à la capacité financière des collectivités pourront amener certains membres à ne pas exécuter les travaux sur un bâtiment.

Les cas techniques liés à la thématique du photovoltaïque pouvant également amener à ne pas réaliser les travaux sont :

1. Problème structurel : les entreprises prendront la responsabilité de déterminer la capacité de la charpente et du bâtiment à recevoir le surpoids lié à l'installation photovoltaïque. En cas de doute elles le signaleront dans leur offre dans l'onglet « Récapitulatif » du bordereau des prix et la collectivité pourra :
 - Retirer le bâtiment ou faire réaliser une étude structure ;
 - Si étude structure, soit elle conclue qu'il n'y a pas besoin de renforcement et auquel cas la collectivité peut exécuter son bon de commande, soit des travaux sont nécessaires ;
 - Si des travaux sont nécessaires soit la collectivité les réalise, soit elle retire le bâtiment.
2. Raccordement sur le réseau Enedis : dans le cadre des analyses d'opportunité réalisées en amont de ce marché, une convention de partenariat avait permis de connaître de la part du gestionnaire de réseau l'impact du raccordement sur le réseau. Celle-ci est classée selon 4 typologies (raccordement simple ; nécessité d'extension ; contraintes moyennes ; contraintes fortes). Pour autant aucun coût n'a été avancé et le réseau est susceptible d'avoir évolué depuis le rendu des analyses. Aussi, après réalisation des demandes de raccordement et réception des PTF – Proposition Technique et Financière, la collectivité pourra décider de la non-réalisation d'une installation si le coût du raccordement influe fortement sur la rentabilité et l'amortissement de la centrale ;
3. Autorisation d'urbanisme : de même un travail de partenariat a été mené pendant la réalisation des analyses d'opportunité avec les ABF - Architectes de Bâtiments de France. Ainsi, dès lors qu'un des bâtiments présente une servitude architecturale (monument historique ou son périmètre, SPR (site patrimonial remarquable...)) un pré-avis a été donné par l'ABF du secteur. Certains bâtiments nécessiteront également une visite sur site pour un avis définitif. La validation définitive sera donc apportée au moment des autorisations d'urbanisme. Il est donc possible d'être confronté à certains refus et donc incapacité pour la collectivité d'exécuter les travaux.

1.6. Articulation avec le contrôleur technique

Le présent marché permettra de réaliser les centrales solaires de 9 kWc par bâtiment sous la responsabilité de chaque membre du groupement.

En parallèle un marché de bureau de contrôle sera conclu et permettra si besoin de réaliser une mission concernant la capacité de portance de la charpente. Ce contrôle sera réalisé en cas de doute de l'entreprise (à préciser dans l'onglet « Récapitulatif » du bordereau des prix) sur la charpente par bâtiment.

Pour tous les sites, les missions classiques confiées au contrôleur technique concerneront les natures d'aléas suivantes :

Code	Libellé
LP	Solidité des ouvrages et des éléments d'équipements indissociables
LE	Solidité des existants
S	Sécurité des personnes dans les constructions (SH / SEI selon la typologie de bâtiment)
Consuel	Vérification avant mise sous tension des installations électrique
Option	Doute sur la solidité, la portance et la nature de la toiture

1. Etendue et limite de prestation

La totalité des centrales photovoltaïques est intégrée au présent marché.

L'intégralité des travaux nécessaires à la réalisation et au raccordement des installations est à la charge du titulaire de chaque lot.

Tous les plans d'exécution ou de chantier sont à la charge de l'entreprise.

L'entreprise doit prévoir, dans l'établissement de son projet, le matériel nécessaire à la bonne marche des installations et de leurs équipements, à leur conduite aisée, à leur contrôle et à leur sécurité.

L'organisation et la sécurité du chantier incombent à chaque titulaire qui devra toutes les installations nécessaires à ses propres travaux, respectant ainsi les règlements applicables lors de l'exécution des prestations.

Les percements, saignées, prises... dans les murs, planchers, cloisons ; les scellements de fixations, supports, pattes, consoles... ainsi que tous les travaux de pose ou de passage de matériel, sont à la charge du titulaire de chaque lot.

Ce dernier aura à sa charge le rebouchage ou calfeutrement avec le même matériau que la paroi, des réservations, saignées, percements, qu'elle a effectués dans ses travaux, ainsi que les raccords d'enduit sur rebouchage et en général tous les raccords de plâtrerie, peinture, bardage, placage de finition... après ses interventions.

Elle doit également la peinture anti-rouille et la peinture définitive des conduits, supports et pièces métalliques non protégées, les montages et démontages de matériel nécessités par les travaux de peintures définitives.

2. Organisation de la mission

3.1. Avant le démarrage des travaux

Après la notification du marché, une réunion de lancement sera organisée avec l'entreprise retenue pour chaque lot, le coordonnateur du groupement, l'Aduhme et les collectivités membres du groupement. Cette réunion permettra d'organiser administrativement et techniquement l'opération. A cette occasion chaque entreprise informera l'ensemble des membres du groupement sur :

- Sa méthodologie d'intervention ;
- Le matériel mis en œuvre ;
- Un dossier des fiches techniques et certifications des équipements.

Les bons de commandes, correspondant à la mise en œuvre d'une centrale de 9 kWc sur un bâtiment seront exécutés par les membres émetteurs et chaque entreprise titulaire disposera d'un délai de 30 jours suivant la réception d'un bon de commande pour établir les documents suivants :

- Le synoptique de présentation générale de l'installation ;
- Le schéma unifilaire de l'installation photovoltaïque ;
- L'implantation des panneaux solaires, câbles (notamment apparents dans les locaux et sur façades) et autres matériels techniques ;
- Les notes justificatives des calculs (câbleries, choix onduleurs, choix protections) ;

- La demande de raccordement au réseau préremplie que le membre du groupement concerné devra ensuite transmettre à Enedis.

3.2. Pendant la réalisation des travaux

3.2.1. Généralités

L'entreprise titulaire désignera, dès la passation du marché, **un responsable de l'exécution** qui doit être **l'unique interlocuteur** des membres du groupement.

L'organisation et la sécurité du chantier incombent au titulaire de chaque lot qui devra toutes les installations nécessaires à ses propres travaux, respectant ainsi les règlements applicables au moment de l'exécution des travaux. Préalablement à son intervention, le titulaire vérifiera auprès des différents concessionnaires la position, l'état et les protections, des différents branchements du bâtiment (eau froide, gaz, électricité...), en prévention, dans le cas où il serait nécessaire d'intervenir en urgence sur les installations.

Si nécessaire, il devra déposer les DICT (déclaration d'intention de commencement de travaux), conformément à la réglementation.

Avant le démarrage des travaux, le titulaire de chaque lot devra obtenir les **accords écrits des concessionnaires, du bureau de contrôle et de l'organisme chargé de la sécurité des lieux (ERP ou Établissements recevant du public)**. Quand les travaux sont effectués sur des bâtiments type ERP, il devra veiller à limiter au maximum les nuisances générées par son activité vis-à-vis des occupants du bâtiment concerné et des bâtiments alentours. Des modalités spécifiques du type intervention pendant les vacances ou sur une période précise pourront être convenues en concertation avec la collectivité propriétaire du bâtiment.

Afin de limiter au maximum les nuisances liées aux coupures de courant, celles-ci devront être limitées au maximum, intervenir hors occupation, être planifiées et validées avec la collectivité propriétaire du bâtiment en début de chantier et confirmées avant le jour J, le but étant de prévenir les occupants de ces coupures afin qu'ils puissent prendre toutes les mesures de précautions nécessaires auprès des usagers des bâtiments et pour les réseaux informatiques.

3.2.2. Protection des installations existantes

Toutes les mesures devront être prises pour veiller à l'intégrité et au bon fonctionnement des matériels déjà présents en toiture (ventilation, pompe à chaleur, fenêtre de toit, étanchéité, réseaux gaz...) et situés dans la zone de travaux.

3.2.3. Signalétique de sécurité

L'attention du titulaire est attirée sur les dangers potentiels créés par ces travaux, situés en hauteur d'une part et à proximité immédiate de zones de passage tout public d'autre part. Il est rappelé qu'il sera seul responsable des accidents de quelque nature que ce soit et en subira les conséquences. Il doit donc mettre en œuvre toutes mesures nécessaires pour éviter les accidents sur son chantier, ses abords et les trajets extérieurs empruntés par ses véhicules, ce jusqu'à la réception de son marché.

Si les installations de chantier nécessitent la coupure d'une zone de passage, un balisage devra indiquer clairement au public le cheminement de contournement à emprunter.

Le titulaire doit également être couvert par une assurance de responsabilité civile pour couvrir les éventuels dommages causés aux tiers, dont les membres du groupement de commandes.

Pour rappel, il doit, entre autres, s'assurer de l'affichage des consignes de sécurité sur son chantier, et de la mise en place de panneaux à tous les accès du chantier portant les mentions "chantier interdit au public".

Il est également responsable des éventuels risques d'incendie, infiltrations d'eau liées à son activité, et de l'application des moyens de protection contre ces risques.

3.2.4. Nettoyage du chantier

Le titulaire devra assurer, à ses frais, le nettoyage et à la remise en état des locaux et abords **au fur et à mesure de l'avancement des travaux**, ainsi que l'évacuation de ses propres déchets. A aucun moment les déchets du chantier ne devront gêner **le fonctionnement normal du bâtiment**.

Il devra également procéder au nettoyage après achèvement des ouvrages.

Pour rappel, les installations seront remises au maître de l'ouvrage en parfait état de fonctionnement et de propreté, ceci incluant tous travaux annexes nécessaires.

3.2.5. Essais de fonctionnement

L'entreprise titulaire effectuera, ou fera effectuer sous sa responsabilité et à ses frais, les essais et vérification de fonctionnement de ses installations en vue de prévenir les aléas techniques découlant d'un mauvais fonctionnement. Toutes les installations devront être complètement essayées. Les feuilles d'essais devront être remises au moment de la réception des travaux à chaque collectivité pour l'ensemble de ses bâtiments.

Pour rappel, ces essais ont pour but de vérifier le bon fonctionnement des appareils, des dispositifs de commande, le fonctionnement des dispositifs de sécurité.

Ils comportent notamment :

- Mises à la terre :
 - Inspection visuelle de toutes les parties de l'installation : supports, cadres des capteurs, connexions jusqu'à l'onduleur, liaison au circuit parafoudre. Tout doit être conforme aux exigences
 - Mesure de la résistance des prises de terre
 - Mesure de continuité des prises de terre
 - Mesure de continuité des circuits de prise de terre (liaison équipotentielle)
- L'isolement du champ par rapport à la terre
 - Il doit être supérieur au double de la tension de service, plus 1000 V. Les essais seront effectués au niveau du coffret de répartition du champ, en déconnectant la liaison vers l'onduleur, ainsi que tous les dispositifs para surtensions
 - Mesure d'isolement des différents circuits
- Tension à vide de chaque chaîne de modules
 - Elle est mesurée en retirant le support de la diode ou du fusible série correspondant. Cette tension est très peu dépendante du rayonnement et son homogénéité d'une chaîne à l'autre peut être contrôlée même par temps couvert
- Courant de court-circuit de chaque chaîne individuelle
 - Il donne une indication de la qualité des panneaux et des effets d'ombrages éventuels. Il est proportionnel à l'irradiance et très peu dépendant de la température. Si on dispose d'une mesure du rayonnement dans le plan des capteurs (solarimètre ou cellule de référence A), il peut être comparé à la valeur correspondante spécifiée par le fabricant
- Étalonnage des appareils de mesure et de protection
- Contrôle de fonctionnement des organes de protection

Un procès-verbal de ces essais est remis avant la réception définitive des ouvrages au membre du groupement concerné.

3.3. Avant la réception des travaux

Avant la date prévue pour la réception des travaux, et au plus tard le jour de cette réception, le titulaire devra fournir à la collectivité concernée un dossier technique complet (DOE – Dossier des Ouvrages Exécutés) comprenant en 1 exemplaire papier et 1 exemplaire informatique :

Fiche signalétique de l'entreprise ;

Liste du matériel mis en œuvre (marque, modèle, fournisseur avec ses adresse, email, téléphone) ;

Fiches techniques du matériel (modules photovoltaïques, système de fixation, onduleurs, câbles, protection DC et AC) ;
Schémas électriques conformes aux ouvrages exécutés ;
Description de la signalisation ;
L'attestation de conformité électrique (de type CONSUEL) ;
Pour pérenniser l'entretien et la maintenance de l'installation :
Notice de maintenance ;
Check-list d'entretien et explication ;
Les notices techniques et d'entretien des appareils installés ;
Les garanties et leurs durées des matériels mis en œuvre ;
La description du fonctionnement du système de suivi de l'installation ;
Le cas échéant, le contrat de maintenance.

3. Généralités techniques

4.1. Contexte réglementaire

Les travaux sont soumis aux textes réglementaires, aux règles de l'art et aux règles professionnelles en vigueur à la date de leur exécution. Les travaux ne répondant pas en tout point à ces conditions seront refusés et devront être repris.

L'ensemble de ces textes sont supposés connus et acceptés par le titulaire comme partie intégrante du marché. Pour rappel, et sans que cette liste soit limitative, ces textes comprennent notamment les normes de l'industrie photovoltaïque et des normes relatives aux installations électriques à basse tension.

4.1.1. Réglementation

- Arrêté du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public
- Règlement sanitaire départemental
- Loi 2000-108 du 10 février 2000 relative au marché de l'électricité et à l'obligation d'achat de l'électricité (compensation par contribution au service public de l'électricité (CSPE))
- Arrêté du 6 juillet 2010 précisant les modalités de contrôle des performances des installations de production raccordées aux réseaux publics d'électricité en moyenne tension (HTA) et haute tension (HTB)
- Arrêté du 6 octobre 2021 fixant les conditions d'achat de l'électricité PV

4.1.2. Normes

Installation :

- NF C14-100 juillet 2021 : Installations de branchement à basse tension
- NF C15-100 : réseaux électriques basse tension
- NF C17-102 : Protection contre la foudre – Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage
- NF C18-510 : Opérations sur les ouvrages et installations électriques et dans un environnement électrique – Prévention du risque électrique

- CEI 61000-3-2 : Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 3-2 : limites - Limites pour les émissions de courant harmonique
- NF EN 1775 - alimentation en gaz - tuyauterie de gaz pour les bâtiments

Matériel :

- NF EN 62852 : Connecteurs pour systèmes photovoltaïques – Exigences de sécurité et essais
- NF EN 50524 : Fiche technique et plaque d'identification pour les onduleurs photovoltaïques
- NF EN 50530 : Efficacité globale des onduleurs photovoltaïques raccordés au réseau
- NF EN 50618 : Câbles électriques pour systèmes photovoltaïques
- NF EN 60269-6 : Fusibles basse tension - Exigences supplémentaires concernant les éléments de remplacement utilisés pour la protection des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque
- NF EN 61215-1 : Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation
- NF EN 61557-8 : Contrôleur d'isolement (onduleurs PV)
- NF EN 61643-11 : parafoudres connectés aux systèmes basse tension - Exigences et méthodes d'essai
- NF EN 61646 : Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation
- NF EN 61701 Juin 2012 : Essai de corrosion au brouillard salin des modules photovoltaïques (PV)
- NF EN 61730-1 et -2 : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV)
- NF EN 62109-1 et -2 : Sécurité des convertisseurs de puissance utilisés dans les réseaux d'énergie photovoltaïque
- NF EN 62759-1 : Modules photovoltaïques (PV) - Partie 1 : transport et expédition d'unités d'emballage de modules
- NF EN 62790 : Boîtes de jonction pour modules photovoltaïques - Exigences de sécurité et essais
- NF EN 62852 : Connecteurs pour applications en courant continu pour systèmes photovoltaïques - Exigences de sécurité et essais
- CEI TS 62804-1 : PID

Ainsi que toutes les autres normes relatives aux matériaux et matériels employés dans les installations.

4.1.3. DTU (documents techniques unifiés)

Tous les DTU sans exception, règles DTU et prescriptions ayant valeur de DTU conformément à la liste arrêtée par le CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment) devront être respectés, et notamment les normes DTU :

- DTU 20 : Maçonnerie
- DTU 23 : Ouvrages en béton
- DTU 31 : Construction en bois
- DTU 32 : Construction métallique
- DTU 33 : Façades légères
- DTU 36 : Menuiserie
- DTU 39 : Vitrerie – miroiterie
- DTU 40 : Couverture
- DTU 42 : Étanchéité des façades
- DTU 43 : Étanchéité des toitures
- DTU 61 : Gaz
- DTU 68 : Ventilation
- DTU 70 : Installations électriques

4.1.4. Guides professionnels

- Guide RAGE 2012 « Conception, mise en œuvre et maintenance des systèmes photovoltaïques par modules rigides sur toitures inclinées »
- CSFE (Chambre syndical française de l'étanchéité) : « Mise en œuvre de procédés d'étanchéité photovoltaïques avec modules souples », en date de juin 2009,
- CSFE « Mise en œuvre traditionnelle de capteurs solaires rapportés sur revêtement d'étanchéité en toiture-terrasse », en date de février 2011.
- Guide « Installations solaires photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution et inférieures ou égales à 250 kV » édité dans les cahiers pratiques de l'association Promotelec
- Guide UTE C15-712 : Installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution
- Guide UTE C32-502 : Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes photovoltaïques

4. Matériels mis en œuvre

Il sera fait exclusivement usage de matériels neufs et de première qualité standard et facilement remplaçables. Tous les matériels faisant l'objet de normes seront conformes à celles-ci et d'une façon générale, devront porter le Label NF.

5.1. Panneaux photovoltaïques

Les panneaux utilisés devront respecter la description suivante ou être techniquement équivalents :

- Panneau solaire monocristallin type Dualsun Flash Shingle Black ou Sunpower Maexon ou équivalent
- Puissance nominal 415 Wc ou supérieur
- Tolérance de puissance positive -0/+5Wc
- Installation possible en portrait et en paysage
- Cellules photovoltaïques monocristallines à haut rendement
- Rendement du panneau > 20 %
- Résultat du certificat d'évaluation carbone < 700 kg eq CO₂ / kWc
- Dimensions : Longueur ≈ 1 899 mm | Largeur ≈ 1 096 mm
- Poids < 13 kg/m²
- Matériau face avant : verre solaire trempé résistant haute transparence
- Fond/couche arrière : noir
- Matériau cadre : aluminium noir
- Panneau avec garantie de fabrication de 20 ans minimum
- Garantie de rendement électrique linéaire de 80 % à 25 ans
- Adhésion de la marque fabricante à l'éco-organisme PV CYCLE

Les modules sont équipés de deux câbles électriques d'environ 1 m chacun dont la section est de 4 mm² environ. Ces câbles se trouvent à l'arrière du module, en sortie de la boîte de connexion étanche IP67 et sont équipés de connecteurs MC4 adaptés isolés, étanches et garantis pour une isolation de 1 000 V. Les câbles des modules seront de classes II et supporteront une plage de température ambiante entre - 40°C et 80°C.

Le raccordement des câbles ne doit présenter aucun risque de déconnexion dans le temps.

Remarque : les bons de commande des installations pouvant être émis entre 2023 et 2026, la puissance crête unitaire des modules sera susceptible d'évoluer avec les technologies et éventuellement le contexte réglementaire.

5.2. Support des modules

Le système de fixation devra respecter la description suivante ou être techniquement équivalent :

- Système type ESDEC
- Marque et modèle adapté selon la typologie de couverture (tuile, bac, ardoise...). Par exemple ClickFit EVO pour toit en tuiles
- Installation possible en portrait et en paysage
- Garantie minimum de 10 ans concernant sa tenue mécanique et sa résistance à la corrosion

L'ensemble du support des modules devra comporter tous les éléments nécessaires à la fixation à la charpente. Selon les bâtiments, les systèmes de fixation, rails, traverses, crochets et vis spécifiques devront être prévus pour s'implanter sur la typologie de toiture (tuile, ardoise, bac acier, tôle ondulée...).

Le système de fixation devra permettre de poser les panneaux en sur-imposition de la toiture en suivant son inclinaison et son orientation.

Toutes les mesures nécessaires à l'étanchéité de la toiture devront être prises et respectées (écran sous toiture, mousse, bouchon de rail, éclisse...).

Le binôme modules + système de fixation devra bénéficier des garanties nécessaires à sa pérennité et justifier d'un Avis Technique (ATEc) ou Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEx) ou a minima Enquête Technique Nouvelle (ETN) du type ou équivalent.

5.3. Onduleurs

En base, les installations devront être équipées de micro-onduleurs pour répondre à 3 attentes :

- Passage en courant alternatif au plus près des modules : utile sur les ERP pour les commissions de sécurité et les modalités d'intervention au feu ;
- Garantie du fabricant sur 20 ans du matériel ;
- Optimisation de la production électrique annuelle et suivi des performances.

Ces derniers doivent être conçus pour fonctionner à pleine puissance à des températures ambiantes aussi élevées que 65 °C. Conçu pour une installation en extérieur, le boîtier du micro-onduleur doit être conforme à la réglementation de classification IP67.

Dans la mesure du possible, ils seront installés dans les combles avec accès possible pour l'entretien. En cas d'impossibilité de mise en œuvre (rampant intégral), il est possible de les fixer sous les panneaux photovoltaïques.

Chaque micro-onduleur est connecté individuellement à un capteur solaire photovoltaïque, ou à deux capteurs solaires photovoltaïques en parallèle. Les micro-onduleurs sont connectés les uns aux autres à l'aide d'un câble de connexion spécial permettant le transport de l'énergie produite ainsi que des informations de fonctionnement de l'onduleur et de son (ses) panneau(x) solaire(s) photovoltaïque(s) attaché(s). Ce câble spécial fait partie intégrante du micro-onduleur avec une entrée AC (câble court) et une sortie AC (câble long). Les micro-onduleurs sont reliés en série par ce câble pourvu de connecteurs intégrés. La longueur des câbles permet un écartement des micro-onduleurs correspondant à la largeur des capteurs solaires sur le toit (pour un même champ solaire).

Les micro-onduleurs utilisés devront respecter la description suivante ou être techniquement équivalents :

- Micro-onduleur type Enphase IQ 8+ ou IQ 7+
- Garantie fabricant minimum de 20 ans
- Enveloppe à double isolation classe II
- Conformité aux exigences de réseau complexes, en termes de gestion de tension et de fréquence de découplage

Le candidat souhaitant proposer une variante sur les onduleurs devra justifier son choix au regard des 3 attentes ci-dessus.

5.4. Cheminement des câbles

Le cheminement des câbles se fera indépendamment des cheminements actuels.

En toiture les cheminements de câbles seront fixés mécaniquement (colliers de type Colson) aux rails de la structure de façon à éviter leur mouvement et donc toutes possibilités de cisaillement.

Les chemins de câble en toiture, en extérieur et dans les bâtiments seront de type CABLOFIL inoxydable, ou équivalent. Ils seront tous capotés et permettront une ventilation des câbles s'y trouvant. Les couvercles seront adaptés et maintenus avec des clips de fixation en inox.

Les linéaires devront être relevés et prévus par l'entreprise à l'occasion de la visite des sites. Elle s'engagera sur :

- Les métrés de câbles et cheminements nécessaires
- Le dimensionnement et la section des câbles avec l'objectif de limiter les pertes en ligne à 1 %
- La fixation des câbles pour leur pérennité
- Les mesures nécessaires aux éventuels percements tout en garantissant la pérennité de l'étanchéité

5.5. Panoplie électrique et coffrets de protection

Au cas par cas sur chacun des bâtiments, le titulaire proposera une implantation de la panoplie électrique nécessaire au bon fonctionnement de l'installation. Cette implantation (intérieure, sous abris...) devra être validée par le propriétaire du bâtiment. Il s'engagera sur :

- La complétude de la panoplie électrique nécessaire au bon fonctionnement d'une installation de 9 kWc
- Le dimensionnement des protections (disjoncteurs, interrupteur, parafoudre...)
- La bonne sécurité des équipements et des personnes
- La mise à la terre de l'installation et ses équipements
- La mise en place des affichages et signalétiques spécifiques (étiquettes normalisée AC, DC, repérage des câbles)

La mise à disposition dans une pochette étanche du schéma électrique et d'implantation des composants de l'installation photovoltaïque.

5.6. Coupures d'urgence

Cette coupure d'urgence permet d'isoler l'installation photovoltaïque du réseau ENEDIS. Elle viendra couper l'alimentation au plus près du disjoncteur général de branchement de l'installation photovoltaïque.

Le coffret de coupure sera équipé d'un verre dormant en face avant, il sera équipé d'une plaque gravée « coupure d'urgence photovoltaïque ».

Les commandes de ces dispositifs de coupure sont également regroupées avec la commande de la coupure du réseau de distribution, pour permettre d'une part la coupure du réseau de distribution et d'autre part la coupure du circuit de production (parties AC et DC).

La coupure du circuit DC s'effectue au plus près des modules photovoltaïques, et en tout état de cause en amont des locaux et dégagements accessibles au public par un dispositif électromécanique (avantage avec les micro-onduleurs).

5.7. Monitoring des centrales

L'entreprise retenue devra proposer une solution de monitoring permettant de suivre individuellement et globalement le bon fonctionnement des centrales, de manière simple et efficace avec un système de droits d'accès bien adapté. Le monitoring permettra de détecter et signaler tout défaut sur une centrale mais aussi d'effectuer des relevés de puissance et de productions à différentes échelles (instantanée, horaire, journalier, cumuls mensuels, annuels, ...). Les données de ce monitoring serviront autant au suivi en exploitation qu'à la communication qui pourra être faite par le coordonnateur du groupement, ses membres ou l'Aduhme.

Un datalogger avec une connexion FTP devra être prévu pour remonter les données des onduleurs. Ce datalogger pourra être du fabricant des onduleurs, ou d'un datalogger multi compatibilité comme Webdyn ou équivalent.

Le but final sera de mettre en place une plateforme web de supervision et de gestion des installations photovoltaïques pour centraliser le suivi technique, financier et administratif des centrales à l'échelle de Plaine Limagne voire du département.

Ainsi il y aura 3 niveaux d'accès :

1. Accès global à toutes les centrales déployées dans le cadre de l'Opération SOLAIRE Dôme à l'échelle des EPCI (Établissements Publics de Coopération Intercommunale) du département ;
2. Accès par Plaine Limagne aux centrales du territoire
3. Accès par chacun des membres à sa ou ses centrales

5. Travaux à réaliser

Les présents travaux ont pour objet la mise en œuvre de centrales photovoltaïques en toiture d'équipements publics. Les panneaux sont installés sur châssis et n'assurent donc pas l'étanchéité de la couverture.

Le descriptif des travaux à réaliser est présenté ci-dessous selon le formalisme du bordereau des prix. Ainsi chaque membre émettra son ou ses bons de commandes pour réaliser les travaux qui le concerne.

Un bon de commande permet la mise en œuvre complète et le fonctionnement d'une installation de 9 kWc en toiture d'un bâtiment.

6.1. Réalisation des centrales

6.1.1. Accompagnement administratif

Un accompagnement administratif de l'entreprise titulaire est attendu et il porte sur les étapes suivantes :

- Calepinage et implantation sur la toiture : une proposition devra être présentée par l'entreprise titulaire. Cette proposition fera l'objet d'une validation par le membre du groupement concerné et ses partenaires conseils (Aduhme, CAUE ou conseil d'architecture, urbanisme et d'environnement). Un fois validée, l'implantation sera reportée dans les déclarations préalables réalisées par les collectivités.
- Demande de raccordement : le titulaire complétera avec la collectivité la demande de raccordement à produire pour le gestionnaire de réseau afin que la collectivité soit accompagnée dans cette étape.
- Contrat d'achat eDF OA : un accompagnement par le titulaire sur cette étape est également attendu pour réaliser l'ensemble des démarches au bon moment et permettre à la collectivité d'activer son contrat d'achat ;
- Consuel : une attestation de conformité de l'installation et la validation par Consuel devra être remise en fin de chantier (remarque : un bureau de contrôle sera missionné par le coordonnateur du groupement et les membres commanderont auprès de lui cette mission de Consuel).

Si une installation pour une raison indépendante du choix d'un des membres du groupement ne pouvait aboutir (portance insuffisante de la charpente, frais de raccordement trop important ou refus de la déclaration préalable), ce forfait administratif sera dû.

6.1.2. Pack installation photovoltaïque d'une centrale de 9kWc

Le pack installation photovoltaïque contient tout ce qui est commun d'un bâtiment à l'autre pour la mise en œuvre d'une centrale de 9 kWc.

- Installation, mise en sécurité et nettoyage du chantier
- Fourniture et pose de la centrale comprenant les panneaux, le système de fixation, les onduleurs et toutes les protections électriques AC et DC, système de supervision

Dans le bordereau des prix, ce prix du pack pour une centrale de 9 kWc est le même pour tous les bâtiments et il ne doit être renseigné qu'une fois. Sur certains bâtiments, une moins-value pourra être appliquée en cas de toiture en bac acier nécessitant un système de fixation et un temps de pose moindre.

6.1.3. Câblage et cheminement

Ces travaux sont spécifiques à chaque bâtiment. Le titulaire devra donc quantifier et dimensionner le matériel et sa pose pour assurer tout le câblage et le cheminement nécessaire au bon fonctionnement de l'installation.

6.1.4. Spécificités particulières

Les présents travaux ont pour objet la mise en œuvre de centrales photovoltaïques en toiture d'équipements publics. Les panneaux sont installés sur châssis et n'assurent donc pas l'étanchéité de la couverture.

Le descriptif des travaux à réaliser est présenté ci-dessous selon le formalisme du bordereau des prix. Ainsi chaque membre émettra son ou ses bons de commandes pour réaliser les travaux qui le concerne.

Un bon de commande permet la mise en œuvre complète et le fonctionnement d'une installation de 9 kWc en toiture d'un bâtiment.

6.2. Un bon de commande permet la mise en œuvre complète et le fonctionnement d'une installation de 9 kWc en toiture d'un bâtiment Options

En option, les membres pourront actionner des bons de commande pour 2 typologies de prestation.

6.2.1. Ecran d'affichage

Un écran d'affichage des performances de l'installation pourrait être demandé en fonction de l'intérêt technique et pédagogique.

Cet écran d'affichage présentera la production d'électricité instantanée de la centrale photovoltaïque, ainsi que la production totale d'électricité depuis la création de la centrale. Il devra permettre d'afficher les performances d'une à plusieurs centrales.

Pour cela, l'entreprise proposera un prix unitaire pour 2 types d'écran :

- Ecran mono-site ;
- Ecran multi-sites.

Il sera compatible avec les onduleurs et pourra récupérer les informations du système de suivi des performances. Il aura les caractéristiques suivantes :

- synchronisation automatique des données des onduleurs
- configuration, utilisation et télémaintenance via interface Web ou locale
- données de l'installation : puissance instantanée, production journalière et cumulée totale, réduction des émissions de CO₂
- dimensions (L/H) : 1 000x600mm environ
- fond d'écran personnalisable (logo, image...)

Le titulaire devra prévoir toutes les fournitures, poses et raccordements des équipements nécessaires au bon fonctionnement du système.

L'écran devra être raccordé électriquement avec une liaison internet RJ45.

6.2.2. Contrat de maintenance

Le contrat de maintenance pourra être conclu pour une durée de **3 ans** par bâtiment. Chaque membre décidera d'exécuter ou non un contrat de maintenance avec l'entreprise retenue pour les travaux.

Ce contrat comprendra 2 niveaux de maintenance :

1. Maintenance préventive :

Une visite annuelle sera prévue dans le cadre du contrat afin d'inspecter la centrale et ses équipements. Elle permettra de réduire le risque de pannes et de maintenir dans le temps les performances. Les visites pourront être regroupées par site géographique pour mutualiser les déplacements sur le territoire.

Chaque visite se fera en présence d'un membre de la collectivité propriétaire de l'installation.

Pendant cette visite l'entreprise devra a minima :

- Vérifier les modules photovoltaïques et le support de fixation : planéité, propreté, fixation mécanique, connectiques électriques ;
- Vérifier les onduleurs : tenue mécanique, dépoussiérage, mise à jour logiciel ;
- Vérifier la panoplie électrique : contrôle des connexions, contrôle ohmique des liaisons équipotentielles, contrôle des fixations, test des disjoncteurs et de l'arrêt d'urgence, vérification de la mise à la terre, vérification de l'étiquetage et de la présence du dossier technique.

La prestation de maintenance préventive ne prévoit pas de nettoyage des modules ni de prise en charge de pièces ou équipements de remplacement (hors garanties constructeurs).

Durant la période de garantie des matériels, le titulaire s'engage à remplacer toute pièce du système ou procéder à des tests et modifications éventuelles suivant les préconisations du fabricant.

A chaque visite, l'entreprise établit un rapport sur lequel :

- Elle atteste que les opérations systématiques prévues dans le présent marché ont bien été effectuées ;
- Elle signale les interventions effectuées à son initiative, ainsi que les dates et heures de début et de fin d'intervention. Elle donne ses observations telles que : anomalies constatées, usure de certains organes, risques de détérioration, causes probables et remède apporté ou préconisation si le remède n'a pu être apporté. Elle donne tout conseil qu'elle juge utile sur l'utilisation des appareils et les améliorations à apporter ;
- Elle est tenue, sauf à engager sa responsabilité, de signaler toute non-conformité des matériels ou équipements à la réglementation applicable lors de son passage.

2. Maintenance curative :

La maintenance curative est une intervention de l'entreprise en cas de défaillance ou de panne de l'installation en vue d'une remise en état de bon fonctionnement.

Elle se déroulera en 2 temps :

- Diagnostic et analyse du dysfonctionnement : l'entreprise se déplacera dans un délai de 3 jours sur le site pour chercher l'origine de la panne. Soit la panne est réparable instantanément et l'entreprise apporte la correction puis rédige un rapport de son intervention et des corrections apportées, soit la panne nécessite du matériel et auquel cas l'entreprise fournira un devis de prestation ;
- Prestation de dépannage : après validation avec le membre du groupement concerné de la prestation de dépannage l'entreprise devra selon la typologie de matériel :
 - * Matériel sous garantie : commander et remplacer le matériel sous garantie, procéder à son remplacement et enfin remettre en bon état de fonctionnement l'installation
 - * Matériel hors garantie : commander ou remplacer le matériel et remettre en bon état de fonctionnement l'installation

6.3. Prix unitaires complémentaires

Il est prévu dans le bordereau des prix de renseigner des prix unitaires (PU) en vue de pouvoir ajuster les prestations.

Prix unitaire pouvant servir à ajuster ou ajouter des installations complémentaires au cours du marché	Unité	Quantité	€HT
Moins-value module GSM (inscrire une valeur négative) Si connexion possible sur la box du bâtiment en Wifi	ens.	1	
Moins-value arrêt d'urgence (inscrire une valeur négative) Si possibilité d'utiliser un bouton en place sur un bâtiment	ens.	1	
Adaptation d'un local électrique intérieur	ens.	1	
Création d'un local électrique extérieur	ens.	1	

Les 2 moins-values pourront permettre d'ajuster les commandes sur les bâtiments listés au marché. 2 cas sont identifiés pour s'adapter aux équipements présents sur les bâtiments :

- Moins-value du module GSM s'il est possible de se connecter en Wifi à une box (pérenne dont l'abonnement est payé par la collectivité) en place au sein du bâtiment afin d'assurer la remontée des données vers la supervision ;

Moins-value d'un bouton d'arrêt d'urgence s'il est possible d'utiliser celui en place sur un bâtiment. Ce cas de figure devra être validé par le bureau de contrôle et le SDIS avant de prévoir cette adaptation.

6. Annexes

Les Annexes ci-dessous sont disponibles :

Annexe 1 – Caractéristiques techniques des toitures

Annexe 2 – Implantation prescrite des modules en toiture

Annexe 3 – Fiches de renseignements