



**DIRECTION GÉNÉRALE ADJOINTE VILLE DURABLE ET EXPANSION
DIRECTION ENVIRONNEMENT ET CADRE DE VIE
SERVICE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET BIODIVERSITÉ**

Étude de faisabilité pour l'installation de
générateurs photovoltaïques

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES
PARTICULIÈRES
(CCTP)**

Table des matières

A / OBJET DE L'ÉTUDE.....	3
1) Le contexte.....	3
2) Objet de la consultation.....	3
B / CONTENU DE L'ÉTUDE.....	4
1) Phase 1 : analyse du potentiel photovoltaïque sur le patrimoine municipal.....	4
2) Phase 2 : pré-études de sites - Dériskage.....	4
3) Phase 3 : étude de faisabilité technico-économique.....	5
Présentation technique et dimensionnement du projet.....	5
Intégration des modules photovoltaïques et des onduleurs dans le bâti.....	6
Déterminer les coûts d'investissement globaux.....	6
Évaluation de l'économie annuelle.....	6
Analyse économique.....	7
Les aides mobilisables.....	7
Bilan environnemental global.....	7
4) Phase 4 : Formation au dériskage des projets photovoltaïques du personnel municipal.....	7
C / PHASAGE / CALENDRIER DE L'ÉTUDE.....	8
D / MODALITÉS DU SUIVI DE L'ÉTUDE.....	8
E / DOCUMENTS FOURNIS LORS DE LA RÉUNION DE LANCEMENT.....	8

A / OBJET DE L'ÉTUDE

1) Le contexte

La ville de Marseille fait de la transition énergétique un objectif de sa politique publique et compte accélérer le développement des énergies renouvelables en développant celles qui peuvent l'être sur ses équipements et en continuant à équiper les toitures de son patrimoine municipal de panneaux photovoltaïques. Elle souhaite aussi que les citoyens marseillais s'emparent de ce sujet et soient partie prenante de ce développement afin d'inscrire ces projets dans une démarche de gestion locale, participative et citoyenne.

Déjà en 2009, la ville de Marseille avait souhaité équiper ses toits de panneaux photovoltaïques répondant en cela aux impératifs de la loi Grenelle. Elle a donc émis un appel à projet en direction de tiers investisseurs pour équiper les toitures d'environ 200 sites municipaux.

4 opérateurs ont ainsi été retenus et environ 77 000 m² de toitures ont été équipées de panneaux photovoltaïques, représentant 61 sites, ce qui permet de produire environ 7,5 GWh d'électricité renouvelable par an.

Aujourd'hui, la ville de Marseille souhaite continuer à développer toutes les énergies renouvelables et équiper de nouveaux sites de centrales solaires en maximisant les retombées financières perçues directement par la Ville et que celles-ci puissent profiter directement au territoire et aux citoyens marseillais. Dans les solutions envisagées, les premières investigations ont montré qu'il existait déjà des dispositifs financiers offerts aux collectivités, leur permettant de développer des projets de toitures photovoltaïques sur leurs bâtiments (subvention de la Région Sud par exemple).

2) Objet de la consultation

La présente consultation a pour objet la réalisation d'une étude de faisabilité technique, économique et financière pour installer des générateurs photovoltaïques sur des bâtiments municipaux et raccordés au réseau. La liste des bâtiments municipaux est fournie en annexe. Celle-ci n'est pas contractuelle et pourra être modifiée avant le démarrage du marché.

Il s'agira d'analyser le potentiel de production exploitable de la ville, le « dérisquage » des sites, ainsi que la faisabilité technico-économique.

L'étude se décompose en quatre phases :

La phase 1 consiste à analyser le potentiel photovoltaïque du patrimoine municipal. Une liste de 400 sites sera proposée par la Ville : à partir du cadastre solaire de la ville de Marseille, issu du cadastre énergétique de la Région Sud (<https://www.siterre.fr/paca/#/carte>) et de l'identification du patrimoine à partir des données SIG. (Une liste indicative de 400 sites est annexée au CCTP)

Il s'agira de caractériser les bâtiments et de donner une estimation des coûts ainsi que la rentabilité de chacun des 400 sites.

A l'issue de cette première phase, le titulaire proposera la sélection d'environ 60 sites aux enjeux forts.

La phase 2 consiste à effectuer des visites de sites qui permettront de sélectionner ceux pouvant être équipés en première approche et de vérifier un certain nombre de points détaillés. Elle constitue la phase de « dérisquage ».

Pour la phase 3, il s'agira de réaliser une étude de faisabilité technico-économique sur les sites dé-risqués que les visites auront permis de valider.

Enfin en phase 4, il sera aussi demandé au prestataire de former une quinzaine d'agents de la Ville de Marseille au dérisquage afin que ceux-ci soient capables d'effectuer par eux-même cette mission sur les autres équipements de la Ville.

B / CONTENU DE L'ÉTUDE

1) Phase 1 : analyse du potentiel photovoltaïque sur le patrimoine municipal

A partir du cadastre solaire de la ville de Marseille, issu du cadastre énergétique de la Région Sud (<https://www.siterre.fr/paca/#/carte>) et de l'identification du patrimoine à partir des données SIG, il s'agira de caractériser les bâtiments des 400 sites sélectionnés par la Ville :

- vérifier les contraintes patrimoniales, environnementales et urbanistiques :
 - aspects protection patrimoniale (périmètre monuments historiques, périmètre de l'AVAP...) ;
 - aspects environnementaux (zone Natura 2000, restrictions environnementales...) ;
- catégoriser le site (ERP...)
- typer la toiture (terrasse ou pentue, tuile, béton ou autres matériaux), qualité de l'étanchéité, de l'isolation ;
- définir le potentiel en toiture ;
 - la puissance pouvant être installée ;
 - le productible ;
- estimer les possibilités de raccordement ;
- estimer la puissance de raccordement électrique.

Le rendu de cette première phase consistera en :

- une première partie générale présentant le déroulé de l'étude, les principes généraux d'une installation photovoltaïque, une analyse globale des sites, une première estimation des coûts ainsi qu'une pré-étude de rentabilité ;
- une partie descriptive, avec pour chaque site étudié, une fiche de synthèse de l'ensemble des sites, servant d'aide à la décision pour la sélection des 60 sites à étudier ensuite, avec une analyse multicritères.
- Concernant les jeux de données cartographiques produits par le prestataire, ils seront sous un format standard (shape file) complétés d'une légende explicative.
 - Le prestataire prévoira le temps nécessaire avec le service SIG Ville pour la réversibilité des données.

2) Phase 2 : pré-études de sites - Dérivage

60 sites seront choisis à l'issue de la première phase, présentés et validés par un comité de pilotage (cf D).

Ce nombre pourra évoluer en fonction des résultats de la concertation entre les services, les élus référents et les partenaires associés à l'issue d'une réunion de proposition de sites avec le prestataire.

Cette démarche doit en effet nécessairement être coordonnée avec les autres actions menées par la ville sur son patrimoine : plan de rénovation des écoles, rénovation énergétique des bâtiments, travaux de réfection sur des parkings, schéma directeur immobilier...

Il s'agira, en effectuant des visites de site de sélectionner ceux pouvant être équipés en première approche et de vérifier notamment les points suivants :

- appréciation de l'état de la toiture et de sa charpente ;
- analyse de la capacité de la portance de la toiture ;
- identification d'un emplacement pour les onduleurs ;
- faisabilité du raccordement ;
- vérification de l'accessibilité en toiture et du stockage du matériel ;
- relevé des masques solaires éventuels permettant d'estimer les pertes de production dues aux ombrages.

Ces visites permettront d'établir un dossier photos et, lors d'entretien avec le gestionnaire du site ou les services chargés de la maintenance, de connaître ou d'établir les points suivants :

- programme de réfection des toitures ;
- présence d'amiante ;

- il s'agira d'une observation à pied d'œuvre par une personne expérimentée et/ou la récolte du diagnostic existant. Une discussion avec le gestionnaire du bâtiment sera utile.
- Présence d'infiltrations, autres problèmes techniques ;
- composition de la toiture ;
- besoins du gestionnaire de site : fermeture de celui-ci, intérêt d'utiliser la centrale comme support pédagogique, etc.

Le prestataire indiquera clairement sa méthodologie et la partagera auprès des services intéressés par la problématique du dérisquage.

Le rendu de cette deuxième phase consistera en :

- une partie descriptive, avec pour chaque site étudié, une fiche donnant les éléments demandés ci-dessus, dont des photos et des croquis précisant ces données ;
- devront être précisées les dates de visite, les personnes rencontrées avec leurs coordonnées ;
- une définition des surfaces utilisables, des options disponibles ;
- une présentation du relevé des masques dans le cas où il y a des masques ;
- une définition des premiers dimensionnements, un calcul des productions électriques mensuelles et annuelles et une définition de l'impact du masque sur les performances des générateurs photovoltaïques ;
- un document technique de présentation pour chacun des bâtiments (photo, plan de cadastre avec implantation prévisionnelle des modules ...)
- Le cas échéant, les préconisations par site à mettre en œuvre pour permettre une facilitation de l'installation de panneaux photovoltaïques
- Concernant les jeux de données cartographiques produits par le prestataire, ils seront sous un format standard (shape file) complétés d'une légende explicative.

3) Phase 3 : étude de faisabilité technico-économique

Il s'agira à ce stade de réaliser une étude de faisabilité sur les sites dé-risqués.

La base quantitative pour le chiffrage par le titulaire sera un forfait d'études de 20 sites et des possibilités de réalisation pour des ensembles de 10 sites supplémentaires pouvant conduire à l'étude des 60 sites ou plus de la phase 2.

Il faudra prendre en compte toutes les contraintes techniques intéressant la pose des panneaux photovoltaïques et notamment :

- la nature et l'épaisseur de l'isolant ;
- la nature et l'épaisseur de l'étanchéité ;
- la prise en compte des masques proches ;
- toutes contraintes pouvant impacter l'installation des panneaux photovoltaïques.

L'étude de faisabilité proposera le matériel technique le mieux adapté pour chaque site et présentera une étude de rentabilité économique site par site.

Si certains sites nécessitent l'intervention d'une expertise en structure de bâtiment, le prestataire la proposera en fonction de ses compétences internes ou en association avec un bureau d'études spécialisé. Le cas échéant, le pilotage de la prestation avec un bureau d'étude est assurée par le prestataire.

La région Sud subventionne les études structures à hauteur de 70%. Le prestataire accompagnera la ville dans le dossier de demande de subvention.

La mission « étude de faisabilité », comprendra les éléments suivants, incluant les études techniques des générateurs photovoltaïques, leur implantation et l'ensemble des contraintes liées, relatives au raccordement au réseau et au montage financier du projet :

Présentation technique et dimensionnement du projet

- Déterminer et argumenter les choix technologiques des équipements de production d'électricité les plus appropriés aux sites (technologie des modules, onduleurs, raccordement,...) ;
- Calculer les puissances et surfaces installées proposées ;

- Calculer les productions électriques mensuelle et annuelle par logiciel type PVSYST, PVSOL ou équivalent. Présenter une évolution de la production annuelle sur 20 ans ;
- Calculer les taux de couverture annuel par les centrales photovoltaïques des consommations d'électricité de chaque bâtiment (dans l'hypothèse où l'autoconsommation pourrait être une option intéressante) ;
- Définir le mode de fonctionnement de l'installation photovoltaïque par rapport aux besoins des établissements ;
- Définir les techniques à mettre en œuvre pour les raccordements des installations au réseau électrique ;
- Définir les équipements permettant de faire du suivi des performances des centrales via de l'acquisition et de la transmission de données et éventuellement le panneau d'affichage pour communiquer sur les installations ;
- Décrire les modalités administratives et conventions éventuelles pour le raccordement Enedis (tarif d'achat, comptage,...) ;
- Présenter un schéma de principe de l'installation, ainsi que la description de son fonctionnement.
- Calculer la quantité prévisionnelle d'électricité produite et consommée par mois sur une durée d'un an ;
- Définir la part prévisionnelle de la production photovoltaïque sur la consommation globale des bâtiments ;
- Évaluer la pertinence de la solution en autoconsommation avec revente du surplus par rapport à la solution photovoltaïque connectée au réseau ;

Intégration des modules photovoltaïques et des onduleurs dans le bâti

- Déterminer et argumenter quant aux lieux d'implantation des modules et des onduleurs (par exemple ne pas installer ces derniers sur le mur d'une salle de sommeil dans une maternelle ou une crèche). L'accent sera mis sur la bonne insertion et l'intégration architecturale des générateurs comme des onduleurs aux bâtiments ;
- S'il y a plusieurs lieux d'implantation possibles des modules : déterminer les différentes localisations, surfaces et puissances respectives ;
- Présenter le plan de masse avec l'implantation prévisionnelle des modules et des onduleurs ;
- Faire apparaître les masques éventuels.

Déterminer les coûts d'investissement globaux

- Détailler les montants d'investissement des éléments de la centrale photovoltaïque : prix modules, onduleurs, câblages, équipements de sécurité, pose et éventuellement suivi ;
- Détailler les coûts de raccordement au réseau ;
- Détailler le coût d'un panneau d'affichage (qui indiquera les productions en temps réels et depuis la mise en place de l'installation) pour communiquer sur la centrale ;
- Détailler le coût des équipements de comptage et la campagne de mesures (les équipements de comptage comprendront les appareils de mesures nécessaires à la surveillance des performances de l'installation solaire).

Le rapport final de cette étude comportera les informations techniques, économiques et environnementales pour permettre au maître d'ouvrage de poursuivre ou non le projet d'installation de générateurs photovoltaïques raccordés au réseau.

Évaluation de l'économie annuelle

Pour le (ou les) dimensionnement(s) proposé(s) et les modèles économiques afférents, l'étude fournira :

- La production solaire mensuelle et annuelle attendue et l'évolution de la production sur les 20 ans de durée du tarif d'achat ;

- Le tarif d'achat de l'électricité photovoltaïque applicable au projet ;
- Les revenus annuels de la vente d'électricité, l'évolution du revenu sur les 20 ans de durée du tarif d'achat et le processus de vente du surplus à EDF ou tout autre fournisseur d'électricité ;
- Les coûts d'assurance ;
- Les frais de TURP (Tarif d'Utilisation du Réseau Public) qui correspondent au coût de location du compteur de production ;
- La fiscalité, taxe professionnelle, taxe sur le foncier bâti, cotisations sociales liées à la vente d'électricité en fonction de la nature juridique du maître d'ouvrage ;
- Le remboursement des emprunts si la commune en contracte ;
- Le temps de retour de l'investissement en fonction de l'énergie substituée et/ou sur les investissements substitués en rénovation de toiture.

L'étude doit aborder et montrer la rentabilité financière des opérations en réalisant un bilan sur les 20 ans de durée du contrat d'achat. L'étude devra intégrer un bilan prévisionnel sur les 20 ans d'exploitation des générateurs photovoltaïques.

Analyse économique

Il sera calculé le coût du kWh solaire sur 20 ans, en intégrant l'amortissement des investissements et le coût de la maintenance. Cette analyse sera effectuée en deux étapes : avec et sans subventions d'investissement et de fonctionnement.

Pour ce faire, les opérations de «Gros Entretien Renouvellement (GER)» devront être provisionnées dans les plans d'investissement.

L'ensemble des données économiques devront être présentées, par projet, via à un tableur sous forme de plans d'investissement. Les services devront pouvoir utiliser ce tableur *in fine*.

Les aides mobilisables

La Région Sud peut aider au financement des études et de l'investissement à condition que l'installation de la centrale photovoltaïque soit accompagnée de mesures de maîtrise de l'énergie (MDE). Toutes les autres aides possibles devront être recherchées et exposées ainsi que tous les emprunts qui offriraient un bonus pour la réalisation d'un équipement d'énergie renouvelable.

De la même façon seront étudiées et exposées les possibilités de faire financer ces installations par des citoyens ou des associations de citoyens (plate-formes de financement qui permettent de faire financer par des habitants de la commune ou de la Métropole Aix Marseille Provence, une partie des installations), tout en vérifiant les règles juridiques qui s'imposent à la collectivité.

Bilan environnemental global

Pour l'ensemble des sites le prestataire devra globalement :

- estimer la quantité de CO² évitée en intégrant le cycle complet ACV du projet (y compris la fabrication et le recyclage des panneaux). Expliquer la méthode utilisée ;
- estimer le nombre de TEP d'électricité d'origine d'énergies fossiles substituées.

4) Phase 4 : Formation au dérisquage des projets photovoltaïques du personnel municipal

Compte tenu de la diversité des services municipaux intervenant sur le patrimoine municipal, il est demandé que cette technique soit partagée afin que la culture du développement des énergies renouvelables se diffuse.

Le prestataire prévoira de former une quinzaine de personnes issue de la Direction Générale Adjointe «La Ville plus verte et plus durable» et des techniciens de différents secteurs opérant la maintenance des équipements.

A l'issue de cette prestation, les personnes formées devront être capables de mener de manière autonome la phase 2 décrite dans ce présent cahier des charges. En conséquence, des visites communes sur site en plus des séances en salle devront être réalisées.

C / PHASAGE / CALENDRIER DE L'ÉTUDE

Le délai global d'**exécution** de l'étude est fixé à **3 mois** (hors périodes de validation de chaque phase).

Les phases 1,2 et 3 ont une durée estimée d'un mois et chacune démarrera à l'émission d'un ordre de service.

	Mois 1	Mois 2	Mois 3
Phase 1 analyse du potentiel photovoltaïque sur le patrimoine municipal			
Phase 2 pré-études de sites - Dérisquage			
Phase 3 étude de faisabilité technico-économique			
Phase 4 Formation des agents	La formation intervient tout au long de la durée du marché		

D / MODALITÉS DU SUIVI DE L'ÉTUDE

6 réunions sont prévues avec les différents partenaires :

- une réunion de lancement de la phase 1 avec le maître d'ouvrage ;
- deux réunions en fin de phase 1 (une réunion sous forme de comité technique et une réunion sous forme de comité de pilotage relatif au choix des 60 sites à étudier en phase 2). Le comité de pilotage comprendra l'Adjoint au Maire de Marseille en charge de la transition écologique, de la lutte et de l'adaptation au bouleversement climatique et de l'assemblée citoyenne du futur ; l'Adjoint en charge du plan école, du bâti, de la construction, de la rénovation et du patrimoine scolaire ; le Conseiller municipal délégué à la stratégie patrimoniale, à la valorisation et à la protection du patrimoine municipal et aux édifices culturels.
- une réunion en fin de phase 2 : choix des sites retenus et lancement des études de faisabilité ;
- une réunion fin de phase 3 : présentation des résultats en comité de pilotage élargie à l'ensemble des parties (maître d'ouvrage, financeurs, partenaires externes) ;
- une réunion de fin de formation, phase 4 : REX formation au dérisquage ;

Le bureau d'étude pourra être amené à des réunions supplémentaires si nécessaire avec le Maître d'Ouvrage au cours de l'étude.

E / DOCUMENTS FOURNIS LORS DE LA RÉUNION DE LANCEMENT

La collectivité fournit les documents suivants selon leurs disponibilités :

- La couche SIG des sites,
- Consommation d'électricité pour les bâtiments concernés par le projet (sur 3 ans) ;
- Liste des travaux prévisionnels sur les bâtiments.