

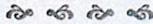


**Dossier technique d'aide à la décision**

**Projet de centrale photovoltaïque sur toiture**

**Audierne**

Théâtre Georges-Madec





## Table des matières

I.	Introduction.....	3
II.	Situation de l'affaire et conditions de l'étude.....	3
III.	Contexte d'étude.....	4
IV.	Contexte technique :.....	4
V.	Implantation des modules.....	5
VI.	Performances du projet.....	6
VII.	Système d'intégration type ISB.....	6
VIII.	Prescriptions techniques :.....	7
IX.	Valorisation de l'électricité.....	9
	Vente totale.....	9
	Autoconsommation collective.....	9
X.	Portage.....	10
	SDEF.....	10
	Commune.....	10
XI.	Bilan économique :.....	11
XII.	Conclusion.....	13

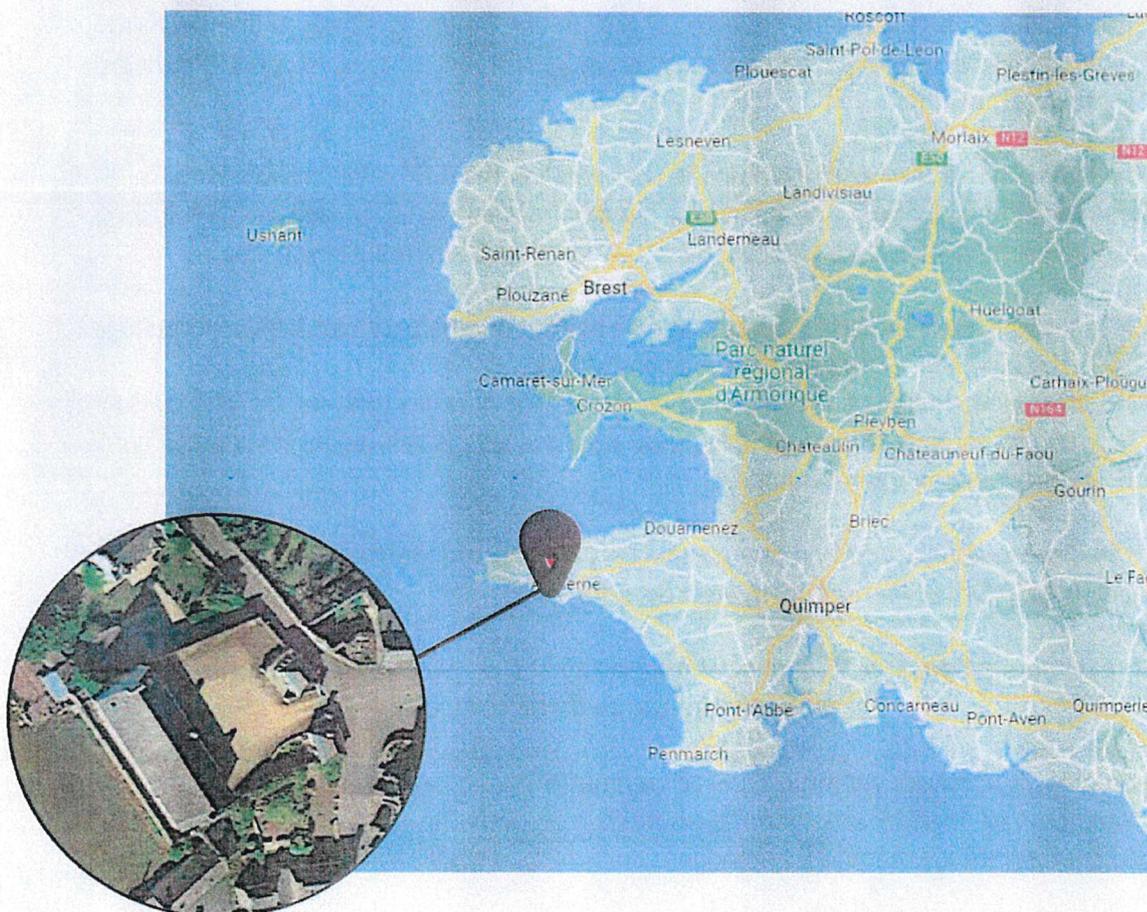


## I. Introduction

Dans le cadre d'une initiative de production d'énergie photovoltaïque au sein du théâtre Georges Madec, la commune d'Audierne envisage l'installation de panneaux photovoltaïques sur la toiture de ce bâtiment. Pour ce faire, la commune s'est rapprochée du Syndicat Départemental d'Énergie et d'Équipement du Finistère (SDEF) afin de réaliser une étude de préfaisabilité.

Cette étude a pour objectif de définir la rentabilité d'un projet photovoltaïque sur les sites ciblés et de permettre à la commune d'Audierne de prendre la décision de poursuivre ou non sur ce projet.

## II. Situation de l'affaire et conditions de l'étude



Théâtre Georges-Madec  
48.024, -4.563  
Esquibien

### III. Contexte d'étude

Le théâtre consiste d'un seul bâtiment. La commune souhaite exploiter sa toiture dans le cadre d'une production photovoltaïque. Elle envisage un scénario d'autoconsommation collective.

### IV. Contexte technique :

Le bâtiment consiste d'une toiture unique à deux pans. Parmi les deux pans figure un pan orienté sud-ouest, qui fera l'objet de cette étude photovoltaïque. Les deux pans ont un angle d'inclinaison d'environ 45°, ce qui favorise une production photovoltaïque.

Le bâtiment bénéficie d'une couverture en ardoise en bonne condition d'après une inspection visuelle. Il sera néanmoins nécessaire de prévoir une étude de structure afin de connaître l'état actuel de la charpente et s'il est envisageable ou non d'y installer des modules photovoltaïques.

Le bâtiment est propriété communale classée comme ERP. Les prescriptions du SDIS concernant l'implantation de panneaux photovoltaïques sur la couverture d'un ERP sont exprimées dans l'avis de la CCS du 7 février 2013 et indiquent notamment que :

- La périphérie de la toiture est laissée libre de tout organe photovoltaïque, exception faite des câbles, sur une largeur praticable de 0,90 m
- Un cheminement d'au moins 0,90 m de largeur libre de tout organe photovoltaïque permet l'accès, y compris périphérique, aux installations techniques (exutoires, moteurs de désenfumage, ventilations, etc...)

Afin d'optimiser la production photovoltaïque, l'étude présente une bande de sécurité d'une largeur de 0,5 m au lieu des 0,9 m prescrits par le SDIS.

➔ Une dérogation du SDIS sera donc nécessaire afin de pouvoir réaliser l'implantation proposée dans le cadre de cette étude.

De plus, le bâtiment est situé dans un périmètre de protection de l'ABF (Architectes des Bâtiments de France). Les modules pourront être de teinte noire pour se fondre dans la couverture. Les équipements électriques devront être installés à l'intérieur des bâtiments.

La commune d'Audierne est située à moins de 20 km d'une étendue d'eau salée. Conformément à la norme IEC 61701, les modules devront être traités antibrouillard salin pour assurer leur durabilité.

## V. Implantation des modules

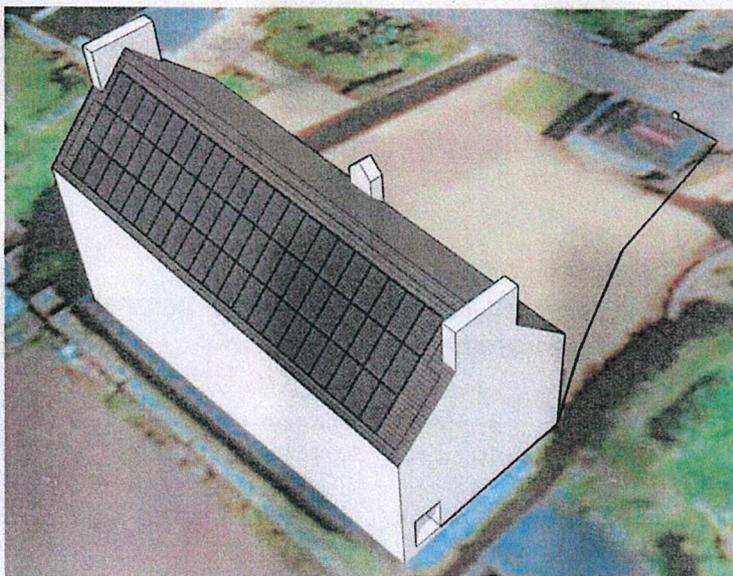


Figure 4 - Implantation photovoltaïque sur le théâtre

Spécifications techniques du projet PV		
Modules Photovoltaïques	Onduleurs	Système d'intégration
63 x modules Voltec Solar-Tarka 126 VSMD 395	1 x SMA Sunny Tripower 25000TL	Solution K2 Single Rail ou équivalent
Puissance unitaire : 395 Wc Puissance installée : 24.89 kWc	Puissance nominale unitaire : 25.kVA	<i>Intégration ISB (Intégrée simplifiée au bâtiment)</i>

Nota : Le SDEF soutient la filière photovoltaïque française autant que possible et prescrira des modules assemblés en France dans son cahier des charges. Néanmoins, le choix de l'onduleur s'est porté sur une marque allemande leader dans le marché car le modèle sélectionné est parfaitement adapté au projet.

## VI. Performances du projet

La puissance maximale qu'il est possible d'atteindre serait actuellement de 24.89 kWc avec 63 modules d'une puissance unitaire de 395 Wc.

La production annuelle est estimée à 28.6 MWh, soit un productible d'environ 1150 kWh/kWc/an.

D'après notre logiciel de calcul, il apparaît que :

- Les installations photovoltaïques permettraient de couvrir 16.7% des besoins en électricité des bâtiments communaux suivants :
  - Le théâtre même
  - La mairie
  - L'hôtel de ville
  - Le foyer Marthe Pierre
  - Le foyer du troisième âge
  - L'office de tourisme
  - Le port de plaisance
  - La salle polyvalente
  - Le Tennis Club

*Afin de bénéficier d'un scénario d'autoconsommation collective, le site consommateur (les bâtiments communaux susmentionnés) doit être placé dans un rayon de 2 km (à vol d'oiseau) du site producteur (l'installation photovoltaïque sur le théâtre)*

- La part de la production électrique serait consommée à hauteur de 69.9%
- Les besoins en électricité sont plus faibles en été lorsqu'on en produit davantage, d'où une surproduction de 30.1 % de la production

## VII. Système d'intégration type ISB

Ce système d'intégration permet de ne pas remplacer la couverture par des modules solaires ce qui préserve l'étanchéité initiale.

Des crochets solidaires de la charpente viennent se poser derrière les ardoises naturelles, ce qui permet de conjuguer une résistance mécanique importante et de conserver un esthétisme certain avec les modules au ras de la couverture.

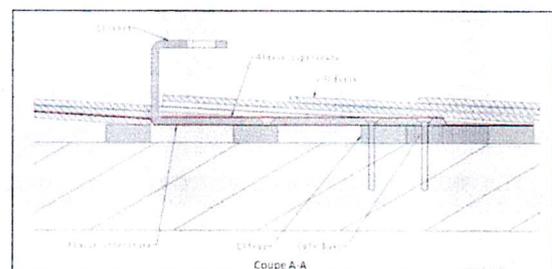


Figure 1 - Vue de coupe du procédé

Ce système d'intégration a déjà pu être mis en œuvre à Ouessant dans un contexte environnemental contraignant et patrimonial sous protection de l'ABF.



Figure 2 - Unités de production à Ouessant utilisant ce procédé

### VIII. Prescriptions techniques :

Pour garantir une bonne mise en œuvre de la centrale photovoltaïque, il est nécessaire de respecter certaines conditions techniques mentionnées plus bas :

#### Couverture :

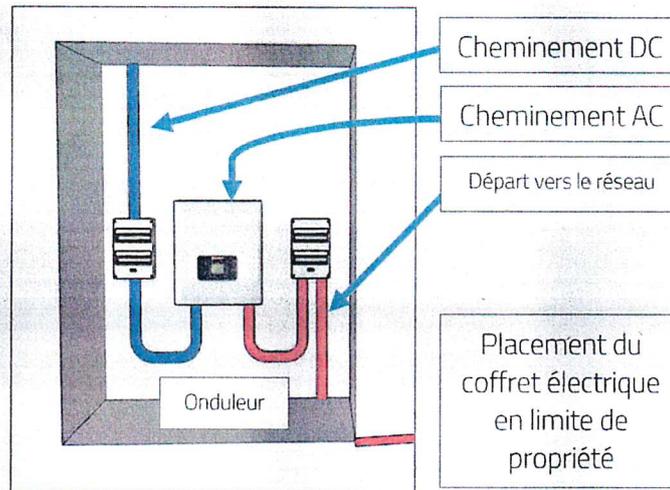
- Pour les couvertures en ardoise : Le système d'intégration photovoltaïque se fixera à la couverture en utilisant la solution K2 Single Rail ou équivalent type ISB
- Tout élément de couverture (ventilation, Velux, etc) sera à déplacer
- Afin de connaître la tenue de la charpente à la vue d'une implantation photovoltaïque, il sera nécessaire de prévoir une étude structure
  - S'il s'avère que la charpente n'est pas adaptée pour la pose d'une centrale photovoltaïque, il faudra prévoir le renforcement de la charpente

#### Local technique :

Le local technique contiendra l'ensemble des éléments de la gestion électrique (onduleurs, TGBT, coffret DC/AC). Il s'agira d'un local dédié et il ne pourra pas être utilisé pour un quelconque entreposage.

- Prévoir un emplacement pour le local technique à l'intérieur du bâtiment avec une surface d'au moins 2 m<sup>2</sup>. Un pan de mur de 2 mètres peut également convenir.
- Le SDEF prévoira un coup de poing d'arrêt d'urgence devra être installé à proximité des éléments de gestion électrique. Le boîtier devra être à l'abri de tout mouvement non intentionnel susceptible de l'activer
- Le SDEF prévoira une ventilation passive basse et une ventilation passive haute devront assurer le bon refroidissement du local

- Un cheminement des câbles DC pourra se faire au maximum par l'extérieur du bâtiment afin d'éviter des travaux de perforage.



Raccordement :

Le raccordement de la centrale photovoltaïque sera à la seule charge du SDEF.



Un raccordement direct au réseau électrique via un point de livraison en limite de propriété sera nécessaire.

Une tranchée d'au moins 22 mètres linéaires entre le local technique et le point de livraison qui se situera en limite de propriété, sera à prévoir lors de la phase chantier.

Selon un simulateur de raccordement Enedis, le réseau local est adapté pour accueillir la puissance injectée par la centrale photovoltaïque. Un raccordement simple pourra donc être envisagé.

Enedis est seul décisionnaire du raccordement au réseau.

## IX. Valorisation de l'électricité

### Vente totale

L'installation photovoltaïque bénéficie d'un contrat d'achat en vente totale, c'est-à-dire que l'intégralité de la production est injectée dans le réseau et rémunérée à un tarif fixe définie dans le cadre réglementaire des contrats d'achats. Pour les installations entre 9 kWc et 36 kWc, le dernier tarif d'achat est de 145.8 €/MWh (en juillet 2023). Les tarifs d'achat évoluent trimestriellement, en fonction de différents paramètres, dont l'un est le nombre de systèmes raccordés dans cette gamme de puissance).

### Autoconsommation collective

L'autoconsommation collective est un modèle permettant la fourniture d'électricité entre des producteurs et consommateurs réunis au sein d'une même opération. La production peut être échangée avec les partenaires locaux distants au maximum de 2km, dans une logique de circuit court de la consommation d'électricité.

Les installations de production qui participent à une opération d'autoconsommation collective peuvent également bénéficier d'un mécanisme de soutien de l'état :

- Vente totale : l'électricité produite est fournie prioritairement aux consommateurs de la boucle d'autoconsommation, l'excédent est valorisé au tarif d'achat en vente totale ;
- Autoconsommation individuelle avec vente du surplus : l'électricité produite est prioritairement consommée sur place, l'excédent est ensuite réparti entre les consommateurs de la boucle d'autoconsommation collective, et s'il y a encore du surplus, celui-ci est valorisé au tarif d'achat en vente du surplus.

Pour assurer le bon fonctionnement du modèle, producteurs et consommateurs se réunissent au sein d'une même structure juridique. Celle-ci se nomme la Personne Morale Organisatrice (PMO). La définition est libre. Le schéma le plus courant est celui de l'association. Son rôle est d'assurer, entre autres, la répartition de la production entre les différents participants avec la définition des prix d'achats de l'électricité, de gérer les facturations et d'assurer le contrat de fourniture auprès d'ENEDIS. Lors du comité syndical du 30 juin dernier, il a été décidé que le SDEF se positionne en tant que PMO sur son territoire.

Lors du comité syndical du 30 juin dernier, il a également été décidé que le SDEF, en tant que producteur, revende l'électricité à un tarif de 13c€HT/kWh pour les consommations des bâtiments des communes adhérentes au SDEF.



Sur le plan économique la production électrique partagée dans le cadre de l'autoconsommation collective, et qui transite via le réseau de distribution, sera soumise à la TVA, au droit d'accise sur l'électricité à 1€/MWh (ex-CSPE et ex-TCFE) et au TURPE ; contrairement à l'autoconsommation individuelle pour laquelle aucune de ces taxes ne s'applique.

Pour ce projet, la commune privilégie l'autoconsommation collective.

## X. Portage

### SDEF

Le SDEF se chargerait de l'intégralité du développement du projet, de son financement, ainsi que de l'exploitation et la maintenance de l'opération.

Une convention de maîtrise d'ouvrage unique et une convention d'occupation temporaire du domaine public serait signée entre la mairie et le SDEF. La commune devra réaliser au préalable un avis de publicité.

En contrepartie de l'utilisation de la toiture, la société verserait un loyer à la commune.

Etant donné les spécificités décrite plus haut d'un raccordement en autoconsommation individuelle, le SDEF ne pourrait pas se positionner sur ce type de montage.

### Commune

Dans le cas d'un portage de l'opération par la commune, cette dernière finance, développe et exploite l'installation photovoltaïque.

Etant donné le montant d'investissement, la commune sélectionne un installateur via un marché public.

La commune finance l'opération, avec un apport en fond propre (estimé à 15% du montant des travaux), et le recours à un prêt.

L'installation pourrait aussi intégrer une opération d'autoconsommation collective patrimoniale. Une partie de la production ne serait alors pas valorisée au tarif d'achat, mais directement consommée par la commune. Le coût de cette électricité autoconsommée peut être estimé à 13c€/HT/kWh plus les taxes, ce qui est bien inférieur au coût d'achat actuel de l'électricité via le groupement d'achat. Tout autre consommateur privé pourra bénéficier d'un coût de l'électricité autoconsommée peut être estimé à 13.5c€/HT/kWh plus les taxes. La commune serait alors PMO de l'opération. Un accompagnement par un cabinet spécialisé pourrait s'avérer nécessaire pour accompagner la commune dans le montage et la gestion de l'opération.

## XI. Bilan économique :

### CAPEX

L'investissement est estimé à **54 000 €HT**, soit environ 2.17 €HT/Wc. Il s'agit d'un ordre de grandeur, un appel d'offres établira un chiffrage plus précis.

Les estimations tarifaires des CAPEX comprennent :

- Modules & Onduleurs
- Coûts de l'investissement (garanties...)
- Raccordement Enedis

### OPEX

Les estimations tarifaires des CAPEX comprennent :

- Assurance
- Frais Enedis
- Maintenance
- Location de la toiture
- Télécom
- Frais de gestion

Le loyer versé à la commune est égal à 0.50 €/m<sup>2</sup> de surface photovoltaïque et par an.

La synthèse du financement perçu par la mairie est indiquée comme suit :

	Valeur	Données	Montant
Loyer d'occupation de la toiture	0.50 €/m <sup>2</sup>	Environ 120 m <sup>2</sup> occupés	€ 60
		<b>TOTAL</b>	<b>€ 60</b>

### Recettes

La répartition des recettes va dépendre du mode de valorisation de l'électricité. Dans le schéma d'un portage par le SDEF, l'électricité serait vendue à 13c€HT/kWh pour les consommations des bâtiments des communes adhérentes au SDEF.

Le tableau ci-dessous donne la répartition des recettes la première année de fonctionnement

	Vente totale	Vente totale avec autoconsommation collective
<b>Recettes</b>		
Vente d'électricité (EDF OA)	4 200	1 257 €
Vente d'électricité (autoconsommation)		2 603 €
<b>TOTAL</b>	<b>4 200</b>	<b>3 861 €</b>



Emprunt :

Afin d'obtenir une trésorerie à l'équilibre sur 20 ans :

- Le Comité Territorial du SDEF devra apporter, sous réserve de son acceptation, une participation au projet de 16 200 €, ce qui représente environ 30% du montant total brut de l'investissement.
- La commune d'Audierne devra également apporter, une participation au projet de 11 000 €, ce qui représente environ 30% du montant total brut de l'investissement

Le montant de l'emprunt est estimé à 26 800 €.

Taux d'emprunt : 4.5%

Durée : 20 ans

Cela conduit à des annuités de 2 050 €.

Tableau économique :

Le tableau économique est réalisé pour une installation photovoltaïque raccordée en vente totale avec autoconsommation collective, bénéficiant d'une participation du Comité Territorial du SDEF de 16 200 € et d'une participation de la commune d'Audierne de 11 000 €.

	Année 1	Année 10	Année 20
<b>Recettes</b>			
Vente d'électricité	3 900 €	4 000 €	4 150 €
<b>Dépenses</b>			
Remboursement emprunt	2 050 €	2 050 €	2 050 €
Charges d'exploitation (maintenance, assurances, redevance Enedis...)	2 600 €	1 650 €	1 800 €
<b>Gain annuel</b>	-750 €	300 €	300 €

## XII. Conclusion

On peut en déduire que le projet photovoltaïque peut être à l'équilibre si le Comité Territorial du SDEF et la commune d'Audierne, sous réserve de leur acceptation, apportent une participation financière. Selon l'étude financière, la participation nécessaire de la part de la commune d'Audierne serait à la hauteur des **11 000 €**.

Si la commune décide de poursuivre sur le projet avec le SDEF, les prochaines étapes sont les suivantes :

- Réalisation d'un avis de publicité par la commune.
- Si le SDEF est retenu, signature d'une convention de maîtrise d'ouvrage unique et une convention d'occupation temporaire du domaine public. Il sera nécessaire d'intégrer le projet PV dans les missions de la maîtrise d'œuvre retenue pour la construction du bâtiment.

Envoyé en préfecture le 11/12/2023

Reçu en préfecture le 11/12/2023

Publié le

ID : 029-200054724-20231205-DE2023\_161-DE