

**Annexe**

# Une image contenant Caractère coloré, Graphique, conception Description générée automatiquement

**14/01/2025**

**Etude de faisabilité d’isolation de toiture dans une logique PV Ready**

## Contexte général

L'isolation des toitures est une étape clé dans la rénovation des bâtiments, offrant non seulement des gains énergétiques significatifs, mais aussi un fort potentiel pour le développement de solutions photovoltaïques, en accord avec les objectifs des Plans Climat Air Énergie.

Cette annexe vise à fournir aux collectivités lauréates d’ACTEE un aperçu précis du potentiel de solarisation de leurs toitures. Elle leur apportera les arguments techniques et financiers nécessaires pour envisager la solarisation de leurs bâtiments de manière éclairée et stratégique.

## Méthodologie de l’étude

### Diagnostic de la toiture

Une analyse approfondie de l'état de la toiture doit être réalisée. Cette analyse comprendra les éléments suivants :

* **Identification des toitures solarisables** : Détermination des zones de la toiture pouvant accueillir une installation photovoltaïque.
* **Pour chaque toiture** :
  + Eventuellement l’identification des contraintes règlementaires liées à la solarisation de la toiture au regard de la loi APER[[1]](#footnote-2) ;
  + Etat général de la toiture (âge, état de vétusté, nature et référence des matériaux de toiture, présence d’un écran de sous-toiture, nature de l’isolant et notamment sa classe de compression) ;
  + Identification des éléments présents sur la toiture (lisses, pans, équipements tels que cheminées, antennes…) ;
  + Détermination de la surface solarisable pour l'installation photovoltaïque, en tenant compte des obstacles physiques (équipements, cheminées) et identification des masques et zones d’ombre potentiels (arbres, bâtiments voisins…) ;
  + Évaluation des conditions d’accès à la toiture pour les travaux futurs ;
  + Identification de la planéité de la toiture, incluant les angles des pentes pour évaluer leur adéquation avec l’installation de panneaux photovoltaïques ;
  + Analyse détaillée de la situation actuelle de l’isolation, élément par élément (sous-toiture, versant, entre chevrons) pour déterminer l’efficacité thermique actuelle ;
  + Évaluation de l'étanchéité à l’air et à l’eau de la toiture ;
  + Evaluation éventuelle de la compatibilité du complexe d’étanchéité avec une centrale sous ATEC ou ETN avec attestation de solidité à froid suivant préconisation de l’assurance du maître d’ouvrage et de la classification du bâtiment ;

### Isolation de la toiture

Proposer des scénarios d’isolation de la toiture. La méthodologie utilisée devra être détaillée et prendre en compte les éléments suivants :

* + La proposition doit s’inscrire dans l’optique de solarisation de la toiture
  + La proposition doit permettre d’atteindre les préconisations fixées par le [CDC ACTEE](https://programme-cee-actee.fr/ressources/cahier-des-charges-type-daudits-energetiques-actee/) (cf. 3.9 Préconisation) et être alignée sur les différents scénarios voulus par le maître d’ouvrage (cf. 3.8 Scénarios d’amélioration)
  + La proposition doit traiter de la question des ponts thermiques (jonctions de parois et coupe de conduits)
  + La proposition doit prendre en compte la question de l’étanchéité et celle de la ventilation afin d’éviter tout désordre post travaux notamment l’accès au système de ventilation pour des opérations de maintenance
  + La proposition doit mettre en priorité les exigences du maître d’ouvrage spécifiées dans le cahier des charges de l’audit énergétique.

Chacune des propositions doit être justifiée et illustrée par des projections de gains énergétiques. Il y aura donc au moins autant de propositions d’isolation que de scénarios de rénovation énergétique voulus par le MOA.

### Etude d’autoconsommation énergétique

Le dimensionnement du parc photovoltaïque sera fait selon les différents scénarios de rénovation énergétique souhaités par le maître d’ouvrage. Ainsi, **les propositions d’isolation de toiture faites en point b. devront être complétées des autres actions proposées dans le cadre de l’audit énergétique. On obtient ainsi les scénarios finaux de rénovation énergétique.**

Pour chaque scénario final de rénovation énergétique dont un scénario 0 (pas de rénovation), les étapes suivantes devront être suivies :

#### Identification du besoin

* Donner **le scénario de consommations énergétique** correspondant. Cela peut se faire de deux manières :
  + En appliquant les réductions attendues au profil de consommation initial (fourni par le MOA).
  + A partir d’une simulation Thermique Dynamique
* Donner **les courbes de charges** correspondantes à ces consommations. Cela peut se faire de deux manières :
  + En appliquant cette méthodologie :
    1. Récupérer les courbes de charges historiques auprès du fournisseur d’électricité
    2. Appliquer les réductions attendues à ces courbes de charge
  + A partir d’une Simulation Thermique Dynamique

#### Dimensionnement du générateur PV

Le dimensionnement du générateur PV sera fait selon le point *4.4 Dimensionnement du générateur photovoltaïque et scénarios de production PV* du [cahier des charges ADEME](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=3948a78032e40cbcJmltdHM9MTcyNTkyNjQwMCZpZ3VpZD0wYmI5YTA0OC1jYWU1LTY5NmEtMGNmMS1iNDM3Y2I2YjY4Y2EmaW5zaWQ9NTIwMA&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=0bb9a048-cae5-696a-0cf1-b437cb6b68ca&psq=cdc+ademe+autoconsommation&u=a1aHR0cHM6Ly9hZ2lycG91cmxhdHJhbnNpdGlvbi5hZGVtZS5mci9lbnRyZXByaXNlcy9zaXRlcy9kZWZhdWx0L2ZpbGVzL0NEQ18yMDIyX0V0dWRlJTIwRmFpc2FiaWxpdGUlMjBBdXRvY29uc29tbWF0aW9uJTIwUFYtQURFTUUuZG9jeA&ntb=1).

#### Calcul des taux d’autoconsommation et taux d’autoproduction, impact réseau

Le calcul des taux d’autoconsommation et d’autoproduction et l’impact réseau sera réalisé selon le point *4.5. Calcul des taux d’autoconsommation et taux d’autoproduction, impact réseau* du [cahier des charges ADEME](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=3948a78032e40cbcJmltdHM9MTcyNTkyNjQwMCZpZ3VpZD0wYmI5YTA0OC1jYWU1LTY5NmEtMGNmMS1iNDM3Y2I2YjY4Y2EmaW5zaWQ9NTIwMA&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=0bb9a048-cae5-696a-0cf1-b437cb6b68ca&psq=cdc+ademe+autoconsommation&u=a1aHR0cHM6Ly9hZ2lycG91cmxhdHJhbnNpdGlvbi5hZGVtZS5mci9lbnRyZXByaXNlcy9zaXRlcy9kZWZhdWx0L2ZpbGVzL0NEQ18yMDIyX0V0dWRlJTIwRmFpc2FiaWxpdGUlMjBBdXRvY29uc29tbWF0aW9uJTIwUFYtQURFTUUuZG9jeA&ntb=1). Ce calcul permettra également de remettre en perspective la taille de l'installation et la surface de panneaux optimale.

#### Dimensionnement financier

Le dimensionnement financier sera réalisé selon la méthodologie énoncée dans le point *4.8. Aspects économiques* du [cahier des charges ADEME](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=3948a78032e40cbcJmltdHM9MTcyNTkyNjQwMCZpZ3VpZD0wYmI5YTA0OC1jYWU1LTY5NmEtMGNmMS1iNDM3Y2I2YjY4Y2EmaW5zaWQ9NTIwMA&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=0bb9a048-cae5-696a-0cf1-b437cb6b68ca&psq=cdc+ademe+autoconsommation&u=a1aHR0cHM6Ly9hZ2lycG91cmxhdHJhbnNpdGlvbi5hZGVtZS5mci9lbnRyZXByaXNlcy9zaXRlcy9kZWZhdWx0L2ZpbGVzL0NEQ18yMDIyX0V0dWRlJTIwRmFpc2FiaWxpdGUlMjBBdXRvY29uc29tbWF0aW9uJTIwUFYtQURFTUUuZG9jeA&ntb=1).

### Grille de synthèse

Des tableaux de synthèse par bâtiment ou groupe de bâtiments, récapitulant les différentes actions réalisables, seront fournis dans le rapport final d’audit énergétique. Ces tableaux devront offrir au maître d’ouvrage une vision claire et éclairée des choix possibles. Le prestataire y présentera les scénarios de production photovoltaïque (PV) les plus pertinents, tout en annexant, si nécessaire, les autres scénarios en option.

Pour cela, le prestataire pourra s’appuyer sur le modèle suivant, les éléments surlignés en violet étant optionnels.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Maître d’ouvrage | |  | | | | | | |
| Bâtiments concernés | |  | | | | | | |
| Adresse de l'installation | |  | | | | | | |
| État des contraintes du réseau local | |  | | | | | | |
|  | | | Scénario de consommation 1 | | | Scénario de consommation 2 | | |
|  | | | Scénario de production PV 1 | Scénario de production PV 2 | … | Scénario de production PV1 | Scénario de production PV 2 | … |
| Consommations | Consommation électrique annuelle estimées | KWh |  |  |  |  |  |  |
| Type d’abonnement | - |  |  |  |  |  |  |
| Données principales équipements | Puissance du générateur | KWc |  |  |  |  |  |  |
| Puissance de raccordement | KVA |  |  |  |  |  |  |
| Surface du générateur | M² |  |  |  |  |  |  |
| Orientation | - |  |  |  |  |  |  |
| Production PV annuelle | KWh/an |  |  |  |  |  |  |
| Productivité | KWh/kWc |  |  |  |  |  |  |
| Capacité des batteries | KWh |  |  |  |  |  |  |
| Caractéristiques d’autoconsommation | Taux d’autoconsommation | % |  |  |  |  |  |  |
| Taux d’autoproduction | % |  |  |  |  |  |  |
| Puissance max injectée | KW |  |  |  |  |  |  |
| Fréquence injection puissance maximale | Indiquer :  - Faible  - Moyenne  - Elevée |  |  |  |  |  |  |
| Puissance max soutirée | KW |  |  |  |  |  |  |
| Fréquence soutirage puissance maximale | Indiquer :  - Faible  - Moyenne  - Elevée |  |  |  |  |  |  |
| Investissement | Équipements de base (panneaux, onduleur, etc.) | € |  |  |  |  |  |  |
| Equip. Pilotage, réduction pointes injection, MDE | € |  |  |  |  |  |  |
| Equip. Stockage (batteries) | € |  |  |  |  |  |  |
| Etudes/ingénierie | € |  |  |  |  |  |  |
| Travaux | € |  |  |  |  |  |  |
| Raccordement | € |  |  |  |  |  |  |
| Total investissement (hors subv.) | € et €/kW |  |  |  |  |  |  |
| Subvention sur l'investissement | € |  |  |  |  |  |  |
| Investissement final net | € et €/kW |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Revenus | Prime (éventuelle) autoconsommation | €/kWh |  | | | | | |
| Revenu direct autoconsommation | €/an |  |  |  |  |  |  |
| Prix (moyen) du kWh non acheté TTC | €/kWh |  |  |  |  |  |  |
| Économie liée à l'autoconsommation | €/an |  |  |  |  |  |  |
| Revenu unitaire injection (tarif d'achat ou prix de marché + prime éventuelle) | €/kWh |  | | | | | |
| Revenu total injection | €/an |  |  |  |  |  |  |
| Pénalité (éventuelle) injection | €/an |  |  |  |  |  |  |
| **Revenu annuel net** | **€/an** |  |  |  |  |  |  |
| Frais annuels | Frais maintenance & exploitation (y compris remplacements des équipements (Onduleurs, batteries, panneaux) et abonnement) | €/an |  |  |  |  |  |  |
| Assurance | €/an |  |  |  |  |  |  |
| Impôt sur le revenu | €/an |  |  |  |  |  |  |
| Taxes | €/an |  |  |  |  |  |  |
| Suivi de l’installation |  |  |  |  |  |  |  |
| Autres (spécifier) | €/an |  |  |  |  |  |  |
| **Total frais annuels** | **€/an** |  |  |  |  |  |  |
| Résultats | Temps de retour | Ans |  |  |  |  |  |  |
| Coût de revient du kWh sur 20 ans | €/kWh |  |  |  |  |  |  |
| **TRI sur 30 ans** (éventuellement fournir aussi le TRI sur 20 ans) | % |  |  |  |  |  |  |

Une image contenant Graphique, Caractère coloré, graphisme, conception

Description générée automatiquementUne image contenant texte, capture d’écran, Police, logo

Description générée automatiquement

[**actee@fnccr.asso.fr**](mailto:actee@fnccr.asso.fr)

**Mentions légales :**   
ACTEE (SASU FNCCR), siège social : 20, bd de Latour-Maubourg, 75007 Paris  
Bureaux : 19, rue Cognacq-Jay, 75007 Paris  
Numéro Siret : 97865712000017, Numéro APE : 7112B  
Guillaume Perrin, Directeur SASU FNCCR

[**programme-cee-actee.fr**](https://programme-cee-actee.fr/)

1. Cf [plaquette de décryptage règlementaire](https://programme-cee-actee.fr/ressources/obligation-de-solarisation-ou-de-vegetalisation-des-toitures-la-reglementation-decryptee/) [↑](#footnote-ref-2)