



GUIDE POUR LA REDACTION D'UN
CAHIER DES CHARGES

ETUDE DE FAISABILITE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE EN AUTOCONSOMMATION

SOMMAIRE

1 - PREAMBULE.....	4
1.1 - L'AIDE A LA DECISION DE L'ADEME	4
2 - CAHIER DES CHARGES.....	4
2.1 - INTRODUCTION	5
2.2 - DEFINITION.....	5
2.3 - CONTENU DE L'ETUDE DE FAISABILITE	6
2.4 - CONTEXTE	7
2.5 - PERIMETRE DE L'ETUDE.....	7
2.6 - SCENARIOS DE CONSOMMATION ELECTRIQUE.....	8
2.6.1 - Élaborer un « scénario de base » de consommation électrique	8
2.6.2 - Élaborer un (ou plusieurs) « scénario(s) optimisé(s) MDE » de consommation électrique.....	9
2.6.3 - Élaborer un « scénario d'évolution future » de consommation électrique.....	9
2.7 - DIMENSIONNEMENT DU GENERATEUR PHOTOVOLTAÏQUE ET SCENARIOS DE PRODUCTION PV.....	10
2.8 - CALCUL DES TAUX D'AUTOCONSOMMATION ET TAUX D'AUTOPRODUCTION, IMPACT RESEAU	11
2.9 - ASPECTS ECONOMIQUES.....	12
2.9.1 - Achat de l'électricité.....	12
2.9.2 - Subventions.....	13
2.9.3 - Coûts d'investissement et d'exploitation	13
2.9.4 - Plan de financement.....	14
2.9.5 - Revenus	14
2.9.6 - Résultats de l'analyse économique	14
2.9.7 - Présentation de l'analyse de sensibilité.....	14
2.9.8 - Conclusions de l'analyse économique.....	16
2.10 - GRILLE DE SYNTHÈSE.....	16
3 - FOURNITURES PAR LE MAITRE D'OUVRAGE.....	18
3.1 - COMITE DE PILOTAGE	18

4 - REUNIONS.....	19
5 - RAPPORT ATTENDU.....	19
6 - PROPRIETE DES RESULTATS	19
7 - DELAIS DE REALISATION	19
8 - RESTITUTION ET CONFIDENTIALITE.....	19
9 - MODALITES DE PRESENTATION DE L'OFFRE.....	19
10 - CONTRÔLE.....	20

LISTE DES ANNEXES

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.

ELEMENTS POUR UN CAHIER DES CHARGES

Information sur les commentaires

Des commentaires sont disponibles tout au long de ce modèle de cahier des charges afin de vous guider dans son adaptation à votre contexte. Pour les voir apparaître, veuillez à ce que votre outil de lecture de ce fichier soit correctement paramétré.

Ces commentaires devront être supprimés dans la version finale de votre cahier des charges.

1 - PREAMBULE

1.1 - L'aide à la décision de l'ADEME

L'ADEME souhaite contribuer, avec ses partenaires institutionnels et techniques, à promouvoir la diffusion des bonnes pratiques sur les thématiques énergie et environnement. Pour cela, son dispositif de soutien **aux études d'aide à la décision** (diagnostics, étude de projets) est ouvert aux entreprises, aux collectivités et plus généralement à tous les bénéficiaires intervenant tant dans le champ concurrentiel que non concurrentiel, à l'exclusion des particuliers.

Dans le cadre de son **dispositif d'aide à la décision**, l'ADEME soutient financièrement les études avec un **objectif de qualité et d'efficacité** pour le bénéficiaire.

Les Cahiers des Charges de l'ADEME

Les cahiers des charges / guide pour la rédaction d'un cahier des charges de l'ADEME définissent le **contenu des études que l'ADEME peut soutenir**. Chaque étude est conduite par une société de conseils ci-après dénommée « le prestataire conseil » ou « Bureau d'études », pour un client ci-après dénommée « le bénéficiaire » ou le « Maître d'ouvrage ».

Le suivi technique de l'ADEME

L'ADEME assure un conseil technique et un suivi de la prestation.

Pour ce faire, l'aide de l'ADEME implique une transmission des résultats de l'étude.

La confidentialité de ces informations est garantie par l'utilisation des codes d'accès strictement personnels. Les informations ne sont accessibles que par l'ADEME, le prestataire et le bénéficiaire du soutien de l'ADEME.

Contrôle – Bilan des études financées par l'ADEME

Une fois réalisée, l'étude pourra faire l'objet - ce n'est pas systématique - d'un contrôle approfondi ou d'être analysée dans le cadre d'un bilan réalisé par l'ADEME. Eventuellement un contrôle sur site pourra être mené par un expert mandaté par l'ADEME afin de juger de la qualité de l'étude, de l'objectivité du rapport, de ses résultats, etc.. Dans tous les cas, le bénéficiaire et/ou le prestataire conseil pourront alors être interrogés sur l'étude et ses conséquences.

Le présent document précise le contenu et les modalités de réalisation et de restitution de l'étude qui seront effectués par un intervenant extérieur au bénéficiaire de l'aide de l'ADEME.

2 - CAHIER DES CHARGES

Etude de faisabilité d'une opération photovoltaïque en autoconsommation

EXIGENCES DE L'ADEME SUR LE PRESTATAIRE

Conformément au dispositif d'aide à la décision du 23 octobre 2014 validé par le Conseil d'Administration de l'ADEME, les aides pour la prestation correspondant à ce cahier des charges ne pourront être accordées que si le prestataire détient **un référencement bénéficiant de la reconnaissance RGE¹** dans le champ d'application de la prestation décrite ci-après dans le document, ou s'il peut attester de conditions équivalentes.

2.1 - Introduction

La rentabilité des projets d'autoconsommation est très sensible aux caractéristiques du système (profil de demande d'électricité, dimensionnement du générateur) ainsi qu'à des facteurs externes (i.e. ombres portées par l'environnement extérieur, augmentation du prix de l'électricité). Ainsi, il est demandé d'appliquer la méthodologie suivante :

1. Élaboration de plusieurs scénarios de consommation, avec et sans efforts de Maîtrise de la Demande en Electricité (MDE), prenant en compte des éventuelles futures évolutions du système ;
2. Élaboration de plusieurs scénarios de production d'électricité, selon la taille du système et ses dispositifs accessoires (i.e. pilotage, écrêtage, stockage, etc.) ;
3. Calcul de l'impact environnemental des différents scénarios étudiés pour optimiser les choix décisionnel, intégrant l'ensemble des composants du système (en gCO₂eq./kWh produit par l'installation photovoltaïque) ;
4. Calcul de rentabilité des configurations résultantes du croisement de ces scénarios, en AutoConsommation Individuelle (ACI), base de la valorisation possible du surplus en AutoConsommation Collective (ACC). Cette dernière étape peut conduire à l'identification d'un éventuel besoin de subvention.

2.2 - Définition

$$\textbf{Taux d'autoconsommation} = \frac{\textit{Production d'électricité PV consommée sur site}}{\textit{Production d'électricité PV totale}}$$

$$\textbf{Taux d'autoproduction} = \frac{\textit{Production d'électricité PV consommée sur site}}{\textit{Consommation d'électricité totale du site}}$$

Ces deux indicateurs en énergie permettent d'évaluer la capacité du site à produire pour ses propres besoins d'électricité et à consommer sa propre production photovoltaïque. En particulier, ils prennent en compte la corrélation entre production PV et consommation. Ils ne sont pas à confondre avec le taux de couverture solaire :

¹ **RGE** (Reconnu Garant de l'Environnement) : charte signée avec l'ADEME, le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie et le Ministère de l'Egalité des Territoires et du Logement. Elle concerne les signes de qualité (qualifications ou certifications) délivrés aux professionnels réalisant des « prestations intellectuelles » concourant à la performance énergétique des bâtiments et des installations d'énergie renouvelable.

A compter du 1^{er} janvier 2015 pour la France métropolitaine et la Corse.

La liste des référencements conformes est susceptible d'évoluer régulièrement.

Prestations intellectuelles : [En savoir plus sur la qualification « RGE Etudes »](#)

$$\text{Taux de couverture} = \frac{\text{Production d'électricité PV totale}}{\text{Consommation d'électricité totale du site}}$$

Dans le but de prendre en compte les enjeux pour le réseau électrique, il est nécessaire d'utiliser également des indicateurs en puissance, notamment :

- Puissance maximale injectée sur le réseau, lorsque la production excède la consommation
- Puissance maximale soutirée du réseau, lorsque la production ne permet pas de couvrir la consommation

2.3 - Contenu de l'étude de faisabilité

L'objectif de cette étude est de constituer, pour le maître d'ouvrage, un outil d'aide à la décision : fournir des éléments clairs, fiables et chiffrés permettant au maître d'ouvrage d'apprécier l'intérêt de réaliser ou non, une **opération photovoltaïque raccordée au réseau** en :

- **AutoConsommation Individuelle (ACI)** pour la production et consommation d'énergie solaire sur la même parcelle ou un ensemble de parcelles contiguës munis d'un **seul point de livraison au réseau de distribution d'électricité**, afin d'en minimiser la part de surplus excédentaire à injecter sur le réseau et d'améliorer l'équilibre économique et environnemental via des **stratégies d'Efficacité Energétique et de Maîtrise de Demande en Electricité (MDE)** sur le(s) bâtiment(s) concerné(s) ;
- **AutoConsommation Collective (ACC)** le cas échéant, quand le périmètre de l'étude couvre un bâtiment résidentiel collectif ou un ensemble de bâtiments disposant de **plusieurs points de livraison au réseau de distribution d'électricité**, respectant chacun les critères de proximité géographique au sens de l'arrêté du 21 novembre 2019² (modificatif dérogatoire du 14 octobre 2020 pour le territoire métropolitain continental), afin d'en mesurer la puissance cumulée issue de plusieurs unités de production autorisée à être installées, d'en connaître la part cumulée de surplus excédentaire à injecter sur le réseau, et d'appréhender la **répartition et valorisation financière ou non du surplus d'énergie solaire injectée, aux bâtiments autoconsommateurs de proximité**, reliés par le lien juridique d'une Personne Morale Organisatrice (PMO) à identifier.

Cette étude de faisabilité ne prendra pas en charge le montage juridique de la PMO dans le cas d'étude de surplus de production de plusieurs unités photovoltaïques étudiées sur un périmètre donné.

Cette étude ne rendra **éligible qu'une seule réunion collective pour informer les autoconsommateurs potentiels du projet en ACC**, et évoquer avec eux une démarche de récupération de profils de charges, si intérêt de leur part... La démarche commerciale de recrutement des autoconsommateurs en ACC n'est pas éligible à cette aide à la décision.

- Cette étude abordera les volets suivants :
- Proposer des solutions techniques de moindre impact environnemental, adaptées au contexte local et à l'implantation/intégration des modules photovoltaïque au cadre bâti ;
- Proposer des solutions économique et financière pour le montage technique de l'opération (hors montage juridique d'une PMO, dans le cas de l'étude d'une opération en autoconsommation collective) ;
- Vérifier la faisabilité technique et environnemental de production et des taux d'autoconsommation / d'autoproduction de chaque générateur photovoltaïque étudié, pour l'ensemble des bâtiments proposés dans le périmètre d'étude.

² JORF n° 0273 du 24 novembre 2019 : [Arrêté du 21 novembre 2019 fixant le critère de proximité géographique de l'autoconsommation collective étendue](#)

2.4 - Contexte

Présenter le contexte général de l'opération, les circonstances et les acteurs ayant amené le projet (objectifs et intérêts des acteurs répertoriés).

Pour les acteurs impliqués, présenter la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre, à travers l'équipe technique du projet :

- Maître d'ouvrage
- Assistant à maîtrise d'ouvrage (le cas échéant)
- Bureau d'études
- Installateur (le cas échéant)

Indiquer à chaque fois le nom de la personne chargée du dossier ainsi que ses coordonnées postales, téléphonique et électronique. Pour les entreprises, indiquer également le numéro de SIRET.

Cette partie constituera l'introduction du document (principes généraux), en précisant pour le cas d'étude :

- L'échéance prévisionnelle pour la réalisation de l'opération ;

et l'installation photovoltaïque raccordée au réseau en :

- Autoconsommation Individuelle (ACI)
- Autoconsommation Collective (ACC)

Indiquer également, si l'opération est concernée, les **aspects innovants recherchés/demandés par la maîtrise d'ouvrage, en argumentant sur l'intérêt et le degré d'innovation**. Cela peut concerner :

- Les aspects d'intégration au cadre bâti pour une approche globale paysagère et de moindre impact carbone de la construction ;
- Les aspects d'intégration dans le système électrique pour limiter les contraintes sur le réseau de distribution d'électricité et réduire l'impact carbone dans le mix-électrique ;
- Les aspects « service système » et leurs valorisations : mutualisation des usages, flexibilité (production de froid, recharges de Véhicules Electriques, ...), gestion de l'énergie (production, consommation, stockage, soutirage, ...) ;
- Autres aspects à préciser ...

2.5 - Périmètre de l'étude

Enumérer le nombre de bâtiments étudiés.

Insérer une photo aérienne ou équivalent des bâtiments concernés par l'étude (voire le périmètre géographique dans le cas d'une opération en ACC), avec une « dénomination_repère » propre à chacun des bâtiments étudiés :

- Nom bâtiment_1
- Nom bâtiment_2
- ...
- Nom bâtiment_N

Information à fournir pour la description de chaque bâtiment étudié :

- Adresse / coordonnées géographiques
- Typologie et usage du bâtiment
- Régime d'utilisation, taux d'occupation
- Année de construction
- Surface d'emprise au sol / surface toiture exploitable en m²
- Caractéristiques du bâtiment (i.e. DPE, audit énergétique, état des composants d'enveloppe, des systèmes énergétique et hygiéniques, etc.)
- Plan de situation, plan cadastral
- Photos aériennes et de plain-pied,
- Plan de masse avec orientation clairement indiquée
- Masque potentiel
- Description synthétique des postes principaux de consommation électrique

Etat des contraintes du réseau local

Fournir des éléments d'analyse de l'état des contraintes du réseau électrique local, après interrogation du Gestionnaire de réseau (ENEDIS, Entreprise Locale de Distribution ou EDF Systèmes Energétiques Insulaires, Electricité De Mayotte en ZNI).

En cas de réseau contraint, le dimensionnement de l'installation (section 4) doit être particulièrement attentif à la réduction des pointes de puissance (soutirage et injection).

Nota : sur le territoire métropolitain continental, les capacités d'accueil du réseau (destinées au EnR) sont communiquées au niveau de chaque poste source sur le site www.capareseau.fr. Il est possible d'observer les montants de la « quote-part » facturée au titre du S3REnR en plus du coût de raccordement (pour les installations photovoltaïques de grande taille).

Pour une appréciation plus fine de l'état de contrainte du réseau et des frais de raccordement, il est possible de demander une pré-étude de raccordement au Gestionnaire de réseau.

Les réseaux de distribution sont dimensionnés sur la base des contraintes de puissance (soutirage et injection). L'autoconsommation individuelle (ACI) aura un effet bénéfique sur les réseaux contraints, si et seulement si :

- elle permet de soulager les pointes de soutirage ;
- elle permet de maîtriser les pointes d'injection, favorisant également l'intégration de la production photovoltaïque dans le réseau local (et plus généralement dans le mix électrique en Métropole Continentale ou dans chaque ZNI).

Pour être réels, ces effets de réduction de pointes doivent être garantis à tout instant de l'année.

2.6 - Scénarios de consommation électrique

Les scénarios de consommation électrique seront élaborés sur la base d'un audit énergétique de chaque bâtiment étudié, et le cas échéant, sur l'étude d'une flotte de Véhicules Electriques selon le cahier des charges ADEME si l'existence de la flotte le justifie (voire sur le cahier des charges simplifié annexé, pour les futures évolutions du système à plus ou moins long terme).

Si l'audit énergétique n'est pas disponible, toutes les mesures ci-dessous seront à traiter.

A l'inverse, certaines prestations ne seront pas à mettre en œuvre si elles font parties du cadre de l'audit énergétique.

Nota : Différencier les courbes de consommation journalières (puissances appelées en fonction à minima de la demi-heure, voire au pas de temps de quelques minutes), des courbes de consommation hebdomadaires et annuelles (puissances appelées en fonction de l'heure). Plusieurs courbes doivent être prises en compte selon les caractéristiques et l'usage du bâtiment (i.e.: jour ouvrable/chômé été vs hiver, semaine été vs hiver, périodes de congés, etc.), pour étudier le bon dimensionnement des taux d'autoproduction et d'autoconsommation de l'installation photovoltaïque, ainsi que des stratégies de MDE à mettre en place.

2.6.1 - Élaborer un « scénario de base » de consommation électrique

- Réaliser, sur une période d'au moins 2 semaines, un suivi des consommations électriques avec la méthode de la pince ampèremétriques par exemple. Corréler ces informations avec les factures (relevés « top10 » fournis par EDF SEI en ZNI). Attention néanmoins à la saisonnalité qui pourra nécessiter de prolonger le suivi ou de proposer une méthode d'extrapolation qui soit cohérente pour appréhender les consommations annuelles ;
- Dans le cas de recharges de Véhicule Electriques existantes dans le scénario de base, l'étude de la flotte est à réaliser pour déterminer le besoin en énergie du ou des Véhicules Electriques. Cette étude devra être jointe au livrable ;

- Présenter au moins une courbe de consommation validée comme représentative d'une semaine type en période de fonctionnement « normal » du site et le cas échéant, une courbe représentative d'une semaine en mode « dégradé » lié à la moindre-occupation notable du site, qui influencera le dimensionnement de l'installation photovoltaïque pour le scénario de base ;
- Indiquer le type et la puissance de (ou des) l'abonnement(s) électrique en place.

Ce scénario de base considère que le profil de consommation actuel reste constant pendant toute la durée de vie de l'installation photovoltaïque (aucun effort de Maîtrise de la Demande en Electricité (MDE), ni de variation des besoins énergétiques de chaque bâtiment étudié).

Nota : en fonction de la puissance totale d'installation photovoltaïque possible sur le bâtiment, ce « scénario de base » sert à évaluer le potentiel de surplus de production photovoltaïque directement exploitable dans le bilan économique d'une opération (vente du surplus).

- En ACC, l'énergie solaire excédentaire peut être augmentée pour être valorisée, en diminuant la consommation propre du site, via des actions de MDE (combinaison avec l'ACI à privilégier), ou en vendant la totalité de la production à la communauté d'autoconsommateurs, en s'affranchissant des besoins électriques du bâtiment support de l'installation photovoltaïque.
- En ACI, l'énergie solaire excédentaire peut être directement utilisée pour plus d'autonomie dans un stockage électrochimique coûteux et impactant en poids carbone (combinaison avec une flotte de VE à privilégier), ou en permettant via des actions de MDE, de réduire d'autant la puissance photovoltaïque installée pour limiter l'investissement et équilibrer financièrement le projet, sans mettre sous contrainte le réseau de distribution.

2.6.2 - Élaborer un (ou plusieurs) « scénario(s) optimisé(s) MDE » de consommation électrique

A partir du « scénario de base », lister les préconisations et actions envisageables pour améliorer les taux d'autoconsommation et d'autoproduction :

- réduire les consommations électriques,
- réduire les pointes de consommation,
- déplacer les consommations
- optimiser la corrélation entre production photovoltaïque et consommation d'électricité.

Indiquer les effets de ces actions sur le « scénario de base » de consommation (à la fois sur la demande totale d'électricité et sur les courbes de consommation). Différents scénarios MDE peuvent être considérés :

- implémentation d'actions comportementales « simples » et peu coûteuses : i.e. modification/amélioration des habitudes de consommation,
- implémentation d'actions nécessitant des investissements moyens : i.e. installation de systèmes intelligents de déplacement et de pilotage des consommations,
- implémentation d'actions nécessitant des investissements plus importants : i.e. isolation, remplacement des équipements de consommation les moins performants (rechercher une meilleure étiquette-énergie)...

Mettre à jour les courbes de consommation journalières, hebdomadaires et annuelles en conséquence. Présenter au moins une courbe de consommation validée comme représentative d'une semaine type en période de fonctionnement « normal optimisé MDE » du site (puissances appelées en fonction de l'heure) ;

Un chiffrage des investissements supplémentaires nécessaires à la mise en place d'actions de MDE doit être fourni. L'impact de ces actions sur la rentabilité du projet sera également évalué (cf. §4.8 - Aspects économiques), notamment sous forme de temps de retour brut, le cas échéant avec des hypothèses de subventions.

Nota : Des scénarios résultants de l'intégration de plusieurs des scénarios évoqués ci-dessus peuvent être réalisés. Par exemple : implémentation immédiate d'actions simples de MDE, puis travaux de rénovation à l'année 10 permettant une amélioration de la maîtrise des consommations jusqu'à la fin de la vie de l'installation photovoltaïque.

2.6.3 - Élaborer un « scénario d'évolution future » de consommation électrique

Afin de bâtir une analyse des risques sur la rentabilité du projet, il est nécessaire de prendre en compte les possibles scénarios futurs de consommation. Ceci permet de souligner l'intérêt de la mise en place d'actions de Maîtrise de la Demande en Electricité (MDE) comme précédemment détaillé au b), mais également d'envisager de forts changements prévisibles de consommation du site (modification ou augmentation de l'activité, extension des locaux, acquisition de Véhicules Electriques dans le temps, etc.).

- Mettre en évidence les facteurs qui pourraient éventuellement amener à des changements importants du profil de demande d'électricité (i.e. changement d'usage du bâtiment, variations forte des habitudes de consommation, notamment à travers une diminution des taux d'autoconsommation et d'autoproduction, etc.);
- Sur la base de ces facteurs, réaliser une estimation des courbes de consommation journalières, hebdomadaires et annuelles en conséquence. Présenter au moins une courbe de consommation validée comme représentative d'une semaine type en période de fonctionnement «évolution future» du site (puissances appelées en fonction de l'heure), devant probablement inclure des optimisations MDE;
- Un chiffrage des investissements nécessaires à la mise en place de l'évolution future de la consommation doit être fourni. L'impact des actions supplémentaires de MDE sur la rentabilité du projet sera également évalué (cf. §4.8 - Aspects économiques), notamment sous forme de temps de retour brut, le cas échéant avec des hypothèses de subventions.

2.7 - Dimensionnement du générateur photovoltaïque et scénarios de production PV

Sur la base :

- des courbes de charges et de l'appel de puissance ;
- de la surface disponible en toiture et des masques (ombres portées) ;
- des données météorologiques ;
- des contraintes du réseau ;

détailler la méthodologie employée pour dimensionner le système photovoltaïque.

L'étude devra porter une attention particulière sur les **différentes solutions pouvant être mises en œuvre** afin d'optimiser l'utilisation de l'électricité d'origine photovoltaïque et de minimiser les contraintes sur le réseau.

Les différentes solutions proposées mettront en évidence les éventuels **enjeux de sécurité** allant au-delà du contenu des normes en vigueur applicables aux matériels et aux systèmes photovoltaïques. Par exemple, en fonction des caractéristiques du bâtiment visé :

- Risques inhérents à la présence de dispositifs de stockage (batteries): explosion en cas de ventilation insuffisante, risques liés à l'électrolyte, corrosion, brûlure, etc. ;
- Risques liés à l'éventuel fonctionnement isolé du réseau: existence et compatibilité des systèmes de découplages (risque pour les agents travaillant sur le réseau public de distribution en cas d'absence de découplage) ;
- Le cas échéant, pour l'intégration des modules à la toiture, les Avis Techniques (Atec) ou Enquêtes de Techniques Nouvelles (ETN) des supports de modules et de leur mise en œuvre, validant la conformité aux exigences essentielles du bâtiment (étanchéité, résistance au feu, réglementation thermique, ...)

Ainsi, les différentes solutions proposées détailleront des préconisations pour la maîtrise de ces risques : présence de dispositifs de sécurité, choix de professionnels qualifiés, mesures d'entretien et maintenance adaptées, etc.

En ce sens, l'étude permettra notamment d'analyser :

- Les différentes possibilités d'orientation et d'inclinaison des panneaux, sous contrainte de la pente des toitures ;
- L'intérêt des formes de stockage d'énergie liées à l'activité principale du bâtiment (i.e. stockage de froid, de chaleur, etc.);
- L'intérêt de la mise en place de mesures physiques visant à réduire les pointes d'injections (i.e. investissement nécessaire, perte de productible, variation des coûts de raccordement, etc.), par exemple :
 - écrêtage de la production (à différents taux),
 - déconnexion de l'installation,

- minimisation/maximisation de la puissance installée versus optimisation de la surface disponible...
- L'intérêt des différentes options technologiques concernant le matériel ;
- L'intérêt du stockage électrochimique. Différents scénarios (système avec ou sans stockage) peuvent être présentés et comparés (en termes d'investissement, rentabilité, intérêt pour le bénéficiaire et pour le réseau électrique) ;

Sur la base de cette analyse, un ou plusieurs scénarios de production devront être présentés. Pour chaque scénario, il devra être détaillé :

- L'implantation des capteurs sur le bâtiment et le relevé des masques potentiels, voire le type d'intégration au cadre bâti (toiture/façade) recherché ou imposé, qui déterminera le coût de l'installation photovoltaïque pour le degré d'esthétisme et d'intégration au paysage envisagés ;
- Le type de modules/tuiles photovoltaïques : technologie, surface unitaire, puissance unitaire, nombre, impact carbone, ...
- Le type de d'onduleurs : Nombre, puissance unitaire, type d'architecture électrique (nombre de capteurs raccordés sur chaque onduleur), impact carbone, ...
- La présence (ou pas) et caractéristiques des solutions de réduction des pointes d'injections ;
- La présence (ou pas) de dispositifs de stockage électrochimique. Le cas échéant, détailler :
 - Méthodologie employée pour dimensionner les batteries,
 - Capacité de stockage en kVA,
 - Types et nombre de batteries,
 - Durée de vie,
 - Cyclage des batteries,
 - Rendement,
 - Impact carbone,
 - Les aspects de maintenance...
- Le synoptique électrique et le calepinage de l'installation ;
- La puissance de raccordement ;
- Le productible annuel (kWh/an) et la productivité de l'installation photovoltaïque (en détaillant les hypothèses concernant la baisse de rendement des modules/tuiles) ;
- L'énergie économisée sur le réseau par l'utilisation de l'installation photovoltaïque en Autoconsommation Individuelle (ACI) ;
- L'énergie solaire excédentaire disponible pour la vente directe au réseau (Obligés) ou utilisée en Autoconsommation Collective (ACC).

Nota : dans le cas d'une étude en ACC, l'ensemble des bâtiments producteurs et l'ensemble des profils de charge des bâtiments autoconsommateurs étudiés permettront d'évaluer le « surplus du surplus ». Cette estimation peut amener à lancer des démarches commerciales de recrutement vers de nouveaux autoconsommateurs, ou de la vendre au réseau (Obligés).

Un chiffrage détaillé des éléments évoqués (incluant les coûts de raccordement au réseau, d'enjeux de conformité et de sécurité) devra être fourni pour chaque scénario (cf. §4.8 - Aspects économiques).

2.8 - Calcul des taux d'autoconsommation et taux d'autoproduction, impact réseau

Sur la base des scénarios de consommation et de production étudiés, fournir une représentation croisée des courbes journalières, hebdomadaires et annuelles (cf. Figure 1).

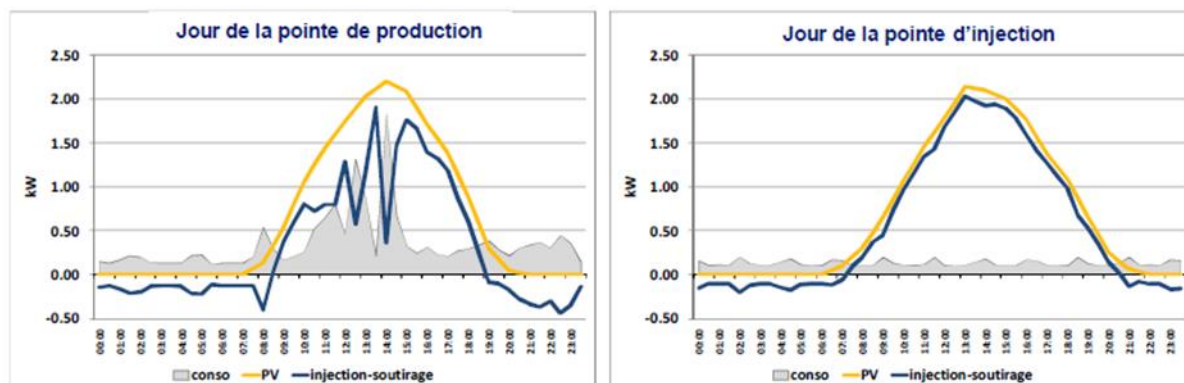


Figure 1. Profil de consommation (gris), courbe de production PV (jaune) et courbe d'injection dans le réseau (bleu) pour deux jours particuliers de l'année (source : EDF)

Nota : Plusieurs courbes doivent être prises en compte selon les caractéristiques et l'usage du bâtiment (i.e.: jour ouvrable/chômé été vs hiver, semaine été vs hiver, périodes de congés, etc.), pour étudier le bon dimensionnement des taux d'autoproduction et d'autoconsommation de l'installation photovoltaïque, ainsi que des stratégies de MDE à mettre en place.

Fournir pour chaque scénario étudié :

- La production annuelle en kWh/an et la productivité annuelle en kWh/KWc ;
- le taux d'autoconsommation annuel, en mettant en évidence des éventuelles variations marquantes dans l'année ;
- le taux d'autoproduction annuel, en mettant en évidence des éventuelles variations marquantes dans l'année ;
- le cas échéant, décrire l'envergure et la fréquence des pointes d'injection dans le réseau et de soutirage.

En croisant les informations obtenues par chaque scénario, fournir :

- le gisement d'économie d'énergie sur les actions de Maîtrise de la Demande en Electricité (MDE) étudiées sur le (ou les) « scénario(s) optimisé(s) MDE » de consommation électrique ;
- la réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre sur la durée de l'exploitation, par l'autoconsommation et le gisement d'économie d'énergie.

4.7. Suivi de l'installation photovoltaïque

Proposer un mode de suivi de l'installation permettant sur le long terme, de connaître la production totale du générateur photovoltaïque, la part stockée le cas échéant, la part d'Autoconsommation Individuelle (ACI) consommée sur le site et la part de surplus injectée sur le réseau, en plus de la consommation d'électricité totale du site (soutirage inclus).

Visuellement, ce suivi devra permettre de dresser simultanément les courbes de production-consommation et la résultante des deux (prenant en compte le stockage éventuel).

Devront ainsi être déduits :

- Le taux d'écrêtage le cas échéant ;
- Les caractéristiques de flexibilité le cas échéant ;
- Les taux d'autoconsommation et d'autoproduction ;
- Le niveau de puissance injecté sur le réseau.

Le système de suivi devra être également chiffré (cf. §4.8 - Aspects économiques).

2.9 - Aspects économiques

2.9.1 - Achat de l'électricité

Description du type d'abonnement : coût en fonction de la puissance souscrite, décomposition frais fixes/variables, caractéristiques de la tarification (prix été/hiver, prix heures pleines/creuses, etc.).

Energie économisée (kWh) : L'augmentation du prix de l'électricité est un élément clé dans le calcul de la rentabilité d'un projet d'autoconsommation. Au moins deux scénarios sur les trois ci-dessous proposés doivent être considérés.

- Un scénario de « hausse nominale » (détaillé en Annexe) qui repose sur les hypothèses suivantes, appliquées à la partie variable du prix hors TVA du kWh :
 - En métropole continentale
 - Hausse de 3,46 %/an entre 2020 et 2030
 - Hausse de 1,20 %/an au delà de 2030
 - En ZNI, hausse de 1,1%/an hors inflation
- Un scénario de « hausse soutenue », caractérisé par une hausse plus marquée par rapport au scénario nominal (hypothèses non fournies dans ce cahier de charge : à formuler et justifier)
- Un scénario de « hausse modérée », caractérisé par une hausse moins marquée par rapport au scénario nominal (hypothèses non fournies dans ce cahier de charge : à formuler et justifier)

Nota : La baisse de productivité des modules photovoltaïques au fil du temps est à inclure dans le calcul des kWh économisés.

Le calcul des économies sur la facture – grâce au prix du kWh fourni par l'Autoconsommation Individuelle (ACI), inférieur au prix du marché (fournisseur d'énergie pour le soutirage) – doit prendre en compte la partie variable du prix du kWh dans les tranches horaires de consommation évitée. Ces coûts intègrent les coûts hors taxes et les taxes non récupérables (CSPE, taxes départementales et communales, octroi de mer, TVA non-assujettie, ...).

Le calcul des économies sur la facture – grâce au prix du kWh fourni par l'Autoconsommation Collective (ACC), inférieur au prix du marché (fournisseur d'énergie pour le soutirage) – va dépendre de l'utilisation du TURPE Spécifique utilisé ou non.

Attention : En métropole continentale, par exemple aux « heures creuses méridiennes ». Les économies sur la facture concernent seulement les coûts variables du kWh et non, par exemple, les frais fixes d'abonnement.

Attention : En ZNI, la nécessité de conserver des tarifs verts font que les Tarifs Réglementés de Vente et les périodes d'heure pleine, creuse et de pointe, sont susceptibles d'évoluer très rapidement (cf. consultation de la CRE [du 15/12/2016](#))

2.9.2 - Subventions

Indiquer les éventuelles aides publiques à l'investissement pouvant être perçues ou envisagées.

2.9.3 - Coûts d'investissement et d'exploitation

Indiquer les différents coûts de conception et d'installation suivants :

- Études /ingénierie, AMO (Assistance à Maîtrise d'Ouvrage)
- Système d'intégration au cadre bâti : tôle, rail
- Modules
- Onduleurs
- Batteries le cas échéant
- Bornes de recharges de Véhicules Electriques le cas échéant
- Câblage et cheminements
- Protection foudre
- Système de suivi
- Équipements de pilotage
- Autres frais d'équipements ...
- Éventuelles extensions de garantie sur l'équipement (onduleur, batteries, autres)
- Main d'œuvre travaux
- Raccordement au réseau
- CONSUEL
- SPS et Bureau de Contrôle
- Autres frais liés aux travaux ...
- Assurance Phase Chantier (DO, RC)

Indiquer l'investissement CAPEX Total

→ Indiquer l'investissement total unitaire ($\text{€}_{\text{CAPEX}}/\text{Wc}$)

Nota : Etant donné que l'autoconsommation peut réduire (voire effacer) le pic d'injection, il sera intéressant d'estimer les économies sur les frais de raccordement dégagés par des configurations à taux d'autoconsommations plus/moins élevé, ou avec écrêtement de la puissance, etc. La pré-étude de raccordement effectuée par le GRPD (cf. §1 - Contexte) permet d'alimenter cette analyse de sensibilité.

Indiquer les différents coûts d'exploitation et de maintenance suivants :

- Location de toiture le cas échéant,
- Location de compteurs le cas échéant,
- Temps alloué à la maintenance préventive annuelle sur site
- Temps alloué à la maintenance curative annuelle sur site
- Temps alloué au suivi d'exploitation à distance (logiciel, téléphonie, ...)
- Remplacement de composants (modules, onduleurs, batteries) sur la durée de l'exploitation

- Démantèlement et recyclage en fin de vie
- Assurances
- Eventuels impôts sur le revenu et taxes, si vente d'électricité
- Frais de gestion administrative

Indiquer l'exploitation OPEX Totale

→ Indiquer l'exploitation totale unitaire ($\text{€}_{\text{OPEX}}/\text{Wc}$)

Nota : L'augmentation annuelle des frais d'exploitation et maintenance fixée à +1,5%/an

Le calcul du Levelized Cost of Energy (LCOE), ou « coût actualisé de l'énergie » fonction de la puissance installée, de l'énergie produite et es coûts $\text{€}_{\text{CAPEX}}/\text{Wc}$ et $\text{€}_{\text{OPEX}}/\text{Wc}$ obtenus, pourra être comparé au Tarif de Vente Réglementé (dans la limite de son application) ou d'un Tarif de vente « Normalisé » par rapport aux offres des différents fournisseurs pour le soutirage au réseau d'électricité.

2.9.4 - Plan de financement

Indiquer les caractéristiques du plan de financement (% autofinancement vs prêt) et les caractéristiques de l'éventuel prêt (taux, durée, frais financiers, etc.)

Une attention particulière sera portée sur la facilité d'accès au crédit, étant donnés les risques liés au projet (évolution du taux d'autoconsommation dans le temps).

Nota : faire apparaître les rubriques Fonds propres, Emprunt et Subventions (TVA NPR, PTME, autres ...) pour les études en ZNI.

2.9.5 - Revenus

Indiquer les montants annuels :

- Économie de facture ;
- Revenu lié à l'autoconsommation³ (prime à la puissance installée) ;
- Revenu lié à la vente du kWh excédentaire (surplus) injecté dans le réseau ;
- Fourniture de service
- Autres (pénalités éventuellement la cas échéant)

2.9.6 - Résultats de l'analyse économique

En fonctions des différentes hypothèses, l'analyse économique doit aboutir au calcul de :

- Taux de rentabilité interne (TRI) : ceci doit être calculé à minima pour une durée égale à la durée de vie de l'installation ;
- Par exemple, dans l'hypothèse de durée de vie de 30 ans et d'aide publique limitée à une durée de seulement 20 ans (e.g. contrat d'obligation d'achat du surplus injecté), il pourrait être intéressant de calculer à la fois le TRI_{30ans} (obligatoire) et le TRI_{20ans} (facultatif), le premier prenant en compte l'investissement supplémentaire lié à l'éventuel remplacement de matériels.
- Temps de retour brut et actualisé au taux (« coût moyen pondéré du capital ») accessible par le maître d'ouvrage ;
- Coût de revient du kWh brut et actualisé au taux (« coût moyen pondéré du capital ») accessible par le maître d'ouvrage.

2.9.7 - Présentation de l'analyse de sensibilité

³ Selon de cadre de soutien en vigueur à l'autoconsommation, établi par l'État

Les résultats de rentabilité doivent être présentés sous forme de tableaux et graphiques dans le but de prendre en compte les différents scénarios de production et de consommation étudiés, ainsi que les configurations techniques possibles.

Par exemple :

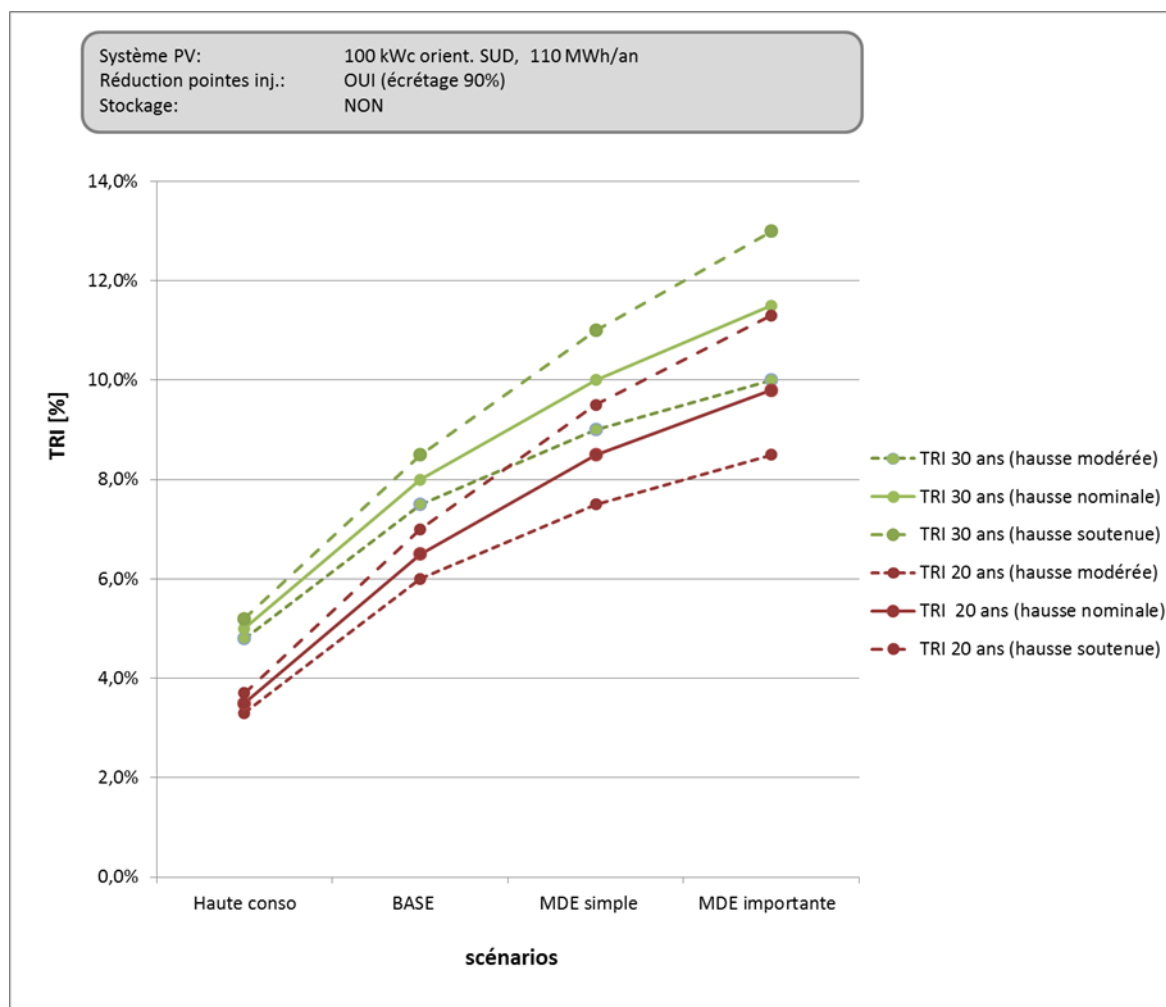
Tableau 1 : Présentation de l'analyse de sensibilité

	Scénarios de consommation				
	Scénario de base	Scénario « optimisé MDE » b1)	Scénario « optimisé MDE » b2)	Etc.	Scénario « évolution future »
Orientation: SUD Stockage: NON Ecrêtage: 90%					
Hausse modérée prix élec.	TRI= temps ret.= coût revient kWh=	TRI= temps ret.= coût revient kWh=	TRI= temps ret.= coût revient kWh=	...	TRI= temps ret.= coût revient kWh=
Hausse nominale prix élec.	TRI= temps ret.= coût revient kWh=	...	...	...	...
Hausse soutenue prix élec.	TRI= temps ret.= coût revient kWh=	...	...	...	...
Orientation: SUD Stockage: OUI Ecrêtage: NON					
Hausse modérée prix élec.	TRI= temps ret.= coût revient kWh=	TRI= temps ret.= coût revient kWh=	TRI= temps ret.= coût revient kWh=	...	TRI= temps ret.= coût revient kWh=
Hausse nominale prix élec.	TRI= temps ret.= coût revient kWh=	...	...	...	...
Hausse soutenue prix élec.	TRI= temps ret.= coût revient kWh=	...	...	...	...
Orientation: ... Stockage: ... Ecrêtage: ...					
...

Toutes les combinaisons pertinentes et cohérentes avec les exigences du maître d'ouvrage doivent être explorées. Pour faciliter la lecture et la compréhension des scénarios, un tableau de synthèse (avec les solutions les plus rentables) pourra être proposé, en annexant des tableaux plus détaillés.

En complément de ces tableaux, une représentation graphique peut être fournie.

Tableau 2 : Présentation de l'analyse de sensibilité



2.9.8 - Conclusions de l'analyse économique

Résumer l'analyse technico économique et apporter vos recommandations.

Indiquer clairement la configuration recommandée au maître d'ouvrage, sans être cependant directif, à partir des différents scénarios présentés dans le tableau et le graphique de l'analyse de sensibilité.

Si nécessaire, indiquer des configurations alternatives favorables, afin de permettre au maître d'ouvrage de faire le choix des travaux.

Une synthèse des informations concernant la (les) solution(s) proposée(s) sera présentée dans la grille proposée dans le paragraphe suivant.

2.10 - Grille de synthèse

Maître d'ouvrage	
Bâtiments concernés	
Adresse de l'installation	

État des contraintes du réseau local						
			Solution proposée	Alternative 1	Alternative 2 (facultative)	...
Consommations	Consommation électrique annuelle	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 ^{nt}	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				

			Solution proposée	Alternative 1	Alternative 2 (facultative)	...
Prêt	Durée du prêt	ans				
	taux	%				
Revenus	Prime (éventuelle) autoconsommation	€/kWh				
	Revenu direct autoconsommation	€/an				
	Prix (moyen) du kWh non acheté	€/kWh				
	Économie liée à l'autoconso	€/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 et abonnement)	€/an				
	Assurance	€/an				
	Impôt sur le revenu	€/an				
	Taxes	€/an				
	Autres (spécifier)	€/an				
	Total frais annuels	€/an				
Résultats	temps de retour	ans				
	coût de revient du kWh	€/kWh				
	TRI sur 30 ans (éventuellement fournir aussi le TRI sur 20 ans)	%				

3 - FOURNITURES PAR LE MAITRE D'OUVRAGE

Pour le bon déroulement de la démarche, le maître d'ouvrage :

- Mettra en place les moyens nécessaires (exemple : 1 jour par semaine pour le suivi régulier de l'avancement de la démarche) ;
- Permettra de réaliser, sur une période d'au moins 1 mois, un suivi de ses consommations électriques à l'aide par exemple, de la méthode de la pince ampèremétrique ;
- Fournira les autres éléments nécessaires à établir les courbes de consommation d'électricité (eg. factures d'électricité) ;
- Fournira les informations permettant d'établir les scénarios futurs de consommation, notamment :
 - Travaux planifiés (isolation, remplacement des équipements de consommation moins performants, etc.)
 - Changement éventuel d'usage du bâtiment dans le futur
 - Indiquera les autres fournitures initiales si nécessaire.

3.1 - Comité de pilotage

Les travaux relatifs à l'étude de faisabilité seront suivis par un comité de pilotage chargé d'orienter et de valider les démarches du bureau d'études. Il sera constitué :

- Du maître d'ouvrage,
- [Si nécessaire] d'un représentant de la direction régionale de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME),
- Et de toute autre personne ou entité dont le maître d'ouvrage jugera la présence temporaire ou régulière utile.

4 - REUNIONS

Il sera prévu au moins X réunions sur site :

- Une réunion de lancement, de transfert des données actuelles et à venir
- [si nécessaire] Une réunion intermédiaire nécessaire à [spécifier]
- Une réunion de restitution. Si la restitution présente des incohérences relevées par le comité de pilotage, une seconde réunion de restitution aura lieu.

5 - RAPPORT ATTENDU

Le bureau d'études remettra le rapport en X exemplaires en format [électronique/papier : spécifier].

6 - PROPRIETE DES RESULTATS

L'ensemble des résultats de cette étude est la propriété du maître d'ouvrage.

7 - DELAIS DE REALISATION

Le bureau d'études devra se conformer aux délais annoncés au comité de pilotage lors de l'établissement de son devis.

Tout écart devra être préalablement autorisé par le maître d'ouvrage.

8 - RESTITUTION ET CONFIDENTIALITE

A l'issue de la mission, le prestataire transmet le résultat de l'étude comprenant :

- Le rapport final d'étude
- Une fiche de synthèse (cf. §4.10 – Grille de synthèse du présent cahier des charges).

La confidentialité de ces informations est garantie par l'utilisation des codes d'accès délivrés par l'ADEME qui vous sont strictement personnels.

9 - MODALITES DE PRESENTATION DE L'OFFRE

Rédiger une proposition détaillée et transparente comprenant :

Le CV et les références des intervenants.

Le bureau d'études désignera une personne référente qui assurera les relations avec le maître d'ouvrage.

En cas de sous-traitance, le bureau d'études aura à préciser les coordonnées, la fonction, les références de l'entreprise avec laquelle il souhaite travailler. L'aval du maître d'ouvrage est indispensable avant toute participation d'un sous-traitant.

Une proposition technique définissant

- les caractéristiques du programme de travail telles que définies dans le présent cahier des charges
- sa durée (exemple : 3 à 4 semaines) Ce planning devra préciser au maître d'ouvrage les différentes actions à réaliser avec les délais.
- ses modalités (exemple : visites sur site régulières et courtes)

Une offre financière correspondant au coût de la prestation dans son ensemble, faisant apparaître la charge de travail, les coûts journaliers du (ou des) intervenant(s), les frais de déplacements et les éventuels frais annexes.

Le montant ainsi proposé inclura au minimum l'ensemble de la prestation telle que définie dans le présent cahier des charges.

10 - CONTRÔLE

L'étude de faisabilité, une fois réalisée pourra faire l'objet - ce n'est pas systématique - d'un contrôle approfondi. Dans le souci de tester un échantillonnage représentatif, les dossiers seront choisis de manière aléatoire. Eventuellement un contrôle sur site pourra être mené par un expert mandaté par l'ADEME afin de juger de la qualité de l'étude, de l'objectivité du rapport.

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

Guide pour la rédaction d'un cahier des charges

ETUDE DE FAISABILITE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE EN AUTOCONSOMMATION

