



# METTEZ DES EUROS DANS VOS PLANS CLIMAT!

COMMENT CHOISIR VOS MESURES D'ATTÉNUATION  
SELON LEUR RAPPORT COÛT-EFFICACITÉ?

JUIN  
2016

ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

# SOMMAIRE

Avis au lecteur	1
Pourquoi ce guide, à qui est-il destiné, à quoi sert-il ?	2
Comment utiliser ce guide méthodologique ?	5
<b>Qu'est-ce qu'une analyse coût-efficacité (ACE) ?</b>	<b>6</b>
L'ACE en bref	8
L'ACE appliquée aux PCAET	8
<b>Comment préparer l'analyse coût-efficacité ?</b>	<b>10</b>
Définir le périmètre opérationnel	12
Définir le périmètre temporel	16
Décrire la situation de référence	17
Choisir l'horizon temporel	20
<b>Comment quantifier les impacts GES et les coûts associés aux mesures ?</b>	<b>22</b>
Estimer l'impact GES de chaque mesure	24
Définir le périmètre des coûts associés à une mesure PCAET	28
Estimer le coût de chaque mesure	32
<b>Comment obtenir les résultats de l'analyse coût-efficacité d'une mesure d'un PCAET ?</b>	<b>36</b>
Calculer le coût d'abattement	38
Visualiser les résultats de l'ACE	40
<b>Comment utiliser les résultats et en faire le suivi ?</b>	<b>42</b>
Quelles sont les précautions à employer avec les résultats ?	44
Comment utiliser les résultats et communiquer ?	46
Comment faire un suivi et améliorer la méthode d'analyse au cours du temps ?	50
<b>Conclusion</b>	<b>51</b>
Abréviations et définitions	52
Références	53
<b>Annexes</b>	<b>56</b>
Zoom technique	58
Choix du taux d'actualisation	58
Estimation de la valeur résiduelle d'une mesure	58
Évolution du prix de l'énergie	59
Récapitulatif de l'exemple « Fil rouge »	60
Check-list pour définir un cahier des charges	68

## Ce document est édité par l'ADEME

### ADEME

20, avenue du Grésillé  
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique : ADEME

Rédacteurs : I Care Environnement et Énergies Demain

Photo de couverture : Philippe Devanne / Fotolia

Création graphique et réalisation : cliffo

Impression : Imprimé en France par Stipa 

Brochure réf. 8712

Mettez des euros dans vos plans climat !

Comment choisir vos mesures d'atténuation selon leur rapport coût-efficacité ?

ISBN : 979-10-297-0320-1 - juin 2016

Dépôt légal : ©ADEME Éditions, juin 2016

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

---

**ÉVALUATION  
EX-ANTE**  
Analyse réalisée  
avant la mise  
en place effective  
des mesures.  
Elle se base donc  
sur des données  
estimées.

## AVIS AU LECTEUR

---

Ce document est le résultat d'un important travail d'analyse et de synthèse bibliographique en vue de présenter, de manière simplifiée, une méthode d'évaluation méconnue et peu utilisée dans un contexte de planification territoriale: l'analyse coût-efficacité (ACE). L'ACE est employée ici dans le cadre d'une application spécifique: l'évaluation ex-ante et la priorisation des mesures d'atténuation d'un Plan Climat-Air-Énergie Territorial (PCAET). Y seront spécifiés certains points méthodologiques propres aux collectivités qui souhaiteraient utiliser l'ACE comme outil d'aide à la décision dans ce cadre.

Ce guide méthodologique constitue une entrée en matière. Lors de la réalisation d'une analyse de ce type, il pourra être utile de s'appuyer sur des ouvrages méthodologiques plus généraux et de référence, dont certains sont listés en annexes. Ce document ne peut constituer une méthode complète d'évaluation de l'ensemble des mesures d'un PCAET puisqu'il propose une méthode de classification uniquement au regard des réductions d'émissions de gaz à effet de serre (GES). En ce sens, ce guide peut s'intégrer au sein du dispositif d'élaboration et de suivi du PCAET construit par la collectivité et ses partenaires.

Ce document a été élaboré par I Care Environnement et Énergies Demain, sous le pilotage d'un groupe de travail composé de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC), l'ACE, l'Agence Française de Développement (AFD) et l'Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI) et avec la relecture attentive des collectivités suivantes: la Communauté d'Agglomération Havraise (CODAH), la Métropole Nice Côte-d'Azur, le Pays Puisaye-Forterre, le Pays Sud Bourgogne, le Grand Nancy et la Métropole de Lyon.

---



# POURQUOI CE GUIDE, À QUI EST-IL DESTINÉ, À QUOI SERT-IL ?

---

## **Pourquoi ce guide ?**

Institués par le Plan Climat National en 2004, les Plans Climat-Énergie Territoriaux (PCET) sont devenus obligatoires fin 2012 pour les collectivités territoriales de plus de 50 000 habitants (loi Grenelle 2), alors que de nombreuses collectivités avaient déjà élaboré les leurs de manière volontaire. On en dénombre aujourd'hui plus de 600 en France. La loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte permet la poursuite de leur déploiement en abaissant le seuil d'obligation aux intercommunalités de 20 000 habitants ou plus, et en y ajoutant la problématique de qualité de l'air: ils deviennent ainsi les Plans Climat-Air-Énergie Territoriaux (PCAET). Établis pour quelques années, trois à six ans en général, ou à l'horizon d'un mandat, beaucoup de PCET élaborés entre 2004 et 2012 arrivent aujourd'hui à échéance. Ainsi, une nouvelle vague de Plans Climat, ceux à renouveler rejoints par les nouveaux à élaborer, devrait voir le jour au cours des prochains mois.

Parce que ces Plans engagent la collectivité sur un programme d'actions touchant une grande diversité de domaines et mobilisant des moyens importants, il est important que les décideurs locaux puissent déterminer quelles sont les actions les plus efficaces par rapport à l'objectif fixé, dans un contexte où la contraction des budgets publics et privés les amène à

rechercher une plus forte rationalisation de leurs interventions.

Souvent utilisée dans le domaine des projets d'infrastructure, l'analyse coût-efficacité (ACE) évalue l'efficacité d'une mesure en reportant les dépenses engagées aux résultats obtenus afin d'arbitrer entre différentes options. Cette méthode, quoique encore peu utilisée dans la planification énergie-climat, permet pourtant de mieux appréhender les impacts et les coûts de la multitude de mesures composant un PCAET et peut être un outil d'aide à la décision précieux pour prioriser les mesures. En outre, cette méthode peut s'avérer pertinente pour appuyer le dialogue des chargés de mission avec les élus et les parties prenantes.

## **À qui ce guide est-il destiné ?**

Ce document s'adresse aux collectivités qui mettent en œuvre des mesures de lutte contre le réchauffement climatique, notamment dans le cadre d'un PCAET. Toutefois, la méthodologie décrite dans ce guide reste générale et peut tout à fait être employée par d'autres acteurs (entreprises, associations...).

## **À quoi sert ce guide ?**

Ce document propose d'utiliser l'ACE comme outil d'aide à la décision ex-ante en rapportant les impacts GES des mesures d'atténuation des PCAET à leur coût. En ex-ante, cet exercice permet de caracté-

---

riser et sélectionner les mesures qui composent le PCAET avant leur mise en œuvre et de définir les orientations stratégiques du PCAET.

Ce guide peut également être utilisé pour faire une évaluation à mi-parcours ou en **ex-post**, selon les besoins du lecteur et les objectifs poursuivis :

- Quantification à mi-parcours : l'exercice vise à faire un suivi du PCAET au cours de sa mise en œuvre et à confronter les résultats de l'ACE en ex-ante avec la réalité de la mise en œuvre opérationnelle du plan dans le but d'optimiser la gestion du programme (réorientation des mesures entreprises, adaptation du planning et/ou des ressources, etc.).
- Quantification ex-post : il s'agit de faire un bilan des mesures entreprises pour pouvoir rendre des comptes, communiquer et réviser la mise en œuvre future du PCAET.

Cette méthode peut aussi être utilisée pour analyser des mesures visant d'autres bénéfices environnementaux que la réduction des émissions de GES (réduction de la pollution de l'air, économies d'énergie...). Le choix a été fait de focaliser le champ de l'ACE présentée dans ce document aux émissions de GES et donc aux mesures d'atténuation aussi bien du volet « patrimoine et services » que du volet « territoire » des PCAET.

---

#### **ANALYSE EX-POST**

Analyse réalisée après la mise en œuvre des mesures.  
Elle se base sur des données réelles qui ont pu être collectées.





# COMMENT UTILISER CE GUIDE MÉTHODOLOGIQUE ?

---

**Ce guide doit permettre au lecteur de s'approprier les concepts et enjeux principaux d'une ACE et de lui donner les éléments nécessaires pour définir un cahier des charges et piloter une mission d'ACE réalisée en interne ou par un prestataire externe.**

L'approche proposée est volontairement simplifiée et allégée afin de présenter, de la façon la plus structurée et didactique possible, les différentes étapes et points méthodologiques clés de l'analyse.

- Chaque étape de l'ACE est détaillée et assortie d'exemples afin de favoriser l'appropriation du document et des concepts abstraits de l'ACE.
- Différents renvois et références vers des travaux plus techniques sont disponibles afin d'apporter au lecteur des éléments complémentaires.

L'objectif recherché est que l'explicitation des logiques et concepts économiques sous-jacents à une ACE suscite l'intérêt et démontre la valeur d'un raisonnement, non plus seulement en tonne équivalent CO<sub>2</sub> (teqCO<sub>2</sub>) évitée, mais également en éteqCO<sub>2</sub> évitée.

Tout au long du guide, différents encadrés permettent de recueillir :

- > des conseils et compléments d'information dans les encadrés « À noter » ;
  - > des exemples de bonnes pratiques ;
  - > un résumé au début de chaque étape pour présenter les points clés ;
  - > un exemple « Fil rouge » permettant d'illustrer la méthode à travers un exemple fictif de mesures de rénovation énergétique basées sur le programme de rénovation énergétique de la Communauté d'Agglomération du Havre (CODAH).
- 





**QU'EST-CE  
QU'UNE  
ANALYSE  
COÛT-EFFICACITÉ?  
(ACE)**



### ZOOM SUR

#### L'analyse coût-avantage, l'analyse multicritère et leurs conditions d'application

Contrairement à l'ACE qui évalue les ressources au regard d'un indicateur unique, l'analyse coût-avantage et l'analyse multicritères prennent en compte plusieurs critères.

##### L'analyse coût-avantage :

cette méthode, souvent appelée analyse « coût-bénéfice » par traduction de l'anglais « *cost-benefit analysis* » repose sur la monétarisation des coûts et des avantages des mesures étudiées. Une mesure dont les coûts sont supérieurs aux avantages n'est alors pas retenue. Cette approche est surtout utile lorsque l'on a plusieurs types de bénéfices pour lesquels il est possible de s'accorder sur des valeurs monétaires. Par exemple, dans le cas d'une politique de prévention des risques, les bénéfices peuvent inclure les conséquences d'une baisse de la pollution, d'une baisse de l'incidence d'une maladie, d'une meilleure sécurité d'une usine, etc.

##### L'analyse multicritères :

cette méthode permet d'évaluer plusieurs mesures à partir d'un ensemble de critères variés, parfois difficilement conciliables (économiques, sociaux, environnementaux...). Via le recours à un système de jugement, on détermine alors la mesure dominante pour une majorité de critères, sans être nettement plus mauvaise que les autres sur les autres critères (plusieurs solutions sont possibles). L'analyse multicritère est particulièrement appropriée pour effectuer un choix entre plusieurs solutions, par exemple un choix entre différents fournisseurs en étudiant des critères tels que leurs tarifs, la qualité de leurs produits ou de leur service, leur solidité financière, etc.

#### L'ACE en bref

Par définition, l'analyse coût-efficacité (ACE) est une méthode d'évaluation économique permettant de comparer des politiques, programmes d'actions ou mesures dont les effets sont quantifiables et pour lesquels une unité de mesure unique et commune (l'indicateur de résultat) peut être choisie. L'ACE permet ainsi, en rapportant les effets attendus des programmes ou mesures à leur coût de mise en œuvre, d'identifier la manière la plus efficace de réaliser un objectif, d'un point de vue économique.

L'indicateur de résultat peut être de nature variée : nombre d'emplois générés, quantité de GES ou de consommation d'énergie évitées, temps d'attente économisés, etc.

L'ACE est pertinente pour des programmes ayant un objectif principal préalablement défini, des coûts facilement identifiables et des résultats clairement déterminés. Si ce n'est pas le cas, il peut être préférable de faire appel à d'autres outils d'aide à la décision, tels que l'analyse coût-avantage ou l'analyse multicritère. Le ratio obtenu par l'ACE est toujours défini en termes relatifs : c'est donc un outil de comparaison, très souvent utilisé pour définir des priorités.

#### L'ACE appliquée aux PCAET

Le Plan Climat-Air-Énergie Territorial (PCAET) est un projet territorial de développement durable dont l'une des finalités premières est la lutte contre le changement climatique.

La plupart des mesures d'atténuation des PCAET se prêtent bien à l'ACE pour les raisons suivantes :

- Beaucoup de PCAET se caractérisent par des ambitions chiffrées de réduction des émissions de GES, même si toutes les collectivités n'ont pas adopté le même objectif, ni le même horizon temporel ;
- Même si les mesures relèvent de domaines différents (transports, bâtiments, etc.) et sont de nature différente (investissement, incitation, réglementation...), il existe une unité physique homogène et quantifiable permettant de mesurer leur résultat au regard de l'objectif choisi : la teqCO<sub>2</sub> évitée.

L'ACE consiste à calculer, pour chaque mesure ou programme, leur coût d'abattement, c'est-à-dire le rapport entre leur coût (€) et leur potentiel de réduction (en teqCO<sub>2</sub> évitées). Le coût et le potentiel de réduction sont tous les deux estimés par rapport à une situation de référence, qui correspond au scénario le plus probable en l'absence d'action (« scénario tendanciel »).

Plus le coût d'abattement est petit, plus la mesure est dite efficace sur le plan économique au regard de son potentiel d'atténuation. L'ACE peut donc être un outil précieux pour hiérarchiser les dif-

férentes mesures d'atténuation à partir de leur coût d'abattement et permettre ainsi de construire une stratégie globale efficace.

Les différentes étapes nécessaires à la réalisation d'une ACE sont résumées ci-dessous et détaillées dans les prochaines pages de ce guide.

$$\frac{\text{Coût de la mesure}}{\text{Impact associé (teqCO}_2 \text{ évitées)}} = \text{Indicateur de L'ACE coût d'abattement (€/teqCO}_2 \text{ évitées)}$$

### LES ÉTAPES D'UNE ACE

#### PRÉPARATION

1

Périmètre opérationnel

2

Périmètre temporel

3

Choix d'un scénario de référence

4

Choix de l'horizon temporel

#### QUANTIFICATION

5

Quantifier l'impact GES de chaque mesure

6

Définir le périmètre des coûts

7

Déterminer le coût de chaque mesure

#### RÉSULTAT

8

Calculer le coût d'abattement (indicateur de l'ACE)

9

Visualiser les résultats

### À NOTER

**Pourquoi les mesures d'adaptation ne sont-elles pas considérées dans l'analyse ?**

Par définition, les mesures d'adaptation ne sont pas destinées à réduire les émissions de GES. Elles ne peuvent donc pas être intégrées à la méthode d'ACE proposée dans ce guide qui se base sur les teqCO<sub>2</sub> évitées comme indicateur de résultat.





2

# COMMENT PRÉPARER L'ANALYSE COÛT-EFFICACITÉ ?



## ÉTAPE 1

### EN RÉSUMÉ

Ce qu'il faut faire à l'étape 1 :

- Choisir le périmètre opérationnel.
- Choisir la **granulométrie** la plus adaptée au contexte et aux objectifs de la collectivité (action/mesure/grappe de mesures/programme).

**GRANULOMÉTRIE**  
Par extension,  
dimensionnement  
de l'échelle d'analyse.

Les étapes de préparation et de réalisation de l'ACE doivent être entreprises en adéquation avec le travail réalisé par la collectivité dans le cadre de son PCAET. L'ACE constitue en effet un outil appuyant la mise en œuvre d'un PCAET. Elle doit donc se baser sur l'existant et être cohérente avec les éléments définis dans le PCAET notamment en termes de périmètre opérationnel et temporel.

## ÉTAPE 1

### DÉFINIR LE PÉRIMÈTRE OPÉRATIONNEL

#### ✿ Choix du périmètre opérationnel

Le périmètre opérationnel fait référence aux activités ou mesures prises en compte dans l'ACE. On peut distinguer deux grandes familles de mesures (cf. schéma ci-dessous) :

- **Les mesures internes à la collectivité** qui concernent son patrimoine et son fonctionnement propre : la collectivité a la maîtrise totale de la mise en œuvre des mesures, elle porte en général l'ensemble des coûts, et les émissions de GES sont sous son contrôle et sa responsabilité directe. Par exemple, le renouvellement de la flotte de véhicules de la collectivité correspond à une mesure interne (ou « patrimoine et services ») et l'ensemble des coûts sont connus et maîtrisés par la collectivité.

Exemple de mesures « Patrimoine » et de mesures « Territoire » pouvant figurer dans le PCAET d'une collectivité.



► **Les mesures mises en place à l'échelle du territoire :**

Les sources d'émissions concernées et les mesures pouvant être mises en place échappent au contrôle direct de la collectivité et tout ou partie du financement des mesures est réalisé par un tiers. Par exemple, les travaux de rénovation énergétique des logements sont majoritairement financés par les particuliers et les bailleurs, même si l'État et les collectivités peuvent apporter des aides.

**Le choix du périmètre opérationnel peut dépendre de différents facteurs, notamment :**

- Du périmètre opérationnel du PCAET : l'ACE ne doit pas nécessairement porter sur l'ensemble du périmètre opérationnel du PCAET et peut être réalisée sur un sous-ensemble ;
- Des objectifs fixés dans le PCAET et de ce qui est recherché à travers l'ACE : une collectivité qui a par exemple fixé un objectif de réduction d'émissions sur son patrimoine, pourra se livrer à une ACE sur ce périmètre (même si l'ACE est plutôt destinée à être appliquée sur un périmètre plus large) ;
- Des leviers d'action de la collectivité et du niveau de maîtrise qu'elle a pour la mise en œuvre des mesures d'atténuation ;
- De la disponibilité des données et de la capacité à évaluer le coût des mesures et à quantifier leur **impact GES** de manière fiable ;
- Des moyens disponibles pour réaliser l'ACE.

En outre, si tous les secteurs peuvent être intégrés à l'ACE, il peut être judicieux pour simplifier l'analyse de ne choisir que ceux dont le potentiel de réduction semble le plus élevé (ou ceux pour lesquels un arbitrage est nécessaire). Le tableau ci-dessous donne quelques exemples de secteurs et mesures souvent pris en compte dans un PCAET mais il n'a pas vocation à être exhaustif.

**Quel est l'impact du choix du périmètre d'action ?**

Plus le périmètre d'action choisi pour l'ACE est large, plus l'exercice est complexe et consommateur de moyens.

**✿ Choix de la granulométrie**

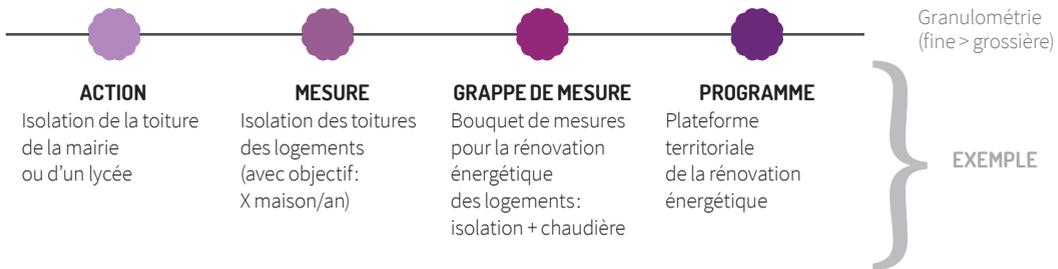
En fonction des éléments composant son PCAET (objectifs, contexte et choix stratégiques de la collectivité, domaines d'action envisagés...), les briques élémentaires sur lesquelles portera l'ACE pourront avoir une granulométrie différente, comme illustré sur le schéma ci-après :

**IMPACT GES**

**Résultat de la mesure sur les émissions de gaz à effet de serre. Cet impact peut se traduire aussi bien par une augmentation, une diminution ou une stabilisation des émissions de GES.**

Secteur	Type de mesures
Bâtiment	Programme d'isolation : toiture, façade, plancher, fenêtres. Mise en place de systèmes performants pour le chauffage et/ou l'ECS : microcogénération, PAC, chauffe-eau thermodynamique... Mise en place d'actions de régulation et optimisation
Transport	Collectif : allongement d'une ligne de bus, mise en place d'une ligne de tramway, création d'un péage urbain... Individuel : programme d'incitation à l'achat d'un véhicule électrique, développement d'une plateforme de covoiturage, mise en place de pistes cyclables...
Production d'énergie	Production d'électricité : incitation à l'installation de panneaux photovoltaïques, mise en place d'unités de cogénération... Production de chaleur : mise en place de chaufferies bois-énergie, incitation à l'installation de panneaux solaires thermiques ou de pompes à chaleur...





### BONNE PRATIQUE

#### L'exemple de l'Agglomération de Grenoble

L'Agglomération de Grenoble, dans le cadre du projet AETIC (Approche Économique Territoriale Intégrée pour le Climat), a cherché à limiter les effets d'interdépendance entre les mesures en les regroupant par grappes. Ainsi, elle étudie la grappe « Isolation avec chaudière à condensation » et non la mesure « Isolation de la toiture » seule.

### Quel est l'impact du choix de la granulométrie ?

La granulométrie choisie a une importance décisive sur le périmètre d'application de l'ACE, sur les calculs et sur l'interprétation des résultats. Il est donc important de réfléchir au niveau le plus approprié pour la collectivité avant d'engager une telle analyse.

Le choix d'une granulométrie fine (action ou mesure) facilite la construction de la situation de référence ainsi que l'estimation des coûts et de l'impact GES associé, car elle permet de se placer à un niveau plus détaillé d'action. Toutefois, une telle approche néglige deux phénomènes importants liés à la dépendance pouvant exister entre les mesures :

► **L'effet systémique :** la réalisation d'une mesure peut impacter les résultats d'une autre mesure. Par exemple, l'isolation préalable d'un logement réduira significativement les émissions de GES évitées liées à l'installation d'une chaudière à condensation, par rapport à un cas sans isolation.

► **La cohérence chronologique :** la mise en place d'une mesure peut être une condition nécessaire à la réalisation d'une autre mesure. Par exemple : la mise en place d'un péage urbain au niveau d'une grande ville nécessitera au préalable la mise en place d'un réseau de transport en commun efficace à l'intérieur de la ville et de parcs relais en périphérie.

**Compte tenu de ces phénomènes et du fait que l'on se place en ex-ante, il est recommandé de regrouper les mesures par grappe ou programme afin de faciliter l'analyse. Toutefois, ces regroupements dépendront de la sphère d'action de la collectivité, de la granulométrie des mesures composant son PCAET et des arbitrages stratégiques qu'elle doit faire.**

## LE FIL ROUGE

**Mesures de rénovation énergétique dans l'habitat sur le territoire de la Communauté d'Agglomération du Havre (CODAH)**

Dans le cadre de sa politique énergie-climat et de son programme local de l'habitat (PLH), la CODAH souhaite mettre en œuvre des actions pour promouvoir et soutenir la rénovation énergétique des logements et le développement de la chaleur renouvelable dans l'habitat. A cette fin, elle a réalisé des études visant à caractériser précisément le bâti résidentiel présent sur le territoire, constituant ainsi une typologie complète du parc, et à identifier les travaux de rénovation énergétique adaptés à chacun de ces types. Une base de connaissance a été

constituée, comprenant en particulier une estimation des gains énergétiques réalisables pour différents bouquets de travaux, ainsi que la réduction des charges et les coûts d'investissement associés. Ces données permettent ainsi de disposer des éléments de quantification, en termes de coûts et d'émissions de GES évitées, nécessaires pour réaliser une analyse coût-efficacité. Elles sont utilisées ici pour concevoir deux mesures fictives auxquelles la méthode d'ACE est appliquée dans le cadre de cet exemple « Fil rouge ».

**MESURE N° 1 : dispositif d'aide aux travaux de rénovation énergétique des maisons années 20.**

Il s'agit de proposer un accompagnement technique et financier à la rénovation pour atteindre un niveau de consommation type « BBC rénovation » (104 kWh EP/m<sup>2</sup> sur la CODAH). Le dispositif est supposé comprendre : la réalisation d'un diagnostic, l'assistance au choix d'un groupement d'entreprises, la maîtrise d'œuvre et le suivi des travaux de rénovation ainsi que le montage du dossier de financement (crédit d'impôts, éco-PTZ, aides ANAH et aides spécifiques de la collectivité). Sur les 3000 maisons années 20 présentes sur le territoire, l'objectif est d'en rénover la moitié (1500) d'ici 2020.

Cette cible est retenue pour l'exemple « Fil rouge » car elle cumule une consommation initiale relativement élevée et une rentabilité globale des travaux assez forte.

La mesure s'assimile à une grappe de mesures et accueille en son sein plusieurs sous-mesures :

- > Isolation des combles (durée de vie de 35 ans)
- > Isolation des murs (durée de vie de 35 ans)
- > VMC hygro-réglable (durée de vie de 16 ans)
- > Chaudière gaz à condensation (durée de vie de 16 ans)
- > Isolation des planchers (durée de vie de 35 ans)
- > Menuiseries PVC (durée de vie de 35 ans).

**MESURE N° 2 : subvention des chauffe-eau solaires individuels (CESI).**

Il s'agit de subventionner l'installation de 100 CESI par an dans les logements individuels existants à hauteur de 500 € par CESI, soit 500 installations aidées sur la période 2016-2020. Cette aide vient en complément d'une aide du Conseil Régional de 1500 € par installation.

**Attention à l'effet systémique**

*Si un programme de sobriété énergétique est mis en place en parallèle, se traduisant par une diminution de la consommation d'eau chaude sanitaire (ECS), cela impactera directement les gains GES générés grâce aux CESI (mesure 2).*

*N.B. : Ces deux mesures sont définies pour les besoins du présent guide. Il ne s'agit pas de mesures mises en œuvre à ce jour par la CODAH.*



## ÉTAPE 2

### EN RÉSUMÉ

#### Ce qu'il faut faire à l'étape 2

- Définir la durée d'analyse pour les différentes mesures considérées.

**PÉRIMÈTRE TEMPOREL**  
Période pendant laquelle la mesure continue d'enregistrer des gains GES, des coûts ou des économies.

### LE FIL ROUGE

**LA MESURE 1 « Rénovation globale »** est déployée sur cinq ans (de 2016 à 2020) et met en jeu des équipements ayant des durées de vie différentes (16 ans ou 35 ans). La durée d'analyse, correspondant à la durée d'impact de la mesure, doit prendre en compte à la fois la durée de déploiement de cinq ans et la durée de vie des équipements les plus pérennes (35 ans), soit une **période d'analyse de 39 ans** (de 2016 à 2054).

Les équipements ayant des durées de vie plus courtes sont renouvelés tout au long de cette durée d'analyse.

**LA MESURE 2 « Chauffe-eau solaire »** est également déployée sur cinq ans et fait intervenir des équipements dont la durée de vie est de 16 ans. La période d'impact à considérer pour l'analyse est donc de **20 ans** (de 2016 à 2035).

## ÉTAPE 2

### DÉFINIR LE PÉRIMÈTRE TEMPOREL

#### ✿ Définition de la durée d'analyse

Pour estimer les coûts et les impacts GES pour chacune des mesures, il est important de bien définir la période sur laquelle ces estimations seront réalisées.

Autant que possible, le **périmètre temporel** devra s'aligner sur la **durée d'impact de la mesure**, c'est-à-dire sur la période pendant laquelle la mesure continue d'enregistrer des gains GES, des coûts ou des économies. Il faut distinguer la durée d'impact de la mesure de sa durée de déploiement ou de la durée de vie des équipements éventuellement impliqués :

- **La durée de déploiement** de la mesure correspond à la durée pendant laquelle une mesure est mise en place, par exemple, la durée d'une campagne de sensibilisation ou encore la durée d'un programme d'aide à la rénovation énergétique. Une mesure peut en effet très bien être portée pendant une courte période mais avoir des impacts sur des périodes plus longues. Par exemple, une campagne de sensibilisation à l'efficacité énergétique peut ne durer que quelques mois mais avoir des conséquences notables à moyen/long terme (changements des comportements des populations ciblées et gains associés).

A l'inverse, une mesure peut avoir une durée d'impact limitée, nécessitant qu'on la renouvelle régulièrement. Par exemple pour conserver les bénéfices d'une formation à l'éco-conduite, il faudra éventuellement financer des remises à niveau tout au long du PCAET.



- **La durée de vie des équipements**: une mesure visant le déploiement sur cinq ans d'un éclairage public basse consommation dont les équipements ont une durée de vie de quatre ans, nécessitera une durée d'analyse d'au moins huit ans (jusqu'à ce que les ampoules installées lors de la cinquième année de déploiement ne fonctionnent plus).

## ÉTAPE 3

## DÉCRIRE LA SITUATION DE RÉFÉRENCE

La **situation de référence** (ou « scénario de référence ») correspond à la situation la plus probable en l'absence de mise en place d'une mesure par la collectivité. Comme son nom l'indique, elle sert de point de référence à partir duquel on évalue l'impact GES et le coût des mesures ou des programmes que l'on souhaite mettre en œuvre.

L'établissement de la situation de référence est donc une étape cruciale de l'ACE car elle impacte l'ensemble des résultats, aussi bien le calcul des coûts que des impacts GES. Il est donc recommandé de suivre les étapes suivantes :

- **Décrire la situation de référence en précisant les paramètres et hypothèses utilisés :** si la situation de référence est, par définition, indépendante de la mesure que l'on souhaite mettre en place, sa construction s'appuie généralement sur des paramètres externes propres à la mesure. Les paramètres externes à l'action sont ceux dont les effets viennent interférer avec les conséquences de l'action pour en modifier l'impact GES. Par exemple, si l'on envisage une mesure de transport telle que la mise en place d'un péage urbain, la situation de référence pourra considérer des hypothèses relatives au volume de déplacement des populations concernées (à partir d'indicateurs comme l'évolution démographique ou du parc de véhicules) et de l'efficacité des moyens de transport utilisés (évolution des normes des véhicules, progrès technologiques...). Si l'on étudie une mesure touchant aux bâtiments, ces hypothèses pourront inclure l'évolution prévue du parc de bâtiments concerné par la mesure, le rythme naturel de rénovation, l'évolution prévue des usages énergétiques (usage accru de la climatisation ou d'appareils électriques)..
- Il est notamment souhaitable d'intégrer dans la situation de référence les mesures mises en place à une échelle plus large que celle du PCAET (dans le cadre d'une réglementation ou d'un programme national, par exemple l'évolution de la réglementation thermique 2012-2020).

## EN RÉSUMÉ

## Ce qu'il faut faire à l'étape 3

- Établir une situation de référence sur la durée d'impact des mesures en fonction de la précision attendue.

## BONNE PRATIQUE

## L'exemple de Nantes Métropole

**Le plan climat de la collectivité de Nantes Métropole illustre en pratique la définition du scénario de référence et du scénario « avec mesure ». A l'horizon 2025, Nantes Métropole confronte en effet :**

- > Un scénario « tendanciel » ou « laisser-faire » (situation de référence) qui ne prend en compte que la hausse des consommations liée à la croissance de la population ;
- > Un scénario de « gisement » (scénario avec mesures) qui regarde le potentiel maximum d'efficacité énergétique pouvant être mis en place sur le territoire.



### À NOTER

Selon le degré de représentativité et de finesse recherché pour l'établissement des situations de référence et « avec mesure », d'autres phénomènes, parfois relativement « impactants », peuvent être pris en compte tels que :

► **L'effet rebond** : la mise en place d'une mesure d'atténuation ayant pour résultat une utilisation plus sobre de l'énergie peut, dans certains cas, entraîner par ailleurs un usage accru d'énergie ou de services consommant de l'énergie (notamment grâce aux économies financières réalisées). Par exemple, le covoiturage et les économies qui en découlent peuvent inciter les personnes qui y ont recours à se déplacer plus.

► **L'effet multiplicateur** : on parle d'effet multiplicateur (ou « effet d'entraînement ») lorsque l'effet de la mesure s'étend hors de la cible et est donc plus important que ce qui était attendu. Par exemple, suite à une formation à l'éco-conduite pour ses déplacements professionnels, un employé peut appliquer également les principes d'éco-conduite à ses déplacements personnels et sensibiliser aussi le reste de sa famille.

► **L'effet d'aubaine** : on parle d'effet d'aubaine lorsqu'une personne bénéficie d'aides financières dans le cadre d'un programme alors qu'elle aurait de toute façon initié ce changement même sans aide. Par exemple, un employé achète un vélo en utilisant une subvention proposée par son entreprise, alors qu'il avait déjà décidé d'acheter un vélo sans l'aide de ce programme.

► **Expliquer pourquoi la situation de référence est la plus probable en l'absence de mise en œuvre de la mesure** : pour cela, il est possible de s'appuyer sur des sources d'informations faisant référence (par exemple des prévisions démographiques fournies par l'INSEE), et sur l'extrapolation des rythmes actuels d'évolution.

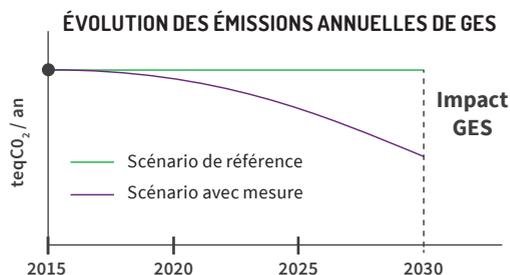
► **Préciser quelles données sont modifiées entre la situation de référence et la situation « avec mesure »** : il s'agit ici d'identifier les paramètres qui vont être modifiés par la mise en place de la mesure (par exemple, part des déplacements effectués en transport en commun ou efficacité énergétique des bâtiments ou équipements) et qui vont influencer sur l'estimation des coûts et de l'impact GES, par rapport à la situation de référence.

Selon les moyens dont dispose la collectivité (budget, temps) et la précision attendue, la situation de référence peut être plus ou moins précise et représentative de la réalité.

Ainsi, dans une approche simplifiée, la situation de référence peut être choisie « stationnaire » : on regarde la situation à un instant donné (souvent au moment où l'analyse est entreprise) et on suppose que cette situation se maintient sur l'ensemble de la période considérée (c'est-à-dire jusqu'à l'horizon temporel que l'on s'est fixé).

Dans la limite des moyens disponibles, il est toutefois préférable de privilégier une situation de référence « dynamique » qui intègre un ensemble de paramètres externes comme ceux décrits précédemment dans cette présente étape.

En pratique, la situation de référence prolonge souvent la tendance observée d'évolution des émissions de GES avant la mise en œuvre de la mesure, comme illustré sur le schéma ci-dessous.



## LE FIL ROUGE

**Situation de référence pour LA MESURE 1 :**

On considère que sans le dispositif d'accompagnement à la rénovation des logements de la CODAH, le parc de logements aurait connu malgré tout une évolution en matière énergétique grâce aux aides existantes comme le Crédit d'Impôt Transition Énergétique (CITE), l'éco-PTZ et les aides de l'ANAH.

Ainsi, dans la situation de référence, on émet l'hypothèse que ces aides sont maintenues jusqu'en 2020 et qu'une rénovation « tendancielle » serait malgré tout mise en œuvre sans existence de la mesure 1. Celle-ci serait cependant de moindre ampleur et de plus faible performance. D'après de récents travaux menés au niveau national pour la DGEC, la rénovation annuelle grâce aux dispositifs cités concerne 9,15 % des logements par an avec un gain moyen de 23 % sur les consommations énergétiques du logement.

Il a été choisi de ne pas prendre en compte l'application de l'article 5 de la loi transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) qui rend obligatoire la rénovation thermique lors de travaux importants, en raison des conditions d'application encore floues de cet article.

**Situation de référence pour LA MESURE 2 :**

On considère que l'aide complémentaire de la CODAH pour l'installation de CESI permet d'augmenter le taux de passage à l'acte de changement des systèmes ECS par rapport à l'aide régionale seule. On estime que sans l'aide CODAH, 40 ménages auraient de toute façon installé un CESI, et qu'avec l'aide de la CODAH et la communication renforcée, 60 ménages supplémentaires par an installeront un CESI. Ainsi, dans l'ACE de cette mesure, il sera tenu compte de l'effet d'aubaine provoqué par la mesure, puisque 40 ménages bénéficieront de la subvention de la CODAH alors qu'ils auraient de toute façon installé un CESI grâce à l'aide régionale. Il faut donc en tenir compte dans la situation de référence.

D'autre part, les ménages qui n'auraient pas installé de CESI sans l'aide de la CODAH auraient de toute façon été amenés à remplacer leur système de production d'ECS à un moment ou un autre. Si on considère qu'un chauffe-eau a une durée de vie moyenne de 16 ans, cela signifie que 6,25 % des systèmes sont remplacés chaque année en moyenne. On prendra ce taux de renouvellement comme situation de référence, en considérant que la majeure partie de ses systèmes sont renouvelés à l'identique et que 1,6 % sont remplacés par un chauffe-eau thermodynamique.



### ÉTAPE 4

#### EN RÉSUMÉ

Ce qu'il faut faire à l'étape 4 :

- Fixer l'horizon temporel selon les objectifs adoptés par la collectivité.

**HORIZON  
TEMPOREL**  
Période qui  
délimite le calcul  
de l'ACE.

#### À NOTER

- Les horizons de temps évoqués dans un PCAET vont souvent au-delà du mandat politique des élus. S'il peut être tentant d'aligner l'horizon temporel de l'ACE avec les durées des mandats, il faut toutefois veiller, pour ne pas biaiser les résultats, à proposer en complément une analyse sur un horizon de temps plus long.

### ÉTAPE 4

#### CHOISIR L'HORIZON TEMPOREL

L'horizon temporel idéal de l'ACE correspond à l'échéance fixée par la collectivité pour atteindre son objectif de réduction d'émissions dans son PCAET. Dans les premiers PCET, l'année 2020 était souvent citée pour atteindre un objectif de réduction des émissions de 20 %, ou encore l'année 2050 pour l'atteinte du facteur 4 (réduction par 4 des émissions). L'horizon temporel est à distinguer des **périmètres temporels** correspondant à la **durée d'impact** des mesures.

Ce paramètre est important pour prioriser les mesures, car les durées nécessaires pour que des actions à enjeux différents soient efficaces sont elles-mêmes différentes. Ainsi, choisir un horizon proche ou lointain aura des implications différentes : il peut y avoir un effet dit de « *lock in* » à long terme, c'est-à-dire l'impossibilité de passer d'un horizon stratégique à un autre. On parle aussi d'aspects temporels de mobilisation des gisements. Le covoiturage est un bon exemple de mesure rapide et peu coûteuse. Mais si cette solution est mise en œuvre au détriment du développement en parallèle d'une offre plus développée de transports en commun - elle-même préalable (par exemple) à la mise en place d'un péage urbain -, les mesures 'transports' risquent de ne pas aider l'atteinte d'un objectif de réduction de GES à moyen terme, faute d'une approche intégrée et phasée dans le temps<sup>1</sup>.

#### Quel est l'impact du choix de l'horizon temporel ?

**Choisir un horizon proche (par exemple 2020)**, pour traiter de problématiques d'urbanisme ou de transport notamment, peut être inadapté car la mise en place d'infrastructures (plateforme multimodale pour le transport de marchandises par exemple) peut s'étendre parfois bien au-delà de l'horizon fixé. On parle alors d'effet d'inertie, c'est-à-dire du temps nécessaire pour la mise en œuvre, la « montée en charge » et le déploiement des mesures. Prendre en compte l'effet d'inertie est primordial dans le choix de l'horizon et la priorisation des mesures du PCAET. Ainsi, une mesure de grande ampleur lancée dès le début d'un plan climat, même si elle a un coût significatif et que sa mise en œuvre est longue, pourra permettre une réduction de GES importante nécessaire au respect des objectifs fixés à moyen ou long terme.

<sup>1</sup> - Cf. bibliographie, projet AETIC.

À l'inverse, **travailler avec un horizon lointain (par exemple 2050)** peut rendre difficile la mobilisation des services de la collectivité, des élus et des parties prenantes. En outre, c'est potentiellement une difficulté dans le calcul de l'impact des mesures.

Pour l'ACE, prendre en compte d'une part, les échéances du PCAET et, d'autre part, des durées de mise en place de certaines mesures plus longues, c'est s'assurer d'un équilibre entre des actions complémentaires et d'une stratégie cohérente à long terme :

► **Un horizon à court - moyen terme** (par exemple 2030 ou durée du mandat) permettant de faire émerger des mesures relativement rapides à mettre en place et ne nécessitant pas d'infrastructures ou d'investissements conséquents. Par exemple: le développement d'une tarification plus attractive pour les transports en commun, l'optimisation de l'éclairage public, la mise en place de zones 30, etc.

► **Un horizon à long terme** (par exemple 2050) permettant de faire émerger des mesures de planification urbaine qui, bien que nécessitant un investissement conséquent, ont un potentiel important de réduction de GES. Par exemple: la construction de quartiers à énergie positive, le déploiement de réseaux de chaleur, la mise en place de péages urbains.

*Travailler avec un horizon lointain (par exemple 2050) peut rendre difficile la mobilisation des services de la collectivité, des élus et des parties prenantes*

### LE FIL ROUGE

**Plusieurs horizons de temps apparaissent comme pertinents pour l'estimation des émissions de GES des mesures de la CODAH et la comparaison avec les objectifs fixés :**

- **L'horizon 2020**, qui correspond à la fin de la phase de déploiement des mesures et à l'horizon retenu pour l'objectif européen des 3x20;
- **L'horizon 2030**, qui sert d'objectif intermédiaire à moyen terme et qui s'approche de la fin de la durée d'impact de la mesure 2;
- **L'horizon 2050**, qui donne une vision long terme et s'approche de la fin de la durée d'impact de la mesure 1.

La suite de l'exemple « Fil rouge » illustrera le propos autour de l'horizon 2030 principalement.





**COMMENT  
QUANTIFIER  
LES IMPACTS GES  
ET LES COÛTS  
ASSOCIÉS  
AUX MESURES ?**

ÉTAPE 5

EN RÉSUMÉ

Ce qu'il faut faire à l'étape 5

- Se référer au guide ADEME : *Quantifier l'impact GES d'une action de réduction des émissions* pour calculer les émissions évitées liées à la mise en place des mesures.
- Appliquer la méthode de quantification dans le contexte de l'ACE et calculer l'impact GES sur la durée d'impact des mesures et sur l'horizon temporel choisi.

**MESURE D'ATTÉNUATION**  
 Mesure visant à limiter l'ampleur du changement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre directes et indirectes.

Évaluer quantitativement l'ensemble des coûts et impacts d'une action ou d'un programme est un exercice difficile, en particulier s'il y a des effets indirects. Dans une situation idéale, il faudrait que l'ensemble des coûts et de l'impact GES de l'action ou du programme soient pris en compte. Cependant, pour diverses raisons (manque de données, temps disponible, caractère qualitatif de certains effets, etc.), cela n'est en pratique jamais possible. Compte tenu de ces limitations, les étapes suivantes proposent une méthode pour évaluer, avec autant de précision possible, les coûts et impacts d'une mesure ou d'un programme.

ÉTAPE 5

ESTIMER L'IMPACT GES DE CHAQUE MESURE

Principes de la méthode ADEME de quantification<sup>2</sup>

L'impact GES d'une mesure **d'atténuation** est la quantité d'émissions de GES, mesurée en  $\text{teqCO}_2$ , évitée grâce à la mise en œuvre de ladite mesure.

La quantification de l'impact GES d'une mesure est complexe et ne se limite pas à la simple différence des émissions observées avant/après mise en œuvre de la mesure. La méthode développée par l'ADEME propose ainsi une approche, structurée en huit étapes (comme indiqué ci-dessous), pour réaliser cet exercice. Les étapes, bien que présentées ici de façon séquentielle, nécessitent une approche itérative afin d'optimiser progressivement le processus.



<sup>2</sup> - Guide méthodologique ADEME  
 Quantifier l'impact GES d'une action de réduction des émissions  
[www.ademe.fr/quantifier-limpact-ges-dune-action-reduction-emissions](http://www.ademe.fr/quantifier-limpact-ges-dune-action-reduction-emissions)

Cet exercice de quantification repose notamment sur trois choix clés dans l'application de la méthode

### Le choix de l'approche méthodologique retenue

Trois niveaux d'approche sont proposés dans la méthode, permettant d'adapter l'effort de quantification et la précision du résultat attendu à l'objectif poursuivi (évaluation **ex-ante**, mi-parcours, ex-post) :

► **Approche simplifiée** : précision faible, en général adaptée pour une quantification ex-ante ;

► **Approche intermédiaire** : précision correcte, en général adaptée pour une quantification ex-ante ou à mi-parcours ;

► **Approche approfondie** : précision optimale, en général adaptée pour une quantification ex-post.

Le guide méthodologique ADEME *Quantifier l'impact GES d'une action de réduction des émissions* contient une description détaillée des trois niveaux d'approche – tableau n° 3, p. 23 du guide.

### Le choix du périmètre de quantification

Le périmètre de quantification des émissions de GES (étape n° 6 du guide ADEME *Quantifier l'impact GES d'une action de réduction des émissions*) joue un rôle primordial dans la détermination de l'impact GES d'une mesure. Le périmètre choisi servira de base à l'estimation des coûts.

Afin de disposer d'une vision globale des impacts potentiels de la mesure, l'ADEME recommande d'établir une cartographie des conséquences de la mesure (sous forme d'arbre des conséquences – étape n° 3 du guide ADEME *Quantifier l'impact GES d'une action de réduction des émissions*) permettant d'identifier toutes les conséquences directes et indirectes de la mesure. Ce travail permet de respecter les principes de pertinence, de complétude, de cohérence et de prudence et de ne pas omettre des impacts GES qui pourraient avoir des effets significatifs sur les résultats.

L'arbre des conséquences peut être plus ou moins exhaustif et abouti. S'il est parfois difficile de prendre en compte toutes les conséquences liées à une mesure, un arbre des conséquences « non-exhaustif » ne doit cependant pas être un moyen d'exclure de l'analyse des conséquences manifestement significatives.

### Le choix de la situation de référence

Comme présenté à l'étape 3 « Décrire la situation de référence », l'impact GES se calcule à partir de la comparaison, sur la durée d'impact de la mesure, entre les émissions de GES de la situation de référence et celles de la situation avec mesure.

L'impact GES d'une mesure dépend donc fortement de la situation de référence choisie et il s'agit de suivre la méthode décrite à l'étape 3 pour établir la situation de référence pour les émissions.

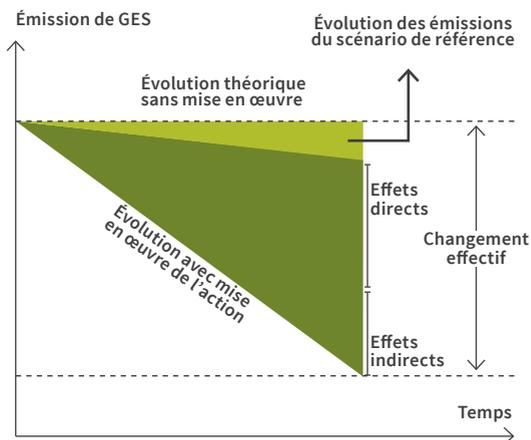
#### ANALYSE EX-ANTE

Analyse réalisée avant la mise en œuvre effective des mesures. Elle se base donc sur des données estimées.

*Le périmètre de quantification des émissions de GES choisi servira de base à l'estimation des coûts*



## IMPACT GES D'UNE MESURE



### Application de la méthode de quantification dans le contexte de l'ACE

L'application de la méthode préconisée dans le guide ADEME sur la quantification de l'impact GES des actions, dans le cadre d'une ACE, doit se faire selon les principes suivants :

- Utilisation de l'approche simplifiée de quantification, dans un premier temps, sans pour autant exclure la possibilité d'appliquer une approche intermédiaire ou approfondie par la suite : l'ACE étant avant tout utilisée, dans le cadre de ce guide, pour faire un exercice de priorisation ex-ante des mesures des PCAET, l'approche simplifiée est plus particulièrement adaptée pour cet exercice. Les approches intermédiaire et approfondie peuvent cependant être utilisées si les données disponibles le permettent ou pour affiner l'approche au cours du temps ;
- Prise en compte des doubles comptes et des interactions entre mesures lorsque cela est possible.

Par exemple, si l'on considère une mesure de formation à l'éco-conduite des agents de la municipalité et, en parallèle, une mesure de renouvellement de la flotte de véhicules de la municipalité, il faudra tenir compte, dans l'estimation des économies de GES liées à la mesure de formation, de l'amélioration de la performance énergétique des véhicules conduits par les agents pour éviter tout double-compte. Ceci aura pour effet de réduire les économies de GES réalisées par la mesure de formation, par rapport à un scénario dans lequel la performance du parc de véhicule ne changerait pas.

### À NOTER

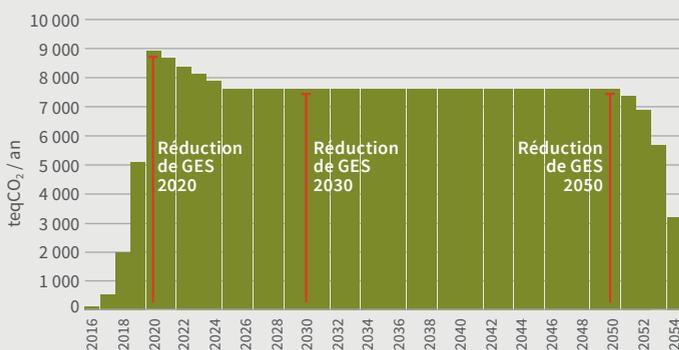
#### L'actualisation physique des émissions

Différents travaux existent sur le concept d'actualisation physique des émissions. Il n'y a cependant, à l'heure actuelle, pas de consensus sur la façon de traiter la question. Compte tenu de la complexité d'un tel exercice et de la divergence des experts sur ce sujet, il est conseillé de ne pas actualiser les émissions dans la réalisation d'une ACE.

**LE FIL ROUGE**

L'ACE est réalisée dans cet exemple en ex-ante ; c'est donc la « méthode simplifiée » qui est appliquée pour la quantification.

**ÉMISSIONS DES GES ÉVITÉES PAR AN**

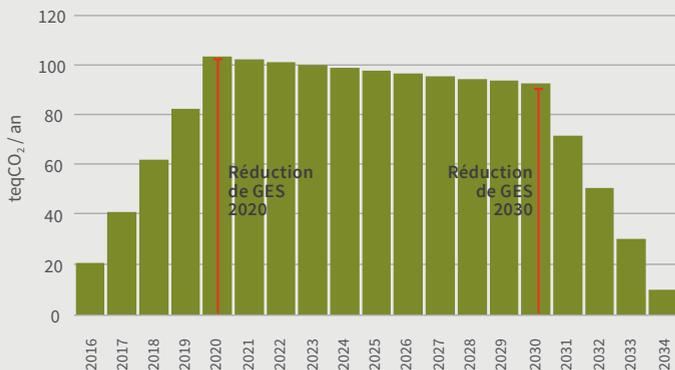


*N.B. : Une fois les rénovations terminées (en 2020), les gains GES associés à la mesure diminuent en raison des rénovations naturelles réalisées sur le parc pris comme référence. Par ailleurs, l'impact des mesures commencent à s'atténuer fortement à partir de 2051 lorsque les équipements de rénovation arrivent progressivement en fin de vie.*

**POUR LA MESURE 1 :**

Le périmètre de quantification est constitué des émissions GES totales des logements concernés par la mesure (les 1 500 maisons années 20 du territoire). En moyenne, les émissions énergétiques d'une maison années 20 s'élèvent à 8,1 teq CO<sub>2</sub>/an, avant rénovation. La rénovation globale permet de réduire de 81 % ces émissions alors que la rénovation tendancielle permet une réduction de 23 %. Ces gains moyens tiennent compte des doubles-comptes.

**ÉMISSIONS DES GES ÉVITÉES PAR AN**



**POUR LA MESURE 2**

Le périmètre de quantification est constitué des émissions énergétiques liées à la production d'ECS des logements concernés par la mesure (soit 500 logements). En moyenne, les émissions énergétiques liées à la production d'ECS d'un logement individuel s'élèvent à 0,6 teq CO<sub>2</sub>/an, en l'état actuel. L'installation d'un CESI permet de réduire de 63 % ces émissions alors que le renouvellement tendanciel permet une réduction de 21 %.

### ÉTAPE 6

#### EN RÉSUMÉ

Ce qu'il faut faire à l'étape 6 :

- Identifier les différents types de coûts.
- Choisir l'approche ou le point de vue que l'on souhaite adopter.
- S'assurer de la cohérence de cette étape avec l'étape d'estimation de l'impact GES (en termes de périmètre, d'horizon temporel, etc.).

**RECETTES**  
Bénéfices réalisés grâce à une réduction de consommation (carburants, électricité...) entre la situation de référence et la situation avec mesures.

### DÉFINIR LE PÉRIMÈTRE DES COÛTS ASSOCIÉS À UNE MESURE PCAET

L'estimation des coûts associés à une mesure dépend du point de vue adopté (c'est-à-dire de qui assume les coûts) et des choix méthodologiques retenus (notamment le périmètre considéré). Selon ces choix, les résultats et leur interprétation peuvent être sensiblement différents.

Définir le périmètre qui est pris en compte pour l'estimation des coûts est une étape importante et ce, aussi bien pour la situation « avec mesure » que pour la situation de référence.

#### ✿ Identification des différents types de coûts

Les coûts associés à une mesure peuvent être subdivisés en quatre composantes (chacune pouvant être portée/financée par un acteur différent) :

► **Les coûts de préparation et d'accompagnement** de la mesure, qui correspondent à l'ensemble des coûts préalables à la mise en place : diagnostic, étude, communication, sensibilisation.

Par exemple, pour un système photovoltaïque (PV) en toiture sur un bâtiment de la collectivité, ce coût peut correspondre au coût de l'audit énergétique réalisé au niveau du bâtiment ainsi qu'au coût associé aux études et recherches du développeur/installateur approprié.

► **Les coûts à l'investissement** qui correspondent à l'ensemble des coûts liés à la mise en place de la mesure (coûts du matériel ou de l'infrastructure et de son installation principalement).

Par exemple, pour le système PV en toiture, le coût d'investissement comprend le prix du système et les frais d'installation.

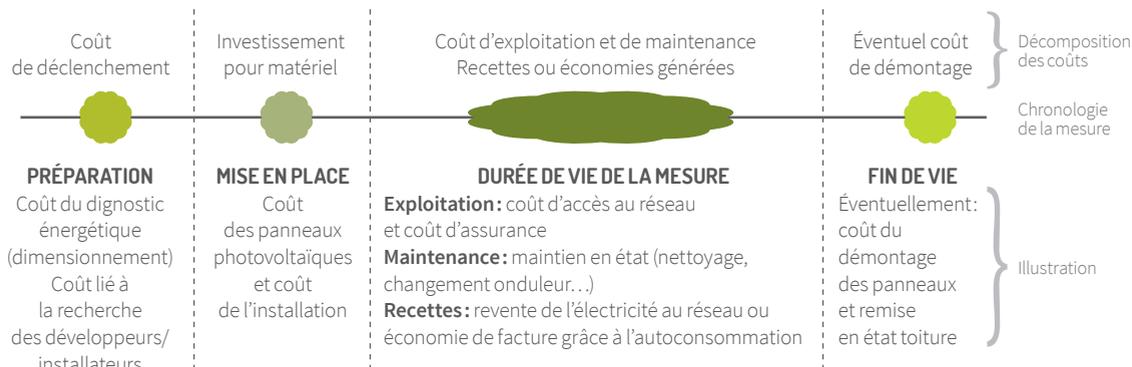
► **Les coûts d'exploitation et de maintenance**, ainsi que d'éventuelles recettes ou économies générées par le système. Ces coûts s'étendent tout au long de la durée de vie de la mesure.

Pour un système PV, le coût d'exploitation peut inclure le coût d'accès au réseau, les frais d'assurance... La maintenance peut inclure le nettoyage et le remplacement de composants à mi-parcours (comme l'onduleur). Les recettes ou économies sont réalisées via l'autoconsommation et les économies réalisées sur la facture d'électricité. Selon les mesures, les recettes peuvent être supérieures aux coûts d'exploitation et de maintenance; ces revenus rentabilisent alors les investissements réalisés.

► **Les coûts de fin de vie** de la mesure (démontage, remise en état). Pour le système PV, la fin de vie implique des coûts de démontage, traitement et recyclage et, potentiellement, des frais de recouverture de la toiture.

Certains postes de coûts peuvent aussi bien présenter un bilan positif (plus de dépenses que de recettes) que négatif. C'est le cas notamment pour des postes comme exploitation et maintenance et investissement. Par exemple, un programme visant à promouvoir la réparation des appareils plutôt que leur remplacement peut permettre d'éviter (ou du moins de reporter) des coûts d'investissement.

Ces postes de coûts sont résumés dans le schéma ci-dessous :



*L'identification de l'ensemble des coûts d'une mesure, étape par étape, tout au long de sa durée de vie, permet de construire le périmètre des coûts le plus complet possible*

L'identification de l'ensemble des coûts d'une mesure, étape par étape, tout au long de sa durée de vie, permet de construire le périmètre des coûts le plus complet possible. Ce périmètre pourra ensuite être réduit en fonction de l'approche choisie (« coût global » ou « collectivité ») et de l'importance relative des différents coûts identifiés.

### ✿ Choix d'une approche en « coût global » ou d'une approche de type « collectivité »

Le point de vue adopté pour l'ACE dépend des objectifs poursuivis par l'analyse. En règle générale, il est recommandé d'adopter une approche dite en « coût global » qui prend en compte l'ensemble des coûts et des économies engendrés par la mesure sur sa durée de vie, quel que soit l'acteur concerné par ces coûts. On parle aussi de « coût pour la société ». Ainsi, dans le cas de la mise en



**L'approche en « coût global » permet de connaître la pertinence et la rentabilité intrinsèque des mesures en prenant en compte l'intégralité des coûts de ces mesures. Cette approche est tout à fait adaptée aux collectivités souhaitant raisonner en termes d'efficacité globale, sans vouloir nécessairement distinguer la part payée par chacun.**

place d'une aide à l'achat de vélos à assistance électrique, devront être comptabilisés le coût d'achat du vélo par le ménage, les coûts de recharge de la batterie électrique ainsi que les économies de carburant générées par une moindre utilisation de la voiture.

L'approche en « coût global » permet de connaître la pertinence et la rentabilité intrinsèque des mesures en prenant en compte l'intégralité des coûts de ces mesures. Cette approche est tout à fait adaptée aux collectivités souhaitant raisonner en termes d'efficacité globale, sans vouloir nécessairement distinguer la part payée par chacun.

**L'approche de type « collectivité »** consiste à ne prendre en compte que les coûts et les économies portés par la collectivité. Ainsi, dans le cas d'une collectivité qui subventionne l'installation de panneaux PV en toiture, les coûts portés par cette collectivité correspondront principalement aux subventions concédées par la collectivité (sans prendre en compte les aides nationales).

Adopter le point de vue « collectivité » est pertinent pour estimer l'effet de levier et connaître les mesures les plus efficaces en termes d'émissions de GES évitées par euro public investi. Cependant, une telle approche ne permet pas d'appréhender l'ensemble des coûts de la mesure. Si l'on considère la mesure d'installation de panneaux PV en toiture, le coût porté par la collectivité correspondant aux subventions ne représente qu'une petite part du coût total de la mesure. Une telle approche ne prend en effet pas en compte les coûts d'investissement et de maintenance portés par le particulier, les aides de l'état à travers les tarifs de rachat, les coûts de fin de vie... Elle ne comptabilise pas non plus les recettes liées à la vente de l'électricité produite.

Ainsi, l'approche en « coût global », quoique parfois plus compliquée à mettre en œuvre car elle nécessite d'estimer l'ensemble des coûts et des recettes ou économies générées par la mesure sur l'ensemble de sa durée de vie, est à privilégier pour une ACE car elle permet de mettre les économies de GES réalisées en face des coûts réels de la mesure. Ceci conduit à des résultats plus transparents et moins soumis à interprétation (la collectivité sera ensuite libre de regarder ses coûts propres pour chacune des mesures considérées).

#### **S'assurer de la cohérence avec l'étape d'estimation de l'impact GES**

Il s'agit ici, avant d'entrer dans l'estimation du coût de chaque mesure, de s'assurer de la cohérence de cette étape avec l'étape

précédente d'estimation des impacts GES. Il est en effet primordial que l'estimation des coûts soit faite sur les mêmes bases que la quantification des émissions évitées.

Cela concerne notamment :

- Le choix du périmètre opérationnel de l'ACE ;
- Le choix du périmètre temporel de chaque mesure ;
- Le choix de la situation de référence pour chaque mesure.

### LE FIL ROUGE

Dans le cas présent, l'approche choisie est l'approche en coût global avec prise en compte de l'ensemble des coûts des travaux, aides comprises (CIDD, aides ANAH, aide territoire...).

**POUR LA MESURE N° 1 :** dispositif d'aide aux travaux de rénovation énergétique des maisons années 20 et la situation de référence associée, le périmètre des coûts est le suivant :

**POUR LA MESURE N° 2 :** subvention des chauffe-eau solaires individuels (CESI) et la situation de référence associée, le périmètre des coûts est le suivant :

Type de coût	Situation de référence	Mesure 1
Préparation		Communication
		Accompagnement technique : diagnostics, maîtrise d'œuvre, suivi
Investissement	Travaux de rénovation tendancielle	Travaux de rénovation globale
Exploitation et maintenance	Maintenance des systèmes	Maintenance des systèmes
	Facture énergétique de référence	Facture énergétique après mesure
Fin de vie	Aucun coût	Aucun coût

Type de coût	Situation de référence	Mesure 1
Préparation		Communication
		Accompagnement technique : diagnostics, maîtrise d'œuvre, suivi
Investissement	Renouvellement systèmes tendanciel	Système et installation CESI
Exploitation et maintenance	Facture énergétique de référence	Facture énergétique après mesure
Fin de vie	Aucun coût	Aucun coût

ÉTAPE 7

EN RÉSUMÉ

Ce qu'il faut faire à l'étape 7 :

- Prendre en compte la durée de l'impact des mesures.
- Estimer les coûts de la situation de référence et de la situation avec mesure.
- Calculer le coût global actualisé pour chacune des mesures.

**TAUX D'ACTUALISATION**  
Taux applicable à des valeurs économiques ou physiques et permettant de rendre comparables des flux qui s'échelonnent dans le temps. Le coût futur d'un bien est ramené à une valeur actuelle équivalente.

**ESTIMER LE COÛT DE CHAQUE MESURE**

À chaque étape de l'estimation des coûts des mesures retenues, il faut veiller à être transparent sur les hypothèses choisies et à bien documenter les sources utilisées afin d'obtenir des résultats cohérents, reproductibles et valorisables.

**✿ Identification des coûts de la situation de référence et de la situation avec mesure**

Comme indiqué lors de l'étape 3, les coûts associés à une mesure ne doivent pas être considérés de façon isolée mais relativement à la situation de référence fixée préalablement. Le travail ne consiste donc pas à estimer un coût « absolu » mais bien un surcoût ou une économie entre une situation avec mesure et une situation de référence (sans mesure). Ce travail doit être réalisé sur l'ensemble de la durée d'impact de la mesure.

**✿ Calcul du coût global actualisé pour chaque mesure**

Comme vu lors de l'étape précédente, toute mesure d'atténuation engendre des coûts et des recettes ou des économies à différentes échéances tout au long de sa durée de vie. Pour tenir compte de l'évolution de la valeur de l'argent au cours du temps (un euro dépensé ou reçu dans dix ans n'a pas la même valeur qu'un euro dépensé ou reçu maintenant), il est nécessaire de faire un calcul actualisé des coûts. Ceci permet en effet de comparer des flux de dépenses et de recettes échelonnés dans le temps en les ramenant à une valeur actuelle.

Afin de déterminer la valeur actuelle des coûts de chaque mesure, il faut appliquer à la somme des coûts et revenus futurs une « décote », appelée taux d'actualisation.

En pratique, pour une collectivité, il est préférable de suivre les recommandations des rapports officiels en la matière pour le choix du taux d'actualisation (entre 2 et 4 % pour les collectivités en 2013)<sup>3</sup>. Davantage de précisions sur l'actualisation des coûts, le choix du taux à considérer et les études de référence sont disponibles en annexe.

La méthode de calcul des coûts dite en « coût global actualisé » est détaillée ci-dessous. Celle-ci doit être appliquée pour chacune des mesures retenues et peut se formuler de la façon suivante :

$$\text{Coût global actualisé} = \text{Coût (an 0)} + \frac{\text{Coût (an 1)}}{1 + \text{taux}} + \dots + \frac{\text{Coût (an n)}}{(1 + \text{taux})^n}$$

Sachant que :

- L'année 0 correspond à la date de début de la période d'impact considérée pour le calcul des coûts ;
- L'année n correspond à la date de fin de cette période d'impact ;
- Le « taux » correspond au taux d'actualisation retenu.

Les coûts annuels figurant dans la formule correspondent à la somme des coûts identifiés (coûts d'investissements, frais de maintenance et d'exploitation, coûts de fin de vie) auxquels sont soustraits les recettes ou économies réalisées.

### Paramètres principaux influant sur les coûts

Au-delà de l'influence sur les coûts du choix du périmètre et des situations de référence et « avec mesure », d'autres paramètres peuvent avoir un impact significatif sur le calcul des coûts, notamment :

➤ **L'évolution du coût de l'énergie** (détaillé en annexe technique) ;

### ➤ **La courbe d'apprentissage des différentes technologies :**

ce facteur peut être important à prendre en compte car une technologie prometteuse peut avoir un rapport coût-efficacité très mauvais à l'instant  $t = 0$  (comparé à d'autres mesures) mais devenir très compétitive après seulement quelques années. Par exemple, la voiture électrique représente encore une solution d'atténuation très coûteuse, mais, avec la baisse du coût des batteries, elle pourrait à moyen terme devenir beaucoup plus compétitive.

3- L'évaluation socioéconomique des investissements publics, Rapport final T1 CGSP, septembre 2013.

### À NOTER

Valeur résiduelle d'une mesure

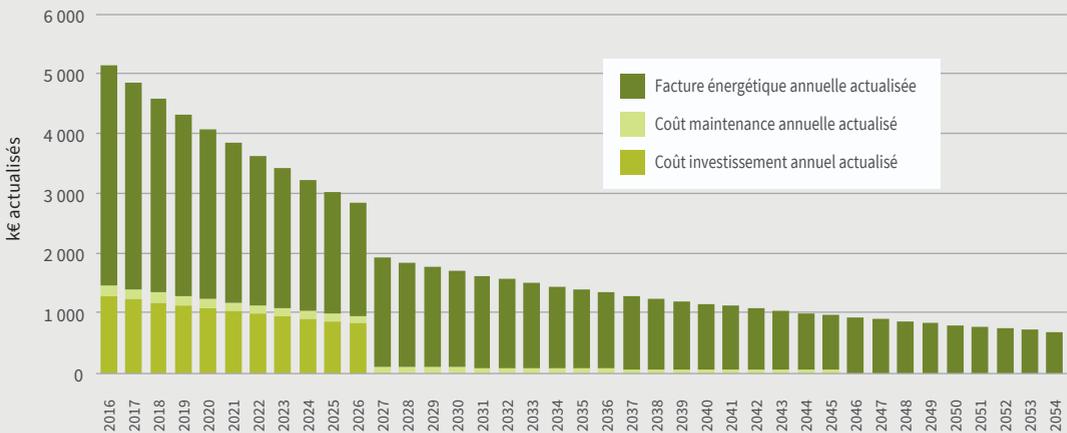
Il a été choisi de ne pas tenir compte de la valeur résiduelle. La valeur résiduelle permet de tenir compte des coûts et de l'impact GES d'une mesure dont la durée d'impact dépasse l'horizon temporel de calcul de l'ACE : valeur résiduelle d'une mesure de rénovation dont les effets (coûts et impact GES) perdurent jusqu'en 2060 et dépasseraient un horizon de calcul fixé par exemple à 2030.



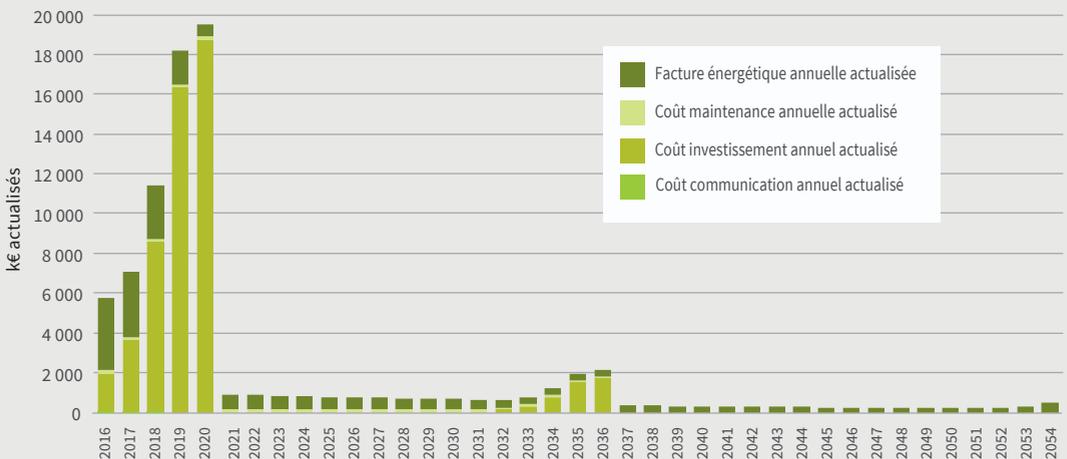
**LE FIL ROUGE**

L'identification et l'estimation des différents coûts associés à la situation de référence et à la situation avec mesure est représentée ci-dessous pour la mesure n° 1 : dispositif d'aide aux travaux de rénovation énergétique des maisons années 20.

COÛTS ANNUELS ACTUALISÉS / SITUATION DE RÉFÉRENCE



COÛTS ANNUELS ACTUALISÉS / SITUATION AVEC MESURE



N.B. : les coûts d'investissement, apparaissant sur cinq ans à partir de 2032, correspondent au renouvellement des systèmes dont la durée de vie est plus courte (comme la chaudière à condensation d'une durée de vie de 16 ans).

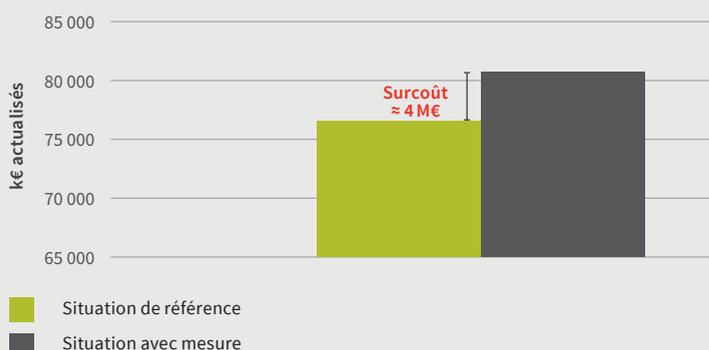
À partir de ces coûts annuels actualisés, il est possible d'en déduire le coût global cumulé actualisé lié à la mise en place de la mesure (soustraction puis agrégation des deux graphiques ci-contre). A noter que l'évolution des prix de l'énergie a été indexée sur les prévisions d'évolution du prix du gaz dans le scénario « New policy » du World Energy Outlook 2013 de l'Agence Internationale de l'Énergie.

### POUR LA MESURE 1:

#### AIDE AUX TRAVAUX DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE GLOBALE DES MAISONS ANNÉES 20

	<i>SITUATION AVEC MESURE</i> <i>Amélioration de la performance du parc grâce à la rénovation globale</i>	<i>SITUATION DE RÉFÉRENCE</i> <i>Amélioration de la performance du parc grâce à la rénovation tendancielle</i>	<i>BILAN</i> <i>Coût global</i>
Investissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Communication</li> <li>&gt; Accompagnement technique: diagnostics, maîtrise d'œuvre, suivi</li> <li>&gt; Travaux de rénovation globale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Travaux de rénovation tendancielle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Surcoût lié à une rénovation plus importante, et au dispositif d'accompagnement et la communication mis en place</li> </ul>
Phase d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Maintenance des systèmes</li> <li>&gt; Facture énergétique après mesure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Maintenance des systèmes</li> <li>&gt; Facture énergétique de référence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Économies réalisées sur la facture énergétique</li> </ul>

#### COÛT GLOBAL CUMULÉ ACTUALISÉ



Sur l'ensemble de la durée d'impact de la mesure de rénovation (39 ans), la mise en place de cette mesure représente un surcoût d'environ 4 M€ (soit un surcoût d'environ 5 %).

Enfin, comme cela sera illustré dans la section 4, les résultats de coûts et par conséquent les résultats de l'analyse sont très dépendants du taux d'actualisation choisi.



**COMMENT  
OBTENIR  
LES RÉSULTATS  
DE L'ANALYSE  
COÛT-EFFICACITÉ  
D'UNE MESURE  
D'UN PCAET ?**

ÉTAPE 8

EN RÉSUMÉ

Ce qu'il faut faire à l'étape 8 :

- Vérifier que les phases de calcul des coûts et de l'impact GES s'appuient bien sur les mêmes hypothèses, périmètres, horizon et situations de référence.
- Calculer le coût d'abattement pour chacune des mesures

ÉTAPE 8

**CALCULER LE COÛT D'ABATTEMENT**

Une fois le coût et l'impact GES estimés pour chaque mesure, il s'agit de calculer le coût d'abattement. Ceci consiste à faire le ratio entre le coût (au numérateur) et l'impact GES (au dénominateur) calculés précédemment, tout en s'assurant qu'ils ont bien été construits sur les mêmes bases : mêmes situations de référence et « avec mesure », mêmes périmètres et horizon temporel, mêmes hypothèses de travail, etc. (cf. étapes précédentes).

Les résultats peuvent dans un premier temps être regroupés dans un tableau avec une classification par secteur, comme présenté ci-dessous :

$$\frac{\text{Coût de la mesure}}{\text{Économie de GES associées (teqCO}_2 \text{ évitées)}} = \text{Indicateur de l'ACE coût d'abattement (€/teqCO}_2 \text{ évitées)}$$

À NOTER

Des mesures au coût d'abattement négatif

Il est possible de rencontrer, pour un certain nombre de mesures, des coûts d'abattement avec une valeur négative. Cela se produit lorsque les mesures génèrent essentiellement plus de recettes ou d'économies d'énergie que de coûts (coût d'investissement compris). Aucun soutien financier n'est donc a priori requis pour la mise en place de ces mesures car elles sont intrinsèquement rentables. Il s'agit souvent de mesures d'efficacité énergétique dans le bâtiment (isolation performante, nouvelle chaudière à condensation...) ou de mesures ne nécessitant pas ou peu

d'investissement initial (covoiturage, encourager le report modal de la voiture vers le vélo, sensibilisation...). Toutefois, en pratique, un certain nombre de ces mesures ne sont pas mises en place à cause notamment de différents freins de mise en œuvre : barrières financière, psychologique, comportementale, institutionnelle, etc. Par exemple, faire du covoiturage au lieu d'utiliser sa voiture individuelle pour aller travailler nécessite un changement d'habitudes qui peut être perçu comme une trop forte contrainte pour passer à l'acte (il devient notamment nécessaire de fixer ses heures de départ et d'arrivée...).

**LE FIL ROUGE**

Les résultats des étapes 5, 7 et 8 ont été regroupés dans le tableau ci-dessous, pour les deux mesures étudiées (rénovation globale et chauffe-eau solaire) et pour différents taux d'actualisation :

<i>Taux d'actualisation</i>	<i>Mesures</i>	<i>Coût global actualisé (k€)</i>	<i>Impact GES cumulé (teqCO<sub>2</sub> évitée)</i>	<i>Impact GES annuel à horizon 2030 (teqCO<sub>2</sub> évitée/an)</i>	<i>Coût d'abattement (€/teqCO<sub>2</sub> évitée)</i>
0 %	Rénovation globale	-31 734	261 063	7 344	-122
	CESI	1 262	1 436	93	879
4,5 %	Rénovation globale	4 154	15 948	7 344	16
	CESI	1 298	310	93	904
16 %	Rénovation globale	18 416	15 948	7 344	71



ÉTAPE 9

EN RÉSUMÉ

Ce qu'il faut faire à l'étape 9

- Représenter les résultats sous forme de courbes marginales de réduction.

À NOTER

La courbe permet de hiérarchiser les mesures selon leur coût d'abattement mais c'est une vision statique des réductions d'émissions. Elle donne une idée du potentiel de réduction à l'horizon temporel du PCAET mais ne renseigne pas sur les chemins à emprunter pour atteindre l'objectif fixé dans les temps. Il faut donc veiller à ne pas l'interpréter comme la séquence souhaitable de mise en place des mesures. Une telle représentation néglige en effet notamment le temps nécessaire à la mise en œuvre de ces mesures. Ainsi, il pourra être plus pertinent, selon l'objectif et l'horizon fixé par la collectivité, de commencer par des mesures plus coûteuses et plus longues à mettre en place mais dont le potentiel de réduction est important et permettra à la collectivité d'atteindre son objectif, que de commencer par les mesures les plus simples et rapides à réaliser. Pour prendre davantage en compte les aspects temporels de mobilisation des gisements, une méthodologie dérivée consiste à élaborer une courbe dynamique de coûts d'abattement moyens (*Trajectoires de transition bas-carbone en France au moindre coût, Courbes dynamiques de coûts d'abattement moyens (D-CAM)*, Études et documents, CGDD 2016 - à paraître).

ÉTAPE 9

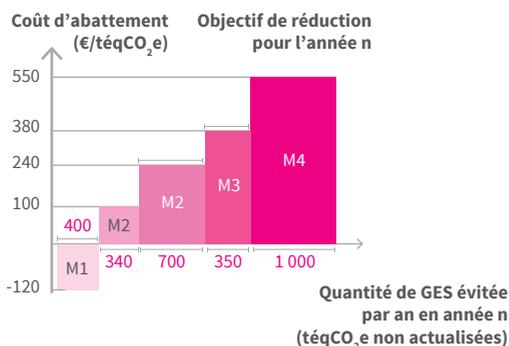
VISUALISER LES RÉSULTATS DE L'ACE

Toute l'utilité de l'analyse coût-efficacité réside dans sa capacité à comparer et hiérarchiser les mesures entre elles, sur la base de leur efficacité économique.

A partir du coût d'abattement et du potentiel de réduction de GES de chacune des mesures étudiées, on construit un graphique, appelé courbe de coût marginal de réduction ou courbe d'abattement, qui permet de représenter la contribution de chacune des mesures à l'atteinte des objectifs fixés pour l'année donnée. Le principe de construction de ces courbes est exposé ci-dessous.

Mesures	Gains GES (teqCO <sub>2</sub> évité)	Coût d'abattement (€/teqCO <sub>2</sub> évité)
M1	400	-120
M2	340	100
M3	700	240
M4	350	380
M5	1 000	550

Mesures rangées par coût d'abattement croissant

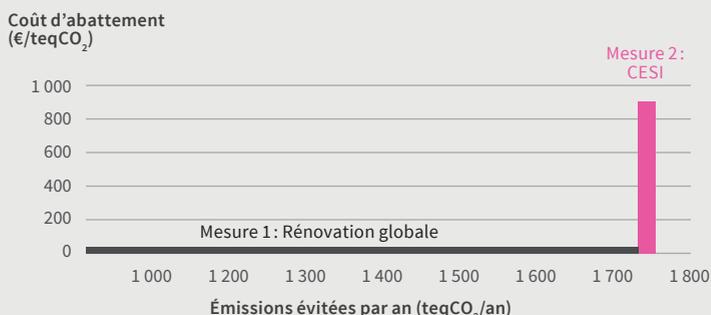


Chaque mesure est classée par ordre croissant de coût d'abattement. Le graphique représente non seulement ces coûts d'abattement (exprimés en €/teqCO<sub>2</sub> sur l'axe vertical) mais également les quantités de GES évitées par chaque mesure (exprimées en teqCO<sub>2</sub> sur l'axe horizontal). La courbe ainsi obtenue indique un ensemble de mesures de réduction à mobiliser continûment à partir d'aujourd'hui, afin de minimiser le coût total d'abattement permettant d'atteindre l'objectif de réduction de GES du PCAET à l'horizon temporel fixé. Etant donné un objectif de réduction donné pour l'année n considérée, l'exercice de priorisation consiste à intégrer de nouvelles mesures jusqu'à atteindre cet objectif. Les coûts d'abattement permettent alors d'évaluer le coût de la politique d'atténuation à mettre en place pour arriver au but fixé.

## LE FIL ROUGE

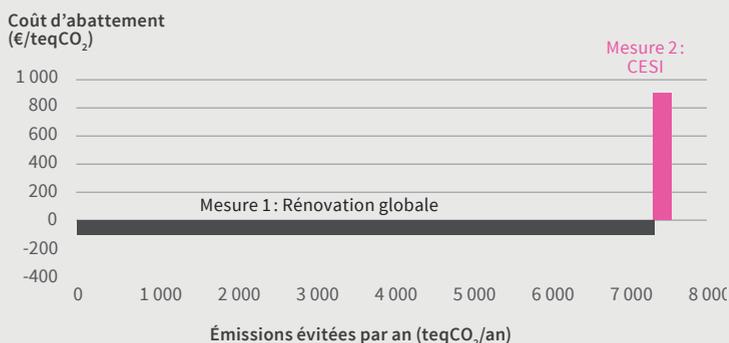
La courbe marginale d'abattement des deux mesures étudiées à l'horizon 2030 a été représentée dans le graphique ci-contre.

COURBE D'ABATEMENT HORIZON 2030 / ACTUALISATION 4,5 %



Avec un coût d'abattement de 16 €/tCO<sub>2</sub> évitée (contre 900 €/tCO<sub>2</sub> évitée), c'est la mesure « Rénovation globale » (mesure 1) qui s'avère la plus coût-efficace. De plus, elle offre un gisement d'économies plus conséquent que la mesure « CESI » (environ 7 300 tCO<sub>2</sub> économisées par an à horizon 2030 contre 90 tCO<sub>2</sub>).

COURBE D'ABATEMENT HORIZON 2030 / SANS ACTUALISATION



En l'absence d'actualisation des coûts, le **coût d'abattement devient même négatif** pour la mesure « Rénovation globale » (-120 €/tCO<sub>2</sub> évitée). Avec un tel taux, la mesure de rénovation apparaît comme intrinsèquement rentable et ne nécessiterait donc pas *a priori* d'aides publiques. En pratique, la barrière à l'investissement pour les ménages reste conséquente et freine fortement le passage à l'acte.





**COMMENT  
UTILISER  
LES RÉSULTATS  
ET EN FAIRE  
LE SUIVI ?**

EN RÉSUMÉ

Principales recommandations

- Identifier les sources d'incertitudes importantes.
- Connaître les hypothèses simplificatrices adoptées.
- Identifier les co-bénéfices et les externalités négatives.

BONNE PRATIQUE

**L'efficacité énergétique levier de la transition énergétique - Le Merit Order de la filière Eco-électrique FFIE, FGME, Gimélec, ignes, SERCE, 2012**

Dans ce rapport, les représentants de la filière éco-électrique (groupement de syndicats et fédérations professionnelles du génie électrique) se sont intéressés au potentiel d'économie d'énergie et au coût des mesures d'efficacité énergétique dans différents types de bâtiment. Les mesures considérées sont celles liées au pilotage et à l'optimisation des consommations d'énergie (régulation, programmation, gestion de l'intermittence, gestion technique, etc.).

Un coût d'abattement est ainsi estimé pour le parc tertiaire par type d'activité et pour le parc résidentiel.

Pour ce dernier, il varie sensiblement selon l'hypothèse de gain utilisée (hypothèse haute = 25 % d'économie, hypothèse basse = 12 %), comme l'illustre le graphique ci-contre.

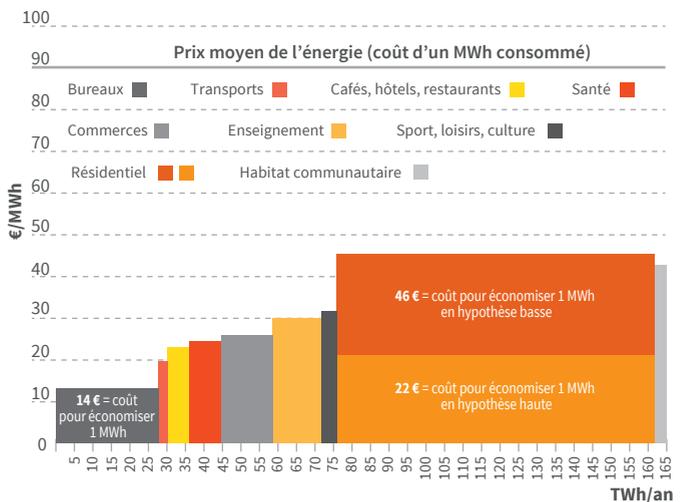
Dans cet exemple où le coût d'abattement est présenté en €/MWh, on constate que le choix des hypothèses est significatif sur la place de la rénovation du résidentiel par rapport aux autres mesures. Cette mesure figure en effet respectivement à la 3<sup>e</sup> place en hypothèse haute (pour 25 % d'économie d'énergie) et à la 9<sup>e</sup> et dernière place en hypothèse basse (pour 12 % d'économie).

**QUELLES SONT LES PRÉCAUTIONS À EMPLOYER AVEC LES RÉSULTATS ?**

L'ACE permet d'apporter un éclairage intéressant dans la prise de décisions. Mais, comme tout outil d'évaluation, elle présente des limites qu'il est utile de connaître lors de l'interprétation et de la valorisation des résultats. Il est notamment important de rappeler que si l'ACE vise à fournir des informations quantitatives, un chiffre n'est pas une vérité absolue, qu'il résulte de calculs simples ou de modélisations très sophistiquées. C'est une information parmi d'autres, qui doit être prise dans son contexte de définition (hypothèses, choix méthodologiques, point de vue adopté...). L'ACE est un outil d'aide à la décision, mais ne saurait à elle seule remplacer un processus de décision.

**✿ Evaluer l'imprécision des résultats**

Comme dans la plupart des exercices d'évaluation, l'information disponible pour réaliser une ACE est imparfaite parce que partielle, peu précise, hétérogène, et parfois même indisponible... C'est d'autant plus vrai lorsque l'ACE est réalisée de manière ex-ante, puisqu'elle s'appuie alors sur des hypothèses prospectives incertaines par nature, comme l'évolution du prix des énergies. Ces imprécisions en « entrée » de calcul se répercutent forcément en sortie, sur les résultats de l'analyse. C'est pourquoi, il est recommandé de présenter les résultats de l'ACE comme des ordres de grandeur lors de l'analyse des résultats.



**En abscisse :** potentiel d'énergie annuel atteignable par le déploiement de l'efficacité énergétique active sur chaque type de bâtiment (TWh/an).  
**En ordonnée :** investissement dans les solutions d'efficacité énergétique active par MWh économisé sur la durée de vie des solutions (€/MWh).



Sans engager nécessairement de calcul d'incertitude sur les résultats, il est également recommandé a minima d'identifier les données d'entrée qui présentent une forte incertitude et d'avoir une idée de la marge d'erreur que cela peut entraîner.

Ainsi, pour les paramètres présentant un niveau élevé d'incertitude et ayant une forte influence sur les résultats, il peut être utile d'apprécier la manière dont l'incertitude affecte les résultats de l'ACE et si cela peut en modifier les conclusions. On parle alors « d'analyse de sensibilité ». Cet exercice est d'autant plus conseillé que l'ACE est utilisée par la collectivité à des fins d'arbitrage entre mesures ou programmes.

### **Connaître les simplifications méthodologiques**

Comme exposé précédemment, des choix méthodologiques volontairement simplificateurs (par exemple, le choix d'une situation de référence stationnaire plutôt que dynamique) sont généralement faits dans une ACE. Ils doivent l'être dans un souci d'équilibre entre le niveau de précision recherché et les moyens disponibles ou autres contraintes pour mener l'analyse (délais de réalisation par exemple). Ce compromis est à trouver également en fonction de l'objectif poursuivi à travers l'ACE (cf. étape 5). Il est primordial, dans la communication des résultats d'être transparent sur ces simplifications.

Jusqu'à présent, les quelques travaux d'ACE réalisés dans le domaine des politiques énergie-climat, tendent à écarter les éléments suivants, parce que difficilement quantifiables :

- Les effets comportementaux : effet rebond, effet d'aubaine, barrières psychologiques ;
- Les effets inertiels, par exemple le temps nécessaire pour la mise en place de la mesure ;
- La courbe d'apprentissage des différentes technologies.

Tous ces paramètres vont agir sur la capacité et la volonté des acteurs d'adopter ou de mettre en œuvre telle ou telle mesure.

### **Un champ d'analyse ciblé**

L'intérêt de l'ACE réside dans la possibilité qu'elle offre de comparer entre elles des ensembles complexes de mesures et programmes de natures différentes grâce à un indicateur de comparaison unique. Mais c'est aussi de là que provient sa principale limite, puisqu'en réduisant l'angle d'analyse à une seule dimension, d'autres critères de choix potentiels ou co-bénéfices, n'entrent pas en ligne de compte. Ceux-ci sont d'ordre :

- Environnemental : réduction de la pollution atmosphérique, réduction de la pollution de l'eau grâce au stockage des effluents organiques à des fins de méthanisation, etc. ;

***Des choix méthodologiques volontairement simplificateurs sont généralement faits dans une ACE.***

***Ils doivent l'être dans un souci d'équilibre entre le niveau de précision recherché et les moyens disponibles ou autres contraintes pour mener l'analyse***



### EN RÉSUMÉ

#### Principales recommandations

- Définir l'objectif de communication des résultats de l'ACE et le niveau de détail.
- Présenter de manière qualitative les co-bénéfices et les externalités négatives avec les résultats de l'ACE.
- Associer les directions opérationnelles et les élus à l'exercice, idéalement à travers une démarche de construction partagée.
- Faire preuve de pédagogie.
- Être conscient des limites et transparent sur les hypothèses et incertitudes des résultats.

➤ Socio-économique: augmentation du pouvoir d'achat des ménages grâce à une baisse de leur facture énergétique, création d'emplois dans la filière du bâtiment et des EnR, indépendance énergétique, développement ou désenclavement de quartiers et bourgs, etc. De façon générale, les impacts macro-économiques ne sont pas prises en compte dans l'ACE: destruction d'emplois ou besoins de mutation dans les filières fossiles, tensions sur le marché du bois, etc.

Qu'ils soient positifs ou négatifs, il est vivement recommandé de procéder à l'identification de ces effets parallèles des mesures d'atténuation, a minima de manière qualitative, en complément de l'ACE.

#### COMMENT UTILISER LES RÉSULTATS ET COMMUNIQUER ?

##### ✿ Spécifier l'usage visé

Avant de communiquer sur les résultats d'une ACE et de les diffuser, il est nécessaire de revenir sur le besoin et les objectifs initialement poursuivis. De ces objectifs dépendront la méthodologie choisie, donc les limites, et la façon de présenter les résultats.

Approche	Objectifs	Gestion des incertitudes et niveau de simplification	Recommandations
<b>Simplifiée</b> Sans impact direct sur la décision	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Monter en compétences sur la méthode</li> <li>&gt; S'approprier des ordres de grandeur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Des analyses de sensibilité pourront être esquissées dans un objectif plus pédagogique que scientifique</li> <li>&gt; Hypothèses très simplificatrices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Axer sur la pédagogie</li> <li>Choisir des mesures « simples » (éviter les effets systémiques, travailler sur des mesures d'investissement matériel...)</li> <li>&gt; Pas de diffusion large à l'externe</li> </ul>
<b>Intermédiaire</b> L'ACE comme un critère de choix parmi d'autres	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Évaluer l'impact de décisions prises à partir d'autres critères (opportunité politique, budgétaire...)</li> <li>&gt; Produire et suivre des indicateurs</li> <li>Evaluer des mesures d'un PCAET</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Connaître les sources d'incertitudes principales, analyser la sensibilité des résultats, au moins qualitativement</li> <li>&gt; Hypothèses de niveau intermédiaire (coût global actualisé, situation de référence dynamique...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Identifier les externalités non prises en compte</li> <li>&gt; Connaître et comprendre les limites de l'exercice</li> <li>&gt; Mettre en place une co-construction de l'ACE, au moins interne à la collectivité</li> </ul>
<b>Décisionnelle</b> Pour des besoins spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Arbitrer entre plusieurs scénarios ou mesures et les prioriser</li> <li>&gt; Dimensionner des aides financières, tarifs, taxes ou contributions carbone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Connaître les sources d'incertitude principales et analyser la sensibilité des résultats</li> <li>&gt; Rigueur scientifique et hypothèses peu simplificatrices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Documenter précisément la méthodologie, les hypothèses choisies</li> <li>&gt; Associer, lorsque cela est possible des experts/chercheurs (scientifiques, économistes...)</li> </ul>

### **Identifier les cibles et acteurs impliqués**

Une fois les besoins et objectifs identifiés, il est nécessaire de définir les cibles vers lesquelles les résultats de l'ACE vont être communiquées. Le moyen de communication et le contenu varieront s'il s'agit d'une communication en interne aux services de la collectivité, vers des élus, partenaires ou parties prenantes.

### **Insertion de l'ACE au sein d'un processus de décision**

L'ACE est un outil important d'aide à la décision qui vient s'insérer dans un processus de décision plus large et il convient de lui donner sa juste place pour répondre efficacement aux besoins d'arbitrage des PCAET.

#### **► Un outil d'aide à la décision parmi d'autres**

L'ACE doit être réalisée en ayant conscience de la multiplicité des logiques à l'œuvre dans le processus décisionnel. Il est clair que les résultats produits ne seront pas les seules justifications aux arbitrages opérés et que, dans certains cas, les décisions prises ne suivront pas la hiérarchisation issue de l'ACE. L'ACE est un outil d'aide à la décision parmi d'autres, elle doit permettre d'engager la discussion et c'est bien la coexistence de différentes approches qui fera la décision finale. L'application de l'ACE aux mesures d'atténuation ne couvre notamment pas l'ensemble des activités composant le PCAET (adaptation, air, déchets...).

#### **► L'intérêt d'une approche co-construite**

Contrairement à ce qui est communément admis, l'ACE ne permet pas de présenter clef en main aux décideurs des éléments de choix sans envisager de les questionner. L'évaluation économique des mesures n'est en effet pas un exercice neutre. Les choix méthodologiques sous-jacents (taux d'actualisation, situation de référence, prix de l'énergie...) traduisent des visions et des préférences qui ont un impact sur l'évaluation du coût des mesures.

Dans le cadre d'un processus décisionnel, cela pousse à inscrire l'ACE dans une démarche de co-construction où, sur la base d'une première version de l'analyse, les acteurs pourraient discuter des choix méthodologiques faits et suggérer de tester de nouvelles hypothèses. L'objectif n'est pas que toutes les parties prenantes se mettent d'accord sur l'ensemble des points discutés, mais que le cadre de la décision qui va en découler, soit accepté. Ceci est d'autant plus important si l'on raisonne en « coût global » et qu'une partie du financement des mesures provient d'autres acteurs que la collectivité. Si l'ACE a été réalisée sur le patrimoine de la collectivité, il est recommandé, a minima, d'associer les directions opérationnelles et les élus concernés par les mesures entrant dans le périmètre de l'ACE.



*Si l'ACE a été réalisée sur le patrimoine de la collectivité, il est recommandé, a minima, d'associer les directions opérationnelles et les élus concernés par les mesures entrant dans le périmètre de l'ACE*

### **Comment communiquer et convaincre ?**

Les résultats d'une ACE doivent être utilisés avec discernement et communiqués avec transparence. Les paragraphes suivants présentent quelques principes-clés pour faciliter la communication autour de l'ACE.

#### **► Un nécessaire effort de pédagogie**

A ce jour, l'utilisation de l'ACE dans les processus de décision ne va pas de soi. Cette démarche fait appel à des notions et concepts parfois relativement complexes et peu utilisés dans l'exercice quotidien des fonctions d'élu ou de technicien d'une collectivité. A ce titre, les efforts et le temps d'explicitation de ces concepts sous-jacents, des hypothèses de travail et des choix méthodologiques ne doivent pas être négligés.

En outre, il est probable que l'ACE permette de faire tomber certaines idées reçues. Si ceci constitue une vraie plus-value de cette méthode, il faudra certainement faire face à un besoin de compréhension, voire à un certain scepticisme en première approche. La justification des résultats inattendus doit donc être spécifiquement préparée.

Plusieurs évaluations ont par exemple montré que la création ou l'extension d'une ligne de tramway est une mesure plus chère (et même potentiellement émettrice plutôt que réductrice d'émissions) que la création de lignes de bus, la promotion du co-voiturage ou la mise en place d'un péage urbain. Ainsi la pertinence de ce type d'infrastructure sera plutôt jugée sur ses bénéfices socio-économiques (rééquilibrage, dynamisation et désenclavement de quartiers, accessibilité à l'emploi, amélioration du cadre de vie,...) que sur son rapport coût-efficacité.

#### **► Être conscient des limites et transparent sur les hypothèses et la méthodologie**

L'ACE nécessite de prendre des hypothèses simplificatrices. C'est pourquoi il est important, au moment de présenter les résultats, d'être transparent sur ces hypothèses de travail. L'ACE doit être appréhendée comme un moyen de permettre et d'engager la discussion avec les décideurs locaux, et le caractère imparfait des résultats est un des aspects de ce dialogue.

Bien entendu, un équilibre est à trouver pour ne pas alourdir inutilement la présentation des résultats. Si les décideurs doivent être éclairés sur les choix et hypothèses les plus influents ou discutables, ils n'ont pas nécessairement besoin de connaître précisément l'ensemble des détails du calcul et données d'entrée – ceux-ci devant néanmoins rester accessibles pour toute personne désireuse de creuser certains points.

A minima, il est recommandé de les informer sur le périmètre choisi pour les coûts et les impacts GES et sur le choix de la situation de référence (ou du moins les éléments clés pour la définir). Il est également souhaitable de les alerter quant aux hypothèses dont l'effet sur les résultats est le plus sensible et qui pourraient modifier les conclusions de l'analyse.

Très concrètement, la présentation des résultats pourra clairement signaler ces points d'attention. Par exemple, en isolant les mesures concernées ou en affichant des fourchettes plutôt que des valeurs uniques lorsque l'incertitude est importante.

#### ► Aborder la question des externalités

La présentation des résultats de l'ACE pourra être avantageusement complétée par l'identification des différents impacts socio-économiques qui viendront éclairer ou nuancer certains résultats : l'activité économique générée, le potentiel de développement des filières, l'attractivité du territoire, l'impact sur les émissions de polluants atmosphériques, la réduction des inégalités sociales, l'amélioration de la qualité de vie, les dépenses évitées en matière de santé, etc. Les aborder en même temps que la présentation des résultats de l'ACE permet de renforcer le processus de prise de décision et de prendre en compte d'autres paramètres importants pouvant influencer la pertinence ou la mise en œuvre des mesures.

### COMMENT FAIRE UN SUIVI ET AMÉLIORER LA MÉTHODE D'ANALYSE AU COURS DU TEMPS ?

L'ACE, comme nous l'avons vu, peut être réalisée à différents moments, de la conception (ex-ante) à la mise en œuvre (mi-parcours) d'un PCAET ou encore au moment de son évaluation en fin de programme (ex-post). Ce guide se place dans une posture de réalisation d'une ACE ex-ante, lors de la phase de planification, dans un but de priorisation des mesures. Cependant, l'ACE est un outil dont la logique est de s'inscrire dans un processus d'amélioration continu et qui doit s'affiner au cours des phases de mise en œuvre et d'évaluation du PCAET.

**1. En amont, lors de la conception du PCAET** (quantification ex-ante) : l'exercice permet de faire le cadrage méthodologique de l'ACE (définir l'horizon temporel, établir la situation de référence...) et de rassembler les données nécessaires pour estimer les coûts et les impacts GES des mesures. Il permet également d'identifier les données manquantes et les partenaires indispensables à la réalisation de l'analyse;

**2. Au cours de la mise en œuvre du PCAET** (quantification à mi-parcours) : l'exercice consiste à affiner progressivement l'ACE

#### BONNE PRATIQUE

##### L'exemple du projet AETIC à Grenoble

Dans cet exemple, la mesure co-voiturage a été traitée à part car présentant un degré d'incertitude trop élevé pour en tirer des conclusions. « Par ailleurs, en raison des incertitudes comportementales relatives à l'option covoiturage, celle-ci a été placée en dernière position des options transport, pour mettre en évidence l'enjeu quantitatif de l'option sans pour autant lui attribuer un positionnement trop favorable dans l'ordre de priorité. »

- Extrait du rapport *Approche économique dans l'élaboration des PCET du projet AETIC*

#### EN RÉSUMÉ

##### Principales recommandations

- Mettre en œuvre une démarche d'amélioration continue de l'ACE.
- Confronter l'ACE ex-ante aux données « terrain » et affiner l'approche méthodologique.



en améliorant notamment la méthodologie de calcul et les hypothèses utilisées à partir de données « terrain » et en perfectionnant le système de collecte et de suivi des données.

**3. En aval, lors de l'évaluation finale du PCAET** (quantification ex-post) : il s'agit de faire un bilan de l'efficacité de la démarche en comparant les résultats des mesures du PCAET avec les objectifs du PCAET et avec les conclusions des précédentes ACE.

Cette approche itérative dans la réalisation de l'ACE permet de garantir une meilleure robustesse des résultats *in fine*, de prendre des mesures correctives en cours de mise en œuvre du PCAET et de valider la pertinence de l'approche ou de l'adapter par rapport à la réalité « terrain ».

---

## CONCLUSION

---

Dans un contexte associant impératifs climatiques et contraintes budgétaires au sein des collectivités, il devient nécessaire de prioriser les mesures à mettre en place au regard de leur coût et de leur potentiel de réduction de GES. L'analyse coût-efficacité, présentée dans ce guide, constitue un outil d'aide à la décision tout à fait approprié pour remplir une telle mission, même si cet exercice doit s'accompagner d'analyses complémentaires.

Pour passer de la théorie à la pratique, il peut être souhaitable de commencer par travailler sur un périmètre restreint (au niveau d'un secteur par exemple) avant de l'élargir à d'autres mesures d'atténuation. La comparaison intersectorielle peut en effet s'avérer délicate du fait que la courbe marginale d'abattement ne tient pas compte du temps nécessaire au déploiement des mesures, et pourrait conduire à surestimer l'intérêt de mesures peu coûteuses à court terme, au détriment de mesures plus coûteuses mais au potentiel de réduction plus important.

Il est important de considérer l'ACE comme une pratique progressive et continue à travers laquelle la collectivité monte en compétence et améliore son approche de manière itérative au cours du temps. Le recours à différents documents de référence sur le sujet (tels que ceux proposés en annexe) est primordial dans l'optique d'appropriation et d'amélioration de la démarche.

Pour mettre en place l'analyse de façon opérationnelle pour leur PCAET, les collectivités pourront se référer à la « check-list » proposée en annexe. Celle-ci reprend l'ensemble des étapes-clés et des questions à se poser pour réaliser une ACE, que celle-ci soit conduite par un service en interne ou par un prestataire externe.

---



### ABRÉVIATIONS

ACE: Analyse coût-efficacité

PCET: Plan Climat-Énergie Territorial

PCAET: Plan Climat-Air-Énergie Territorial

GES: Gaz à effet de serre

CEE: Certificat d'Economie d'Énergie

tCO<sub>2</sub>e ou teq CO<sub>2</sub>: tonne équivalent dioxyde de carbone

CODAH: Communauté d'Agglomération du Havre

ADEME: Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

DGEC: Direction Générale de l'Énergie et du Climat

CDC Climat: Caisse des Dépôts et Consignations Climat

AFD: Agence Française de Développement

IDDR: Institut du Développement Durable et des Relations Internationales

---

## DÉFINITIONS

**Granulométrie:** par extension, dimensionnement de l'échelle d'analyse.

**Mesure d'atténuation:** mesure visant à limiter l'ampleur du changement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre directes et indirectes.

**Impact GES:** résultat de la mesure sur les émissions de gaz à effet de serre.  
Cet impact peut se traduire aussi bien par une augmentation, une diminution ou une stabilisation des émissions de GES.

**Périmètre temporel:** période pendant laquelle la mesure continue d'enregistrer des gains GES, des coûts ou des économies.

**Horizon temporel:** période qui délimite le calcul de l'ACE.

**Taux d'actualisation:** taux applicable à des valeurs économiques ou physiques, permettant de rendre comparables des flux qui s'échelonnent dans le temps et qui portent a priori sur des durées différentes. Le coût futur d'un bien est ramené à une valeur actuelle équivalente.

**Analyse ex-ante:** analyse réalisée avant la mise en œuvre effective des mesures.  
Elle se base donc sur des données estimées.

**Analyse ex-post:** analyse réalisée après la mise en œuvre des mesures.  
Elle se base sur des données réelles qui ont pu être collectées.

**Recettes:** bénéfices réalisés grâce à une réduction de consommation (carburants, électricité...) entre la situation de référence et la situation avec mesures.



### RÉFÉRENCES

#### **Documents d'application de l'analyse coût-efficacité dans le cadre d'un plan climat (ou équivalent à l'étranger)**

AETIC - « Pour une approche économique dans l'élaboration des politiques climatiques locales » - 2013

<https://hal-cstb.archives-ouvertes.fr/hal-01293248/document>

Centre for Low Carbon Futures - « The Economics of Low Carbon Cities » - 2011

[www.lowcarbonfutures.org/sites/default/files/2449\\_mainreport\\_LCC\\_WEB\\_1325868558.pdf](http://www.lowcarbonfutures.org/sites/default/files/2449_mainreport_LCC_WEB_1325868558.pdf)

Mathieu Saujot - « Analyse économique et simulation prospective dans la planification de la ville sobre en carbone : application à Grenoble du modèle Tranus+ » - 2013

<https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00982385/document>

World Bank - « Applying Abatement Cost Curve Methodology for Low-Carbon Strategy in Changing District, Shanghai » 2013

<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16710>

#### **Analyse coût-efficacité appliquée au secteur de l'efficacité énergétique et des EnR**

AMORCE - « Soutiens financiers aux énergies renouvelables et à la maîtrise de l'énergie » - 2014

[www.amorce.asso.fr/media/filer\\_public/df/3d/df3dbd16-db63-4325-827b-d73538914c1f/enp34\\_rapport-vdef.pdf](http://www.amorce.asso.fr/media/filer_public/df/3d/df3dbd16-db63-4325-827b-d73538914c1f/enp34_rapport-vdef.pdf)

Ibrahim, N.; Kennedy, C. A Methodology for Constructing Marginal Abatement Cost Curves for Climate Action in Cities. *Énergies* 2016, 9, 227.

Filière éco-électrique / Antidox - « L'efficacité énergétique, levier de la transition énergétique » - 2012

[www.fiee.fr/public/L\\_efficacite\\_energetique\\_-\\_levier\\_de\\_la\\_transition\\_energetique.pdf](http://www.fiee.fr/public/L_efficacite_energetique_-_levier_de_la_transition_energetique.pdf)

#### **Documents et outil sur les courbes marginales d'abattement**

McKinsey&Co - « Pathways to a Low-Carbon Economy » - 2009

[www.ceps.eu/sites/default/files/McKinsey.pdf](http://www.ceps.eu/sites/default/files/McKinsey.pdf)

Rapport complet facilement téléchargeable sur internet

[www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/pathways-to-a-low-carbon-economy](http://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/pathways-to-a-low-carbon-economy)

Vogt-Schilb, & S. Hallegatte - « Marginal abatement cost curves and the optimal timing of mitigation measures » - 2014

<https://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-00916328/document>

Vogt-Schilb, & S. Hallegatte - « When starting with the most expensive option makes sense: Use and misuse of marginal abatement cost curves » - 2011

[www19.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2011/08635.pdf](http://www19.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2011/08635.pdf)

Banque mondiale, outil MACTool

<http://esmap.org/MACTool>

---

### **Documents présentant la méthode de quantification de l'impact GES d'une mesure**

ADEME – « Quantifier l'impact GES d'une action de réduction des émissions » – 2014

[www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/quantifier-impact-ges-dune-action-de-reduction-des-emissions-8243.pdf](http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/quantifier-impact-ges-dune-action-de-reduction-des-emissions-8243.pdf)

MEDDE – « Méthode pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre » – 2015

[www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Art\\_L229-25\\_Methodologie\\_generale\\_version\\_3c-2.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Art_L229-25_Methodologie_generale_version_3c-2.pdf)

### **Document formulant des préconisations et des points d'attention pour la réalisation d'une ACE**

UCL Energy Institute – « Marginal Abatement Cost Curves: A call for caution » – 2011

[www.bartlett.ucl.ac.uk/energy/news/documents/ei-news-290611-macc.pdf](http://www.bartlett.ucl.ac.uk/energy/news/documents/ei-news-290611-macc.pdf)

### **Documents formulant des recommandations pour le choix du taux d'actualisation**

Pour les coûts: Rapport Lebègue « Révision du taux d'actualisation des investissements publics » – 2005,

[www.pierre-kopp.com/downloads/2005%20Rapport%20Lebegue%20Taux%20actualisation%2024-01-05.pdf](http://www.pierre-kopp.com/downloads/2005%20Rapport%20Lebegue%20Taux%20actualisation%2024-01-05.pdf)

Pour le carbone: Rapport Quinet – « Valeur tutélaire du carbone » – 2008

<http://piketky.pse.ens.fr/files/Quinet2008.pdf>

CGSP – « L'évaluation socioéconomique des investissements publics » – 2013

[www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/archives/CGSP\\_Evaluation\\_socioeconomique\\_17092013.pdf](http://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/archives/CGSP_Evaluation_socioeconomique_17092013.pdf)

### **Documents traitant de l'actualisation physique des émissions**

ADEME – « Bilan Carbone® Entreprises – Collectivités – Territoires, Guide méthodologique, version 6.1, objectifs et principes de comptabilisation », - 2010

[http://associationbilancarbone.fr/fr/download-file/485/field\\_fichier/479](http://associationbilancarbone.fr/fr/download-file/485/field_fichier/479)

Mathieu Saujot – « Analyse économique et simulation prospective dans la planification de la ville sobre en carbone: application à Grenoble du modèle Tranus+ » – 2013

<https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00982385/document>

### **Document traitant des courbes dynamiques de coûts d'abattement moyens**

« Trajectoires de transition bas-carbone en France au moindre coût. Courbes dynamiques de coûts d'abattement moyens (D-CAM) » - Études et documents CGDD 2016, à paraître

### **Document traitant du coût global**

MEDDAT/CGDD/SEEI, Calcul du Coût Global - Objectifs, méthodologie et principes d'application selon la Norme ISO/DIS 15686-5, 2009





# ANNEXES



# 1 ZOOM TECHNIQUE

## Choix du taux d'actualisation

Le taux d'actualisation est utilisé dans les calculs de coûts afin de tenir compte de la valeur donnée au temps (« un euro aujourd'hui vaut plus qu'un euro demain ») et au risque associé (« un euro certain vaut plus qu'un euro espéré mais incertain »).

En pratique, le taux d'actualisation s'apparente au taux d'intérêt du marché tel qu'il est proposé à l'acteur-décideur (celui qui réalise la mesure), éventuellement augmenté d'une prime de risque liée à l'incertitude sur l'avenir.

Entre un acteur public, une entreprise ou un ménage, le taux d'actualisation à utiliser est donc en principe sensiblement différent car la capacité à emprunter et la perception du risque diffèrent. En ordre de grandeur, les taux d'actualisation pertinents avoisinent les 4% pour une autorité publique, 12% pour une entreprise et jusqu'à 15-20% pour un ménage.

Toutefois, afin de comparer et hiérarchiser les différentes mesures retenues pour l'ACE, il est souhaitable de se fonder sur une base économique commune et d'utiliser un taux d'actualisation unique, souvent fixé à 4%, tout en gardant en mémoire l'approximation qui est alors faite.

## Estimation de la valeur résiduelle d'une mesure

Lorsque la durée d'impact de la mesure est supérieure à la période utilisée pour le calcul des coûts, une valeur résiduelle peut être considérée dans le calcul pour tenir compte du fait que le système est toujours opérationnel au-delà de l'horizon temporel fixé, qu'il a une valeur monétaire et permet encore de réaliser des économies de GES. En pratique, cela revient à ne pas comptabiliser les impacts GES au delà de l'horizon de calcul et à soustraire du périmètre des coûts la valeur monétaire estimée de l'investissement à la fin de la durée de calcul. Cette valeur résiduelle peut se formuler ainsi :

$$VR = I \times \frac{n-d}{n} \times \frac{1}{(1+a)^{d+1}}$$

Où :

VR = valeur résiduelle

I = coût à l'investissement (ou surcoût) lié à la mise en place de la mesure

n = durée de vie de la mesure considérée

d = durée de la période considérée pour le calcul des coûts (périmètre temporel)

a = taux d'actualisation

---

### Évolution du prix de l'énergie

Le prix de l'énergie, que ce soit celui de l'électricité, du carburant, du gaz ou du bois, impacte la quasi-totalité des mesures d'atténuation, car ces dernières sont très souvent reliées à une consommation ou à une production d'énergie (hormis le secteur de l'agriculture qui peut générer des émissions de GES non corrélées à un besoin énergétique).

Ainsi, afin d'affiner l'analyse coût-efficacité, il est possible de s'appuyer sur des courbes d'évolution du prix des énergies afin d'estimer avec davantage de précision les coûts et les recettes ou économies générées sur la durée de vie des mesures.

Ces tendances d'évolution sont régulièrement actualisées et publiées par différentes entités nationales (ex : Direction Générale de l'Énergie et du Climat du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable) ou internationales (ex : Agence Internationale de l'Énergie).



## 2 RÉCAPITULATIF DE L'EXEMPLE FIL ROUGE

### ETAPE 1 : DÉFINIR LE PÉRIMÈTRE OPÉRATIONNEL

#### Mesures de rénovation énergétique dans l'habitat sur le territoire de la Communauté d'Agglomération du Havre (CODAH)

Dans le cadre de sa politique énergie-climat et de son programme local de l'habitat (PLH), la CODAH souhaite mettre en œuvre des actions pour promouvoir et soutenir la rénovation énergétique des logements et le développement de la chaleur renouvelable dans l'habitat. A cette fin, elle a réalisé des études visant à caractériser précisément le bâti résidentiel présent sur le territoire, constituant ainsi une typologie complète du parc, et à identifier les travaux de rénovation énergétique adaptés à chacun de ces types. Une base de connaissance a été

constituée, comprenant en particulier une estimation des gains énergétiques réalisables pour différents bouquets de travaux, ainsi que la réduction des charges et les coûts d'investissement associés. Ces données permettent ainsi de disposer des éléments de quantification, en termes de coûts et d'émissions de GES évitées, nécessaires pour réaliser une analyse coût-efficacité. Elles sont utilisées ici pour concevoir deux mesures fictives auxquelles la méthode d'ACE est appliquée dans le cadre de cet exemple « Fil rouge ».

#### MESURE N° 1: Dispositif d'aide aux travaux de rénovation énergétique des maisons années 20.

Il s'agit de proposer un accompagnement technique et financier à la rénovation pour atteindre un niveau de consommation type « BBC rénovation » (104 kWh EP/m<sup>2</sup> sur la CODAH). Le dispositif est supposé comprendre : la réalisation d'un diagnostic, l'assistance au choix d'un groupement d'entreprises, la maîtrise d'œuvre et le suivi des travaux de rénovation ainsi que le montage du dossier de financement (crédit d'impôts, éco-PTZ, aides ANAH et aides spécifiques de la collectivité). Sur les 3 000 maisons années 20 présentes sur le territoire, l'objectif est d'en rénover la moitié (1 500) d'ici 2020.

Cette cible est retenue pour l'exemple « Fil rouge » car elle cumule une consommation initiale relativement élevée et une rentabilité globale des travaux assez forte. La mesure s'assimile à une grappe de mesures et accueille en son sein plusieurs sous-mesures :

- > Isolation des combles (durée de vie de 35 ans)
- > Isolation des murs (durée de vie de 35 ans)
- > VMC hygroréglable (durée de vie de 16 ans)
- > Chaudière gaz à condensation (durée de vie de 16 ans)
- > Isolation des planchers (durée de vie de 35 ans)
- > Menuiseries PVC (durée de vie de 35 ans).

#### MESURE N° 2: Subvention des chauffe-eau solaires individuels (CESI).

Il s'agit de subventionner l'installation de 100 CESI par an dans les logements individuels existants à hauteur de 500 € par CESI, soit 500 installations aidées sur la période 2016-2020. Cette aide vient en complément d'une aide du Conseil Régional de 1 500 € par installation.

#### Attention à l'effet systémique

*Si un programme de sobriété énergétique est mis en place en parallèle, se traduisant par une diminution de la consommation d'eau chaude sanitaire (ECS), cela impactera directement les gains GES générés grâce aux CESI (mesure 2).*

*N.B. : ces deux mesures sont définies pour les besoins du présent guide. Il ne s'agit pas de mesures mises en œuvre à ce jour par la CODAH.*

## ETAPE 2 : DÉFINIR LE PÉRIMÈTRE TEMPOREL

**LA MESURE 1 « Rénovation globale »** est déployée sur 5 ans (de 2016 à 2020) et met en jeu des équipements ayant des durées de vie différentes (16 ans ou 35 ans). La durée d'analyse, correspondant à la durée d'impact de la mesure, doit prendre en compte à la fois la durée de déploiement de 5 ans et la durée de vie des équipements les plus pérennes (35 ans), soit une **période d'analyse de 39 ans** (de 2016 à 2054). Les équipements ayant des durées de vie plus courtes sont renouvelés tout au long de cette durée d'analyse.

**LA MESURE 2 « Chauffe-eau solaire »** est également déployée sur cinq ans et fait intervenir des équipements dont la durée de vie est de 16 ans. La période d'impact à considérer pour l'analyse est donc de **20 ans** (de 2016 à 2035).

## ETAPE 3 : DÉFINIR LA SITUATION DE RÉFÉRENCE

### Situation de référence pour

**LA MESURE 1 :** On considère que sans le dispositif d'accompagnement à la rénovation des logements de la CODAH, le parc de logements aurait connu malgré tout une évolution en matière énergétique grâce aux aides existantes comme le Crédit d'Impôt Transition Énergétique (CITE), l'éco-PTZ et les aides de l'ANAH. Ainsi, dans la situation de référence, on émet l'hypothèse que ces aides sont maintenues jusqu'en 2020 et qu'une rénovation « tendancielle » serait malgré tout mise en œuvre sans existence de la mesure 1. Celle-ci serait cependant de moindre ampleur et de plus faible performance.

D'après de récents travaux menés au niveau national pour la DGEC, la rénovation annuelle grâce aux dispositifs cités concerne 9,15 % des logements par an avec un gain moyen de 23 % sur les consommations énergétiques du logement.

Il a été choisi de ne pas prendre en compte l'application de l'article 5 de la loi transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) qui rend obligatoire la rénovation thermique lors de travaux importants, en raison des conditions d'application encore floues de cet article.

### Situation de référence pour **LA MESURE 2 :**

On considère que l'aide complémentaire de la CODAH pour l'installation de CESI permet d'augmenter le taux de passage à l'acte de changement des systèmes ECS par rapport à l'aide régionale seule.

On estime que sans l'aide CODAH, 40 ménages auraient de toute façon installé un CESI, et qu'avec l'aide de la CODAH et la communication renforcée, 60 ménages supplémentaires par an installeraient un CESI. Ainsi, dans l'ACE de cette mesure, il sera tenu compte de l'effet d'aubaine provoqué par la mesure, puisque 40 ménages bénéficieraient de la subvention de la CODAH alors qu'ils auraient de toute façon installé un CESI grâce à l'aide régionale. Il faut donc en tenir compte dans la situation de référence.

D'autre part, les ménages qui n'auraient pas installé de CESI sans l'aide de la CODAH auraient de toute façon été amenés à remplacer leur système de production d'ECS à un moment ou un autre. Si on considère qu'un chauffe-eau a une durée de vie moyenne de 16 ans, cela signifie que 6,25 % des systèmes sont remplacés chaque année en moyenne. On prendra ce taux de renouvellement comme situation de référence, en considérant que la majeure partie de ses systèmes sont renouvelés à l'identique et que 1,6 % sont remplacés par un chauffe-eau thermodynamique.



## 2 RÉCAPITULATIF DE L'EXEMPLE FIL ROUGE

### ETAPE 4 : CHOISIR L'HORIZON TEMPOREL

Plusieurs horizons de temps apparaissent comme pertinents pour l'estimation des émissions de GES des mesures de la CODAH et la comparaison avec les objectifs fixés :

- **L'horizon 2020**, qui correspond à la fin de la phase de déploiement des mesures et à l'horizon retenu pour l'objectif européen des 3 x 20
- **L'horizon 2030**, qui sert d'objectif intermédiaire à moyen terme et qui s'approche de la fin de la durée d'impact de la mesure 2.

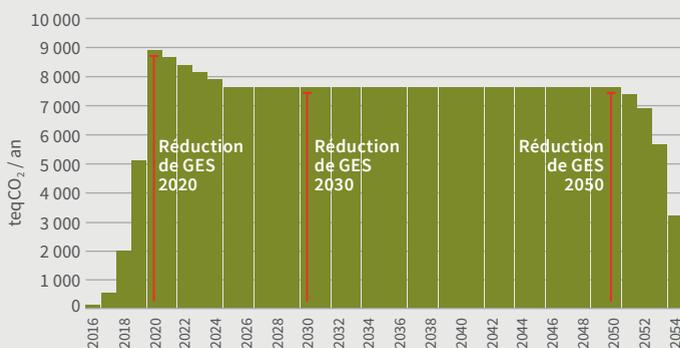
- **L'horizon 2050**, qui donne une vision long terme et s'approche de la fin de la durée d'impact de la mesure 1.

La suite de l'exemple « Fil rouge » illustrera le propos autour de l'horizon 2030 principalement.

### ETAPE 5 : ESTIMER L'IMPACT GES DE CHAQUE MESURE

L'ACE est réalisée dans cet exemple en ex-ante ; c'est donc la « méthode simplifiée » qui est appliquée pour la quantification.

ÉMISSIONS DES GES ÉVITÉS PAR AN



*N.B. : une fois les rénovations terminées (en 2020), les gains GES associés à la mesure diminuent en raison des rénovations naturelles réalisées sur le parc pris comme référence. Par ailleurs, l'impact des mesures commence à s'atténuer fortement à partir de 2051 lorsque les équipements de rénovation arrivent progressivement en fin de vie.*

#### POUR LA MESURE 1 :

Le périmètre de quantification est constitué des émissions GES totales des logements concernés par la mesure (les 1500 maisons années 20 du territoire). En moyenne, les émissions énergétiques d'une maison années 20 s'élèvent à 8,1 teq CO<sub>2</sub>/an, avant rénovation.

La rénovation globale permet de réduire de 81 % ces émissions alors que la rénovation tendancielle permet une réduction de 23 %. Ces gains moyens tiennent compte des doubles-comptes.

## ÉMISSIONS DES GES ÉVITÉS PAR AN

**POUR LA MESURE 2 :**

Le périmètre de quantification est constitué des émissions énergétiques liées à la production d'ECS des logements concernés par la mesure (soit 500 logements). En moyenne, les émissions énergétiques liées à la production d'ECS d'un logement individuel s'élèvent à 0,6 teq CO<sub>2</sub>/an, en l'état actuel. L'installation d'un CESI permet de réduire de 63 % ces émissions alors que le renouvellement tendanciel permet une réduction de 21 %.

**ETAPE 6 : ESTIMER LE PÉRIMÈTRE DES COÛTS ASSOCIÉS À CHAQUE MESURE PCAET**

Dans le cas présent, l'approche choisie est l'approche en coût global avec prise en compte de l'ensemble des coûts des travaux, aides comprises (CIDD, aides ANAH, aide territoire...).

**POUR LA MESURE N° 1 :** Dispositif d'aide aux travaux de rénovation énergétique des maisons années 20 et la situation de référence associée, le périmètre des coûts est le suivant :

Type de coût	Situation de référence	Mesure 1
Préparation		Communication
		Accompagnement technique : diagnostics, maîtrise d'œuvre, suivi
Investissement	Travaux de rénovation tendancielle	Travaux de rénovation globale
Exploitation et maintenance	Maintenance des systèmes	Maintenance des systèmes
	Facture énergétique de référence	Facture énergétique après mesure
Fin de vie	Aucun coût	Aucun coût

**POUR LA MESURE N° 2 :** Subvention des chauffe-eau solaires individuels (CESI) et la situation de référence associée, le périmètre des coûts est le suivant :

Type de coût	Situation de référence	Mesure 1
Préparation		Communication
		Accompagnement technique : diagnostics, maîtrise d'œuvre, suivi
Investissement	Renouvellement systèmes tendanciel	Système et installation CESI
Exploitation et maintenance	Facture énergétique de référence	Facture énergétique après mesure
Fin de vie	Aucun coût	Aucun coût

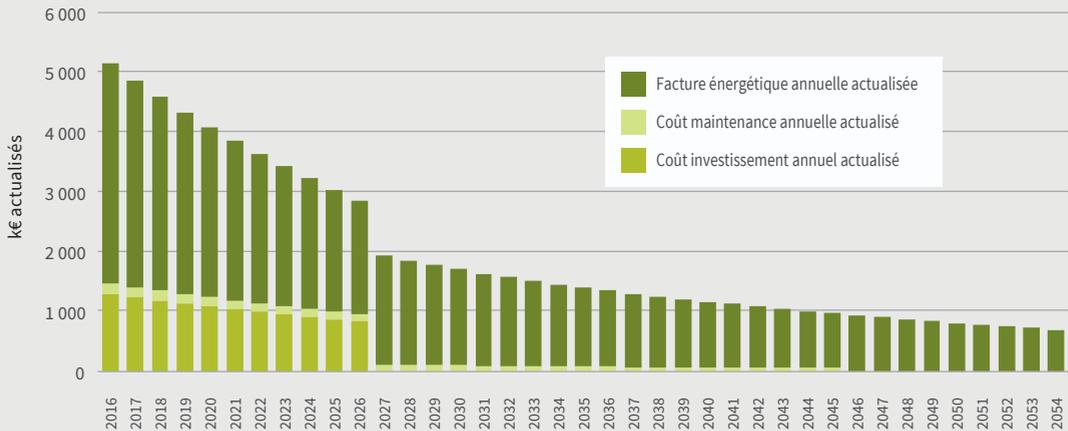


**2 RÉCAPITULATIF DE L'EXEMPLE FIL ROUGE**

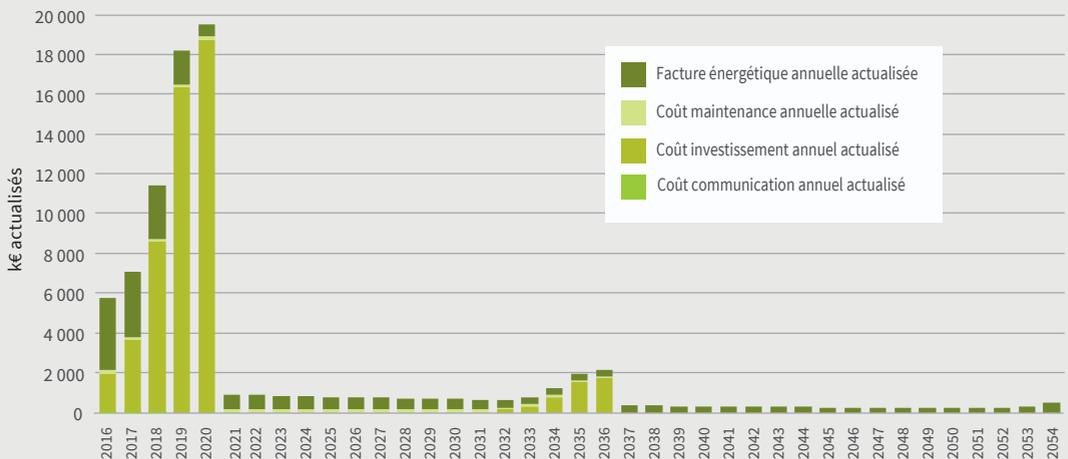
**ETAPE 7 : ESTIMER LE COÛT DE CHAQUE MESURE**

L'identification et l'estimation des différents coûts associés à la situation de référence et à la situation avec mesure est représentée ci-dessous pour la mesure n° 1 : dispositif d'aide aux travaux de rénovation énergétique des maisons années 20.

**COÛTS ANNUELS ACTUALISÉS / SITUATION DE RÉFÉRENCE**



**COÛTS ANNUELS ACTUALISÉS / SITUATION AVEC MESURE**



N.B. : les coûts d'investissement, apparaissant sur cinq ans à partir de 2032, correspondent au renouvellement des systèmes dont la durée de vie est plus courte (comme la chaudière à condensation d'une durée de vie de 16 ans).

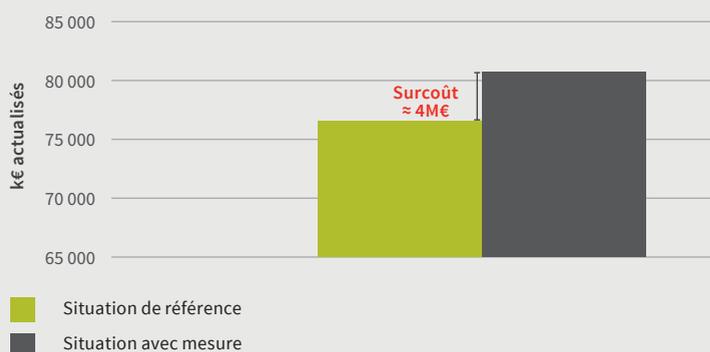
À partir de ces coûts annuels actualisés, il est possible d'en déduire le coût global cumulé actualisé lié à la mise en place de la mesure (soustraction puis agrégation des deux graphiques ci-contre). A noter que l'évolution des prix de l'énergie a été indexée sur les prévisions d'évolution du prix du gaz dans le scénario « New policy » du World Energy Outlook 2013 de l'Agence Internationale de l'Énergie.

### POUR LA MESURE 1 :

#### AIDE AUX TRAVAUX DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE GLOBALE DES MAISONS ANNÉES 20

	<b>SITUATION AVEC MESURE</b> <i>Amélioration de la performance du parc grâce à la rénovation globale</i>	<b>SITUATION DE RÉFÉRENCE</b> <i>Amélioration de la performance du parc grâce à la rénovation tendancielle</i>	<b>BILAN</b> <i>Coût global</i>
Investissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Communication</li> <li>&gt; Accompagnement technique : diagnostics, maîtrise d'œuvre, suivi</li> <li>&gt; Travaux de rénovation globale</li> </ul>	Travaux de rénovation tendancielle	Surcoût lié à une rénovation plus importante et au dispositif d'accompagnement et la communication mis en place
Phase d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Maintenance des systèmes</li> <li>&gt; Facture énergétique après mesure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Maintenance des systèmes</li> <li>&gt; Facture énergétique de référence</li> </ul>	> Économies réalisées sur la facture énergétique

#### COÛT GLOBAL CUMULÉ ACTUALISÉ



Sur l'ensemble de la durée d'impact de la mesure de rénovation (39 ans), la mise en place de cette mesure représente un surcoût d'environ 4 M€ (soit un surcoût d'environ 5 %).

Enfin, comme cela sera illustré dans la section 4, les résultats de coûts et par conséquent les résultats de l'analyse sont très dépendants du taux d'actualisation choisi.

## 2 RÉCAPITULATIF DE L'EXEMPLE FIL ROUGE

### ETAPE 8 : CALCULER LE COÛT D'ABATTEMENT DE CHAQUE MESURE

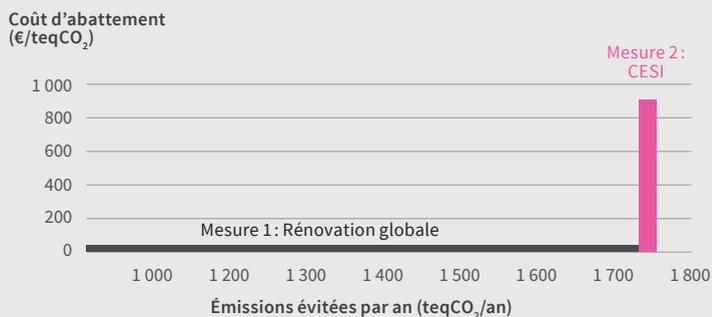
Les résultats des étapes 5, 7 et 8 ont été regroupés dans le tableau ci-dessous, pour les deux mesures étudiées (rénovation globale et chauffe-eau solaire) et pour différents taux d'actualisation :

Taux d'actualisation	Mesures	Coût global actualisé (k€)	Impact GES cumulé (teqCO <sub>2</sub> évitée)	Impact GES annuel à horizon 2030 (teqCO <sub>2</sub> évitée/an)	Coût d'abattement (€/teqCO <sub>2</sub> évitée)
0 %	Rénovation globale	-31 734	261 063	7 344	-122
	CESI	1 262	1 436	93	879
4,5 %	Rénovation globale	4 154	15 948	7 344	16
	CESI	1 298	310	93	904
16 %	Rénovation globale	18 416	15 948	7 344	71

## ETAPE 9 : VISUALISER LES RÉSULTATS DE L'ANALYSE COÛT-BÉNÉFICE

### COURBE D'ABATTEMENT HORIZON 2030 / ACTUALISATION 4,5 %

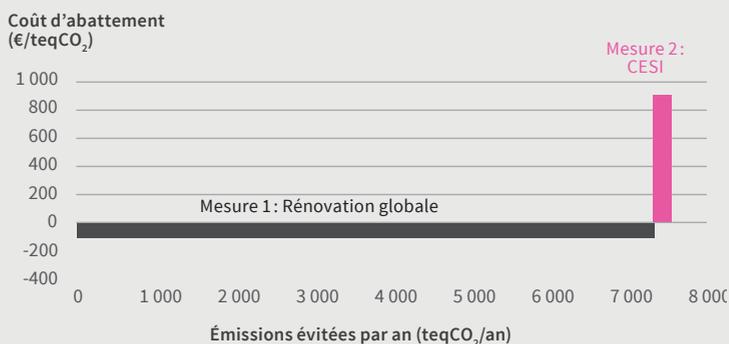
La courbe marginale d'abattement des deux mesures étudiées à l'horizon 2030 a été représentée dans le graphique ci-contre.



Avec un coût d'abattement de 16 €/tCO<sub>2</sub> évitée (contre 900 €/tCO<sub>2</sub> évitée), c'est la mesure « Rénovation globale » (mesure 1) qui s'avère la plus coût-efficace. De plus, elle offre un gisement d'économies plus conséquent que la mesure « CESI » (environ 7 300 tCO<sub>2</sub> économisées par an à horizon 2030 contre 90 tCO<sub>2</sub>).

En l'absence d'actualisation des coûts, le coût d'abattement devient même négatif pour la mesure « Rénovation globale » (-120 €/tCO<sub>2</sub> évitée). Avec un tel taux, la mesure de rénovation apparaît comme intrinsèquement rentable et ne nécessiterait donc pas a priori d'aides publiques. En pratique, la barrière à l'investissement pour les ménages reste conséquente et freine fortement le passage à l'acte.

### COURBE D'ABATTEMENT HORIZON 2030 / SANS ACTUALISATION



### 3 CHECK-LIST POUR DÉFINIR UN CAHIER DES CHARGES

**Les éléments présentés ci-dessous visent à aider le chargé de mission à élaborer un cahier des charges et à se poser les bonnes questions dans le but de lancer une ACE sur un périmètre de son PCAET (via un prestataire externe type bureau d'étude, ou en interne).**

**En amont de la consultation**, il peut être intéressant pour la collectivité de réaliser :

- Un état des lieux des données en sa possession (données de coûts, d'impact GES...) pour estimer le niveau de détail envisageable pour l'analyse ;
- Un panorama des prestataires à même de réaliser une analyse coût-efficacité ;
- Un calendrier prévisionnel pour la conduite de l'analyse.

**La partie « technique » du cahier des charges, pourrait ensuite être construite en suivant les volets suivants :**

#### CONTEXTE ET ENJEUX DE L'ÉTUDE

La collectivité souhaitant réaliser une analyse coût-efficacité (ACE) présente les grandes lignes de son PCAET et expose son état d'avancement global. Elle peut introduire les différents secteurs sur lesquels elle intervient dans le cadre de son PCAET et peut mettre en avant les objectifs fixés.

La collectivité présente également les enjeux de l'étude, en apportant des éléments de réponses aux questions suivantes :

- Pourquoi est-il nécessaire pour elle de prioriser ses actions d'atténuation des émissions de GES ? Par conséquent, pourquoi souhaite-t-elle réaliser une ACE ?
- Comment et dans quel contexte souhaite-t-elle se servir des résultats de cette analyse ?
- Sous quelle échéance souhaite-t-elle communiquer et valoriser les résultats de l'analyse ?

Cela permettra aux candidats pour la prestation de s'immerger dans le plan climat de la collectivité et de pouvoir apporter une réponse plus pertinente au cahier des charges.

#### CADRAGE DE L'ÉTUDE

Ce volet a pour but de préciser :

- Les objectifs généraux de la prestation : la collectivité expose ses attentes vis-à-vis du prestataire ;
- Le périmètre de l'étude : la collectivité définit les secteurs et éventuellement la liste des mesures sur lesquelles elle souhaiterait que l'analyse soit réalisée. Elle peut également mettre en avant le niveau de détail attendu pour la prestation. Sachant que ces paramètres impacteront le coût de la prestation.
- Les données d'entrée : la collectivité pourra d'ores-et-déjà faire un premier inventaire des moyens et des données qu'elle mettra à la disposition du prestataire pour la réalisation de l'étude. Il peut s'agir de documents

de présentation des mesures, des reporting rassemblant des données utiles à l'analyse (données de coûts, planning de déploiement et état d'avancement des mesures, objectifs fixés, économies espérées, etc.).

## CONTENU DE LA PRESTATION ET DES LIVRABLES ATTENDUS

Ce volet a pour but de préciser au prestataire les différentes tâches qu'il aura à mener tout au long de l'étude, ainsi que les divers livrables qu'il aura à fournir à la maîtrise d'ouvrage (à noter que le cahier des charges réel devra être plus complet et devra notamment décrire le plus précisément possible les actions devant être étudiées). Il peut être décomposé comme suit :

### Etapes de préparation de l'analyse coût-efficacité

#### Validation du périmètre opérationnel (tâche 1)

Au vu des objectifs du PCAET et des données d'entrée transmises par la collectivité, le prestataire devra caractériser le périmètre opérationnel le plus pertinent pour l'étude. Cela consistera à réfléchir :

- ➔ Aux secteurs les plus appropriés pour l'étude ;
- ➔ Aux mesures pouvant être prises en compte dans une ACE ;
- ➔ Au niveau de granulométrie/de détail le plus pertinent pour l'analyse (mesure / grappe de mesures / programme).

#### Validation du périmètre temporel (tâche 2)

A partir de la durée de déploiements et de la nature des mesures retenues, le prestataire devra être en mesure de définir la période d'impact sur laquelle les coûts et les gains GES devront être calculés pour chacune des mesures.

#### Construction d'une situation de référence (tâche 3)

A partir des données d'entrée fournies par la maîtrise d'ouvrage et d'éventuels entretiens à mener avec les référents des services concernés, le prestataire devra :

- ➔ Construire une situation de référence en précisant les paramètres et hypothèses utilisés ;
- ➔ Justifier en quoi la situation de référence est la plus probable en l'absence de mise en œuvre de la mesure ;
- ➔ Préciser les paramètres modifiés entre la situation de référence et la situation « avec mesure ».

#### Choix de l'horizon temporel (tâche 4)

Au vu du fonctionnement interne de la collectivité, des documents stratégiques existants, des objectifs d'atténuation fixés et des secteurs choisis, le prestataire devra être en mesure de proposer :

- ➔ Des horizons de temps adaptés pour l'analyse des émissions de GES au regard de leur contribution à l'atteinte des objectifs fixés ;
- ➔ Si plusieurs horizons de temps doivent être retenus, le prestataire estimera les moyens supplémentaires à mettre en œuvre pour atteindre les résultats souhaités.

## LIVRABLE ATTENDU

### Une note de cadrage reprenant

- > La méthodologie pour le choix des secteurs et des mesures ;
- > La liste des secteurs et mesures choisis ;
- > La méthode pour la définition du périmètre temporel ;
- > La méthodologie de construction de la situation de référence ; avec à la clé la situation de référence construite ;
- > La méthode pour le choix des horizons temporels à considérer.



### 3 CHECK-LIST POUR DÉFINIR UN CAHIER DES CHARGES

#### LIVRABLE ATTENDU

##### Une note méthodologique reprenant

- > Les choix réalisés pour l'estimation des impacts GES;
- > Les choix réalisés pour l'estimation des coûts (point de vue, taux d'actualisation...);
- > Un tableau mesures/coûts par acteurs.

L'ensemble des choix qui seront faits pour ces quatre tâches devront être justifiés et validés auprès de la maîtrise d'ouvrage.

#### ANALYSE DU COÛT DES MESURES ET DE LEUR IMPACT GES

##### Estimer l'impact GES de chaque mesure (tâche 5)

En se basant préférentiellement sur le guide *Quantifier l'impact GES d'une action de réduction des émissions* (méthode préconisée par l'ADEME), le prestataire devra :

- Estimer les émissions de GES évitées par chacune des mesures sur l'ensemble de la période de calcul.
- Expliquer la limite du périmètre utilisé pour la quantification. Le prestataire précisera notamment les différents postes d'émissions qui n'ont pas été pris en compte dans l'analyse (par souci de simplification).

Le prestataire pourra préciser dans sa réponse quels outils il compte utiliser pour réaliser cette évaluation.

Si l'évaluation a été faite préalablement par la collectivité (ou autre) le prestataire pourra vérifier la cohérence des données. Sinon, il pourra lui être demandé de les produire dans le cadre de la prestation.

##### Définir le périmètre des coûts à prendre en compte (tâche 6)

À partir du cadre construit lors de la phase précédente, il s'agira pour le prestataire d'identifier les différents coûts intervenant au cours de la durée de vie des mesures considérées (coûts d'accompagnement au déploiement, coûts d'investissement, coûts de maintenance et d'exploitations, recettes, coûts de fin de vie, etc.).

##### Estimer le coût des différentes mesures (tâche 7)

A partir du cadre défini en tâche 6, il s'agira pour le prestataire de :

- Estimer, pour chacune des mesures, la différence de coûts entre la situation « avec mesure » et la situation de référence. Ces coûts pourront être comparés année après année, sur l'ensemble de la période de calcul. Le prestataire veillera bien à la cohérence avec la partie d'estimation de l'impact GES (même hypothèses, même situation de référence, etc.).
- Calculer le coût actualisé pour chacune des mesures (si la méthode par coût global a été privilégiée, il s'agira d'un coût global actualisé) sur l'ensemble de la période de calcul. Pour cela, le prestataire devra faire le choix d'un taux d'actualisation qu'il devra justifier auprès de la maîtrise d'ouvrage. Une analyse de sensibilité pourra être menée afin d'évaluer l'impact du choix de taux d'actualisation sur les coûts.
- Détailler la prise en charge des coûts par acteur (collectivité, usagers, secteur privé, etc.).

## ANALYSE DES RÉSULTATS DE L'ACE

### Calculer le coût d'abattement pour chacune des mesures (tâche 8)

A partir des résultats des tâches 5 et 7, le prestataire devra générer le coût d'abattement pour chacune des mesures (ratio des coûts sur les gains GES) et, éventuellement, pour chacun des taux d'actualisation retenus.

### Hiérarchiser et analyser les résultats (tâche 9)

#### Le prestataire tâchera de :

- Proposer des rendus permettant de rendre lisible et pédagogiques les résultats en particulier pour une communication destinée aux décideurs. Les mesures pourront notamment être hiérarchisées en fonction de leur coût d'abattement ;
- Evaluer le coût de la politique d'atténuation à mettre en place pour atteindre les objectifs que s'était fixés la collectivité ;
- Identifier les mesures qu'il faudrait mettre en place de façon privilégiée au regard de cette analyse coût-efficacité ;
- Evaluer les incertitudes portant sur les calculs et les estimations réalisés ;

## ACTUALISATION ET SUIVI DES RÉSULTATS

### Précautions à employer (tâche 10)

Au regard de l'ensemble des tâches mises en place précédemment, le prestataire devra faire un retour à la maîtrise d'ouvrage sur :

- Les différentes sources d'incertitudes issues des calculs et estimations réalisés ;
- Les différentes hypothèses simplificatrices retenues lors de l'analyse, et qui pourraient être affinées ultérieurement ;
- Les différents effets qui n'ont pas été pris en compte dans l'analyse (effets inertiel, comportementaux, etc.) et qui peuvent avoir un impact non négligeable sur les résultats ;
- Les principaux co-bénéfices et externalités négatives non pris en compte dans l'ACE mais qui doivent être considérés dans le processus de choix des mesures à mettre réellement en place par la collectivité.

### Suites à donner (tâche 11)

Le prestataire devra proposer des pistes d'action permettant :

- D'actualiser les résultats périodiquement
- D'améliorer la méthode actuelle ;
- De la faire évoluer en parallèle de la mise en place concrète des mesures, afin d'assurer un suivi constant et précis des résultats, non plus simplement en ex-ante mais également de façon ex-post.

### LIVRABLE ATTENDU

#### Un rapport final reprenant

- > la méthodologie utilisée ;
- > les résultats de l'analyse ;
- > les précautions à employer avec ces résultats.

#### Une synthèse des résultats rapidement exploitable et valorisable ;

#### Les fichiers de calcul regroupant l'ensemble des données et permettant de générer les résultats de l'analyse ;

#### Une note exposant les pistes d'action envisageables pour améliorer l'outil.





## L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale.

L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants: la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

### LES COLLECTIONS DE L'ADEME



#### 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.



#### 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.



#### 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.



# METTEZ DES EUROS DANS VOS PLANS CLIMAT !

Obligatoires pour les intercommunalités de 20000 habitants ou plus, les Plans Climat-Air-Énergie Territoriaux (PCAET) engagent les collectivités sur un programme d'actions touchant une grande diversité de domaines et mobilisant des moyens importants.

Dans un contexte où la contraction des budgets publics et privés amène les collectivités à rechercher une plus forte rationalisation de leurs interventions, il est important que les décideurs locaux puissent déterminer quelles sont les actions les plus efficaces par rapport à l'objectif fixé.

Souvent utilisée dans le domaine des projets d'infrastructure, l'analyse coût-efficacité (ACE) évalue l'efficacité d'une mesure en reportant les dépenses engagées aux résultats obtenus afin d'arbitrer entre différentes options. Elle permet de mieux appréhender les impacts et les coûts de la multitude de mesures composant un PCAET et peut être un outil d'aide à la décision précieux pour prioriser les mesures.

*Un guide pour  
définir les orientations  
stratégiques d'un PCAET  
et choisir les mesures  
qui le composent,*

*pour en réaliser un suivi  
afin d'optimiser la gestion  
du programme,*

*et pour faire un bilan  
des mesures entreprises  
pour en adapter  
la mise en œuvre future.*

**ADEME**

Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

979-10-297-0320-1