

Office fédéral de l'énergie (OFEN)
Conférence des services cantonaux de l'énergie (EnFK)

Modèle d'encouragement harmonisé des cantons (ModEnHa 2015) Rapport final

Version revue et corrigée de septembre 2016

Approuvé lors de l'Assemblée plénière de la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK) du 21 août 2015.

Impressum

Modèle d'encouragement harmonisé des cantons (ModEnHa 2015)

Rapport final

Version revue et corrigée de septembre 2016

Mandant

Conférence des services cantonaux de l'énergie (EnFK)

Office fédéral de l'énergie OFEN

Groupe d'accompagnement

Conférence des services cantonaux de l'énergie (EnFK), groupe de travail «Contrôle des résultats»

Thomas Fisch (canton de Bâle-Ville)

Myriam Garbely (canton de Genève)

Stefano Giamboni (canton de Neuchâtel)

Reto Hunziker (canton de Thurgovie)

Felix Jehle (canton de Bâle-Campagne)

Alex Nietlisbach (canton de Zurich)

Karin Scheidegger (canton de Berne)

Cyrill Studer (canton de Lucerne)

Marcel Sturzenegger (canton de Saint-Gall)

Alexander Walker (canton d'Uri)

Thomas Jud (Office fédéral de l'énergie)

Roger Nufer (Office fédéral de l'énergie)

Mandataire, auteurs

INFRAS

Donald Sigrist, Stefan Kessler

Traduction

ACTA Conseils, Sàrl

Office fédéral de l'énergie OFEN

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen · Adresse postale: CH-3003 Berne

Tél. 058 462 56 11, fax 058 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.suisse-energie.ch

Table des matières

1.	Généralités	4
1.1.	Situation initiale et contexte général	4
1.2.	Rôle et objectif du ModEnHa 2015	5
1.3.	Choix des mesures par thèmes du ModEnHa 2015	6
1.4.	Recommandations du ModEnHa	10
1.5.	Les piliers d'un subventionnement efficace	13
2.	Rénovation du bâtiment avec mesures ponctuelles	16
2.1.	Isolation thermique	16
2.2.	Installation de chauffage à bois	17
2.3.	Installation d'une pompe à chaleur	20
2.4.	Raccordement à un réseau de chauffage	22
2.5.	Installation de capteurs solaires	23
2.6.	Installation de la ventilation dans les habitations	24
3.	Rénovation du bâtiment en plusieurs grandes étapes	25
3.1.	Amélioration de la classe d'efficacité CECB	25
3.2.	Réduction des besoins de chaleur et des besoins en énergie pour le chauffage	26
4.	Rénovation complète du bâtiment sans étape	27
4.1.	Rénovation complète avec certificat Minergie	27
4.2.	Rénovation complète avec CECB	28
4.3.	Bonus pour une rénovation complète	29
5.	Nouvelles constructions	30
5.1.	Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement Minergie-P	30
5.2.	Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement avec CECB A/A	30
6.	Projets de réseau de chauffage	31
	Annexe	33
A1.	Données à collecter	33
A2.	Efficacité des mesures d'encouragement financier	39
A3.	Commentaires relatifs au modèle de calcul de l'efficacité	112
A4.	Détermination des taux de contribution	123
	Références bibliographiques	130

1. Généralités

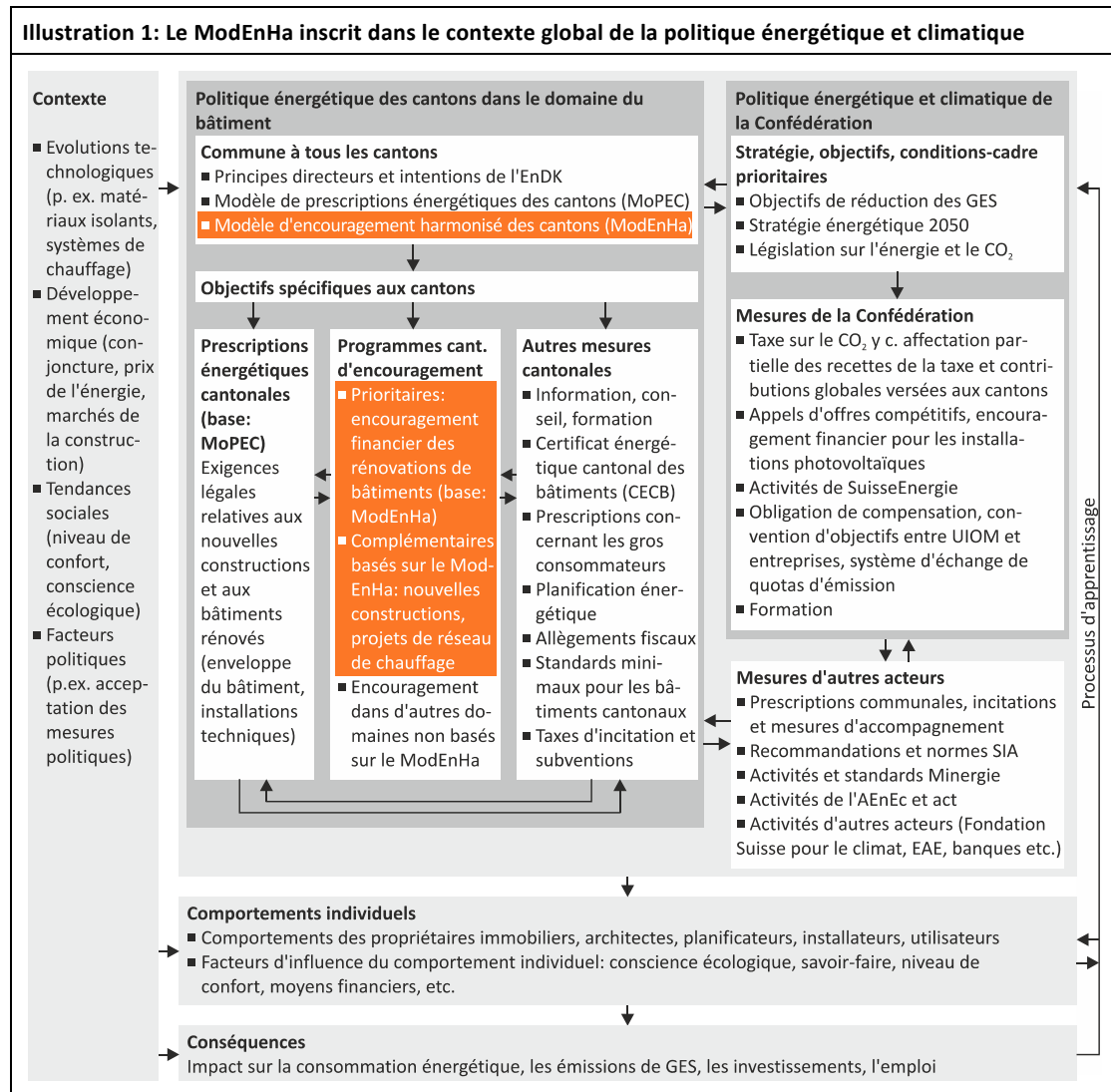
1.1. Situation initiale et contexte général

Depuis l'an 2000, conformément à l'art. 15 LEne, la Confédération accorde des contributions globales aux cantons qui possèdent leurs propres programmes pour promouvoir l'utilisation économe et rationnelle de l'énergie, le recours aux énergies renouvelables ou l'exploitation des rejets thermiques. Entre 2000 et 2009, le financement des contributions globales a été imputé au budget ordinaire (art. 13 LEne). Depuis 2010, le financement des contributions globales provient de l'affectation partielle de la taxe sur le CO₂ (art. 34 al. 1 let. b de la loi sur le CO₂).

La stratégie des cantons prévoit l'application d'un modèle d'encouragement harmonisé des cantons (ModEnHa) dans le cadre du programme SuisseEnergie. En 2003, une première version de ce modèle (ModEnHa 2003) a été élaborée. Celui-ci a ensuite été actualisé en 2007 pour la première fois, puis en 2009 pour la deuxième fois (ModEnHa 2007, ModEnHa 2009). Entre-temps, le ModEnHa est devenu la référence utilisée par tous les cantons. Il ébauche la structure des programmes d'encouragement cantonaux et décrit leurs principaux éléments. Il laisse aux cantons une marge de manœuvre permettant de tenir compte de leurs ressources financières ainsi que de leurs priorités en matière de promotion.

Le ModEnHa 2015 constitue la première révision intégrale du modèle. Dès 2017, il représentera pour tous les cantons une base unique, fondée sur les dispositions légales adaptées de la Confédération et des cantons, sur laquelle les cantons pourront s'appuyer pour donner l'orientation souhaitée à leurs programmes d'encouragement. Le ModEnHa tient compte des propositions de la Confédération portant sur le Programme Bâtiments dans le cadre de la Stratégie énergétique 2050, des efforts soutenus déployés au cours des dernières années et des futurs efforts à fournir de la part des cantons en matière de législation (MoPEC 2014) ainsi que des résultats de l'évaluation du Contrôle fédéral des finances du ModEnHa 2009 (CDF 2014).

Le ModEnHa 2015 a été élaboré en collaboration étroite avec le groupe de travail «Contrôle des résultats» de la Conférence des services cantonaux de l'énergie (EnFK) et l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). Le processus a été accompagné par des experts de la société INFRAS. Le ModEnHa 2015 a été approuvé lors de l'Assemblée générale de la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK) du 21 août 2015.



1.2. Rôle et objectif du ModEnHa 2015

A compter du 1^{er} janvier 2017, le ModEnHa 2015 représentera une base unique en ce qui concerne le soutien financier proposé par la Confédération et les cantons dans le domaine du bâtiment. Concrètement, il remplira les trois missions ci-après:

- Le ModEnHa 2015 définit une liste de mesures dans le domaine du bâtiment, pour lesquelles des moyens financiers provenant de la taxe sur le CO₂ peuvent être mis à disposition pour assurer leur subventionnement, conformément aux conditions-cadres légales actuellement en vigueur (2015) et celles escomptées à l'avenir. L'objectif de ces mesures est d'encourager une utilisation économe et rationnelle de l'énergie, ainsi qu'une exploitation des énergies renouvelables et des rejets thermiques dans les bâtiments (les mesures relatives aux processus ne font pas partie du ModEnHa). Le ModEnHa couvre exclusivement les mesures liées aux investissements, c'est-à-dire les investissements dans les bâtiments et les installations. Les mesures d'accompagnement telles que le travail d'information et de conseil, les formations continues et le perfectionnement n'entrent pas dans le domaine de compétences du ModEnHa. Limiter le choix des mesures permet de garantir que leur subventionnement

s'inscrive de la manière la plus efficiente qui soit dans le panel varié d'outils disponibles dans le domaine de la politique climatique et énergétique de la Confédération et des cantons.

- Le ModEnHa 2015 émet des recommandations sur la manière d'aménager un programme d'encouragement basé sur le modèle d'encouragement harmonisé afin que ce programme soit le plus efficace possible. Il s'agit d'une part de recommandations concernant la structure fondamentale d'un programme d'encouragement, ainsi que concernant la collecte des données et l'élaboration du rapport. D'autre part, le ModEnHa émet des recommandations spécifiques pour chaque mesure, notamment au niveau des conditions relatives aux contributions d'encouragement et des seuils minimaux pour les taux de contribution proposés.
- Enfin, le ModEnHa 2015 documente les valeurs indicatives des effets sur la consommation d'énergie, sur les émissions de CO₂ et sur les investissements, pour chacune des mesures pouvant bénéficier de la politique d'encouragement financier.

1.3. Choix des mesures par thèmes du ModEnHa 2015

Le ModEnHa 2015 est structuré selon les trois thématiques principales que sont la rénovation des bâtiments (enveloppe et technique du bâtiment), les nouvelles constructions et les projets de réseaux de chauffage; il englobe au total 18 mesures (Tableau 1). En ce qui concerne les mesures dans ces domaines, l'expérience montre qu'une grande partie des demandes de subvention sont couvertes par le ModEnHa. Il se peut toutefois que, pour une petite partie des demandes de subvention, il ne soit pas possible de recourir directement aux conditions recommandées pour les contributions financières et au calcul des taux d'encouragement proposé. Ceci est notamment le cas pour les projets de grande envergure, étant donné que les contributions d'encouragement figurant dans le ModEnHa sont en principe fixées proportionnellement à la taille des bâtiments ou des installations. En effet, les grands projets présentent souvent des structures de coûts qu'il n'est pas possible d'utiliser comme base pour définir correctement des contributions dans un cadre standard.

Tableau 1: Mesures du ModEnHa 2015 structurées par thèmes					
Chapitre	Section	Mesures	Programme d'encouragement de base? *	Désignation ModEnHa 2015	Désignation ModEnHa 2009 OFEN 2013a
Rénovation du bâtiment avec mesures ponctuelles (chap. 2)	Isolation thermique (2.1)	Isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre	✓	M-01	U7
	Installation de chauffage à bois (2.2)	Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier	✓	M-02	H1
		Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW	✓	M-03	H2
		Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW	✓	M-04	H3a, H3b
	Installation d'une pompe à chaleur (2.3)	Pompe à chaleur air/eau	✓	M-05	WP1
		Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau)	✓	M-06	WP1
	Raccordement à un réseau de chauffage (2.4)	Raccordement à un réseau de chauffage	✓	M-07	W1, W2, H4
	Installation de capteurs solaires (2.5)	Capteurs solaires	✓	M-08	S1, S2, S3
Installation de la ventilation dans les habitations (2.6)	Ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur	✗	M-09	U12	
Rénovation du bâtiment en plusieurs grandes étapes (chap. 3)	Amélioration de la classe d'efficacité CECB Amélioration de la classe d'efficacité CECB (3.1)	La classe CECB doit être améliorée pour l'enveloppe du bâtiment et pour l'efficacité énergétique globale	✓	M-10	–
	Réduction des besoins de chaleur et des besoins en énergie pour le chauffage (3.2)	Réduction de la consommation d'énergie pour le chauffage et de la demande en énergie finale	✓	M-11	–
Rénovation complète du bâtiment sans étape (chap. 4)	Rénovation complète avec certificat Minergie (4.1)	Rénovation complète avec certificat Minergie	✓	M-12	U1, U2, U15, U16, U18, U19, U20, U21
	Rénovation complète avec CECB (4.2)	Rénovation complète avec CECB	✓	M-13	U23, U24, U25, U26
	Bonus pour une rénovation complète (4.3)	Bonus pour l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment	✗	M-14	–
		Bonus pour l'efficacité énergétique globale	✗	M-15	–
Nouvelles constructions (chap. 5)	Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement Minergie-P (5.1)	Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement Minergie-P	✗	M-16	U3, U4, U5, U17
	Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement avec CECB A/A (5.2)	Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement avec CECB A/A	✗	M-17	–
Projets de réseau de chauffage (chap. 6)	–	Nouvelle construction/extension du réseau de chaleur et/ou de l'installation de production de chaleur	✗	M-18	W1, W2, H3a, H3b, H4

* En ce qui concerne les rénovations de bâtiment, le subventionnement constitue un instrument clé au niveau du panel d'outils varié disponibles dans le domaine de la politique climatique et énergétique de la Confédération et des cantons. Le ModEnHa 2015 illustre dans ce domaine ce à quoi pourrait ressembler un « programme d'encouragement de base » harmonisé. La proposition du ModEnHa, décrite en détail dans le paragraphe 1.4 suivant, tient compte du Message du Conseil fédéral relatif au premier volet de mesures de la Stratégie énergétique 2050 (CF 2013) ainsi que des efforts soutenus déployés au cours des dernières années et des futurs efforts à fournir de la part des cantons en matière de législation (MoPEC 2014).

Critères de sélection

Les mesures du ModEnHa 2015 ont été sélectionnées sur la base des critères suivants:

- Il existe, pour chacune des mesures du ModEnHa, une alternative d'investissement choisie actuellement (2015) la plupart du temps en Suisse, qui requiert moins d'investissement et qui est en principe plus économique que les mesures du ModEnHa (au niveau des coûts de gestion du point de vue de l'investisseur dans le contexte social, économique et politique actuel).
- Par rapport à un cas de référence hypothétique sans subventions, les mesures du ModEnHa, bénéficiant d'encouragements financiers doivent entraîner une économie d'énergie supplémentaire, une utilisation accentuée des énergies renouvelables et une réduction accrue des émissions de CO₂. Le cas de référence sans subventions doit tenir compte des conditions-cadres actuelles et celles escomptées à l'avenir (contexte économique, technique, énergétique et politique). Le respect de cette exigence implique que la mise en œuvre des mesures du ModEnHa ne doit pas être imposée par des prescriptions légales, sans quoi les mesures devraient également être prises sans contribution.
- Il doit en principe être possible de mettre à disposition les moyens financiers provenant de la taxe sur le CO₂, conformément aux conditions-cadres légales actuelles et escomptées pour la période dès 2017, afin de couvrir les contributions financières des mesures du ModEnHa. Ce faisant, il s'agit d'éviter que des effets sur la consommation énergétique et la réduction des émissions de CO₂ liés à des mesures prises dans le cadre d'autres instruments d'encouragement de la loi sur l'énergie ou de la loi sur le CO₂ ne soient également attribués aux mesures subventionnées dans le cadre du ModEnHa (éviter la comptabilisation à double). Il faut également tenir compte, lors de la sélection des mesures pouvant être subventionnées par le ModEnHa, du risque de cumul des aides financières octroyées. Autant que possible et raisonnable, le choix des mesures du ModEnHa doit permettre d'éviter le financement à double. Sont concernés les domaines qui constituent déjà l'objet principal d'un autre instrument d'encouragement national. Cela signifie concrètement:
 - Aucune mesure du ModEnHa dans le domaine de la production d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables (objet principal de la rétribution du courant injecté à prix coûtant [RPC] et de la rétribution unique [RU] pour les installations photovoltaïques).
 - Aucune mesure du ModEnHa dans le domaine des applications économes en électricité (objet principal des procédures d'appels d'offres; en outre, les mesures dans ce domaine sont souvent économiquement rentables, cf. premier critère).
- Le ModEnHa doit se focaliser sur les technologies disponibles à l'heure actuelle sur le marché et qui n'ont pas encore pu s'y imposer. Par ailleurs, un encouragement harmonisé doit pouvoir être développé à l'échelle de la Suisse pour les mesures du ModEnHa. Ces dernières doivent notamment être standardisées pour ce qui est des conditions relatives aux contributions d'encouragement, des hypothèses économiques et des effets sur la réduction des émissions de CO₂ et sur l'efficacité énergétique.

Choix des mesures

Au cours des dernières années, les prescriptions énergétiques cantonales dans le domaine du bâtiment, de même que la législation nationale sur l'énergie et le CO₂ ont connu un développement fulgurant. Parallèlement, il y a eu du mouvement dans le secteur de l'immobilier et notamment des nouvelles constructions. Dans ce contexte, les contributions financières doivent être fortement ciblées, afin de continuer à couvrir efficacement les objectifs en matière de politique énergétique et climatique. Avec le nouveau ModEnHa 2015, les cantons et la Confédération s'éloignent du modèle basé sur une contribution financière la plus étendue possible et font un premier pas en direction d'une contribution financière ciblée, qui vient s'inscrire de manière efficace dans un panel d'instruments assez dense. Cela prépare la transition planifiée de l'actuel système d'encouragement vers un système d'incitation, conformément à la stratégie énergétique prévue dès 2020.

Dans ce contexte, quelques compléments et certaines adaptations du catalogue de mesures ont été synthétisés dans le Tableau 1 sur la base du ModEnHa 2009 et d'une analyse de la situation. Les informations et explications relatives au processus de modification figurent dans un document (OFEN/EnFK 2014) élaboré par le GT Contrôle des résultats en collaboration avec l'INFRAS (suivi technique) et approuvé par les comités de l'EnFK (19 septembre 2014), de l'EnDK (30 octobre 2014) et par le comité de direction de l'OFEN (28 octobre 2014). Les principales modifications par rapport au ModEnHa 2009 sont les suivantes:

- Dans le domaine des bâtiments existants, le ModEnHa 2015 englobe désormais, en plus des rénovations de bâtiments avec mesures ponctuelles et des rénovations complètes de bâtiments sans étape, des mesures relatives à la rénovation des bâtiments en plusieurs grandes étapes.
- En ce qui concerne les mesures ponctuelles relatives à l'enveloppe du bâtiment, le ModEnHa 2015 couvre exclusivement l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre. Le seul remplacement des fenêtres ainsi que l'isolation thermique du sol des combles et du plafond de la cave ne font désormais plus partie du ModEnHa.
- En ce qui concerne les mesures ponctuelles en lien avec la production de chaleur dans les bâtiments existants, le ModEnHa 2015 couvre exclusivement le remplacement du chauffage principal fonctionnant aux énergies fossiles ou de chauffages électriques directs par des chauffages au bois, des pompes à chaleur ou par un raccordement au réseau de chauffage. Les autres variantes de remplacement ne font plus partie du ModEnHa (p. ex. chauffage à bois par chauffage à bois).
- Pour les nouvelles constructions, le ModEnHa 2015 se focalise exclusivement sur les nouvelles constructions très efficaces qui se démarquent fortement des nouvelles constructions ordinaires (Minergie-P(-A), Minergie-P(-A)-Eco, CECB A). Le soutien aux installations uniquement, telles que les chauffages principaux, les capteurs solaires et les installations de ventilation dans les nouvelles constructions ne fait par ailleurs plus partie du ModEnHa.
- La promotion de projets de réseau de chauffage pour lesquels des contributions sont versées au gestionnaire de réseau (et non au maître d'ouvrage du bâtiment comme dans le cas du remplacement du chauffage principal) a été simplifiée. Le ModEnHa 2015 englobe dé-

sormais une mesure unique qui prévoit des contributions d'encouragement par MWh de quantité de chaleur distribuée en plus et issue d'énergies renouvelables ou de rejets de chaleur.

- Les installations photovoltaïques, objet principal de la rétribution du courant injecté à prix coûtant [RPC] et de la rétribution unique [RU] pour les installations photovoltaïques, ne font plus partie du ModEnHa.

Tableau 2: Contributions financières dans le domaine du bâtiment dès 2017 – Classement du ModEnHa									
Mesures du ModEnHa 2015		Mesures en dehors du ModEnHa							
Mesures-clés	<p>Programme d'encouragement de base</p> <p>Trois variantes de programme dont une variante au moins doit être mise en œuvre (V1 et/ou V2 et/ou V3)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><u>Variante 1</u></th> <th style="text-align: center;"><u>Variante 2</u></th> <th style="text-align: center;"><u>Variante 3</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Rénova- tion avec mesures ponctuel- les (M-01 à M-08)</td> <td style="text-align: center;">Rénova- tion en plusieurs grandes étapes (M- 10 et/ou M-11)</td> <td style="text-align: center;">Rénova- tion com- plète sans étape (M- 12 et/ou M-13)</td> </tr> </tbody> </table>	<u>Variante 1</u>	<u>Variante 2</u>	<u>Variante 3</u>	Rénova- tion avec mesures ponctuel- les (M-01 à M-08)	Rénova- tion en plusieurs grandes étapes (M- 10 et/ou M-11)	Rénova- tion com- plète sans étape (M- 12 et/ou M-13)	<p>Contribution financière issue du supplément de réseau national sur le prix de l'électricité:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ applications économes en électricité dans les bâtiments, p. ex. installations d'éclairage efficaces (objet principal des procédures d'appels d'offre); ▪ installations de production d'électricité, notamment les installations photovoltaïques (objet principal de la rétribution du courant injecté à prix coûtant [RPC] et de la rétribution unique [RU] pour les installations photovoltaïques). 	<p>La contribution financière issue de la taxe sur le CO₂ n'est pas possible (évt. autre promotion par les cantons):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Remplacement des fenêtres en tant que mesure ponctuelle; ▪ Isolation thermique du sol des combles resp. du plafond de la cave en tant que mesure ponctuelle; ▪ Remplacement du chauffage principal existant, pour autant qu'il ne soit ni alimenté par des énergies fossiles, ni un chauffage électrique direct; ▪ Installations techniques uniquement, dans les nouvelles constructions; ▪ Standards de nouvelles constructions, qui ne se démarquent pas fortement des exigences légales fixées par le MoPEC 2014.
<u>Variante 1</u>	<u>Variante 2</u>	<u>Variante 3</u>							
Rénova- tion avec mesures ponctuel- les (M-01 à M-08)	Rénova- tion en plusieurs grandes étapes (M- 10 et/ou M-11)	Rénova- tion com- plète sans étape (M- 12 et/ou M-13)							
Mesures complémentaires	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesures complémentaires au programme d'encouragement de base dans le domaine de la rénovation des bâtiments (M-09, M-14, M-15); ▪ Nouvelles constructions très efficaces (M-16, M-17); ▪ Projets de réseau de chauffage (M-18) <p>Possibilité de combiner les contributions cantonales avec l'émission de certificats pour les projets de compensation; les comptabilisations à double doivent toutefois être exclues, c.-à-d. qu'une répartition des effets doit être effectuée en conformité avec la loi sur le CO₂.</p>								

1.4. Recommandations du ModEnHa

Afin que les programmes d'encouragement basés sur le ModEnHa s'inscrivent de la meilleure façon possible dans le panel varié des outils disponibles en matière de politique climatique et énergétique de la Confédération et des cantons, et qu'ils garantissent un engagement efficace des moyens financiers, le ModEnHa émet les recommandations ci-après.

Structure fondamentale d'un programme d'encouragement

Dans le domaine des rénovations de bâtiment, le subventionnement constitue un instrument clé de la politique climatique et énergétique de la Confédération et des cantons. Ce rôle n'est

pas différent pour le subventionnement dès 2017 et pour les années à venir. Dans le cadre du processus d'élaboration du ModEnHa, le GT Contrôle des résultats de l'EnFK a établi une proposition pour un programme d'encouragement de base, afin de procéder à l'isolation thermique des bâtiments existants et de remplacer les chauffages électriques, à mazout ou à gaz. De la sorte, il est défini qu'un programme d'encouragement devra contenir au moins l'une des trois variantes de programmes suivantes, pour permettre une rénovation efficace des bâtiments existants:

- Variante de programme 1, rénovation du bâtiment avec mesures ponctuelles: isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre (chap. 2.1) et installation d'un chauffage à bois (chap. 2.2), d'une pompe à chaleur (chap. 2.3), d'une installation de capteurs solaires (chap. 2.5) ou du raccordement à un réseau de chauffage (chap. 2.4). Les mesures particulières de remplacement du chauffage peuvent être exclues, p. ex. assainissement de chaudières en raison de la protection de l'air.
- Variante de programme 2, rénovation du bâtiment en plusieurs grandes étapes: amélioration de la classe d'efficacité CECB (chap. 3.1) et/ou réduction des besoins de chaleur et d'énergie pour le chauffage (chap. 3.2) dans le cadre d'une rénovation partielle étendue du bâtiment par le biais de mesures relatives aux installations techniques et à l'enveloppe du bâtiment.
- Variante de programme 3, rénovation complète du bâtiment sans étape: rénovation complète avec certificat Minergie (chap. 4.1) et/ou rénovation complète avec CECB (chap. 4.2), lors desquelles le bâtiment est directement élevé à un très bon niveau énergétique.

Dans le cadre d'un programme d'encouragement, il est possible de proposer plusieurs des variantes décrites. Il est également possible de les compléter avec d'autres mesures du ModEnHa 2015 (p. ex. par des mesures dans le domaine des nouvelles constructions ou des contributions d'encouragement à des projets de réseau de chauffage). Les requérants, respectivement les maîtres d'ouvrage, doivent toutefois choisir une variante de programme dans le cadre de leur demande pour l'obtention d'une contribution financière. Il ne doit ainsi pas être possible de demander, pour un même projet de construction, à la fois des contributions pour l'élément de construction considéré et des contributions pour l'amélioration de la classe énergétique CECB. A la fin du projet, les maîtres d'ouvrage peuvent à nouveau librement choisir s'ils souhaitent, pour de futures mesures, demander des contributions financières pour des mesures ponctuelles ou pour une rénovation en plusieurs grandes étapes.

Illustration 2: Recommandations envers la structure fondamentale des programmes d'encouragement

Recommandations envers la structure fondamentale du programme d'encouragement et options complémentaires

Programme d'encouragement de base Une variante au moins doit être proposée	Variante 1, Rénovation du bâtiment avec mesures ponctuelles Isolation thermique (M-01), Chauffage à bois (M-02 à M-04), Pompe à chaleur (M-05, M-06), Raccordement à un réseau de chauffage (M-07), Capteurs solaires (M-08)	Variante 2, Rénovation en plusieurs grandes étapes Amélioration de la classe d'efficacité CECB (M-10) et/ou réduction des besoins de chaleur et des besoins en énergie pour le chauffage (M-11)	Variante de programme 3, Rénovation complète sans étape Rénovation complète avec certificat Minergie (M-12) et/ou rénovation complète avec CECB (M-13)
Mesures complémentaires optionnelles en fonction de la variante de programme	Ventilation (M-09)	Bonus pour rénovation complète du bâtiment (M-14 et/ou M-15)	Nouvelles constructions (M-16 et/ou M-17)
	Bonus pour rénovation complète du bâtiment (M-14 et/ou M-15)	Nouvelles constructions (M-16 et/ou M-17)	Projets de réseau de chauffage (M-18)
	Nouvelles constructions (M-16 et/ou M-17)	Projets de réseau de chauffage (M-18)	
	Projets de réseau de chauffage (M-18)		

Exemples illustrant différentes possibilités d'application du programme (en orange: mesures ayant déjà été mises en œuvre)

Programme minimal: application d'une variante du programme d'encouragement de base sans complément.

Pr. d'encouragement de base	Rénovation avec mesures ponctuelles (M-01 à M-08)	Rénovation en plusieurs grandes étapes (M-10 et/ou M-11)	Rénovation complète sans étape (M-12 et/ou M-13)
Complément	Ventilation (M-09)	Bonus pour rénovation complète (M-14, M-15)	Nouvelles constructions (M-16, M-17)
	Bonus pour rénovation complète (M-14, M-15)	Nouvelles constructions (M-16, M-17)	Projets de réseau de chauffage (M-18)
	Nouvelles constructions (M-16, M-17)	Projets de réseau de chauffage (M-18)	
	Projets de réseau de chauffage (M-18)		

Priorité sur la rénovation, focalisation sur les rénovations complètes et les rénovations en plusieurs grandes étapes.

Pr. d'encouragement de base	Rénovation avec mesures ponctuelles (M-01 à M-08)	Rénovation en plusieurs grandes étapes (M-10 et/ou M-11)	Rénovation complète sans étape (M-12 et/ou M-13)
Complément	Ventilation (M-09)	Bonus pour rénovation complète (M-14, M-15)	Nouvelles constructions (M-16, M-17)
	Bonus pour rénovation complète (M-14, M-15)	Nouvelles constructions (M-16, M-17)	Projets de réseau de chauffage (M-18)
	Nouvelles constructions (M-16, M-17)	Projets de réseau de chauffage (M-18)	
	Projets de réseau de chauffage (M-18)		

Mise en œuvre de l'ensemble des mesures du ModEnHa 2015 qui faisaient déjà partie du ModEnHa 2009.

Pr. d'encouragement de base	Rénovation avec mesures ponctuelles (M-01 à M-08)	Rénovation en plusieurs grandes étapes (M-10 et/ou M-11)	Rénovation complète sans étape (M-12 et/ou M-13)
Complément	Ventilation (M-09)	Bonus pour rénovation complète (M-14, M-15)	Nouvelles constructions (M-16, M-17)
	Bonus pour rénovation complète (M-14, M-15)	Nouvelles constructions (M-16, M-17)	Projets de réseau de chauffage (M-18)
	Nouvelles constructions (M-16, M-17)	Projets de réseau de chauffage (M-18)	
	Projets de réseau de chauffage (M-18)		

Programme complet selon le ModEnHa 2015.

Pr. d'encouragement de base	Rénovation avec mesures ponctuelles (M-01 à M-08)	Rénovation en plusieurs grandes étapes (M-10 et/ou M-11)	Rénovation complète sans étape (M-12 et/ou M-13)
Complément	Ventilation (M-09)	Bonus pour rénovation complète (M-14, M-15)	Nouvelles constructions (M-16, M-17)
	Bonus pour rénovation complète (M-14, M-15)	Nouvelles constructions (M-16, M-17)	Projets de réseau de chauffage (M-18)
	Nouvelles constructions (M-16, M-17)	Projets de réseau de chauffage (M-18)	
	Projets de réseau de chauffage (M-18)		

Conditions prioritaires relatives aux contributions d'encouragement

Si l'on souhaite tirer une certaine efficacité de la promotion des mesures du ModEnHa, ces dernières devraient remplir les deux conditions suivantes:

- Pour chaque mesure spécifique, il faut prévoir au minimum les conditions techniques relatives aux contributions d'encouragement documentées dans le ModEnHa 2015 (cf. chap. 2 à 6), que les requérants doivent remplir pour obtenir le versement des contributions (p.ex. exigences relatives aux valeurs U, label de qualité, etc.).
- Seuils minimaux pour les contributions d'encouragement: comme dans la précédente version du ModEnHa, des taux de contribution minimaux ont également été fixés pour l'ensemble des mesures dans le ModEnHa 2015. Ils ont été augmentés de sorte que la contribution financière représente à chaque fois au moins 20% de l'investissement supplémentaire dû à une mesure, et ce, afin de stimuler suffisamment la demande. Les contributions d'en-

couragement ne présenteraient autrement qu'une simple valeur symbolique. Les bénéficiaires de subvention seraient surtout des investisseurs bien informés, qui auraient de toute façon mis en œuvre les mesures correspondantes sans toucher de subvention (explications détaillées à l'annexe A4).

Conditions supplémentaires relatives aux contributions d'encouragement

- Définition d'un seuil maximal: le montant des contributions d'encouragement s'élève au maximum à 50% de l'investissement global pour le projet.
- Les petits projets dont le subventionnement est inférieur à CHF 1000.- ne donnent pas droit à une contribution.
- Les bailleurs s'engagent à répercuter sur les locataires la réduction des coûts immobiliers obtenue grâce aux contributions (permettant de réduire les coûts d'investissement).

Traitement des demandes

- Les demandes ne sont traitées qu'une fois tous les documents dûment complétés fournis.
- Les demandes doivent être déposées avant le début des travaux. Les projets déjà en chantier ou achevés ne donnent plus droit à une contribution.
- Le canton se réserve le droit d'exiger des documents supplémentaires ou d'effectuer des inspections sur place. Le canton peut exiger la restitution de contributions octroyées sur la base d'indications erronées (y c. un intérêt raisonnable).

Collecte des données et élaboration du rapport

Afin qu'une analyse de l'efficacité pertinente eu égard au volume des contributions, suffisamment étayée sur le plan empirique, puisse être effectuée, le ModEnHa recommande de collecter au moins les données mentionnées à l'annexe A1.

De plus, il est recommandé de collecter toutes autres données importantes, qui pourraient servir de référence, dans le but d'une optimisation future des contributions financières et de les archiver de manière structurée dans une base de données adéquate. Ce procédé permet d'alléger la charge de travail liée à la procédure de traitement des demandes. Il est en effet plus facile de collecter les données en amont, plutôt que d'effectuer après-coup une vaste enquête auprès des bénéficiaires de subvention ou même de procéder à une analyse des données archivées sur le papier. Les conditions-cadres, ainsi que les objectifs visés et les questions de recherche qui en découlent, déterminent les données qu'il est judicieux de collecter et dans quelle mesure cela reste acceptable pour le requérant.

1.5. Les piliers d'un subventionnement efficace

Le catalogue de mesures du ModEnHa couvre des champs d'action importants. Considérant le contexte actuel au niveau du panel d'outils varié disponibles dans le domaine de la politique climatique et énergétique, il est possible de donner des impulsions décisives dans ces secteurs grâce aux contributions financières. Le catalogue ne constitue par ailleurs pas un portefeuille

optimisé du système d'encouragement, centré sur une stratégie spécifique ou sur des objectifs spécifiques en matière de politique climatique et énergétique. Depuis l'introduction du ModEnHa, l'expérience montre notamment que les cantons se sont fixés différents objectifs à leur politique d'encouragement financier et naturellement différentes priorités dans le choix des mesures. Dans ce contexte, le ModEnHa 2015 ne fait pas non plus de recommandations uniformes, quant aux priorités à fixer par les cantons. Comme le démontre l'expérience, les mesures contenues dans le ModEnHa ne seront, à l'avenir également, pas les seules à jouer un rôle dans la conception de programmes d'encouragement cantonaux.

Lors de l'élaboration d'un programme d'encouragement, les éléments ci-après doivent être pris en compte en priorité afin de garantir un engagement le plus efficace possible des moyens financiers.

- Choix des mesures: il s'agit d'élaborer un portefeuille du système d'encouragement adapté et coïncidant de manière optimale avec les objectifs et les stratégies définis à la base.
- Des exigences élevées sont fixées en termes de qualité. Celles-ci doivent être remplies pour obtenir le versement des contributions.
- Seuil minimal pour les contributions d'encouragement: les contributions versées doivent avoir un sens financièrement pour le demandeur. Des contributions symboliques, attribuées à des projets exemplaires n'apportent aucun effet supplémentaire quant à la réduction des émissions de CO₂ et à l'amélioration énergétique.
- Le programme d'encouragement doit être diffusé à large échelle et sur une période relativement longue dans le temps qui aura été clairement communiquée (p. ex. pour une période d'au moins cinq ans). Il est ainsi possible d'établir une planification sûre des mesures et les maîtres d'ouvrage bien informés, qui auraient de toute façon procédé à la mise en place de ces mesures, ne sont alors pas les seuls à bénéficier d'une subvention. Dans ces conditions, il serait avantageux que le subventionnement des mesures soit le plus harmonisé possible en Suisse.
- Pour être efficace, un programme d'encouragement doit être suffisamment encadré. En ce sens, l'importance des mesures d'accompagnement indirectes, telles que le travail d'information et de conseil, les formations continues et le perfectionnement, est souvent sous-estimée.
- A condition qu'un programme d'encouragement soit connu à large échelle, les contributions doivent être assez élevées pour parvenir à stimuler suffisamment la demande. Plus la fréquence de mise en œuvre d'une mesure d'encouragement est élevée, plus le taux des maîtres d'ouvrage qui auraient de toute façon mis en place cette même mesure sans toucher la contribution financière est faible. Dans le même temps, le programme d'encouragement basé sur l'engagement de moyens financiers est plus efficace si les taux de contribution peuvent être réduits sans recul significatif de la demande. Dans ce contexte, les meilleurs taux de contribution ne se trouvent généralement que lors de la mise en œuvre du programme, lorsque des taux sont fixés qui peuvent ensuite être augmentés ou diminués en cours de route. Les taux de contribution propices peuvent varier, par exemple en fonction des contributions accordées par le passé, de la structure des petites et moyennes entre-

prises (PME) locales ou des éventuels modes de construction typiques à une région. Les moyens financiers disponibles représentent en ce sens un facteur déterminant. Certains cantons ont par exemple plus de facilité que d'autres à mettre en place un système d'incitations plus marquées par le biais de taux de contribution élevés, ce qui leur permet d'atteindre plus rapidement des objectifs cantonaux spécifiques. Des taux de contribution élevés pourraient toutefois déboucher, pour d'autres cantons, sur des ressources prématurément épuisées par quelques projets, empêchant ainsi le programme de se déployer à une plus grande échelle.

2. Rénovation du bâtiment avec mesures ponctuelles

2.1. Isolation thermique

M-01: Isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre		Programme de base: ✓
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Donnent droit à une contribution les bâtiments ayant obtenu l'autorisation de construire avant 2000. ▪ Donnent droit à une contribution uniquement les parties de bâtiments qui étaient déjà chauffées dans la situation initiale. Les nouvelles constructions, les agrandissements ainsi que les surélévations ne donnent droit à aucune contribution. ▪ Seuil de la valeur U de l'élément de construction donnant droit à la contribution: $U \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$. Exception pour les murs, sols enterrés de plus de 2 m: $U \leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$. ▪ La valeur U des éléments de construction donnant droit à la contribution doit être améliorée d'au moins $0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$. ▪ Des exigences allégées sont consenties pour rénover des bâtiments ou des éléments de construction protégés sur présentation d'un justificatif certifiant que les valeurs U exigées ne sont pas réalisables. Sont considérés comme protégés des bâtiments et des éléments de construction: <ul style="list-style-type: none"> a) faisant partie des inventaires de la Confédération, des cantons ou des communes et y étant répertoriés comme étant d'intérêt national ou régional («classés monuments historiques»); b) ceux définis comme étant protégés par une autre autorité (autorité chargée de la surveillance des constructions, conseil municipal et commission responsable de la physionomie de la ville, etc.). ▪ Le certificat CECB Plus (si impossible: analyse sommaire avec recommandations sur la procédure à suivre selon le cahier des charges de l'OFEN) doit être fourni dès CHF 10 000.– de contribution financière par demande de contribution. 	
Référence	Surface isolée de l'élément de construction en m^2	
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015: CHF 40.–/m^2 surface isolée de l'élément de construction</p> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). ▪ Bonus visant à intensifier la promotion des rénovations complètes (cf. chap. 4.3). 	
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il faudrait augmenter le taux de contribution par rapport au taux de contribution de base – par exemple si un canton encourage des mesures de rénovation du système en plus des mesures ponctuelles – de manière coordonnée avec les taux de contributions conformément aux chapitres 3 (Rénovation du bâtiment en plusieurs grandes étapes) et 4 (Rénovation complète du bâtiment sans étape). Dans le cas contraire, les rénovations de bâtiment avec mesures ponctuelles seraient privilégiées au détriment des rénovations du système (par le fait de contributions d'encouragement plus importantes par projet de construction). ▪ Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires (A1: Données à collecter; A2/A3: Efficacité de la contribution financière; A4: Détermination des taux minimaux d'encouragement). 	

2.2. Installation de chauffage à bois

M-02: Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier		Programme de base: ✓
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'installation donnant droit à une contribution doit être utilisée comme chauffage principal. ▪ L'installation remplace un chauffage fonctionnant au mazout ou au gaz naturel, ou un chauffage électrique fixe à résistance. ▪ L'installation doit être munie du label de qualité Energie-bois Suisse ou équivalent. ▪ Garantie de performance (accompagnant l'offre) de SuisseEnergie. 	
Référence	Nombre d'installations	
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ CHF 3000.–/installation ▪ Contribution supplémentaire pour la toute première installation d'un système de distribution de chaleur: CHF 2000.–. <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). ▪ Bonus visant à intensifier la promotion des rénovations complètes (cf. chap. 4.3). 	
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les coûts des chauffages à bûches et des chauffages non automatiques à pellets avec réservoirs journaliers ne dépendent de la puissance de ces dispositifs que dans une moindre mesure. Ainsi, par souci de simplification, une contribution financière sous forme de forfait unique a été retenue. ▪ Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires (A1: Données à collecter; A2/A3: Efficacité de la contribution financière; A4: Détermination des taux minimaux d'encouragement). 	

M-03: Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW		Programme de base: ✓
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'installation doit être utilisée comme chauffage principal. ▪ L'installation remplace un chauffage fonctionnant au mazout ou au gaz naturel, ou un chauffage électrique fixe à résistance. ▪ L'installation doit être munie du label de qualité Energie-bois Suisse ou équivalent. ▪ Garantie de performance (accompagnant l'offre) de SuisseEnergie. 	
Référence	Puissance nominale chaudière en kW _{th} (puissance thermique nominale à la sortie de l'installation de production de chaleur)	
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ CHF 3000.– + CHF 50.–/kW_{th} ▪ Contribution supplémentaire pour la toute première installation d'un système de distribution de chaleur: CHF 1600.– + CHF 40.–/kW_{th} <p>Condition supplémentaire: la contribution financière est calculée pour une chaudière installée dont la puissance nominale s'élève à 50 W_{th} max. par m² SRE. Exemple: pour un bâtiment d'une SRE de 400 m² et équipé d'une chaudière d'une puissance nominale de 25 kW_{th}, la puissance prévue pour le calcul de la contribution sera limitée à 400 m² * 50 W/m² = 20 kW_{th}. Ce calcul correspond à la demande en chaleur pour le chauffage d'un bâtiment dont l'enveloppe bénéficie d'une isolation thermique moyenne.</p> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). ▪ Bonus visant à intensifier la promotion des rénovations complètes (cf. chap. 4.3). ▪ Bonus lorsque l'installation de production d'eau chaude est directement raccordée au système de chauffage (si non exigé par la loi) 	
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La limite de la plage de puissances a été calculée sur la base de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair), qui requiert des performances supérieures pour les installations dont la puissance calorifique dépasse 70 kW. ▪ Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires (A1: Données à collecter; A2/A3: Efficacité de la contribution financière; A4: Détermination des taux minimaux d'encouragement). 	

M-04: Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW		Programme de base: ✓
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Installation sans réseau de chauffage (aucune limite de puissance) ou installation avec réseau de chauffage dont la puissance calorifique s'élève jusqu'à 300 kW (les installations avec réseau de chauffage dont la puissance calorifique est supérieure à 300 kW sont encouragées avec la mesure M-18). ▪ L'installation remplace un chauffage fonctionnant au mazout ou au gaz naturel, ou un chauffage électrique fixe à résistance. ▪ Le recours dans les délais à QM Chauffages au bois doit être justifié. <small>Les conditions liées à l'application des standards QM (QMmini, QMstandard et QMstandard version simplifiée) sont définies en fonction de la taille des installations sur le site www.qmholzheizwerke.ch → QM Chauffages au bois → Attribution des projets</small> ▪ Installations avec rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC): seule la production de chaleur dépassant les exigences minimales énergétiques de la RPC et issue d'installations productrices d'électricité donne droit à une contribution (à justifier en fonction du projet considéré). 	
Référence	Puissance nominale chaudière en kW _{th} (puissance thermique nominale à la sortie de l'installation de production de chaleur)	
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jusqu'à 500 kW_{th}: CHF 180.-/kW_{th} ▪ A partir de 500 kW_{th}: CHF 40 000.- + CHF 100.-/kW_{th} ▪ Contribution supplémentaire pour la toute première installation d'un système de distribution de chaleur: CHF 1600.- + CHF 40.-/kW_{th} <p>Condition supplémentaire: la contribution financière est calculée pour une chaudière installée dont la puissance nominale s'élève à 50 W_{th} max. par m² SRE. <small>Exemple: pour un bâtiment d'une SRE de 2000 m² et équipé d'une chaudière d'une puissance nominale de 120 kW_{th}, la puissance prévue pour le calcul de la contribution sera limitée à 2000 m² * 50 W/m² = 100 kW_{th}. Ce calcul correspond à la demande en chaleur pour le chauffage d'un bâtiment dont l'enveloppe bénéficie d'une isolation thermique moyenne.</small></p> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). ▪ Bonus pour des installations équipées d'un système d'épuration des fumées avec récupération efficace de chaleur, d'un filtre électrostatique ou d'un filtre en tissu. ▪ Bonus visant à intensifier la promotion des rénovations complètes (cf. chap. 4.3). ▪ Bonus lorsque l'installation de production d'eau chaude est directement raccordée au système de chauffage (si non exigé par la loi). ▪ Bonus pour le raccordement simultané à un réseau de chaleur. 	
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La limite de la plage de puissances a été calculée sur la base de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair), qui requiert des performances supérieures pour les installations dont la puissance calorifique dépasse 70 kW. ▪ Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires (A1: Données à collecter; A2/A3: Efficacité de la contribution financière; A4: Détermination des taux minimaux d'encouragement). 	

2.3. Installation d'une pompe à chaleur

M-05: Pompe à chaleur air/eau		Programme de base: ✓
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seules les pompes à chaleur avec moteur électrique donnent droit à une contribution. ▪ L'installation doit être utilisée comme chauffage principal. ▪ L'installation remplace un chauffage fonctionnant au mazout ou au gaz naturel, ou un chauffage électrique fixe à résistance. ▪ Le PAC système-module (pompes à chaleur efficaces avec système) doit être installé, pour autant qu'il soit compatible avec la puissance thermique nominale installée (état en 2015: jusqu'à 15 kW_{th}). ▪ Le label de qualité international (reconnu en Suisse) ou national pour pompes à chaleur (si aucun PAC système-module) doit être fourni. ▪ La garantie de performance (accompagnant l'offre) de SuisseEnergie (si aucun PAC système-module) doit être fournie. ▪ A partir de 100 kW_{th}: mesure dans les règles de l'art de la consommation d'électricité et de la production de chaleur. 	
Référence	Puissance thermique nominale en kW _{th}	
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ CHF 1600.– + CHF 60.–/kW_{th} ▪ Contribution supplémentaire pour la toute première installation d'un système de distribution de chaleur: CHF 1600.– + CHF 40.–/kW_{th} <p>Condition supplémentaire: la contribution financière est calculée pour une puissance thermique nominale installée s'élevant à 50 W_{th} max. par m² SRE.</p> <p>Exemple: pour un bâtiment d'une SRE de 200 m² et équipé d'une pompe à chaleur d'une puissance thermique nominale de 15 kW_{th}, la puissance prévue pour le calcul de la contribution sera limitée à 200 m² * 50 W/m² = 10 kW_{th}. Ce calcul correspond à la demande en chaleur pour le chauffage d'un bâtiment dont l'enveloppe bénéficie d'une isolation thermique moyenne.</p> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). ▪ Bonus visant à intensifier la promotion des rénovations complètes (cf. chap. 4.3). ▪ Bonus lorsque l'installation de production d'eau chaude est directement raccordée au système de chauffage (si non exigé par la loi) 	
Remarques	Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires (A1: Données à collecter; A2/A3: Efficacité de la contribution financière; A4: Détermination des taux minimaux d'encouragement).	

M-06: Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau)		Programme de base: ✓
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seules les pompes à chaleur avec moteur électrique donnent droit à une contribution. ▪ Installation sans réseau de chauffage (aucune limite de puissance) ou installation avec réseau de chauffage dont la puissance thermique nominale s'élève jusqu'à 200 kW_{th} (les installations avec réseau de chauffage dont la puissance thermique est supérieure à 200 kW_{th} sont encouragées avec la mesure M-18). ▪ L'installation doit être utilisée comme chauffage principal. ▪ L'installation remplace un chauffage fonctionnant au mazout ou au gaz naturel, ou un chauffage électrique fixe à résistance. ▪ L'installation utilise une source de chaleur de meilleure qualité que l'air extérieur (chaleur du sous-sol, des eaux souterraines, des eaux de lac; chaleur issue d'un accumulateur de glace, etc.). ▪ Il est possible d'installer le PAC système-module (pompes à chaleur efficaces avec système), pour autant qu'il puisse être utilisé avec une puissance thermique nominale installée (état en 2015: jusqu'à 15 kW_{th}). ▪ Le label de qualité international (reconnu en Suisse) ou national pour pompes à chaleur (si aucun PAC système-module) doit être fourni. ▪ Pour les sondes géothermiques: label de qualité pour les entreprises de forage de sondes géothermiques. ▪ La garantie de performance (accompagnant l'offre) de SuisseEnergie (si aucun PAC système-module) doit être fournie. ▪ A partir de 100 kW_{th}: mesure dans les règles de l'art de la consommation d'électricité et de la production de chaleur. 	
Référence	Puissance thermique nominale en kW _{th}	
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jusqu'à 500 kW_{th}: CHF 2400.– + CHF 180.–/kW_{th} ▪ A partir de 500 kW_{th}: CHF 42 400.– + CHF 100.–/kW_{th} ▪ Contribution supplémentaire pour la toute première installation d'un système de distribution de chaleur: CHF 1600.– + CHF 40.–/kW_{th} <p>Condition supplémentaire: la contribution financière est calculée pour une puissance thermique nominale installée s'élevant à 50 W_{th} max. par m² SRE. Exemple: pour un bâtiment d'une SRE de 1000 m² et équipé d'une pompe à chaleur d'une puissance thermique nominale de 60 kW_{th}, la puissance prévue pour le calcul de la contribution sera limitée à 1000 m² * 50 W/m² = 50 kW_{th}. Ce calcul correspond à la demande en chaleur pour le chauffage d'un bâtiment dont l'enveloppe bénéficie d'une isolation thermique moyenne.</p> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). ▪ Bonus visant à intensifier la promotion des rénovations complètes (cf. chap. 4.3). ▪ Bonus lorsque l'installation de production d'eau chaude est directement raccordée au système de chauffage (si non exigé par la loi). ▪ Bonus pour le raccordement simultané à un réseau de chaleur. 	
Remarques	Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires (A1: Données à collecter; A2/A3: Efficacité de la contribution financière; A4: Détermination des taux minimaux d'encouragement).	

2.4. Raccordement à un réseau de chauffage

M-07: Raccordement à un réseau de chauffage		Programme de base: ✓
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'installation remplace un chauffage fonctionnant au mazout ou au gaz naturel, ou un chauffage électrique fixe à résistance. ▪ La chaleur obtenue doit provenir principalement des énergies renouvelables ou des rejets thermiques (part minimale à fixer par le canton). ▪ Les exploitants du réseau de chauffage mettent à disposition du canton les données nécessaires visant à éviter la comptabilisation à double (cf. ci-dessous). 	
Référence	Puissance de raccordement en kW	
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jusqu'à 500 kW: CHF 4000.– + CHF 20.–/kW ▪ A partir de 500 kW: CHF 9000.– + CHF 10.–/kW ▪ Contribution supplémentaire pour la toute première installation d'un système de distribution de chaleur: CHF 1600.– + CHF 40.–/kW <p>Condition supplémentaire: la contribution financière est calculée pour une puissance de raccordement s'élevant à 50 W max. par m² SRE.</p> <p>Exemple: pour un bâtiment d'une SRE de 600 m² et équipé d'un raccordement au réseau de chauffage d'une puissance de 35 kW, la puissance prévue pour le calcul de la contribution sera limitée à 600 m² * 50 W/m² = 30 kW.</p> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). ▪ Bonus visant à intensifier la promotion des rénovations complètes (cf. chap. 4.3). ▪ Bonus lorsque l'installation de production d'eau chaude est directement raccordée au système de chauffage (si non exigé par la loi). 	
Remarques	Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires.	
<p>Pour toutes explications concernant les valeurs de référence, la manière d'éviter la comptabilisation à double, le calcul des contributions d'encouragement et l'élaboration du rapport, se référer à la fiche d'information «Encouragement des projets de réseau de chaleur de proximité ou à distance dans le cadre du ModEnHa 2015» (OFEN)</p> <p>Informations à communiquer impérativement par les exploitants du réseau de chauffage afin d'éviter la comptabilisation à double</p> <p>→ En cas de questions ou d'incertitudes, veuillez contacter le Secrétariat Compensation OFEV/OFEN, à l'adresse kop-ch@bafu.admin.ch</p> <p>L'exploitant du réseau de chauffage fournit au canton les deux indications suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ proportion de chaleur livrée dans la zone d'alimentation concernée, qui provient des énergies renouvelables et/ou des rejets de chaleur. ▪ proportion de chaleur livrée dans la zone d'alimentation concernée, qui est revendiquée par d'autres acteurs impliqués directement ou indirectement dans le projet pour leur permettre de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO₂. Acteurs à prendre en considération (situation en 2015; liste non exhaustive): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Le canton (le réseau de chauffage ou l'installation de production de chaleur ont-ils déjà été encouragés financièrement à un autre moment?) ▪ L'UIOM (la quantité de chaleur est-elle prise en compte dans le cadre de la convention d'objectifs entre l'ASED et l'OFEV?) ▪ Les projets ayant pour objectif la réduction des émissions de CO₂ en Suisse et les projets de compensation (la quantité de chaleur est-elle prise en compte dans les objectifs liés à l'obligation de compensation que doivent remplir les importateurs de carburants, voire dans le cadre d'une demande de certificat auprès de l'OFEV?) ▪ Les entreprises soumises à un engagement de réduction (la quantité de chaleur est-elle prise en compte dans les conditions relatives à la restitution de la taxe sur le CO₂?) ou à un système d'échange de quotas d'émission (la quantité de chaleur mène-t-elle, pour les entreprises participant au SEQE, à une augmentation de l'attribution de droits d'émission?) 		

2.5. Installation de capteurs solaires

M-08: Capteurs solaires		Programme de base: ✓
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il s'agit d'une nouvelle installation ou de l'extension d'une installation existante (et non d'un simple remplacement des capteurs solaires) sur des bâtiments existants (et non d'une installation sur une nouvelle construction). ▪ Donnent droit à une contribution les capteurs qui sont répertoriés sur www.kollektorliste.ch (principalement ceux qui disposent de la certification Solar Keymark et ont passé les tests prévus par les normes EN 12975-1/-2 ou EN 12975-1 resp. ISO 9806) ▪ La garantie de performance validée (GPV) de Swissolar/SuisseEnergie doit être fournie. ▪ La puissance thermique nominale des capteurs doit s'élever au minimum à 2 kW (dans le cas d'une extension de l'installation, la puissance thermique nominale supplémentaire des capteurs doit s'élever à 2 kW). ▪ Un suivi actif de l'installation selon les prescriptions de Swissolar doit avoir lieu pour les installations dont la puissance thermique nominale des capteurs est supérieure à 20 kW. ▪ Les capteurs à air, les séchoirs à foin et les installations de chauffage de piscines ne donnent pas droit à une contribution. 	
Référence	Puissance thermique nominale des capteurs solaires en kW (s'agissant de l'extension d'une installation: puissance thermique nominale supplémentaire des capteurs par rapport à la puissance fournie avant la mesure).	
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015: contribution de base de CHF 1200.– + CHF 500.–/kW</p> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement minimal). ▪ Bonus visant à intensifier la promotion des rénovations complètes (cf. chap. 4.3). ▪ Bonus pour l'installation de capteurs solaires de production d'eau chaude sanitaire dans des grands bâtiments: augmentation de 50% du taux de contribution lorsque la puissance thermique nominale est inférieure à 5 W/m² de SRE. ▪ Bonus pour le suivi actif selon les prescriptions de Swissolar d'une installation dont la puissance est inférieure à 20 kW (sous la forme d'une augmentation de 10% de la contribution en fonction des performances de l'installation). ▪ Bonus pour les installations de production d'eau chaude sanitaire préfabriquées, avec capteurs conformes au certificat Solar Keymark selon la norme EN 12976-1/-2 (sous la forme d'un montant forfaitaire, p. ex. CHF 500.–). ▪ Bonus pour les installations sur mesure, avec capteurs conformes au certificat Solar Keymark selon la norme EN 12977-1/-2 (sous la forme d'un montant forfaitaire, p. ex. CHF 1000.–). 	
Re-marques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La liste des capteurs solaires autorisés ainsi que les mentions relatives à la puissance thermique nominale des capteurs est disponible sur le site de Swissolar, à l'adresse www.kollektorliste.ch. ▪ Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires (A1: Données à collecter; A2/A3: Efficacité de la contribution financière; A4: Détermination des taux minimaux d'encouragement). 	
<p>Nouvelle unité de référence: puissance thermique nominale de l'installation solaire en kW</p> <p>Selon la révision de la norme ISO9806:2013 relative aux capteurs, la seule surface de référence indiquée est désormais la surface brute des capteurs (la surface d'absorption ou le champ d'ouverture ne sont plus mentionnés). La surface brute n'est toutefois pas une unité de référence adaptée pour déterminer l'encouragement, car elle ne permet pas de mesurer le rendement énergétique du capteur. On utilise donc comme nouvelle référence la « puissance nominale » d'une installation solaire (en kW) publiée par Swissolar (Swissolar 2014b). Celle-ci représente, indépendamment du type de capteurs et de la surface nécessaire, la capacité de production d'une installation solaire. Il est ainsi possible de caractériser, grâce à une valeur chiffrée précise, les capteurs de plus faible puissance, moins chers et nécessitant une plus grande surface et ceux, de plus forte puissance et plus chers. Au niveau de l'encouragement, cette unité de référence permet de garantir qu'une contribution plus élevée est octroyée à une installation ayant un meilleur rendement énergétique.</p>		

2.6. Installation de la ventilation dans les habitations

M-09: Ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur		Programme de base: ✕
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Donnent droit à une contribution les nouvelles installations sur des bâtiments existants (et non d'une installation sur une nouvelle construction). ▪ Seuls les appareils avec amenée d'air, évacuation de l'air vicié et récupération de chaleur sont encouragés financièrement. ▪ Renouvellement de l'air approprié (p. ex. 0,3 à 0,6). ▪ Taux de récupération de chaleur $\geq 70\%$. ▪ Puissance spécifique de débit $\leq 0,42 \text{ W/ (m}^3/\text{h)}$. ▪ Les exigences du cahier technique SIA 2023 doivent être respectées. 	
Référence	Nombre d'unités d'habitation	
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015: Forfait de CHF 2400.– par unité d'habitation</p> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). ▪ Bonus visant à intensifier la promotion des rénovations complètes (cf. chap. 4.3). 	
Remarques	Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires (A1: Données à collecter; A2/A3: Efficacité de la contribution financière; A4: Détermination des taux minimaux d'encouragement).	

3. Rénovation du bâtiment en plusieurs grandes étapes

3.1. Amélioration de la classe d'efficacité CECB

M-10: Amélioration de la classe CECB pour l'enveloppe et pour l'efficacité éner. globale		Programme de base: ✓																									
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Donnent droit à une contribution les bâtiments ayant obtenu l'autorisation de construire avant 2000. ▪ Uniquement pour les bâtiments pour lesquels il est possible d'établir un certificat CECB (option pour les autres bâtiments M-11). ▪ La condition déterminante est l'amélioration de la classe d'efficacité CECB pour l'enveloppe du bâtiment <u>et</u> pour l'efficacité énergétique globale (p.ex. dans le cas d'une amélioration de 3 classes pour l'enveloppe du bâtiment et d'une amélioration de 4 classes pour l'efficacité énergétique globale → l'amélioration de 3 classes prévaut comme condition déterminante) ▪ Une combinaison avec les contributions d'encouragement pour les éléments de l'enveloppe (M-01), pour des installations uniques (M-02 à M-09) ou pour des rénovations complètes (M-12, M-13) n'est pas possible. ▪ Le certificat CECB Plus doit être fourni avant le début des travaux. ▪ Le versement de la contribution a lieu sur présentation du certificat CECB après la fin des travaux (jusqu'à maximum trois ans après remise du formulaire de demande de contribution). 																										
Référence	Surface de référence énergétique (SRE) en m ²																										
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Amélioration</th> <th>Maison individuelle</th> <th>Immeuble collectif</th> <th>Bâtiment non-habitat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+ 2 classes</td> <td>CHF 50.-/m² SRE</td> <td>CHF 30.-/m² SRE</td> <td>CHF 20.-/m² SRE</td> </tr> <tr> <td>+ 3 classes</td> <td>CHF 75.-/m² SRE</td> <td>CHF 45.-/m² SRE</td> <td>CHF 30.-/m² SRE</td> </tr> <tr> <td>+ 4 classes</td> <td>CHF 100.-/m² SRE</td> <td>CHF 60.-/m² SRE</td> <td>CHF 40.-/m² SRE</td> </tr> <tr> <td>+ 5 classes</td> <td>CHF 130.-/m² SRE</td> <td>CHF 70.-/m² SRE</td> <td>CHF 50.-/m² SRE</td> </tr> <tr> <td>+ 6 classes</td> <td>CHF 155.-/m² SRE</td> <td>CHF 90.-/m² SRE</td> <td>CHF 65.-/m² SRE</td> </tr> </tbody> </table> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). ▪ Bonus visant à intensifier la promotion des rénovations complètes (cf. chap. 4.3). ▪ Contribution supplémentaire pour la toute première installation d'un système de distribution de chaleur (pour information: les investissements supplémentaires nécessaires peuvent atteindre env. CHF 25.-/m² SRE pour les maisons individuelles et env. CHF 10/m² SRE pour les immeubles collectifs, selon leur taille). 			Amélioration	Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat	+ 2 classes	CHF 50.-/m ² SRE	CHF 30.-/m ² SRE	CHF 20.-/m ² SRE	+ 3 classes	CHF 75.-/m ² SRE	CHF 45.-/m ² SRE	CHF 30.-/m ² SRE	+ 4 classes	CHF 100.-/m ² SRE	CHF 60.-/m ² SRE	CHF 40.-/m ² SRE	+ 5 classes	CHF 130.-/m ² SRE	CHF 70.-/m ² SRE	CHF 50.-/m ² SRE	+ 6 classes	CHF 155.-/m ² SRE	CHF 90.-/m ² SRE	CHF 65.-/m ² SRE
Amélioration	Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat																								
+ 2 classes	CHF 50.-/m ² SRE	CHF 30.-/m ² SRE	CHF 20.-/m ² SRE																								
+ 3 classes	CHF 75.-/m ² SRE	CHF 45.-/m ² SRE	CHF 30.-/m ² SRE																								
+ 4 classes	CHF 100.-/m ² SRE	CHF 60.-/m ² SRE	CHF 40.-/m ² SRE																								
+ 5 classes	CHF 130.-/m ² SRE	CHF 70.-/m ² SRE	CHF 50.-/m ² SRE																								
+ 6 classes	CHF 155.-/m ² SRE	CHF 90.-/m ² SRE	CHF 65.-/m ² SRE																								
Remarques	Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires (A1: Données à collecter; A2/A3: Efficacité de la contribution financière; A4: Détermination des taux minimaux d'encouragement).																										

3.2. Réduction des besoins de chaleur et des besoins en énergie pour le chauffage

M-11: Réduction des besoins de chaleur et des besoins en énergie pour le chauffage		Programme de base: ✓																									
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> Donnent droit à une contribution les bâtiments ayant obtenu l'autorisation de construire avant 2000. La condition déterminante est la réduction des besoins de chaleur pour le chauffage (q_h) <u>et</u> des besoins en énergie pour le chauffage (e_h) provenant de chauffages fonctionnant au mazout, au gaz naturel, à l'électricité ou grâce à la chaleur à distance (valeur e_h issue des énergies précitées, non pondérée). P.ex. dans le cas d'une amélioration de 3 classes des besoins de chaleur pour le chauffage selon le classement ci-dessous, et d'une amélioration de 4 classes des besoins en énergie pour le chauffage provenant de chauffages fonctionnant au mazout, au gaz naturel, à l'électricité ou grâce à la chaleur à distance → l'amélioration de 3 classes prévaut comme condition déterminante. Une combinaison avec les contributions d'encouragement pour les éléments de l'enveloppe (M-01), pour des installations uniques (M-02 à M-09) ou pour des rénovations complètes (M-12, M-13) n'est pas possible. Le calcul dans les règles de l'art des besoins de chaleur et des besoins en énergie pour le chauffage conformément aux normes SIA doit être effectué avant le début et après la fin des travaux. Le versement de la contribution a lieu sur présentation du calcul des besoins de chaleur et des besoins en énergie pour le chauffage après la fin des travaux (jusqu'à maximum trois ans après remise du formulaire de demande de contribution). 																										
Référence	Surface de référence énergétique (SRE) en m^2																										
Taux de contribution Dépend de l'amélioration de classe pour les besoins de chaleur <u>et</u> les besoins en énergie pour le chauffage. P.ex. dans le cas d'une amélioration de 3 classes des besoins de chaleur pour le chauffage et d'une amélioration de 4 classes des besoins en énergie pour le chauffage provenant de chauffages fonctionnant au mazout, au gaz naturel, à l'électricité ou grâce à la chaleur à distance → l'amélioration de 3 classes prévaut comme condition déterminante.	Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Réduction</th> <th>Maison individuelle</th> <th>Immeuble collectif</th> <th>Bâtiment non-habitat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 classes</td> <td>CHF 50.-/m² SRE</td> <td>CHF 30.-/m² SRE</td> <td>CHF 20.-/m² SRE</td> </tr> <tr> <td>3 classes</td> <td>CHF 75.-/m² SRE</td> <td>CHF 45.-/m² SRE</td> <td>CHF 30.-/m² SRE</td> </tr> <tr> <td>4 classes</td> <td>CHF 100.-/m² SRE</td> <td>CHF 60.-/m² SRE</td> <td>CHF 40.-/m² SRE</td> </tr> <tr> <td>5 classes</td> <td>CHF 130.-/m² SRE</td> <td>CHF 70.-/m² SRE</td> <td>CHF 50.-/m² SRE</td> </tr> <tr> <td>6 classes</td> <td>CHF 155.-/m² SRE</td> <td>CHF 90.-/m² SRE</td> <td>CHF 65.-/m² SRE</td> </tr> </tbody> </table> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement. Bonus visant à intensifier la promotion des rénovations complètes (cf. chap. 4.3). Contribution supplémentaire pour la toute première installation d'un système de distribution de chaleur. 			Réduction	Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat	2 classes	CHF 50.-/m ² SRE	CHF 30.-/m ² SRE	CHF 20.-/m ² SRE	3 classes	CHF 75.-/m ² SRE	CHF 45.-/m ² SRE	CHF 30.-/m ² SRE	4 classes	CHF 100.-/m ² SRE	CHF 60.-/m ² SRE	CHF 40.-/m ² SRE	5 classes	CHF 130.-/m ² SRE	CHF 70.-/m ² SRE	CHF 50.-/m ² SRE	6 classes	CHF 155.-/m ² SRE	CHF 90.-/m ² SRE	CHF 65.-/m ² SRE
Réduction	Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat																								
2 classes	CHF 50.-/m ² SRE	CHF 30.-/m ² SRE	CHF 20.-/m ² SRE																								
3 classes	CHF 75.-/m ² SRE	CHF 45.-/m ² SRE	CHF 30.-/m ² SRE																								
4 classes	CHF 100.-/m ² SRE	CHF 60.-/m ² SRE	CHF 40.-/m ² SRE																								
5 classes	CHF 130.-/m ² SRE	CHF 70.-/m ² SRE	CHF 50.-/m ² SRE																								
6 classes	CHF 155.-/m ² SRE	CHF 90.-/m ² SRE	CHF 65.-/m ² SRE																								
Remarques	Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires.																										
Classement Réduction des besoins de chaleur et d'énergie pour le chauffage en %	Δq_h	Δe_h	<u>Note:</u> Le programme d'encouragement cantonal propose soit des contributions par classe, tel que décrit dans le présent document, soit des contributions continues (par % réduction des besoins de chaleur et d'énergie pour le chauffage, en respectant les limites inférieures du taux d'encouragement définies).																								
	2 classes	-25%	-30%																								
	3 classes	-35%	-45%																								
	4 classes	-50%	-60%																								
	5 classes	-60%	-75%																								
	6 classes	-70%	-90%																								

4. Rénovation complète du bâtiment sans étape

4.1. Rénovation complète avec certificat Minergie

M-12: Rénovation complète avec certificat Minergie (sans étape)		Programme de base: ✓																	
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> Donnent droit à une contribution les bâtiments ayant obtenu l'autorisation de construire avant 2000. Le certificat Minergie ou Minergie-P doit être fourni (avec ou sans la certification supplémentaire «Eco», avec ou sans la certification supplémentaire Minergie-A). Une combinaison avec les contributions d'encouragement pour les éléments de l'enveloppe (M-01), pour des installations uniques (M-02 à M-09) ou pour des rénovations du bâtiment en plusieurs grandes étapes (M-10, M-11) n'est pas possible. 																		
Référence	Surface de référence énergétique (SRE) en m ²																		
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Standard atteint:</th> <th>Maison individuelle</th> <th>Immeuble collectif</th> <th>Bâtiment non-habitat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Minergie(-A)</td> <td>CHF 100.-/m² SRE</td> <td>CHF 60.-/m² SRE</td> <td>CHF 40.-/m² SRE</td> </tr> <tr> <td>Minergie-P(-A)</td> <td>CHF 155.-/m² SRE</td> <td>CHF 90.-/m² SRE</td> <td>CHF 65.-/m² SRE</td> </tr> <tr> <td>Contribution supplémentaire «Eco»</td> <td>CHF 5.-/m² SRE</td> <td>CHF 5.-/m² SRE</td> <td>CHF 5.-/m² SRE</td> </tr> </tbody> </table> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). Contribution supplémentaire pour la toute première installation d'un système de distribution de chaleur (pour information: les investissements supplémentaires nécessaires peuvent atteindre env. CHF 25.-/m² SRE pour les maisons individuelles et env. CHF 10/m² SRE pour les immeubles collectifs, selon leur taille). 			Standard atteint:	Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat	Minergie(-A)	CHF 100.-/m ² SRE	CHF 60.-/m ² SRE	CHF 40.-/m ² SRE	Minergie-P(-A)	CHF 155.-/m ² SRE	CHF 90.-/m ² SRE	CHF 65.-/m ² SRE	Contribution supplémentaire «Eco»	CHF 5.-/m ² SRE	CHF 5.-/m ² SRE	CHF 5.-/m ² SRE
Standard atteint:	Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat																
Minergie(-A)	CHF 100.-/m ² SRE	CHF 60.-/m ² SRE	CHF 40.-/m ² SRE																
Minergie-P(-A)	CHF 155.-/m ² SRE	CHF 90.-/m ² SRE	CHF 65.-/m ² SRE																
Contribution supplémentaire «Eco»	CHF 5.-/m ² SRE	CHF 5.-/m ² SRE	CHF 5.-/m ² SRE																
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> Si l'on souhaite éviter de trop privilégier les bâtiments bénéficiant d'une bonne situation de départ (p. ex. bâtiments à étages ou constructions partiellement rénovées) par les contributions octroyées dans le cadre de rénovations complètes sans étape, il est possible de limiter la mesure M-12, p. ex., aux bâtiments qui peuvent attester d'un besoin de chaleur pour le chauffage avant rénovation comparativement plus élevé (détermination d'une limite inférieure pour le besoin en chaleur ou par rapport à la classification CECB). Les bâtiments bénéficiant d'une meilleure situation de départ pour ce qui est de la qualité énergétique ne seront p.ex. encouragés financièrement que par le biais des mesures M-10 et/ou M-11, pour lesquelles la contribution financière se calcule en fonction de l'amélioration énergétique effective qui a été atteinte. Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires (A1: Données à collecter; A2/A3: Efficacité de la contribution financière; A4: Détermination des taux minimaux d'encouragement). 																		

4.2. Rénovation complète avec CECB

M-13: Rénovation complète avec CECB (sans étape)		Programme de base: ✓													
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Donnent droit à une contribution les bâtiments ayant obtenu l'autorisation de construire avant 2000. ▪ Seulement pour les bâtiments pouvant disposer d'un CECB. ▪ Il faut attester de la classe d'efficacité CECB C ou B pour l'enveloppe du bâtiment <u>et</u> de la classe d'efficacité CECB B ou A pour l'efficacité énergétique globale. ▪ Une combinaison avec les contributions d'encouragement pour les éléments de l'enveloppe (M-01), pour des installations uniques (M-02 à M-09) ou pour des rénovations du bâtiment en plusieurs grandes étapes (M-10, M-11) n'est pas possible. ▪ Le certificat CECB Plus doit être fourni avant le début des travaux. 														
Référence	Surface de référence énergétique (SRE) en m ²														
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Standard atteint:</th> <th style="text-align: center;">Maison individuelle</th> <th style="text-align: center;">Immeuble collectif</th> <th style="text-align: center;">Bâtiment non-habitat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CECB enveloppe du bâtiment C, efficacité énergétique globale B</td> <td style="text-align: center;">CHF 90.-/m² SRE</td> <td style="text-align: center;">CHF 50.-/m² SRE</td> <td style="text-align: center;">CHF 35.-/m² SRE</td> </tr> <tr> <td>CECB enveloppe du bâtiment B, efficacité énergétique globale A</td> <td style="text-align: center;">CHF 140.-/m² SRE</td> <td style="text-align: center;">CHF 80.-/m² SRE</td> <td style="text-align: center;">CHF 60.-/m² SRE</td> </tr> </tbody> </table> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement de base, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). ▪ Contribution supplémentaire pour la toute première installation d'un système de distribution de chaleur (pour information: les investissements supplémentaires nécessaires peuvent atteindre env. CHF 25.-/m² SRE pour les maisons individuelles et env. CHF 10/m² SRE pour les immeubles collectifs, selon leur taille). 			Standard atteint:	Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat	CECB enveloppe du bâtiment C, efficacité énergétique globale B	CHF 90.-/m ² SRE	CHF 50.-/m ² SRE	CHF 35.-/m ² SRE	CECB enveloppe du bâtiment B, efficacité énergétique globale A	CHF 140.-/m ² SRE	CHF 80.-/m ² SRE	CHF 60.-/m ² SRE
Standard atteint:	Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat												
CECB enveloppe du bâtiment C, efficacité énergétique globale B	CHF 90.-/m ² SRE	CHF 50.-/m ² SRE	CHF 35.-/m ² SRE												
CECB enveloppe du bâtiment B, efficacité énergétique globale A	CHF 140.-/m ² SRE	CHF 80.-/m ² SRE	CHF 60.-/m ² SRE												
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si l'on souhaite éviter de trop privilégier les bâtiments bénéficiant d'une bonne situation de départ (p. ex. bâtiments à étages ou constructions partiellement rénovées) par les contributions octroyées dans le cadre de rénovations complètes sans étape, il est possible de limiter la mesure M-13, p. ex., aux bâtiments qui peuvent attester d'un besoin de chaleur pour le chauffage avant rénovation comparativement plus élevé (détermination d'une limite inférieure pour le besoin en chaleur ou par rapport à la classification CECB). Les bâtiments bénéficiant d'une meilleure situation de départ pour ce qui est de la qualité énergétique ne seront p.ex. encouragés financièrement que par le biais des mesures M-10 et/ou M-11, pour lesquelles la contribution financière se calcule en fonction de l'amélioration énergétique effective qui a été atteinte. ▪ Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires (A1: Données à collecter; A2/A3: Efficacité de la contribution financière; A4: Détermination des taux minimaux d'encouragement). 														

4.3. Bonus pour une rénovation complète

M-14: Bonus pour l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment		Programme de base: ✕
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il s'agit d'une contribution supplémentaire pour la rénovation de bâtiment avec mesures ponctuelles, selon la mesure M-01, et pour la rénovation de bâtiment en plusieurs grandes étapes, selon les mesures M-10 et M-11. ▪ Une combinaison avec le bonus pour l'efficacité énergétique globale (M-15) n'est pas possible. ▪ Il existe trois variantes possibles de la condition relative à la qualité énergétique de l'enveloppe du bâtiment: <ul style="list-style-type: none"> ▪ V1: au moins 90% des surfaces principales du bâtiment (façades et toit, hors murs et sol contre terre) sont isolées conformément aux exigences de la mesure M-01. ▪ V2: après rénovation, le bâtiment présente une classe d'efficacité CECB C ou B au niveau de l'enveloppe du bâtiment. ▪ V3: le besoin en chaleur du bâtiment se situe sous la valeur limite de 150% du seuil fixé pour les besoins de chaleur pour le chauffage des nouvelles constructions selon le MoPEC 2014. 	
Référence	Valeur en m ² des éléments de construction isolés (V1) resp. valeur en m ² de la surface de référence énergétique SRE (V2, V3)	
Taux de contr.	A fixer par le canton.	
Remarques	Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires. Cette seule mesure bonus n'est pas soumise à un effet d'encouragement supplémentaire en référence à un projet précis. L'effet d'encouragement d'un projet unique résulte des mesures M-01 à M-09 resp. M-10 ou M-11 – le bonus ne fait que stimuler la demande; l'effet du bonus s'illustre à travers un plus grand nombre de rénovations complètes de bâtiments.	

M-15: Bonus pour l'efficacité énergétique globale		Programme de base: ✕
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il s'agit d'une contribution supplémentaire pour la rénovation de bâtiment avec mesures ponctuelles, selon les mesures M-01 à M-09, et pour la rénovation de bâtiment en plusieurs grandes étapes, selon les mesures M-10 et M-11. ▪ Une combinaison avec le bonus pour l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment (M-14) n'est pas possible. ▪ Il existe quatre variantes possibles de la condition relative à la qualité énergétique du bâtiment: <ul style="list-style-type: none"> ▪ V1: au moins 90% de l'ensemble des surfaces principales du bâtiment (façades et toit, hors murs et sol contre terre) sont isolées conformément aux exigences de la mesure M-01 et une mesure (entre M02 et M08) a été mise en œuvre pour la production de chaleur. ▪ V2: après rénovation, le bâtiment présente une classe d'efficacité CECB C ou B de l'enveloppe du bâtiment et une classe d'efficacité CECB B ou A pour l'efficacité énergétique globale. ▪ V3: le besoin en chaleur du bâtiment se situe sous la valeur limite de 150% du seuil fixé pour les besoins de chaleur pour le chauffage des nouvelles constructions selon le MoPEC 2014 et le système de chauffage n'est plus alimenté par des énergies fossiles ou par un chauffage principal électrique direct. ▪ V4: Le bâtiment est certifié Minergie ou Minergie-P. 	
Référence	Valeur en m ² des éléments de construction isolés (V1) resp. valeur en m ² de la surface de référence énergétique SRE (V2, V3, V4)	
Taux de contr.	A fixer par le canton.	
Remarques	Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires. Cette seule mesure bonus n'est pas soumise à un effet d'encouragement supplémentaire en référence à un projet précis. L'effet d'encouragement d'un projet unique résulte des mesures M-01 à M-09 resp. M-10 ou M-11 – le bonus ne fait que stimuler la demande; l'effet du bonus s'illustre à travers un plus grand nombre de rénovations complètes de bâtiments.	

5. Nouvelles constructions

5.1. Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement Minergie-P

M-16: Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement Minergie-P		Programme de base: ✕													
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	Il faut attester du standard Minergie-P (avec ou sans la certification supplémentaire «Eco», avec ou sans la certification supplémentaire selon Minergie-A).														
Référence	Surface de référence énergétique (SRE) en m ²														
Taux de contribution	Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Maison individuelle</th> <th>Immeuble collectif</th> <th>Bâtiment non-habitat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Minergie-P(-A)</td> <td>CHF 75.-/m² SRE</td> <td>CHF 40.-/m² SRE</td> <td>CHF 30.-/m² SRE</td> </tr> <tr> <td>Contribution supplémentaire «Eco»</td> <td>CHF 5.-/m² SRE</td> <td>CHF 5.-/m² SRE</td> <td>CHF 5.-/m² SRE</td> </tr> </tbody> </table> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement minimal, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). ▪ Bonus visant à intensifier la promotion des nouvelles constructions Minergie-P-A. 				Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat	Minergie-P(-A)	CHF 75.-/m ² SRE	CHF 40.-/m ² SRE	CHF 30.-/m ² SRE	Contribution supplémentaire «Eco»	CHF 5.-/m ² SRE	CHF 5.-/m ² SRE	CHF 5.-/m ² SRE
	Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat												
Minergie-P(-A)	CHF 75.-/m ² SRE	CHF 40.-/m ² SRE	CHF 30.-/m ² SRE												
Contribution supplémentaire «Eco»	CHF 5.-/m ² SRE	CHF 5.-/m ² SRE	CHF 5.-/m ² SRE												
Remarques	Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires.														

5.2. Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement avec CECB A/A

M-17: Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement avec CECB A/A		Programme de base: ✕									
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	Il faut attester de la classe d'efficacité CECB A pour l'enveloppe du bâtiment <u>et</u> pour l'efficacité énergétique globale.										
Référence	Surface de référence énergétique (SRE) en m ²										
Taux de contribution	Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Maison individuelle</th> <th>Immeuble collectif</th> <th>Bâtiment non-habitat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CECB enveloppe du bâtiment A, efficacité énergétique globale A</td> <td>CHF 65.-/m² SRE</td> <td>CHF 35.-/m² SRE</td> <td>CHF 25.-/m² SRE</td> </tr> </tbody> </table> <p>Options pour augmenter le taux d'encouragement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour stimuler simplement la demande: augmentation du taux d'encouragement par rapport au taux d'encouragement minimal, sans conditions supplémentaires pour l'octroi de contribution d'encouragement (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base). ▪ Bonus pour la mise en place d'une ventilation contrôlée incluant un justificatif de l'étanchéité à l'air du bâtiment. 				Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat	CECB enveloppe du bâtiment A, efficacité énergétique globale A	CHF 65.-/m ² SRE	CHF 35.-/m ² SRE	CHF 25.-/m ² SRE
	Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat								
CECB enveloppe du bâtiment A, efficacité énergétique globale A	CHF 65.-/m ² SRE	CHF 35.-/m ² SRE	CHF 25.-/m ² SRE								
Remarques	Se référer aux annexes pour toutes informations complémentaires.										

6. Projets de réseau de chauffage

M-18: Nouvelle construction/extension du réseau de chaleur, nouvelle construction/extension de l'installation de production de chaleur		Programme de base: ✕												
Conditions relatives aux contributions d'encouragement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il existe trois conditions fondamentales: <ol style="list-style-type: none"> 1. Le nouveau réseau/l'extension du réseau (réseau de chauffage ou d'énergie) ou la nouvelle installation/l'extension de l'installation de production de chaleur (chauffage au bois, pompe à chaleur, capteurs solaires etc.) engendre la distribution d'un supplément de chaleur issue des énergies renouvelables ou des rejets thermiques par rapport à la situation initiale, c'est-à-dire avant modification (le seul remplacement d'une installation, sans extension, ne donne pas droit à une contribution). 2. La chaleur supplémentaire distribuée est utilisée pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire (la chaleur industrielle ne donne pas droit à une contribution). 3. La distribution de chaleur s'effectue dans des bâtiments existants (la distribution de chaleur dans les nouvelles constructions ne donne droit à aucune contribution). ▪ Le recours dans les délais à QM Chauffages au bois doit être justifié (www.qmholzheizwerke.ch). ▪ Installations avec rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC): seule la production de chaleur dépassant les exigences minimales énergétiques de la RPC et issue d'installations productrices d'électricité donne droit à une contribution (à justifier en fonction du projet considéré). ▪ Les exploitants du réseau de chauffage mettent à disposition du canton les données nécessaires visant à éviter la comptabilisation à double (cf. ci-dessous). 													
Unité de référence	<p>L'unité de référence en MWh/an (valeur de planification conformément au dimensionnement de l'installation) doit être déterminée par l'exploitant du réseau de chauffage et clairement documentée:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>nouvelle construction / extension du réseau de chaleur</u>: chaleur issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur distribuée dans les bâtiments (nette, sans pertes de réseau), dans lesquels le raccordement à un réseau de chaleur remplace un chauffage à mazout, à gaz ou électrique. ▪ <u>nouvelle construction / extension de la centrale de production de chaleur</u>: chaleur supplémentaire livrée aux bâtiments existants (nette, sans perte de réseau) issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur par rapport à l'état avant la nouvelle construction / l'extension de la centrale de production de chaleur. 													
Taux de contribution	<p>Taux d'encouragement minimal ModEnHa 2015:</p> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Nouvelle construction / extension du réseau de chaleur ou d'énergie</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Nouvelle construction / extension de l'installation de production de chaleur</td> </tr> <tr> <td>Financement à double M-07/M-18?</td> <td style="text-align: center;">CHF 150.–/(MWh/a)</td> <td style="text-align: center;">CHF 130.–/(MWh/a)</td> </tr> <tr> <td>Sans financement à double</td> <td style="text-align: center;">CHF 40.–/(MWh/a)</td> <td style="text-align: center;">CHF 130.–/(MWh/a)</td> </tr> <tr> <td>Avec financement à double</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>«Financement à double M-07/M-18»: pour un même réseau, le canton verse des contributions à la fois au maître d'ouvrage dont le bâtiment doit être raccordé (M-07) et à l'exploitant du réseau de chauffage (M-18). Détermination des taux minimaux d'encouragement: voir annexe A4.</p> <p>Option pour augmenter le taux d'encouragement (pour stimuler simplement la demande): augmentation du taux d'encouragement sans conditions supplémentaires (p. ex. augmentation d'un tiers du taux d'encouragement de base).</p>			Nouvelle construction / extension du réseau de chaleur ou d'énergie	Nouvelle construction / extension de l'installation de production de chaleur	Financement à double M-07/M-18?	CHF 150.–/(MWh/a)	CHF 130.–/(MWh/a)	Sans financement à double	CHF 40.–/(MWh/a)	CHF 130.–/(MWh/a)	Avec financement à double		
	Nouvelle construction / extension du réseau de chaleur ou d'énergie	Nouvelle construction / extension de l'installation de production de chaleur												
Financement à double M-07/M-18?	CHF 150.–/(MWh/a)	CHF 130.–/(MWh/a)												
Sans financement à double	CHF 40.–/(MWh/a)	CHF 130.–/(MWh/a)												
Avec financement à double														
Remarques	Se référer aux annexes A1 à A4 pour toutes informations complémentaires.													
<p>Pour toutes explications concernant les valeurs de référence, la manière d'éviter la comptabilisation à double, le calcul des contributions d'encouragement et l'élaboration du rapport, se référer à la fiche d'information «Encouragement des projets de réseau de chaleur de proximité ou à distance dans le cadre du ModEnHa 2015» (OFEN)</p>														

Informations à communiquer impérativement par les exploitants du réseau de chauffage afin d'éviter la comptabilisation à double

→ En cas de questions ou d'incertitudes, veuillez contacter le Secrétariat Compensation OFEV/OFEN, à l'adresse kop-ch@bafu.admin.ch

Si des acteurs directs ou indirects prennent part au projet et remplissent de ce fait des objectifs et obligations conformément à la loi sur le CO₂, un justificatif doit être établi par l'exploitant du réseau de chauffage: il doit contenir les quantités de chaleur déclarées et revendiquées par les acteurs impliqués. Acteurs à prendre en considération (situation en 2015; liste non exhaustive):

- Le canton (le réseau de chauffage ou l'installation de production de chaleur ont-ils déjà été encouragés financièrement à un autre moment?)
- L'UIOM (la quantité de chaleur est-elle prise en compte dans le cadre de la convention d'objectifs entre l'ASED et l'OFEV?)
- Les projets ayant pour objectif la réduction des émissions de CO₂ en Suisse et les projets de compensation (la quantité de chaleur est-elle prise en compte dans les objectifs liés à l'obligation de compensation que doivent remplir les importateurs de carburants, voire dans le cadre d'une demande de certificat auprès de l'OFEV?)
- Les entreprises soumises à un engagement de réduction (la quantité de chaleur est-elle prise en compte dans les conditions relatives à la restitution de la taxe sur le CO₂?) ou à un système d'échange de quotas d'émission (la quantité de chaleur mène-t-elle, pour les entreprises participant au SEQE, à une augmentation de l'attribution de droits d'émission?)

Annexe

A1. Données à collecter

L'annexe A1 définit la sélection minimale des données qui doivent être collectées pour chaque mesure du ModEnHa, afin qu'une analyse de l'efficacité pertinente des volumes de contribution, suffisamment étayée sur le plan empirique, puisse être effectuée. Trois exemples concrets illustrant la saisie des données sont présentés à la suite du Tableau 3.

Nécessité d'une analyse de l'efficacité spécifique au bâtiment

Le Contrôle fédéral des finances, qui a procédé à l'évaluation du modèle de calcul de l'efficacité du Programme Bâtiments, recommande de faire uniquement état des effets induits de manière effective par le Programme Bâtiments (CDF 2014; recommandation 4, page 72). Il faut, pour ce faire, tendre vers une collecte uniformisée des données pour les actuels volets A et B du Programme Bâtiments. Le volet B doit également servir à établir un relevé des données sur les agents énergétiques. Le ModEnHa 2015 applique cette recommandation au niveau du modèle de calcul de l'efficacité: la collecte des données sera en effet uniformisée dès 2017, afin de permettre à l'avenir une mise à disposition des informations spécifiques au bâtiment pour effectuer l'analyse de l'efficacité.

Tableau 3: Données à collecter pour chaque ensemble de données	
Structure de l'ensemble de données	
Structure	<p>L'ensemble de données se définit par:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ L'identification précise de l'objet subventionné (bâtiment ou réseau de chauffage) <p>L'identification peut se baser, comme jusqu'à présent dans le système des contributions globales, sur les données de contact du requérant ou sur l'identificateur fédéral de bâtiment (EGID) et l'adresse de l'objet. Pour l'analyse de l'efficacité de l'OFEN, une identification anonyme, p. ex. au moyen d'un numéro univoque par objet, est jugée suffisante.</p> ▪ L'identification précise de chaque mesure du ModEnHa subventionnée (numéro de mesure du ModEnHa)
Données à collecter pour chaque ensemble de données	
Données formelles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contribution d'encouragement engagée en CHF ▪ Année de l'engagement ▪ Contribution d'encouragement versée en CHF <p>Si le paiement a été effectué par tranches, il faut indiquer chaque versement partiel.</p> ▪ Année du versement de la contribution (totale ou partielle) <p>Si le paiement a été effectué par tranches, il faut indiquer l'année de chaque versement partiel.</p> ▪ Statut de la demande <p>«engagée / en cours de paiement», «achevée (le paiement final a lieu)», «refus / interruption»</p> ▪ Collectivités publiques comme requérantes <p>oui, non</p> <p>Pour un bâtiment, les données complémentaires suivantes doivent systématiquement être collectées (ce sont des données importantes, même si elles ne sont pas utilisées directement pour l'analyse de l'efficacité, mais plutôt dans le cadre d'analyses globales).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Adresse de l'objet ▪ EGID <p>A consulter simplement sur map.geo.admin.ch (1. Saisir « RegBL » dans le champ de recherche. 2. Ajouter la carte du Registre des bâtiments et des logements d'un clic de souris. 3. Saisir l'adresse recherchée dans le champ de recherche correspondant. 4. Cliquer sur le numéro du bâtiment correspondant).</p> ▪ Année du permis de construire ▪ Affectation principale (catégorie d'affectation selon la SIA) ▪ Si le bâtiment appartient à une entreprise: IDE (numéro d'identification des entreprises)

	<p>Données supplémentaires à collecter pour les projets de réseau de chaleur (M-18): nom de l'entreprise et IDE de l'exploitant du réseau de chaleur (pour les particuliers: nom de la personne)</p> <p>A fournir, en cas d'encouragement d'un projet de compensation: numéro d'identification du projet de compensation</p>
Données à collecter suivant l'ensemble de données pour chaque mesure en vue de l'analyse de l'efficacité	
M-01: Isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Surface isolée de la façade en m² ▪ Surface isolée du toit en m² ▪ Surface isolée des murs et du sol contre terre en m² ▪ Système de chauffage principal après la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois ▪ Bâtiment protégé au titre de monument historique (sélection) oui, non
M-02: Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre d'installation(s) ▪ Système de chauffage principal avant la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage électrique
M-03: Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puissance thermique nominale en kW ▪ Système de chauffage principal avant la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage électrique
M-04: Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puissance thermique nominale en kW ▪ Système de chauffage principal avant la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage électrique
M-05: Pompe à chaleur air/eau	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puissance thermique nominale en kW ▪ Système de chauffage principal avant la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage électrique
M-06: Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puissance thermique nominale en kW ▪ Système de chauffage principal avant la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage électrique ▪ Financement à double du Canton (M-18/M-07/M-06)? (sélection) oui, non (annoncé au canton par l'exploitant du réseau d'énergie)
M-07: Raccordement à un réseau de chauffage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puissance de raccordement en kW ▪ Système de chauffage principal avant la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage électrique ▪ Financement à double du Canton (M-18/M-07/M-06)? (sélection) oui, non (annoncé au canton par l'exploitant du réseau d'énergie) ▪ Proportion de chaleur livrée dans la zone d'alimentation concernée, qui provient des énergies renouvelables et/ou des rejets de chaleur (en %). Cette valeur est déterminée par l'exploitant du réseau et annoncée au canton. ▪ Proportion de chaleur livrée dans la zone d'alimentation concernée, qui est revendiquée par d'autres acteurs impliqués directement ou indirectement dans le projet pour leur permettre de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO₂. Cette valeur est déterminée par l'exploitant du réseau et annoncée au canton.
M-08: Capteurs solaires	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puissance thermique nominale de l'installation solaire en kW ▪ Système de chauffage principal après la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois
M-09: Ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre d'unité(s) d'habitation ▪ Système de chauffage principal après la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois
M-10: Amélioration de la classe d'efficacité CECB	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Type de bâtiment (sélection) Maison individuelle, immeuble collectif, bâtiment non-habitat ▪ Surface de référence énergétique (SRE) avant la mesure en m² ▪ Nombre de classes énergétiques CECB d'amélioration de l'enveloppe du bâtiment et de l'efficacité énergétique globale du bâtiment (sélection) 2, 3, 4, 5, 6 ▪ Système de chauffage principal avant la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Système de chauffage principal après la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois
M-11: Réduction des besoins de chaleur et des besoins en énergie pour le chauffage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Type de bâtiment (sélection) Maison individuelle, immeuble collectif, bâtiment non-habitat ▪ Surface de référence énergétique (SRE) avant la mesure en m² ▪ Nombre de catégories d'amélioration du bâtiment (cf. chap. 3.2 pour la classification), tant au niveau des besoins de chaleur pour le chauffage qu'au niveau des besoins en énergie pour le chauffage provenant de chauffages fonctionnant au mazout, au gaz, à l'électricité ou grâce à la chaleur à distance (sélection) 2, 3, 4, 5, 6 ▪ Système de chauffage principal avant la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois ▪ Système de chauffage principal après la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois
M-12: Rénovation complète avec certificat Minergie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Type de bâtiment (sélection) Maison individuelle, immeuble collectif, bâtiment non-habitat ▪ Surface de référence énergétique (SRE) en m² ▪ Standard atteint (sélection) Minergie(-A)(-Eco), Minergie-P(-A)(-Eco) ▪ Système de chauffage principal avant la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois ▪ Système de chauffage principal après la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois
M-13: Rénovation complète avec certificat CECB	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Type de bâtiment (sélection) Maison individuelle, immeuble collectif, bâtiment non-habitat ▪ Surface de référence énergétique (SRE) avant la mesure en m² ▪ Standard atteint (sélection) Enveloppe du bâtiment au moins C et efficacité énergétique globale au moins B; enveloppe du bâtiment au moins B et efficacité énergétique globale au moins A ▪ Système de chauffage principal avant la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois ▪ Système de chauffage principal après la mesure (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois
M-14: Bonus pour l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment	–
M-15: Bonus pour l'efficacité énergétique globale	–
M-16: Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement Minergie-P	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Type de bâtiment (sélection) Maison individuelle, immeuble collectif, bâtiment non-habitat ▪ Surface de référence énergétique (SRE) en m² ▪ Système de chauffage principal (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois
M-17: Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement CECB A/A	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Type de bâtiment (sélection) Maison individuelle, immeuble collectif, bâtiment non-habitat ▪ Surface de référence énergétique (SRE) en m² ▪ Système de chauffage principal (sélection) Chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois
M-18: Nouvelle construction/extension du réseau de chaleur, nouvelle construction/extension de l'installation de production de chaleur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesure ayant été mise en œuvre (sélection) Nouveau réseau/extension du réseau, nouvelle installation de production de chaleur ▪ Unité de référence en MWh/an (valeur de planification conformément au dimensionnement de l'installation) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nouvelle construction / extension du réseau de chaleur: chaleur issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur distribuée dans les bâtiments (nette, sans pertes de réseau), dans lesquels le raccordement à un

	<p>réseau de chaleur remplace un chauffage à mazout, à gaz ou électrique.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nouvelle construction / extension de la centrale de production de chaleur: chaleur supplémentaire livrée aux bâtiments existants (nette, sans perte de réseau) issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur par rapport à l'état avant la nouvelle construction / l'extension de la centrale de production de chaleur. <p>Valeurs déterminées par l'exploitant du réseau, annoncées au canton et documentées de manière claire.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Test de plausibilité: source d'énergie permettant de produire la chaleur supplémentaire fournie. (sélection) <p>bois, chaleur de l'environnement, autres</p> <p>Pour toutes explications concernant les valeurs de référence, la manière d'éviter la comptabilisation à double, le calcul des contributions d'encouragement et l'élaboration du rapport, se référer à la fiche d'information «Encouragement des projets de réseau de chaleur de proximité ou à distance dans le cadre du ModEnHa 2015» (OFEN)</p>
--	--

Important: les trois exemples qui suivent montrent, par analogie avec le Tableau 3, la sélection minimale des données à collecter, afin qu'une analyse de l'efficacité pertinente des volumes de contribution, suffisamment étayée sur le plan empirique, puisse être effectuée.

Exemple 1

- Un canton encourage la rénovation des bâtiments par des mesures ponctuelles (enveloppe du bâtiment [M-01], production de chaleur [M-02 à M-08]).
- Le requérant dépose en 2017 une demande de contribution financière pour la rénovation des façades de son immeuble collectif, sis n° 3, 5 et 7 de la rue XXX (EGID 1111117, 1111118, 1111119). Il s'agit de la mesure M-01 du ModEnHa 2015.
- Le canton examine sa demande et s'engage à verser une contribution (p.ex. CHF 40 000.–). Il définit un numéro univoque (p.ex. F-000001), qui sera corrélé aux numéros EGID et à l'adresse du bâtiment.
- Un ensemble de données est généré, portant le numéro F-000001_M-01. Premières inscriptions:
 - Contribution d'encouragement engagée: CHF 40 000.–
 - Année de l'engagement: 2017
- Les travaux de rénovation de la façade sont entrepris la même année. Le canton procède à l'examen des travaux terminés et verse le montant de la contribution approuvée – p.ex.: CHF 36 000.– en deux tranches (2017 et 2018).
- Autres données fournies dans l'ensemble de données F-000001_M-01:
 - première tranche de la contribution d'encouragement versée: CHF 18 000.–; année de versement: 2017
 - deuxième tranche de la contribution d'encouragement versée: CHF 18 000.–; année de versement: 2018
 - Surface de façade isolée: 900 m²
 - Système principal de chauffage installé après la mesure: chauffage au mazout

- En 2019, le requérant dépose une nouvelle demande de contribution pour son immeuble collectif n° 3, 5 et 7 de la rue XXX. Cette fois, il s'agit de remplacer l'ancienne chaudière à mazout par une pompe à chaleur air-eau (mesure M-05 du ModEnHa 2015). En examinant cette demande, le canton constate, grâce au numéro EGID et à l'adresse du bâtiment, que des contributions avaient déjà été versées en 2017/2018 (n° d'identification: F-000001). Le canton examine sa demande et s'engage à verser une contribution (p.ex. CHF 5 000.–).
- Un ensemble de données est généré, portant le numéro F-000001_M-05. Premières inscriptions:
 - Contribution d'encouragement engagée: CHF 5 000.–
 - Année de l'engagement: 2019
- Les travaux de remplacement du chauffage sont entrepris la même année. Le canton procède à l'examen des travaux terminés et verse le montant de la contribution approuvée – p.ex.: CHF 5 000.–.
- Autres données fournies dans l'ensemble de données F-000001_M-05:
 - Contribution versée: CHF 5 000.–; année de versement: 2019
 - Puissance thermique nominale installée: 50 kW
 - Système de chauffage principal installé avant la mesure: chauffage au mazout

Exemple 2

- Un canton encourage la rénovation des bâtiments en plusieurs grandes étapes (p.ex. mesure M-10). Il octroie aussi un bonus si une rénovation complète est entreprise (p.ex. mesure M-15).
- Le requérant dépose en 2017 une demande de contribution financière pour la rénovation complète de son immeuble collectif, sis n° 3, 5 et 7 de la rue XXX (EGID 1111117, 1111118, 1111119). Il s'agit des mesures M-10 et M-15 du ModEnHa 2015.
- Le canton examine sa demande et s'engage à verser une contribution (p.ex. CHF 60 000.–). Il définit un numéro univoque (p.ex. F-000002), qui sera corrélé aux numéros EGID et à l'adresse du bâtiment.
- Un ensemble de données est généré, portant le numéro F-000002_M-10. Premières inscriptions:
 - Contribution d'encouragement engagée: CHF 50 000.–
 - Année de l'engagement: 2017
- Un ensemble de données est généré, portant le numéro F-000002_M-15. Premières inscriptions:
 - Contribution d'encouragement engagée: CHF 10 000.–
 - Année de l'engagement: 2017
- La rénovation complète est achevée en 2018. Le canton procède à l'examen des travaux terminés et verse la même année le montant de la contribution approuvée – p.ex.: CHF 60 000.–.
- Autres données fournies dans l'ensemble de données F-000002_M-10:
 - Contribution versée: CHF 50 000.–; année de versement: 2018

- Type de bâtiment: immeuble collectif
- Surface de référence énergétique avant la mesure: 1000 m²
- Nombre de classes énergétiques CECB d'amélioration de l'enveloppe du bâtiment et de l'efficacité énergétique globale du bâtiment: 4
- Système de chauffage principal avant la mesure: chauffage au mazout
- Système de chauffage principal installé après la mesure: chauffage au bois
- Autres données fournies dans l'ensemble de données F-000002_M15:
 - Contribution versée: CHF 10 000.–; année de versement: 2018

Exemple 3

- Un canton accorde des contributions d'encouragement à des exploitants de réseaux de chauffage (mesure M-18 du ModEnHa).
- Le requérant, la société Exemple Energies SA, dépose une demande de contribution financière en 2017 (pour l'extension du réseau de chaleur dans la région concernée).
- Le canton examine la demande et s'engage à verser une contribution (p.ex. CHF 300 000.–). Il définit un numéro univoque (p.ex. F-000003), qui sera corrélé à la zone desservie par le réseau de chaleur correspondant.
- Un ensemble de données est généré, portant le numéro F-000003_M-18. Premières inscriptions:
 - Contribution d'encouragement engagée: CHF 300 000.–
 - Année de l'engagement: 2017
- Le projet est réalisé en 2018 et 2019. Le canton procède à l'examen des travaux terminés et verse le montant de la contribution approuvée – p.ex.: CHF 300 000.– en deux tranches.
- Autres données fournies dans l'ensemble de données F-000003_M-18:
 - première tranche de la contribution d'encouragement versée: CHF 150 000.–; année de versement: 2018
 - deuxième tranche de la contribution d'encouragement versée: CHF 150 000.–; année de versement: 2019
 - Mesure ayant été mise en œuvre: nouveau réseau/extension du réseau.
 - Chaleur issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur distribuée dans les bâtiments (nette, sans pertes de réseau), dans lesquels le raccordement à un réseau de chaleur a remplacé un chauffage à mazout, à gaz ou électrique: 2000 MWh/an.
 - Indication relative aux contributions financières octroyées (ou non) pour les raccordements au réseau de chaleur pour le même réseau, resp. indication relative à l'encouragement des mesures M-07 et M-18 dans le réseau: non
 - Proportion de la quantité de chaleur supplémentaire distribuée issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur et sollicitée par un autre acteur: 0%.
 - Source(s) d'énergie(s) permettant de produire la chaleur supplémentaire fournie: 100 % bois.

A2. Efficacité des mesures d'encouragement financier

La Confédération a l'obligation légale de verser une partie du produit de la taxe sur le CO₂ (affectation partielle) aux mesures d'encouragement financier en fonction de leur efficacité. Les effets significatifs en matière de consommation d'énergie et de réduction des émissions de CO₂ engendrés par les mesures subventionnées dans le cadre du ModEnHa 2015 seront estimés, dès 2017, à l'aide d'un modèle de calcul de l'efficacité remanié par l'OFEN et qui prendra en compte, de manière appropriée, les nouvelles conditions-cadres dans le domaine de la politique énergétique et climatique, ainsi que la forte augmentation des volumes de contribution. L'évaluation se basant également sur des informations spécifiques aux projets (p.ex. système de chauffage principal avant et après rénovation dans le cadre du standard Minergie), les effets définitifs déterminants en terme de consommation énergétique et de réduction des émissions de CO₂ ne peuvent plus, désormais, être exprimés sous la forme d'un facteur d'efficacité unique par mesure. Pour une analyse ex ante provisoire des effets, il est possible d'utiliser les valeurs indicatives mentionnées dans le Tableau 4 ci-après. Le modèle de calcul de l'efficacité est documenté de manière détaillée dans la suite du document.

Table des matières - Documentation relative au modèle de calcul de l'efficacité

A2.1	Mesures ponctuelles d'isolation de l'enveloppe du bâtiment (M-01)	42
A2.2	Mesures ponctuelles relatives au chauffage principal (M-02 à M-07)	48
A2.3	Installations techniques complémentaires (M-08, M-09)	59
A2.4	Rénovation des bâtiments en plusieurs grandes étapes (M-10, M-11)	66
A2.5	Rénovation complète du bâtiment sans étape (M-12, M-13)	81
A2.6	Bonus en cas de rénovation complète (M-14, M-15)	96
A2.7	Nouvelles constructions (M-16, M-17)	97
A2.8	Projets de réseau de chauffage (M-18)	105

→ Commentaires relatifs au modèle de calcul de l'efficacité: cf. annexe A3

Tableau 4: Valeurs indicatives pour les effets imputables aux mesures subventionnées sur toute leur durée de vie						
Mesures		Energie utile	CO ₂	Investissements supplémentaires	Coûts non amortissables	
M-01	Isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre	1,0 MWh/m ² par élément de construction	0,19 t CO ₂ /m ² par élément de construction	CHF 75.-/m ² par élément de construction	CHF 9.20/m ² par élément de construction	
M-02	Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier	200 MWh/installation	57 t CO ₂ /installation	CHF 9800.-/installation	10'500.-/installation	
M-03	Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW	20 MWh/kW _{th}	5,7 t CO ₂ /kW _{th}	CHF 510.-/kW _{th}	CHF 360.-/kW _{th}	
M-04	Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW	26 MWh/kW _{th}	7,6 t CO ₂ /kW _{th}	CHF 630.-/kW _{th}	CHF 300.-/kW _{th}	
M-05	Pompe à chaleur air/eau	13 MWh/kW _{th}	5,6 t CO ₂ /kW _{th}	CHF 340.-/kW _{th}	CHF -610.-/kW _{th} ¹⁾	
M-06	Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau)	14 MWh/kW _{th}	5,6 t CO ₂ /kW _{th}	CHF 670.-/kW _{th}	CHF -390.-/kW _{th} ¹⁾	
M-07	Raccordement à un réseau de chauffage	21 MWh/kW _{th}	6,2 t CO ₂ /kW _{th}	CHF 210.-/kW _{th}	CHF -320.-/kW _{th} ¹⁾	
M-08	Capteurs solaires	14 MWh/kW _{th}	3,9 t CO ₂ /kW _{th}	CHF 2600.-/kW _{th}	CHF 1600.-/kW _{th}	
M-09	Ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur	20 MWh/unité d'habitation	5,6 t CO ₂ /unité d'habitation	CHF 9600.-/unité d'habitation	CHF 9200.-/unité d'habitation	
M-10	Amélioration de la classe CECB pour l'enveloppe du bâtiment et pour l'efficacité énergétique globale	+ 2 classes SRE	0,54 MWh/m ² SRE	0,12 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 43.-/m ² SRE	CHF 17.-/m ² SRE
		+ 3 classes SRE	0,87 MWh/m ² SRE	0,17 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 63.-/m ² SRE	CHF 20.-/m ² SRE
		+ 4 classes SRE	1,2 MWh/m ² SRE	0,23 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 85.-/m ² SRE	CHF 23.-/m ² SRE
		+ 5 classes SRE	1,6 MWh/m ² SRE	0,28 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 110.-/m ² SRE	CHF 31.-/m ² SRE
		+ 6 classes SRE	1,9 MWh/m ² SRE	0,30 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 130.-/m ² SRE	CHF 40.-/m ² SRE
M-11	Réduction des besoins de chaleur et des besoins en énergie pour le chauffage	2 classes SRE	0,54 MWh/m ² SRE	0,12 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 43.-/m ² SRE	CHF 17.-/m ² SRE
		3 classes SRE	0,87 MWh/m ² SRE	0,17 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 63.-/m ² SRE	CHF 20.-/m ² SRE
		4 classes SRE	1,2 MWh/m ² SRE	0,23 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 85.-/m ² SRE	CHF 23.-/m ² SRE
		5 classes SRE	1,6 MWh/m ² SRE	0,28 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 110.-/m ² SRE	CHF 31.-/m ² SRE
		6 classes SRE	1,9 MWh/m ² SRE	0,30 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 130.-/m ² SRE	CHF 40.-/m ² SRE
M-12	Rénovation complète avec certificat Minergie (sans étape)	Minergie (-A)(-Eco) SRE	1,2 MWh/m ² SRE	0,23 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 85.-/m ² SRE	CHF 23.-/m ² SRE
		Minergie-P(-A)(-Eco) SRE	1,9 MWh/m ² SRE	0,30 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 130.-/m ² SRE	CHF 40.-/m ² SRE
M-13	Rénovation complète avec CECB (sans étape)	Env. C/Eff. én. glob. B SRE	1,1 MWh/m ² SRE	0,21 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 75.-/m ² SRE	CHF 21.-/m ² SRE
		Env. B/Eff. én. glob. A SRE	1,7 MWh/m ² SRE	0,29 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 120.-/m ² SRE	CHF 34.-/m ² SRE

M-14	Bonus pour l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment		– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾
M-15	Bonus pour l'efficacité énergétique globale		– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾
M-16	Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement Minergie-P		0,57 MWh/m ² SRE	0,11 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 210.–/m ² SRE	CHF 220.–/m ² SRE
M-17	Nouvelle construction/nouvelle construction de remplacement avec CECB A/A		0,45 MWh/m ² SRE	0,11 t CO ₂ /m ² SRE	CHF 190.–/m ² SRE	CHF 200.–/m ² SRE
M-18	Nouveau réseau/extension du réseau, nouvelle installation de production de chaleur	Sans FD	réseau: 13 prod: 20 MWh/(MWh/a)	réseau: 3,6 prod: 5,6 t CO ₂ /(MWh/a)	réseau: 670 prod: 650 CHF/(MWh/a)	réseau: 470 prod: 750 CHF/(MWh/a)
		Avec FD (FD: Financement à double M-07/M-18)	réseau: – ³⁾ prod: 20 MWh/(MWh/a)	réseau: – ³⁾ prod: 5,6 t CO ₂ /(MWh/a)	réseau: 120 prod: 650 CHF/(MWh/a)	réseau: 140 prod: 750 CHF/(MWh/a)

Valeurs indicatives des effets d'encouragement. La méthode utilisée pour calculer / agréger ces valeurs est détaillée dans les paragraphes A2.1 et A2.8.

1) Une valeur SNA < 0 montre que l'application de la mesure est rentable dans le cadre des hypothèses considérées. Il faut néanmoins prendre acte que, par rapport au cas de référence hypothétique sans subventions, l'installation de pompes à chaleur ou le raccordement à un réseau de chaleur ne sont pas rentables pour les petits bâtiments (SNA > 0). Cela est dû au fait que le remplacement du système de chauffage entraîne, par comparaison, des investissements supplémentaires élevés par kW_{th} de puissance nominale installée (l'investissement de départ représente une part élevée de l'investissement global, indépendamment de la taille du système), qui ne peuvent pas être compensés par les économies réalisées sur les coûts de l'énergie. Par rapport au cas de référence hypothétique sans subvention, les mesures sont rentables (surcoûts non amortissables [SNA] < 0) uniquement dès 8 kW_{th} de puissance nominale installée pour les pompes à chaleur air-eau, 18 kW_{th} pour les pompes à chaleur saumure-eau / eau-eau et 30 kW_{th} pour les raccordements au réseau de chaleur. Ces «paramètres seuils du système» dépendent bien entendu des modèles hypothétiques détaillés qui sont décrits dans le paragraphe A2.2. La raison pour laquelle ces systèmes de chauffage sont tout de même intégrés au ModEnHa 2015 vient du fait que les anciens chauffages fonctionnant aux énergies fossiles sont bien souvent maintenus en état de fonctionnement grâce à du « rafistolage » réalisé par étapes. Les investissements supplémentaires engendrés par un changement complet de système sont en effet bien plus élevés comparé à cette solution. Ceci explique pourquoi, depuis plusieurs décennies, les parts d'énergies fossiles diminuent très lentement dans les bâtiments existants, malgré un marché très dynamique des systèmes de chauffage. Grâce aux contributions financières, la politique énergétique et climatique souhaite intervenir à ce niveau et accélérer le remplacement des chauffages fonctionnant aux énergies fossiles, même si, en réalisant un calcul « moyen » des investissements qui tient totalement compte des coûts de rénovation de tels chauffages, les investissements supplémentaires correspondants sont rentables dans certains cas d'application. Dans tous les cas, il reste cependant de gros investissements supplémentaires à consentir par rapport au cas de référence, soit un obstacle majeur que l'encouragement financier vise à éliminer.

2) Les bonus pour rénovations complètes représentent une contribution supplémentaire pour la rénovation de bâtiments avec mesures ponctuelles, selon les mesures M-01 à M-09, et pour la rénovation de bâtiments en plusieurs grandes étapes, selon les mesures M-10 et M-11. Par principe, on n'attribue pas d'effets additionnels à ces contributions supplémentaires. (Comme l'ont montré les expériences faites dans les années 2010 à 2014, il est pratiquement impossible, pour des raisons de mise en œuvre, de rassembler des données et de fournir des justificatifs concernant des mesures prises dans le cadre de rénovations complètes qui vont au-delà des mesures M-01 à M-09, ou des mesures M-10 ou M-11.) Pour apprécier les effets de telles rénovations, on se sert des modèles relatifs aux mesures M-01 à M-09, M-10 et M-11, dans le cadre desquelles des données sont collectées.

3) Si, pour un même réseau, de nouvelles constructions ou des extensions de réseau sont encouragées tant au niveau de l'exploitant du réseau (réseau de chaleur [M-18]) qu'au niveau du propriétaire du bâtiment (raccordement décentralisé à un réseau de chauffage selon M-07), l'effet sur la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ pris en compte est celui engendré par la mesure M-07 uniquement afin d'éviter la comptabilisation à double.

A2.1. Mesures ponctuelles d'isolation de l'enveloppe du bâtiment (M-01)

A2.1.1. Données à collecter (modèle d'entrées)

Pour déterminer les effets d'encouragement des mesures ponctuelles relatives à l'enveloppe du bâtiment (M-01), il convient de collecter les données suivantes pour chaque projet subventionné :

- Surface isolée de la façade en m²
- Surface isolée du toit en m²
- Surface isolée des murs et du sol contre terre en m²
- Système de chauffage principal après rénovation (6 catégories): mazout, gaz, électricité, chaleur à distance, pompe à chaleur, bois

A2.1.2. Efficacité énergétique de l'encouragement financier

L'efficacité énergétique résultant de l'encouragement financier de mesures ponctuelles relatives à l'enveloppe du bâtiment correspond à l'économie d'énergie utile (réalisée grâce à des mesures de rénovation sur l'enveloppe du bâtiment) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention. Elle est calculée sur toute la durée de vie de la mesure subventionnée.

$$EW = LDGH * \sum_{b,i} [(qtref_b - qt1_b) * BF_{b,i}] \quad [\text{MWh chaleur utile}]$$

<i>LDGH</i>	Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).
<i>i</i>	Indice du projet de subvention « i ».
<i>b</i>	$b = \{b1, b2, b3\}$; catégorie d'éléments de construction subventionnés. b1 : façade. b2 : toit. b3 : murs/sol contre terre.
<i>qtref_b</i>	Pertes de transmission de chaleur (kWh de chaleur utile / m ² d'élément de construction / an) via l'élément de construction « b » <u>dans le cas de référence hypothétique sans subvention</u> (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>qt1_b</i>	Pertes de transmission de chaleur (kWh de chaleur utile / m ² d'élément de construction / an) via l'élément de construction « b » <u>après rénovation</u> (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>BF_{b,i}</i>	Surface (par 1000 m ²) de l'élément de construction subventionné « b » dans le projet de subvention « i ».

Les pertes de transmission de chaleur via l'élément de construction « b » dans le cas de référence hypothétique sans subvention, respectivement après la rénovation, sont déterminées comme suit:

$$qtref_b = [f0_b * U0_b - mgh * (f0_b * U0_b - f1_b * U1_b)] * C_{hgt} \quad [\text{kWh chaleur utile/m}^2 \text{ élément de construction/an}]$$

$$qt1_b = f1_b * U1_b * C_{hgt} \quad [\text{kWh chaleur utile/m}^2 \text{ élément de construction/an}]$$

U_{0_b}	Valeur U (W/m ² K) de l'élément de construction <u>avant rénovation</u> (cf. Tableau 5).
U_{1_b}	Valeur U (W/m ² K) de l'élément de construction <u>après rénovation</u> (cf. Tableau 5).
f_{0_b}	Facteur de réduction pour les pertes de chaleur générées par les éléments de construction «b» (-) contre le sol <u>avant rénovation</u> (cf. Tableau 5).
f_{1_b}	Facteur de réduction pour les pertes de chaleur générées par les éléments de construction «b» (-) contre le sol <u>après rénovation</u> (cf. Tableau 5).
C_{hgt}	Constante du modèle de calcul basé sur les degrés-jours. 78 kWh*K/W (=3250*24/1000). La constante se base sur une hypothèse de 3250 degrés-jours (base: l'ancienne moyenne calculée entre 1990 et 2013, selon OFEN 2014a, s'élève à 3320 degrés-jours; celle-ci a été légèrement réduite afin de prendre en compte la progression du réchauffement climatique sur la période d'observation de 40 ans).
mg_h	Proportion des effets d'économie induits par l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre, calculée sur la durée de vie des mesures par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (40%; Cf. A3.1 pour toutes explications utiles).

Tableau 5: Hypothèses relatives aux valeurs U et aux facteurs de réduction pour les pertes de chaleur engendrées par les éléments contre le sol				
b = {b1, b2, b3}; catégorie d'élément de construction	Valeur U avant rénovation ¹⁾ U _{0_b} (W/m ² K)	Valeur U après rénovation ²⁾ U _{1_b} (W/m ² K)	Facteur de réduction ³⁾ avant rénovation f _{0_b} (-)	Facteur de réduction ³⁾ après rénovation f _{1_b} (-)
b1 : Façades	U _{0_{b1}} = 1,0	U _{1_{b1}} = 0,20	f _{0_{b1}} = 1	f _{1_{b1}} = 1
b2 : Toit	U _{0_{b2}} = 0,6	U _{1_{b2}} = 0,20	f _{0_{b2}} = 1	f _{1_{b2}} = 1
b3 : Murs/sol contre terre	U _{0_{b3}} = 1,0	U _{1_{b3}} = 0,25	f _{0_{b3}} = 0,42	f _{1_{b3}} = 0,69

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Valeur U avant rénovation basée sur TEP 2010 et ecoconcept/A+W 2011. La valeur U du toit est plus basse (elle correspond à la médiane selon TEP 2010, également utilisée par ecoconcept/A+W 2011 et dans le modèle de calcul de l'efficacité du ModEnHa 2003), car elle comprend l'effet isolant d'éventuels éléments existants tels qu'une lame d'air, une couche d'isolation ou un plancher dans les combles.

2) Les valeurs U après rénovation correspondent aux conditions d'attribution des contributions financières du ModEnHa 2015.

3) Facteurs de réduction pour les murs et le sol contre terre tenant compte de l'effet isolant du sol. Basés sur les valeurs standard selon la norme SIA 380/1:2009, Tableau 16 (hypothèses: murs/sol 50%/50%; profondeur bord inférieur de la dalle sous le bord supérieur: 2m; A_{FG}/P_{FG} = 5m).

A2.1.3. Effet des mesures d'encouragement financier sur les émissions de CO₂

Le calcul de la réduction des émissions de CO₂ induite par l'encouragement financier de mesures ponctuelles relatives à l'enveloppe du bâtiment par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (sur la durée de vie des mesures subventionnées) se présente comme suit:

$$CO2W = LDGH * \sum_{b,i} [(qt_{ref_b} - qt_{1_b}) * \varepsilon_{h_i} * BF_{b,i}] \quad [t \text{ CO}_2]$$

$LDGH$ Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).

i Indice du projet de subvention «i».

b	$b = \{b_1, b_2, b_3\}$; catégorie d'éléments de construction subventionnés. b1 : façade. b2 : toit. b3 : murs/sol contre terre.
h	$h = \{h_1, \dots, h_6\}$; système de chauffage principal <u>après rénovation</u> . h1: mazout. h2: gaz. h3: électricité. h4: chaleur à distance. h5: pompe à chaleur. h6: bois.
$qt_{ref,b}$	Pertes de transmission de chaleur (kWh de chaleur utile / m ² d'élément de construction / an) via l'élément de construction «b» <u>dans le cas de référence hypothétique sans subvention</u> (calcul selon formule mathématique ci-dessus, chap. A2.1.2).
$qt_{1,b}$	Pertes de transmission de chaleur (kWh de chaleur utile / m ² d'élément de construction / an) via l'élément de construction «b» <u>après rénovation</u> (calcul selon formule mathématique ci-dessus, chap. A2.1.2).
ε_h	Facteur d'émission moyen (kg CO ₂ /kWh d'énergie utile) concernant le système de chauffage principal «h» relatif à la chaleur utile, calculé sur la durée de vie des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
$BF_{b,i}$	Surface (par 1000 m ²) de l'élément de construction subventionné «b» dans le projet de subvention «i» (données à collecter).

Le facteur d'émission moyen (kg CO₂/kWh de chaleur utile), calculé sur la durée de vie des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment, est déterminé comme suit:

$$\varepsilon_h = \frac{e_h}{n_h} * r_h \quad [\text{kg CO}_2/\text{kWh chaleur utile}]$$

e_h	Facteur d'émission (kg CO ₂ /kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal «h» en fonction de l'énergie finale (cf. Tableau 6).
n_h	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal «h» (cf. Tableau 6).
r_h	Facteur de réduction (%) du système de chauffage principal «h» tenant compte du recul naturel des systèmes de chauffage à énergies fossiles d'ici la fin de la durée de vie des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans). $r_{h1} = 75\%$ (mazout). $r_{h2} = 95\%$ (gaz). $r_{h4} = 90\%$ (chaleur à distance). Pour tous les autres systèmes de chauffage $r_{h3} = r_{h5} = r_{h6} = 100\%$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.

Tableau 6: Hypothèses relatives aux fractions utiles et aux facteurs d'émission		
$h = \{h_1, \dots, h_6\}$ Système de chauffage principal après rénovation	Fractions utiles pour le chauffage ¹⁾ (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale)	Facteurs d'émission ²⁾ e_h (kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale)
h1: Mazout	$n_{h1} = 0,85$	$e_{h1} = 0,265$
h2: Gaz	$n_{h2} = 0,90$	$e_{h2} = 0,202$
h3: Electricité	$n_{h3} = 0,95$	$e_{h3} = 0,024$
h4: Chaleur à distance	$n_{h4} = 1$ (par définition)	$e_{h4} = 0,170$
h5: Pompe à chaleur	$n_{h5} = 3,5$	$e_{h5} = 0,024$
h6: Bois	$n_{h6} = 0,75$	$e_{h6} = 0$

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Fractions utiles déterminées de manière forfaitaire sur la base des études de Prognos 2012.

2) Facteurs d'émission: valeurs standards fondamentales de l'OFEV/la législation sur le CO₂. Facteur d'émission de la chaleur à distance: le point de départ pour le calcul est l'hypothèse de l'OFEN – basée sur le rapport relatif à l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre en Suisse, catégorie 1A1a, et émise dans le cadre du volet A du Programme Bâtiments – selon laquelle le facteur d'émission moyen de chaleur à distance par kWh de chaleur obtenue équivaut environ à 0,17 kg de CO₂/kWh (en raison du taux de 50% de chaleur à distance issue des énergies fossiles, notamment de la combustion d'origine fossile des déchets).

A2.1.4. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les investissements

Les investissements supplémentaires induits par l'encouragement financier de mesures ponctuelles relatives à l'enveloppe du bâtiment par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calculés sur la durée de vie des mesures subventionnées) se calculent comme suit:

$$MI = [1 - mgh] * \sum_{b,i} [(ie_b - ip_b) * BF_{b,i}] \quad [\text{CHF } 1000]$$

i	Indice du projet de subvention «i».
b	$b = \{b1, b2, b3\}$; catégorie d'éléments de construction subventionnés. b1: façade. b2: toit. b3: murs/sol contre terre.
ie_b	Investissements (CHF/m ² d'élément de construction) pour la rénovation énergétique de l'élément «b» selon les exigences du ModEnHa 2015 (cf. Tableau 7).
ip_b	Investissements (CHF/m ² d'élément de construction) pour une rénovation de l'élément «b» sans mesure d'amélioration énergétique (cf. Tableau 7).
$BF_{b,i}$	Surface (par 1000 m ²) de l'élément de construction subventionné «b» dans le projet de subvention «i» (données à collecter).
mgh	Proportion des investissements supplémentaires induits par l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre, calculée sur la durée de vie des mesures par rapport à une rénovation sans mesure d'amélioration énergétique, qui aurait également été réalisée sans contribution financière (40%; Cf. A3.1 pour toutes explications utiles).

$b = \{b1, b2, b3\}$; catégorie d'élément de construction	Investissements pour une rénovation énergétique selon le ModEnHa ¹⁾ « ie_b » CHF / m ² élément de construction.	Investissements pour une rénovation non énergétique ¹⁾ « ip_b » CHF / m ² élément de construction.
b1 : Façades	$ie_{b1} = 240$	$ip_{b1} = 100$
b2 : Toit	$ie_{b2} = 260$	$ip_{b2} = 150$
b3 : Murs/sol contre terre	$ie_{b3} = 240$	$ip_{b3} = 100$

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Sur la base de TEP 2010 (Tableaux 119-123; hypothèse pour les murs/le sol contre terre: en raison du manque de données directement exploitables, on utilise ici la valeur arrondie du coût d'une façade).

A2.1.5. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables

L'efficacité des contributions financières sur les coûts non amortissables consentis correspond, dans le cadre de mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment, à la différence entre les investissements supplémentaires induits par le subventionnement et les économies réalisées sur les coûts de l'énergie escomptées et induites par le subventionnement (les coûts de l'entretien ne sont pas pris en compte car, dans les estimations du bureau INFRAS et du GT Contrôle des résultats, ces coûts sont essentiellement les mêmes dans la situation actuelle et dans le cas de référence hypothétique sans subvention).

$$NAM = MI - EK \quad [\text{CHF } 1000]$$

<i>NAM</i>	Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables consentis (en millier de CHF) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (pour les mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment).
<i>EK</i>	Economies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et calculées sur la durée de vie des mesures subventionnées relatives à l'enveloppe du bâtiment par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (économies escomptées, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>MI</i>	Investissements supplémentaires (en millier de CHF) induits par l'encouragement financier de mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calcul selon A2.1.4).

Le calcul des économies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et escomptées sur la durée de vie des mesures subventionnées relatives à l'enveloppe du bâtiment par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$EK = LDGH * df * \sum_{b,i} [(qtref_b - qt1_b) * \varphi_{h_i} * BF_{b,i}] \quad [\text{CHF } 1000]$$

<i>LDGH</i>	Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).
<i>df</i>	Facteur d'escompte en fonction de la durée de vie admise (40 ans) et d'un taux d'intérêt de 3%. $df = 0,60$.
<i>i</i>	Indice du projet de subvention «i».
<i>b</i>	$b = \{b1, b2, b3\}$; catégorie d'éléments de construction subventionnés. b1: façade. b2: toit. b3: murs/sol contre terre.
<i>h</i>	$h1 = \{h1, \dots, h6\}$; système de chauffage principal <u>après rénovation</u> . h1: mazout. h2: gaz. h3: électricité. h4: chaleur à distance. h5: pompe à chaleur. h6: bois.
<i>qtref_b</i>	Pertes de transmission de chaleur (kWh de chaleur utile / m ² d'élément de construction / an) via l'élément de construction «b» <u>dans le cas de référence hypothétique sans subvention</u> (calcul selon formule mathématique ci-dessus, chap. A2.1.2).
<i>qt1_b</i>	Pertes de transmission de chaleur (kWh de chaleur utile / m ² d'élément de construction / an) via l'élément de construction «b» <u>après rénovation</u> (calcul selon formule mathématique ci-dessus, chap. A2.1.2).
<i>φ_h</i>	Prix moyen de l'énergie relatif à la chaleur utile (CHF/kWh chaleur utile), calculé sur la durée de vie des mesures liées à l'enveloppe du bâtiment, pour le système de chauffage principal «h» (calcul selon la formule ci-dessous).
<i>BF_{b,i}</i>	Surface (par 1000 m ²) de l'élément de construction subventionné «b» dans le projet de subvention «i» (données à collecter).

Le calcul du prix moyen de l'énergie relatif à la chaleur utile et basé sur la durée de vie des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment, se présente comme suit:

$$\varphi_h = \frac{p_h}{n_h} * r p_h \quad [\text{CHF/kWh chaleur utile}]$$

p_h Prix de l'énergie finale (kg CO₂/kWh d'énergie finale) pour le système de chauffage principal «h» (cf. Tableau 8).

n_h Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal «h» (cf. Tableau 8).

$r p_h$ Facteur de réduction (%) concernant le système de chauffage principal «h» tenant compte du recul naturel des chauffages à mazout jusqu'à la fin de la durée de vie des mesures liées à l'enveloppe des bâtiments. $r p_{h1} = 90\%$ (mazout). Pour tous les autres systèmes de chauffage $r p_{h3} = r p_{h4} = r p_{h5} = r p_{h6} = 100\%$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.

h = {h1, ..., h6} Système de chauffage principal après rénovation	Fractions utiles pour le chauffage ¹⁾ (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale)	Prix de l'énergie ²⁾ p_h (CHF/kWh d'énergie finale)
h1: Mazout	$n_{h1} = 0,85$	$p_{h1} = 0.10$
h2: Gaz	$n_{h2} = 0,90$	$p_{h2} = 0.10$
h3: Electricité	$n_{h3} = 0,95$	$p_{h3} = 0.20$
h4: chaleur à distance	$n_{h4} = 1$ (par définition)	$p_{h4} = 0.10$
h5: Pompe à chaleur	$n_{h5} = 3,5$	$p_{h5} = 0.20$
h6: Bois	$n_{h6} = 0,75$	$p_{h6} = 0.075$

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Fractions utiles déterminées de manière forfaitaire sur la base des études de Prognos 2012.

2) Prix de l'énergie déterminés de manière forfaitaire en se basant sur l'OFEN/OFEV 2015a (mazout, gaz), l'OFEN 2014a (électricité), le ModEnHa 2009 (chaleur à distance) et l'EFS 2015 (bois). Les prix de l'énergie admis ici correspondent aux prix moyens de l'énergie sur la durée de vie des mesures subventionnées. Le GT Contrôle des résultats a déterminé, pour chaque mesure, les hypothèses relatives aux prix sous la forme de forfaits non détaillés, en raison des fortes incertitudes qui entourent les prévisions émises sur de si longues périodes (jusqu'en 2060). Une analyse approfondie de la situation aurait en outre dépassé les limites du projet de révision du ModEnHa.

A2.1.6. Hypothèses sur la manière d'agréger les valeurs indicatives conformément au Tableau 4
Afin de déterminer les valeurs indicatives – agrégées et présentées au Tableau 4 (p. 40) – relatives aux effets pour chaque mesure, les hypothèses suivantes ont été émises:

Pourcentage pour chaque catégorie d'éléments de construction ¹⁾		Pourcentage pour chaque système de chauffage ¹⁾	
Façades	40%	Mazout	60%
Toit	50%	Gaz	15%
Murs/sol contre terre	10%	Electricité	5%
		Chaleur à distance	7,5%
		Pompe à chaleur	5%
		Bois	7,5%

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Les pourcentages correspondent grosso modo à ceux utilisés dans le Volet A du Programme Bâtiments de 2010 à 2014 (statistiques selon le centre national de prestations [nDLZ] du Programme Bâtiments).

Pour déterminer les effets concrets résultant d'un programme d'encouragement, les principes suivants s'appliquent selon le modèle de calcul de l'efficacité admis:

- Plus on subventionne de mesures d'isolation thermique de la façade, plus les effets d'économie d'énergie et de réduction des émissions de CO₂ induits sont élevés.
- Plus on subventionne de mesures d'isolation thermique dans les bâtiments chauffés par des énergies fossiles, et plus spécifiquement, ceux chauffés au mazout, plus les effets de réduction des émissions de CO₂ induits sont élevés.

A2.2. Mesures ponctuelles relatives au chauffage principal (M-02 à M-07)

A2.2.1. Données à collecter (modèle d'entrées)

Pour déterminer les effets d'encouragement des mesures ponctuelles relatives au chauffage principal, il convient de collecter les données suivantes pour chaque projet subventionné:

- Un paramètre permettant de quantifier la taille du système pour chaque mesure:
 - M-02: nombre d'installation (-)
 - M-03 à M-06: puissance thermique nominale de l'installation de chauffage principale (kW_{th})
 - M-07: puissance thermique de raccordement (kW_{th})
- Système de chauffage principal avant rénovation (6 catégories): mazout, gaz, électricité, chaleur à distance, pompe à chaleur, bois
- Données complémentaires, exclusivement pour M-07:
 - Proportion de chaleur livrée dans la zone d'alimentation concernée, qui provient des énergies renouvelables et/ou des rejets de chaleur (en %).
 - Proportion de chaleur livrée (%) issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur, qui est revendiquée par d'autres acteurs impliqués directement ou indirectement dans le projet pour remplir les objectifs, resp. les obligations conformément à la loi sur le CO₂.

A2.2.2. Efficacité énergétique de l'encouragement financier

L'efficacité énergétique résultant de l'encouragement financier de mesures ponctuelles relatives au système de chauffage principal correspond au remplacement de l'énergie utile provenant de sources d'énergie non renouvelables par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention. Elle est calculée sur toute la durée de vie des mesures subventionnées.

$$EW = \sum_i [(a_{ref_{h0i,h1i}} - a_{1_{h1i}}) * k_{h1i} * G_i * LD_{h1i} * z_{h1i}] \quad [\text{MWh chaleur utile}]$$

i Indice du projet de subvention «i».

h0 *h0* = {*h0a*, *h0b*, *h0c*}; système de chauffage principal avant rénovation.
h0a: mazout. *h0b*: gaz. *h0c*: électricité.

h1 *h1* = {*h1a*, ... , *h1f*}; système de chauffage principal après rénovation.
h1a: M-02 Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier. *h1b*: M-03 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW. *h1c*: M-04 Chauffage à bois automatique,

puissance calorifique > 70 kW. h1d: M-05 Pompe à chaleur air/eau. h1e: M-06 Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau). h1f: M-07 Raccordement à un réseau de chauffage.

G_i	Paramètre de la taille pour le projet de subvention «i» du nouveau système de chauffage principal installé (cf. Tableau 10).
k_{h1}	Facteur de conversion pour la détermination de la production de chaleur annuelle en fonction de chaque nouveau système de chauffage principal installé h1 sur la base du paramètre de la taille (cf. Tableau 10).
LD_{h1}	Durée de vie admise du nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 10).
$aref_{h0,h1}$	Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction du système de chauffage principal avant (h0) et après (h1) rénovation (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
$a1_{h1}$	Proportion de chaleur utile (%) ne provenant, dans le nouveau système de chauffage principal installé h1, ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur (cf. Tableau 11).
z_{h1}	Facteur de réduction ($0\% \leq z_{h1f} \leq 100\%$) valable exclusivement pour le système de chauffage principal h1f (raccordement à un réseau de chauffage). z_{h1f} correspond à la proportion de chaleur livrée dans le réseau de chaleur correspondant et <u>non</u> revendiquée par d'autres acteurs afin de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO ₂ . Pour tous les autres nouveaux systèmes de chauffage principaux installés, $z_{h1a} = z_{h1b} = z_{h1c} = z_{h1d} = z_{h1e} = 100\%$.

La proportion de chaleur utile – dans un cas de référence hypothétique sans subvention – ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, se calcule de la manière suivante:

$$aref_{h0,h1} = mwe * a1_{h1} + [1 - mwe] * a0_{h0} \quad [\%]$$

$a0_{h0}$	Proportion de chaleur utile (%) ne provenant, dans l'ancien système de chauffage principal (avant rénovation), ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur (cf. Tableau 11).
$a1_{h1}$	Proportion de chaleur utile (%) ne provenant, dans le nouveau système de chauffage principal installé h1, ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur (cf. Tableau 11).
mwe	Proportion des effets de substitution induits par le remplacement du système de chauffage principal – chauffage alimenté aux énergies fossiles ou chauffage électrique direct – par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois (calculée sur la durée de vie des mesures) par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (35%; cf. A3.3 pour toutes explications utiles).

Tableau 10: Paramètres de la taille collectés, facteurs de conversion admis et durée de vie			
h1 = {h1a, ... ,h1f}; système de chauffage principal installé après rénovation.	Paramètre de la taille collecté ¹⁾ «G»	Facteur de conversion k_{h1} pour la détermination de la production de chaleur annuelle ²⁾	Durée de vie technique ³⁾ LD_{h1} (années)
h1a: M-02 Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier.	G: Nombre d'installation(s)	$k_{h1a} = 20 \text{ MWh/installation}$	$LD_{h1a} = 15$
h1b: M-03 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique $\leq 70 \text{ kW}$.	G: kW_{th} de puissance nominale installée	$k_{h1b} = 2 \text{ MWh}/kW_{th}$	$LD_{h1b} = 15$
h1c: M-04 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique $> 70 \text{ kW}$	G: kW_{th} de puissance nominale installée	$k_{h1c} = 2 \text{ MWh}/kW_{th}$	$LD_{h1c} = 20$
h1d: M-05 Pompe à chaleur air/eau	G: kW_{th} de puissance nominale installée	$k_{h1d} = 2 \text{ MWh}/kW_{th}$	$LD_{h1d} = 15$
h1e: M-06 Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau).	G: kW_{th} de puissance nominale installée	$k_{h1e} = 2 \text{ MWh}/kW_{th}$	$LD_{h1e} = 15$
h1f: M-07 Raccordement à un réseau de chauffage.	G: Puissance de raccordement en kW_{th}	$k_{h1f} = 2 \text{ MWh}/kW_{th}$	$LD_{h1f} = 20$

Définis par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Définition du paramètre de la taille sur la base du ModEnHa 2009. Compte tenu des grandes incertitudes liées aux paramètres et aux modèles, INFRAS et le GT Contrôle des résultats ont estimé plus adapté de se baser sur la collecte d'un paramètre de système standardisé (kW_{th} de puissance nominale installée), plutôt que de collecter directement les données de production de chaleur annuelle. Dans le cas des petites installations notamment, cette dernière est de toute façon généralement estimée de manière approximative – une donnée plus consistante concernant la puissance nominale installée est donc plus utile dans ce cas (en partant du principe, que pour des raisons de mise en œuvre, seul un paramètre de taille peut être collecté).

2) Facteurs de conversion (2000 heures de fonctionnement à plein régime en moyenne sur tous les projets subventionnés) basés sur le ModEnHa 2009; exception pour $k(h1a)$: forfait par installation pour env. 800 heures de fonctionnement à plein régime par an et une puissance moyenne de 25 kW – ce qui correspond, selon INFRAS 2015, à la moyenne par installation pour toutes les installations subventionnées (1400) entre 2010 et 2013.

3) Durée de vie basée sur le ModEnHa 2009 / valeurs indicatives SIA.

Tableau 11: Proportion de chaleur utile ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, fractions utiles, facteurs d'émission			
h0 = {h0a, h0b, h0c} / h1 = {h1a, ... , h1f}; système de chauffage principal avant/après rénovation	Proportion de chaleur utile ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur ¹⁾ (%)	Fraction utile pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire ²⁾ (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale)	Facteurs d'émission ³⁾ (kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale)
h0a: Mazout	a _{h0a} = 100%	n _{h0a} = 0,80	e _{h0a} = 0,265
h0b: Gaz	a _{h0b} = 100%	n _{h0b} = 0,85	e _{h0b} = 0,202
h0c: Electricité	a _{h0c} = 100%	n _{h0c} = 0,95	e _{h0c} = 0,024
h1a: M-02 Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier.	a _{h1a} = 0%	n _{h1a} = 0,60	e _{h1a} = 0
h1b: M-03 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW.	a _{h1b} = 0%	n _{h1b} = 0,65	e _{h1b} = 0
h1c: M-04 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW	a _{h1c} = 0%	n _{h1c} = 0,70	e _{h1c} = 0
h1d: M-05 Pompe à chaleur air/eau	a _{h1d} = 33%	n _{h1d} = 3,0	e _{h1d} = 0,024
h1e: M-06 Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau).	a _{h1e} = 29%	n _{h1e} = 3,5	e _{h1e} = 0,024
h1f: M-07 Raccordement à un réseau de chauffage.	a _{h1f} donnée à collecter	n _{h1f} = 1 (par déf.)	e _{h1f} = a _{h1f} * 0,27

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Pompes à chaleur air/eau avec COP annuel de 3 se référant à la production d'eau chaude et de chauffage. Pompes à chaleur saumure/eau, eau/eau avec COP annuel de 3,5 se référant à la production d'eau chaude et de chauffage.

2) Forfait déterminé sur la base des études de Prognos 2012.

3) Facteurs d'émission: valeurs standards de l'OFEV/la législation sur le CO₂. Facteur d'émission de la chaleur à distance: facteur d'émission moyen relatif à la chaleur livrée à l'entrée du bâtiment (t CO₂/MWh), ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur (hypothèse forfaitaire proportion gaz/mazout 75%/25% et fraction utile y c. livraison à l'entrée du bâtiment 80%).

A2.2.3. Effet des mesures d'encouragement financier sur les émissions de CO₂

L'effet sur les émissions de CO₂ induit par l'encouragement de mesures ponctuelles relatives au système de chauffage principal par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées) est déterminé de la manière suivante:

$$CO2W = \sum_i \left[\left(e_{ref_{h0_i, h1_i}} - \frac{e_{h1_i}}{n_{h1_i}} \right) * k_{h1_i} * G_i * LD_{h1_i} * z_{h1_i} \right] \quad [t \text{ CO}_2]$$

i Indice du projet de subvention «i».

h0 h0 = {h0a, h0b, h0c}; système de chauffage principal avant rénovation.
h0a: mazout. h0b: gaz. h0c: électricité.

h1 h1 = {h1a, ... , h1f}; système de chauffage principal après rénovation.
h1a: M-02 Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier. h1b: M-03 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW. h1c: M-04 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW. h1d: M-05 Pompe à chaleur air/eau. h1e: M-06 Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau). h1f: M-07 Raccordement à un réseau de chauffage.

G_i	Paramètre de la taille pour le projet de subvention «i» du nouveau système de chauffage principal installé (cf. Tableau 10).
k_{h1}	Facteur de conversion pour la détermination de la production de chaleur annuelle en fonction de chaque nouveau système de chauffage principal installé h1 sur la base du paramètre de la taille (cf. Tableau 10).
LD_{h1}	Durée de vie admise du nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 10).
z_{h1}	Facteur de réduction ($0\% \leq z_{h1f} \leq 100\%$) valable exclusivement pour le système de chauffage principal h1f (raccordement à un réseau de chauffage). z_{h1f} correspond à la proportion de chaleur livrée dans le réseau de chaleur correspondant et <u>non</u> revendiquée par d'autres acteurs afin de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO ₂ . Pour tous les autres nouveaux systèmes de chauffage principaux installés, $z_{h1a} = z_{h1b} = z_{h1c} = z_{h1d} = z_{h1e} = 100\%$.
$\varepsilon_{ref_{h0,h1}}$	Facteur d'émission moyen relatif à la chaleur utile (kg de CO ₂ /kWh de chaleur utile) <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction du système de chauffage principal avant (h0) et après (h1) rénovation (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
$e_{1_{h1}}$	Facteur d'émission relatif à l'énergie finale (kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale) en fonction du nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 11).
$n_{1_{h1}}$	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 11).

Le calcul du facteur d'émission relatif à la chaleur utile dans un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$\varepsilon_{ref_{h0,h1}} = mwe * \frac{e_{1_{h1}}}{n_{1_{h1}}} + [1 - mwe] * \frac{e_{0_{h0}}}{n_{0_{h0}}} \quad [\text{kg CO}_2/\text{kWh chaleur utile}]$$

$e_{0_{h0}}$	Facteur d'émission relatif à l'énergie finale (kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale) dans l'ancien système de chauffage principal h0 (cf. Tableau 11).
$e_{1_{h1}}$	Facteur d'émission relatif à l'énergie finale (kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale) dans le nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 11).
$n_{0_{h0}}$	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) de l'ancien système de chauffage principal h0 (cf. Tableau 11).
$n_{1_{h1}}$	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 11).
mwe	Proportion des effets de substitution induits par le remplacement du système de chauffage principal – chauffage alimenté aux énergies fossiles ou chauffage électrique direct – par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois (calculée sur la durée de vie des mesures) par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (35%; cf. A3.3 pour toutes explications utiles).

A2.2.4. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les investissements

Le calcul des investissements supplémentaires générés par l'encouragement financier de mesures ponctuelles relatives à la production de chaleur par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$MI = \sum_i mi_i = \sum_i [(g1_{h1_i} - gref_{h0_i,h1_i} + (v1_{h1_i} - vref_{h0_i,h1_i}) * G_i) * z_{h1_i}] \quad [\text{CHF } 1000]$$

i	Indice du projet de subvention «i».
$h0$	$h0 = \{h0a, h0b, h0c\}$; système de chauffage principal <u>avant rénovation</u> . h0a: mazout. h0b: gaz. h0c: électricité.
$h1$	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; système de chauffage principal <u>après rénovation</u> . h1a: M-02 Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier. h1b: M-03 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW. h1c: M-04 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW. h1d: M-05 Pompe à chaleur air/eau. h1e: M-06 Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau). h1f: M-07 Raccordement à un réseau de chauffage.
G_i	Paramètre de la taille pour le projet de subvention «i» du nouveau système de chauffage principal installé (cf. Tableau 10).
z_{h1}	Facteur de réduction ($0\% \leq z_{h1f} \leq 100\%$) valable exclusivement pour le système de chauffage principal h1f (raccordement à un réseau de chauffage). z_{h1f} correspond à la proportion de chaleur livrée dans le réseau de chaleur correspondant et <u>non</u> revendiquée par d'autres acteurs afin de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO ₂ . Pour tous les autres nouveaux systèmes de chauffage principaux installés, $z_{h1a} = z_{h1b} = z_{h1c} = z_{h1d} = z_{h1e} = 100\%$.
$gref_{h0,h1}$	Investissement de base (en millier de CHF) indépendamment de la taille du système <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction du système de chauffage principal avant (h0) et après (h1) rénovation (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
$g1_{h1}$	Investissement de base (en millier de CHF) indépendamment de la taille du système pour le nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 12).
$vref_{h0,h1}$	Investissement dépendant de la taille du système en supplément de l'investissement de départ (en millier de CHF par unité relative au paramètre de la taille collecté) <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction du système de chauffage principal avant (h0) et après (h1) rénovation (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
$v1_{h1}$	Investissement dépendant de la taille du système en supplément de l'investissement de départ (en millier de CHF par unité relative au paramètre de la taille collecté) pour le nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 12).

Tableau 12: Hypothèses relatives aux investissements pour chaque système de chauffage principal				
$h_0 = \{h_{0a}, h_{0b}, h_{0c}\} / h_1 = \{h_{1a}, \dots, h_{1f}\}$; système de chauffage principal avant/après rénovation	Investissement de base ¹⁾ indépendamment de la taille du système g_{0h_0} resp. g_{1h_1} en millier de CHF.		Investissements supplémentaires ¹⁾ dépendant de la taille du système v_{0h_0} resp. v_{1h_1} en millier de CHF/unité relative au paramètre de taille collecté.	
Système de chauffage principal avant la rénovation				
	si système h1a installé	si système h1b, h1c, h1d, h1e ou h1f installé	si système h1a installé	si système h1b, h1c, h1d, h1e ou h1f installé
h0a: Mazout	$g_{0h_{0a}} = 0$	$g_{0h_{0a}} = 5$	$v_{0h_{0a}} = 10$ (par installation)	$v_{0h_{0a}} = 0,5$ (par kW _{th})
h0b: Gaz	$g_{0h_{0b}} = 0$	$g_{0h_{0b}} = 5$	$v_{0h_{0b}} = 10$ (par installation)	$v_{0h_{0b}} = 0,5$ (par kW _{th})
h0c: Electricité	$g_{0h_{0c}} = 0$	$g_{0h_{0c}} = 5$	$v_{0h_{0c}} = 10$ (par installation)	$v_{0h_{0c}} = 0,5$ (par kW _{th})
Système de chauffage principal après la rénovation				
h1a: M-02 Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier.	$g_{1h_{1a}} = 0$		$v_{1h_{1a}} = 25$ (par installation)	
h1b: M-03 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW.	$g_{1h_{1b}} = 20$		$v_{1h_{1b}} = 0,75$ (par kW _{th})	
h1c: M-04 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW	$g_{1h_{1c}} = 0$ ²⁾		$v_{1h_{1c}} = 1,5$ (par kW _{th}) ²⁾	
h1d: M-05 Pompe à chaleur air/eau	$g_{1h_{1d}} = 13$		$v_{1h_{1d}} = 0,80$ (par kW _{th})	
h1e: M-06 Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau).	$g_{1h_{1e}} = 17$		$v_{1h_{1e}} = 1,4$ (par kW _{th})	
h1f: M-07 Raccordement à un réseau de chauffage.	$g_{1h_{1f}} = 25$		$v_{1h_{1f}} = 0,6$ (par kW _{th})	

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Les fonctions de coût s'appuient sur le ModEnHa 2009, ainsi que sur une vérification de la plausibilité des coûts calculés pour des systèmes de taille classique. Concernant les données utilisées dans le ModEnHa 2009, il n'existe aucune donnée empirique approfondie qui soit directement exploitable. L'approfondissement des fonctions de coûts aurait dépassé le cadre du projet de révision du ModEnHa – d'autant plus qu'il s'agit, pour les coûts admis, de valeurs moyennes basées sur les installations subventionnées dans toute la Suisse, qui, de toute façon, ne peuvent généralement pas être étayées par des valeurs empiriques mais uniquement faire l'objet d'un test de plausibilité (les données empiriques se réfèrent généralement à un cadre avec des conditions bien définies, ainsi qu'à des hypothèses concernant la détermination des coûts, ce qui ne permet pas d'en déduire directement des valeurs moyennes vraiment solides).

2) La fonction de coût a été déterminée de telle manière qu'il pourrait en résulter une éventuelle hausse des coûts entre les mesures M-03 et M-04 dans l'estimation réalisée par le GT Contrôle des résultats et le bureau INFRAS. Une puissance calorifique de 70 kW correspond à environ 50 kW_{th}, ce qui entraîne un coût global pour la mesure M-03 de 57 500 CHF (coût global moyen comprenant la désinstallation de l'ancien chauffage, les travaux d'adaptation nécessaires ainsi que l'installation clef en main du nouveau système de chauffage). Par comparaison, pour la mesure M-04, le coût global s'élève à 75 000 CHF pour une limite de 50 kW_{th}. La hausse de coût par rapport à la mesure M-03 se justifie ici par l'augmentation des exigences de l'Ordonnance sur la protection de l'air.

Le calcul de l'investissement de base ainsi que des investissements supplémentaires dépendants de la taille du système dans un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$gref_{h0} = mwe * g1_{h1} + [1 - mwe] * g0_{h0} \quad [\text{CHF } 1000]$$

$$vref_{h0,h1} = mwe * v1_{h1} + [1 - mwe] * v0_{h0} \quad [\text{CHF } 1000]$$

$g0_{h0}$	Investissement de base (en millier de CHF) indépendamment de la taille du système pour la rénovation de l'ancien système de chauffage principal h0 (cf. Tableau 12).
$g1_{h1}$	Investissement de base (en millier de CHF) indépendamment de la taille du système pour le nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 12).
$v0_{h0}$	Investissement dépendant de la taille du système en supplément de l'investissement de départ (en millier de CHF par unité relative au paramètre de la taille collecté) pour la rénovation de l'ancien système de chauffage principal h0 (cf. Tableau 12).
$v1_{h1}$	Investissement dépendant de la taille du système en supplément de l'investissement de départ (en millier de CHF par unité relative au paramètre de la taille collecté) pour le nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 12).
mwe	Proportion des remplacements de systèmes de chauffage principaux subventionnés – chauffages alimentés aux énergies fossiles ou chauffages électriques directs – par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois, qui auraient également été réalisés même sans contribution financière (35%; Cf. A3.3 pour toutes explications utiles).

A2.2.5. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables

L'efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables consentis correspond, pour les mesures relatives à la production de chaleur, à la somme des investissements supplémentaires induits par la subvention et des coûts supplémentaires pour l'entretien, moins les économies réalisées sur les coûts de l'énergie induites par la subvention et escomptées.

$$NAM = MI + UK - EK \quad [\text{CHF } 1000]$$

NAM	Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables consentis (en millier de CHF) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (pour les mesures relatives à la production de chaleur).
EK	Economies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et calculées sur la durée de vie des mesures subventionnées relatives à la production de chaleur par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (économies escomptées, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).
MI	Investissements supplémentaires (en millier de CHF) induits par l'encouragement financier de mesures relatives à la production de chaleur par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calcul selon A2.2.4).
UK	Coûts supplémentaires pour l'entretien (en millier de CHF) induits par l'encouragement financier de mesures relatives à la production de chaleur par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (escomptés, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).

Par souci de simplification, les coûts supplémentaires annuels pour l'entretien induits par l'encouragement financier sont fixés de manière forfaitaire à 1% des investissements supplémentaires induits par la subvention (inspiré du ModEnHa 2009 et des valeurs indicatives SIA):

$$UK = (1\%/an) * \sum_i [mi_i * LD_{h1_i} * df_{h1_i}] \quad [CHF 1000]$$

i	Indice du projet de subvention «i».
$h0$	$h0 = \{h0a, h0b, h0c\}$; système de chauffage principal <u>avant rénovation</u> . h0a: mazout. h0b: gaz. h0c: électricité.
$h1$	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; système de chauffage principal <u>après rénovation</u> . h1a: M-02 Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier. h1b: M-03 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW. h1c: M-04 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW. h1d: M-05 Pompe à chaleur air/eau. h1e: M-06 Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau). h1f: M-07 Raccordement à un réseau de chauffage.
mi_i	Investissements supplémentaires induits par l'encouragement financier par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention dans le cadre du projet de subvention «i» (calcul selon chap. A2.2.4).
LD_{h1}	Durée de vie admise du nouveau système installé h1 (cf. Tableau 10).
df_{h1}	Facteur d'escompte en fonction du nouveau système principal installé h1 (resp. sur sa durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. Pour les systèmes principaux h1a, h1b, h1d et h1e le facteur d'escompte s'élève à $df_{h1a} = df_{h1b} = df_{h1d} = df_{h1e} = 0,82$. Pour les systèmes principaux h1c et h1f, il s'élève à $df_{h1c} = df_{h1f} = 0,77$.

Le calcul des économies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et escomptées sur la durée de vie des mesures subventionnées relatives à la production de chaleur par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$EK = \sum_i \left[\left(pref_{h0, h1_i} - \frac{p1_{h1_i}}{n1_{h1_i}} \right) * k_{h1_i} * G_i * z_{h1_i} * LD_{h1_i} * df_{h1_i} \right] \quad [CHF 1000]$$

i	Indice du projet de subvention «i».
$h0$	$h0 = \{h0a, h0b, h0c\}$; système de chauffage principal <u>avant rénovation</u> . h0a: mazout. h0b: gaz. h0c: électricité.
$h1$	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; système de chauffage principal <u>après rénovation</u> . h1a: M-02 Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier. h1b: M-03 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW. h1c: M-04 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW. h1d: M-05 Pompe à chaleur air/eau. h1e: M-06 Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau). h1f: M-07 Raccordement à un réseau de chauffage.
$pref_{h0, h1}$	Prix moyen de l'énergie calculé sur toute la durée de vie des mesures relatives à la production de chaleur et basé sur la chaleur utile (CHF/MWh de chaleur utile) <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction du système de chauffage principal avant (h0) et après (h1) rénovation (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
$p1_{h1}$	Prix moyen de l'énergie calculé sur toute la durée de vie des mesures relatives à la production de chaleur et basé sur l'énergie finale livrée à l'entrée du bâtiment (CHF/MWh d'éner-

gie finale) en fonction du nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 13).

$n1_{h1}$	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 11).
G_i	Paramètre de la taille pour le projet de subvention «i» du nouveau système de chauffage principal installé (cf. Tableau 10).
k_{h1}	Facteur de conversion pour la détermination de la production de chaleur annuelle en fonction de chaque nouveau système de chauffage principal installé h1 sur la base du paramètre de la taille (cf. Tableau 10).
LD_{h1}	Durée de vie admise du nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 10).
z_{h1}	Facteur de réduction ($0\% \leq z_{h1f} \leq 100\%$) valable exclusivement pour le système de chauffage principal h1f (raccordement à un réseau de chauffage). z_{h1f} correspond à la proportion de chaleur livrée dans le réseau de chaleur correspondant et <u>non</u> revendiquée par d'autres acteurs afin de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO ₂ . Pour tous les autres nouveaux systèmes de chauffage principaux installés, $z_{h1a} = z_{h1b} = z_{h1c} = z_{h1d} = z_{h1e} = 100\%$.
df_{h1}	Facteur d'escompte en fonction du nouveau système principal installé h1 (resp. sur sa durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. Pour les systèmes principaux h1a, h1b, h1d et h1e le facteur d'escompte s'élève à $df_{h1a} = df_{h1b} = df_{h1d} = df_{h1e} = 0,82$. Pour les systèmes principaux h1c et h1f, il s'élève à $df_{h1c} = df_{h1f} = 0,77$.

Le calcul du prix moyen de l'énergie, réalisé sur la durée de vie des mesures relatives à la production de chaleur et relatif à la chaleur utile, dans un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$pref_{h0,h1} = mwe * \frac{p1_{h1}}{n1_{h1}} + [1 - mwe] * \frac{p0_{h0}}{n0_{h0}} \quad [\text{Fr./kWh chaleur utile}]$$

$p1_{h1}$	Prix moyen de l'énergie calculé sur toute la durée de vie des mesures relatives à la production de chaleur et basé sur l'énergie finale livrée à l'entrée du bâtiment (CHF/MWh d'énergie finale) en fonction du nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 13).
$p0_{h0}$	Prix moyen de l'énergie calculé sur toute la durée de vie des mesures relatives à la production de chaleur et basé sur l'énergie finale livrée à l'entrée du bâtiment (CHF/MWh d'énergie finale) en fonction de l'ancien système de chauffage principal h0 (cf. Tableau 13).
$n1_{h1}$	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du nouveau système de chauffage principal installé h1 (cf. Tableau 11).
$n0_{h0}$	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h0 (cf. Tableau 11).
mwe	Proportion des remplacements de systèmes de chauffage principaux subventionnés – chauffages alimentés aux énergies fossiles ou chauffages électriques directs – par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois, qui auraient également été réalisés même sans contribution financière (35%; Cf. A3.3 pour toutes explications utiles).

Tableau 13: Hypothèses relatives aux prix de l'énergie (en moyenne sur toute la durée de vie des mesures)	
h0 = {h0a, h0b, h0c} / h1 = {h1a, ... , h1f}; système de chauffage principal avant/après rénovation	CHF/MWh d'énergie finale livrée à l'entrée du bâtiment ¹⁾ p0 _{h0} resp. p1 _{h1}
h0a: Mazout	100
h0b: Gaz	100
h0c: Electricité	200
h1a: M-02 Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier.	75
h1b: M-03 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW.	75
h1c: M-04 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW	75
h1d: M-05 Pompe à chaleur air/eau	200
h1e: M-06 Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau).	200
h1f: M-07 Raccordement à un réseau de chauffage.	100

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Prix de l'énergie déterminés de manière forfaitaire en se basant sur l'OFEN/OFEV 2015a (mazout, gaz), l'OFEN 2014a (électricité), le ModEnHa 2009 (chaleur à distance) et l'EFS 2015 (bois). Les prix de l'énergie admis ici correspondent aux prix moyens de l'énergie sur la durée de vie des mesures subventionnées. Le GT Contrôle des résultats a déterminé, pour chaque mesure, les hypothèses relatives aux prix sous la forme de forfaits non détaillés, en raison des fortes incertitudes qui entourent les prévisions émises sur de longues périodes (jusqu'en 2030). Une analyse approfondie de la situation aurait en outre dépassé les limites du projet de révision du ModEnHa.

A2.2.6. Hypothèses sur la manière d'agréger les valeurs indicatives conformément au Tableau 4

Afin de déterminer les valeurs indicatives – agrégées et présentées au Tableau 4 (p. 40) – relatives aux effets énergétiques et aux effets sur la réduction des émissions de CO₂ pour chaque mesure, les hypothèses suivantes ont été émises:

- Avant l'installation du système de chauffage principal subventionné, le système installé était dans 75% des cas un chauffage au mazout, dans 20% des cas un chauffage au gaz et dans 5% des cas un chauffage électrique (valeurs basées sur la statistique du Volet A du Programme Bâtiments [2010 à 2014]). Si, dans un programme d'encouragement, la proportion effective d'énergies fossiles, notamment de mazout, est plus basse ou plus élevée, alors l'effet sur les émissions de CO₂ est plus léger ou, respectivement, plus fort.
- Dans le cas de raccordements à un réseau de chaleur (M-07), on part du principe que 20% de la chaleur fournie ne provient pas des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur et que la totalité de la chaleur distribuée dans le réseau de chaleur correspondant n'est pas revendiquée par d'autres acteurs dans le but de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO₂. Si un programme d'encouragement soutient le raccordement à des réseaux de chaleur dans des régions où une proportion élevée de la chaleur livrée ne provient pas des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur, ou, dans des régions où d'autres acteurs revendiquent une partie des effets, l'efficacité de la mesure est réduite en conséquence.

En ce qui concerne les valeurs indicatives figurant dans le Tableau 4 (p. 40), pour les effets agrégés relatifs aux coûts supplémentaires et aux coûts non amortissables, on admet par ailleurs la répartition ci-après concernant les tailles de systèmes subventionnées:

	10 kW _{th}	25 kW _{th}	50 kW _{th}	100 kW _{th}	200 kW _{th}	500 kW _{th}
h1b: M-03 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW.	33%	33%	33%	–	–	–
h1c: M-04 Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW	–	–	10%	40%	40%	10%
h1d: M-05 Pompe à chaleur air/eau	30%	30%	30%	10%	–	–
h1e: M-06 Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau).	10%	15%	30%	30%	10%	5%
h1f: M-07 Raccordement à un réseau de chauffage.	10%	20%	35%	20%	10%	5%

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Forfait calculé sur la base de leur propre estimation (non approfondie car ayant une incidence sur le résultat seulement concernant les effets relatifs aux investissements supplémentaires et aux coûts non amortissables consentis).

A2.3. Installations techniques complémentaires (M-08, M-09)

A2.3.1. Données à collecter (modèle d'entrées)

Pour déterminer les effets d'encouragement relatifs aux capteurs solaires (M-08) et à la ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur (M-09), il convient de collecter les données suivantes pour chaque projet subventionné:

- Paramètre quantitatif visant à définir la taille du système:
 - Installation de capteurs solaires (M-08): puissance thermique nominale de l'installation solaire en kW_{th}
 - Ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur (M-09): nombre d'unités d'habitation (-)
- Système de chauffage principal après le montage de l'installation (6 catégories): mazout, gaz, électricité, chaleur à distance, pompe à chaleur, bois

A2.3.2. Efficacité énergétique de l'encouragement financier

L'efficacité énergétique liée à l'encouragement financier des capteurs solaires ou de la ventilation dans les habitations correspond, pour les capteurs solaires, à l'énergie utile remplacée – ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur – et pour la ventilation, à l'énergie utile économisée par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées), déduction faite, en ce qui concerne la ventilation dans les habitations, des surplus de consommation électrique qui y sont liés:

$$EW = [1 - mht] * \sum_{t,i} [(a_{hi} * k_t + w_t - el_t) * G_{t,i} * LD_t] \quad [\text{MWh énergie utile}]$$

<i>i</i>	Indice du projet de subvention «i».
<i>t</i>	t = {t1,t2}; installations techniques complémentaires subventionnées. t1: M-08 Installation de capteurs solaires. t2: M-09 Ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur
<i>h</i>	h1 = {h1, ... ,h6}; système de chauffage principal <u>après montage</u> de l'installation technique complémentaire. h1: mazout. h2: gaz. h3: électricité. h4: chaleur à distance. h5: pompe à chaleur. h6: bois.
<i>a_h</i>	Proportion de chaleur utile (%), dans le système de chauffage principal installé, ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur (cf. Tableau 15).
<i>G_{t,i}</i>	Paramètre de la taille pour l'installation technique «t» dans le cadre du projet de subvention «i». Pour les installations de capteurs solaires (t1) en kW _{th} de puissance nominale installée, pour la ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur (t2) en nombre d'unités d'habitation.
<i>k_t</i>	Facteur de conversion pour déterminer la production de chaleur utile de l'installation de capteurs solaires (t1) sur la base du paramètre de la taille (en MWh par kW _{th} et par année). k _{t1} = 0,835 (hypothèse sur la base de Swissolar 2014b). Paramètre pour la ventilation dans les habitations (t2) non pertinent: k _{t2} = 0.
<i>w_t</i>	Economies annuelles de chaleur utile (MWh chaleur pour le chauffage par unité d'habitation et par année) induites par la ventilation dans les habitations (t2). w _{t2} = 2,0. Valeur arrondie, base: débit d'air moyen rapporté à la surface: 0,8 m ³ /(h m ²); SRE moyenne par unité d'habitation: 120 m ² ; taux de récupération de chaleur 80%; degrés-jours: 3250. Chaleur spécifique de l'air: 1,15 kJ/(m ³ K). Paramètre pour l'installation de capteurs solaires (t1) non pertinent: k _{t1} = 0.
<i>el_t</i>	Surplus de consommation électrique annuel (MWh de courant par unité d'habitation et par année) induit par la ventilation dans les habitations (t2). el _{t2} = 0,3. Valeur arrondie, base: débit d'air moyen rapporté à la surface: 0,8 m ³ /(h m ²). SRE moyenne par unité d'habitation: 120 m ² . Puissance d'entraînement (puissance continue): 0,35 W/(m ³ h). Paramètre pour l'installation de capteurs solaires (t1) non pertinent: el _{t1} = 0.
<i>LD_t</i>	Durée de vie admise pour les installations montées «t» (en années). Pour les installations de capteurs solaires LD _{t1} = 25. Pour la ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur: LD _{t2} = 15. Appliqué sur la base du ModEnHa 2009 / des valeurs indicatives SIA.
<i>mht</i>	Taux de capteurs solaires ou de ventilation dans les habitations subventionnés qui auraient été installés même sans la contribution financière (20%; Cf. A3.4 pour toutes explications utiles).

Tableau 15: Hypothèses en fonction du système de chauffage principal installé

h = {h1, ..., h5}; système de chauffage principal installé	Proportion (%) de chaleur utile a _h ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur ¹⁾	Fraction utile de la production de chaleur n _{t,h} en kWh de chaleur utile par kWh d'énergie finale ²⁾		Facteurs d'émission e _h en kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale livrée à l'entrée du bâtiment ³⁾	Prix de l'énergie p _h en CHF/MWh d'énergie finale livrée à l'entrée du bâtiment ⁴⁾
		t = t1 (installation de capteurs solaires)	t = t2 (ventilation dans les habitations)		
h1: mazout	a _{h1} = 100%	n _{t1,h1} = 0,75	n _{t2,h1} = 0,85	e _{h1} = 0,265	p _{h1} = 100
h2: gaz	a _{h2} = 100%	n _{t1,h2} = 0,80	n _{t2,h2} = 0,90	e _{h2} = 0,202	p _{h2} = 100
h3: électricité	a _{h3} = 100%	n _{t1,h3} = 0,95	n _{t2,h3} = 0,95	e _{h3} = 0,024	p _{h3} = 200
h4: chaleur à distance	a _{h4} = 20%	n _{t1,h4} = 1 (par définition)	n _{t2,h4} = 1 (par définition)	e _{h4} = 0,170	p _{h4} = 100
h5: pompe à chaleur	a _{h5} = 33%	n _{t1,h5} = 3,0	n _{t2,h5} = 3,5	e _{h5} = 0,024	p _{h5} = 200
h6: bois	a _{h6} = 0%	n _{t1,h6} = 0,65	n _{t2,h6} = 0,75	e _{h6} = 0	p _{h6} = 75

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Dans le présent modèle, les taux sont pertinents seulement pour les installations de capteurs solaires; c'est pourquoi la majeure partie se rapporte à la production d'eau chaude sanitaire, dont les fractions utiles sont généralement plus faibles que pour la production de chaleur destinée au chauffage. Pompe à chaleur: hypothèse pour le coefficient de performance annuel (COP) 3,0. Raccordement à un réseau de chauffage: un taux de 20% est fixé de manière forfaitaire conformément aux conditions d'attribution des subventions figurant dans le ModEnHa pour la mesure M-07. Cette exigence correspond plus ou moins à la moyenne suisse (vérification détaillée non effectuée; selon l'inventaire des gaz à effet de serre, les énergies fossiles sont à l'origine de la moitié de la production de chaleur à distance, dont une grande partie provient elle-même de l'incinération des déchets, la chaleur utilisée qui en résulte étant considérée comme «rejets de chaleur»).

2) Forfait déterminé sur la base des études de Prognos 2012. Hypothèse: les capteurs solaires permettent entre autre de remplacer l'eau chaude produite grâce à d'autres sources d'énergie, de telle sorte que les fractions utiles admises sont plus faibles que pour la ventilation dans les habitations qui permet d'économiser la chaleur produite pour le chauffage.

3) Facteurs d'émission: valeurs standards de l'OFEV/la législation sur le CO₂. Exception: facteur d'émission de la chaleur à distance: le point de départ pour le calcul est l'hypothèse de l'OFEN – basée sur le rapport relatif à l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre en Suisse, catégorie 1A1a, et émise dans le cadre du volet A du Programme Bâtiments – selon laquelle le facteur d'émission moyen de chaleur à distance par kWh de chaleur obtenue équivaut environ à 0,17 kg de CO₂/kWh (en raison du taux de 50% de chaleur à distance issue des énergies fossiles, notamment de la combustion d'origine fossile des déchets).

4) Prix moyens de l'énergie calculés sur la durée de vie des mesures. Forfait déterminé en se basant sur l'OFEN/OFEV 2015a (mazout, gaz), l'OFEN 2014a (électricité), le ModEnHa 2009 (chaleur à distance) et l'EFS 2015 (bois). Les prix de l'énergie admis ici correspondent aux prix moyens de l'énergie sur la durée de vie des mesures subventionnées. Le GT Contrôle des résultats a déterminé, pour chaque mesure, les hypothèses relatives aux prix sous la forme de forfaits non détaillés, en raison des fortes incertitudes qui entourent les prévisions émises sur de si longues périodes (jusqu'en 2040). Une analyse approfondie de la situation aurait en outre dépassé les limites du projet de révision du ModEnHa.

A2.3.3. Effet des mesures d'encouragement financier sur les émissions de CO₂

Le calcul de la réduction des émissions de CO₂ induite par l'encouragement financier des capteurs solaires resp. de la ventilation dans les habitations par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées) se présente comme suit:

$$CO2W = [1 - mht] * \sum_{t,i} [(k_t + w_t) * \epsilon_{t,hi} - e_{t,i} * EF_{el}] * G_{t,i} * LD_t \quad [t CO_2]$$

i Indice du projet de subvention «i».

t t = {t1,t2}; installations techniques complémentaires subventionnées.
t1: M-08 Installation de capteurs solaires. t2: M-09 Ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur

h	$h = \{h_1, \dots, h_6\}$; système de chauffage principal <u>après montage</u> de l'installation technique complémentaire. h1: mazout. h2: gaz. h3: électricité. h4: chaleur à distance. h5: pompe à chaleur. h6: bois.
$G_{t,i}$	Paramètre de la taille pour l'installation technique «t» dans le cadre du projet de subvention «i». Pour les installations de capteurs solaires (t1) en kW _{th} de puissance nominale installée, pour la ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur (t2) en nombre d'unités d'habitation.
k_t	Facteur de conversion pour déterminer la production de chaleur utile de l'installation de capteurs solaires (t1) sur la base du paramètre de la taille (en MWh par kW _{th} et par année). $k_{t1} = 0,835$ (hypothèse sur la base de Swissolar 2014b). Paramètre pour la ventilation dans les habitations (t2) non pertinent: $k_{t2} = 0$.
w_t	Economies annuelles de chaleur utile (MWh chaleur pour le chauffage par unité d'habitation et par année) induites par la ventilation dans les habitations (t2). $w_{t2} = 2,0$. Valeur arrondie, base: débit d'air moyen rapporté à la surface: $0,8 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$; SRE moyenne par unité d'habitation: 120 m^2 ; taux de récupération de chaleur 80%; degrés-jours: 3250. Chaleur spécifique de l'air: $1,15 \text{ kJ}/(\text{m}^3\text{K})$. Paramètre pour l'installation de capteurs solaires (t1) non pertinent: $k_{t1} = 0$.
el_t	Surplus de consommation électrique annuel (MWh de courant par unité d'habitation et par année) induit par la ventilation dans les habitations (t2). $el_{t2} = 0,3$. Valeur arrondie, base: débit d'air moyen rapporté à la surface: $0,8 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$. SRE moyenne par unité d'habitation: 120 m^2 . Puissance d'entraînement (puissance continue): $0,35 \text{ W}/(\text{m}^3\text{h})$. Paramètre pour l'installation de capteurs solaires (t1) non pertinent: $el_{t1} = 0$.
LD_t	Durée de vie admise pour les installations montées «t» (en années). Pour les installations de capteurs solaires $LD_{t1} = 25$. Pour la ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur: $LD_{t2} = 15$. Appliqué sur la base du ModEnHa 2009 / des valeurs indicatives SIA.
mht	Taux de capteurs solaires ou de ventilation dans les habitations subventionnés qui auraient été installés même sans la contribution financière (20%; Cf. A3.4 pour toutes explications utiles).
$\varepsilon_{t,h}$	Facteur d'émission moyen sur la durée de vie des mesures subventionnées (kg de CO ₂ par kWh de chaleur utile) en fonction de l'installation montée «t» et du système de chauffage principal «h» (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
$EFel$	Facteur d'émission moyen de courant sur la durée de vie des mesures subventionnées (kg de CO ₂ par kWh de courant). $EFel = 0,024$. Conformément aux prescriptions selon la législation sur le CO ₂ .

Le calcul du facteur d'émission moyen relatif à la chaleur utile et basé sur toute la durée de vie des mesures, se présente comme suit:

$$\varepsilon_{t,h} = \frac{e_h}{n_{t,h}} * r_{t,h} \text{ [kg CO}_2\text{/kWh chaleur utile]}$$

e_h Facteur d'émission relatif à l'énergie finale (kg de CO₂/kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal «h» (cf. Tableau 15).

$n_{t,h}$ Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) en fonction de l'installation montée «t» et du système de chauffage principal «h» (cf. Tableau 15).

$r_{t,h}$ Facteur de réduction (%) tenant compte du recul naturel des systèmes de chauffage alimentés par les énergies fossiles, sur la durée de vie des mesures subventionnées en fonction de l'installation subventionnée «t» et du système de chauffage principal «h». $r_{t1,h1} = 87\%$. $r_{t1,h4} = 94\%$. Pour tous les autres systèmes de chauffage et, de manière générale, pour la ventilation dans les habitations, le facteur de réduction n'est pas pertinent et $r_{t1,h2} = r_{t1,h3} = r_{t1,h5} = r_{t1,h6} = r_{t2,h1} = r_{t2,h2} = r_{t2,h3} = r_{t2,h4} = r_{t2,h5} = r_{t2,h6} = 0$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.

A2.3.4. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les investissements

Le calcul des investissements supplémentaires générés par l'encouragement financier des capteurs solaires resp. de la ventilation dans les habitations par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$MI = \sum_{t,i} mih_{t,i} = \sum_{t,i} [(1 - mht) * (gin_t * d_{t,i} + vin_t * G_{t,i})] \quad [\text{CHF } 1000]$$

i	Indice du projet de subvention «i».
t	$t = \{t1,t2\}$; installations techniques complémentaires subventionnées. t1: M-08 Installation de capteurs solaires. t2: M-09 Ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur
$d_{t,i}$	Valeur variable (1 ou 0) permettant de distinguer si une installation technique complémentaire «t» a été mise en place dans le projet «i». Il est admis: $d_{t,i} = 1$ si $G_{t,i} > 0$ et $d_{t,i} = 0$ si $G_{t,i} = 0$.
gin_t	Investissement de départ indépendamment du paramètre de la taille (en millier de CHF) en fonction de l'installation montée t1 ou t2. Pour les installations de capteurs solaires (t1), il est admis $gin_{t1} = 8,0$ (Swissolar/INFRAS inspiré du ModEnHa 2009 et de l'EFS 2014). Pour la ventilation dans les habitations (t2) il est admis par définition $gin_{t2} = 0$ (modèle de coûts appliqué tenant compte exclusivement des coûts par unité d'habitation (cf. ci-dessous).
$G_{t,i}$	Paramètre de la taille pour l'installation technique «t» dans le cadre du projet de subvention «i». Pour les installations de capteurs solaires (t1) en kW _{th} de puissance nominale installée, pour la ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur (t2) en nombre d'unités d'habitation.
vin_t	Investissement indépendant du paramètre de la taille en supplément de l'investissement de départ (en millier de CHF par unité relative au paramètre de la taille collecté) en fonction des installations montées t1 ou t2. Pour les installations de capteurs solaires (t1), il est admis $vin_{t1} = 2,5$ (Swissolar/INFRAS inspiré du ModEnHa 2009 et de l'EFS 2014). Pour la ventilation dans les habitations (t2) il est admis $vin_{t2} = 12$ (inspiré du ModEnHa 2009).
mht	Taux de capteurs solaires ou de ventilation dans les habitations subventionnés qui auraient été installés même sans la contribution financière (20%; Cf. A3.4 pour toutes explications utiles).

A2.3.5. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables

L'efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables consentis correspond, pour les capteurs solaires resp. la ventilation dans les habitations, à la somme des investissements supplémentaires induits par la subvention et des coûts supplémentaires pour l'entretien moins les économies réalisées sur les coûts de l'énergie induites par la subvention et escomptées.

$$NAM = MI + UK - EK \quad [\text{CHF } 1000]$$

<i>NAM</i>	Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables consentis (en millier de CHF) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (pour les capteurs solaires resp. la ventilation dans les habitations).
<i>EK</i>	Economies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et calculées sur la durée de vie des installations subventionnées par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (escomptées, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>MI</i>	Investissements supplémentaires induits par l'encouragement financier (en millier de CHF), relatifs aux capteurs solaires resp. à la ventilation dans les habitations, par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calcul selon A2.3.4).
<i>UK</i>	Coûts supplémentaires pour l'entretien induits par l'encouragement financier (en millier de CHF), relatifs aux capteurs solaires resp. à la ventilation dans les habitations, par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (escomptés, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).

Par souci de simplification, les coûts supplémentaires pour l'entretien induits par l'encouragement financier sont fixés de manière forfaitaire à 1% des investissements supplémentaires induits par la subvention (inspiré du ModEnHa 2009 et des valeurs indicatives SIA):

$$UK = 1\%/an * \sum_{t,i} [miht_{t,i} * LD_t * df_t] \quad [\text{CHF } 1000]$$

<i>i</i>	Indice du projet de subvention «i».
<i>t</i>	t = {t1,t2}; installations techniques complémentaires subventionnées. t1: M-08 Installation de capteurs solaires. t2: M-09 Ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur
<i>miht_{t,i}</i>	Investissements supplémentaires induits par l'encouragement financier d'une installation «t» dans le cadre d'un projet «i» par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calcul selon chap. A2.3.4).
<i>LD_t</i>	Durée de vie admise pour les installations montées «t» (en années). Pour les installations de capteurs solaires LD _{t1} = 25. Pour la ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur: LD _{t2} = 15. Appliqué sur la base du ModEnHa 2009 / des valeurs indicatives SIA.
<i>df_t</i>	Facteur d'escompte en fonction d'une installation montée «t» (resp. sur sa durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. Pour les installations de capteurs solaires df _{t1} = 0,72. Pour la ventilation dans les habitations df _{t2} = 0,82.

Le calcul des économies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et escomptées sur la durée de vie des installations subventionnées par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$EK = [1 - mht] * \sum_{t,i} \left[\left((k_t + w_t) * \frac{p_{h_i}}{n_{t,h_i}} - el_t * Pel \right) * G_{t,i} * LD_t * df_t \right] \quad [\text{CHF } 1000]$$

<i>i</i>	Indice du projet de subvention «i».
<i>t</i>	t = {t1,t2}; installations techniques complémentaires subventionnées. t1: M-08 Installation de capteurs solaires. t2: M-09 Ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur
<i>h</i>	h1 = {h1, ... ,h6}; système de chauffage principal <u>après montage</u> de l'installation technique complémentaire. h1: mazout. h2: gaz. h3: électricité. h4: chaleur à distance. h5: pompe à chaleur. h6: bois.
<i>G_{t,i}</i>	Paramètre de la taille pour l'installation technique «t» dans le cadre du projet de subvention «i». Pour les installations de capteurs solaires (t1) en kW _{th} de puissance nominale installée, pour la ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur (t2) en nombre d'unités d'habitation.
<i>k_t</i>	Facteur de conversion pour déterminer la production de chaleur utile de l'installation de capteurs solaires (t1) sur la base du paramètre de la taille (en MWh par kW _{th} et par année). k _{t1} = 0,835 (hypothèse sur la base de Swissolar 2014b). Paramètre pour la ventilation dans les habitations (t2) non pertinent: k _{t2} = 0.
<i>w_t</i>	Economies annuelles de chaleur utile (MWh chaleur pour le chauffage par unité d'habitation et par année) induites par la ventilation dans les habitations (t2). w _{t2} = 2,0. Valeur arrondie, base: débit d'air moyen rapporté à la surface: 0,8 m ³ /(h m ²); SRE moyenne par unité d'habitation: 120 m ² ; taux de récupération de chaleur 80%; degrés-jours: 3250. Chaleur spécifique de l'air: 1,15 kJ/(m ³ K). Paramètre pour l'installation de capteurs solaires (t1) non pertinent: k _{t1} = 0.
<i>el_t</i>	Surplus de consommation électrique annuel (MWh de courant par unité d'habitation et par année) induit par la ventilation dans les habitations (t2). el _{t2} = 0,3. Valeur arrondie, base: débit d'air moyen rapporté à la surface: 0,8 m ³ /(h m ²). SRE moyenne par unité d'habitation: 120 m ² . Puissance d'entraînement (puissance continue): 0,35 W/(m ³ h). Paramètre pour l'installation de capteurs solaires (t1) non pertinent: el _{t1} = 0.
<i>LD_t</i>	Durée de vie admise pour les installations montées «t» (en années). Pour les installations de capteurs solaires LD _{t1} = 25. Pour la ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur: LD _{t2} = 15. Appliqué sur la base du ModEnHa 2009 / des valeurs indicatives SIA.
<i>p_h</i>	Prix de l'énergie finale (CHF/kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal «h» installé (cf. Tableau 15).
<i>n_{t,h}</i>	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) en fonction de l'installation montée «t» et du système de chauffage principal «h» (cf. Tableau 15).
<i>Pel</i>	Prix moyen de l'électricité (CHF par kWh d'électricité consommée) sur la durée de vie des mesures subventionnées. Pel = 0.20. Pour l'explication relative à la fixation des prix de l'énergie se référer au commentaire sous le Tableau 15.
<i>mht</i>	Taux de capteurs solaires ou de ventilation dans les habitations subventionnés qui auraient été installés même sans la contribution financière (20%; Cf. A3.4 pour toutes explications utiles).
<i>df_t</i>	Facteur d'escompte en fonction d'une installation montée «t» (resp. sur sa durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. Pour les installations de capteurs solaires df _{t1} = 0,72. Pour la ventilation dans les habitations df _{t2} = 0,82.

A2.3.6. Hypothèses sur la manière d'agréger les valeurs indicatives conformément au Tableau 4

Afin de déterminer les valeurs indicatives – agrégées et présentées au Tableau 4 (p. 40) – relatives aux effets énergétiques et aux effets sur la réduction des émissions de CO₂ pour chaque mesure, les hypothèses suivantes ont été émises:

- Dans les bâtiments existants dans lesquels des capteurs solaires resp. la ventilation ont été installés, le système de chauffage principal installé était dans 60% des cas un chauffage au mazout, dans 15% des cas un chauffage au gaz, dans 5% des cas un chauffage électrique, dans 7,5% des cas un réseau de chaleur à distance, dans 5% des cas une pompe à chaleur et dans 7,5% des cas un chauffage au bois (valeurs déterminées sur la base des statistiques du Volet A du Programme Bâtiments de 2010 à 2014). En ce qui concerne les installations de capteurs solaires subventionnées, l'efficacité énergétique effective d'un programme d'encouragement est d'autant plus marquée que la proportion de systèmes de chauffage principal fonctionnant aux énergies non renouvelables (mazout, gaz, électrique) est élevée (la ventilation dans les habitations n'est pas concernée). De plus, il est généralement admis que l'installation de capteurs solaires ou d'un système de ventilation dans les habitations, en complément d'un système de chauffage principal ayant un taux de recours aux énergies fossiles plus élevé – plus particulièrement les chauffages au mazout – engendre naturellement un plus grand impact en terme de réduction des émissions de CO₂.
- En ce qui concerne les valeurs indicatives figurant dans le Tableau 4 (p. 40), pour les effets agrégés relatifs aux coûts supplémentaires et aux coûts non amortissables des installations de capteurs solaires, une taille de système moyenne de 10 kW_{th} a par ailleurs été admise.

A2.4. Rénovation des bâtiments en plusieurs grandes étapes (M-10, M-11)

A2.4.1. Données à collecter (modèle d'entrées)

Pour déterminer les effets d'encouragement relatifs aux rénovations de bâtiments en plusieurs grandes étapes (M-10, M-11), il convient de collecter les données suivantes pour chaque projet subventionné:

- Type de bâtiment (3 catégories): maison individuelle, immeuble collectif, bâtiment non-habitat;
- Surface de référence énergétique (SRE) avant la mesure (en m²);
- Paramètre servant au calcul de la qualité de la rénovation:
 - M-10: nombre de classes énergétiques CECB d'amélioration de l'enveloppe du bâtiment et de l'efficacité énergétique globale du bâtiment (collecté en 5 catégories): 2 classes, 3 classes, 4 classes, 5 classes, 6 classes.
 - M-11: nombre de classes d'amélioration du bâtiment (cf. chap. 3.2 pour le classement; collecté en 5 catégories), tant au niveau des besoins de chaleur pour le chauffage qu'au niveau des besoins en énergie pour le chauffage provenant de chauffages fonctionnant au mazout, au gaz, à l'électricité ou grâce à la chaleur à distance: 2 classes, 3 classes, 4 classes, 5 classes, 6 classes.

- Système de chauffage principal avant la mesure (6 catégories): chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois.
- Système de chauffage principal après la mesure (6 catégories): chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois.

A2.4.2. Efficacité énergétique de l'encouragement financier

L'efficacité énergétique de l'encouragement financier de mesures de rénovations des bâtiments en plusieurs grandes étapes correspond à la somme des économies d'énergie utile (obtenues par les mesures sur l'enveloppe du bâtiment) et de l'énergie utile provenant de sources d'énergie non renouvelable remplacée en plus – (résultat obtenu par le remplacement du système de chauffage) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention, calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées.

$$EW = \Delta Q + S \quad [\text{MWh énergie utile}]$$

<i>EW</i>	Efficacité énergétique de l'encouragement financier des mesures de rénovations des bâtiments en plusieurs grandes étapes (MWh, cat. énergie utile) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention, calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées.
ΔQ	Economies d'énergie utile (MWh) induites par l'encouragement financier de mesures de rénovations des bâtiments en plusieurs grandes étapes par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention, calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées.
<i>S</i>	Remplacement de l'énergie utile provenant de sources d'énergie non renouvelable (MWh) – en plus des économies d'énergie utile – induit par l'encouragement financier des mesures de rénovations des bâtiments en plusieurs grandes étapes par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention, calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées.

Le calcul des économies d'énergie utile induites par l'encouragement financier des mesures de rénovations des bâtiments en plusieurs grandes étapes par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées) se présente comme suit:

$$\Delta Q = LDGH * \sum_i [(q_{ref_{n_i, s_i}} - q_{1_{n_i, s_i}}) * EBF_i] \quad [\text{MWh énergie utile}]$$

LDGH Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).

i Indice du projet de subvention «i».

n $n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments.
n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.

s	$s = \{s_1, \dots, s_5\}$; amélioration énergétique atteinte. s1: 2 classes / catégories. s2: 3 classes / catégories. s3: 4 classes / catégories. s4: 5 classes / catégories. s5: 6 classes / catégories.
$q_{ref_{n,s}}$	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et de l'amélioration énergétique atteinte «s» (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
$q_{1_{n,s}}$	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>après rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et de l'amélioration énergétique atteinte «s» (cf. Tableau 16 pour les valeurs admises).
EBF_i	Surface de référence énergétique (par 1000 m ² de SRE) du projet de subvention «i» <u>avant rénovation</u> .

Les besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m² SRE/an) dans un cas de référence hypothétique sans subvention sont déterminés comme suit:

$$q_{ref_{n,s}} = q_{0_n} - M - mgh * [q_{0_n} - M - q_{1_{n,s}}] \text{ [kWh/m}^2 \text{ SRE/an]}$$

q_{0_n}	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>avant rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» (cf. Tableau 16).
$q_{1_{n,s}}$	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>après rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et de l'amélioration énergétique atteinte «s» (cf. Tableau 16 pour les valeurs admises).
M	Effets d'économie sur l'énergie utile – induits par le remplacement de fenêtres ou l'isolation thermique d'éléments de construction contre des locaux non chauffés – en moyenne sur l'ensemble des rénovations complètes de bâtiments subventionnées. Il est admis: $M = 10$ kWh/m ² SRE/an. Cf. A3.2 pour toutes explications utiles.
mgh	Proportion des effets d'économie induits par l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre, calculée sur la durée de vie des mesures par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (40%; Cf. A3.1 pour toutes explications utiles).

Tableau 16: Besoins de chaleur ¹⁾ pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire en kWh/m ² SRE/an			
s = {s1, ... , s5}; amélioration de l'enveloppe du bâtiment	n = {n1, n2, n3}; catégorie d'affectation des bâtiments		
	n1: mais. indiv.	n2: imm. coll.	n3: bât. non hab.
s1: 2 classes / catégories	q0 _{n1} = 130 q1 _{n1,s1} = 98	q0 _{n2} = 115 q1 _{n2,s1} = 89	q0 _{n3} = 100 q1 _{n3,s1} = 76
s2: 3 classes / catégories	q0 _{n1} = 130 q1 _{n1,s2} = 82	q0 _{n2} = 115 q1 _{n2,s2} = 76	q0 _{n3} = 100 q1 _{n3,s2} = 64
s3: 4 classes / catégories	q0 _{n1} = 130 q1 _{n1,s3} = 66	q0 _{n2} = 115 q1 _{n2,s3} = 63	q0 _{n3} = 100 q1 _{n3,s3} = 52
s4: 5 classes / catégories	q0 _{n1} = 130 q1 _{n1,s4} = 50	q0 _{n2} = 115 q1 _{n2,s4} = 50	q0 _{n3} = 100 q1 _{n3,s4} = 40
s5: 6 classes / catégories	q0 _{n1} = 130 q1 _{n1,s5} = 34	q0 _{n2} = 115 q1 _{n2,s5} = 37	q0 _{n3} = 100 q1 _{n3,s5} = 28

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Valeurs avant rénovation inspirées des études de Prognos 2012; valeurs après rénovation qui tiennent compte des valeurs empiriques de bâtiments classiques, des exigences Minergie resp. SIA 380/1:2009 (amélioration selon la classe/catégorie: -16 kWh/m² SRE pour les mais. indiv., -13 kWh/m² SRE pour les imm. coll., -12 kWh/m² SRE pour les bât. non hab.). L'amélioration effective atteinte dépend en grande partie de la situation de départ spécifique au bâtiment en ce qui concerne l'état même du bâtiment et sa géométrie. En ce qui concerne l'encouragement ciblé sur la classe d'efficacité énergétique, il existe une certaine marge de manœuvre au sein d'une même classe. L'idée d'approfondir davantage les hypothèses a été abandonnée et ce, pour différentes raisons: seules les données relatives d'une part au nombre de classes/catégories améliorées et d'autre part à la catégorie d'affectation des bâtiments sont disponibles pour déterminer les effets d'économies (la collecte de paramètres supplémentaires est en effet difficilement applicable selon le GT Contrôle des résultats); en principe, les incertitudes liées aux évaluations des effets sont assez fortes; enfin, il n'a pas été possible d'effectuer des analyses complémentaires dans les limites du budget relatif au projet de révision du ModEnHa. Si les bases peuvent être améliorées à l'avenir, les hypothèses pourront être adaptées en conséquence.

Le remplacement – induit en plus – de l'énergie utile provenant de sources d'énergie non renouvelables par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées) est déterminé comme suit:

$$S = LDWE * \sum_i [(aref_{h0,h1_i} - a1_{h1_i}) * q1_{n_i,s_i} * EBF_i] \quad [\text{MWh énergie utile}]$$

LDWE Durée de vie admise des mesures relatives à la production de chaleur (15 ans).

i Indice du projet de subvention «i».

n n = {n1,n2,n3}; catégorie d'affectation des bâtiments.
n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.

s s = {s1, ... ,s5}; amélioration énergétique atteinte.
s1: 2 classes / catégories. s2: 3 classes / catégories. s3: 4 classes / catégories. s4: 5 classes / catégories. s5: 6 classes / catégories.

h0 h0 = {h0a, ... ,h0f}; système de chauffage principal avant rénovation.
h0a: mazout. h0b: gaz. h0c: électrique. h0d: chaleur à distance. h0e: pompe à chaleur. h0f: bois.

h1 h1 = {h1a, ... ,h1f}; système de chauffage principal après rénovation.
h1a: mazout. h1b: gaz. h1c: électrique. h1d: chaleur à distance. h1e: pompe à chaleur. h1f: bois.

aref_{h0,h1} Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, dans un cas de référence hypothétique sans subvention, en fonction du système de

chauffage principal avant (h0) et après (h1) rénovation (calcul selon formule mathématique ci-dessous).

$a1_{h1}$	Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, <u>après rénovation</u> , en fonction du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 18).
$q1_{n,s}$	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>après rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et de l'amélioration énergétique atteinte «s» (cf. Tableau 16 pour les valeurs admises).
EBF_i	Surface de référence énergétique (par 1000 m ² de SRE) du projet de subvention «i» <u>avant rénovation</u> .

La proportion de chaleur utile – dans un cas de référence hypothétique sans subvention – ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, se calcule de la manière suivante:

$$aref_{h0,h1} = [1 - d_{h0,h1}] * a1_{h1} + d_{h0,h1} * [mwe * a1_{h1} + [1 - mwe] * a0_{h0}] \quad [\%]$$

$d_{h0,h1}$	Valeur variable (1 ou 0) affectée au remplacement du système de chauffage principal – contenue dans le ModEnHa 2015 sous la forme de mesure ponctuelle – instaurée afin de pouvoir établir une distinction (remplacement du chauffage fonctionnant aux énergies fossiles ou du chauffage électrique direct par un chauffage au bois, une pompe à chaleur ou un chauffage à distance; cf. Tableau 17).
$a0_{h0}$	Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, en fonction du système de chauffage principal avant rénovation h0 (cf. Tableau 18).
$a1_{h1}$	Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, en fonction du système de chauffage principal après rénovation h1 (cf. Tableau 18).
mwe	Proportion des effets de substitution induits par le remplacement du système de chauffage principal – chauffage alimenté aux énergies fossiles ou chauffage électrique direct – par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois (calculée sur la durée de vie des mesures) par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (35%; Cf. A3.3 pour toutes explications utiles).

Tableau 17: Remplacement du système de chauffage, contenu dans le ModEnHa 2015 sous la forme de mesure ponctuelle (1= oui, 0= non)						
h0 = {h0a, ... , h0f}; système de chauffage principal <u>avant</u> rénovation h0a:	h1 = {h1a, ... , h1f}; système de chauffage principal <u>après</u> rénovation					
	h1a: mazout	h1b: gaz	h1c: électricité	h1d: chauffeur à distance	h1e: pompe à chaleur	h1f: bois
h0a: mazout	$d_{h0a,h1a} = 0$	$d_{h0a,h1b} = 0$	$d_{h0a,h1c} = 0$	$d_{h0a,h1d} = 1$	$d_{h0a,h1e} = 1$	$d_{h0a,h1f} = 1$
h0b: gaz	$d_{h0b,h1a} = 0$	$d_{h0b,h1b} = 0$	$d_{h0b,h1c} = 0$	$d_{h0b,h1d} = 1$	$d_{h0b,h1e} = 1$	$d_{h0b,h1f} = 1$
h0c: électricité	$d_{h0c,h1a} = 0$	$d_{h0c,h1b} = 0$	$d_{h0c,h1c} = 0$	$d_{h0c,h1d} = 1$	$d_{h0c,h1e} = 1$	$d_{h0c,h1f} = 1$
h0d: chaleur à distance	$d_{h0d,h1a} = 0$	$d_{h0d,h1b} = 0$	$d_{h0d,h1c} = 0$	$d_{h0d,h1d} = 0$	$d_{h0d,h1e} = 0$	$d_{h0d,h1f} = 0$
h0e: pompe à chaleur	$d_{h0e,h1a} = 0$	$d_{h0e,h1b} = 0$	$d_{h0e,h1c} = 0$	$d_{h0e,h1d} = 0$	$d_{h0e,h1e} = 0$	$d_{h0e,h1f} = 0$
h0f: bois	$d_{h0f,h1a} = 0$	$d_{h0f,h1b} = 0$	$d_{h0f,h1c} = 0$	$d_{h0f,h1d} = 0$	$d_{h0f,h1e} = 0$	$d_{h0f,h1f} = 0$

Variables définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS dans le cadre du choix stratégique des mesures du ModEnHa 2015 (cf. les explications à ce sujet au chap. 1.3), qui comprend le remplacement du système de chauffage principal dans des bâtiments existants exclusivement du chauffage alimenté aux énergies fossiles ou du chauffage électrique direct par un système de chauffage au bois, une pompe à chaleur ou un chauffage à distance.

Tableau 18: Proportion de chaleur utile ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, fractions utiles, facteurs d'émission			
h0 = {h0a, ... , h0f}/ h1 = {h1a, ... , h1f}; système de chauffage principal avant/après la rénovation	Proportion de chaleur utile ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur ¹⁾ (%)	Fraction utile pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire ²⁾ (chaleur utile en kWh/énergie finale en kWh)	Facteurs d'émission ³⁾ (kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale)
h0a/h1a: mazout	$a_{h0a} = a_{h1a} = 100\%$	$n_{h0a} = n_{h1a} = 0,80$	$e_{h0a} = e_{h1a} = 0,265$
h0b/h1b: gaz	$a_{h0b} = a_{h1b} = 100\%$	$n_{h0b} = n_{h1b} = 0,85$	$e_{h0b} = e_{h1b} = 0,202$
h0c/h1c: électricité	$a_{h0c} = a_{h1c} = 100\%$	$n_{h0c} = n_{h1c} = 0,95$	$e_{h0c} = e_{h1c} = 0,024$
h0d/h1d: chaleur à distance	$a_{h0d} = a_{h1d} = 20\%$	$n_{h0d} = n_{h1d} = 1$	$e_{h0d} = e_{h1d} = 0,170$
h0e/h1e: pompe à chaleur	$a_{h0e} = a_{h1e} = 33\%$	$n_{h0e} = n_{h1e} = 3,0$	$e_{h0e} = e_{h1e} = 0,024$
h0f/h1f: bois	$a_{h0f} = a_{h1f} = 0\%$	$n_{h0f} = n_{h1f} = 0,65$	$e_{h0f} = e_{h1f} = 0$

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Pompes à chaleur avec COP annuel de 3,0 se référant à la production d'eau chaude et de chauffage. Raccordement à un réseau de chauffage: un taux de 20% est fixé conformément aux conditions d'attribution des subventions figurant dans le ModEnHa pour la mesure M-07. Cette exigence correspond plus ou moins à la moyenne suisse (vérification détaillée non effectuée; selon l'inventaire des gaz à effet de serre, les énergies fossiles sont à l'origine de la moitié de la production de chaleur à distance, dont une grande partie provient elle-même de l'incinération des déchets, la chaleur utilisée qui en résulte étant considérée comme «rejets de chaleur»).

2) Forfait déterminé sur la base des études de Prognos 2012.

3) Facteurs d'émission: valeurs standards fondamentales de l'OFEV/la législation sur le CO₂. Facteur d'émission de la chaleur à distance: l'hypothèse de l'OFEN – basée sur le rapport relatif à l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre en Suisse, catégorie 1A1a, et émise dans le cadre du volet A du Programme Bâtiments – selon laquelle le facteur d'émission moyen de chaleur à distance par kWh de chaleur obtenue équivaut environ à 0,17 kg de CO₂/kWh (en raison du taux de 50% de chaleur à distance issue des énergies fossiles, notamment pour ce qui est de la combustion d'origine fossile des déchets) constitue le point de départ du calcul du facteur d'émission de la chaleur à distance.

A2.4.3. Effet des mesures d'encouragement financier sur les émissions de CO₂

Le calcul de la réduction des émissions de CO₂ induite par l'encouragement financier des mesures de rénovations des bâtiment en plusieurs grandes étapes par rapport à un cas de référé-

rence hypothétique sans subvention (calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées) se présente comme suit:

$$CO2W = LDGH * \sum_i \left[\left(qref_{n_i, s_i} * \epsilon ref_{h_0, h_1} - q1_{n_i, s_i} * \frac{e1_{h_1}}{n1_{h_1}} * r1_{h_1} \right) * EBF_i \right] \quad [t CO_2]$$

<i>LDGH</i>	Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).
<i>i</i>	Indice du projet de subvention «i».
<i>n</i>	$n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments. n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.
<i>s</i>	$s = \{s1, \dots, s5\}$; amélioration énergétique atteinte. s1: 2 classes / catégories. s2: 3 classes / catégories. s3: 4 classes / catégories. s4: 5 classes / catégories. s5: 6 classes / catégories.
<i>h0</i>	$h0 = \{h0a, \dots, h0f\}$; système de chauffage principal <u>avant rénovation</u> . h0a: mazout. h0b: gaz. h0c: électrique. h0d: chaleur à distance. h0e: pompe à chaleur. h0f: bois.
<i>h1</i>	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; système de chauffage principal <u>après rénovation</u> . h1a: mazout. h1b: gaz. h1c: électrique. h1d: chaleur à distance. h1e: pompe à chaleur. h1f: bois.
<i>qref_{n,s}</i>	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et de l'amélioration énergétique atteinte «s» (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>q1_{n,s}</i>	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>après rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et de l'amélioration énergétique atteinte «s» (cf. Tableau 16 pour les valeurs admises).
<i>εref_{h0,h1}</i>	Facteur d'émission moyen relatif à la chaleur utile (kg de CO ₂ / kWh de chaleur utile) <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction du système de chauffage principal avant (h0) et après (h1) rénovation (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>e1_{h1}</i>	Facteur d'émission relatif à l'énergie finale (kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 18).
<i>n1_{h1}</i>	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 18).
<i>r1_{h1}</i>	Facteur de réduction (%) tenant compte du recul naturel, dans les 40 prochaines années, des systèmes de chauffage alimentés par les énergies fossiles, en fonction du système de chauffage principal h1 après rénovation. $r1_{h1a} = 60\%$ (mazout). $r1_{h1b} = 75\%$ (gaz). $r1_{h1d} = 90\%$ (chaleur à distance). Pour tous les autres systèmes de chauffage $r1_{h1c} = r1_{h1e} = r1_{h1f} = 100\%$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.
<i>EBF_i</i>	Surface de référence énergétique (par 1000 m ² de SRE) du projet de subvention «i» <u>avant rénovation</u> .

Les besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m² SRE/an) dans un cas de référence hypothétique sans subvention sont déterminés comme suit:

$$q_{ref,n,s} = q_{0n} - M - mgh * [q_{0n} - M - q_{1n,s}] \text{ [kWh/m}^2 \text{ SRE/an]}$$

q_{0n}	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>avant rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» (cf. Tableau 16).
$q_{1n,s}$	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>après rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et de l'amélioration énergétique atteinte «s» (cf. Tableau 16 pour les valeurs admises).
M	Effets d'économie sur l'énergie utile – induits par le remplacement de fenêtres ou l'isolation thermique d'éléments de construction contre des locaux non chauffés – en moyenne sur l'ensemble des rénovations complètes de bâtiments subventionnés. Il est admis: $M = 10$ kWh/m ² SRE/an. Cf. A3.2 pour toutes explications utiles.
mgh	Proportion des effets d'économie induits par l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre, calculée sur la durée de vie des mesures par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (40%; Cf. A3.1 pour toutes explications utiles).

Le calcul du facteur d'émission relatif à la chaleur utile (kg de CO₂/kWh de chaleur utile) dans le cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$\varepsilon_{ref,h0,h1} = (1 - d_{h0,h1}) * \frac{e_{1h1}}{n_{1h1}} * r_{1h1} + d_{h0,h1} * \left[mwe * \frac{e_{1h1}}{n_{1h1}} * r_{1h1} + (1 - mwe) * \frac{e_{0h0}}{n_{0h0}} * r_{0h0} \right] \text{ [kg CO}_2\text{/kWh chaleur utile]}$$

$d_{h0,h1}$	Valeur variable (1 ou 0) affectée au remplacement du système de chauffage principal – contenue dans le ModEnHa 2015 sous la forme de mesures ponctuelles – instaurée afin de pouvoir établir une distinction (remplacement du chauffage fonctionnant aux énergies fossiles ou du chauffage électrique direct par un chauffage au bois, une pompe à chaleur ou un chauffage à distance; cf. Tableau 17).
e_{0h0}	Facteur d'émission relatif à l'énergie finale (kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal h0 avant rénovation (cf. Tableau 18).
e_{1h1}	Facteur d'émission relatif à l'énergie finale (kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 18).
n_{0h0}	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h0 avant rénovation (cf. Tableau 18).
n_{1h1}	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 18).
mwe	Proportion des effets de substitution induits par le remplacement du système de chauffage principal – chauffage alimenté aux énergies fossiles ou chauffage électrique direct – par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois (calculée sur la durée de vie des mesures) par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (35%; cf. A3.3 pour toutes explications utiles).

$r0_{h0}$	Facteur de réduction (%) tenant compte du recul naturel, dans les 40 prochaines années, des systèmes de chauffage alimentés par les énergies fossiles, en fonction du système de chauffage principal $h0$ avant rénovation. $r0_{h0a} = 60\%$ (mazout). $r0_{h0b} = 75\%$ (gaz). $r0_{h0d} = 90\%$ (chaleur à distance). Pour tous les autres systèmes de chauffage $r0_{h0c} = r0_{h0e} = r0_{h0f} = 100\%$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.
$r1_{h1}$	Facteur de réduction (%) tenant compte du recul naturel, dans les 40 prochaines années, des systèmes de chauffage alimentés par les énergies fossiles, en fonction du système de chauffage principal $h1$ après rénovation. $r1_{h1a} = 60\%$ (mazout). $r1_{h1b} = 75\%$ (gaz). $r1_{h1d} = 90\%$ (chaleur à distance). Pour tous les autres systèmes de chauffage $r1_{h1c} = r1_{h1e} = r1_{h1f} = 100\%$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.

A2.4.4. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les investissements

Le calcul des investissements supplémentaires générés par l'encouragement financier de mesures de rénovations des bâtiments en plusieurs grandes étapes par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$MI = \sum_i migh_i + \sum_i miwe_i$$

$$= \sum_i [(1 - mgh) * (ie_{n_i,s_i} - ip_{n_i,s_i}) * EBF_i] + \sum_i [d_{h0_i,h1_i} * (1 - mwe) * iw_{n_i,s_i,h1_i} * EBF_i] \quad [\text{CHF } 1000]$$

i	Indice du projet de subvention «i».
n	$n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments. n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.
s	$s = \{s1, \dots, s5\}$; amélioration énergétique atteinte. s1: 2 classes / catégories. s2: 3 classes / catégories. s3: 4 classes / catégories. s4: 5 classes / catégories. s5: 6 classes / catégories.
$h0$	$h0 = \{h0a, \dots, h0f\}$; système de chauffage principal <u>avant rénovation</u> . h0a: mazout. h0b: gaz. h0c: électrique. h0d: chaleur à distance. h0e: pompe à chaleur. h0f: bois.
$h1$	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; système de chauffage principal <u>après rénovation</u> . h1a: mazout. h1b: gaz. h1c: électrique. h1d: chaleur à distance. h1e: pompe à chaleur. h1f: bois.
mgh	Proportion des effets d'économie induits par l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre, calculée sur la durée de vie des mesures par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (40%; Cf. A3.1 pour toutes explications utiles).
$ie_{n,s}$	Investissements pour la rénovation de l'enveloppe du bâtiment (en millier de CHF/m ² SRE) en fonction de l'affectation du bâtiment «n» et de l'amélioration énergétique atteinte «s», en partant du principe que la façade, le toit, les murs et le sol contre terre sont soumis à une <u>rénovation énergétique</u> selon les exigences du ModEnHa 2015 et que les fenêtres et les éléments de construction contre des locaux non chauffés subissent une <u>rénovation énergétique</u> selon les exigences légales (MoPec). Valeurs admises et explications cf. Tableau 19.
$ip_{n,s}$	Investissements pour la rénovation de l'enveloppe du bâtiment (en millier de CHF/m ² SRE) en fonction de l'affectation du bâtiment «n» et de l'amélioration énergétique atteinte «s», en partant du principe que la façade, le toit, les murs et le sol contre terre sont soumis à

une rénovation non énergétique et que les fenêtres et les éléments de construction contre des locaux non chauffés subissent une rénovation énergétique selon les exigences légales (MoPec). Valeurs admises et explications cf. Tableau 19.

$d_{h0,h1}$	Valeur variable (1 ou 0) affectée au remplacement du système de chauffage principal – contenue dans le ModEnHa 2015 sous la forme de mesures ponctuelles – instaurée afin de pouvoir établir une distinction (remplacement du chauffage fonctionnant aux énergies fossiles ou du chauffage électrique direct par un chauffage au bois, une pompe à chaleur ou un chauffage à distance; cf. Tableau 17).
mwe	Proportion des effets de substitution induits par le remplacement du système de chauffage principal – chauffage alimenté aux énergies fossiles ou chauffage électrique direct – par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois (calculée sur la durée de vie des mesures) par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (35%; cf. A3.3 pour toutes explications utiles).
$iW_{n,s,h1}$	Investissements supplémentaires (en millier de CHF/m ² SRE) prévus pour le remplacement du système de chauffage principal – fonctionnant aux énergies fossiles ou avec un chauffage électrique direct – par un réseau de chaleur à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois en comparaison de la rénovation intégrale de l'ancien système de chauffage principal. Déterminant uniquement si le système de chauffage principal installé avant rénovation est un chauffage fonctionnant aux énergies fossiles ou un chauffage électrique direct et qu'il est remplacé, après rénovation, par un raccordement au chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois (qualifié via la valeur variable $d_{h0,h1}$, cf. ci-dessus). Valeurs admises et explications cf. Tableau 20.

Tableau 19: Hypothèses relatives aux investissements pour l'enveloppe du bâtiment¹⁾ (en CHF/m² SRE)			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ $ip_{n,s3}$: estimation des investissements pour la rénovation complète de l'enveloppe du bâtiment (en CHF/m² SRE) dans le cadre d'une <u>rénovation non énergétique</u> des façades, du toit, des murs et du sol contre terre et d'une <u>rénovation énergétique</u> des fenêtres et des éléments de construction contre locaux non chauffés selon les exigences légales (MoPec 2014). ▪ $ie_{n,s3}$: estimation des investissements pour la rénovation complète de l'enveloppe du bâtiment (en CHF/m² SRE) dans le cadre d'une <u>rénovation énergétique</u> des façades, du toit, des murs et du sol contre terre – selon les exigences du ModEnHa 2015 – et d'une <u>rénovation énergétique</u> des fenêtres et des éléments de construction contre locaux non chauffés – selon les exigences légales (MoPec 2014). 			
$s = \{s1, \dots, s5\}$; amélioration énergétique	$n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments		
	n1: mais. indiv.	n2: imm. coll.	n3: bât. non hab.
s1: 2 classes / catégories	$ip_{n1,s1} = 50\% * ip_{n1,s3}^{3)}$ $ie_{n1,s1} = 50\% * ie_{n1,s3}^{3)}$	$ip_{n2,s1} = 50\% * ip_{n2,s3}^{3)}$ $ie_{n2,s1} = 50\% * ie_{n2,s3}^{3)}$	$ip_{n3,s1} = 50\% * ip_{n3,s3}^{3)}$ $ie_{n3,s1} = 50\% * ie_{n3,s3}^{3)}$
s2: 3 classes / catégories	$ip_{n1,s2} = 75\% * ip_{n1,s3}^{3)}$ $ie_{n1,s2} = 75\% * ie_{n1,s3}^{3)}$	$ip_{n2,s2} = 75\% * ip_{n2,s3}^{3)}$ $ie_{n2,s2} = 75\% * ie_{n2,s3}^{3)}$	$ip_{n3,s2} = 75\% * ip_{n3,s3}^{3)}$ $ie_{n3,s2} = 75\% * ie_{n3,s3}^{3)}$
s3: 4 classes / catégories	$ip_{n1,s3} = 580^{2)}$ $ie_{n1,s3} = 790^{2)}$	$ip_{n2,s3} = 360^{2)}$ $ie_{n2,s3} = 480^{2)}$	$ip_{n3,s3} = 300^{2)}$ $ie_{n3,s3} = 380^{2)}$
s4: 5 classes / catégories	$ip_{n1,s4} = 125\% * ip_{n1,s3}^{3)}$ $ie_{n1,s4} = 125\% * ie_{n1,s3}^{3)}$	$ip_{n2,s4} = 125\% * ip_{n2,s3}^{3)}$ $ie_{n2,s4} = 125\% * ie_{n2,s3}^{3)}$	$ip_{n3,s4} = 125\% * ip_{n3,s3}^{3)}$ $ie_{n3,s4} = 125\% * ie_{n3,s3}^{3)}$
s5: 6 classes / catégories	$ip_{n1,s5} = 150\% * ip_{n1,s3}^{3)}$ $ie_{n1,s5} = 150\% * ie_{n1,s3}^{3)}$	$ip_{n2,s5} = 150\% * ip_{n2,s3}^{3)}$ $ie_{n2,s5} = 150\% * ie_{n2,s3}^{3)}$	$ip_{n3,s5} = 150\% * ip_{n3,s3}^{3)}$ $ie_{n3,s5} = 150\% * ie_{n3,s3}^{3)}$

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

Les hypothèses concernant les fonctions de coûts s'appuient sur le ModEnHa 2009, TEP 2010, ecoconcept/A+W 2011, la CDF 2014 et l'OFEN 2004 ainsi que sur une brève vérification, par INFRAS et le GT Contrôle des résultats, de la plausibilité des coûts calculés pour un projet de rénovation classique. Il n'existe aucune donnée empirique approfondie qui soit directement exploitable pour l'estimation des coûts en cas de rénovation du bâtiment en plusieurs grandes étapes. L'approfondissement des fonctions de coûts aurait dépassé le cadre du projet de révision du ModEnHa – d'autant plus qu'il s'agit, pour les coûts admis, de valeurs moyennes basées sur les rénovations de bâtiment subventionnées dans toute la Suisse, qui, de toute façon, ne peuvent généralement pas être étayées par des valeurs empiriques mais uniquement faire l'objet d'un test de plausibilité (les

données empiriques se réfèrent la plupart du temps à un cadre avec des conditions bien définies, ainsi qu'à des hypothèses concernant la détermination des coûts). Les fonctions de coûts pourront être adaptées si, à l'avenir, des données précises sont disponibles.

2) Raisonnement: on se base sur des surfaces de l'enveloppe du bâtiment, selon les bâtiments modèles basés sur des statistiques de l'OFEN 2004 en fonction de l'affectation du bâtiment (figurant par ailleurs également dans la CDF 2014); ces surfaces sont chaque fois subdivisées en a: toit, b: façade, c: fenêtre, d: portes, e: surface au sol du bâtiment, f: murs contre bâtiment voisin, en m² surface de l'élément pour les maisons individuelles (a: 118, b: 143, c: 47, d: 9, e: 83, f: 8), immeubles collectifs (a: 244, b: 367, c: 123, d: 13, e: 190, f: 40) et bâtiments non-habitat (hypothèse: cat. «immeuble de bureau»; a: 411, b: 581, c: 309, d: 21, e: 347, f: 88). Ces valeurs permettent d'estimer approximativement la SRE des bâtiments modèles (qui ne figure pas dans l'OFEN 2004) grâce à la surface au sol et aux surfaces verticales des éléments de construction: SRE env. $(b+c+d+f)/4/e^{0,5/3} * e$ donne en m² SRE 157/624/1551 pour la mais. indiv. / l'imm. coll. / le bât. non-hab. Tout en s'appuyant sur TEP

2010/econcept/A+W 2011 et en respectant la conformité avec les hypothèses du ModEnHa relatives à la mesure M-01, les investissements spécifiques à chaque élément de construction sont par ailleurs déterminés en ce qui concerne la rénovation non énergétique (neS) et la rénovation énergétique (eS); ils sont exprimés en CHF/m² d'élément de construction pour chaque catégorie (a_{neS}: 150, a_{eS}: 260, b_{neS}: 100, b_{eS}: 240, c_{neS}: 50, c_{eS}: 750, d_{neS}: 50, d_{eS}: 500, e_{neS}: 20, e_{eS}: 220, f_{neS}: 20, f_{eS}: 220). Partant de ces hypothèses, il en résulte les valeurs figurant dans le présent tableau (arrondies à CHF 10.–/m² SRE).

3) Raisonnement: en partant des valeurs déterminées pour une amélioration de 4 classes/catégories, les investissements admis sont augmentés ou diminués linéairement, et ce, proportionnellement aux économies admises de chaleur utile atteintes pour la mesure M-01 selon le ModEnHa 2015 (p.ex. mais. indiv.: économies pour 2/3/4/5/6 classes/catégories équivaut selon Tableau 16 à 32/48/64/80/96 kWh/m² SRE, en % calculé sur 4 classes/catégories d'amélioration, par conséquent 50%/75%/100%/125%/150%).

Tableau 20: Hypothèses relatives aux investissements pour la production de chaleur ¹⁾ (en CHF/m ² SRE)				
i _{w_{n1,s1,h1}} : investissements supplémentaires admis pour le remplacement d'un chauffage à mazout, à gaz ou électrique par un nouveau système de chauffage principal (clef en main, y c. mesures relevant de la construction) par rapport à la rénovation intégrale de l'ancien système de chauffage principal.				
Système de chauffage principal	Amélioration de l'enveloppe du bâtiment	Catégorie d'affectation des bâtiments		
		n1: mais. indiv.	n2: imm. coll.	n3: bât. non hab.
h1d: chaleur à distance	s1: 2 cl./cat.	i _{w_{n1,s1,h1d}} = CHF 130/m ² SRE ²⁾	i _{w_{n2,s1,h1d}} = 35 Fr./m ² SRE ²⁾	i _{w_{n3,s1,h1d}} = 20 Fr./m ² SRE ²⁾
	s2: 3 cl./cat.	i _{w_{n1,s2,h1d}} = 95%* i _{w_{n1,s1,h1d}} ³⁾	i _{w_{n2,s2,h1d}} = 95%* i _{w_{n2,s1,h1d}} ³⁾	i _{w_{n3,s2,h1d}} = 95%* i _{w_{n3,s1,h1d}} ³⁾
	s3: 4 cl./cat.	i _{w_{n1,s3,h1d}} = 90%* i _{w_{n1,s1,h1d}} ³⁾	i _{w_{n2,s3,h1d}} = 90%* i _{w_{n2,s1,h1d}} ³⁾	i _{w_{n3,s3,h1d}} = 90%* i _{w_{n3,s1,h1d}} ³⁾
	s4: 5 cl./cat.	i _{w_{n1,s4,h1d}} = 85%* i _{w_{n1,s1,h1d}} ³⁾	i _{w_{n2,s4,h1d}} = 85%* i _{w_{n2,s1,h1d}} ³⁾	i _{w_{n3,s4,h1d}} = 85%* i _{w_{n3,s1,h1d}} ³⁾
	s5: 6 cl./cat.	i _{w_{n1,s5,h1d}} = 80%* i _{w_{n1,s1,h1d}} ³⁾	i _{w_{n2,s5,h1d}} = 80%* i _{w_{n2,s1,h1d}} ³⁾	i _{w_{n3,s5,h1d}} = 80%* i _{w_{n3,s1,h1d}} ³⁾
h1e: pompe à chaleur	s1: 2 cl./cat.	i _{w_{n1,s1,h1e}} = CHF 80/m ² SRE ²⁾	i _{w_{n2,s1,h1e}} = CHF 35/m ² SRE ²⁾	i _{w_{n3,s1,h1e}} = CHF 30/m ² SRE ²⁾
	s2: 3 cl./cat.	i _{w_{n1,s2,h1e}} = 95%* i _{w_{n1,s1,h1e}} ³⁾	i _{w_{n2,s2,h1e}} = 95%* i _{w_{n2,s1,h1e}} ³⁾	i _{w_{n3,s2,h1e}} = 95%* i _{w_{n3,s1,h1e}} ³⁾
	s3: 4 cl./cat.	i _{w_{n1,s3,h1e}} = 90%* i _{w_{n1,s1,h1e}} ³⁾	i _{w_{n2,s3,h1e}} = 90%* i _{w_{n2,s1,h1e}} ³⁾	i _{w_{n3,s3,h1e}} = 90%* i _{w_{n3,s1,h1e}} ³⁾
	s4: 5 cl./cat.	i _{w_{n1,s4,h1e}} = 85%* i _{w_{n1,s1,h1e}} ³⁾	i _{w_{n2,s4,h1e}} = 85%* i _{w_{n2,s1,h1e}} ³⁾	i _{w_{n3,s4,h1e}} = 85%* i _{w_{n3,s1,h1e}} ³⁾
	s5: 6 cl./cat.	i _{w_{n1,s5,h1e}} = 80%* i _{w_{n1,s1,h1e}} ³⁾	i _{w_{n2,s5,h1e}} = 80%* i _{w_{n2,s1,h1e}} ³⁾	i _{w_{n3,s5,h1e}} = 80%* i _{w_{n3,s1,h1e}} ³⁾
h1f: bois	s1: 2 cl./cat.	i _{w_{n1,s1,h1f}} = CHF 110/m ² SRE ²⁾	i _{w_{n2,s1,h1f}} = CHF 35/m ² SRE ²⁾	i _{w_{n3,s1,h1f}} = CHF 20/m ² SRE ²⁾
	s2: 3 cl./cat.	i _{w_{n1,s2,h1f}} = 95%* i _{w_{n1,s1,h1f}} ³⁾	i _{w_{n2,s2,h1f}} = 95%* i _{w_{n2,s1,h1f}} ³⁾	i _{w_{n3,s2,h1f}} = 95%* i _{w_{n3,s1,h1f}} ³⁾
	s3: 4 cl./cat.	i _{w_{n1,s3,h1f}} = 90%* i _{w_{n1,s1,h1f}} ³⁾	i _{w_{n2,s3,h1f}} = 90%* i _{w_{n2,s1,h1f}} ³⁾	i _{w_{n3,s3,h1f}} = 90%* i _{w_{n3,s1,h1f}} ³⁾
	s4: 5 cl./cat.	i _{w_{n1,s4,h1f}} = 85%* i _{w_{n1,s1,h1f}} ³⁾	i _{w_{n2,s4,h1f}} = 85%* i _{w_{n2,s1,h1f}} ³⁾	i _{w_{n3,s4,h1f}} = 85%* i _{w_{n3,s1,h1f}} ³⁾
	s5: 6 cl./cat.	i _{w_{n1,s5,h1f}} = 80%* i _{w_{n1,s1,h1f}} ³⁾	i _{w_{n2,s5,h1f}} = 80%* i _{w_{n2,s1,h1f}} ³⁾	i _{w_{n3,s5,h1f}} = 80%* i _{w_{n3,s1,h1f}} ³⁾

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Les fonctions de coût s'appuient sur le ModEnHa 2009, ainsi que sur une vérification de la plausibilité des coûts calculés pour des bâtiments de taille classique. Sur le fond, le commentaire du Tableau 19 est valable ici aussi. C'est à dire que les hypothèses ne sont étayées ni par des valeurs empiriques ni directement par des études existantes.

2) Raisonnement: on se base sur les SRE (en m²) figurant dans le Tableau 19 qui sont estimées en fonction du type de bâtiment (mais. indiv.: 157; imm. coll.: 624; bât. non-hab.: 1551). Par ailleurs, un forfait de 50 W/m² de SRE est appliqué en ce qui concerne la puissance thermique nominale dans les bâtiments ayant été améliorés de 2 classes / catégories. La nécessité d'investir dans le nouveau système de chauffage principal – après déduction des investissements relatifs au remplacement de l'ancien système de chauffage – est étayée sur la base des investissements admis selon le système de chauffage principal conformément aux mesures M-03 à M-07 du ModEnHa 2015 (Tableau 12). Les investissements admis pour h1d (chaleur à distance) sont directement repris, après déduction des investissements pour l'ancien système de chauffage principal. En ce qui concerne h1e (pompe à chaleur), il est admis, à titre de complément, que l'on installe une pompe à chaleur air-eau dans 75% des cas et une pompe à chaleur eau-eau/saumure-eau dans 25% des cas. Pour h1f (bois), il est admis, à titre de complément, que l'installation des chauffages à bois s'effectue dans les proportions et les cas suivants: les chauffages à bois, dont la puissance calorifique est

d'une part ≤ 70 kW et d'autre part > 70 kW, sont installés respectivement à 100% et à 0% dans les maisons individuelles, à 25% et à 75% dans les immeubles collectifs, à 0% et à 100% dans les bâtiments non-habitat. Partant de ces hypothèses, il en résulte les valeurs figurant dans le présent tableau (arrondies à CHF 5.-/m² SRE).

3) Raisonnement: il est admis que les investissements engendrant une amélioration croissante de l'enveloppe du bâtiment sont en baisse (application d'un forfait sans avoir pu disposer de données directement exploitables). Non proportionnel à la réduction éventuelle des besoins de puissance pour la chaleur (pour les maisons passives, p. ex. jusqu'à une puissance inférieure à 10 W/m² SRE), étant donné qu'une grande partie des investissements sont alloués au système de chauffage principal en tant qu'investissement de départ indépendant.

A2.4.5. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables

L'efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables consentis correspond, pour les rénovations de bâtiment en plusieurs grandes étapes, à la somme des investissements supplémentaires induits par la subvention et des coûts supplémentaires escomptés pour l'entretien moins les économies réalisées sur les coûts de l'énergie induites par la subvention et escomptées.

$$NAM = MI + UK - EK \quad [\text{CHF } 1000]$$

<i>NAM</i>	Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables consentis (millier de CHF) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (pour les rénovations de bâtiment en plusieurs grandes étapes).
<i>EK</i>	Economies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et calculées sur la durée de vie des mesures de rénovation des bâtiments subventionnées par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (escomptées, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>MI</i>	Investissements supplémentaires (en millier de CHF) induits par l'encouragement financier de mesures des rénovations de bâtiments en plusieurs grandes étapes par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calcul selon A2.4.4).
<i>UK</i>	Coûts supplémentaires pour l'entretien (en millier de CHF) induits par l'encouragement financier des mesures des rénovations de bâtiments en plusieurs grandes étapes par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (escomptés, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).

Par souci de simplification, les coûts supplémentaires pour l'entretien induits par l'encouragement financier sont fixés de manière forfaitaire à 1% des investissements supplémentaires induits par la subvention (inspiré du ModEnHa 2009 et des valeurs indicatives SIA):

$$UK = 1\%/an * \sum_i [migh_i * LDGH * dfgh + miwe_i * LDWE * dfwe] \quad [\text{CHF } 1000]$$

<i>i</i>	Indice du projet de subvention.
<i>migh_i</i>	Investissements supplémentaires induits par l'encouragement financier par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention sur la base de mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment dans le cadre du projet de subvention «i» (calcul selon chap. A2.4.4).
<i>miwe_i</i>	Investissements supplémentaires induits par l'encouragement financier par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention sur la base de mesures relatives à la production de chaleur dans le cadre du projet de subvention «i» (calcul selon chap. A2.4.4).

<i>LDGH</i>	Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).
<i>LDWE</i>	Durée de vie admise des mesures relatives à la production de chaleur (15 ans).
<i>dfgh</i>	Facteur d'escompte pour les mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (resp. sur leur durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. $dfgh = 0,60$.
<i>dfwe</i>	Facteur d'escompte pour les mesures relatives à la production de chaleur (resp. sur leur durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. $dfwe = 0,82$.

Le calcul des économies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et escomptées sur la durée de vie des installations subventionnées par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$EK = LDGH * dfgh * \sum_i \left[\left(qref_{n_i, s_i} * pref_{h0_i, h1_i} - q1_{n_i, s_i} * \frac{p1_{h1_i}}{n1_{h1_i}} * rp1_{h1_i} \right) * EBF_i \right] \quad [\text{CHF } 1000]$$

<i>LDGH</i>	Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).
<i>i</i>	Indice du projet de subvention «i».
<i>n</i>	$n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments. n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.
<i>s</i>	$s = \{s1, \dots, s5\}$; amélioration énergétique atteinte. s1: 2 classes / catégories. s2: 3 classes / catégories. s3: 4 classes / catégories. s4: 5 classes / catégories. s5: 6 classes / catégories.
<i>h0</i>	$h0 = \{h0a, \dots, h0f\}$; système de chauffage principal <u>avant rénovation</u> . h0a: mazout. h0b: gaz. h0c: électrique. h0d: chaleur à distance. h0e: pompe à chaleur. h0f: bois.
<i>h1</i>	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; système de chauffage principal <u>après rénovation</u> . h1a: mazout. h1b: gaz. h1c: électrique. h1d: chaleur à distance. h1e: pompe à chaleur. h1f: bois.
<i>qref_{n,s}</i>	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et de l'amélioration énergétique atteinte «s» (calcul selon formule mathématique au chap. A2.4.3 ci-dessus).
<i>q1_{n,s}</i>	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>après rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et de l'amélioration énergétique atteinte «s» (cf. Tableau 16 pour les valeurs admises).
<i>pref_{h0,h1}</i>	Prix moyen de l'énergie relatif à la chaleur utile (CHF/kWh de chaleur utile) <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction du système de chauffage principal avant (h0) et après (h1) rénovation (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>p1_{h1}</i>	Prix de l'énergie finale (CHF/kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 21).
<i>n1_{h1}</i>	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 18).

$rp1_{h1}$	Facteur de réduction (%) concernant le système de chauffage principal h1 tenant compte du recul naturel des chauffages à mazout jusqu'à la fin de la durée de vie des mesures liées à l'enveloppe des bâtiments. $rp1_{h1a} = 90\%$ (mazout). Pour tous les autres systèmes de chauffage $rp1_{h1b} = rp1_{h1c} = rp1_{h1d} = rp1_{h1e} = rp1_{h1f} = 100\%$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.
$dfgh$	Facteur d'escompte pour les mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (resp. sur leur durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. $dfgh = 0,60$.
EBF_i	Surface de référence énergétique (par 1000 m ² de SRE) du projet de subvention «i» <u>avant rénovation</u> .

Le calcul du prix moyen de l'énergie relatif à la chaleur utile dans un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$pref_{h0,h1} = (1 - d_{h0,h1}) * \frac{p1_{h1}}{n1_{h1}} * rp1_{h1} + d_{h0,h1} * \left[mwe * \frac{p1_{h1}}{n1_{h1}} * rp1_{h1} + (1 - mwe) * \frac{p0_{h0}}{n0_{h0}} * rp0_{h0} \right] \text{ [Fr./kWh chaleur utile]}$$

$d_{h0,h1}$	Valeur variable (1 ou 0) affectée au remplacement du système de chauffage principal – contenue dans le ModEnHa 2015 sous la forme de mesures ponctuelles – instaurée afin de pouvoir établir une distinction (remplacement du chauffage fonctionnant aux énergies fossiles ou du chauffage électrique direct par un chauffage au bois, une pompe à chaleur ou un chauffage à distance; cf. Tableau 17).
$p0_{h0}$	Prix de l'énergie finale (CHF/kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal h0 avant rénovation (cf. Tableau 21).
$p1_{h1}$	Prix de l'énergie finale (CHF/kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 21).
$n0_{h0}$	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h0 avant rénovation (cf. Tableau 18).
$n1_{h1}$	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 18).
mwe	Proportion des effets de substitution induits par le remplacement du système de chauffage principal – chauffage alimenté aux énergies fossiles ou chauffage électrique direct – par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois (calculée sur la durée de vie des mesures) par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (35%; cf. A3.3 pour toutes explications utiles).
$rp0_{h0}$	Facteur de réduction (%) concernant le système de chauffage principal h0 tenant compte du recul naturel des chauffages à mazout jusqu'à la fin de la durée de vie des mesures liées à l'enveloppe des bâtiments. $rp0_{h0a} = 90\%$ (mazout). Pour tous les autres systèmes de chauffage $rp0_{h0b} = rp0_{h0c} = rp0_{h0d} = rp0_{h0e} = rp0_{h0f} = 100\%$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.
$rp1_{h1}$	Facteur de réduction (%) concernant le système de chauffage principal h1 tenant compte du recul naturel des chauffages à mazout jusqu'à la fin de la durée de vie des mesures liées à l'enveloppe des bâtiments. $rp1_{h1a} = 90\%$ (mazout). Pour tous les autres systèmes de chauffage $rp1_{h1b} = rp1_{h1c} = rp1_{h1d} = rp1_{h1e} = rp1_{h1f} = 100\%$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.

Tableau 21: Hypothèses relatives au prix de l'énergie finale	
h0 = {h0a, ... , h0f}/h1 = {h1a, ... , h1f}; système de chauffage principal avant/après la rénovation	Prix ¹⁾ de l'énergie finale livrée à l'entrée du bâtiment (CHF/kWh)
h0a/h1a: mazout	$p0(h0a) = p1(h1a) = 0.10$
h0b/h1b: gaz	$p0(h0b) = p1(h1b) = 0.10$
h0c/h1c: électricité	$p0(h0c) = p1(h1c) = 0.20$
h0d/h1d: chaleur à distance	$p0(h0d) = p1(h1d) = 0.10$
h0e/h1e: pompe à chaleur	$p0(h0e) = p1(h1e) = 0.20$
h0f/h1f: bois	$p0(h0e) = p1(h1e) = 0.075$

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Prix moyens de l'énergie calculés sur la durée de vie des mesures. Forfait déterminé en se basant sur l'OFEN/OFEV 2015a (mazout, gaz), l'OFEN 2014a (électricité), le ModEnHa 2009 (chaleur à distance) et l'EFS 2015 (bois). Le GT Contrôle des résultats a déterminé, pour chaque mesure, les hypothèses relatives aux prix sous la forme de forfaits non détaillés, en raison des fortes incertitudes qui entourent les prévisions émises sur de si longues périodes (jusqu'en 2040). Une analyse approfondie de la situation aurait en outre dépassé les limites du projet de révision du ModEnHa.

A2.4.6. Hypothèses sur la manière d'agréger les valeurs indicatives conformément au Tableau 4

Afin de déterminer les valeurs indicatives – agrégées et présentées au Tableau 4 (p. 40) – relatives aux effets énergétiques et aux effets sur la réduction des émissions de CO₂ pour chaque mesure, les hypothèses suivantes ont été émises:

- Les surfaces de référence énergétiques subventionnées sont réparties comme suit: 10% pour les maisons individuelles, 80% pour les immeubles collectifs et 10% pour les bâtiments non-habitat. En fonction du modèle de calcul de l'efficacité admis, les effets d'un programme d'encouragement sont d'autant plus marqués que le taux de maisons individuelles pour les bâtiments d'habitation resp. le taux de bâtiments d'habitation pour l'ensemble des bâtiments subventionnés est élevé. L'effet n'est par ailleurs pas significatif.
- De plus, les surfaces de référence énergétiques subventionnées sont réparties tel que présenté au Tableau 22, à savoir selon l'amélioration énergétique atteinte «s» (de s1: 2 classes / catégories à s5: 6 classes / catégories) et les différentes combinaisons possibles de chauffage principal avant (h0) resp. après (h1) rénovation (il est en outre admis que les taux correspondants sont indépendants du type d'affectation du bâtiment). L'efficacité énergétique effective d'un programme d'encouragement est d'autant plus marquée que le taux des surfaces de référence énergétiques subventionnées, pour lesquelles un changement du système de chauffage principal a eu lieu – remplacement d'un chauffage alimenté aux énergies fossiles ou d'un chauffage électrique direct par une pompe à chaleur, un chauffage au bois ou un chauffage à distance – est élevé (passer au chauffage au bois est le changement qui représente le plus grand apport en termes d'efficacité énergétique). L'effet sur les émissions de CO₂ concret d'un programme d'encouragement est d'autant plus marqué que le taux des surfaces de référence énergétiques subventionnées, pour lesquelles un changement du système de chauffage principal a eu lieu – remplacement d'un chauffage alimenté aux énergies fossiles, en particulier au mazout, par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois – est élevé (passer à la chaleur à distance est le changement qui représente le plus petit apport en termes d'effet sur les émissions de CO₂).

Tableau 22: Taux des surfaces de référence énergétique¹⁾ relatifs aux combinaisons de chauffage principal avant et après rénovation						
Système de chauffage principal h0 avant rénovation	Système de chauffage principal h1 après rénovation					
	h1a: mazout	h1b: gaz	h1c: électricité	h1d: chaleur à distance	h1e: pompe à chaleur	h1f: bois
h0a: mazout	s1: 40% s2: 34% s3: 25% s4: 5% s5: 0%	s1: 5% s2: 5% s3: 5% s4: 5% s5: 0%	–	s1: 5% s2: 7% s3: 10% s4: 15% s5: 15%	s1: 5% s2: 7% s3: 10% s4: 20% s5: 25%	s1: 5% s2: 7% s3: 10% s4: 15% s5: 20%
h0b: gaz	–	s1: 12% s2: 12% s3: 9% s4: 6% s5: 0%	–	s1: 1% s2: 1% s3: 2% s4: 3% s5: 5%	s1: 1% s2: 1% s3: 2% s4: 3% s5: 5%	s1: 1% s2: 1% s3: 2% s4: 3% s5: 5%
h0c: électricité	–	–	s1: 2% s2: 2% s3: 0% s4: 0% s5: 0%	s1: 1% s2: 1% s3: 1% s4: 1% s5: 1%	s1: 1% s2: 1% s3: 3% s4: 3% s5: 3%	s1: 1% s2: 1% s3: 1% s4: 1% s5: 1%
h0d: chaleur à distance	–	–	–	s1: 7,5% s2: 7,5% s3: 7,5% s4: 7,5% s5: 7,5%	–	–
h0e: pompe à chaleur	–	–	–	–	s1: 5% s2: 5% s3: 5% s4: 5% s5: 5%	–
h0f: bois	–	–	–	–	–	s1: 7,5% s2: 7,5% s3: 7,5% s4: 7,5% s5: 7,5%

Définis par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Les taux admis se basent sur l'état initial des bâtiments, fixé sous une forme forfaitaire et dans lequel le mix de systèmes de chauffage pondéré en fonction de la SRE équivaut à 60% de mazout, 15% de gaz, 5% d'électricité, 7,5% de chaleur à distance, 5% de pompe à chaleur et 7,5% de bois (mix déterminé sur la base des statistiques du Volet A du Programme Bâtiments de 2010 à 2014). Par conséquent, la somme des lignes de chaque amélioration énergétique atteinte «s» équivaut à ce mix de systèmes de chauffage. Pour une amélioration énergétique atteinte «s» donnée, la somme de l'ensemble des taux figurant dans le tableau équivaut par définition à 100%.

En principe, le remplacement du système de chauffage principal alimenté aux énergies fossiles ou de chauffage électrique direct par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois est d'autant plus fréquent – dans le cadre d'un projet de subvention – que l'amélioration énergétique atteinte «s» est élevée. Aucune donnée empirique n'est toutefois disponible pour déterminer la fréquence concrète de changement de système et l'approfondissement de cette question aurait ici comme conséquence de dépasser le cadre du projet de révision du ModEnHa. L'estimation des valeurs indicatives figurant au Tableau 4 (p. 40) a nécessité, de la part du GT Contrôle des résultats et INFRAS, de déterminer des taux sous une forme forfaitaire; ces taux ont ensuite fait l'objet d'un bref test de plausibilité.

A2.5. Rénovation complète du bâtiment sans étape (M-12, M-13)

A2.5.1. Données à collecter (modèle d'entrées)

Pour déterminer les effets d'encouragement relatifs aux rénovations complètes sans étape (M-12, M-13), il convient de collecter les données suivantes pour chaque projet subventionné:

- Type de bâtiment (3 catégories): maison individuelle, immeuble collectif, bâtiment non-habitat;
- Surface de référence énergétique (SRE) avant la mesure (en m²);
- Paramètre servant au calcul de la qualité de la rénovation:
 - M-12 (2 catégories): Minergie(-A)(-Eco), Minergie-P(-A)(-Eco)
 - M-13 (2 catégories): CECB enveloppe du bâtiment au moins C et efficacité énergétique globale au moins B; CECB enveloppe du bâtiment au moins B et efficacité énergétique globale au moins A.
- Système de chauffage principal avant la mesure (6 catégories): chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois.
- Système de chauffage principal après la mesure (6 catégories): chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, chauffage électrique, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois.

A2.5.2. Efficacité énergétique de l'encouragement financier

L'efficacité énergétique de l'encouragement financier de mesures de rénovations complètes sans étape correspond à la somme des économies d'énergie utile (obtenues par les mesures sur l'enveloppe du bâtiment) et de l'énergie utile provenant de sources d'énergie non renouvelable remplacée en plus (grâce au remplacement du système de chauffage) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention, calculée sur la durée de vie des mesures subventionnées.

$$EW = \Delta Q + S \quad [\text{MWh énergie utile}]$$

<i>EW</i>	Efficacité énergétique de l'encouragement financier de mesures de rénovations complètes sans étape (MWh, cat. énergie utile) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention, calculée sur la durée de vie des mesures subventionnées.
ΔQ	Economies d'énergie utile (MWh) induites par l'encouragement financier des mesures de rénovations complètes sans étape par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention, calculées sur la durée de vie des mesures subventionnées.
<i>S</i>	Remplacement de l'énergie utile provenant de sources d'énergie non renouvelables (MWh) – en plus des économies d'énergie utile – induit par l'encouragement financier des mesures de rénovations complètes sans étape par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention, calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées.

Le calcul des économies d'énergie utile induites par l'encouragement financier des mesures de rénovations complètes sans étape par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées) se présente comme suit:

$$\Delta Q = LDGH * \sum_i [(qref_{n_i,s_i} - q1_{n_i,s_i}) * EBF_i] \quad [\text{MWh énergie utile}]$$

<i>LDGH</i>	Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).
<i>i</i>	Indice du projet de subvention «i».
<i>n</i>	n = {n1,n2,n3}; catégorie d'affectation des bâtiments. n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.
<i>s</i>	s = {s1, ... ,s4}; standard énergétique atteint. s1: M-12 Minergie(-A)(-Eco). s2: M-12 Minergie-P(-A)(-Eco). s3: M-13 CECB enveloppe du bâtiment au moins C et efficacité énergétique globale au moins B. s4: M-13 CECB enveloppe du bâtiment au moins B et efficacité énergétique globale au moins A.
<i>qref_{n,s}</i>	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard énergétique atteint «s» (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>q1_{n,s}</i>	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>après rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard énergétique atteint «s» (cf. Tableau 23 pour les valeurs admises).
<i>EBF_i</i>	Surface de référence énergétique (par 1000 m ² de SRE) du projet de subvention «i» <u>avant rénovation</u> .

Les besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m² SRE/an) dans un cas de référence hypothétique sans subvention sont déterminés comme suit:

$$qref_{n,s} = q0_n - M - mgh * [q0_n - M - q1_{n,s}] \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ SRE/an}]$$

<i>q0_n</i>	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>avant rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» (cf. Tableau 23).
<i>q1_{n,s}</i>	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>après rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard énergétique atteint «s» (cf. Tableau 23 pour les valeurs admises).
<i>M</i>	Effets d'économie sur l'énergie utile – induits par le remplacement de fenêtres ou l'isolation thermique d'éléments de construction contre des locaux non chauffés – en moyenne sur l'ensemble des rénovations complètes de bâtiments subventionnées. Il est admis: M = 10 kWh/m ² SRE/an. Cf. A3.2 pour toutes explications utiles.
<i>mgh</i>	Proportion des effets d'économie induits par l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre, calculée sur la durée de vie des mesures par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (40%; Cf. A3.1 pour toutes explications utiles).

Tableau 23: Besoins de chaleur ¹⁾ pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire en kWh/m ² SRE/an			
s = {s1, ... ,s4}; standard énergétique atteint	n = {n1, n2, n3}; catégorie d'affectation des bâtiments		
	n1: mais. indiv.	n2: imm. coll.	n3: bât. non hab.
s1: M-12 Minergie(-A)(-Eco)	q _{0n1} = 130 q _{1n1,s1} = 66	q _{0n2} = 115 q _{1n2,s1} = 63	q _{0n3} = 100 q _{1n3,s1} = 52
s2: M-12 Minergie-P(-A)(-Eco)	q _{0n1} = 130 q _{1n1,s2} = 34	q _{0n2} = 115 q _{1n2,s2} = 37	q _{0n3} = 100 q _{1n3,s2} = 28
s3: M-13 CECB env. bât. au moins C, effic. éner. globale au moins B	q _{0n1} = 130 q _{1n1,s3} = 74	q _{0n2} = 115 q _{1n2,s3} = 70	q _{0n3} = 100 q _{1n3,s3} = 58
s4 M-13 CECB env. bât. au moins B, effic. éner. globale au moins A	q _{0n1} = 130 q _{1n1,s4} = 42	q _{0n2} = 115 q _{1n2,s4} = 44	q _{0n3} = 100 q _{1n3,s4} = 34

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Valeurs avant rénovation inspirées des études de Prognos 2012; valeurs après rénovation qui tiennent compte des valeurs empiriques de bâtiments classiques, des exigences Minergie resp. SIA 380/1:2009 et des données conformes à la banque de données Minergie (les hypothèses ont été déterminées, autant que possible, en corrélation avec celles figurant au Tableau 16 pour la rénovation du bâtiment en plusieurs grandes étapes). L'amélioration effective atteinte dépend en grande partie de la situation de départ spécifique au bâtiment en ce qui concerne l'état même du bâtiment et sa géométrie. En ce qui concerne l'encouragement ciblé sur la classe d'efficacité énergétique, il existe une certaine marge de manœuvre au sein d'une même classe. L'idée d'approfondir davantage les hypothèses a été abandonnée et ce, pour différentes raisons: seules les données relatives d'une part au nombre de classes/catégories améliorées et d'autre part à la catégorie d'affectation des bâtiments sont disponibles pour déterminer les effets d'économies (la collecte de paramètres supplémentaires est en effet difficilement applicable selon le GT Contrôle des résultats); en principe, les incertitudes liées aux évaluations des effets sont assez fortes; enfin, il n'a pas été possible d'effectuer des analyses complémentaires dans les limites du budget relatif au projet de révision du ModEnHa. Si les bases peuvent être améliorées à l'avenir, les hypothèses pourront être adaptées en conséquence.

Le remplacement – induit en plus – de l'énergie utile provenant de sources d'énergie non renouvelables par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées) est déterminé comme suit:

$$S = LDWE * \sum_i [(aref_{h0,h1i} - a_{1h1i}) * q_{1ni,si} * EBF_i] \quad [\text{MWh énergie utile}]$$

LDWE Durée de vie admise des mesures relatives à la production de chaleur (15 ans).

i Indice du projet de subvention «i».

n n = {n1,n2,n3}; catégorie d'affectation des bâtiments.
n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.

s s = {s1, ... ,s4}; standard énergétique atteint.
s1: M-12 Minergie(-A)(-Eco). s2: M-12 Minergie-P(-A)(-Eco). s3: M-13 CECB enveloppe du bâtiment au moins C et efficacité énergétique globale au moins B. s4: M-13 CECB enveloppe du bâtiment au moins B et efficacité énergétique globale au moins A.

h0 h0 = {h0a, ... ,h0f}; système de chauffage principal avant rénovation.
h0a: mazout. h0b: gaz. h0c: électrique. h0d: chaleur à distance. h0e: pompe à chaleur. h0f: bois.

h1 h1 = {h1a, ... ,h1f}; système de chauffage principal après rénovation.
h1a: mazout. h1b: gaz. h1c: électrique. h1d: chaleur à distance. h1e: pompe à chaleur. h1f: bois.

aref_{h0,h1} Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables ni des rejets de chaleur, dans un cas de référence hypothétique sans subvention, en fonction du système de

chauffage principal avant (h0) et après (h1) rénovation (calcul selon formule mathématique ci-dessous).

- $a1_{h1}$ Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables ni des rejets de chaleur, après rénovation, en fonction du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 25).
- $q1_{n,s}$ Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m² SRE/an), après rénovation, en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard énergétique atteint «s» (cf. Tableau 23 pour les valeurs admises).
- EBF_i Surface de référence énergétique (par 1000 m² de SRE) du projet de subvention «i» avant rénovation.

La proportion de chaleur utile – dans un cas de référence hypothétique sans subvention – ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, se calcule de la manière suivante:

$$aref_{h0,h1} = [1 - d_{h0,h1}] * a1_{h1} + d_{h0,h1} * [mwe * a1_{h1} + [1 - mwe] * a0_{h0}] \quad [\%]$$

- $d_{h0,h1}$ Valeur variable (1 ou 0) affectée au remplacement du système de chauffage principal – contenue dans le ModEnHa 2015 sous la forme de mesures ponctuelles – instaurée afin de pouvoir établir une distinction (remplacement du chauffage fonctionnant aux énergies fossiles ou du chauffage électrique direct par un chauffage au bois, une pompe à chaleur ou un chauffage à distance; cf. Tableau 24).
- $a0_{h0}$ Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables ni des rejets de chaleur, en fonction du système de chauffage principal avant rénovation h0 (cf. Tableau 25).
- $a1_{h1}$ Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables ni des rejets de chaleur, en fonction du système de chauffage principal après rénovation h1 (cf. Tableau 25).
- mwe Proportion des effets de substitution induits par le remplacement du système de chauffage principal – chauffage alimenté aux énergies fossiles ou chauffage électrique direct – par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois (calculée sur la durée de vie des mesures) par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (35%; Cf. A3.3 pour toutes explications utiles).

Tableau 24: Remplacement du système de chauffage, contenu dans le ModEnHa 2015 (1= oui, 0= non)						
h0 = {h0a, ... , h0f}; système de chauffage principal <u>avant</u> rénovation	h1 = {h1a, ... , h1f}; système de chauffage principal <u>après</u> rénovation					
	h1a: mazout	h1b: gaz	h1c: électricité	h1d: chaleur à distance	h1e: pompe à chaleur	h1f: bois
h0a: mazout	$d_{h0a,h1a} = 0$	$d_{h0a,h1b} = 0$	$d_{h0a,h1c} = 0$	$d_{h0a,h1d} = 1$	$d_{h0a,h1e} = 1$	$d_{h0a,h1f} = 1$
h0b: gaz	$d_{h0b,h1a} = 0$	$d_{h0b,h1b} = 0$	$d_{h0b,h1c} = 0$	$d_{h0b,h1d} = 1$	$d_{h0b,h1e} = 1$	$d_{h0b,h1f} = 1$
h0c: électricité	$d_{h0c,h1a} = 0$	$d_{h0c,h1b} = 0$	$d_{h0c,h1c} = 0$	$d_{h0c,h1d} = 1$	$d_{h0c,h1e} = 1$	$d_{h0c,h1f} = 1$
h0d: chaleur à distance	$d_{h0d,h1a} = 0$	$d_{h0d,h1b} = 0$	$d_{h0d,h1c} = 0$	$d_{h0d,h1d} = 0$	$d_{h0d,h1e} = 0$	$d_{h0d,h1f} = 0$
h0e: pompe à chaleur	$d_{h0e,h1a} = 0$	$d_{h0e,h1b} = 0$	$d_{h0e,h1c} = 0$	$d_{h0e,h1d} = 0$	$d_{h0e,h1e} = 0$	$d_{h0e,h1f} = 0$
h0f: bois	$d_{h0f,h1a} = 0$	$d_{h0f,h1b} = 0$	$d_{h0f,h1c} = 0$	$d_{h0f,h1d} = 0$	$d_{h0f,h1e} = 0$	$d_{h0f,h1f} = 0$

Variables définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS dans le cadre du choix stratégique des mesures du ModEnHa 2015 (cf. les explications à ce sujet au chap. 1.3), qui comprend le remplacement du système de chauffage principal dans des bâti-

ments existants exclusivement du chauffage alimenté aux énergies fossiles ou du chauffage électrique direct par un système de chauffage au bois, une pompe à chaleur ou un chauffage à distance.

Tableau 25: Proportion de chaleur utile ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, fractions utiles, facteurs d'émission			
h0 = {h0a, ... , h0f}/ h1 = {h1a, ... , h1f}; système de chauffage principal avant/après la rénovation	Proportion de chaleur utile ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur ¹⁾ (%)	Fraction utile pour le chauffage et la produc- tion d'eau chaude sani- taire ²⁾ (chaleur utile en kWh/énergie finale en kWh)	Facteurs d'émission ³⁾ (kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale)
h0a/h1a: mazout	a0 _{h0a} = a1 _{h1a} = 100%	n0 _{h0a} = n1 _{h1a} = 0,80	e0 _{h0a} = e1 _{h1a} = 0,265
h0b/h1b: gaz	a0 _{h0b} = a1 _{h1b} = 100%	n0 _{h0b} = n1 _{h1b} = 0,85	e0 _{h0b} = e1 _{h1b} = 0,202
h0c/h1c: électricité	a0 _{h0c} = a1 _{h1a} = 100%	n0 _{h0c} = n1 _{h1c} = 0,95	e0 _{h0a} = e1 _{h1c} = 0,024
h0d/h1d: chaleur à distance	a0 _{h0d} = a1 _{h1d} = 20%	n0 _{h0d} = n1 _{h1d} = 1	e0 _{h0d} = e1 _{h1d} = 0,170
h0e/h1e: pompe à chaleur	a0 _{h0e} = a1 _{h1e} = 33%	n0 _{h0e} = n1 _{h1e} = 3,0	e0 _{h0e} = e1 _{h1e} = 0,024
h0f/h1f: bois	a0 _{h0f} = a1 _{h1f} = 0%	n0 _{h0f} = n1 _{h1f} = 0,65	e0 _{h0f} = e1 _{h1f} = 0

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Pompes à chaleur avec COP annuel de 3,0 se référant à la production d'eau chaude et de chauffage. Raccordement à un réseau de chauffage: un taux de 20% est fixé conformément aux conditions d'attribution des subventions figurant dans le ModEnHa pour la mesure M-07. Cette exigence correspond plus ou moins à la moyenne suisse (vérification détaillée non effectuée; selon l'inventaire des gaz à effet de serre, les énergies fossiles sont à l'origine de la moitié de la production de chaleur à distance, dont une grande partie provient elle-même de l'incinération des déchets, la chaleur utilisée qui en résulte étant considérée comme «rejets de chaleur»).

2) Forfait déterminé sur la base des études de Prognos 2012.

3) Facteurs d'émission: valeurs standards fondamentales de l'OFEV/la législation sur le CO₂. Facteur d'émission de la chaleur à distance: l'hypothèse de l'OFEN – basée sur le rapport relatif à l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre en Suisse, catégorie 1A1a, et émise dans le cadre du volet A du Programme Bâtiments – selon laquelle le facteur d'émission moyen de chaleur à distance par kWh de chaleur obtenue équivaut environ à 0,17 kg de CO₂/kWh (en raison du taux de 50% de chaleur à distance issue des énergies fossiles, notamment pour ce qui est de la combustion d'origine fossile des déchets) constitue le point de départ du calcul du facteur d'émission de la chaleur à distance.

A2.5.3. Effet des mesures d'encouragement financier sur les émissions de CO₂

Le calcul de la réduction des émissions de CO₂ induite par l'encouragement financier des mesures de rénovations complètes sans étape par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calculé sur la durée de vie des mesures subventionnées) se présente comme suit:

$$CO2W = LDGH * \sum_i \left[\left(q_{ref_{n_i, s_i}} * \epsilon_{ref_{h0_i, h1_i}} - q_{1_{n_i, s_i}} * \frac{e_{1_{h1_i}}}{n_{1_{h1_i}}} * r_{1_{h1_i}} \right) * EBF_i \right] \quad [t \text{ CO}_2]$$

LDGH Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).

i Indice du projet de subvention «i».

n n = {n1, n2, n3}; catégorie d'affectation des bâtiments.
n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.

s s = {s1, ... , s4}; standard énergétique atteint.
s1: M-12 Minergie(-A)(-Eco). s2: M-12 Minergie-P(-A)(-Eco). s3: M-13 CECB enveloppe du bâtiment au moins C et efficacité énergétique globale au moins B. s4: M-13 CECB enveloppe du bâtiment au moins B et efficacité énergétique globale au moins A.

h_0	$h_0 = \{h_{0a}, \dots, h_{0f}\}$; système de chauffage principal <u>avant rénovation</u> . h0a: mazout. h0b: gaz. h0c: électrique. h0d: chaleur à distance. h0e: pompe à chaleur. h0f: bois.
h_1	$h_1 = \{h_{1a}, \dots, h_{1f}\}$; système de chauffage principal <u>après rénovation</u> . h1a: mazout. h1b: gaz. h1c: électrique. h1d: chaleur à distance. h1e: pompe à chaleur. h1f: bois.
$q_{ref_{n,s}}$	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard énergétique atteint «s» (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
$q_{1_{n,s}}$	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>après rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard énergétique atteint «s» (cf. Tableau 23 pour les valeurs admises).
$\epsilon_{ref_{h_0,h_1}}$	Facteur d'émission moyen relatif à la chaleur utile (kg de CO ₂ /kWh de chaleur utile) <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction du système de chauffage principal avant (h_0) et après (h_1) rénovation (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
$e_{1_{h_1}}$	Facteur d'émission relatif à l'énergie finale (kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal h_1 après rénovation (cf. Tableau 25).
$n_{1_{h_1}}$	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h_1 après rénovation (cf. Tableau 25).
$r_{1_{h_1}}$	Facteur de réduction (%) tenant compte du recul naturel, dans les 40 prochaines années, des systèmes de chauffage alimentés par les énergies fossiles, en fonction du système de chauffage principal h_1 après rénovation. $r_{1_{h_{1a}}} = 60\%$ (mazout). $r_{1_{h_{1b}}} = 75\%$ (gaz). $r_{1_{h_{1d}}} = 90\%$ (chaleur à distance). Pour tous les autres systèmes de chauffage $r_{1_{h_{1c}}} = r_{1_{h_{1e}}} = r_{1_{h_{1f}}} = 100\%$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.
EBF_i	Surface de référence énergétique (par 1000 m ² de SRE) du projet de subvention «i» <u>avant rénovation</u> .

Les besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m² SRE/an) dans un cas de référence hypothétique sans subvention sont déterminés comme suit:

$$q_{ref_{n,s}} = q_{0_n} - M - mgh * [q_{0_n} - M - q_{1_{n,s}}] \text{ [kWh/m}^2 \text{ SRE/an]}$$

q_{0_n}	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>avant rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» (cf. Tableau 23).
$q_{1_{n,s}}$	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>après rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard énergétique atteint «s» (cf. Tableau 23 pour les valeurs admises).
M	Effets d'économie sur l'énergie utile – induits par le remplacement de fenêtres ou l'isolation thermique d'éléments de construction contre des locaux non chauffés – en moyenne sur l'ensemble des rénovations complètes de bâtiments subventionnées. Il est admis: $M = 10$ kWh/m ² SRE/an. Cf. A3.2 pour toutes explications utiles.

m_{gh} Proportion des effets d'économie induits par l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre, calculée sur la durée de vie des mesures par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (40%; Cf. A3.1 pour toutes explications utiles).

Le calcul du facteur d'émission relatif à la chaleur utile (kg de CO₂/kWh de chaleur utile) dans le cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$\varepsilon_{ef_{h0,h1}} = (1 - d_{h0,h1}) * \frac{e_{1_{h1}}}{n_{1_{h1}}} * r_{1_{h1}} + d_{h0,h1} * \left[mwe * \frac{e_{1_{h1}}}{n_{1_{h1}}} * r_{1_{h1}} + (1 - mwe) * \frac{e_{0_{h0}}}{n_{0_{h0}}} * r_{0_{h0}} \right] \text{ [kg CO}_2\text{/kWh chaleur utile]}$$

d_{h0,h1} Valeur variable (1 ou 0) affectée au remplacement du système de chauffage principal – contenue dans le ModEnHa 2015 sous la forme de mesures ponctuelles – instaurée afin de pouvoir établir une distinction (remplacement du chauffage fonctionnant aux énergies fossiles ou du chauffage électrique direct par un chauffage au bois, une pompe à chaleur ou un chauffage à distance; cf. Tableau 24).

e_{0_{h0}} Facteur d'émission relatif à l'énergie finale (kg de CO₂/kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal h0 avant rénovation (cf. Tableau 25).

e_{1_{h1}} Facteur d'émission relatif à l'énergie finale (kg de CO₂/kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 25).

n_{0_{h0}} Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h0 avant rénovation (cf. Tableau 25).

n_{1_{h1}} Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 25).

mwe Proportion des effets de substitution induits par le remplacement du système de chauffage principal – chauffage alimenté aux énergies fossiles ou chauffage électrique direct – par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois (calculée sur la durée de vie des mesures) par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (35%; Cf. A3.3 pour toutes explications utiles).

r_{0_{h0}} Facteur de réduction (%) tenant compte du recul naturel, dans les 40 prochaines années, des systèmes de chauffage alimentés par les énergies fossiles, en fonction du système de chauffage principal h0 avant rénovation. *r_{0_{h0a}}* = 60% (mazout). *r_{0_{h0b}}* = 75% (gaz). *r_{0_{h0d}}* = 90% (chaleur à distance). Pour tous les autres systèmes de chauffage *r_{0_{h0c}}* = *r_{0_{h0e}}* = *r_{0_{h0f}}* = 100%. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.

r_{1_{h1}} Facteur de réduction (%) tenant compte du recul naturel, dans les 40 prochaines années, des systèmes de chauffage alimentés par les énergies fossiles, en fonction du système de chauffage principal h1 après rénovation. *r_{1_{h1a}}* = 60% (mazout). *r_{1_{h1b}}* = 75% (gaz). *r_{1_{h1d}}* = 90% (chaleur à distance). Pour tous les autres systèmes de chauffage *r_{1_{h1c}}* = *r_{1_{h1e}}* = *r_{1_{h1f}}* = 100%. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.

A2.5.4. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les investissements

Le calcul des investissements supplémentaires générés par l'encouragement financier de mesures de rénovations complètes sans étape par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$MI = \sum_i migh_i + \sum_i miwe_i$$

$$= \sum_i [(1 - mgh) * (ie_{n_i,s_i} - ip_{n_i,s_i}) * EBF_i] + \sum_i [d_{h0_i,h1_i} * (1 - mwe) * iw_{n_i,s_i,h1_i} * EBF_i] \quad [\text{CHF } 1000]$$

<i>i</i>	Indice du projet de subvention «i».
<i>n</i>	$n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments. n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.
<i>s</i>	$s = \{s1, \dots, s4\}$; standard énergétique atteint. s1: M-12 Minergie(-A)(-Eco). s2: M-12 Minergie-P(-A)(-Eco). s3: M-13 CECB enveloppe du bâtiment au moins C et efficacité énergétique globale au moins B. s4: M-13 CECB enveloppe du bâtiment au moins B et efficacité énergétique globale au moins A.
<i>h0</i>	$h0 = \{h0a, \dots, h0f\}$; système de chauffage principal <u>avant rénovation</u> . h0a: mazout. h0b: gaz. h0c: électrique. h0d: chaleur à distance. h0e: pompe à chaleur. h0f: bois.
<i>h1</i>	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; système de chauffage principal <u>après rénovation</u> . h1a: mazout. h1b: gaz. h1c: électrique. h1d: chaleur à distance. h1e: pompe à chaleur. h1f: bois.
<i>mgh</i>	Proportion des effets d'économie induits par l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre, calculée sur la durée de vie des mesures par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (40%; Cf. A3.1 pour toutes explications utiles).
<i>ie_{n,s}</i>	Investissements pour la rénovation de l'enveloppe du bâtiment (en millier de CHF/m ² SRE) en fonction de l'affectation du bâtiment «n» et du standard énergétique atteint «s», en partant du principe que la façade, le toit, les murs et le sol contre terre sont soumis à une <u>rénovation énergétique</u> selon les exigences du ModEnHa 2015 et que les fenêtres et les éléments de construction contre des locaux non chauffés subissent une <u>rénovation énergétique</u> selon les exigences légales (MoPec 2014). Valeurs admises et explications cf. Tableau 26.
<i>ip_{n,s}</i>	Investissements pour la rénovation de l'enveloppe du bâtiment (en millier de CHF/m ² SRE) en fonction de l'affectation du bâtiment «n» et du standard énergétique atteint «s», en partant du principe que la façade, le toit, les murs et le sol contre terre sont soumis à une <u>rénovation non énergétique</u> et que les fenêtres et les éléments de construction contre des locaux non chauffés subissent une <u>rénovation énergétique</u> selon les exigences légales (MoPec). Valeurs admises et explications cf. Tableau 26.
<i>d_{h0,h1}</i>	Valeur variable (1 ou 0) affectée au remplacement du système de chauffage principal – contenue dans le ModEnHa 2015 sous la forme de mesures ponctuelles – instaurée afin de pouvoir établir une distinction (remplacement du chauffage fonctionnant aux énergies fossiles ou du chauffage électrique direct par un chauffage au bois, une pompe à chaleur ou un chauffage à distance; cf. Tableau 24).
<i>mwe</i>	Proportion des effets de substitution induits par le remplacement du système de chauffage principal – chauffage alimenté aux énergies fossiles ou chauffage électrique direct – par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois (calculée sur la durée de vie des mesures) par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (35%; Cf. A3.3 pour toutes explications utiles).

$iW_{n,s,h1}$

Investissements supplémentaires (en millier de CHF/m² SRE) prévus pour le remplacement du système de chauffage principal – fonctionnant aux énergies fossiles ou avec un chauffage électrique direct – par un réseau de chaleur à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois en comparaison de la rénovation intégrale de l'ancien système de chauffage principal. Déterminant uniquement si le système de chauffage principal installé avant rénovation est un chauffage fonctionnant aux énergies fossiles ou un chauffage électrique direct et qu'il est remplacé, après rénovation, par un raccordement au chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois (qualifié via la valeur variable $d_{n0,h1}$, cf. ci-dessus). Valeurs admises et explications cf. Tableau 27.

Tableau 26: Hypothèses relatives aux investissements pour l'enveloppe du bâtiment¹⁾ (en CHF/m² SRE)			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ $ip_{n1,s1}$: estimation des investissements pour la rénovation complète de l'enveloppe du bâtiment (en CHF/m² SRE) dans le cadre d'une <u>rénovation non énergétique</u> des façades, du toit, des murs et du sol contre terre et d'une <u>rénovation énergétique</u> des fenêtres et des éléments de construction contre locaux non chauffés selon les exigences légales (MoPec 2014). ▪ $ie_{n1,s1}$: estimation des investissements pour la rénovation complète de l'enveloppe du bâtiment (en CHF/m² SRE) dans le cadre d'une <u>rénovation énergétique</u> des façades, du toit, des murs et du sol contre terre – selon les exigences du ModEnHa 2015 – et d'une <u>rénovation énergétique</u> des fenêtres et des éléments de construction contre locaux non chauffés – selon les exigences légales (MoPec 2014). 			
$s = \{s1, \dots, s4\}$; standard énergétique atteint	$n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments		
	n1: mais. indiv.	n2: imm. coll.	n3: bât. non hab.
s1: M-12 Minergie(-A)(-Eco)	$ip_{n1,s1} = 580$ ²⁾ $ie_{n1,s1} = 790$ ²⁾	$ip_{n2,s1} = 360$ ²⁾ $ie_{n2,s1} = 480$ ²⁾	$ip_{n3,s1} = 300$ ²⁾ $ie_{n3,s1} = 380$ ²⁾
s2: M-12 Minergie-P(-A)(-Eco)	$ip_{n1,s2} = 150\% * ip_{n1,s3}$ ³⁾ $ie_{n1,s2} = 150\% * ie_{n1,s3}$ ³⁾	$ip_{n2,s2} = 150\% * ip_{n2,s3}$ ³⁾ $ie_{n2,s2} = 150\% * ie_{n2,s3}$ ³⁾	$ip_{n3,s2} = 150\% * ip_{n3,s3}$ ³⁾ $ie_{n3,s2} = 150\% * ie_{n3,s3}$ ³⁾
s3: M-13 CECB env. bât. au moins C, eff. énerg. globale au moins B	$ip_{n1,s3} = 87,5\% * ip_{n1,s1}$ $ie_{n1,s3} = 87,5\% * ie_{n1,s1}$	$ip_{n2,s3} = 87,5\% * ip_{n2,s1}$ $ie_{n2,s3} = 87,5\% * ie_{n2,s1}$	$ip_{n3,s3} = 87,5\% * ip_{n3,s1}$ $ie_{n3,s3} = 87,5\% * ie_{n3,s1}$
s4: M-13 CECB env. bât. au moins B, eff. énerg. globale au moins A	$ip_{n1,s4} = 137,5\% * ip_{n1,s3}$ ³⁾ $ie_{n1,s4} = 137,5\% * ie_{n1,s3}$ ³⁾	$ip_{n2,s4} = 137,5\% * ip_{n2,s3}$ ³⁾ $ie_{n2,s4} = 137,5\% * ie_{n2,s3}$ ³⁾	$ip_{n3,s4} = 137,5\% * ip_{n3,s3}$ ³⁾ $ie_{n3,s4} = 137,5\% * ie_{n3,s3}$ ³⁾

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Les hypothèses concernant les fonctions de coûts s'appuient sur le ModEnHa 2009, TEP 2010, ecoconcept/A+W 2011, la CDF 2014 / l'OFEN 2004 ainsi que sur un bref test, effectué par INFRAS et le GT Contrôle des résultats, de la plausibilité des coûts calculés pour un projet de rénovation classique (les hypothèses ont été déterminées, autant que possible, en corrélation avec celles figurant au Tableau 19 pour la rénovation du bâtiment en plusieurs grandes étapes. Il n'existe aucune donnée empirique approfondie qui soit directement exploitable pour l'estimation des coûts en cas de rénovation du bâtiment en plusieurs grandes étapes. L'approfondissement des fonctions de coûts aurait dépassé le cadre du projet de révision du ModEnHa – d'autant plus qu'il s'agit, pour les coûts admis, de valeurs moyennes basées sur les rénovations de bâtiment subventionnées dans toute la Suisse, qui, de toute façon, ne peuvent généralement pas être étayées par des valeurs empiriques mais uniquement faire l'objet d'un test de plausibilité (les données empiriques se réfèrent la plupart du temps à un cadre avec des conditions bien définies, ainsi qu'à des hypothèses concernant la détermination des coûts). Les fonctions de coûts pourront être adaptées si, à l'avenir, des données précises sont disponibles.

2) Raisonement: on se base sur des surfaces de l'enveloppe du bâtiment, selon les bâtiments modèles basés sur des statistiques de l'OFEN 2004 en fonction de l'affectation du bâtiment (figurant par ailleurs également dans la CDF 2014); ces surfaces sont chaque fois subdivisées en a: toit, b: façade, c: fenêtre, d: portes, e: surface au sol du bâtiment, f: murs contre bâtiment voisin, en m² surface de l'élément pour les maisons individuelles (a: 118, b: 143, c: 47, d: 9, e: 83, f: 8), immeubles collectifs (a: 244, b: 367, c: 123, d: 13, e: 190, f: 40) et bâtiments non-habitat (hypothèse: cat. «immeuble de bureau»; a: 411, b: 581, c: 309, d: 21, e: 347, f: 88). Ces valeurs permettent d'estimer approximativement la SRE des bâtiments modèles (qui ne figure pas dans l'OFEN 2004) grâce à la surface au sol et aux surfaces verticales des éléments de construction: SRE env. $(b+c+d+f)/4/e^{0,5/3} * e$ donne en m² SRE 157/624/1551 pour la mais. indiv. / l'imm. coll. / le bât. non-hab. Tout en s'appuyant sur TEP 2010/ecoconcept/A+W 2011 et en respectant la conformité avec les hypothèses du ModEnHa relatives à la mesure M-01, les investissements spécifiques à chaque élément de construction sont par ailleurs déterminés en ce qui concerne la rénovation non énergétique (neS) et la rénovation énergétique (eS); ils sont exprimés en CHF/m² d'élément de construction pour chaque catégorie (a_{nes} : 150, a_{es} : 260, b_{nes} : 100, b_{es} : 240, c_{nes} : 50, c_{es} : 750, d_{nes} : 50, d_{es} : 500, e_{nes} : 20, e_{es} : 220, f_{nes} : 20, f_{es} : 220). Partant de ces hypothèses, il en résulte les valeurs figurant dans le présent tableau (arrondies à CHF 10.-/m² SRE).

3) Raisonement similaire à celui développé au Tableau 19 pour les rénovations de bâtiment en plusieurs grandes étapes.

Tableau 27: Hypothèses relatives aux investissements pour la production de chaleur¹⁾ (en CHF/m² SRE)				
iW_{n,s,h1} : investissements supplémentaires admis pour le remplacement d'un chauffage à mazout, à gaz ou électrique par un nouveau système de chauffage principal (clef en main, y c. mesure relevant de la construction) par rapport à la rénovation intégrale de l'ancien système de chauffage principal.				
Système de chauffage principal	Amélioration de l'enveloppe du bâtiment	Catégorie d'affectation des bâtiments		
		n1: mais. indiv.	n2: imm. coll.	n3: bât. non hab.
h1d: chaleur à distance	s1: MIN	iW _{n1,s1,h1d} = 90% * 130	iW _{n2,s1,h1d} = 90% * 35	iW _{n3,s1,h1d} = 90% * 20
	s2: MIN-P	iW _{n1,s2,h1d} = 80% * 130	iW _{n2,s2,h1d} = 80% * 35	iW _{n3,s2,h1d} = 80% * 20
	s3: env. C/B	iW _{n1,s3,h1d} = 90% * 130	iW _{n2,s3,h1d} = 90% * 35	iW _{n3,s3,h1d} = 90% * 20
	s4: env. B/A	iW _{n1,s4,h1d} = 85% * 130	iW _{n2,s4,h1d} = 85% * 35	iW _{n3,s4,h1d} = 85% * 20
h1e: pompe à chaleur	s1: MIN	iW _{n1,s1,h1e} = 90% * 80	iW _{n2,s1,h1e} = 90% * 35	iW _{n3,s1,h1e} = 90% * 30
	s2: MIN-P	iW _{n1,s2,h1e} = 80% * 80	iW _{n2,s2,h1e} = 80% * 35	iW _{n3,s2,h1e} = 80% * 30
	s3: env. C/B	iW _{n1,s3,h1e} = 90% * 80	iW _{n2,s3,h1e} = 90% * 35	iW _{n3,s3,h1e} = 90% * 30
	s4: env. B/A	iW _{n1,s4,h1e} = 85% * 80	iW _{n2,s4,h1e} = 85% * 35	iW _{n3,s4,h1e} = 85% * 30
h1f: bois	s1: MIN	iW _{n1,s1,h1f} = 90% * 110	iW _{n2,s1,h1f} = 90% * 35	iW _{n3,s1,h1f} = 90% * 20
	s2: MIN-P	iW _{n1,s2,h1f} = 80% * 110	iW _{n2,s2,h1f} = 80% * 35	iW _{n3,s2,h1f} = 80% * 20
	s3: env. C/B	iW _{n1,s3,h1f} = 90% * 110	iW _{n2,s3,h1f} = 90% * 35	iW _{n3,s3,h1f} = 90% * 20
	s4: env. B/A	iW _{n1,s4,h1f} = 85% * 110	iW _{n2,s4,h1f} = 85% * 35	iW _{n3,s4,h1f} = 85% * 20

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Raisonnement développé sur la base de processus et hypothèses similaires et en rapport direct avec ceux figurant dans le Tableau 20 pour les rénovations de bâtiment en plusieurs grandes étapes (sur le fond, le commentaire du Tableau 26 est valable ici aussi. C'est à dire que les hypothèses ne sont étayées ni par des valeurs empiriques ni directement par des études existantes). Les coûts figurant dans le Tableau 20 pour une amélioration de 2 classes / catégories constituent la valeur initiale. De plus, il est admis que les investissements engendrant une amélioration croissante de l'enveloppe du bâtiment sont en baisse (application d'un forfait sans avoir pu disposer de données directement exploitables; cf. Tableau 20 pour toutes explications utiles). Pour déterminer les valeurs figurant ci-dessus, les points suivants ont été admis: une amélioration de 4 classes/catégories correspond à une rénovation Minergie ou à un bâtiment rénové avec CECB au moins C pour l'enveloppe du bâtiment / au moins B pour l'efficacité énergétique globale; une amélioration de 5 classes/catégories correspond à un bâtiment rénové avec CECB au moins B pour l'enveloppe du bâtiment / A pour l'efficacité énergétique globale; enfin, une amélioration de 6 classes/catégories correspond à une rénovation Minergie-P.

A2.5.5. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables

L'efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables consentis correspond, pour les rénovations complètes sans étape, à la somme des investissements supplémentaires induits par la subvention et des coûts supplémentaires escomptés pour l'entretien moins les économies réalisées sur les coûts de l'énergie induites par la subvention et escomptées.

$$NAM = MI + UK - EK \quad [\text{CHF } 1000]$$

NAM Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables consentis (en millier de CHF) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (pour les rénovations complètes sans étape).

EK Economies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et calculées sur la durée de vie des mesures de rénovation des bâtiments subventionnées par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (escomptées, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).

MI Investissements supplémentaires (en millier de CHF) induits par l'encouragement financier des mesures de rénovations complètes sans étape par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calcul selon A2.4.4).

UK Coûts supplémentaires pour l'entretien (en millier de CHF) induits par l'encouragement financier des mesures de rénovations complètes sans étape par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (escomptés, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).

Par souci de simplification, les coûts supplémentaires pour l'entretien induits par l'encouragement financier sont fixés de manière forfaitaire à 1% des investissements supplémentaires induits par la subvention (inspiré du ModEnHa 2009 et des valeurs indicatives SIA):

$$UK = 1\%/an * \sum_i [migh_i * LDGH * dfgh + miwe_i * LDWE * dfwe] \quad [CHF 1000]$$

i Indice du projet de subvention.

migh_i Investissements supplémentaires induits par l'encouragement financier par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention sur la base de mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment dans le cadre du projet de subvention «i» (calcul selon chap. A2.5.4).

miwe_i Investissements supplémentaires induits par l'encouragement financier par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention sur la base de mesures relatives à la production de chaleur dans le cadre du projet de subvention «i» (calcul selon chap. A2.5.4).

LDGH Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).

LDWE Durée de vie admise des mesures relatives à la production de chaleur (15 ans).

dfgh Facteur d'escompte pour les mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (resp. sur leur durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. $dfgh = 0,60$.

dfwe Facteur d'escompte pour les mesures relatives à la production de chaleur (resp. sur leur durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. $dfwe = 0,82$.

Le calcul des économies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et escomptées sur la durée de vie des installations subventionnées par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$EK = LDGH * dfgh * \sum_i \left[\left(qref_{n_i, s_i} * pref_{h0, h1_i} - q1_{n_i, s_i} * \frac{p1_{h1_i}}{n1_{h1_i}} * rp1_{h1_i} \right) * EBF_i \right] \quad [CHF 1000]$$

LDGH Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).

i Indice du projet de subvention «i».

n $n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments.
n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.

s $s = \{s1, \dots, s4\}$; standard énergétique atteint.
s1: M-12 Minergie(-A)(-Eco). s2: M-12 Minergie-P(-A)(-Eco). s3: M-13 CECB enveloppe du bâtiment au moins C et efficacité énergétique globale au moins B.
s4: M-13 CECB enveloppe du bâtiment au moins B et efficacité énergétique globale au moins A.

h_0	$h_0 = \{h_{0a}, \dots, h_{0f}\}$; système de chauffage principal <u>avant rénovation</u> . h0a: mazout. h0b: gaz. h0c: électrique. h0d: chaleur à distance. h0e: pompe à chaleur. h0f: bois.
h_1	$h_1 = \{h_{1a}, \dots, h_{1f}\}$; système de chauffage principal <u>après rénovation</u> . h1a: mazout. h1b: gaz. h1c: électrique. h1d: chaleur à distance. h1e: pompe à chaleur. h1f: bois.
$q_{ref_{n,s}}$	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard énergétique atteint «s» (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
$q_{1_{n,s}}$	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), <u>après rénovation</u> , en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard énergétique atteint «s» (cf. Tableau 23 pour les valeurs admises).
$pref_{h_0,h_1}$	Prix moyen de l'énergie relatif à la chaleur utile (kg de CO ₂ /kWh de chaleur utile) <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction du système de chauffage principal avant (h0) et après (h1) rénovation (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
$p_{1_{h_1}}$	Prix de l'énergie finale (CHF/kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 28).
$n_{1_{h_1}}$	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 25).
$rp_{1_{h_1}}$	Facteur de réduction (%) concernant le système de chauffage principal h1 tenant compte du recul naturel des chauffages à mazout jusqu'à la fin de la durée de vie des mesures liées à l'enveloppe des bâtiments. $rp_{1_{h_1a}} = 90\%$ (mazout). Pour tous les autres systèmes de chauffage $rp_{1_{h_1b}} = rp_{1_{h_1c}} = rp_{1_{h_1d}} = rp_{1_{h_1e}} = rp_{1_{h_1f}} = 100\%$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.
$dfgh$	Facteur d'escompte pour les mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (resp. sur leur durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. $dfgh = 0,60$.
EBF_i	Surface de référence énergétique (par 1000 m ² de SRE) du projet de subvention «i» <u>avant rénovation</u> .

Le calcul du prix moyen de l'énergie relatif à la chaleur utile dans un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$pref_{h_0,h_1} = (1 - d_{h_0,h_1}) * \frac{p_{1_{h_1}}}{n_{1_{h_1}}} * rp_{1_{h_1}} + d_{h_0,h_1} * \left[mwe * \frac{p_{1_{h_1}}}{n_{1_{h_1}}} * rp_{1_{h_1}} + (1 - mwe) * \frac{p_{0_{h_0}}}{n_{0_{h_0}}} * rp_{0_{h_0}} \right] \text{ [CHF/kWh chaleur utile]}$$

d_{h_0,h_1}	Valeur variable (1 ou 0) affectée au remplacement du système de chauffage principal – contenue dans le ModEnHa 2015 sous la forme de mesures ponctuelles – instaurée afin de pouvoir établir une distinction (remplacement du chauffage fonctionnant aux énergies fossiles ou du chauffage électrique direct par un chauffage au bois, une pompe à chaleur ou un chauffage à distance; cf. Tableau 24).
$p_{0_{h_0}}$	Prix de l'énergie finale (CHF/kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal h0 avant rénovation (cf. Tableau 28).
$p_{1_{h_1}}$	Prix de l'énergie finale (CHF/kWh d'énergie finale) en fonction du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 28).

$n0_{h0}$	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h0 avant rénovation (cf. Tableau 25).
$n1_{h1}$	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) du système de chauffage principal h1 après rénovation (cf. Tableau 25).
mwe	Proportion des effets de substitution induits par le remplacement du système de chauffage principal – chauffage alimenté aux énergies fossiles ou chauffage électrique direct – par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois (calculée sur la durée de vie des mesures) par rapport à l'état antérieur, c'est-à-dire avant rénovation, qui aurait également été atteinte sans contribution financière (35%; cf. A3.3 pour toutes explications utiles).
$rp0_{h0}$	Facteur de réduction (%) concernant le système de chauffage principal h0 tenant compte du recul naturel des chauffages à mazout jusqu'à la fin de la durée de vie des mesures liées à l'enveloppe des bâtiments. $rp0_{h0a} = 90%$ (mazout). Pour tous les autres systèmes de chauffage $rp0_{h0b} = rp0_{h0c} = rp0_{h0d} = rp0_{h0e} = rp0_{h0f} = 100%$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.
$rp1_{h1}$	Facteur de réduction (%) concernant le système de chauffage principal h1 tenant compte du recul naturel des chauffages à mazout jusqu'à la fin de la durée de vie des mesures liées à l'enveloppe des bâtiments. $rp1_{h1a} = 90%$ (mazout). Pour tous les autres systèmes de chauffage $rp1_{h1b} = rp1_{h1c} = rp1_{h1d} = rp1_{h1e} = rp1_{h1f} = 100%$. Cf. A3.5 pour toutes explications utiles.

Tableau 28: Hypothèses relatives au prix de l'énergie finale	
$h0 = \{h0a, \dots, h0f\}/h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; Système de chauffage principal avant/après la rénovation	Prix ¹⁾ de l'énergie finale livrée à l'entrée du bâtiment (CHF/kWh)
$h0a/h1a$: mazout	$p0(h0a) = p1(h1a) = 0.10$
$h0b/h1b$: gaz	$p0(h0b) = p1(h1b) = 0.10$
$h0c/h1c$: électricité	$p0(h0c) = p1(h1c) = 0.20$
$h0d/h1d$: chaleur à distance	$p0(h0d) = p1(h1d) = 0.10$
$h0e/h1e$: pompe à chaleur	$p0(h0e) = p1(h1e) = 0.20$
$h0f/h1f$: bois	$p0(h0e) = p1(h1e) = 0.075$

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Prix moyens de l'énergie calculés sur la durée de vie des mesures. Forfait déterminé en se basant sur l'OFEN/OFEV 2015a (mazout, gaz), l'OFEN 2014a (électricité), le ModEnHa 2009 (chaleur à distance) et l'EFS 2015 (bois). Le GT Contrôle des résultats a déterminé, pour chaque mesure, les hypothèses relatives aux prix sous la forme de forfaits non détaillés, en raison des fortes incertitudes qui entourent les prévisions émises sur de si longues périodes (jusqu'en 2040). Une analyse approfondie de la situation aurait en outre dépassé les limites du projet de révision du ModEnHa.

A2.5.6. Hypothèses sur la manière d'agréger les valeurs indicatives conformément au Tableau 4

Afin de déterminer les valeurs indicatives – agrégées et présentées au Tableau 4 (p. 40) – relatives aux effets énergétiques et aux effets sur la réduction des émissions de CO₂ pour chaque mesure, les hypothèses suivantes ont été émises:

- Les surfaces de référence énergétiques subventionnées sont réparties comme suit: 10% pour les maisons individuelles, 80% pour les immeubles collectifs et 10% pour les bâtiments non-habitat. En fonction du modèle de calcul de l'efficacité admis, les effets d'un programme d'encouragement sont d'autant plus marqués que le taux de maisons individuelles pour les bâtiments d'habitation resp. le taux de bâtiments d'habitation pour l'ensemble des bâtiments subventionnés est élevé. L'effet n'est par ailleurs pas significatif.

- De plus, les surfaces de référence énergétiques subventionnées sont réparties tel que présenté au Tableau 22, à savoir selon le standard énergétique «s» subventionné et les différentes combinaisons possibles de chauffage principal avant (h0) resp. après (h1) rénovation (il est en outre admis que les taux correspondants soient indépendants du type d'affectation du bâtiment). L'efficacité énergétique effective d'un programme d'encouragement est d'autant plus marquée que le taux des surfaces de référence énergétiques subventionnées, pour lesquelles un changement du système de chauffage principal a eu lieu – remplacement d'un chauffage alimenté aux énergies fossiles ou d'un chauffage électrique direct par une pompe à chaleur, un chauffage au bois ou un chauffage à distance – est élevé (passer au chauffage au bois est le changement qui représente le plus grand apport en termes d'efficacité énergétique). L'effet sur les émissions de CO₂ concret d'un programme d'encouragement est d'autant plus marqué que le taux des surfaces de référence énergétiques subventionnées, pour lesquelles un changement du système de chauffage principal a eu lieu – remplacement d'un chauffage alimenté aux énergies fossiles, en particulier au mazout, par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois – est élevé (passer à la chaleur à distance est le changement qui représente le plus petit apport en termes d'effet sur les émissions de CO₂).

Tableau 29: Taux des surfaces de référence énergétique¹⁾ relatifs aux combinaisons de chauffage principal avant et après rénovation						
Système de chauffage principal h0 avant rénovation	Système de chauffage principal h1 après rénovation					
	h1a: mazout	h1b: gaz	h1c: électricité	h1d: chaleur à distance	h1e: pompe à chaleur	h1f: bois
h0a: mazout	s1: 25% s2: 0% s3: 25% s4: 5%	s1: 5% s2: 0% s3: 5% s4: 5%	–	s1: 10% s2: 15% s3: 10% s4: 15%	s1: 10% s2: 25% s3: 10% s4: 20%	s1: 10% s2: 20% s3: 10% s4: 15%
h0b: gaz	–	s1: 9% s2: 0% s3: 9% s4: 6%	–	s1: 2% s2: 5% s3: 2% s4: 3%	s1: 2% s2: 5% s3: 2% s4: 3%	s1: 2% s2: 5% s3: 2% s4: 3%
h0c: électricité	–	–	s1: 0% s2: 0% s3: 0% s4: 0%	s1: 1% s2: 1% s3: 1% s4: 1%	s1: 3% s2: 3% s3: 3% s4: 3%	s1: 1% s2: 1% s3: 1% s4: 1%
h0d: chaleur à distance	–	–	–	s1: 7,5% s2: 7,5% s3: 7,5% s4: 7,5%	–	–
h0e: pompe à chaleur	–	–	–	–	s1: 5% s2: 5% s3: 5% s4: 5%	–
h0f: bois	–	–	–	–	–	s1: 7,5% s2: 7,5% s3: 7,5% s4: 7,5%

Définis par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Les taux admis se basent sur l'état initial des bâtiments, fixé sous une forme forfaitaire et dans lequel le mix de systèmes de chauffage pondéré en fonction de la SRE équivaut à 60% de mazout, 15% de gaz, 5% d'électricité, 7,5% de chaleur à distance, 5% de pompe à chaleur et 7,5% de bois (mix déterminé sur la base des statistiques du Volet A du Programme Bâtiments de 2010 à 2014). Par conséquent, la somme des lignes de chaque standard énergétique atteint «s» équivaut à ce mix de systèmes de chauffage. Pour un standard énergétique atteint «s» donné, la somme de l'ensemble des taux figurant dans le tableau équivaut par définition à 100%.

En principe, le remplacement du système de chauffage principal alimenté aux énergies fossiles ou de chauffage électrique direct par un chauffage à distance, une pompe à chaleur ou un chauffage au bois est d'autant plus fréquent – dans le cadre d'un projet de subvention – que le standard énergétique atteint «s» est élevé. Aucune donnée empirique n'est toutefois disponible pour déterminer la fréquence concrète de changement de système et l'approfondissement de cette question aurait ici comme conséquence de dépasser le cadre du projet de révision du ModEnHa. L'estimation des valeurs indicatives figurant au Tableau 4 (p. 40) a nécessité, de la part du GT Contrôle des résultats et INFRAS, de déterminer des taux sous une forme forfaitaire; ces taux ont ensuite fait l'objet d'un bref test de plausibilité.

A2.6. Bonus en cas de rénovation complète (M-14, M-15)

Les bonus pour rénovations complètes représentent une contribution supplémentaire pour la rénovation de bâtiments avec mesures ponctuelles, selon les mesures M-01 à M-09, et pour la rénovation de bâtiments en plusieurs grandes étapes, selon les mesures M-10 et M-11. Par principe, on n'attribue pas d'effets additionnels à ces contributions supplémentaires. (Comme l'ont montré les expériences faites dans les années 2010 à 2014, il est pratiquement impossible, pour des raisons de mise en œuvre, de rassembler des données et de fournir des justificatifs concernant des mesures prises dans le cadre de rénovations complètes qui vont au-delà

des mesures M-01 à M-09, ou des mesures M-10 ou M-11.) Pour apprécier les effets de telles rénovations, on se sert des modèles relatifs aux mesures M-01 à M-09, M-10 et M-11, dans le cadre desquelles des données sont collectées.

A2.7. Nouvelles constructions (M-16, M-17)

A2.7.1. Données à collecter (modèle d'entrées)

Pour déterminer les effets d'encouragement relatifs aux nouvelles constructions (M-16, M-17), il convient de collecter les données suivantes pour chaque projet subventionné:

- Type d'affectation du bâtiment (3 catégories): maison individuelle, immeuble collectif, bâtiment non-habitat;
- Surface de référence énergétique (SRE) en m²;
- Système de chauffage principal (5 catégories): chauffage au mazout, chauffage au gaz, chauffage avec pompe à chaleur, raccordement au réseau de chauffage, chauffage à bois.

A2.7.2. Efficacité énergétique de l'encouragement financier

L'efficacité énergétique de l'encouragement financier relatif aux nouvelles constructions correspond à la somme des économies d'énergie utile (obtenues par une meilleure qualité énergétique de l'enveloppe du bâtiment) et de l'énergie utile provenant de sources d'énergie non renouvelables remplacée en plus (grâce à un meilleur système de chauffage d'un point de vue énergétique) par rapport à une nouvelle construction selon un cas de référence hypothétique sans subvention, calculé sur la durée de vie de la nouvelle construction.

$$EW = \Delta Q + S \quad [\text{MWh énergie utile}]$$

EW Efficacité énergétique de l'encouragement financier relatif aux nouvelles constructions (MWh, cat. énergie utile) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention, calculé sur la durée de vie de la nouvelle construction.

ΔQ Economies d'énergie utile induites par l'encouragement financier (MWh) par rapport à une nouvelle construction selon un cas de référence hypothétique sans subvention, calculé sur la durée de vie de la nouvelle construction.

S Remplacement de l'énergie utile provenant de sources d'énergie non renouvelables (MWh) – en plus des économies d'énergie utile – induit par l'encouragement financier par rapport à une nouvelle construction selon un cas de référence hypothétique sans subvention, calculé sur la durée de vie de la nouvelle construction.

Les économies d'énergie utile induites par l'encouragement financier par rapport à une nouvelle construction selon un cas de référence hypothétique sans subvention (calculées sur la durée de vie) sont déterminées de la manière suivante:

$$\Delta Q = LDGH * \sum_i [(rnb * qg_{n_i} - q_{n_i,s_i}) * EBF_i] \quad [\text{MWh énergie utile}]$$

LDGH Durée de vie admise de l'enveloppe du bâtiment (40 ans).

i	Indice du projet de subvention «i».
n	$n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments. n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.
s	$s = \{s1, \dots, s4\}$; standard pour les nouvelles constructions atteint. s1: Minergie-P(-A)(-Eco) CECB A/A.
qg_n	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an) d'une nouvelle construction selon le MoPEC 2014, en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» (cf. Tableau 30 pour les valeurs admises).
$q_{n,s}$	Besoins de chaleur effectifs pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard de nouvelles constructions atteint «s» (cf. Tableau 30 pour les valeurs admises).
rn_b	Facteur de réduction tenant compte de la situation selon laquelle, en Suisse, les nouvelles constructions présentent en moyenne une enveloppe du bâtiment (sensiblement) meilleure que ce que la loi n'exige. Cf. A3.6 pour toutes explications utiles.
EBF_i	Surface de référence énergétique (par 1000 m ² de SRE) du projet de subvention «i».

Tableau 30: Besoins de chaleur ¹⁾ relatifs au chauffage et à l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE)			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ qg_n: Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m² SRE) d'une nouvelle construction selon le MoPEC 2014, en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n». ▪ $q_{n,s}$: Besoins de chaleur effectifs pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m² SRE), en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard de nouvelles constructions atteint «s». 			
$s = \{s1, \dots, s4\}$; standard atteint	affectation du bâtiment $n = \{n1, n2, n3\}$		
	n1: mais. indiv.	n2: imm. coll.	n3: bât. non hab.
s1: Minergie-P(-A)(-Eco)	$qg_{n1} = 62$ ²⁾ $q_{n1,s1} = 43$ ³⁾	$qg_{n2} = 59$ ²⁾ $q_{n2,s1} = 43$ ³⁾	$qg_{n3} = 47$ ²⁾ $q_{n3,s1} = 33$ ³⁾
s2: CECB A/A	$qg_{n1} = 62$ ²⁾ $q_{n1,s2} = 46$ ³⁾	$qg_{n2} = 59$ ²⁾ $q_{n2,s2} = 46$ ³⁾	$qg_{n3} = 47$ ²⁾ $q_{n3,s2} = 35$ ³⁾

Définis par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Hypothèses de base: facteurs d'enveloppe mais. indiv. / imm. coll. / bât. non-hab. 2/1,5/1. Besoins de chaleur pour ECS kWh/m² SRE pour mais. indiv. / imm. coll. / bât. non-hab.: valeurs standards selon SIA 380/1:2009 (appliquées pour les bâtiments non habitat, catégorie de bâtiments III, administration).

2) Exigence relative aux besoins de chaleur pour le chauffage selon le MoPEC 2014 et les hypothèses de base susmentionnées.

3) CECB A/A: hypothèse selon laquelle les besoins de chaleur pour le chauffage correspondent en moyenne à 60% des valeurs limites SIA 380/1:2009. Minergie-P: hypothèse selon laquelle les besoins de chaleur pour le chauffage correspondent en moyenne à 54% (=90%*60%) des valeurs limites SIA 380/1:2009. L'hypothèse pour les nouvelles constructions Minergie-P a fait l'objet d'un bref test de plausibilité par le biais d'évaluations de la banque de données Minergie. Les besoins de chaleur pour le chauffage des nouvelles constructions CECB A/A ont été légèrement surestimés, car l'étanchéité et la ventilation contrôlée avec récupération de chaleur ne peuvent pas être garantis avec certitude. Par ailleurs, les hypothèses de base formulées ci-dessus demeurent valables.

Le remplacement – induit en plus – de l'énergie utile provenant de sources d'énergie non renouvelables par rapport à une nouvelle construction selon un cas de référence hypothétique sans subvention (calculé sur la durée de vie) est déterminé comme suit:

$$S = LDWE * \sum_i [(aref_{n_i, h_i} - a_{n_i}) * q_{n_i, s_i} * EBF_i] \quad [\text{MWh énergie utile}]$$

$LDWE$ Durée de vie admise des mesures relatives à la production de chaleur (15 ans).

i	Indice du projet de subvention «i».
n	$n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments. n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.
s	$s = \{s1, \dots, s4\}$; standard pour les nouvelles constructions atteint. s1: Minergie-P(-A)(-Eco). s2: CECB A/A.
h	$h = \{h1, \dots, h5\}$; système de chauffage principal. h1: mazout. h2: gaz. h3: chaleur à distance. h4: pompe à chaleur. h5: bois.
$aref_{n,h}$	Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables ni des rejets de chaleur, <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction de l'affectation du bâtiment «n» et du système de chauffage principal «h» (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
a_h	Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables ni des rejets de chaleur, en fonction du système de chauffage principal «h» dans une nouvelle construction (cf. Tableau 31).
$q_{n,s}$	Besoins de chaleur effectifs pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard de nouvelles constructions atteint «s» (cf. Tableau 30 pour les valeurs admises).
EBF_i	Surface de référence énergétique (par 1000 m ² de SRE) du projet de subvention «i».

La proportion de chaleur utile – dans un cas de référence hypothétique sans subvention – ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, se calcule de la manière suivante:

$$aref_{n,h} = [1 - ds_h] * a_h + ds_h * ach_n \quad [\%]$$

ds_h	Valeur variable (1 ou 0) permettant d'établir une distinction entre les cas dans lesquels l'encouragement financier relatif aux nouvelles constructions engendre un effet de substitution ($ds_{h3} = ds_{h4} = ds_{h5} = 1$), et les cas dans lesquels l'encouragement financier relatif aux nouvelles constructions n'engendre par définition aucun effet de substitution ($ds_{h1} = ds_{h2} = 0$). Cf. A3.7 pour toutes explications utiles.
a_h	Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables ni des rejets de chaleur, en fonction du système de chauffage principal «h» dans une nouvelle construction (cf. Tableau 31).
ach_n	Proportion de chaleur utile (%) ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur, selon la moyenne suisse, dans les nouvelles constructions avec affectation du bâtiment «n» (cf. Tableau 31).

Tableau 31: Hypothèses relatives aux nouvelles constructions							
h = {h1, ..., h5}; système de chauffage principal	Proportions des systèmes de chauffage en moyenne en Suisse ¹⁾			Fraction utile ²⁾ (kWh d'énergie utile/ kWh d'énergie finale) n _h	Proportion ³⁾ ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur a _n	Facteur d'émission ⁴⁾ (kg de CO ₂ /kWh d'énergie finale) e _h	Prix de l'énergie finale ⁵⁾ (CHF/kWh) p _h
	mais. indiv.	imm. coll.	bât. non hab.				
h1: mazout	0,5%	1%	1,5 %	0,85	100%	0,264	0.10
h2: gaz	4,5%	9%	13,5%	0,9	100%	0,202	0.10
h3: chaleur à distance	19%	18%	17%	1 (par déf.)	20%	0,17	0.10
h4: pompe à chaleur	57%	54%	51%	3,5	29%	0,024	0.20
h5: bois	19%	18%	17%	0,7	0%	0	0.075
Valeurs de référence induites pour le modèle de calcul de l'efficacité ⁶⁾							
	mais. indiv.	imm. coll.	bât. non hab.				
ach _n	25%	29%	33%	Taux moyen suisse ne provenant ni des énergies renouvelables, ni des rejets de chaleur (%)			
ech _n	0,048	0,058	0,067	Facteur d'émission (kg de CO ₂ / kWh d'énergie utile) en moyenne en Suisse			
φch _n	0.078	0.079	0.081	Prix de l'énergie (kg de CO ₂ / kWh d'énergie utile) en moyenne en Suisse			

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Inspirés de W&P 2014 et de Haustech 2009. Cf. **A3.7** pour toutes explications utiles.

2) Forfait déterminé sur la base des études de Prognos 2012.

3) Raccordement à un réseau de chauffage: un taux de 20% est fixé conformément aux conditions d'attribution des subventions figurant dans le ModEnHa pour la mesure M-07. Cette exigence correspond plus ou moins à la moyenne suisse (vérification détaillée non effectuée; selon l'inventaire des gaz à effet de serre, les énergies fossiles sont à l'origine de la moitié de la production de chaleur à distance, dont une grande partie provient elle-même de l'incinération des déchets, la chaleur utilisée qui en résulte étant considérée comme «rejets de chaleur»).

4) Facteurs d'émission: valeurs standards fondamentales de l'OFEV/la législation sur le CO₂. Facteur d'émission de la chaleur à distance: l'hypothèse de l'OFEN – basée sur le rapport relatif à l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre en Suisse, catégorie 1A1a, et émise dans le cadre du volet A du Programme Bâtiments – selon laquelle le facteur d'émission moyen de chaleur à distance par kWh de chaleur obtenue équivaut environ à 0,17 kg de CO₂/kWh (en raison du taux de 50% de chaleur à distance issue des énergies fossiles, notamment pour ce qui est de la combustion d'origine fossile des déchets) constitue le point de départ du calcul du facteur d'émission de la chaleur à distance.

5) Prix moyens de l'énergie calculés sur la durée de vie des mesures. Forfait déterminé en se basant sur l'OFEN/OFEV 2015a (mazout, gaz), l'OFEN 2014a (électricité), le ModEnHa 2009 (chaleur à distance) et l'EFS 2015 (bois). Le GT Contrôle des résultats a déterminé, pour chaque mesure, les hypothèses relatives aux prix sous la forme de forfaits non détaillés, en raison des fortes incertitudes qui entourent les prévisions émises sur de si longues périodes (jusqu'en 2040). Une analyse approfondie de la situation aurait en outre dépassé les limites du projet de révision du ModEnHa.

6) Valeurs moyennes pondérées avec les proportions de systèmes de chauffage.

A2.7.3. Effet des mesures d'encouragement financier sur les émissions de CO₂

L'effet sur les émissions de CO₂ par rapport à une nouvelle construction dans un cas de référence hypothétique sans subvention (calculé sur la durée de vie) est déterminé de la manière suivante:

$$CO2W = LDGH * \sum_i [(rnb * qg_{n_i} * \epsilon_{ref_{n_i, h_i}} - q_{n_i, s_i} * \epsilon_{h_i}) * EBF_i] \quad [\text{MWh énergie utile}]$$

LDGH Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).

i Indice du projet de subvention «i».

n	$n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments. n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.
s	$s = \{s1, \dots, s4\}$; standard pour les nouvelles constructions atteint. s1: Minergie-P(-A)(-Eco). s2: CECB A/A.
h	$h = \{h1, \dots, h5\}$; système de chauffage principal. h1: mazout. h2: gaz. h3: chaleur à distance. h4: pompe à chaleur. h5: bois.
qg_n	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an) d'une nouvelle construction selon le MoPEC 2014, en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» (cf. Tableau 30 pour les valeurs admises).
$q_{n,s}$	Besoins de chaleur effectifs pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard de nouvelles constructions atteint «s» (cf. Tableau 30 pour les valeurs admises).
rnb	Facteur de réduction tenant compte de la situation selon laquelle, en Suisse, les nouvelles constructions présentent en moyenne une enveloppe du bâtiment meilleure que ce que la loi n'exige. Cf. A3.6 pour toutes explications utiles.
$\varepsilon_{ref,n,h}$	Facteur d'émission moyen relatif à la chaleur utile (kg de CO ₂ /kWh de chaleur utile) <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction de l'affectation du bâtiment «n» et du système de chauffage principal «h» (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
ε_h	Facteur d'émission relatif à la chaleur utile (kg de CO ₂ /kWh de chaleur utile) pour une nouvelle construction en fonction du système de chauffage principal «h» (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
EBF_i	Surface de référence énergétique (par 1000 m ² de SRE) du projet de subvention «i».

Le calcul des facteurs d'émission relatifs à la chaleur utile concernant une nouvelle construction ainsi qu'une nouvelle construction selon un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$\varepsilon_{ref,n,h} = [1 - dc_h] * \varepsilon_n + dc_h * \varepsilon_{ch_n} \quad [\text{kg CO}_2/\text{kWh chaleur utile}]$$

$$\varepsilon_n = \frac{e_h}{n_h} \quad [\text{kg CO}_2/\text{kWh chaleur utile}]$$

dc_h Valeur variable (1 ou 0) permettant d'établir une distinction entre les cas dans lesquels l'encouragement financier relatif aux nouvelles constructions engendre un effet sur les émissions de CO₂ ($dc_{h4} = dc_{h5} = 1$), et les cas dans lesquels l'encouragement financier relatif aux nouvelles constructions n'engendre par définition aucun effet sur les émissions de CO₂ ($dc_{h1} = dc_{h2} = dc_{h3} = 0$). Cf. A3.7 pour toutes explications utiles.

e_h Facteur d'émission relatif à la chaleur finale (kg de CO₂ /kWh de chaleur utile) dans une nouvelle construction en fonction du système de chauffage principal «h» (cf. Tableau 31).

n_h Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) dans une nouvelle construction en fonction du système de chauffage principal «h» (cf. Tableau 31).

εch_n Facteur d'émission moyen en Suisse dans les nouvelles constructions relatif à la chaleur utile (kg de CO₂/kWh de chaleur utile) en fonction de l'affectation du bâtiment «n» (cf. Tableau 31).

A2.7.4. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les investissements

Le calcul des investissements supplémentaires générés par l'encouragement financier de nouvelles constructions se présente comme suit:

$$MI = \sum_i [mi_{n_i, s_i} * EBF_i] \quad [\text{CHF } 1000]$$

i Indice du projet de subvention «i».

n $n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments.
n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.

s $s = \{s1, \dots, s4\}$; standard pour les nouvelles constructions atteint.
s1: Minergie-P(-A)(-Eco). s2: CECB A/A.

$mi_{n,s}$ Investissements supplémentaires (CHF/m² de SRE) en fonction de l'affectation du bâtiment «n» et du standard pour les nouvelles constructions «s» (vgl. Tableau 32)

EBF_i Surface de référence énergétique (par 1000 m² de SRE) du projet de subvention «i».

Tableau 32: Hypothèses relatives aux investissements supplémentaires en cas de nouvelle construction¹⁾			
mi _{n,s} : investissements supplémentaires pour une nouvelle construction subventionnée par rapport à une nouvelle construction de référence dans un cas hypothétique sans subvention en CHF/m ² de SRE.			
	affectation du bâtiment n = {n1, n2, n3}		
s = {s1, ... ,s4}; standard atteint	n1: mais. indiv.	n2: imm. coll.	n3: bât. non hab.
s1: Minergie-P(-A)(-Eco)	mi _{n1,s1} = 380	mi _{n2,s1} = 200	mi _{n3,s1} = 150
s2: CECB A/A	mi _{n1,s2} = 340	mi _{n2,s2} = 180	mi _{n3,s2} = 130

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

Les hypothèses concernant les investissements supplémentaires s'appuient sur le ModEnHa 2009, la FHNW/le bureau Stokar 2010, ainsi que sur une brève vérification – effectuée par le GT Contrôle des résultats et INFRAS – de la plausibilité des investissements supplémentaires calculés pour un projet de rénovation classique. Il n'existe aucune donnée empirique approfondie qui soit directement exploitable pour l'estimation des investissements supplémentaires. Un approfondissement dans ce domaine aurait dépassé le cadre du projet de révision du ModEnHa – d'autant plus qu'il s'agit, pour les investissements supplémentaires admis, de valeurs moyennes basées sur les nouvelles constructions subventionnées dans toute la Suisse, qui, de toute façon, ne peuvent généralement pas vraiment être étayées par des valeurs empiriques mais uniquement faire l'objet d'un test de plausibilité (les données empiriques relatives aux investissements supplémentaires en question se réfèrent en principe à un cadre avec des conditions bien définies, ainsi qu'à des hypothèses concernant la détermination des coûts). Les hypothèses pourront être adaptées si, à l'avenir, des données précises sont disponibles.

A2.7.5. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables

L'efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables consentis correspond, pour les nouvelles constructions, à la somme des investissements supplémentaires induits par la subvention et des coûts supplémentaires escomptés pour l'entretien moins les économies réalisées sur les coûts de l'énergie induites par la subvention et escomptées.

$$NAM = MI + UK - EK \quad [\text{CHF } 1000]$$

<i>NAM</i>	Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables consentis (en millier de CHF) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (pour les nouvelles constructions).
<i>EK</i>	Economies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et calculées sur la durée de vie des nouvelles constructions subventionnées par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (escomptées, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>MI</i>	Investissements supplémentaires (en millier de CHF) induits par l'encouragement financier de nouvelles constructions par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calcul selon A2.7.4).
<i>UK</i>	Coûts supplémentaires pour l'entretien (en millier de CHF) induits par l'encouragement financier de nouvelles construction par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (escomptés, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).

Par souci de simplification, les coûts supplémentaires pour l'entretien induits par l'encouragement financier sont fixés de manière forfaitaire à 1% des investissements supplémentaires induits par la subvention (inspiré du ModEnHa 2009 et des valeurs indicatives SIA). De plus, il est admis dans ce forfait que, pour une nouvelle construction subventionnée par rapport à une nouvelle construction selon un cas de référence hypothétique sans subvention, environ 80% des investissements supplémentaires sont imputés à l'enveloppe du bâtiment et environ 20% à la technique du bâtiment (hypothèse forfaitaire du GT Contrôle des résultats et INFRAS.)

$$UK = 1\%/an * \sum_i [80\% * mi_{n_i,s_i} * LDGH * dfgh + 20\% * mi_{n_i,s_i} * LDHT * dfht] \quad [CHF 1000]$$

<i>i</i>	Indice du projet de subvention.
<i>mi_{n,s}</i>	Investissements supplémentaires (CHF/m ² de SRE) en fonction de l'affectation du bâtiment «n» et du standard pour les nouvelles constructions «s» (vgl. Tableau 32)
<i>LDGH</i>	Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).
<i>dfgh</i>	Facteur d'escompte pour les mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (resp. sur leur durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. <i>dfgh</i> = 0,60.
<i>LDHT</i>	Durée de vie admise des mesures relatives à la technique du bâtiment (15 ans).
<i>dfht</i>	Facteur d'escompte pour les mesures relatives à la technique du bâtiment (resp. sur leur durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. <i>dfht</i> = 0,60.

Le calcul des économies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et escomptées sur la durée de vie des nouvelles constructions subventionnées par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$EK = LDGH * dfgh * \sum_i [(rnb * qg_{n_i} * \varphi_{ref_{n_i,h_i}} - q_{n_i,s_i} * \varphi_{h_i}) * EBF_i] \quad [\text{MWh énergie utile}]$$

<i>LDGH</i>	Durée de vie admise des mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (40 ans).
<i>i</i>	Indice du projet de subvention «i».
<i>n</i>	$n = \{n1, n2, n3\}$; catégorie d'affectation des bâtiments. n1: maison individuelle; n2: immeuble collectif; n3: bâtiment non-habitat.
<i>s</i>	$s = \{s1, \dots, s4\}$; standard pour les nouvelles constructions atteint. s1: Minergie-P(-A)(-Eco). s2: CECB A/A.
<i>h</i>	$h = \{h1, \dots, h5\}$; système de chauffage principal. h1: mazout. h2: gaz. h3: chaleur à distance. h4: pompe à chaleur. h5: bois.
<i>qg_n</i>	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an) d'une nouvelle construction selon le MoPEC 2014, en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» (cf. Tableau 30 pour les valeurs admises).
<i>q_{n,s}</i>	Besoins de chaleur effectifs pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (kWh/m ² SRE/an), en fonction de la catégorie d'affectation des bâtiments «n» et du standard de nouvelles constructions atteint «s» (cf. Tableau 30 pour les valeurs admises).
<i>rnb</i>	Facteur de réduction tenant compte de la situation selon laquelle, en Suisse, les nouvelles constructions présentent en moyenne une enveloppe du bâtiment meilleure que ce que la loi n'exige. Cf. A3.6 pour toutes explications utiles.
<i>φ_{ref_{n,h}}</i>	Prix moyen de l'énergie relatif à la chaleur utile (kg de CO ₂ /kWh de chaleur utile) <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction de l'affectation du bâtiment «n» et du système de chauffage principal «h» (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>φ_h</i>	Prix de l'énergie relatif à la chaleur utile (kg de CO ₂ /kWh de chaleur utile) pour une nouvelle construction en fonction du système de chauffage principal «h» (calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>dfgh</i>	Facteur d'escompte pour les mesures relatives à l'enveloppe du bâtiment (resp. sur leur durée de vie) et avec un taux d'intérêt de 3%. $dfgh = 0,60$.
<i>EBF_i</i>	Surface de référence énergétique (par 1000 m ² de SRE) du projet de subvention «i».

Le calcul des prix de l'énergie relatifs à la chaleur utile concernant une nouvelle construction ainsi qu'une nouvelle construction selon un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$\varphi_{ref_{n,h}} = [1 - dp_n] * \varphi_h + dp_n * \varphi_{ch_n} \quad [\text{CHF/kWh chaleur utile}]$$

$$\varphi_h = \frac{p_h}{n_h} \quad [\text{CHF/kWh chaleur utile}]$$

dp_n Valeur variable (1 ou 0) permettant d'établir une distinction entre les cas dans lesquels l'encouragement financier relatif aux nouvelles constructions engendre une économie sur les coûts de l'énergie ($dp_{n4} = dp_{n5} = 1$), et les cas dans lesquels l'encouragement financier

relatif aux nouvelles constructions n'engendre par définition aucune économie sur les coûts de l'énergie ($dp_{h1} = dp_{h2} = dp_{h3} = 0$). Cf. A3.7 pour toutes explications utiles.

e_h	Prix de l'énergie finale (CHF/kWh d'énergie finale livrée à l'entrée du bâtiment) dans une nouvelle construction en fonction du système de chauffage principal «h» (cf. Tableau 31).
n_h	Fraction utile (kWh de chaleur utile/kWh d'énergie finale) dans une nouvelle construction en fonction du système de chauffage principal «h» (cf. Tableau 31).
φch_n	Prix moyen de l'énergie en Suisse pour les nouvelles constructions relatif à la chaleur utile (CHF/kWh de chaleur utile) en fonction de l'affectation du bâtiment «n» (cf. Tableau 31).

A2.7.6. Hypothèses sur la manière d'agréger les valeurs indicatives conformément au Tableau 4

Afin de déterminer les valeurs indicatives – agrégées et présentées au Tableau 4 (p. 40) – relatives aux effets d'encouragement pour chaque mesure, les hypothèses suivantes ont été émises:

- Les surfaces de référence énergétiques subventionnées sont réparties comme suit: 10% pour les maisons individuelles, 80% pour les immeubles collectifs et 10% pour les bâtiments non-habitat. En fonction du modèle de calcul de l'efficacité admis, les effets d'un programme d'encouragement sont d'autant plus marqués que le taux de maisons individuelles pour les bâtiments d'habitation resp. le taux de bâtiments d'habitation pour l'ensemble des bâtiments subventionnés est élevé. L'effet n'est par ailleurs pas significatif.
- En se basant sur l'ensemble des surfaces de référence énergétiques subventionnées, il est admis que ces dernières sont chauffées à 0% par le mazout, à 5% par le gaz, à 15% par la chaleur à distance, à 65% par une pompe à chaleur et à 15% par le bois. Il est par ailleurs admis que ce mix de systèmes de chauffage est indépendant du type d'affectation du bâtiment. Les effets énergétiques et les effets sur la réduction des émissions de CO₂ induits par l'encouragement financier pour les nouvelles constructions sont d'autant plus importants que le nombre de bâtiment chauffés au bois subventionnés est élevé; par ailleurs, cet effet demeure là encore assez faible.

A2.8. Projets de réseau de chauffage (M-18)

A2.8.1. Données à collecter (modèle d'entrées)

Pour déterminer les effets d'encouragement relatifs aux projets de réseau de chauffage (M-18), il convient de collecter les données suivantes pour chaque projet subventionné:

- Mesure(s) ayant été mise(s) en œuvre (2 catégories): nouveau réseau/extension du réseau, nouvelle installation de production de chaleur;
- Unité de référence en MWh/an (valeur de planification conformément au dimensionnement de l'installation)
 - Nouvelle construction / extension du réseau de chaleur: chaleur issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur distribuée dans les bâtiments (nette, sans pertes de réseau), dans lesquels le raccordement à un réseau de chaleur remplace un chauffage à mazout, à gaz ou électrique.

- Nouvelle construction / extension de la centrale de production de chaleur: chaleur supplémentaire livrée aux bâtiments existants (nette, sans perte de réseau) issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur par rapport à l'état avant la nouvelle construction de la centrale de production de chaleur.
- Indication relative aux contributions financières octroyées (ou non) pour les raccordements au réseau de chaleur pour le même réseau, resp. indication relative à l'encouragement des mesures M-07 et M-18 dans le réseau (2 catégories): oui, non.
- Proportion (en %) de la quantité de chaleur supplémentaire fournie issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur et revendiquée par d'autres acteurs pour leur permettre de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO₂.

A2.8.2. Efficacité énergétique de l'encouragement financier

En ce qui concerne les projets de réseau de chaleur, on admet par principe, pour le cas de référence hypothétique, que ces derniers ne seraient pas réalisés sans l'encouragement financier. L'efficacité énergétique de l'encouragement financier relatif aux projets de réseau de chaleur (calculée sur la durée de vie) est donc déterminée de la manière suivante:

$$EW = LD * \sum_i [(1 - mwe_{m_i}) * Q_i * r_i * dz_{m_i}] \quad [\text{MWh chaleur utile}]$$

i	Indice du projet de subvention «i».
m	$m = \{m1, m2\}$; mesure mise en œuvre. m1: nouvelle construction/extension du réseau de chaleur. m2: nouvelle construction/extension de l'installation de production de chaleur.
LD	Durée de vie admise pour les projets de réseau de chauffage (20 ans). Comme dans le ModEnHa 2009, cette durée est déterminée sous forme de forfait (limitation de la durée de vie admise fixée à 20 ans, également pour les réseaux de chauffage permettant de désinstaller des chauffages – dont la durée de vie elle-même est comprise entre 15 et 20 ans – présents dans des bâtiments existants).
mwe_m	Pertinent uniquement pour des projets avec nouveau réseau resp. extension du réseau (m1). mwe_{m1} correspond au taux de systèmes de chauffage principal décentralisés fonctionnant aux énergies fossiles ou à l'électricité qui auraient été remplacés même sans la contribution financière relative au projet de réseau de chauffage. $mwe_{m1} = 35\%$. Cf. A3.3 pour toutes explications utiles. Ce paramètre n'est pas pertinent pour les nouvelles constructions / extension de production de chaleur centralisées (m2) ($mwe_{m2} = 0$).
Q_i	Paramètre quantitatif collecté (en MWh/an selon le dimensionnement de l'installation pour une année normale) dans le cadre d'un projet de subvention «i»: Nouvelle construction / extension du réseau de chaleur: chaleur issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur distribuée dans les bâtiments (nette, sans pertes de réseau), dans lesquels le raccordement à un réseau de chaleur remplace un chauffage à mazout, à gaz ou électrique. Nouvelle construction / extension de la centrale de production de chaleur: chaleur supplémentaire fournie (nette, sans perte de réseau) issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur par rapport à l'état avant la nouvelle construction / l'extension de la centrale de production de chaleur.

r_i	Proportion (en %) de la quantité de chaleur livrée dans le réseau de chaleur correspondant et <u>non</u> revendiquée par d'autres acteurs afin de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO ₂ .
dz_m	Déterminant uniquement pour les projets avec nouveau réseau, resp. extension du réseau (m1). Valeur variable (1 ou 0) permettant d'éviter la comptabilisation à double dans les cas où, pour le même réseau, des contributions financières ont déjà été versées au propriétaire du bâtiment pour des raccordements au réseau de chaleur (M-07 du ModEnHa 2015). Si, dans le même réseau, les mesures M-07 et M-18 sont encouragées, $dz_{m1} = 0$ (l'efficacité énergétique de l'encouragement est dans ce cas déjà comptabilisée par le biais de la mesure M-07). Dans le cas contraire, $dz_{m1} = 1$. Ce paramètre n'est pas pertinent pour les nouvelles constructions/extensions d'installations de production de chaleur centralisées (m2) ($dz_{m2} = 1$ est toujours valable).

A2.8.3. Effet des mesures d'encouragement financier sur les émissions de CO₂

L'effet sur les émissions de CO₂ induit par l'encouragement de projets de réseau de chaleur par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calculé sur la durée de vie) est déterminé de la manière suivante:

$$CO2W = LD * \sum_i [(1 - mwe_{m_i}) * ech * Q_i * r_i * dz_{m_i}] \quad [t CO_2]$$

i	Indice du projet de subvention «i».
m	$m = \{m1, m2\}$; mesure mise en œuvre. m1: nouvelle construction/extension du réseau de chaleur. m2: nouvelle construction/extension de l'installation de production de chaleur.
LD	Durée de vie admise pour les projets de réseau de chauffage (20 ans). Déterminée comme dans le ModEnHa 2009 (limitation de la durée de vie admise fixée à 20 ans, également pour les réseaux de chauffage permettant de désinstaller des chauffages – dont la durée de vie elle-même est comprise entre 15 et 20 ans – présents dans des bâtiments existants).
mwe_m	Pertinent uniquement pour des projets avec nouveau réseau resp. extension du réseau (m1). mwe_{m1} correspond au taux de systèmes de chauffage principal décentralisés fonctionnant aux énergies fossiles ou à l'électricité qui auraient été remplacés même sans la contribution financière relative au projet de réseau de chauffage. $mwe_{m1} = 35\%$. Cf. A3.3 pour toutes explications utiles. Ce paramètre n'est pas pertinent pour les nouvelles constructions/extensions d'installations de production de chaleur centralisées ($mwe_{m2} = 0$).
Q_i	Paramètre quantitatif collecté (en MWh/an selon le dimensionnement de l'installation pour une année normale) dans le cadre d'un projet de subvention «i»: Nouvelle construction / extension du réseau de chaleur: chaleur issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur distribuée dans les bâtiments (nette, sans pertes de réseau), dans lesquels le raccordement à un réseau de chaleur remplace un chauffage à mazout, à gaz ou électrique. Nouvelle construction / extension de la centrale de production de chaleur: chaleur supplémentaire fournie (nette, sans perte de réseau) issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur par rapport à l'état avant la nouvelle construction / l'extension de la centrale de production de chaleur.
ech	Facteur d'émission moyen relatif à la chaleur utile (kg de CO ₂ /kWh). $ech = 0,28$. Hypothèse forfaitaire unique pour a) le remplacement par un réseau de chaleur à distance ou un réseau de chaleur de proximité, livrée à l'entrée du bâtiment et ne provenant ni des énergies

renouvelables, ni des rejets de chaleur; b) le remplacement par une installation décentralisée de production de chaleur produite à partir de mazout, de gaz ou d'électricité (production de chaleur électrique directe).

r_i	Proportion (en %) de la quantité de chaleur livrée dans le réseau de chaleur correspondant et <u>non</u> revendiquée par d'autres acteurs afin de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO ₂ .
dz_m	Déterminant uniquement pour les projets avec nouveau réseau, resp. extension du réseau (m1). Valeur variable (0 ou 1) permettant d'éviter la comptabilisation à double dans les cas où, pour le même réseau, des contributions financières ont déjà été versées au propriétaire du bâtiment pour des raccordements au réseau de chaleur (M-07 du ModEnHa 2015). Si, dans le même réseau, les mesures M-07 et M-18 sont encouragées, $dz_{m1} = 0$ (l'efficacité énergétique de l'encouragement est dans ce cas déjà comptabilisée par le biais de la mesure M-07). Dans le cas contraire, $dz_{m1} = 1$. Ce paramètre n'est pas pertinent pour les nouvelles constructions/extensions d'installations de production de chaleur centralisées (m2) ($dz_{m2} = 1$ est toujours valable).

A2.8.4. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les investissements

Le calcul des investissements supplémentaires générés par l'encouragement de projets de réseau de chaleur par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$MI = \sum_i [(i_{m_i, f_i} - iref_{m_i}) * Q_i * r_i] \quad [\text{CHF } 1000]$$

i	Indice du projet de subvention «i».
m	$m = \{m1, m2\}$; mesure mise en œuvre. m1: nouvelle construction/extension du réseau de chaleur. m2: nouvelle construction / extension de l'installation de production de chaleur.
f	$f = \{f1, f2\}$; catégorie liée à la configuration de l'encouragement financier (avec/sans financement à double M-07/M-18). f1: sans contribution d'encouragement versée aux propriétaires du bâtiment pour les raccordements au réseau de chaleur dans le même réseau (sans financement à double M-07/M-18). f2: avec contribution d'encouragement versée aux propriétaires du bâtiment pour les raccordements au réseau de chaleur dans le même réseau (avec financement à double M-07/M-18).
$i_{m, f}$	Investissements (en millier de CHF par MWh supplémentaire distribué/an) pour le projet de réseau de chaleur en fonction des mesures «m» mises en œuvre et de la configuration de l'encouragement f (cf. Tableau 33).
$iref_m$	Investissements (CHF 1000 par MWh distribué en plus/an), <u>dans un cas de référence hypothétique sans subvention</u> , en fonction des mesures «m» mises en œuvre (cf. Tableau 33).
Q_i	Paramètre quantitatif collecté (en MWh/an selon le dimensionnement de l'installation pour une année normale) dans le cadre d'un projet de subvention «i»: Nouvelle construction / extension du réseau de chaleur: chaleur issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur distribuée dans les bâtiments (nette, sans pertes de réseau), dans lesquels le raccordement à un réseau de chaleur remplace un chauffage à mazout, à gaz ou électrique. Nouvelle construction / extension de la centrale de production de chaleur: chaleur supplémentaire fournie (nette, sans perte de réseau) issue des énergies renouvelables ou des re-

jets de chaleur par rapport à l'état avant la nouvelle construction / l'extension de la centrale de production de chaleur.

r_i Proportion (en %) de la quantité de chaleur livrée dans le réseau de chaleur correspondant et non revendiquée par d'autres acteurs afin de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO₂.

Tableau 33: Hypothèses relatives aux investissements¹⁾ pour les projets de réseau de chauffage (en millier de CHF par MWh/an)		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ $i_{m,f}$: Investissements pour le projet de réseau de chauffage (en millier de CHF par MWh/an) en fonction de la mesure «m» mise en œuvre et de la configuration de l'encouragement «f». ▪ $i_{ref,m}$: Investissements (en millier de CHF par MWh/an) dans un cas de référence hypothétique sans subvention. 		
	f = {f1,f2}; configuration de l'encouragement dans le réseau (f)	
m = {m1,m2 }; mesure mise en œuvre dans le cadre d'un projet de réseau de chauffage	f1: sans contribution d'encouragement versée aux propriétaires du bâtiment (pour les raccordements au réseau de chaleur; M-07 selon ModEnHa 2015)	f2: avec contribution d'encouragement versée aux propriétaires du bâtiment (pour les raccordements au réseau de chaleur; M-07 selon ModEnHa 2015)
m1: nouveau réseau/extension du réseau	$i_{m1,f1} = 1,05$ ²⁾ $i_{ref,m1} = 0,38$ ⁵⁾	$i_{m1,f2} = 0,50$ ⁴⁾ $i_{ref,m1} = 0,38$ ⁵⁾
m2: nouvelle installation/extension de production de chaleur	$i_{m2,f1} = 0,65$ ³⁾ $i_{ref,m2} = 0$ ⁵⁾	$i_{m2,f2} = 0,65$ ³⁾ $i_{ref,m2} = 0$ ⁵⁾

Définies par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Les investissements admis s'appuient sur le ModEnHa 2009, QMH 2008, les mesures d'investissement selon le Tableau 12 pour les systèmes de chauffage principal décentralisés, ainsi que sur une brève vérification, par INFRAS et le GT Contrôle des résultats, de la plausibilité des investissements calculés. Il n'existe aucune donnée empirique approfondie qui soit directement exploitable pour l'estimation des investissements supplémentaires. Un approfondissement dans ce domaine aurait dépassé le cadre du projet de révision du ModEnHa – d'autant plus qu'il s'agit, pour les investissements admis, de valeurs moyennes basées sur les projets de réseau de chauffage subventionnés dans toute la Suisse, qui, de toute façon, ne peuvent généralement pas vraiment être étayées par des valeurs empiriques mais uniquement faire l'objet d'un test de plausibilité. Pour faciliter la mise en œuvre de la mesure, la condition était, comme dans le ModEnHa 2009, que le subventionnement des projets de réseau de chauffage soit possible d'une manière simple. En ce sens, la seule donnée à entrer dans le modèle comme donnée de base était la quantité de chaleur supplémentaire issue des énergies renouvelables, resp. des rejets de chaleur et livrée aux bâtiments existants (MWh/an au cours d'une année normale); toutes les hypothèses techniques devaient partir de cette valeur. On ne dispose pas des autres indications relatives à un projet spécifique de réseau de chauffage, qui permettraient de formuler des hypothèses différenciées quant aux investissements à prévoir, ainsi qu'aux bâtiments effectivement raccordés. (Il n'est donc pas possible de disposer de données relatives à la taille et à la complexité du réseau, aux conditions qui renchérisse la construction du réseau dans une région spécifique, de données sur les besoins de chaleur effectifs ou des systèmes de production de chaleur existant dans les bâtiments raccordés, etc.)

2) Les investissements se composent de coûts «centralisés» engendrés par le nouveau réseau resp. l'extension du réseau (CHF 500.– par MWh/an; estimés sur la base de QMH 2008) et de coûts «décentralisés» engendrés par le remplacement du système de chauffage principal dans les bâtiments supplémentaires raccordés (CHF 550.– par MWh/an; estimés sur la base de besoins de chaleur d'une moyenne de 100 MWh/an pour chaque bâtiment raccordé, ainsi que sur la base des hypothèses d'investissement définies dans le Tableau 12 (investissements concernant le raccordement à un réseau de chaleur).

3) Estimation des coûts «centralisés» engendrés par la nouvelle installation/extension de l'installation de production de production de chaleur (sur la base de QMH 2008 et d'estimations spécifiques, étant donné que ces données se réfèrent exclusivement aux centrales de chauffage à bois).

4) Estimation des coûts «centralisés» engendrés par le nouveau réseau resp. l'extension du réseau (CHF 500.– par MWh/an; sur la base de QMH 2008).

5) Par principe, dans le cas de référence hypothétique sans subvention, dans lequel le projet de réseau de chaleur n'est pas réalisé, on considère que les bâtiments existants seront raccordés au réseau de chaleur au cas où il faudrait immédiatement ou dans un délai prévisible entreprendre un investissement pour la rénovation du système de production de chaleur décentralisé. Dans le cas de référence hypothétique, cet investissement se produit donc lorsque le projet de réseau de chaleur comprend une nouvelle construction ou une extension du réseau (m1; m2 non concernée; pour m2 aucun investissement n'est admis). La hauteur de ces investissements (estimation: CHF 380.– par MWh/an) est basée sur les besoins en chaleur admis en moyenne pour chaque bâtiment raccordé (100 MWh/an), sur les hypothèses d'investissement en fonction de l'installation de chauffage selon le Tableau 12 ainsi que sur l'hypothèse selon laquelle, le chauffage existant à mazout, à gaz ou électrique devrait être renouvelé dans 65% des cas ou remplacé par une pompe à chaleur dans 35% des cas.

A2.8.5. Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables

L'efficacité des mesures d'encouragement financier relatives à des projets de réseau de chaleur sur les coûts non amortissables consentis par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention se présente comme suit:

$$NAM = MI + UK - EK \quad [\text{CHF } 1000]$$

<i>NAM</i>	Efficacité des mesures d'encouragement financier sur les coûts non amortissables consentis (en millier de CHF) par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (pour les projets de réseau de chauffage).
<i>EK</i>	Economies sur les coûts de l'énergie induites par l'encouragement financier et calculées sur la durée de vie admise des projets de réseau de chauffage par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (escomptés, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).
<i>MI</i>	Investissements supplémentaires (en millier de CHF) induits par l'encouragement financier de projets de réseau de chauffage par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calcul selon A2.8.4).
<i>UK</i>	Coûts supplémentaires pour l'entretien (en millier de CHF) induits par l'encouragement financier de projets de réseau de chaleur par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (escomptés, en millier de CHF; calcul selon formule mathématique ci-dessous).

Par souci de simplification, les coûts supplémentaires annuels pour l'entretien induits par l'encouragement financier sont fixés de manière forfaitaire à 1% des investissements supplémentaires induits par la subvention (inspiré du ModEnHa 2009 et des valeurs indicatives SIA):

$$UK = (1\%/an) * MI * LD * df \quad [\text{CHF } 1000]$$

<i>MI</i>	Investissements supplémentaires (en millier de CHF) induits par l'encouragement financier de projets de réseau de chauffage par rapport à un cas de référence hypothétique sans subvention (calcul selon A2.8.4).
<i>LD</i>	Durée de vie admise pour les projets de réseau de chauffage (20 ans). Déterminée comme dans le ModEnHa 2009 (limitation de la durée de vie admise fixée à 20 ans, également pour les réseaux de chauffage permettant de désinstaller des chauffages – dont la durée de vie elle-même est comprise entre 15 et 20 ans – présents dans des bâtiments existants).
<i>df</i>	Facteur d'escompte pour la durée de vie admise et sur un taux d'intérêt de 3%. $df = 0,77$.

En ce qui concerne les économies sur les coûts de l'énergie par rapport à un cas de référence sans subvention, il est admis dans ce forfait qu'environ CHF 20.–/MWh sont économisés en moyenne par MWh de quantité de chaleur supplémentaire distribuée dans un nouveau réseau ou dans une extension de réseau (économie moyenne sur la durée de vie).

$$EK = LD * df * 20 \text{ CHF/MWh} * \sum_i [Q_i * r_i * d_{m_i}] / 1000 \quad [\text{CHF } 1000]$$

i	Indice du projet de subvention «i».
m	$m = \{m1, m2\}$; mesure mise en œuvre. m1: nouvelle construction /extension du réseau de chaleur. m2: nouvelle construction/ extension de l'installation de production de chaleur.
LD	Durée de vie admise pour les projets de réseau de chauffage (20 ans). Comme dans le ModEnHa 2009, cette durée est déterminée sous forme de forfait (limitation de la durée de vie admise fixée à 20 ans, également pour les réseaux de chauffage permettant de désinstaller des chauffages – dont la durée de vie elle-même est comprise entre 15 et 20 ans – présents dans des bâtiments existants).
df	Facteur d'escompte pour la durée de vie admise et avec un taux d'intérêt de 3%. $df = 0,77$.
Q_i	Paramètre quantitatif collecté (en MWh/an selon le dimensionnement de l'installation pour une année normale) dans le cadre d'un projet de subvention «i»: Nouvelle construction / extension du réseau de chaleur: chaleur issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur distribuée dans les bâtiments (nette, sans pertes de réseau), dans lesquels le raccordement à un réseau de chaleur remplace un chauffage à mazout, à gaz ou électrique. Nouvelle construction / extension de la centrale de production de chaleur: chaleur supplémentaire fournie (nette, sans perte de réseau) issue des énergies renouvelables ou des rejets de chaleur par rapport à l'état avant la nouvelle construction / l'extension de la centrale de production de chaleur.
r_i	Proportion (en %) de la quantité de chaleur livrée dans le réseau de chaleur correspondant et <u>non</u> revendiquée par d'autres acteurs afin de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO ₂ .
d_m	Déterminant uniquement pour les projets avec nouveau réseau, resp. extension du réseau (m1). Valeur variable (0 ou 1) permettant d'éviter la comptabilisation à double dans les cas où, pour le même réseau, des contributions financières ont déjà été versées au propriétaire du bâtiment pour des raccordements au réseau de chaleur (M-07 du ModEnHa 2015). Si, dans le même réseau, les mesures M-07 et M-18 sont encouragées, $d_{m1} = 0$ ([SNA] est dans ce cas déjà comptabilisée par le biais de la mesure M-07). Dans le cas contraire, $d_{m1} = 1$. Pour les nouvelles constructions/extensions d'installations de production de chaleur centralisées (m2), aucune influence sur le coût de l'énergie n'est en principe admise ($d_{m2} = 1$ est toujours valable).

A2.8.6. Hypothèses sur la manière d'agréger les valeurs indicatives conformément au Tableau 4
Afin de déterminer les valeurs indicatives – agrégées et présentées au Tableau 4 (p. 40) – relatives aux effets d'encouragement pour chaque mesure, l'hypothèse suivante a été émise: aucun autre acteur (pas même le canton assurant le subventionnement sur la base de contributions d'encouragement versées pour le même projet de réseau de chaleur) ne peut prétendre à la quantité de chaleur livrée dans le réseau de chaleur correspondant pour lui permettre de satisfaire aux exigences ou d'atteindre les objectifs indiqués dans la législation sur le CO₂ ($r = 100\%$).

A3. Commentaires relatifs au modèle de calcul de l'efficacité

Les aides financières influencent les décisions d'investissement des bénéficiaires de manière directe et à court terme (incitation financière). Mais elles ont aussi une influence indirecte et à long terme sur le contexte social, politique et économique actuel et à venir. Pour déterminer le montant des contributions globales, seuls les effets directs des mesures d'encouragement financières sont quantifiés. Ces effets se calculent en comparant la situation subventionnée avec un cas de référence hypothétique sans subvention. Pour la quantification, deux groupes de questions distincts doivent être abordés:

- Questions d'ordre socioéconomique concernant le comportement des bénéficiaires de subvention aujourd'hui et à l'avenir: quelle aurait été l'attitude des bénéficiaires dans le contexte social, politique et économique actuel et à venir, s'ils n'avaient pas reçu de subvention? Se seraient-ils abstenus de prendre une quelconque mesure d'économie d'énergie? Ou au contraire, auraient-ils de toute façon pris des mesures ayant eu des effets d'économie similaires, voire moins importants? Par ailleurs, quand auraient-ils réalisé les mesures? Aujourd'hui ou plus tard?
- Questions d'ordre technique, notamment: quelles économies une mesure permet-elle de réaliser, en termes de consommation d'énergie et d'émissions de CO₂, par rapport à la situation avant sa mise en œuvre? Quels investissements sont nécessaires pour réaliser une mesure?

Il est très difficile de répondre à de telles questions avec une méthodologie fiable. D'autant plus qu'une évaluation qualitative ne suffit pas; il faut évaluer les effets en termes quantitatifs. Cette évaluation quantitative est basée sur les principes suivants:

- les investissements engendrés par chaque mesure ainsi que les effets d'économie d'énergie par rapport à la situation avant la mise en œuvre des mesures (c.-à-d. les aspects techniques de l'évaluation des effets) sont estimés sur la base des données disponibles, sans toutefois procéder à des vérifications coûteuses. Théoriquement, il serait possible, par exemple, de vérifier l'estimation de l'économie d'énergie réalisée grâce à l'isolation thermique d'une façade en exploitant statistiquement des données résultant de campagnes de mesures, faites avant et après les travaux. Toutefois, une telle campagne de mesures ne serait pas très utile, si elle n'était pas accompagnée parallèlement par une étude empirique approfondie des aspects socioéconomiques, car les effets d'encouragement sont ensuite estimés sur la base d'hypothèses socioéconomiques largement plus incertaines. (Pour mémoire, les effets d'encouragement n'ont pas pour objectif de montrer quel est l'impact d'une mesure, mais d'établir quelle est l'influence de la subvention).
- A défaut de bases empiriques bien étayées, les hypothèses relatives au cas de référence hypothétique sans subvention (c.-à-d. les aspects socioéconomiques de l'évaluation des effets) se fondent principalement sur des estimations d'experts réalisées par le bureau INFRAS et par le groupe de travail «Contrôle des résultats». Les incertitudes liées à ces estimations

sont nécessairement élevées. Pour cette raison, l'accent est surtout mis sur la cohérence de la conception et sur la transparence de la représentation des hypothèses.

A l'exception des mesures ponctuelles concernant l'enveloppe des bâtiments, le ModEnHa 2009 ne tenait pas compte, pour des raisons méthodologiques, des effets d'aubaine.

Le ModEnHa 2003 avait identifié les piliers d'une politique d'encouragement efficace, en se basant sur des analyses qualitatives sérieuses relatives aux contributions financières orientées sur l'efficacité (on en trouve un bon aperçu dans Interface 2008). En premier lieu, le catalogue de mesures du ModEnHa s'était concentré sur des mesures dont il était prouvé qu'elles se heurtent à des difficultés manifestes de mise en œuvre. Les principaux problèmes portaient sur les difficultés de financement – en cohérence avec la nature financière de l'instrument d'encouragement – ainsi que sur la rentabilité insuffisante de certaines mesures. En second lieu, les conditions pour l'octroi de contributions d'encouragement étaient si exigeantes que les mesures devaient répondre à des standards bien plus élevés que les standards courants du marché à ce moment-là, et qu'elles devaient atteindre des résultats très largement plus performants que ce qu'exigeait la législation. En troisième lieu, le ModEnHa définissait des taux minimaux d'encouragement, de manière à éviter autant que possible de distribuer des contributions financières « symboliques » à des projets qui se seraient de toute façon réalisés. Cette orientation du ModEnHa permettait alors – et permet toujours aujourd'hui – de limiter le plus possible le risque de voir se développer un effet d'aubaine. En l'absence de données empiriques, le ModEnHa renonçait à quantifier l'effet d'aubaine en relation avec l'efficacité énergétique des mesures, par rapport à la situation avant la mise en œuvre de ces dernières. Il faut toutefois citer une exception: les contributions financières pour des mesures ponctuelles relatives à certains éléments de l'enveloppe du bâtiment (remplacement des fenêtres, isolation de la façade, de la toiture, ainsi que des murs et du sol contre terre, du plafond de la cave et du sol des combles). Dès 2006 (pour le Programme Bâtiments de la Fondation Centime Climatique et pour le ModEnHa 2007), l'effet d'aubaine concernant ces mesures avait été estimé sur la base d'avis d'experts. Cet effet d'aubaine avait été pris en compte lors de la quantification des effets, que ce soit dans le Programme Bâtiments de la Fondation Centime Climatique (2006 à 2009) ou dans le Programme Bâtiments de la Confédération et des cantons, volet A (2010 à 2016 selon toute probabilité).

Le ModEnHa 2015 devra tenir compte des conditions générales économiques et politiques, actuelles et futures. Au cours des dernières années, les prescriptions énergétiques cantonales dans le domaine du bâtiment, de même que la législation nationale sur l'énergie et le CO₂ ont connu un développement fulgurant. Parallèlement, il y a eu plus de mouvement dans le secteur de l'immobilier, et notamment des nouvelles constructions. Alors que, jusqu'en 2005, les contributions financières d'encouragement consenties par la Confédération et les cantons pour soutenir des mesures dans le cadre du ModEnHa ne dépassaient pas 40 millions de CHF par an, elles ont augmenté depuis jusqu'à environ 300 millions de CHF par an, et devraient encore croître à l'avenir conformément aux prescriptions de la Stratégie énergétique du Conseil fédéral (2013). Cette évolution permet de se rendre compte que la question de l'efficacité des aides financières a gagné en importance dans le champ politique. Mais en même temps, les informations disponibles pour quantifier les effets d'aubaine sont encore insatisfaisantes aujourd'hui, bien que de nouvelles données aient été collectées par le biais d'enquêtes auprès de la clientèle dans le cadre du Programme Bâtiments, volet A (gfs 2014). D'une part, ces enquêtes ne couvrent pas l'ensemble des mesures soutenues dans le cadre du ModEnHa, d'autre part, étant les seules données empiriques disponibles, elles ne suffisent pas pour évaluer de manière complète les effets d'encouragement (nDLZ 2014). Malgré le fait que les bases empiriques de cette évaluation ne se sont pas notablement améliorées, le ModEnHa 2015 inclut cette fois systématiquement l'effet d'aubaine pour toutes les mesures, répondant ainsi à l'importance politique du sujet. Pour déterminer concrètement l'importance de cet effet, on se base sur des évaluations d'experts, lesquelles peuvent être étayées seulement de manière approximative et empirique. Cette adaptation méthodologique entraîne une « brusque » diminution des effets identifiés comme étant engendrés par les mesures d'encouragement consenties par la Confédération et les cantons dans le secteur de l'énergie. Elle ne signifie pas que les effets d'encouragement diminuent de la même manière dans les faits.

Les hypothèses techniques et socioéconomiques du modèle de calcul de l'efficacité du ModEnHa 2015 sont décrites dans la documentation figurant en annexe A2. Les hypothèses d'ordre socioéconomique, introduites nouvellement dans le ModEnHa 2015, sont commentées dans les paragraphes ci-après.

A3.1. Effet d'aubaine relatif à l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre

S'agissant de l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre, on admet que 40 % des effets d'économie engendrés par les mesures – comparés à l'état avant rénovation et observés pendant toute la durée de vie des éléments – auraient de toute façon été atteints, même sans contributions financières. Cette part est appelée «effet d'aubaine».

Hypothèse de correspondance «effet d'aubaine sur les économies d'énergie utile = effet d'aubaine sur les investissements supplémentaires»

S'agissant de l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre, pour estimer le montant des investissements supplémentaires entraînés par les aides financières, on choisit, par mesure de simplification, de se baser sur le même effet d'aubaine que celui retenu pour les économies d'énergie utile: par conséquent, on admet que 40 % des investissements supplémentaires consentis pour une rénovation énergétique conforme au ModEnHa, par rapport à une rénovation des éléments ponctuels qui ne viserait pas à économiser de l'énergie, auraient de toute façon été faits même en l'absence de subvention – ce paramètre étant, comme auparavant, mesuré sur toute la durée de vie des éléments soutenus par la mesure.

Commentaire: dans le ModEnHa 2009 et pour l'OFEN 2013a, on avait estimé à presque 25 % l'effet d'économie, si aucune contribution financière n'avait été versée. Pour les experts du CDF 2014 consultés, les effets d'aubaine ont été en général sous-estimés. Selon le CDF 2014, il s'agirait même de vérifier si les contributions financières n'auraient d'effets que sur la qualité des réalisations: on pourrait se demander si, en fin de compte, les contributions servent encore véritablement d'effet déclencheur visant à promouvoir l'isolation. Il se pourrait que les contributions aient surtout pour effet de renforcer la qualité de l'isolation réalisée par rapport aux strictes exigences légales. Le bureau INFRAS et le GT Contrôle des résultats ont estimé que cette proposition n'était pas sensée: puisque les exigences légales en matière d'isolation thermique lors de rénovations se sont beaucoup rapprochées des exigences du ModEnHa, si l'on ne prenait en compte que l'effet qualitatif des mesures d'encouragement, cela signifierait que 90 % des effets d'économie par rapport à la situation avant rénovation pourraient être atteints sans contributions financières. Or, d'après les résultats des enquêtes (gfs 2014 ou nDLZ 2014 concernant le Programme Bâtiments, volet A), il est plus qu'improbable que l'effet d'aubaine soit aussi important: lors de chacune de ces enquêtes (depuis 2010), une majorité de personnes interrogées (au plus 75 %), toutes bénéficiaires d'aides financières, ont déclaré qu'elles auraient entrepris de toute façon les travaux de rénovation, même si elles n'avaient reçu aucune subvention du Programme Bâtiments (gfs 2014, nDLZ 2014). Cela correspondrait à un effet d'aubaine maximum de 70 à 75 % (en moyenne sur toutes les enquêtes, ce taux est de 50 %). Mais même cet ordre de grandeur devrait être trop élevé d'après l'avis du bureau INFRAS et du GT Contrôle des résultats. En effet, lors de la révision du ModEnHa, on a profité d'exclure les mesures ayant un effet d'aubaine supputé très élevé (remplacement des fenêtres, isolation du plafond de la cave ou du sol des combles). Le taux finalement retenu est de 40 %. Cependant, comme le recommande instamment nDLZ 2014, il serait nécessaire, même pour le

projet de révision du ModEnHa, de procéder à des travaux d'investigation empiriques plus détaillés concernant les aspects socioéconomiques des effets d'encouragement.

A3.2. Effet d'aubaine relatif au remplacement des fenêtres et à l'isolation thermique d'éléments de construction contre des locaux non chauffés

Pour les rénovations complètes sans étape (M-12, M-13) et pour les rénovations en plusieurs grandes étapes (M-10, M-11), on admet que certaines mesures – remplacement des fenêtres, isolation thermique d'éléments de construction contre des locaux non chauffés (plafond de la cave et sol des combles) – seraient réalisées de toute façon, même sans subvention (effet d'aubaine = 100%). Cette hypothèse est nécessaire pour assurer l'égalité de traitement par rapport à l'encouragement de mesures ponctuelles sur certains éléments de l'enveloppe (en effet, le remplacement des fenêtres et l'isolation thermique d'éléments de construction contre des locaux non chauffés ne peuvent pas être subventionnés en tant que mesures ponctuelles). Puisqu'il est pratiquement impossible, lors de rénovations du système, de distinguer les données relatives aux différentes mesures ponctuelles mises en œuvre (selon décision du GT Contrôle des résultats), on tient compte, dans le modèle de calcul de l'efficacité, de l'effet de ces mesures sous la forme d'une déduction forfaitaire. Ainsi, le GT Contrôle des résultats fixe à 10 kWh de chaleur utile/m² SRE l'effet d'économie de ces mesures, en moyenne sur toutes les rénovations du système bénéficiant d'une aide financière. (En réalité, l'effet du remplacement des fenêtres et de l'isolation thermique du plafond de la cave et du sol des combles peut atteindre jusqu'à 50 kWh/m² SRE. La réduction forfaitaire contribue plutôt à améliorer l'efficacité. En effet, ces mesures ne peuvent pas être aussi performantes dans tous les cas. Par ailleurs, le GT Contrôle des résultats n'a pas voulu défavoriser trop fortement les rénovations du système.)

A3.3. Effet d'aubaine relatif au remplacement du chauffage principal, avec passage d'un système à énergies fossiles ou à électricité directe à un système fonctionnant aux énergies renouvelables (chauffage au bois, pompe à chaleur ou chaleur à distance)

Au moment de la révision actuelle du ModEnHa, on ne disposait encore d'aucunes données empiriques pour apporter des éléments de réponse à la question de l'influence directe des contributions financières sur l'évolution du marché des systèmes de chauffage. Jusqu'à présent, il n'a pas été question d'effectuer des enquêtes auprès des bénéficiaires de contributions financières, sur le modèle de celles réalisées dans le cadre du Programme Bâtiments, volet A (isolation thermique). L'encouragement serait considéré comme particulièrement efficace s'il incitait les maîtres d'ouvrage qui avaient simplement l'intention de restaurer leur installation de chauffage existante, alimentée aux énergies fossiles, à procéder à un assainissement en profondeur de leur système de chauffage en remplaçant leur ancien système par un nouveau système fonctionnant aux énergies non fossiles. A l'opposé, l'encouragement serait considéré comme peu efficace s'il n'avait comme seul effet que de provoquer un changement de système en restant dans le segment de marché des rénovations complètes de chauffage. En effet, dans ce segment, les maîtres d'ouvrage optent en majorité, aujourd'hui déjà, pour des

systèmes de chauffage alimentés aux énergies non fossiles (W&P 2014). En pareil cas, l'aide financière n'est plus le déclencheur principal d'une telle décision d'investissement. Sinon, comment expliquer que les pompes à chaleur air-eau aient pris une part de marché aussi importante dans les années 2000 – pour des rénovations soumises à permis de construire –, alors qu'elles n'étaient quasiment plus subventionnées.

Dans une annexe de l'avis d'exécution relatif à des projets de compensation en Suisse, l'OFEN et l'OFEV affirment que, dans le contexte des mesures de substitution dans le domaine du chauffage et de la production d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments existants, on peut estimer la part des systèmes de chauffage à énergies fossiles à 60 % dans les maisons individuelles, et à 70 % pour les immeubles collectifs et les bâtiments non-habitat (dans OFEN/OFEV 2015b, les raisonnements ayant conduit à ces valeurs ne sont pas publiés; il semble qu'ils aient été basés sur des travaux de W&P 2014). En d'autres termes: sans financement « indirect » des projets de compensation par le biais de l'émission de certificats, on observerait l'installation d'un système de chauffage à énergies non fossiles dans 30 à 40 % des cas.

Sur cette base non étayée empiriquement, le bureau INFRAS et le GT Contrôle des résultats ont défini à 35 % (sur toute la durée de vie de la mesure) l'effet de substitution lié au remplacement par un chauffage au bois d'un chauffage principal fonctionnant aux énergies fossiles ou à l'électricité, et ce, même sans contributions financières au moment des travaux de rénovation. Ils définissent donc de la manière suivante le cas de référence sans subvention: sans besoin urgent de rénovation, il y a peu de chances que le maître d'ouvrage décide d'investir dans les installations techniques du bâtiment. De même, le délai pendant lequel il peut retarder l'investissement est très restreint – lors de la rénovation de l'enveloppe, ce délai peut parfois être assez long. Pour la quantification, on se base principalement sur les travaux de l'OFEN/OFEV 2015b. Concrètement, on admet que, en l'absence d'incitation financière dès le moment des travaux de rénovation, dans 65% des cas, on verrait s'installer le même système de chauffage qu'avant la rénovation (mazout, gaz, électricité); dans 35% des cas, on chaufferait le bâtiment au moyen du système effectivement installé. Ainsi, on peut affirmer que, dans 65% des cas, on assisterait à une simple rénovation du système de chauffage existant (sans changement de système). Dans les autres cas (35%), le chauffage existant aurait de toute façon été remplacé, même sans subvention – c'est ce qu'on peut déduire des hypothèses de référence élaborées par l'OFEN/OFEV 2015b.

A3.4. Effet d'aubaine pour les capteurs solaires (et la ventilation dans les habitations)

Alors que, dans les années 1990, le marché des capteurs solaires peinait à croître, la surface de capteurs vendus entre 2005 et 2009 a été multipliée par trois (OFEN 2014b). Au cours de cette même période, les subventions pour les capteurs solaires ont considérablement augmenté (INFRAS 2014). En 2009, une somme quatre fois plus élevée qu'en 2005 a été versée à titre de contributions financières (Figure 3). Il est intéressant de constater que les capteurs solaires bénéficiant d'aides financières constituent eux-mêmes une part importante du marché global. En considérant l'année 2010, par exemple, on s'aperçoit qu'environ moitié de toutes les installations solaires thermiques posées en Suisse ont bénéficié d'une aide financière (OFEN 2014b,

INFRAS 2014). Une telle part de marché n'est atteinte, même approximativement, ni dans le domaine du remplacement du chauffage, ni dans celui de l'isolation thermique.

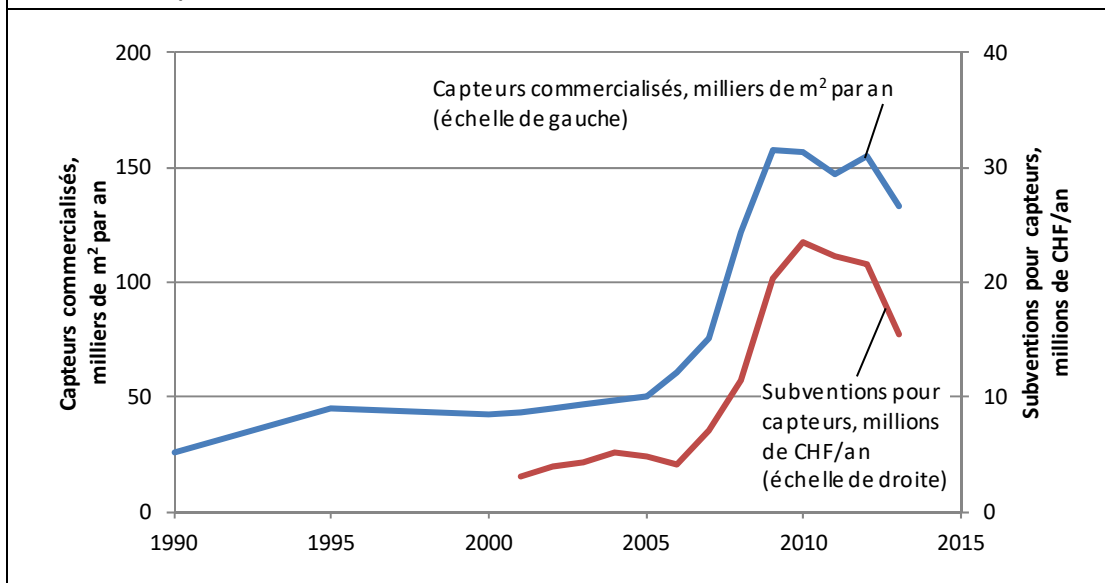
Comme pour le remplacement du chauffage principal, il manque des bases empiriques pour estimer les effets d'encouragement des capteurs solaires. Il n'est pas non plus possible de dégager des constats quant aux relations de causalité entre le volume des contributions financières et le volume du marché. Si le marché avait crû principalement pour d'autres raisons que la politique d'incitation financière (p.ex. en raison de l'évolution des prix de l'énergie ou du renforcement des exigences légales, etc.), cette croissance aurait aussi induit une augmentation du volume des contributions versées, telle qu'elle a été observée (l'inverse étant également vrai).

En l'absence de bases empiriques, le bureau INFRAS et le GT Contrôle des résultats ont fixé les nouvelles hypothèses d'ordre socioéconomique du ModEnHa 2015 concernant les capteurs solaires posés sur des bâtiments existants de la manière suivante: pour la pose d'une nouvelle installation de capteurs solaires, l'effet d'aubaine au moment des travaux de rénovation a été fixé à 20 % (forfait). En d'autres termes, seule une installation sur cinq aurait tout de même été installée, même sans subvention. Mais cette valeur ne peut pas non plus être étayée de manière empirique. Le bureau INFRAS et le GT Contrôle des résultats ont soupesé les aspects suivants: d'une part, les données du marché (OFEN 2014b) montrent que le volume des ventes dans les années 1990 – dans une période où les capteurs solaires n'étaient encore guère subventionnés – correspondait à environ un tiers du même marché dans les années 2009 à 2013 – période où les capteurs étaient fortement subventionnés. Ce constat permet de conclure que l'effet d'aubaine pourrait être du même ordre de grandeur que pour les systèmes principaux de chauffage (cf. ci-dessus). D'autre part, ces données concernent également les capteurs solaires installés sur les nouvelles constructions; or cette mesure ne fait plus partie du ModEnHa 2015. Pour les nouvelles constructions, sur une période d'observation allant jusqu'en 2013, de nombreux autres facteurs que les incitations financières contribuaient au succès des installations de capteurs solaires (exigences légales quant au taux maximal d'énergies non renouvelables, solutions d'intégration simples et planifiables dans les installations techniques du bâtiment). Du point de vue du bureau INFRAS et du GT Contrôle des résultats, un argument supplémentaire s'ajoute aux autres pour affirmer que l'effet d'aubaine est moins important que dans le cas des systèmes principaux de chauffage: c'est le fait que les capteurs subventionnés constituent une part importante du marché global des capteurs solaires. Finalement, l'effet d'aubaine retenu a été de 20 %.

Effet d'aubaine pour la ventilation dans les habitations

Dans des opérations de rénovation ordinaires des habitations, on envisage rarement des installations de ventilation avec récupération de chaleur. La question se pose généralement uniquement dans le cadre de rénovations lourdes du bâtiment. Aucune base empirique n'est disponible pour anticiper l'évolution du marché dans ce domaine, et encore moins pour évaluer l'effet d'encouragement des contributions financières. En raison de la faible pertinence de ce sujet – entre 2001 et 2013, les installations de ventilation n'ont guère été subventionnées –, le bureau INFRAS et le GT Contrôle des résultats n'ont pas approfondi l'analyse des effets d'encouragement. Ils ont fixé forfaitairement à 20 % l'effet d'aubaine – comme pour les capteurs solaires.

Figure 3: Comparaison entre l'évolution du marché et celle des contributions d'encouragement dans le domaine des capteurs solaires



Exploitation des données: INFRAS. Bases: OFEN 2014b et INFRAS 2014.

A3.5. Facteur de réduction tenant compte du recul naturel des chauffages aux énergies fossiles dans les bâtiments existants

Le CDF 2014 met en lumière la surévaluation probable des mesures sur la réduction des émissions de CO₂ dans les modèles utilisés précédemment (ModEnHa 2009/OFEN 2013a); il relève notamment l'aspect suivant: si l'on désirait estimer la réduction des émissions de CO₂ provoquée par les contributions d'encouragement au moment des travaux de rénovation sur toute la durée de vie des mesures d'isolation thermique (soit 40 ans), il faudrait tenir compte du recul naturel des systèmes de chauffage alimentés aux énergies fossiles. Les experts consultés (CDF 2014) ont trouvé irréaliste l'hypothèse qu'en moyenne sur tous les bâtiments subventionnés, chauffés aujourd'hui aux énergies fossiles, tous (100 %) le soient encore dans 40 ans.

Le bureau INFRAS et le GT Contrôle des résultats se fondent sur les réflexions suivantes: dans les bâtiments existants, la répartition des parts de marché pour les différents systèmes de chauffage n'évolue que très lentement depuis les années 1980 (cf. p.ex. Prognos 2014). Les transformations soumises à permis de construire ne sont, jusqu'à présent, guère influencées par l'évolution du marché, aussi dynamique soit-elle. Une étude récente de Wüest&Partner (W&P 2014) observe que ce segment de marché manifeste une tendance vers plus de systèmes de chauffage à énergies non fossiles: si un maître d'ouvrage entreprend une rénovation importante de son système de chauffage – c.-à-d. soumise à permis de construire –, il opte le plus souvent pour un nouveau système alimenté par des énergies non fossiles (dans deux tiers des cas environ selon W&P 2014). Par contre, ce segment de marché ne représente qu'une faible proportion du marché du chauffage en général (entre 20 et 25 % selon les estimations calculées au moyen du modèle par W&P 2014) – ce qui expliquerait en partie l'évolution si lente de la répartition entre systèmes de chauffage dans les bâtiments existants. Il est beaucoup plus fréquent que l'on prenne des mesures plus légères, où l'on remplace les composants défail-

lants du chauffage sans chercher à changer de système. A l'avenir, il est probable que cette évolution s'accélère. D'ailleurs, les nouvelles perspectives énergétiques de la Confédération se fondent sur la même hypothèse dans le scénario intitulé « Poursuite de la politique énergétique actuelle » (cf. Prognos 2012). Le bureau INFRAS et le GT Contrôle des résultats sont d'avis que le modèle révisé de calcul de l'efficacité devrait tenir compte de cette prochaine évolution, qui aura lieu indépendamment de toute aide financière. Toutefois, ils n'ont pas pu trouver d'études approfondies qui permettraient de quantifier cette évolution. C'est pourquoi ils font les hypothèses suivantes pour les 40 années qui suivent une rénovation (il sera toujours possible de les modifier à l'avenir ou de les affiner sur la base de nouvelles études):

- **Chauffages au mazout:** si, à la suite d'une rénovation bénéficiant de subventions, un chauffage au mazout est installé (cette donnée sera collectée), on admet qu'il ne sera pas remplacé par un autre système au cours des 15 premières années (durée de vie admise d'un chauffage au mazout rénové). Au-delà de 15 ans, on admet que, dans environ un cas sur trois, le chauffage au mazout sera remplacé par un système à énergies non fossiles à la fin du cycle de renouvellement. De ces hypothèses d'évolution, il découle des facteurs de réduction à introduire dans le modèle révisé de calcul de l'efficacité. Ce facteur est de 0,75 pour une période d'observation de 40 ans (soit: $100\% * 15 \text{ ans} + 67\% * 15 \text{ ans} + 67\% * 67\% * 10 \text{ ans}$, divisé par $100\% * 40 \text{ ans}$); il est de 0,87 pour une période d'observation de 25 ans, valable pour le subventionnement des capteurs solaires (soit: $100\% * 15 \text{ ans} + 67\% * 10 \text{ ans}$ divisé par 25 ans). Pour des durées d'observation plus brèves, cet effet est négligé.
- **Chauffages au gaz:** les hypothèses sont analogues à celles pour les chauffages au mazout, sauf à propos de leur taux de renouvellement: on admet qu'ils sont plus rarement remplacés par un système à énergies non fossiles (dans ce cas, le taux est fixé à 5 %, au lieu des 33 % estimés pour le chauffage au mazout). Dans le modèle révisé de calcul de l'efficacité, le facteur de réduction résultant de ces réflexions est égal à 0,95 pour une période d'observation de 40 ans (soit: $100\% * 15 \text{ ans} + 95\% * 15 \text{ ans} + 95\% * 95\% * 10 \text{ ans}$ divisé par $100\% * 40 \text{ ans}$). Pour des durées d'observation plus brèves, cet effet est négligé.
- **Chaleur à distance:** en Suisse, le facteur d'émission moyen des réseaux de chauffage à distance s'est abaissé lentement, mais sûrement, au cours des dernières décennies (cette évolution peut être quantifiée, notamment par l'analyse de séries chronologiques tirées des statistiques énergétiques [cf. OFEN 2014a]). On peut partir de l'idée que cette évolution va s'accélérer au cours des prochaines années, à la suite des impulsions données par les politiques énergétique et climatique visant à diffuser plus largement les énergies renouvelables (multiplication des installations de production de chaleur et extension des réseaux de chauffage). Pourtant, il ne sera pas possible de réduire indéfiniment le facteur d'émission moyen, car une grande partie des émissions générées par les réseaux de chauffage provient des fractions fossiles issues de l'incinération des déchets. On peut toutefois raisonnablement espérer que le facteur d'émission moyen des réseaux de chauffage – qui est actuellement d'environ 0,17 kg de CO₂/kWh de chaleur utile fournie (selon le modèle de l'OFEN) – continue à s'abaisser. Sur la base des observations faites au cours des 30 dernières années, on peut estimer que le facteur d'émission moyen diminuera encore d'environ 20 % au cours des

40 prochaines années. De ces hypothèses d'évolution, il découle des facteurs de réduction à introduire dans le modèle révisé de calcul de l'efficacité. Ce facteur est de 0,90 pour une période d'observation de 40 ans (soit: 100% moins $0,5 * 20\%$); il est de 0,94 pour une période d'observation de 25 ans, valable pour le subventionnement des capteurs solaires (soit: 100% moins $0,3 * 20\%$). Pour des durées d'observation plus brèves, cet effet est négligé.

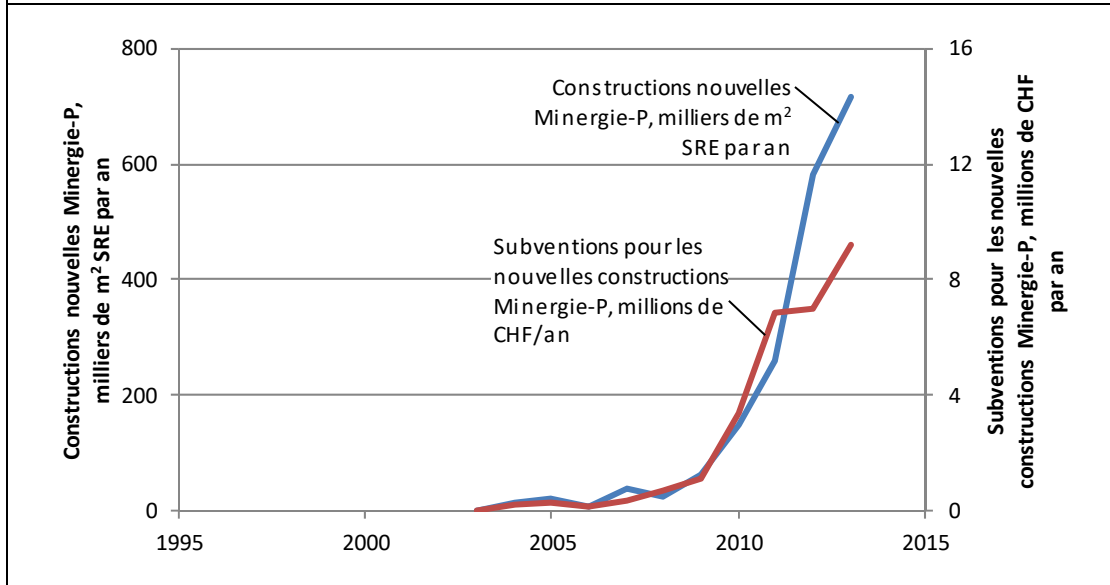
Le recul naturel des systèmes de chauffage à énergies fossiles entraîne une baisse du coût moyen de l'énergie par kWh de chaleur utile dans les bâtiments chauffés aujourd'hui aux énergies fossiles.

Selon les hypothèses décrites plus haut, on peut admettre que le coût moyen de l'énergie par kWh de chaleur utile va diminuer à long terme, au fur et à mesure du recul naturel des systèmes de chauffage à énergies fossiles. En effet, selon le bureau INFRAS et le GT Contrôle des résultats, le prix de la chaleur utile issue de systèmes de chauffage fonctionnant aux énergies renouvelables (bois, pompes à chaleur) continuera, à l'avenir, d'être moins élevé que le prix de la chaleur utile issue de chauffages à énergies fossiles. D'après les estimations du bureau INFRAS et du GT Contrôle des résultats, cette corrélation ne joue de rôle que dans les bâtiments chauffés aujourd'hui au mazout. (En comparaison, pour les chauffages au gaz, la différence de prix par kWh de chaleur utile est minime, de même que le taux de recul naturel des chauffages à gaz.) Par conséquent, le modèle de calcul de l'efficacité ne tient compte de cette corrélation que dans le cas des bâtiments actuellement chauffés au mazout. Il en résulte, dans ces cas, un facteur de réduction forfaitaire de 0,9 pour une période d'observation de 40 ans. Ce facteur s'applique au prix moyen de l'énergie par kWh de chaleur utile. (Pour des durées d'observation plus brèves, cet effet est négligé.) Ce facteur résulte des hypothèses faites plus haut concernant le remplacement naturel des chauffages au mazout et l'économie réalisée sur le coût moyen de l'énergie par kWh de chaleur utile (- 33% environ si l'on compte parmi les systèmes de chauffage fonctionnant aux énergies renouvelables, non seulement les chauffages au bois et les raccordements aux réseaux de chauffage, mais surtout les pompes à chaleur).

A3.6. Détermination d'un facteur de réduction tenant compte du fait que les nouvelles constructions ont, en moyenne sur la Suisse, une meilleure enveloppe que ne l'exige la loi

Sur la base d'une analyse effectuée dans le canton de Berne sur les nouvelles constructions érigées entre 2009 et 2011 (Haldi Spieker 2014), on peut admettre que l'enveloppe des nouvelles constructions sans certificat Minergie (c.-à-d. non subventionnées) possède en moyenne une qualité énergétique légèrement supérieure aux exigences légales (besoins de chaleur pour le chauffage inférieurs de 10 % aux exigences posées par le MoPEC 2008 ou la norme SIA 380/1:2009). Cette évolution est aussi constatée pour les nouvelles constructions très efficaces, dont le développement ne dépend plus entièrement des mesures d'encouragement: les nouvelles constructions Minergie-P subventionnées représentaient en 2013 une modeste part du marché global (un peu plus de 20 % selon Minergie 2015, INFRAS 2014). En d'autres termes, en 2013, quatre constructions Minergie-P sur cinq se sont construites sans bénéficier de contributions financières.

Figure 4: Evolution du marché et évolution des contributions financières dans le domaine des nouvelles constructions Minergie-P



Bases: Minergie 2015 et INFRAS 2014.

Il n'existe toutefois aucune base empirique pour connaître la qualité énergétique des nouvelles constructions très efficaces bénéficiant aujourd'hui de contributions financières, qui auraient été construites même sans cette subvention. Constatant qu'une grande partie des nouvelles constructions Minergie-P se sont construites sans bénéficier d'une aide financière, le cas devant servir de référence pour les nouvelles constructions devrait présenter une meilleure qualité énergétique qu'une nouvelle construction moyenne répondant aux critères du MoPEC 2008. A cela, il faut ajouter le fait que le nouveau MoPEC 2014 rendra encore plus sévères les exigences posées aux nouvelles constructions (sa mise en œuvre débutera en 2016, et son application devrait être entièrement réalisée à l'échelle de toute la Suisse en 2020).

Dans ce contexte et en l'absence de bases empiriques qui permettraient de le justifier, le bureau INFRAS et le GT Contrôle des résultats estiment que, du point de vue énergétique, la nouvelle construction de référence présentera une qualité d'enveloppe améliorée de 5 % par rapport aux exigences du MoPEC 2014.

A3.7. Mix de systèmes de chauffage dans les nouvelles constructions, en moyenne sur toute la Suisse

En analysant les permis de construire, le bureau Wüest&Partner est arrivé à la conclusion que seules environ 15 % des nouvelles constructions sont encore chauffées aux énergies fossiles – et même moins de 10 % dans le cas des maisons individuelles – et ces chiffres continuent à diminuer (W&P 2014). Parallèlement, Haustech 2009 a montré que les pompes à chaleur se sont beaucoup développées. Sur cette base, le bureau INFRAS et le GT Contrôle des résultats ont formulé les hypothèses forfaitaires suivantes relatives à une nouvelle construction de référence dans un cas hypothétique sans subvention:

- La nouvelle construction de référence est encore chauffée aux énergies fossiles dans 5 % des cas (maison individuelle), 10 % des cas (immeuble collectif) ou 15 % des cas (bâtiment non-habitat).
- S'agissant des énergies fossiles, le mazout ne joue plus qu'un rôle de deuxième plan (mazout: 10 %, gaz: 90 %).
- Parmi les systèmes basés sur les énergies non-fossiles, les pompes à chaleur jouent le rôle principal (maison individuelle: 95 %, immeuble collectif: 90 %, bât. non-habitat: 85 %). Les parts de marché respectives pour les autres systèmes basés sur les énergies renouvelables sont les suivantes (forfaits): chaleur à distance: 20 %, pompes à chaleur: 60 %, chauffages au bois: 20 %).

Quel traitement pour les nouvelles constructions subventionnées, encore chauffées aux énergies fossiles?

Le GT Contrôle des résultats a décidé que le ModEnHa 2015 n'exclurait pas d'emblée les nouvelles constructions très efficaces encore chauffées aux énergies fossiles (il n'a pas fixé de condition pour le subventionnement de tels objets). Il est extrêmement rare que des bâtiments possédant une enveloppe aussi bien isolée soient encore chauffés au mazout. Ne pas différencier ces rares situations a permis de simplifier la procédure de subventionnement. Le modèle de calcul de l'efficacité a traité ces cas (très rares donc) comme suit: on part du principe qu'une politique d'encouragement ne doit pas entraîner d'effets négatifs (la subvention ne doit pas avoir une influence sur la décision de chauffer une nouvelle construction Minergie-P au gaz). Sur cette base, on décide, d'une part, que l'effet de substitution énergétique dû à la subvention est nul dans ce cas-là (c.-à-d. que la subvention n'a d'effet sur les économies d'énergie qu'en suscitant une meilleure enveloppe du bâtiment). D'autre part, pour évaluer l'effet des mesures d'encouragement financier sur les émissions de CO₂ de la subvention en fonction de l'effet d'économie d'énergie, on ne se base pas sur le système de chauffage effectivement installé, mais sur le facteur d'émission admis pour la nouvelle construction dans le cas de référence hypothétique sans subvention.

A4. Détermination des taux de contribution

Comme dans la précédente version du ModEnHa, des taux minimaux d'encouragement ont été fixés pour l'ensemble des mesures dans le ModEnHa 2015. Ces taux ont valeur de limites inférieures générales afin d'offrir un potentiel de rentabilité intéressant. Sans cela, les contributions d'encouragement ne présenteraient qu'une simple valeur symbolique – les bénéficiaires de subvention seraient en effet principalement des investisseurs bien informés, qui auraient de toute façon exécuté les mesures correspondantes même sans toucher de subvention. Par rapport au ModEnHa 2009, les taux minimaux d'encouragement ont toutefois été augmentés, de façon à ce que la contribution financière proposée dans le cadre du ModEnHa 2015 représente au moins 20% de l'investissement supplémentaire estimé que génère une mesure (ModEnHa 2009: 10%*). L'objectif de cette augmentation est d'accroître l'efficacité des moyens financiers engagés, tout en s'assurant que la demande soit suffisamment stimulée. Plus la fréquence de mise en œuvre d'une mesure d'encouragement est élevée, plus le taux des maîtres d'ouvrage qui auraient de toute façon mis en place cette même mesure sans toucher la contribution financière est faible.

*Le ModEnHa 2009 s'appuyait sur un minimum de 10% des investissements supplémentaires ou des coûts non amortissables, selon la limite inférieure la plus élevée. Par ailleurs, d'un point de vue pratique, les investissements supplémentaires étaient déjà un facteur déterminant pour toutes les mesures dans le ModEnHa 2009, ce qui a simplifié le processus dans le ModEnHa 2015; les contributions d'encouragement minimales constituent cependant chaque fois au moins 20% des coûts non amortissables dans le ModEnHa 2015.

A4.1. Principes de base relatifs au cas de référence pour la détermination des investissements supplémentaires

Sur la base de quel cas de référence approprié les investissements supplémentaires générés par les mesures doivent-ils être estimés pour déterminer les taux minimaux d'encouragement? Est-il judicieux d'appliquer le même cas de référence que celui qui est utilisé pour déterminer les effets d'encouragement (on parle ici d'un cas de référence hypothétique, c'est-à-dire celui qui se serait tout de même réalisé sans subvention en moyenne sur l'ensemble des projets subventionnés, et qui est décrit aux annexes A2 et A3)? Dans le cadre de leurs réflexions sur le ModEnHa 2015, l'INFRAS et le GT Contrôle des résultats en sont venus à la conclusion que ce cas de référence n'est pas adapté pour déterminer les taux minimaux de contribution. L'exemple ci-après illustre ce point de vue: un maître d'ouvrage souhaite effectuer une légère rénovation de son chauffage à mazout, en changeant notamment les pièces défectueuses, afin que l'appareil puisse encore être fonctionnel pour les 15 prochaines années. Un comparatif lui a en effet révélé que le remplacement complet du système par une pompe à chaleur signifierait un important surcoût qui, au vu des prix planchers actuels du mazout, ne se montrerait pas rentable d'un point de vue économique. A l'évidence, ce maître d'ouvrage rentre dans la catégorie la plus significative des groupes-cibles visés par le programme d'encouragement dans le secteur de l'énergie. Proposer à ce maître d'ouvrage un taux minimal d'encouragement basé sur un cas de référence hypothétique qui comprend, sur l'ensemble des pompes à chaleur subventionnées, une partie de pompes à chaleur qui auraient été installées même sans la contribution financière (voir annexes A2/A3), ne serait pas opportun, car le cas de référence selon les

annexes A2 et A3 comprend une part de maîtres d'ouvrage qui auraient entrepris, même sans subvention, le remplacement du chauffage à mazout par une pompe à chaleur. Dans ce cas de référence, les investissements supplémentaires consentis pour le remplacement du chauffage par une pompe à chaleur sont alors inférieurs à ceux consentis par le maître d'ouvrage dans l'exemple ci-dessus. Ce dernier calcule en effet l'investissement supplémentaire engendré par l'installation d'une pompe à chaleur par comparaison avec une rénovation de l'ancien chauffage au mazout. On proposerait donc précisément aux maîtres d'ouvrage que le programme d'encouragement cherche à stimuler le plus un taux minimal d'encouragement inférieur à 20% des investissements supplémentaires individuels.

Sur la base de ces réflexions, le ModEnHa 2015 s'appuie principalement, pour le calcul des taux minimaux de contribution, sur des cas de référence qui reflètent le comportement des principaux groupes-cibles visés par le programme d'encouragement. Les paragraphes ci-après décrivent et quantifient les cas de référence en question.

A4.2. Investissements supplémentaires en cas de rénovation de bâtiment avec mesures ponctuelles (M-01 à M-09)

En cas de rénovation de bâtiment avec mesures ponctuelles, les cas de référence ci-après sont appliqués:

- en ce qui concerne l'isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre (M-01), le cas de référence est une rénovation superficielle; dans ce cas, le maître d'ouvrage souhaite investir le moins d'argent possible (les mesures ne visant pas l'amélioration énergétique – et qui ne sont pas obligatoirement nécessaires du point de vue de la physique du bâtiment – ne sont pas mises en œuvre non plus).
- dans le cas du remplacement du chauffage principal (M-02 à M-07), le cas de référence est un renouvellement du chauffage principal fonctionnant aux énergies fossiles ou du chauffage électrique direct sans changement de système;
- en ce qui concerne l'installation de capteurs solaires (M-08), le cas de référence est un renouvellement «léger» de certains éléments du système de production d'eau chaude (sans installation de capteurs solaires);
- dans le cas de l'installation d'un système de ventilation avec récupération de chaleur, le cas de référence ne prévoit pas l'installation d'une ventilation contrôlée.

Situation actuelle	Cas de référence	Investissements	Investissements supplémentaires	Taux minimal d'encouragement
Isolation thermique de la façade, du toit, des murs et du sol contre terre (M-01)	Rénovation superficielle (seulement les mesures les plus urgentes)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation actuelle: autour de CHF 240.-/m² par élément de construction ▪ Cas de référence: autour de CHF 40.-/m² par élément de construction 	environ CHF 200.-/m ² par élément de construction	CHF 40.-/m ² par élément de construction

Première installation d'un système de distribution de chaleur (concerne les mesures M-02 à M-07 et M-10 à M-13)	Système de distribution de chaleur non installé	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation actuelle: CHF 8000.- + CHF 200.- / puissance thermique nominale du chauffage ▪ Cas de référence: CHF 0.-. 	CHF 8000.- + CHF 200.- /kW	CHF 1600.- + CHF 40.- /kW
Chauffage à bûches / à pellets avec réservoir journalier (M-02)	Remplacement du chauffage principal actuel sans changement de système	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation actuelle: autour de CHF 25 500.- / installation ▪ Cas de référence: CHF 10 500.- / installation 	CHF 15 000.- / installation	CHF 3000.- / installation
Chauffage à bois automatique, puissance calorifique ≤ 70 kW (M-03)	Remplacement du chauffage principal actuel sans changement de système	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation actuelle: CHF 20 000.- + CHF 750.- / kW ▪ Cas de référence: CHF 5000.- + CHF 500.- /kW 	CHF 15 000.- + CHF 250.- / kW	CHF 3000.- + CHF 50.- /kW
Chauffage à bois automatique, puissance calorifique > 70 kW (M-04)	Remplacement du chauffage principal actuel sans changement de système	<p>Jusqu'à 500 kW</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation actuelle: CHF 1500.- /kW ▪ Cas de référence: CHF 5000.- + CHF 500.- /kW <p>A partir de 500 kW</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation actuelle: CHF 375 000.- + CHF 750.- /kW ▪ Cas de référence: CHF 130 000.- + CHF 250.- /kW 	<p>Jusqu'à 500 kW: CHF 900.- /kW (pour 50 kW) jusqu'à CHF 990.- /kW (pour 500 kW)</p> <p>A partir de 500 kW: CHF 245 000.- + CHF 500.- / kW</p>	<p>Jusqu'à 500 kW: CHF 180.- /kW</p> <p>A partir de 500 kW: CHF 40 000.- + CHF 100.- / kW</p>
Pompe à chaleur air/eau (M-05)	Remplacement du chauffage principal actuel sans changement de système	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation actuelle: CHF 13 000.- + CHF 800.- / kW ▪ Cas de référence: CHF 5000.- + CHF 500.- /kW 	CHF 8000.- + CHF 300.- / kW	CHF 1600.- + CHF 60.- /kW
Pompe à chaleur électrique (sauré/eau, eau/eau) (M-06)	Remplacement du chauffage principal actuel sans changement de système	<p>Jusqu'à 500 kW</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation actuelle: CHF 17 000.- + CHF 1400.- /kW ▪ Cas de référence: CHF 5000.- + CHF 500.- /kW <p>A partir de 500 kW</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation actuelle: CHF 367 000.- + CHF 700.- /kW ▪ Cas de référence: CHF 130 000.- + CHF 250.- /kW 	<p>Jusqu'à 500 kW: CHF 12 000.- + CHF 900.- /kW</p> <p>A partir de 500 kW: CHF 237 000.- + CHF 500.- / kW</p>	<p>Jusqu'à 500 kW: CHF 2400.- + CHF 180.- / kW</p> <p>A partir de 500 kW: CHF 42 400.- + CHF 100.- / kW</p>
Raccordement à un réseau de chauffage (M-07)	Remplacement du chauffage principal actuel sans changement de système	<p>Jusqu'à 500 kW</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation actuelle: CHF 25 000.- + CHF 600.- /kW ▪ Cas de référence: CHF 5000.- + CHF 500.- /kW <p>A partir de 500 kW</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation actuelle: CHF 175 000.- + CHF 300.- /kW ▪ Cas de référence: CHF 130 000.- + CHF 250.- /kW 	<p>Jusqu'à 500 kW: CHF 20 000.- + CHF 100.- /kW</p> <p>A partir de 500 kW: CHF 45 000.- + CHF 50.- / kW</p>	<p>Jusqu'à 500 kW: CHF 4000.- + CHF 20.- /kW</p> <p>A partir de 500 kW: CHF 9000.- + CHF 10.- /kW</p>

Capteurs solaires (M-08)	Capteurs solaires non installés, remplacement «léger» de certains éléments du système de production d'eau chaude.	<ul style="list-style-type: none"> Situation actuelle: CHF 8000.– + CHF 2500.–/kW Cas de référence: forfait de CHF 2000.– 	CHF 6000.– + CHF 2500.–/kW	CHF 1200.– + CHF 500.–/kW
Ventilation dans les habitations avec récupération de chaleur (M-09)	La ventilation n'est pas installée	<ul style="list-style-type: none"> Situation actuelle: CHF 12 000.–/unité d'habitation Cas de référence: CHF 0.–. 	CHF 12 000.–/unité d'habitation	CHF 2 400.–/unité d'habitation

Définis par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Les fonctions de coût admises pour les installations techniques des bâtiments s'appuient sur le ModEnHa 2009, ainsi que sur une vérification de la plausibilité des coûts calculés pour un système de taille classique. Les coûts admis pour les mesures concernant l'enveloppe des bâtiments s'appuient sur le ModEnHa 2009, TEP 2010 et ecoconcept/A+W 2011. Il n'existe aucune donnée empirique approfondie qui soit exploitable directement. L'approfondissement des fonctions de coûts aurait dépassé le cadre du projet de révision du ModEnHa – d'autant plus qu'il s'agit, pour les coûts admis, de valeurs moyennes basées sur les mesures subventionnées dans toute la Suisse, qui, de toute façon, ne peuvent généralement pas être étayées par des valeurs empiriques mais uniquement faire l'objet d'un test de plausibilité (les données empiriques se réfèrent généralement à un cadre avec des conditions bien définies, ainsi qu'à des hypothèses concernant la détermination des coûts, ce qui ne permet pas d'en déduire directement des valeurs moyennes vraiment solides). Les fonctions de coûts admises pourront être adaptées si, à l'avenir, des données précises sont disponibles.

A4.3. Investissements supplémentaires en cas de rénovations de bâtiments en plusieurs grandes étapes et de rénovations complètes sans étape (M-10 à M-13)

Pour les rénovations de bâtiments en plusieurs grandes étapes et pour les rénovations complètes sans étape, il est admis, pour le cas de référence, ce qui suit:

- Enveloppe des bâtiments: rénovation superficielle (seulement les mesures les plus urgentes)
- Production de chaleur: remplacement du chauffage principal sans changement de système.

Tableau 35: investissements supplémentaires hypothétiques¹⁾ à prendre comme base dans le cadre de rénovations complètes			
	Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat
Géométrie du bâtiment et puissance calorifique installée			
Surface de l'enveloppe extérieure isolée thermiquement	410 m ² , surface de l'élément	980 m ² , surface de l'élément	1800 m ² , surface de l'élément
Surface de référence énergétique (SRE)	160 m ² SRE	620 m ² SRE	1600 m ² SRE
Puissance thermique installée pour env. 50 W/m ²	8 kW _{th}	30 kW _{th}	80 kW _{th}
Investissements supplémentaires pour une rénovation énergétique complète de l'enveloppe du bâtiment par rapport à une rénovation superficielle (seulement les mesures les plus urgentes)			
Investissements supplémentaires par surface d'élément	CHF 160.–/m ² , surface de l'élément	CHF 160.–/m ² , surface de l'élément	CHF 160.–/m ² , surface de l'élément
Investissements supplémentaires engendrés par SRE	CHF 410.–/m ² SRE	CHF 250.–/m ² SRE	CHF 180.–/m ² SRE
Investissements supplémentaires pour une rénovation complète de l'installation de production de chaleur (avec remplacement du système) par rapport à une rénovation partielle du chauffage principal existant, sans remplacement du système			
Investissements supplémentaires par kW _{th}	CHF 1900.–/kW _{th}	CHF 770.–/kW _{th}	CHF 600.–/kW _{th}
Investissements supplémentaires engendrés par SRE	CHF 95.–/m ² SRE	CHF 37.–/m ² SRE	CHF 30.–/m ² SRE

Définis par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Sur le fond, le commentaire du Tableau 34 est valable ici aussi. C'est à dire que les hypothèses ne sont étayées ni par des

valeurs empiriques ni directement par des études existantes (avec une exception pour la géométrie des bâtiments, qui a été déterminée en se basant sur la CDF 2014 / l'OFEN 2004). Les hypothèses concernant les investissements supplémentaires s'appuient sur le ModEnHa 2009, TEP 2010, ecoconcept/A+W 2011, la CDF 2014 / l'OFEN 2004 (pour la géométrie des bâtiments) ainsi que sur une brève vérification, par INFRAS et le GT Contrôle des résultats, de la plausibilité des investissements supplémentaires engendrés par un projet de rénovation classique.

Pour les rénovations complètes sans étape dans le cadre du standard Minergie (M-12, Minergie), les investissements supplémentaires sont fixés dans le Tableau 35. Les rénovations complètes sans étape pour les autres standards énergétiques sont soumises, par rapport aux rénovations Minergie, aux investissements supplémentaires ci-après (en %, sur la base des investissements pour une rénovation complète selon le standard Minergie):

Tableau 36: investissements supplémentaires et taux minimaux d'encouragement par mesure, en CHF par m² de SRE				
Investissements supplémentaires en CHF/m ² SRE Taux minimal d'encouragement en CHF/m² SRE (20% des investissements supplémentaires)	Maison indiv.	Imm. collectif	Bât. non-hab.	%
M-10, M-11: 2 classes / catégories	260 50	150 30	110 20	50%
M-10, M-11: 3 classes / catégories	380 75	220 45	160 30	75%
M-10, M-11: 4 classes / catégories	510 100	290 60	210 40	100%
M-10, M-11: 5 classes / catégories	640 130	360 70	260 50	125%
M-10, M-11: 6 classes / catégories	770 155	440 90	320 65	150%
M-12: Minergie-A-Eco	510 100	290 60	210 40	100%
M-12: Minergie-P(-A)(-Eco)	770 155	440 90	320 65	150%
M-13: CECB env. bât. au moins C, effic. éner. globale au moins B	450 90	250 50	180 35	87,5%
M-13: CECB env. bât. au moins B, effic. éner. globale au moins A	700 140	400 80	290 60	137,5%

Déterminés par le GT Contrôle des résultats et INFRAS (arrondi à CHF 5.-/m² SRE).

1) Sur le fond, le commentaire du Tableau 34 est valable ici aussi. C'est à dire que les hypothèses ne sont étayées ni par des valeurs empiriques ni directement par des études existantes. Par rapport aux valeurs de base fixées dans le cadre d'une rénovation Minergie ou d'une amélioration de 4 classes / catégories, l'échelonnement des investissements supplémentaires admis est basé sur les hypothèses formulées dans l'annexe A2 pour la détermination des effets d'encouragement.

A4.4. Bonus en cas de rénovation complète du bâtiment (M-14, M-15)

Comme d'usage pour les hypothèses de référence affectées à la détermination de l'effet d'encouragement spécifique au projet (cf. annexe A2), les bonus pour rénovation complète du bâtiment (M-14, M-15) ne sont pas pris en compte séparément. Leur cas de référence ainsi que leurs investissements supplémentaires sont couverts par les mesures pour lesquelles le bonus est garanti (M-01 à M-09 et M-10 ou M-11). En d'autres termes, le ModEnHa 2015 ne définit aucun taux minimal d'encouragement pour les mesures bonus; ces taux doivent être fixés par les cantons.

A4.5. Nouvelles constructions (M-16, M-17)

En ce qui concerne les nouvelles constructions (M-16, M-17), les exigences légales doivent, pour le cas de référence, être remplies conformément au MoPEC 2014. Les investissements supplémentaires définis à l'annexe A2 sont directement appliqués.

	Investissements supplémentaires par rapport à un cas de référence, CHF/m ² SRE		
	Taux minimal d'encouragement, CHF /m² SRE		
	Maison individuelle	Immeuble collectif	Bâtiment non-habitat
Standard Minergie-P(-A)	380 75	200 40	150 30
CECB A/A	340 65	180 35	130 25
Minergie-P(-A)-Eco, investissements supplémentaires certifications supplémentaires «Eco»	20 5	15 5	15 5

Déterminés par le GT Contrôle des résultats et INFRAS (arrondi à CHF 5.-/m² SRE).

1) Sur le fond, le commentaire du Tableau 34 est valable ici aussi. C'est à dire que les hypothèses ne sont étayées ni par des valeurs empiriques ni directement par des études existantes. Les hypothèses concernant les investissements supplémentaires s'appuient sur le ModEnHa 2009, la FHNW/le bureau Stokar 2010, ainsi que sur une vérification de la plausibilité des investissements supplémentaires calculés pour les projets classiques de nouvelles constructions.

A4.6. Projets de réseau de chauffage (M-18)

En ce qui concerne les projets de réseau de chauffage (M-18), il est admis ce qui suit pour le cas de référence:

- les projets de réseau de chauffage n'auraient pas été réalisés dans le cas de référence.
- De manière analogue aux hypothèses relatives au remplacement du chauffage, on admet ici que le système de production de chaleur aurait de toute façon fait l'objet d'un investissement dans tous les bâtiments supplémentaires raccordés au réseau de chauffage, même si ce dernier n'avait pas été réalisé (rénovation du système de chauffage existant).

Configuration du programme d'encouragement	Situation actuelle	Cas de référence	Investissements supplémentaires, CHF / (MWh / an) Taux minimal d'encouragement, CHF / (MWh / an)
Sans financement à double M-18/M-07 Pour un même réseau, aucune contribution d'encouragement n'est versée au maître d'ouvrage du bâtiment à raccorder (M-07).	Projet de réseau de chauffage réalisé. Investissements de l'exploitant du réseau de chauffage pour chaque mesure mise en œuvre: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nouveau réseau, extension du réseau: 500 CHF/(MWh/an) ▪ Nouvelle installation de production de chaleur: 	Projet de réseau de chauffage non réalisé. Si construction d'un nouveau réseau ou extension du réseau existant: Investissements en lien avec les quantités de chaleur supplémentaires distribuées dans le projet de réseau en MWh/an: investissements décentralisés	Nouveau réseau, extension du réseau: 500 + 550 - 300 = 750 150 Nouvelle installation de production de chaleur:

	650 CHF/(MWh/an) Investissements supplémentaires décentralisés pour des raccordements à un réseau de chauffage, stations de transfert, mesures adoptées au niveau des bâtiments (si construction d'un nouveau réseau ou extension du réseau existant): CHF 550.– / (MWh/an) ²⁾	pour le remplacement de la production de chaleur dans les bâtiments correspondants (aucun changement de système): CHF 300.– / (MWh/an) ³⁾	650 130
Avec financement à double M-18/M-07 Pour un même réseau, des contributions sont versées <u>tant</u> à l'exploitant du réseau (M-18) <u>qu'au</u> maître d'ouvrage du bâtiment à raccorder (M-07).	Projet de réseau de chauffage réalisé. Investissements de l'exploitant du réseau de chauffage: <ul style="list-style-type: none"> ■ Nouveau réseau, extension du réseau: 500 CHF/(MWh/an) ■ Nouvelle installation de production de chaleur: 650 CHF/(MWh/an) <p>Important: ici ne sont pas comptabilisés les investissements supplémentaires décentralisés pour des raccordements à un réseau de chauffage, stations de transfert, mesures adoptées au niveau des bâtiments estimés à CHF 550.–/(MWh/an). Ces investissements sont soutenus par la mesure M-07 du ModEnHa 2015.</p>	Projet de réseau de chauffage non réalisé. Si construction d'un nouveau réseau ou extension du réseau existant: Investissements en lien avec les quantités de chaleur supplémentaires distribuées dans le projet de réseau en MWh/an: investissements décentralisés pour le remplacement de la production de chaleur dans les bâtiments correspondants (aucun changement de système): CHF 300.– / (MWh/an) ³⁾	Nouveau réseau, extension du réseau: 500 - 300 = 200 40 Nouvelle installation de production de chaleur: 650 130

Définis par le GT Contrôle des résultats et INFRAS.

1) Les investissements admis s'appuient sur le ModEnHa 2009, QMH 2008, les mesures d'investissement selon le Tableau 34 pour les systèmes de chauffage principaux décentralisés, ainsi que sur une brève vérification, par INFRAS et le GT Contrôle des résultats, de la plausibilité des investissements calculés. Sur le fond, le commentaire du Tableau 34 est valable ici aussi. C'est à dire que les hypothèses ne sont étayées ni par des valeurs empiriques ni directement par des études existantes. Pour faciliter la mise en œuvre de la mesure, la condition était, comme dans le ModEnHa 2009, que le subventionnement des projets de réseau de chauffage soit possible d'une manière simple. En ce sens, la seule donnée à entrer dans le modèle comme donnée de base était la quantité de chaleur supplémentaire distribuée aux bâtiments existants, resp. la quantité de chaleur supplémentaire injectée dans le réseau (MWh/an au cours d'une année normale); toutes les hypothèses techniques devaient partir de cette valeur. On ne dispose pas d'autres indications relatives à un projet spécifique de réseau de chauffage, qui permettraient de formuler des hypothèses différenciées quant aux investissements à prévoir, ainsi qu'aux bâtiments effectivement raccordés. (Il n'est donc pas possible de disposer de données relatives à la taille et à la complexité du réseau, aux conditions qui renchérisent la construction du réseau dans une région spécifique, de données sur les besoins de chaleur effectifs ou des systèmes de production de chaleur existant dans les bâtiments raccordés, etc.)

2) Coûts « décentralisés » engendrés par le remplacement du système de chauffage principal dans les bâtiments supplémentaires raccordés (CHF 550.– par MWh/an); estimé sur la base de besoins de chaleur d'une moyenne de 100 MWh/an pour chaque bâtiment raccordé, ainsi que sur la base des hypothèses d'investissement définies dans le Tableau 34 (investissements concernant le raccordement à un réseau de chaleur dans un bâtiment pourvu d'un chauffage électrique direct ou fonctionnant aux énergies fossiles).

3) Par principe, dans le cas de référence hypothétique sans subvention, dans lequel le projet de réseau de chaleur n'est pas réalisé, on considère que les bâtiments existants seront raccordés au réseau de chaleur au cas où il faudrait immédiatement ou dans un délai prévisible entreprendre un investissement pour la rénovation du système de production de chaleur décentralisé. Dans le cas de référence hypothétique, cet investissement se produit donc lorsque le projet de réseau de chaleur comprend une nouvelle construction ou une extension du réseau. La hauteur de ces investissements (estimation: CHF 300.– par MWh/an) est basée sur les besoins en chaleur admis en moyenne pour chaque bâtiment raccordé (100 MWh/an), ainsi que sur les hypothèses d'investissement pour le renouvellement des chauffages électriques, à mazout ou à gaz selon le Tableau 34.

Références bibliographiques

- OFEV 2014:** Données chiffrées sur les évolutions des émissions de gaz à effet de serre en Suisse, 1990-2012, Office fédéral de l'environnement (OFEV), juin 2014.
- OFEV 2015:** Projets et programmes de réduction des émissions réalisés en Suisse, module de la Communication de l'OFEV en sa qualité d'autorité d'exécution de l'ordonnance sur le CO₂, Office fédéral de l'environnement OFEV, janvier 2015.
- OFEN 2002:** Chaleur solaire: des faits, La valeur des installations solaires, EnergiInnovation n° 33, réédition, septembre 2002.
- OFEN 2006a:** Definition Referenzwerte für Gebäudesanierungen, Office fédéral de l'énergie (OFEN), 16 mai 2006 (en allemand uniquement)
- BFE 2006b:** Definition Wirkungsrechnung, Förderprogramm Stiftung Klimarappen resp. Doppelförderung Kantone – Stiftung Klimarappen, Office fédéral de l'énergie (OFEN), 18 octobre 2006 (en allemand uniquement)
- OFEN 2013a:** Liste et détails des mesures directes (remarque: en conformité avec le ModEnHa 2009, version août 2012) du 9 septembre 2013, annexe 2 du descriptif de la procédure, Office fédéral de l'énergie, non publiée, septembre 2013.
- OFEN 2013b:** Gebäudebestandsentwicklung 1990-2013, Energiebezugsflächen EBF in 1000 m², série de données (actualisée chaque année), Office fédéral de l'énergie (OFEN), non publiée, avril 2013 (en allemand uniquement).
- OFEN 2014a:** Statistique globale suisse de l'énergie 2013, Office fédéral de l'énergie (OFEN), juillet 2014.
- OFEN 2013b:** Le recensement du marché de l'énergie solaire en 2013, Extrait de la statistique suisse des énergies renouvelables, Swissolar, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), juillet 2014.
- OFEN/OFEV 2015a:** Prix de l'énergie en 2014, Annexe C: Projets de compensation des émissions de CO₂ en Suisse, Secrétariat Compensation, Office fédéral de l'environnement (OFEV) et Office fédéral de l'énergie (OFEN), 2015.
- OFEN/OFEV 2015b:** Recommandations concernant les projets et programmes portant sur la chaleur de confort et la chaleur industrielle, Annexe C: Projets de compensation des émissions de CO₂ en Suisse, Secrétariat Compensation, Office fédéral de l'environnement (OFEV) et Office fédéral de l'énergie (OFEN), 2015.
- OFEN/EnFK 2014:** Révision du ModEnHa, document relatif à la conclusion de la phase de projet 1, Groupe de travail Contrôle des résultats en collaboration, pour le suivi technique, avec l'INFRAS, non publié, 9 septembre 2014.
- EBP 2014:** Preise und Kosten thermischer Solaranlagen, Analyse der Preise in der Schweiz, Österreich und Baden-Württemberg, Ernst Basler + Partner EBP, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), 4 novembre 2014, (en allemand uniquement).

- econcept/A+W 2011:** CO₂-Vermeidungskosten bei der Erneuerung von Wohnbauten, econcept/Amstein+Walthert, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), juin 2011 (en allemand uniquement).
- EBP 2014:** Programme Bâtiments de la Confédération et des cantons, Evaluation du modèle de calcul des effets en matière d'émissions de CO₂ et de consommation d'énergie, Contrôle fédéral des finances, février 2014 (résumé en français).
- Egon 2011:** „Energy online“ – Messkampagne für die Stiftung Klimarappen, Egon sur mandat de la Fondation Centime Climatique, septembre 2011 (en allemand uniquement).
- Enecolo 2009:** Energie im Gebäude online (EGon), Hauptphase, Enecolo sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), octobre 2009, (en allemand uniquement).
- FHNW/Stokar 2010:** Untersuchung von Mehrkosten von Minergie-P-Bauten, Stokar + Partner AG, Baukostenplanung Ernst AG, Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, sur mandat de l'Office de la protection de l'environnement et de l'énergie du canton de Bâle-Campagne et de l'Office de l'environnement et de l'énergie de Bâle-Ville, mars 2010, (en allemand uniquement).
- gfs 2014:** Hauseigentümergefragung zum Gebäudeprogramm, Schlussbericht zur Befragung 2014, gfs sur mandat du centre national de prestations du Programme Bâtiments, avril 2014, (en allemand uniquement).
- Haldi-Spieker 2014:** Neues Modell im Vollzug der Energievorschriften: Werden die Planungswerte im Bereich Energie eingehalten? Master thesis MAS Umwelttechnik und Umweltmanagement, FHNW, Institut Energie am Bau IEbau, Muttenz, Matthias Haldi-Spieker sur mandat de la Direction des travaux publics, des transports et de l'énergie du canton de Berne (AUE), 2014 (en allemand uniquement).
- Haustech 2009:** Wohnungsbau setzt auf erneuerbare Energien, article spécialisé publié dans le magazine Haustech (basé sur les données issues de Baublatt Infodienst von Wüest & Partner), Haustech-Ausgabe Nr. 3, mars 2009.
- INFRAS 2012:** Auditkonzept, Konzept für die Überprüfung der CO₂-Wirkung des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen, INFRAS sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), non publié, août 2012 (en allemand uniquement).
- INFRAS 2013:** Effet des lois cantonales sur l'énergie, Analyse des effets conformément à l'art. 20 LEne, actualisation pour l'année 2012, INFRAS sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), juillet 2013.
- INFRAS 2014:** Contributions globales aux cantons selon l'art. 15 LEne, Analyse de l'efficacité des programmes cantonaux d'encouragement, Résultats de l'enquête 2013, INFRAS sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), juillet 2014.
- INFRAS 2015:** Auswertung Datenbank kantonale Förderprogramme 2010 bis 2013, non publié, février 2015.
- Interface 2008:** Analyse finanzieller Massnahmen im Energiebereich: Theoretische Reflexion der Wirkungsweise und Auswertung empirischer Studien, Interface sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), octobre 2008.

- Interface/EBP 2010:** Evaluation des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen, Interface/Ernst Basler + Partner sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), novembre 2010 (en allemand uniquement)
- Minergie 2015:** Datenbankauszug Minergie-Datenbank, non publié, janvier 2015.
- MoPEC 2014:** Modèle de prescriptions énergétiques des cantons, édition 2014, approuvé lors de l'Assemblée plénière du 9 janvier 2015 de la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK), janvier 2015.
- nDLZ 2014:** 3. Befragung zum Gebäudeprogramm, zentrale Befunde und Interpretationen der nationalen Dienstleistungszentrale auf Basis der gfs-Umfrage 2014, avril 2014 (en allemand uniquement).
- Prognos 2007:** Perspectives énergétiques pour 2035 – Tome 2 Scénarios I à IV, Perspectives chiffrées sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), juillet 2007.
- Prognos 2012:** Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050, Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 – 2050, Ergebnisse der Modellrechnungen für das Energiesystem, Prognos sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), septembre 2012 (en allemand uniquement).
- Prognos 2014:** Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs der schweizerischen Haushalte 2000 bis 2013 nach Bestimmungsfaktoren und Verwendungszwecken, Prognos sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), septembre 2014 (en allemand uniquement).
- QMH 2008:** Manuel de planification QM Chauffage au bois, Communauté de travail QM Chauffages au bois Communauté d'intérêt des producteurs professionnels de bois-énergie: Energie-bois Suisse, Ministère des services ruraux et de la protection des consommateurs du Bade-Wurtemberg, C.A.R.M.E.N. e.V. Bayern, Ministère fédéral de l'agriculture, de la sylviculture, de l'environnement et de l'économie des eaux Autriche, 2008.
- SIA 380/1:2009:** L'énergie thermique dans le bâtiment, Norme SIA 380/1, édition 2009, Société suisse des ingénieurs et des architectes, décembre 2008.
- FCC 2011a:** Evaluations statistiques Le Programme Bâtiments de la Fondation Centime Climatique, Fondation Centime Climatique, août 2011.
- FCC 2011b:** Schlussbericht Gebäudeprogramm 2006 – 2009, Fondation Centime Climatique, novembre 2011 (en allemand uniquement).
- Swissolar 2014a:** Masterplan 2035 Chaleur solaire en Suisse, Ernst Basler + Partner / NET Nowak Energie & Technologie sur mandat de Swissolar, 2014.
- Swissolar 2014b:** Revision HFM für Solarwärme Anlagen, Konzept, Swissolar en collaboration avec SPF Testing et Solar Campus GmbH, non publiée, août 2014 (en allemand uniquement).
- TEP 2010:** Energetische Gebäudeerneuerungen – Wirtschaftlichkeit und CO₂-Vermeidungskosten, eine Auswertung des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen, Schlussbericht, TEP Energy sur mandat de la Fondation Centime Climatique, juin 2010 (en allemand uniquement).
- EFS 2015:** Marché du bois Prix 2014/2015, Recommandations de prix du bois de feu et du bois-énergie publiées par les associations Economie forestière Suisse, Entrepreneurs Forestiers

Suisse, Industrie du bois Suisse, Energie-bois Suisse et la Communauté d'intérêt des producteurs professionnels de bois-énergie, 2015.

W&P 2014: Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2000-2013, Schlussbericht, Wüest & Partner sur mandat de Office fédéral de l'énergie (OFEN), avril 2014 (en allemand uniquement).

Office fédéral de l'énergie OFEN

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen · Adresse postale: CH-3003 Berne

Tél. 058 462 56 11, fax 058 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.suisse-energie.ch