

EVALUATION DES POTENTIELS D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE ET COÛTS DE MISE EN ŒUVRE

La caractérisation physique du parc par branche d'activité et bâtiment type présentée plus haut rend possible l'étude fine de gisements d'économies d'énergie, en simulant pour chacun des bâtiments types l'application de gestes de rénovation thermique. Pour modéliser les gisements d'économies d'énergie, il est nécessaire de disposer de données :

1. Sur les gains en énergie liés aux gestes de rénovation qui donnent le potentiel d'économie d'énergie du geste
2. Sur les coûts du geste de rénovation qui permettent d'évaluer le gisement économiquement rentable

Le gains absolus pour un même geste de rénovation ne seront pas les mêmes selon l'état initial du bâtiment sur lequel on il est appliqué. Il est donc nécessaire d'avoir sur l'état initial du parc et sur l'effet des gestes de rénovation par type de bâtiment et période de construction.

Pour le chauffage, deux principales sources d'économie d'énergie sont modélisées : les changements de systèmes de chauffage ou les gestes de rénovation sur le bâti.

Les coûts moyens des systèmes de chauffage (Sources : Bâtiprix, UFE, CGDD) sont présentés ci-dessous. Pour un bâtiment type de besoin unitaire B_u , le gain en consommation d'énergie C_e lié à un changement de système de chauffage est calculé en utilisant les rendements de la table ??.

$$C_e = B_u * \left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f} \right) \quad (1)$$

(2)

où R_i est le rendement du système initial et R_f celui du système final. Si le changement de système implique un changement d'énergie, le gain sur la facture énergétique F_e s'exprime

$$F_e = B_u * \left(\frac{1}{R_i} * p_i - \frac{1}{R_f} * p_f \right) \quad (3)$$

où p_i est le prix de l'énergie du système initial et p_f celui de l'énergie du système final.

Les gestes sur le bâti sont caractérisés par un ou plusieurs postes de l'enveloppe bâtie ciblés par la rénovation (toiture, parois opaques, vitrage ou plancher bas). Trois types de gestes sont modélisés : un geste sur les parois vitrées (geste FEN), un geste sur les parois vitrées et opaques (geste FENMUR) et un geste sur l'ensemble de l'enveloppe bâtie (geste ENS). Pour chacun de ces types de gestes, deux niveaux d'exigence sont modélisés : un niveau modéré (MOD) correspondant

Tableau 4 – Coûts moyens des systèmes de chauffage dans le modèle

Système	Investissement (euros par m²)	Maintenance (% du coût d'investissement)
Chaudière gaz	14	3,5%
Chaudière condensation gaz	25	3,5%
Chaudière fioul	16	2%
Chaudière condensation fioul	32	2%
Electrique direct	5	0,1%
Electrique direct performant	6	0,1%
PAC	50	1,5%
PAC performant	80	1,5%
Rooftop	35	1,5%
Rooftop performant	80	1,5%
Tube radiant	5	0,1%
Tube radiant performant	12	0,1%
Cassette rayonnante	5	0,1%
Cassette rayonnante performant	6	0,1%
DRV	35	1,5%
DRV performant	80	1,5%
Autre système centralisé (Bois)	40	2%
Autre système centralisé (Urbain)	40	2%
Autre système centralisé performant (Bois)	80	2%
Autre système centralisé performant (Urbain)	80	2%

Les coûts affichés ici sont des coûts moyens qui peuvent varier sensiblement d'un bâtiment type à l'autre selon la puissance demandée et la taille du bâtiment. Sources : Bâtiprix, UFE, CGDD

aux exigences de la Réglementation thermique élément par élément et un geste performant (BBC) correspondant à un niveau d'exigence proche du label BBC rénovation. Le modèle intègre aussi un geste « Gestion Technique du Bâtiment » qui correspond à une meilleure gestion du confort intérieur et des systèmes. Les gestes de travaux portant sur l'enveloppe bâtie sont donc au nombre de sept.

Les gains liés à ces gestes de rénovation sont estimées par des simulations thermiques dynamiques effectués sur le modèle du CEP. Pour chaque bâtiment type du parc et selon la période de construction, il a été simulé une mise en conformité des parois au niveau RT élément par élément et au niveau BBC. On calcule ensuite le besoin unitaire du bâtiment une fois ces modifications de parois effectuées. On obtient un gain G_e en % du besoin unitaire initial du bâtiment.

$$G_e = 1 - \frac{B_{u,f}}{B_{u,i}} \quad (4)$$

(5)

Le coût des gestes est calculé à partir du coût unitaire par m² de paroi des matériaux d'isolation et des paramètres du bâtiment type (surfaces des parois concernées, hauteur, taux de vitrage, forme...). Les coûts utilisés incluent la main d'œuvre mais pas les travaux de finition.

Les résultats de ces simulations sur les types de gestes considérés, leurs coûts et les gains moyens sur les consommations de chauffage sont décrites dans le tableau ???. Ces chiffres correspondent à des valeurs moyennes sur l'ensemble d'une branche d'activité et peuvent être très variables selon le bâtiment du parc considéré.

Tableau 5 – Coûts et gains moyens des gestes de rénovation dans le modèle

Branche	Geste	Investissement (euros par m²)	Gain (% du besoin unitaire)
Bureaux Administration	ENS_MOD	85	63%
Bureaux Administration	ENS_BBC	430	83%
Café Hôtel Restaurant	ENS_MOD	221	25%
Café Hôtel Restaurant	ENS_BBC	1193	80%
Commerce	ENS_MOD	184	41%
Commerce	ENS_BBC	388	68%
Enseignement Recherche	ENS_MOD	153	57%
Enseignement Recherche	ENS_BBC	383	80%
Habitat Communautaire	ENS_MOD	98	25%
Habitat Communautaire	ENS_BBC	407	75%
Santé Action Sociale	ENS_MOD	74	43%
Santé Action Sociale	ENS_BBC	237	80%
Sport Loisir Culture	ENS_MOD	144	47%
Sport Loisir Culture	ENS_BBC	384	73%

Les coûts et les gains affichés ici sont des coûts moyens qui peuvent varier sensiblement d'un bâtiment type à l'autre selon la puissance demandée et la taille du bâtiment

Les amplitudes observées sur les gains et coûts sont le fait des bâtiments très différents composant le parc tertiaire, tant en terme de morphologie (petit restaurant rapide/hôpital) qu'en terme de paramètres d'occupation (foyer/gymnase). Ainsi ces différences entraînent des impacts de mise en œuvre des gestes sur le bâti très variables d'un bâtiment à un autre. + AJOUTER UN EXEMPLE

Coûts des systèmes ECS, éclairage et climatisation

A COMPLETER

Evolution des coûts dans le temps

METTRE UN MOT ICI