

Identification des bouquets de travaux menant à une « *rénovation performante* »

Synthèse de l'étude

Étude réalisée par Tribu Energie pour l'association Énergies & Avenir

-
Juillet 2022

Objectifs de l'étude

- ❖ **Identifier les bouquets de travaux qui permettent de réaliser des « *rénovations performantes* » selon la définition de la loi Climat et résilience (2021).**
- ❖ **Identifier les investissements financiers nécessaires à la réalisation des bouquets de travaux, ainsi que les économies d'énergie et les réductions de gaz à effet de serre induites.**



« En tant que représentants d'une filière majeure de la rénovation énergétique, nous avons souhaité interroger les seuils de la loi Climat et résilience, parce que nous pensons que cette définition sera structurante dans la manière dont les rénovations seront conduites dans les prochaines années. Comme dans toutes nos approches, nous avons pris en compte les dimensions environnementale, économique, sociétale et technique de la transition énergétique du secteur du bâtiment. »

**Philippe Méon,
président de l'association Énergies & Avenir**

Principaux enseignements (1/2)

1

Les bouquets de travaux incluant des PAC (sauf exceptions) permettent d'atteindre les classes A et B.

Ce sont les scénarios les plus performants dans le cadre du DPE en termes d'atteinte des seuils énergie (<110 kW/m²/an) et carbone (<11kgeqCO₂/m²/an)

- En dépit d'une performance indéniable, cela pose plusieurs questions : le **coût** de ces bouquets (plusieurs dizaines de milliers d'€ de reste à charge pour les ménages), la **faisabilité** de leur installation (contraintes patrimoniales, puissance insuffisante), et l'**électrification** du mix énergétique.

2

Les chaudières (toutes énergies) sont majoritairement exclues des seuils A et B, mais peuvent atteindre la classe C, techniquement performante lorsque le bâti de départ est classé F ou G.

Les systèmes gaz sont majoritairement exclus par le seuil carbone, tandis que le seuil énergie exclut l'effet Joule, le poêle à bois et la chaudière bois.

- Notons que les biogaz, biobutane et biopropane n'ont pas été intégrés dans l'étude. Ces résultats sont encourageants et **appellent au développement encore plus soutenu des biocombustibles** pour que ces équipements participent à des bouquets de travaux performants.

Principaux enseignements (2/2)

3

Les scénarios de travaux avec un système en PAC hybride atteignent l'ensemble des seuils étudiés.

Ce sont les scénarios où les performances globales par rapport au DPE sont les plus proches de celles des PAC air/eau.

- Outre une diminution importante des consommations et des émissions de GES, ces systèmes contribuent à la **gestion de la pointe électrique l'hiver**, et sont une solution de **transition accessible et performante**. Facilement généralisables, ce sont des systèmes « **Made in France** ».

4

La mise en place de systèmes de régulation performants permet de faire des gains significatifs

L'ordre de grandeur est supérieur à 10% de gains de consommations énergétiques et émissions CO₂.

- Les systèmes de régulation, associés à une expertise en matière **d'exploitation** et de **maintenance**, permettent de « *produire uniquement l'énergie nécessaire au confort souhaité* ».

Les propositions de l'association pour faire du bâtiment un moteur de la transition énergétique

Mettre en place des *parcours* de rénovation énergétique

L'association propose que ces **parcours de rénovation**, étalés en plusieurs étapes, soient planifiés dans le temps, les gestes suivant les précédents étant récompensés par l'octroi de primes. Ils seraient encadrés par les préconisations de travaux délivrées avec le Diagnostic de Performance Énergétique appelé à devenir opposable, ou via un soutien aux Contrats de Performance Énergétique dans le collectif.

Seuls les gestes permettant **une baisse de la consommation d'énergie primaire**, et donc des émissions de CO₂, pourraient être encouragés.

Développer les différentes sources de *chaleur* renouvelable

L'étude montre que des équipements comme **les chaudières à très haute performance énergétique peuvent atteindre les seuils performants en rénovation de passoires thermiques**. Ces résultats sont encourageants et appellent au développement encore plus soutenu des **biocombustibles** pour que ces équipements participent à des bouquets de travaux performants.

L'association rappelle que les biocombustibles peuvent être développés localement selon les spécificités d'un territoire, être pensés par quartier ou à plus grande échelle. Ils ont pour cela besoin d'être **encouragés**, par exemple via le Fonds chaleur et le renforcement des stratégies locales au sein des Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) et des Plans air-énergie-climat territoriaux (PCAET).

Favoriser *l'hybridation* des systèmes de chauffage

Les systèmes hybrides ont un réel intérêt et gagneraient à être davantage valorisés, notamment **en bénéficiant d'aides reflétant convenablement les coûts qu'ils permettent d'éviter sur le système électrique, afin de réduire le reste à charge des ménages.**

En effet, l'installation d'équipements hybrides représente une solution aussi intéressante que la pompe à chaleur électrique en termes de décarbonation, mais à l'inverse des solutions 100% électriques, dont la performance se dégrade en hiver, **ces systèmes contribuent à réduire la pointe électrique hivernale** et donc évitent à la collectivité les surcoûts importants associés à cette pointe – un enjeu d'autant plus crucial dans le contexte actuel de tension sur l'approvisionnement électrique.

Méthodologie utilisée

Méthodologie utilisée

(1/2)

Étude de différents bouquets de travaux (systèmes, enveloppe) et des indicateurs technico-économiques associés, permettant d'atteindre les seuils suivants :

- **Hypothèse BBC rénovation** : atteinte d'une classe B du nouveau DPE (Cep < 110 kWh/m² et émissions GES < 11 kgCO₂/m²)
- **Hypothèse HPE Rénovation** (Cep < 150 kWh/m² et émissions GES < 15 kgCO₂/m²)

Méthodologie de construction des bouquets de travaux : changement de système (base du bouquet), puis ajout de travaux complémentaires dans l'ordre suivant :

1. Isolation des planchers haut et bas du bâtiment à un niveau CEE
2. Isolation des murs à un niveau CEE + amélioration du système de ventilation
3. Remplacement des fenêtres à un niveau CEE
4. Augmentation des niveaux d'isolation des parois opaques à un niveau CEE +30% et amélioration perméabilité à l'air
5. Mise en d'une production photovoltaïque en toiture

Méthodologie utilisée

(2/2)

- **3 zones climatiques étudiées** : H1b (Nord-Est de la France), H2b (Centre Ouest), H3 (Sud-Est).
- **Les calculs énergétiques ont été réalisés avec la méthode 3CL-DPE 2021.**
- **Aides financières prises en compte estimées pour un ménage** (couple avec 1 enfant) à revenus intermédiaires (MaPrimeRénov violet).

Bâtiments étudiés : 4 bâtiments de logements issus de la stratégie de long terme pour la rénovation du gouvernement, représentatifs du parc français :

- 1 maison rurale construite avant 1948,
- 1 pavillon construit entre 1948 et 1974,
- 1 immeuble bourgeois construit avant 1948,
- 1 barre d'immeuble construite entre 1948 et 1974).

Tableaux de synthèse des résultats

OBJECTIFS			MAISON INDIVIDUELLE - H1b									INDICATEURS TECHNICO- ECONOMIQUES (MOYENNES)
Seuils énergie (kWh/m ² .an)	Seuils carbone (kgeqco2/m ² .an)	NIVEAU	Panneaux rayonnants + CET	PAC air/eau + CET	PAC air/eau double service	PAC hybride	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	Poêle bois + panneaux rayonnants + CET	Chaudière bois performante	
< 110	< 11	Hypothèse seuils BBC Rénovation Classe B	Non atteignable (seuil énergie min atteint : 171) Classe C atteinte	Isolation complète CEE (+30% + permea) + VMC Ubat = 0,5	Isolation complète CEE (+30% + permea) + VMC (+ PV) Ubat = 0,5	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 23) Classe C atteinte	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 19) Classe C atteinte	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 21) Classe C atteinte	Non atteignable (seuil énergie min atteint : 142) Classe C atteinte	Non atteignable (seuil énergie min atteint : 148) Classe C atteinte	Performance enveloppe/ventilation /Enr
				313	332	257						Coût d'investissement avec aides (€TTC/m ²)
				16	17	16						Coût d'exploitation (€TTC/m ² .an)
< 150	< 15	Hypothèse seuils HPE Rénovation (seuil carbone tranche basse)	Non atteignable (seuil énergie min atteint : 171) Classe C atteinte	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,6	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,6	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,6	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 23) Classe C atteinte	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 19) Classe C atteinte	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 21) Classe C atteinte	Non atteignable pour 1 MI, pour l'autre : Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5	Non atteignable pour 1 MI, pour l'autre : Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5	Performance enveloppe/ventilation /Enr
				230	218	173				267	355	Coût d'investissement avec aides (€TTC/m ²)
				17	18	17				16	19	Coût d'exploitation (€TTC/m ² .an)

OBJECTIFS			MAISON INDIVIDUELLE - H3									INDICATEURS TECHNICO- ECONOMIQUES
Seuils énergie (kWh/m ² .an)	Seuils carbone (kgeqco2/m ² .an)	NIVEAU	Panneaux rayonnants + CET	PAC air/eau + CET	PAC air/eau double service	PAC hybride	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	Poêle bois + panneaux rayonnants + CET	Chaudière bois performante	
< 110	< 11	Hypothèse seuils BBC Rénovation Classe B	Non atteignable pour 1 MI, pour l'autre : Isolation complète CEE + VMC Ubat = 0,5	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,6	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,6	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,6	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 14)	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 12)	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 12)	Isolation complète CEE (+30% + permea) + VMC Ubat = 0,5	Non atteignable pour 1 MI, pour l'autre : Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5	Performance enveloppe/ventilation /Enr
			290	236	226	180	Classe C atteinte	Classe C atteinte	Classe C atteinte	232	279	Coût d'investissement avec aides (€TTC/m ²)
			14	13	13	13				12	15	Coût d'exploitation (€TTC/m ² .an)
< 150	< 15	Hypothèse seuils HPE Rénovation (seuil carbone tranche basse)	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,6	Isolation planchers CEE Ubat = 1,3	Isolation planchers CEE Ubat = 1,3	Isolation planchers CEE Ubat = 1,3	Non atteignable pour 1 MI, pour l'autre : Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5	Isolation planchers/murs CEE + VMC (+ fenêtres) Ubat = 0,5	Isolation (complète) CEE (+30% + permea) + VMC Ubat = 0,5	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,6	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,6	Performance enveloppe/ventilation /Enr
			189	155	144	97	305	223	286	183	247	Coût d'investissement avec aides (€TTC/m ²)
			16	16	16	16	12	13	14	13	16	Coût d'exploitation (€TTC/m ² .an)

OBJECTIFS			IMMEUBLE COLLECTIF - H1b						INDICATEURS TECHNICO-ECONOMIQUES (MOYENNES)
Seuils énergie (kWh/m².an)	Seuils carbone (kgeqco2/m².an)	NIVEAU	Panneaux rayonnants + CET	PAC air/eau collective + CET	PAC hybride + CET	RCU	Chaudière gaz collective THPE	Chaudière gaz individuelle THPE	
< 110	< 11	Hypothèse seuils BBC Rénovation Classe B	Isolation complète CEE + VMC Ubat = 0,6	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,8	Isolation planchers/murs CEE + VMC (+ fenêtres) Ubat = 0,8	Non atteignable pour 1 IC, pour l'autre : Isolation complète CEE +30% + permea + VMC + PV Ubat = 0,6	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 18) Classe C atteinte	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 14) Classe C atteinte	Performance enveloppe/ventilation /Enr
			195	67	99	172			Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)
			10	9	9	10			Coût d'exploitation (€TTC/m².an)
< 150	< 15	Hypothèse seuils HPE Rénovation (seuil carbone tranche basse)	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,8	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,8	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,8	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,8	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 18) Classe C atteinte	Isolation complète CEE (+30% + permea) + VMC Ubat = 0,6	Performance enveloppe/ventilation
			131	67	69	119			Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)
			11	9	10	11			Coût d'exploitation (€TTC/m².an)

OBJECTIFS			IMMEUBLE COLLECTIF - H3						INDICATEURS TECHNICO-ECONOMIQUES
Seuils énergie (kWh/m².an)	Seuils carbone (kgeqco2/m².an)	NIVEAU	Panneaux rayonnants + CET	PAC air/eau collective + CET	PAC hybride	RCU	Chaudière gaz collective THPE	Chaudière gaz individuelle THPE	
< 110	< 11	Hypothèse seuils BBC Rénovation Classe B	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,8	Aucune isolation (isolation planchers/CEE) Ubat = 2,2	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,8	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,8	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 12) Classe C atteinte	Isolation complète CEE (+30% + permea) + VMC Ubat = 0,6	Performance enveloppe/ventilation/Enr
			137	46	80	130		192	Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)
			8	8	7	8		7	Coût d'exploitation (€TTC/m².an)
< 150	< 15	Hypothèse seuils HPE Rénovation (seuil carbone tranche basse)	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,8	Aucune isolation Ubat = 2,5	Isolation planchers CEE (+ murs CEE + VMC) Ubat = 1,4	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,8	Isolation planchers/murs CEE + VMC (+ fenêtres) Ubat = 0,8	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,8	Performance enveloppe/ventilation
			137	10	46	127	113	126	Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)
			8	5	9	8	5	7	Coût d'exploitation (€TTC/m².an)

Glossaire

- **BBC** : Bâtiment Basse Consommation
- **CEE** : Certificats d'Économies d'Énergies
- **CESI** : Chauffe-eau solaire individuel
- **CET** : Chauffe-eau thermodynamique
- **DPE** : Diagnostic de Performance Énergétique
- **GES** : Gaz à effet de serre
- **ENR** : Énergies renouvelables
- **HPE** : Haute Performance Énergétique
- **PAC** : Pompe à chaleur
- **PV** : Photovoltaïque
- **RCU** : Réseau de chaleur urbain
- **THPE** : Très Haute Performance Énergétique
- **Ubat** : Coefficient de déperdition d'un bâtiment
- **VMC** : Ventilation Mécanique Contrôlée



**énergies
& avenir**

L'ASSOCIATION DES PROFESSIONNELS
POUR UN CHAUFFAGE DURABLE