

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

Synthèse de l'étude

Extension de l'étude réalisée par Tribu Energie pour l'association Énergies & Avenir en juillet 2022

Décembre 2022



L'ASSOCIATION DES PROFESSIONNELS  
POUR UN CHAUFFAGE DURABLE

# Objectifs de l'étude

---

- ❖ **Identifier les bouquets de travaux utilisant des biocombustibles qui permettent de réaliser des « *rénovations performantes* » selon la définition de la loi Climat et résilience (2021).**
- ❖ **Identifier les gains de performance énergétique permis grâce aux biocombustibles.**
- ❖ **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.**



*« Suite à cette première étude riche d'enseignements, nous avons souhaité aller plus loin. Concernant les chaudières, les résultats de la première étude étaient encourageants, et nous avons décidé de tester ces mêmes bouquets avec l'ajout de biocombustibles. En tant que représentants d'une filière majeure de la rénovation énergétique, nous pensons que la solution se trouve dans un mix énergétique et technologique, permettant d'apporter des réponses à la diversité des situations techniques et humaines sur le terrain, pour qu'aucun ménage ne reste sans solution . »*

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

# Principaux enseignements (1/2)

---

1

Les systèmes de la boucle à eau chaude, parce qu'ils sont variés et hautement performants autant économiquement que techniquement, sont les solutions sur lesquelles s'appuyer pour atteindre des rénovations performantes.

- *La diversité des systèmes de la boucle à eau chaude permet de répondre aux spécificités et contraintes des différents types de logements, et de zones climatiques, sans faire de compromis sur la recherche de performance.*
- *Ce sont de véritables outils de la massification des rénovations énergétiques en France.*

2

Les systèmes de la boucle à eau chaude sont d'importants vecteurs du développement et du soutien des biocombustibles permettant d'augmenter les seuils de performance énergétique de notre parc de chauffage.

- *Des seuils de performance énergie/GES plus élevés sont possibles avec l'ajout de biocombustibles pour décarboner davantage les chaudières.*
- *En cela, les biocombustibles sont des alternatives supplémentaires à notre disposition qui permettent de diversifier encore davantage notre mix énergétique.*

# Principaux enseignements (2/2)

---

3

Les systèmes de la boucle à eau chaude sont aussi les meilleurs investissements pour les ménages.

- **Pour les maisons individuelles** (*cf slide 21*), les solutions de la boucle à eau chaude, comme les PAC ou les chaudières combinées à des CESI, permettant d'atteindre les classes B et C, sont **les plus intéressantes sur le plan économique mais aussi en termes d'économies d'énergies et d'émissions de GES. Ces calculs ne prennent pas en compte la faisabilité technique de l'installation de ces dernières, qui peut poser question notamment en zones rurales.**
- **Pour les logements collectifs** (*cf slide 22*), les solutions permettant d'atteindre les classes B et C les plus intéressantes sur le plan économique mais aussi en termes d'économies d'énergies et d'émissions de GES, sont **les pompes à chaleur hybrides ou collectives associées ou non à un chauffe-eau thermodynamique. Ces calculs ne prennent pas en compte la faisabilité technique de leur installation.**

# **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 CO<sub>2</sub>, 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 (classe C) et la classe B avec l'ajout de biocombustibles.

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 un *mix énergétique* et *technologique*

---

Les équipements de la boucle à eau chaude comme les chaudières sont **un vecteur de la transition énergétique en soutenant la nécessaire diversité de notre mix énergétique**, par leurs performances et leurs innovations et parce qu'elles peuvent **accueillir toutes les ENR et sources d'énergie**.

Ce sont autant de **leviers technologiques de substitution des combustibles fossiles par les biocombustibles et bioliquides** pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Le plan de délestage présenté cet hiver est le meilleur exemple du besoin d'un mix énergétique équilibré qui doit laisser leur place à toutes les énergies issues de la chaleur renouvelable (ex : géothermie, réseaux de chaleur renouvelable, solaire thermique, biocombustibles, bioliquides, bois ...).

C'est aussi **une question industrielle, d'emploi et de souveraineté** alors que ces équipements sont fabriqués en France.

# 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

## (1/3)

---

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/m<sup>2</sup> et émissions GES < 11 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)
- **Hypothèse HPE Rénovation** (Cep < 150 kWh/m<sup>2</sup> et émissions GES < 15 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)

**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

## (2/3)

---

- **3 zones climatiques étudiées** : H1b (Nord-Est de la France), H2b (Centre Ouest), H3 (Sud-Est).
- **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).

# Méthodologie utilisée

## (3/3)

---

**Méthode de calcul :** Les calculs énergétiques ont été réalisés avec la **méthode 3CL-DPE 2021** sur le logiciel de calcul DPEWinV5 (Perrenoud). Un post-traitement a été réalisé pour la prise en compte des coefficients CO<sub>2</sub> des biocombustibles faisant l'objet de l'étude, puisqu'ils ne sont pas valorisables dans la réglementation et les calculs DPE.

Coefficients d'émission CO <sub>2</sub> des biocombustibles			
Type de biocombustible	Biométhane	Biopropane	Biofioul
Coefficient d'émission CO <sub>2</sub> en kgeqco <sub>2</sub> /kWh <sub>ef</sub>	0,044	0,074	0,282
Source	Base carbone Mix moyen	Base carbone Mix moyen	Base carbone Fioul à base de carbone recyclé VALORTEC

# **Tableaux de synthèse des résultats et des % de biogaz pour atteindre la classe B**

OBJECTIFS			MAISON INDIVIDUELLE 1 - H1b									
Seuils énergie (kWh/m².an)	Seuils carbone (kgeqco2/m².an)	Seuils énergie (kWh/m².an)	Gaz individuel			Biométhane individuel			Biopropane individuel			Energie
			Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	Typologie
< 110	< 11	Hypothèse seuils BBC Rénovation  Classe B	Non atteignable seuil énergie min atteint : 171 seuil climat min atteint : 23	Non atteignable seuil climat min atteint : 19	Non atteignable seuil climat min atteint : 21	Non atteignable seuil énergie min atteint : 171	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5 + PV	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5 + PV	Non atteignable seuil énergie min atteint : 171	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5 + PV	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5 + PV	Performance enveloppe/ ventilation/ Enr
			-	-	-	66%	55%	61%	79%	65%	73%	% de biogaz
			275	282	335	275	282	335	275	282	335	Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)
			14	15	16	17	17	19	18	18	19	Coût d'exploitation (€TTC/m².an)

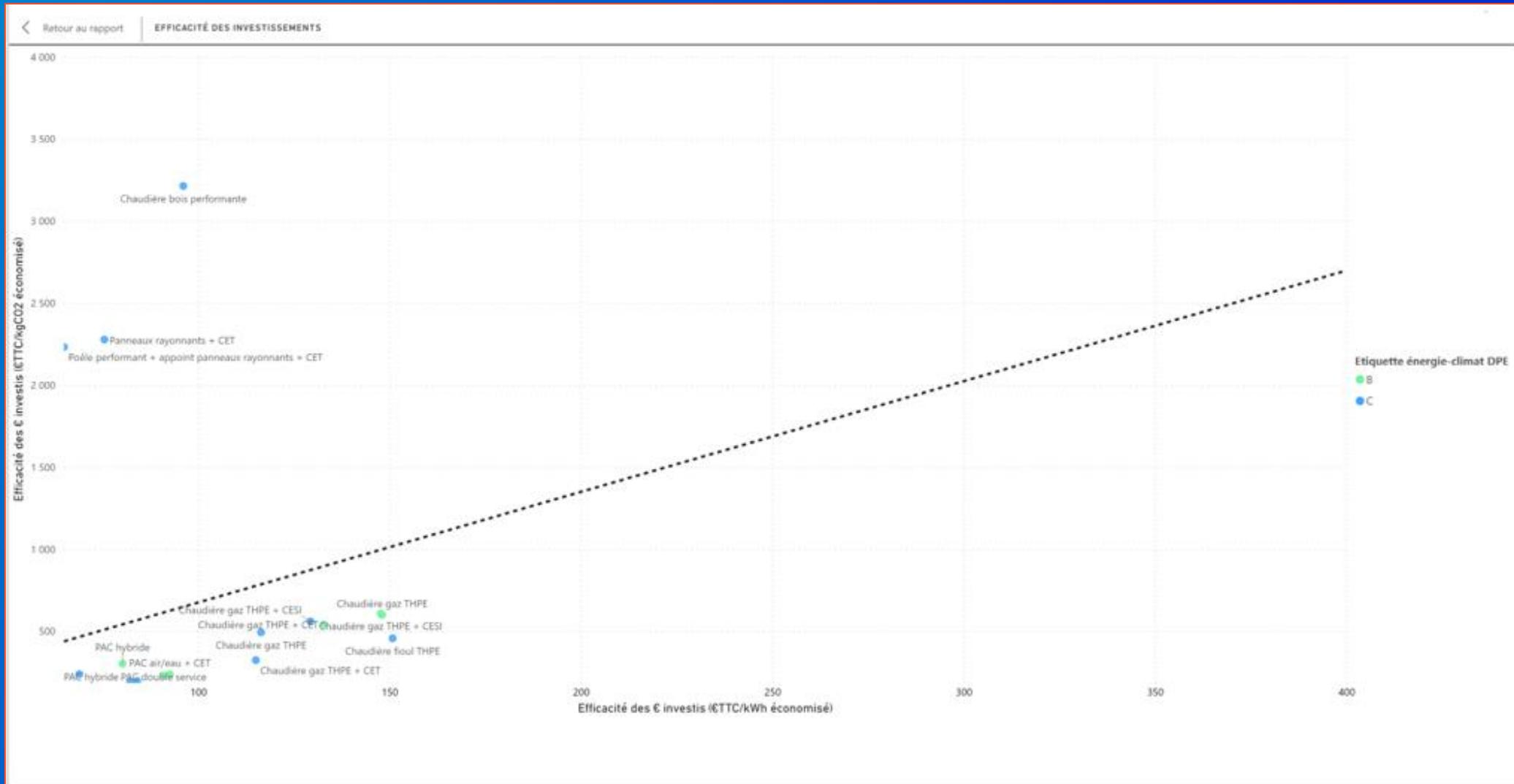
OBJECTIFS			MAISON INDIVIDUELLE 1 - H3									
Seuils énergie (kWh/m <sup>2</sup> .an)	Seuils carbone (kgeqco2/m <sup>2</sup> .an)	Seuils énergie (kWh/m <sup>2</sup> .an)	Gaz individuel			Biométhane individuel			Biopropane individuel			Energie
			Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	Typologie
< 110	< 11	Hypothèse seuils BBC Rénovation  Classe B	Non atteignable seuil climat min atteint : 14	Non atteignable seuil climat min atteint : 12	Non atteignable seuil climat min atteint : 11	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5 + PV	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5 + PV	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5 + PV	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5 + PV	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5 + PV	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,5 + PV	Performance enveloppe/ ventilation/ Enr
			-	-	-	30%	20%	5%	36%	24%	5%	% de biogaz
			292	300	351	292	300	351	292	300	351	Coût d'investissement avec aides (€TTC/m <sup>2</sup> )
			11	12	13	12	13	13	12	13	13	Coût d'exploitation (€TTC/m <sup>2</sup> .an)

OBJECTIFS			IMMEUBLE COLLECTIF 1 - H1b						
Seuils énergie (kWh/m².an)	Seuils carbone (kgeqco2/m².an)	Seuils énergie (kWh/m².an)	Gaz individuel	Biométhane individuel	Biopropane individuel	Gaz collectif	Biométhane collectif	Biopropane collectif	Energie
			Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE
< 110	< 11	Hypothèse seuils BBC Rénovation  Classe B	Non atteignable seuil climat min atteint : 15	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,6 + PV	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,6 + PV	Non atteignable seuil climat min atteint : 21	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,6 + PV	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,6 + PV	Performance enveloppe/ventilation/Enr
			-	40%	47%	-	60%	72%	% de biogaz
			160			145			Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)
			12	14	14	8	10	11	Coût d'exploitation (€TTC/m².an)

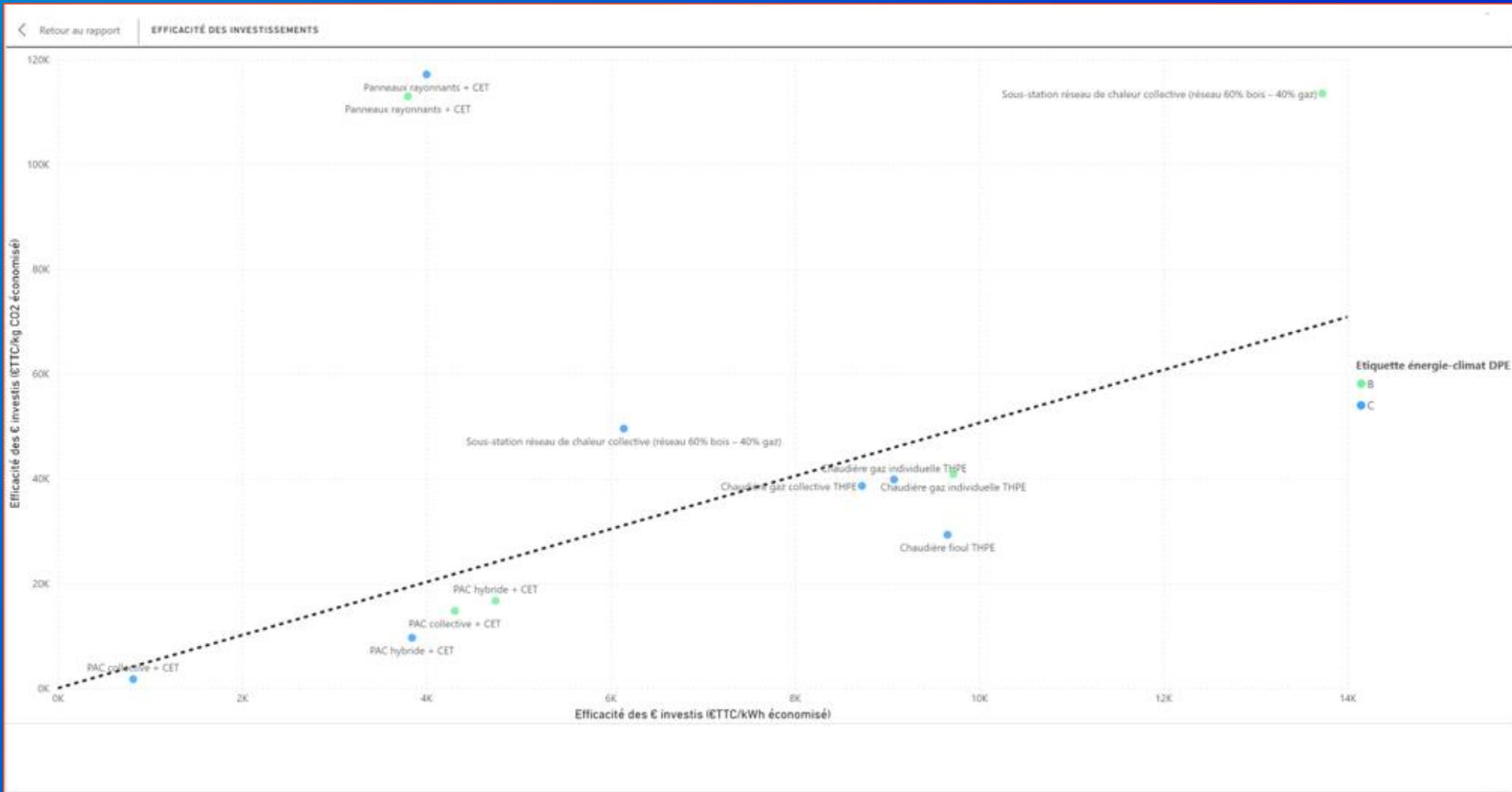
OBJECTIFS			IMMEUBLE COLLECTIF 1 - H3						
Seuils énergie (kWh/m².an)	Seuils carbone (kgeqco2/m².an)	Seuils énergie (kWh/m².an)	Gaz individuel	Biométhane individuel	Biopropane individuel	Gaz collectif	Biométhane collectif	Biopropane collectif	Energie
			Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE	Typologie
<b>&lt; 110</b>	<b>&lt; 11</b>	<b>Hypothèse seuils BBC Rénovation  Classe B</b>	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,6	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,6	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,6	<b>Non atteignable seuil climat min atteint : 14</b>	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,6 + PV	Isolation complète CEE +30% + permea + VMC Ubat = 0,6 + PV	<b>Performance enveloppe/ventilation/Enr</b>
			-	<b>0%</b>	<b>0%</b>	-	<b>28%</b>	<b>34%</b>	<b>% de biogaz</b>
			<b>168</b>			<b>157</b>			<b>Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)</b>
			<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>Coût d'exploitation (€TTC/m².an)</b>

**Classement des solutions techniques en  
maisons individuelles (1.)  
et en logements collectifs (2.)  
en fonction des euros investis,  
selon les économies d'énergies et d'émissions  
de GES permises**

---



2. Classement des solutions techniques en maisons individuelles en fonction des euros investis (*ligne en pointillés*), selon les économies d'énergies (*abscisse*) et d'émissions de GES (*ordonnée*)



**2. Classement des solutions techniques en logements collectifs en fonction des euros investis (ligne en pointillés), selon les économies d'énergie (abscisse) et d'émissions de GES (ordonnée)**

# 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