

Energies & Avenir

**ANALYSE DE LA RENOVATION
ENERGETIQUE DES MAISONS
INDIVIDUELLES ET DES
LOGEMENTS COLLECTIFS**

Direction	-	Date	30/06/2022
Chef de projet	Nicolas Desmars	Référence	ET22-086
Chargé d'étude	Enguerran Massy	N° version	1
Diffusion	Energies & Avenir	Phase	Etude

Membre fondateur de



Membre des réseaux



Qualification



Suivi des indices

INDICE	Modifications	Rédaction	Relecture	Date
0	Trame de rapport ; Rédaction des § méthodologie et hypothèses	ND/EM	ND	12/05/2022
1	Rapport d'étude	ND/EM	ND	30/06/2022

Partie A Table des matières

1.	PREAMBULE	3
1.1	<i>Contexte et objectif</i>	3
1.2	<i>Déroulé de l'étude</i>	3
2.	SYNTHESE DE L'ETUDE	4
2.1	<i>Principaux enseignements</i>	4
2.2	<i>Synthèse des conclusions et des résultats - maison individuelle</i>	5
2.3	<i>Synthèse des conclusions et des résultats - immeuble collectif</i>	8
3.	HYPOTHESES ET METHODOLOGIE	11
3.1	<i>Descriptif des bâtiments et des travaux envisageables</i>	11
3.2	<i>Méthodologie de détermination des bouquets</i>	13
3.3	<i>Coûts d'investissement et tarifs énergétiques</i>	14
4.	RESULTATS DETAILLES.....	16
4.1	<i>Consommations, émissions GES, classes énergie-climat, performance de l'enveloppe</i>	16
4.2	<i>Composition des programmes de travaux</i>	40
4.3	<i>Coûts d'investissement</i>	82
4.4	<i>Coûts d'exploitation</i>	90
4.5	<i>Influence de l'orientation du bâtiment</i>	98
4.6	<i>Influence de la régulation des systèmes de chauffage</i>	100

1. Préambule

1.1 Contexte et objectif

Énergies & Avenir regroupe l'ensemble des professions de la filière du chauffage à eau chaude. Elle réunit les fournisseurs d'énergies, les organisations professionnelles du bâtiment, de l'exploitation maintenance et entretien, ainsi que les fabricants et distributeurs d'équipements. La mission de l'association est de proposer avec les acteurs concernés, des solutions permettant de relever les défis énergétiques et environnementaux qui s'annoncent. Il s'agit aussi, avec tous les acteurs du monde de l'énergie et du logement, de concourir à leur mise en œuvre et à leur suivi. Énergies & Avenir, est reconnue pour son expertise technique dans le domaine de la thermique des bâtiments et comme un interlocuteur de référence de l'administration.

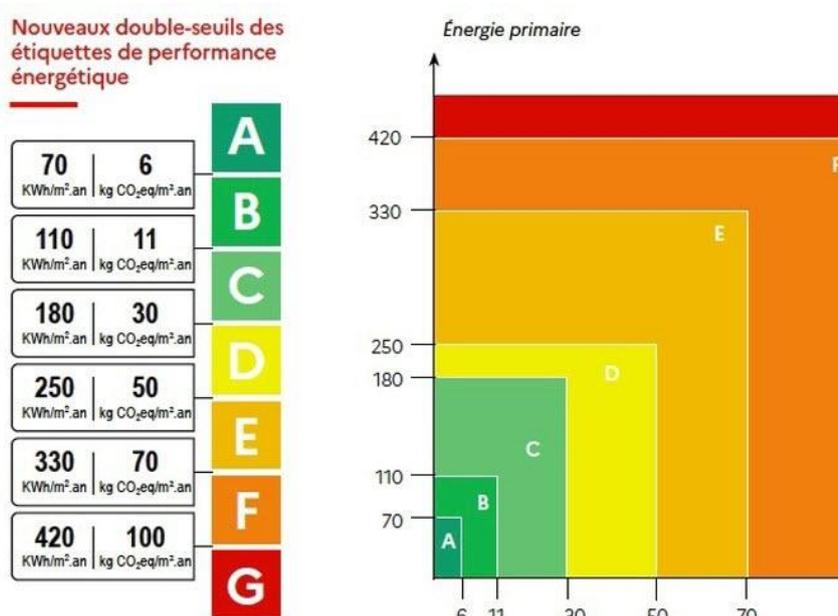
Afin de participer activement aux débats, l'association Énergies & Avenir souhaite fonder ses contributions sur des analyses précises et approfondies. C'est notamment le cas pour ce qui concerne la **rénovation énergétique et environnementale des logements** qui constitue un élément central de la récente **loi Climat et résilience** du 24 août 2021 publiée au JO.

La présente étude a pour objectif de **mettre à jour les solutions les plus performantes des différents bouquets de travaux qui permettent de satisfaire la définition des « rénovations énergétiques performantes » définie dans la loi Climat et résilience de 2021** en précisant à la fois les investissements financiers nécessaires à leur réalisation, ainsi que les économies d'énergie et les réductions de gaz à effet de serre induites. Ces objectifs sont présentés comme étant les objectifs du **futur label BBC Effinergie rénovation**. Les objectifs présentés pour le **futur label HPE Rénovation** sont également étudiés.

1.2 Déroulé de l'étude

L'étude porte sur 4 bâtiments de logements, 2 maisons individuelles et 2 logements collectifs issus de la stratégie de long terme pour la rénovation du gouvernement (http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/200210_strategie_de_renovation_2020_vf.pdf), représentatifs du parc de logements existants, et applique des bouquets de travaux sélectionnés permettant de viser 2 objectifs énergétiques :

- **Atteinte d'une classe B** (Cep < 110 kWh/m² et émissions GES < 11 kgCO₂/m²) : rénovation énergétique performante (hors cas dérogatoire) + futur niveau BBC rénovation pressenti
- **Atteinte du niveau HPE Rénovation** (Cep < 150 kWh/m² et émissions GES < 15 kgCO₂/m²) : cas dérogatoire de rénovation énergétique performante (lorsqu'on est en passoire thermique à l'état initial, contraintes patrimoniales, urbanistiques, ...)



2. Synthèse de l'étude

2.1 Principaux enseignements

- **Les scénarios de travaux avec systèmes en PAC** sont dans tous les cas les plus performants dans le cadre du DPE en termes d'atteinte des seuils énergie et carbone, et la plupart du temps en termes de coût d'investissement puisque les scénarios de travaux requis comportent moins d'actions. Ils sont donc la solution technique qui permet globalement d'atteindre le plus facilement les seuils. Le nouveau DPE et les seuils associés vont donc naturellement orienter le secteur vers la généralisation de ce type de système en rénovation performante. Quelques points d'attention par rapport à ce constat sont les suivants : les PAC peuvent atteindre les seuils dans la plupart des cas avec de faibles niveaux d'isolation ; les calculs DPE ne permettent pas de prendre en compte certains autres aspects des PAC : bilan carbone en ACV (dont fluides frigorigènes) et durée de vie, rendements précis des installations si installées sur des bâtiments faiblement isolés avec fonctionnement haute température, vulnérabilité du réseau électrique aux pics de demande en hiver.
- **Le seuil carbone de 11 kgeqCO₂/m².an de la classe B** exclut les **systèmes gaz** en maison individuelle et immeuble collectif en zones climatiques H1b et H2b, et la chaudière gaz condensation collective en immeuble collectif en zone H3
- **Le seuil énergie de 110 kWhep/m².an de la classe B** exclut **l'effet joule, le poêle bois et la chaudière bois en maison individuelle** en zones climatique H1b et H2b. A noter par rapport à la méthode ThCE-ex sur laquelle se base jusqu'ici le label BBC rénovation que la méthode de calcul DPE affecte au **bois un coefficient d'énergie primaire de 1** contrairement à la méthode ThCE-ex qui lui affecte un coefficient de 0.6
- **Le seuil carbone minimal pressenti pour le futur label HPE Rénovation de 15 kgeqCO₂/m².an** exclut les **systèmes gaz** en maison individuelle en zones climatiques H1b et H2b. En immeuble collectif, il exclut la chaudière gaz condensation collective en zones climatiques H1b et H2b.
- **Le seuil énergie pressenti pour le futur label HPE Rénovation de 150 kWhep/m².an** exclut **l'effet joule en maison individuelle** en zones climatique H1b et H2b.
- **Les scénarios de travaux avec systèmes en PAC hybrides ont des performances globales par rapport au DPE nettement plus proches de celles des PAC air/eau que des chaudières gaz à condensation.** Ce type de système atteint l'ensemble des seuils étudiés, il nécessite la plupart du temps des programmes de travaux (isolation, ventilation) plus complets que ceux de la PAC air/eau. A programme d'action identique, les programmes en PAC hybride sont moins onéreux que la PAC air/eau.
- **L'absence de modulation des seuils par zone climatique rend les seuils facilement atteignables dans les zones climatiques les plus favorables (H3 notamment) pour certains systèmes :**
 - La classe B peut être atteinte avec des niveaux d'isolation très faibles (Ubat supérieurs à 1.3) en immeuble collectif en zone H3 en PAC air/eau collective.
 - La classe C peut être atteinte avec des niveaux d'isolation très faibles (Ubat supérieurs à 1.3) en maison individuelle et en immeuble collectif en zone H3 en PAC air/eau et PAC hybride.
- **L'orientation des bâtiments ne fait varier que faiblement (moins de 5%) les résultats DPE** en termes de consommations énergétiques et émissions CO₂. Cette tendance se retrouve dans tous les cas de figure (bâtiments, zones climatiques notamment).
- **La mise en place de systèmes de régulation performants permet de faire des gains significatifs (ordre de grandeur supérieur à 10% de gains) sur les résultats DPE** en termes de consommations énergétiques et émissions CO₂.

2.2 Synthèse des conclusions et des résultats - maison individuelle

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	BBC Rénovation pressenti Classe B	Non atteignable (seuil énergie min atteint : 171)	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)	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 19)	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 21)	Non atteignable (seuil énergie min atteint : 142)	Non atteignable (seuil énergie min atteint : 148)	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	HPE Rénovation pressenti (seuil carbone tranche basse)	Non atteignable (seuil énergie min atteint : 171)	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)	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 19)	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 21)	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 - H2b									INDICATEURS TECHNICO- ECONOMIQUES
Seuils énergie (kWh/m².an)	Seuils carbone (kgeqco2/m².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	BBC Rénovation pressenti Classe B	Non atteignable (seuil énergie min atteint : 153)	Isolation planchers/murs CEE + VMC (+ fenêtres) Ubat = 0,6	Isolation (complète) CEE (+30% + permea) + VMC Ubat = 0,5	Isolation complète CEE (+30% + permea) + VMC Ubat = 0,5	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 17)	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 17)	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 18)	Non atteignable (seuil énergie min atteint : 132)	Non atteignable (seuil énergie min atteint : 137)	Performance enveloppe/ventilation/Enr
				271	266	221						Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)
				16	16	16						Coût d'exploitation (€TTC/m².an)
< 150	< 15	HPE Rénovation pressenti (seuil carbone tranche basse)	Non atteignable (seuil énergie min atteint : 153)	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 : 17)	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 17)	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 18)	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
				234	223	177				260	360	Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)
				16	17	16				14	18	Coût d'exploitation (€TTC/m².an)

OBJECTIFS			MAISON INDIVIDUELLE - H3									INDICATEURS TECHNICO- ECONOMIQUES
Seuils énergie (kWh/m².an)	Seuils carbone (kgeqco2/m².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	BBC Rénovation pressenti 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 : 11)	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				Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)		
			14	13	13	13				12	15	Coût d'exploitation (€TTC/m².an)
< 150	< 15	HPE Rénovation pressenti (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/m²)
			16	16	16	16	12	13	14	13	16	Coût d'exploitation (€TTC/m².an)

2.3 Synthèse des conclusions et des résultats - immeuble collectif

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	BBC Rénovation pressenti 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)	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 14)	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	HPE Rénovation pressenti (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)	Isolation complète CEE (+30% + permea) + VMC Ubat = 0,6	Performance enveloppe/ventilation
			131	67	69	119		182	Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)
			11	9	10	11		9	Coût d'exploitation (€TTC/m².an)

OBJECTIFS			IMMEUBLE COLLECTIF - H2b						INDICATEURS TECHNICO-ECONOMIQUES
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	BBC Rénovation pressenti Classe B	Isolation planchers/murs CEE + VMC Ubat = 0,8	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 17)	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 12)	Performance enveloppe/ventilation/Enr			
			141	70	72	156			Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)
			10	9	9	9			Coût d'exploitation (€TTC/m².an)
< 150	< 15	HPE Rénovation pressenti (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 (+ fenêtres +30% + permea) + VMC Ubat = 0,7	Non atteignable (seuil carbone min atteint : 17)	Isolation complète CEE + VMC Ubat = 0,6	Performance enveloppe/ventilation
			133	70	72	121		183	Coût d'investissement avec aides (€TTC/m²)
			10	9	9	10		8	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	BBC Rénovation pressenti 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)	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	HPE Rénovation pressenti (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)

3. Hypothèses et méthodologie

3.1 Descriptif des bâtiments et des travaux envisageables

Les 4 bâtiments retenus pour l'étude sont basés sur des bâtiments issus de la stratégie de long terme pour la rénovation du gouvernement (hormis certains niveaux d'isolation de l'enveloppe), avec extrapolation sur certaines hypothèses :

Informations générales				
Code	MI1	MI2	IC1	IC2
Image				
Nom	Maison rurale	Pavillon de la reconstruction	Immeuble bourgeois	Barre d'immeuble
Année de construction	Avant 1948	Entre 1948 et 1974	Avant 1948	Entre 1948 et 1974
SHAB (m ²)	115	72	3204	10516
Nombre de niveaux chauffés	2	1	7	5
Mitoyenneté	0%	0%	50%	0%
Nombre de logements	1	1	52	128
Hauteur sous plafond (m)	3 au RDC / 2,5 au R+1	2,5	2,5	2,5
Compacité du bâti	0,89	0,99	0,52	0,59
Autres	-	Volets bois	Persiennes métalliques	Loggias en façades principales Volets roulants PVC
Descriptif situation de référence				
Descriptif toiture	Combles aménagés, non isolés	Combles perdus, non isolés	Combles perdus, non isolés	Toiture terrasse dalle béton 20 cm, non isolée
Descriptif murs sur extérieurs	Pierre naturelle 48 cm, non isolée	Briques creuses 25 cm, non isolées	Façades (brisis) : ardoises 2 cm, non isolées Façades (courettes) : maçonnerie briques 20 cm, non isolée Façades (sur rue et cour) : pierre de taille 50 cm, non isolée	Béton banché 18 cm, non isolé

Descriptif plancher bas	Dalle béton 15 cm sur terre-plein, non isolée	Hourdis béton 19 cm avec granulats lourds sur sous-sol semi-enterré non chauffé, non isolés	Métalliques avec voutains en céramique 20 cm sur sous-sol non chauffé, non isolé	Dalle béton 20 cm sur sous-sol non chauffé, non isolée
Descriptif menuiseries	PVC double vitrage 4/12air/4	PVC double vitrage 4/12air/4	PVC double vitrage 4/12air/4	PVC double vitrage 4/12air/4
Descriptif portes d'entrée/hall	Bois plein	Bois plein	Métallique vitrée	Métallique vitrée
Descriptif ventilation	Naturelle ouverture des fenêtres	Naturelle entrées d'air haute et basse	Naturelle entrées d'air haute et basse	Naturelle par conduits shunt
Surfaces déperditives				
Surface toiture (m²)	77	72	485	2337
Surface murs extérieurs (m²)	191 Est : 38,5 ; Sud : 57 Ouest : 38,5 ; Nord : 57	85 Est : 27 ; Sud : 16,5 Ouest : 27 ; Nord : 16,5	Façades (brisis) 205 Est : 0 ; Sud : 102,5 Ouest : 0 ; Nord : 102,5 Façades (courettes) 611 Est : 0 ; Sud : 611 Ouest : 0 ; Nord : 0 Façades (sur rue et cour) 1768 Est : 0 ; Sud : 578,5 Ouest : 0 ; Nord : 1189,5	7465 Est : 2613 ; Sud : 1119,5 Ouest : 2613 ; Nord : 1119,5
Surface plancher bas (m²)	65	72	510	2337
Surface fenêtres (m²)	12 Est : 0 ; Sud : 8 Ouest : 0 ; Nord : 4	11 Est : 4 ; Sud : 1,5 Ouest : 4 ; Nord : 1,5	464 Est : 0 ; Sud : 232 Ouest : 0 ; Nord : 232	1960 Est : 686 ; Sud : 294 Ouest : 686 ; Nord : 294
Surface portes (m²)	2 Est : 0 ; Sud : 2 Ouest : 0 ; Nord : 0	2 Est : 0 ; Sud : 0 Ouest : 2 ; Nord : 0	8 Est : 0 ; Sud : 4 Ouest : 0 ; Nord : 4	16 Est : 12 ; Sud : 4 Ouest : 0 ; Nord : 0
Descriptif travaux				
Travaux toiture	Isolation sous rampants laine de verre Th35	Isolation déroulée en surface du plancher des combles laine de verre Th40	Isolation déroulée en surface du plancher des combles laine de verre Th40	Isolation sous étanchéité polyuréthane Th22
Travaux murs extérieurs	ITI laine de verre nue Th32 avec frein vapeur	ITE laine de roche Th35 sous enduit	ITI laine de verre nue Th32 avec frein vapeur	ITE laine de roche Th35 sous enduit
Travaux sur plancher bas	<i>Non adapté car sur terre-plein</i>	Isolation en sous face laine de verre Th40	Isolation en sous face laine de roche Th35	Isolation en sous face laine de roche Th35
Travaux sur fenêtres	Bois double vitrage VIR 4/16argon/4 avec entrées d'air hygroréglables dans pièces de vie	PVC double vitrage VIR 4/16argon/4 avec entrées d'air hygroréglables dans pièces de vie	Bois double vitrage VIR 4/16argon/4 avec entrées d'air hygroréglables dans pièces de vie	PVC double vitrage VIR 4/16argon/4 avec entrées d'air hygroréglables dans pièces de vie
Travaux sur ventilation	VMC simple flux hygroréglable	VMC simple flux hygroréglable	VMC simple flux hygroréglable	Ventilation naturelle assistée hygroréglable

Les travaux envisageables pour chacun des bouquets (hors chauffage/ECS précisés ci-après) ont été adaptés en fonction de la spécificité de la situation de référence (performance de la paroi d'origine, faisabilité des travaux, temps de retour économique des travaux, enjeux liés à la paroi, ...).

3.2 Méthodologie de détermination des bouquets

Les calculs énergétiques ont été réalisés avec la **méthode 3CL-DPE 2021** sur le logiciel de calcul DPEWinV5 (Perrenoud).

Les systèmes énergétiques sont systématiquement remplacés dans les bouquets de travaux modélisés. La performance des systèmes est prise égale aux valeurs par défaut du DPE 2021, car sur le terrain c'est cette méthode de saisie qui sera rencontrée et utilisée par les diagnostiqueurs DPE dans la majorité des cas. Les systèmes remplacés dépendent du système présent à l'état initial :

MAISON INDIVIDUELLE - BOUQUETS DE TRAVAUX					
Energie initiale	Poste	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3	Bouquet 4
Gaz	Chauffage	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE	PAC hybride
	ECS	Chaudière gaz THPE	CET	Chaudière gaz THPE + CESI	PAC hybride
Fioul	Chauffage	PAC air-eau en relève de chaudière fioul standard	PAC double service		
	ECS	CET	PAC double service		
Electrique	Chauffage	Panneaux rayonnants électriques			
	ECS	CET			
Bois énergie (poêle)	Chauffage	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants électriques			
	ECS	CET			
Bois énergie (chaudière)	Chauffage	Chaudière bois performante			
	ECS	Chaudière bois performante			

IMMEUBLE COLLECTIF - BOUQUETS DE TRAVAUX				
Energie initiale	Poste	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3
Gaz individuel	Chauffage	Chaudière gaz individuelle THPE		
	ECS	Chaudière gaz individuelle THPE		
Gaz collectif	Chauffage	Chaudière gaz collective THPE	PAC collective	PAC hybride
	ECS	Chaudière gaz collective THPE	CET	CET
Electrique	Chauffage	Panneaux rayonnants électriques		
	ECS	CET		
Réseau de chaleur	Chauffage	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)		
	ECS	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)		

Méthodologie de construction des bouquets de travaux : en cas de non-atteinte de l'objectif visé avec uniquement le **changement de système**, des travaux complémentaires sont ajoutés (si applicables pour la typologie) dans l'ordre suivant (allant des travaux classiquement les plus rentables aux moins rentables) :

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** (les systèmes de ventilation sont couplés à l'isolation des parois opaques, car cette action est nécessaire pour éviter tout risque de pathologie suite aux travaux d'isolation)
3. **Remplacement des fenêtres à un niveau CEE**
4. **Augmentation des niveaux d'isolation des parois opaques à un niveau CEE +30% et perméabilité à l'air mesurée à 1.2**
5. **Mise en d'une production photovoltaïque en toiture** (dimensionnée selon les moyennes de l'observatoire BBC en rénovation pondérées par la surface habitable : 1.8 kWc pour la MI1, 1 kWc pour la MI2, 13.2 kWc pour l'IC1, 16.9 kWc pour l'IC2) pour les autres bouquets

Si l'objectif visé n'est toujours pas atteint avec les travaux prévus ci-dessus, les simulations sont arrêtées à ce stade, aucune solution réaliste n'étant envisageable pour le système en question.

Une étude spécifique sur l'impact des orientations du bâtiment (Nord-Sud ou Est-Ouest) et de la régulation a également été réalisée.

3.3 Coûts d'investissement et tarifs énergétiques

Les coûts d'investissement sont calculés à partir de la base de données de référence BatiChiffage, sauf pour les interventions non présentes dans cette base : absence totale ou non adéquation par rapport aux prestations de l'étude. Dans ce cas les coûts ont été déterminés à partir de notre retour d'expérience, notamment les fenêtres à partir des coûts issus du rapport observatoire BBC 2019 correspondant aux valeurs que nous constatons d'après notre retour d'expérience sur des opérations de rénovation.

Les coûts de l'énergie pris en compte dans l'étude : les tarifs des énergies (gaz, électricité, bois, fioul) sont issus des

données mensuelles de l'énergie (base Pégase) publiées sur le site du ministère de la transition écologique et solidaire. Afin de tenir compte de la volatilité du tarif des énergies, le prix retenu pour chaque énergie est la moyenne annuelle sur les tranches de consommations correspondant aux cas étudiés (moyennes des tranches D2 et D3 pour le gaz en système individuel ; des tranches I1 et I2 pour le gaz en système collectif ; des tranches DB à DE pour l'électricité en système individuel ; des tranches IA à IB pour l'électricité en système collectif) sur la période de juillet 2020 à juin 2021 (dernière période d'1 an disponible commune à toutes énergies).

Pour le réseau de chaleur, les tarifs sont issus de l'enquête annuelle édition 2018 : Enquête sur le prix de vente chaleur et de froid (AMORCE).

TARIFS PRIS EN COMPTE (en €TTC/kWh_{eff})	
Gaz (système individuel)	0,064
Gaz (système collectif)	0,049
Electricité (système individuel)	0,194
Electricité (système collectif)	0,157
Bois	0,061
Réseau de chaleur	0,079
Fioul	0,079

4. Résultats détaillés

Sont surlignés en rouge les bouquets de travaux qui n'atteignent pas les seuils visés.

4.1 Consommations, émissions GES, classes énergie-climat, performance de l'enveloppe

1.4.1 HPE Rénovation, seuil pressenti : 150 kWhep/m².an – 15 kgeqco2/m².an – maison individuelle

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m ² shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m ² shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 1	Gaz indiv	H1b	Initial	2,09	Insuffisante	528	G	117	G	G
MI 1	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE	0,47	Bonne	110	C	23	C	C
MI 1	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE + CET	0,47	Bonne	102	B	19	C	C
MI 1	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE + CESI	0,47	Bonne	102	B	21	C	C
MI 1	Gaz indiv	H1b	PAC hybride	0,56	Bonne	115	C	8	B	C
MI 1	Fioul	H1b	Initial	2,09	Insuffisante	527	G	167	G	G
MI 1	Fioul	H1b	PAC air/eau + CET	0,56	Bonne	110	C	3	A	C
MI 1	Fioul	H1b	PAC double service	0,56	Bonne	114	C	3	A	C
MI 1	Elec	H1b	Initial	2,09	Insuffisante	776	G	26	C	G
MI 1	Elec	H1b	Panneaux rayonnants + CET	0,47	Bonne	171	C	5	A	C
MI 1	Poêle bois	H1b	Initial	2,09	Insuffisante	815	G	24	C	G
MI 1	Poêle bois	H1b	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants + CET	0,47	Bonne	144	C	4	A	C
MI 1	Chaudière bois	H1b	Initial	2,09	Insuffisante	679	G	20	C	G
MI 1	Chaudière bois	H1b	Chaudière bois performante	0,47	Bonne	149	C	4	A	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 1	Gaz indiv	H2b	Initial	2,09	Insuffisante	488	G	108	G	G
MI 1	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz THPE	0,47	Bonne	101	B	20	C	C
MI 1	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz THPE + CET	0,47	Bonne	92	B	17	C	C
MI 1	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz THPE + CESI	0,47	Bonne	91	B	18	C	C
MI 1	Gaz indiv	H2b	PAC hybride	0,56	Bonne	105	B	6	B	B
MI 1	Fioul	H2b	Initial	2,09	Insuffisante	487	G	154	G	G
MI 1	Fioul	H2b	PAC air/eau + CET	0,56	Bonne	100	B	3	A	B
MI 1	Fioul	H2b	PAC double service	0,56	Bonne	104	B	3	A	B
MI 1	Elec	H2b	Initial	2,09	Insuffisante	714	G	24	C	G
MI 1	Elec	H2b	Panneaux rayonnants + CET	0,47	Bonne	153	C	5	A	C
MI 1	Poêle bois	H2b	Initial	2,09	Insuffisante	750	G	22	C	G
MI 1	Poêle bois	H2b	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants + CET	0,47	Bonne	129	C	4	A	C
MI 1	Chaudière bois	H2b	Initial	2,09	Insuffisante	629	G	18	C	G
MI 1	Chaudière bois	H2b	Chaudière bois performante	0,47	Bonne	139	C	4	A	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 1	Gaz indiv	H3	Initial	2,09	Insuffisante	343	F	76	F	F
MI 1	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE	0,47	Bonne	72	B	14	C	C
MI 1	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE + CET	0,56	Bonne	80	B	14	C	C
MI 1	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE + CESI	0,56	Bonne	77	B	15	C	C
MI 1	Gaz indiv	H3	PAC hybride	1,55	Insuffisante	144	C	8	B	C
MI 1	Fioul	H3	Initial	2,09	Insuffisante	342	F	108	G	G
MI 1	Fioul	H3	PAC air/eau + CET	1,55	Insuffisante	130	C	4	A	C
MI 1	Fioul	H3	PAC double service	1,55	Insuffisante	132	C	4	A	C
MI 1	Elec	H3	Initial	2,09	Insuffisante	500	G	16	C	G
MI 1	Elec	H3	Panneaux rayonnants + CET	0,56	Bonne	133	C	4	A	C
MI 1	Poêle bois	H3	Initial	2,09	Insuffisante	526	G	15	C	G
MI 1	Poêle bois	H3	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants + CET	0,56	Bonne	110	C	3	A	C
MI 1	Chaudière bois	H3	Initial	2,09	Insuffisante	447	G	13	C	G
MI 1	Chaudière bois	H3	Chaudière bois performante	0,56	Bonne	120	C	3	A	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 2	Gaz indiv	H1b	Initial	1,9	Insuffisante	519	G	115	G	G
MI 2	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE	0,51	Bonne	129	C	26	C	C
MI 2	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE + CET	0,51	Bonne	116	C	21	C	C
MI 2	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE + CESI	0,51	Bonne	120	C	24	C	C
MI 2	Gaz indiv	H1b	PAC hybride	0,58	Bonne	132	C	8	B	C
MI 2	Fioul	H1b	Initial	1,9	Insuffisante	516	G	163	G	G
MI 2	Fioul	H1b	PAC air/eau + CET	0,58	Bonne	124	C	4	A	C
MI 2	Fioul	H1b	PAC double service	0,58	Bonne	133	C	4	A	C
MI 2	Elec	H1b	Initial	1,9	Insuffisante	772	G	26	C	G
MI 2	Elec	H1b	Panneaux rayonnants + CET	0,51	Bonne	190	D	6	B	D
MI 2	Poêle bois	H1b	Initial	1,9	Insuffisante	806	G	24	C	G
MI 2	Poêle bois	H1b	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants + CET	0,51	Bonne	160	C	5	A	C
MI 2	Chaudière bois	H1b	Initial	1,9	Insuffisante	681	G	20	C	G
MI 2	Chaudière bois	H1b	Chaudière bois performante	0,51	Bonne	179	C	5	A	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 2	Gaz indiv	H2b	Initial	1,9	Insuffisante	479	G	106	G	G
MI 2	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz THPE	0,51	Bonne	90	B	17	C	C
MI 2	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz THPE + CET	0,51	Bonne	105	B	18	C	C
MI 2	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz THPE + CESI	0,51	Bonne	107	B	21	C	C
MI 2	Gaz indiv	H2b	PAC hybride	0,58	Bonne	119	C	7	B	C
MI 2	Fioul	H2b	Initial	1,9	Insuffisante	475	G	150	G	G
MI 2	Fioul	H2b	PAC air/eau + CET	0,58	Bonne	113	C	3	A	C
MI 2	Fioul	H2b	PAC double service	0,58	Bonne	122	C	4	A	C
MI 2	Elec	H2b	Initial	1,9	Insuffisante	710	G	23	C	G
MI 2	Elec	H2b	Panneaux rayonnants + CET	0,51	Bonne	169	C	5	A	C
MI 2	Poêle bois	H2b	Initial	1,9	Insuffisante	741	G	22	C	G
MI 2	Poêle bois	H2b	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants + CET	0,51	Bonne	145	C	4	A	C
MI 2	Chaudière bois	H2b	Initial	1,9	Insuffisante	625	G	18	C	G
MI 2	Chaudière bois	H2b	Chaudière bois performante	0,51	Bonne	167	C	4	A	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 2	Gaz indiv	H3	Initial	1,9	Insuffisante	338	F	74	F	F
MI 2	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE	0,51	Bonne	86	B	17	C	C
MI 2	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE + CET	0,54	Bonne	87	B	14	C	C
MI 2	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE + CESI	0,51	Bonne	76	B	14	C	C
MI 2	Gaz indiv	H3	PAC hybride	1,03	Insuffisante	119	C	6	B	C
MI 2	Fioul	H3	Initial	1,9	Insuffisante	343	F	108	G	G
MI 2	Fioul	H3	PAC air/eau + CET	1,03	Insuffisante	112	C	3	A	C
MI 2	Fioul	H3	PAC double service	1,03	Insuffisante	119	C	3	A	C
MI 2	Elec	H3	Initial	1,9	Insuffisante	503	G	16	C	G
MI 2	Elec	H3	Panneaux rayonnants + CET	0,58	Bonne	149	C	5	A	C
MI 2	Poêle bois	H3	Initial	1,9	Insuffisante	523	G	15	C	G
MI 2	Poêle bois	H3	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants + CET	0,58	Bonne	126	C	4	A	C
MI 2	Chaudière bois	H3	Initial	1,9	Insuffisante	451	G	13	C	G
MI 2	Chaudière bois	H3	Chaudière bois performante	0,58	Bonne	148	C	4	A	C

1.4.2 HPE Rénovation, seuil pressenti : 150 kWhep/m².an – 15 kgeqco2/m².an – Immeuble collectif

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWh _{ep} /m ² shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m ² shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
IC 1	Gaz indiv	H1b	Initial	2,38	Insuffisante	294	E	66	E	E
IC 1	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz individuelle THPE	0,61	Bonne	78	B	15	C	C
IC 1	Gaz coll	H1b	Initial	2,38	Insuffisante	348	F	77	F	F
IC 1	Gaz coll	H1b	Chaudière gaz collective THPE	0,61	Bonne	98	B	21	C	C
IC 1	Gaz coll	H1b	PAC collective + CET	0,81	Moyenne	100	B	3	A	B
IC 1	Gaz coll	H1b	PAC hybride + CET	0,81	Moyenne	120	C	9	B	C
IC 1	Elec	H1b	Initial	2,38	Insuffisante	464	G	15	C	G
IC 1	Elec	H1b	Panneaux rayonnants + CET	0,81	Moyenne	123	C	4	A	C
IC 1	RCU	H1b	Initial	2,38	Insuffisante	313	E	35	D	E
IC 1	RCU	H1b	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)	0,81	Moyenne	137	C	12	C	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
IC 1	Gaz indiv	H2b	Initial	2,38	Insuffisante	272	E	60	E	E
IC 1	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz individuelle THPE	0,65	Bonne	78	B	15	C	C
IC 1	Gaz coll	H2b	Initial	2,38	Insuffisante	319	E	70	F	F
IC 1	Gaz coll	H2b	Chaudière gaz collective THPE	0,61	Bonne	90	B	19	C	C
IC 1	Gaz coll	H2b	PAC collective + CET	0,81	Moyenne	91	B	2	A	B
IC 1	Gaz coll	H2b	PAC hybride + CET	0,81	Moyenne	109	B	8	B	B
IC 1	Elec	H2b	Initial	2,38	Insuffisante	423	G	14	C	G
IC 1	Elec	H2b	Panneaux rayonnants + CET	0,81	Moyenne	108	B	3	A	B
IC 1	RCU	H2b	Initial	2,38	Insuffisante	286	E	31	D	E
IC 1	RCU	H2b	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)	0,81	Moyenne	125	C	11	C	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m ² shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m ² shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
IC 1	Gaz indiv	H3	Initial	2,38	Insuffisante	190	D	41	D	D
IC 1	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz individuelle THPE	0,81	Moyenne	64	A	12	C	C
IC 1	Gaz coll	H3	Initial	2,38	Insuffisante	226	D	49	D	D
IC 1	Gaz coll	H3	Chaudière gaz collective THPE	0,65	Bonne	74	B	14	C	C
IC 1	Gaz coll	H3	PAC collective + CET	2,38	Insuffisante	129	C	4	A	C
IC 1	Gaz coll	H3	PAC hybride + CET	0,81	Moyenne	72	B	4	A	B
IC 1	Elec	H3	Initial	2,38	Insuffisante	300	E	9	B	E
IC 1	Elec	H3	Panneaux rayonnants + CET	0,81	Moyenne	71	B	2	A	B
IC 1	RCU	H3	Initial	2,38	Insuffisante	202	D	22	C	D
IC 1	RCU	H3	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)	0,81	Moyenne	93	B	8	B	B

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
IC 2	Gaz indiv	H1b	Initial	2,61	Insuffisante	328	E	66	E	E
IC 2	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz individuelle THPE	0,46	Bonne	98	B	15	C	C
IC 2	Gaz coll	H1b	Initial	2,61	Insuffisante	344	F	76	F	F
IC 2	Gaz coll	H1b	Chaudière gaz collective THPE	0,58	Bonne	91	B	18	C	C
IC 2	Gaz coll	H1b	PAC collective + CET	0,85	Moyenne	91	B	2	A	B
IC 2	Gaz coll	H1b	PAC hybride + CET	0,85	Moyenne	108	B	9	B	B
IC 2	Elec	H1b	Initial	2,61	Insuffisante	463	G	15	C	G
IC 2	Elec	H1b	Panneaux rayonnants + CET	0,85	Moyenne	118	C	3	A	C
IC 2	RCU	H1b	Initial	2,61	Insuffisante	313	E	35	D	E
IC 2	RCU	H1b	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)	0,85	Moyenne	118	C	11	C	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
IC 2	Gaz indiv	H2b	Initial	2,61	Insuffisante	273	E	60	E	E
IC 2	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz individuelle THPE	0,46	Bonne	69	A	14	C	C
IC 2	Gaz coll	H2b	Initial	2,61	Insuffisante	314	E	69	E	E
IC 2	Gaz coll	H2b	Chaudière gaz collective THPE	0,58	Bonne	82	B	17	C	C
IC 2	Gaz coll	H2b	PAC collective + CET	0,85	Moyenne	83	B	2	A	B
IC 2	Gaz coll	H2b	PAC hybride + CET	0,85	Moyenne	97	B	8	B	B
IC 2	Elec	H2b	Initial	2,61	Insuffisante	421	G	14	C	G
IC 2	Elec	H2b	Panneaux rayonnants + CET	0,85	Moyenne	104	B	3	A	B
IC 2	RCU	H2b	Initial	2,61	Insuffisante	285	E	31	D	E
IC 2	RCU	H2b	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)	0,85	Moyenne	107	B	10	B	B

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
IC 2	Gaz indiv	H3	Initial	2,61	Insuffisante	193	D	42	D	D
IC 2	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz individuelle THPE	0,85	Moyenne	58	A	11	C	C
IC 2	Gaz coll	H3	Initial	2,61	Insuffisante	225	D	49	D	D
IC 2	Gaz coll	H3	Chaudière gaz collective THPE	0,85	Moyenne	77	B	15	C	C
IC 2	Gaz coll	H3	PAC collective + CET	2,61	Insuffisante	131	C	4	A	C
IC 2	Gaz coll	H3	PAC hybride + CET	1,95	Insuffisante	140	C	12	C	C
IC 2	Elec	H3	Initial	2,61	Insuffisante	300	E	10	B	E
IC 2	Elec	H3	Panneaux rayonnants + CET	0,85	Moyenne	69	A	2	A	A
IC 2	RCU	H3	Initial	2,61	Insuffisante	203	D	22	C	D
IC 2	RCU	H3	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)	0,85	Moyenne	80	B	7	B	B

1.4.3 Classe B, seuil pressenti BBC Rénovation : 110 kWhep/m².an – 11 kgeqco2/m².an – maison individuelle

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m ² shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m ² shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 1	Gaz indiv	H1b	Initial	2,09	Insuffisante	528	G	117	G	G
MI 1	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE	0,47	Bonne	110	C	23	C	C
MI 1	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE + CET	0,47	Bonne	102	B	19	C	C
MI 1	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE + CESI	0,47	Bonne	102	B	21	C	C
MI 1	Gaz indiv	H1b	PAC hybride	0,51	Bonne	108	B	7	B	B
MI 1	Fioul	H1b	Initial	2,09	Insuffisante	527	G	167	G	G
MI 1	Fioul	H1b	PAC air/eau + CET	0,56	Bonne	104	B	3	A	B
MI 1	Fioul	H1b	PAC double service	0,56	Bonne	108	B	3	A	B
MI 1	Elec	H1b	Initial	2,09	Insuffisante	776	G	26	C	G
MI 1	Elec	H1b	Panneaux rayonnants + CET	0,47	Bonne	171	C	5	A	C
MI 1	Poêle bois	H1b	Initial	2,09	Insuffisante	815	G	24	C	G
MI 1	Poêle bois	H1b	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants + CET	0,47	Bonne	142	C	4	A	C
MI 1	Chaudière bois	H1b	Initial	2,09	Insuffisante	679	G	20	C	G
MI 1	Chaudière bois	H1b	Chaudière bois performante	0,47	Bonne	148	C	4	A	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 1	Gaz indiv	H2b	Initial	2,09	Insuffisante	488	G	108	G	G
MI 1	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz THPE	0,47	Bonne	101	B	20	C	C
MI 1	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz THPE + CET	0,47	Bonne	92	B	17	C	C
MI 1	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz THPE + CESI	0,47	Bonne	91	B	18	C	C
MI 1	Gaz indiv	H2b	PAC hybride	0,56	Bonne	105	B	6	B	B
MI 1	Fioul	H2b	Initial	2,09	Insuffisante	487	G	154	G	G
MI 1	Fioul	H2b	PAC air/eau + CET	0,56	Bonne	100	B	3	A	B
MI 1	Fioul	H2b	PAC double service	0,56	Bonne	104	B	3	A	B
MI 1	Elec	H2b	Initial	2,09	Insuffisante	714	G	24	C	G
MI 1	Elec	H2b	Panneaux rayonnants + CET	0,47	Bonne	153	C	5	A	C
MI 1	Poêle bois	H2b	Initial	2,09	Insuffisante	750	G	22	C	G
MI 1	Poêle bois	H2b	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants + CET	0,47	Bonne	132	C	4	A	C
MI 1	Chaudière bois	H2b	Initial	2,09	Insuffisante	629	G	18	C	G
MI 1	Chaudière bois	H2b	Chaudière bois performante	0,47	Bonne	137	C	4	A	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 1	Gaz indiv	H3	Initial	2,09	Insuffisante	343	F	76	F	F
MI 1	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE	0,47	Bonne	71	B	14	C	C
MI 1	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE + CET	0,47	Bonne	70	B	12	C	C
MI 1	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE + CESI	0,47	Bonne	58	A	12	C	C
MI 1	Gaz indiv	H3	PAC hybride	0,56	Bonne	66	A	3	A	A
MI 1	Fioul	H3	Initial	2,09	Insuffisante	342	F	108	G	G
MI 1	Fioul	H3	PAC air/eau + CET	0,56	Bonne	63	A	2	A	A
MI 1	Fioul	H3	PAC double service	0,56	Bonne	66	A	2	A	A
MI 1	Elec	H3	Initial	2,09	Insuffisante	500	G	16	C	G
MI 1	Elec	H3	Panneaux rayonnants + CET	0,47	Bonne	104	B	3	A	B
MI 1	Poêle bois	H3	Initial	2,09	Insuffisante	526	G	15	C	G
MI 1	Poêle bois	H3	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants + CET	0,51	Bonne	104	B	3	A	B
MI 1	Chaudière bois	H3	Initial	2,09	Insuffisante	447	G	13	C	G
MI 1	Chaudière bois	H3	Chaudière bois performante	0,47	Bonne	103	B	3	A	B

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 2	Gaz indiv	H1b	Initial	1,9	Insuffisante	519	G	115	G	G
MI 2	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE	0,51	Bonne	129	C	26	C	C
MI 2	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE + CET	0,51	Bonne	116	C	21	C	C
MI 2	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE + CESI	0,51	Bonne	120	C	24	C	C
MI 2	Gaz indiv	H1b	PAC hybride	0,51	Bonne	107	B	7	B	B
MI 2	Fioul	H1b	Initial	1,9	Insuffisante	516	G	163	G	G
MI 2	Fioul	H1b	PAC air/eau + CET	0,51	Bonne	102	B	3	A	B
MI 2	Fioul	H1b	PAC double service	0,51	Bonne	108	B	3	A	B
MI 2	Elec	H1b	Initial	1,9	Insuffisante	772	G	26	C	G
MI 2	Elec	H1b	Panneaux rayonnants + CET	0,51	Bonne	190	D	6	B	D
MI 2	Poêle bois	H1b	Initial	1,9	Insuffisante	806	G	24	C	G
MI 2	Poêle bois	H1b	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants + CET	0,51	Bonne	160	C	5	A	C
MI 2	Chaudière bois	H1b	Initial	1,9	Insuffisante	681	G	20	C	G
MI 2	Chaudière bois	H1b	Chaudière bois performante	0,51	Bonne	179	C	5	A	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 2	Gaz indiv	H2b	Initial	1,9	Insuffisante	479	G	106	G	G
MI 2	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz THPE	0,51	Bonne	90	B	17	C	C
MI 2	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz THPE + CET	0,51	Bonne	105	B	18	C	C
MI 2	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz THPE + CESI	0,51	Bonne	107	B	21	C	C
MI 2	Gaz indiv	H2b	PAC hybride	0,51	Bonne	97	B	5	A	B
MI 2	Fioul	H2b	Initial	1,9	Insuffisante	475	G	150	G	G
MI 2	Fioul	H2b	PAC air/eau + CET	0,58	Bonne	106	B	3	A	B
MI 2	Fioul	H2b	PAC double service	0,51	Bonne	101	B	3	A	B
MI 2	Elec	H2b	Initial	1,9	Insuffisante	710	G	23	C	G
MI 2	Elec	H2b	Panneaux rayonnants + CET	0,51	Bonne	169	C	5	A	C
MI 2	Poêle bois	H2b	Initial	1,9	Insuffisante	741	G	22	C	G
MI 2	Poêle bois	H2b	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants + CET	0,51	Bonne	143	C	4	A	C
MI 2	Chaudière bois	H2b	Initial	1,9	Insuffisante	625	G	18	C	G
MI 2	Chaudière bois	H2b	Chaudière bois performante	0,51	Bonne	167	C	4	A	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 2	Gaz indiv	H3	Initial	1,9	Insuffisante	338	F	74	F	F
MI 2	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE	0,51	Bonne	86	B	17	C	C
MI 2	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE + CET	0,51	Bonne	74	B	12	C	C
MI 2	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE + CESI	0,51	Bonne	75	B	14	C	C
MI 2	Gaz indiv	H3	PAC hybride	0,61	Bonne	78	B	4	A	B
MI 2	Fioul	H3	Initial	1,9	Insuffisante	343	F	108	G	G
MI 2	Fioul	H3	PAC air/eau + CET	0,58	Bonne	74	B	2	A	B
MI 2	Fioul	H3	PAC double service	0,58	Bonne	79	B	2	A	B
MI 2	Elec	H3	Initial	1,9	Insuffisante	503	G	16	C	G
MI 2	Elec	H3	Panneaux rayonnants + CET	0,51	Bonne	115	C	3	A	C
MI 2	Poêle bois	H3	Initial	1,9	Insuffisante	523	G	15	C	G
MI 2	Poêle bois	H3	Poêle performant + appoint panneaux rayonnants + CET	0,51	Bonne	105	B	3	A	B
MI 2	Chaudière bois	H3	Initial	1,9	Insuffisante	451	G	13	C	G
MI 2	Chaudière bois	H3	Chaudière bois performante	0,51	Bonne	128	C	3	A	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
IC 1	Gaz indiv	H1b	Initial	2,38	Insuffisante	298	E	66	E	E
IC 1	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz individuelle THPE	0,61	Bonne	78	B	15	C	C
IC 1	Gaz coll	H1b	Initial	2,38	Insuffisante	348	F	77	F	F
IC 1	Gaz coll	H1b	Chaudière gaz collective THPE	0,61	Bonne	98	B	21	C	C
IC 1	Gaz coll	H1b	PAC collective + CET	0,81	Moyenne	100	B	3	A	B
IC 1	Gaz coll	H1b	PAC hybride + CET	0,65	Bonne	107	B	8	B	B
IC 1	Elec	H1b	Initial	2,38	Insuffisante	464	G	15	C	G
IC 1	Elec	H1b	Panneaux rayonnants + CET	0,65	Bonne	104	B	2	A	B
IC 1	RCU	H1b	Initial	2,38	Insuffisante	240	D	26	C	D
IC 1	RCU	H1b	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)	0,61	Bonne	114	C	10	B	C

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
IC 1	Gaz indiv	H2b	Initial	2,38	Insuffisante	272	E	60	E	E
IC 1	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz individuelle THPE	0,61	Bonne	71	B	14	C	C
IC 1	Gaz coll	H2b	Initial	2,38	Insuffisante	319	E	70	F	F
IC 1	Gaz coll	H2b	Chaudière gaz collective THPE	0,61	Bonne	90	B	19	C	C
IC 1	Gaz coll	H2b	PAC collective + CET	0,81	Moyenne	91	B	2	A	B
IC 1	Gaz coll	H2b	PAC hybride + CET	0,81	Moyenne	109	B	8	B	B
IC 1	Elec	H2b	Initial	2,38	Insuffisante	423	G	14	C	G
IC 1	Elec	H2b	Panneaux rayonnants + CET	0,81	Moyenne	108	B	3	A	B
IC 1	RCU	H2b	Initial	2,38	Insuffisante	218	D	24	C	D
IC 1	RCU	H2b	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)	0,61	Bonne	105	B	9	B	B

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
IC 1	Gaz indiv	H3	Initial	2,38	Insuffisante	190	D	41	D	D
IC 1	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz individuelle THPE	0,61	Bonne	51	A	10	B	B
IC 1	Gaz coll	H3	Initial	2,38	Insuffisante	226	D	49	D	D
IC 1	Gaz coll	H3	Chaudière gaz collective THPE	0,61	Bonne	67	A	14	C	C
IC 1	Gaz coll	H3	PAC collective + CET	2,38	Insuffisante	62	A	1	A	A
IC 1	Gaz coll	H3	PAC hybride + CET	0,81	Moyenne	72	B	4	A	B
IC 1	Elec	H3	Initial	2,38	Insuffisante	300	E	9	B	E
IC 1	Elec	H3	Panneaux rayonnants + CET	0,81	Moyenne	71	B	2	A	B
IC 1	RCU	H3	Initial	2,38	Insuffisante	149	C	16	C	C
IC 1	RCU	H3	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)	0,81	Moyenne	93	B	8	B	B

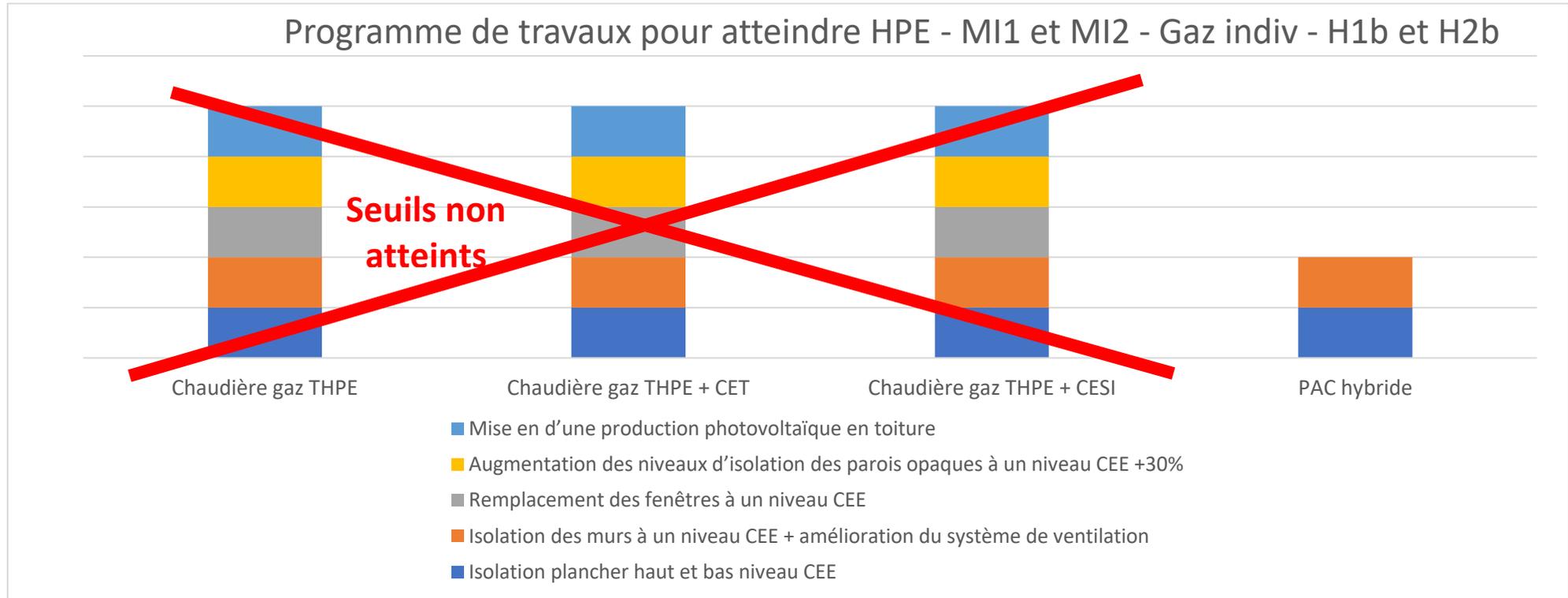
Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
IC 2	Gaz indiv	H1b	Initial	2,61	Insuffisante	328	E	66	E	E
IC 2	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz individuelle THPE	0,58	Bonne	69	A	14	C	C
IC 2	Gaz coll	H1b	Initial	2,61	Insuffisante	344	F	76	F	F
IC 2	Gaz coll	H1b	Chaudière gaz collective THPE	0,58	Bonne	91	B	18	C	C
IC 2	Gaz coll	H1b	PAC collective + CET	0,85	Moyenne	91	B	2	A	B
IC 2	Gaz coll	H1b	PAC hybride + CET	0,85	Moyenne	108	B	9	B	B
IC 2	Elec	H1b	Initial	2,61	Insuffisante	463	G	15	C	G
IC 2	Elec	H1b	Panneaux rayonnants + CET	0,56	Bonne	97	B	3	A	B
IC 2	RCU	H1b	Initial	2,61	Insuffisante	313	E	35	D	E
IC 2	RCU	H1b	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)	0,56	Bonne	104	B	9	B	B

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
IC 2	Gaz indiv	H2b	Initial	2,61	Insuffisante	273	E	60	E	E
IC 2	Gaz indiv	H2b	Chaudière gaz individuelle THPE	0,58	Bonne	63	A	12	C	C
IC 2	Gaz coll	H2b	Initial	2,61	Insuffisante	314	E	69	E	E
IC 2	Gaz coll	H2b	Chaudière gaz collective THPE	0,58	Bonne	82	B	17	C	C
IC 2	Gaz coll	H2b	PAC collective + CET	0,85	Moyenne	83	B	2	A	B
IC 2	Gaz coll	H2b	PAC hybride + CET	0,85	Moyenne	97	B	8	B	B
IC 2	Elec	H2b	Initial	2,61	Insuffisante	421	G	14	C	G
IC 2	Elec	H2b	Panneaux rayonnants + CET	0,85	Moyenne	104	B	3	A	B
IC 2	RCU	H2b	Initial	2,61	Insuffisante	285	E	31	D	E
IC 2	RCU	H2b	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)	0,85	Moyenne	107	B	10	B	B

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Ubat	Indicateur performance isolation DPE	Cep TOTAL (kWhep/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
IC 2	Gaz indiv	H3	Initial	2,61	Insuffisante	193	D	42	D	D
IC 2	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz individuelle THPE	0,56	Bonne	51	A	10	B	B
IC 2	Gaz coll	H3	Initial	2,61	Insuffisante	225	D	49	D	D
IC 2	Gaz coll	H3	Chaudière gaz collective THPE	0,58	Bonne	61	A	12	C	C
IC 2	Gaz coll	H3	PAC collective + CET	1,95	Insuffisante	107	B	3	A	B
IC 2	Gaz coll	H3	PAC hybride + CET	0,85	Moyenne	65	A	4	A	A
IC 2	Elec	H3	Initial	2,61	Insuffisante	300	E	10	B	E
IC 2	Elec	H3	Panneaux rayonnants + CET	0,85	Moyenne	69	A	2	A	A
IC 2	RCU	H3	Initial	2,61	Insuffisante	203	D	22	C	D
IC 2	RCU	H3	Sous-station réseau de chaleur collective (réseau 60% bois – 40% gaz)	0,85	Moyenne	80	B	7	B	B

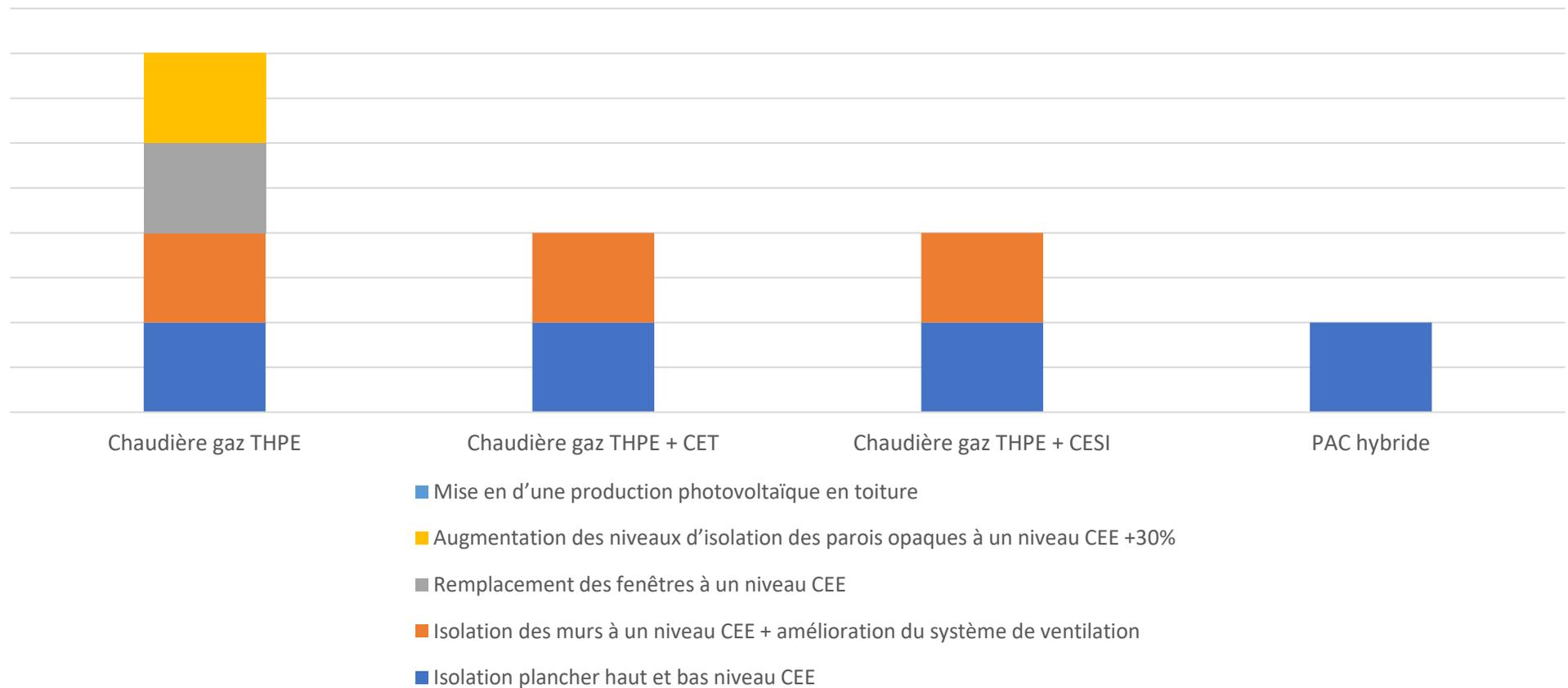
4.2 Composition des programmes de travaux

2.4.1 HPE Rénovation, seuil pressenti : 150 kWhep/m².an – 15 kgeqco₂/m².an – Maison individuelle



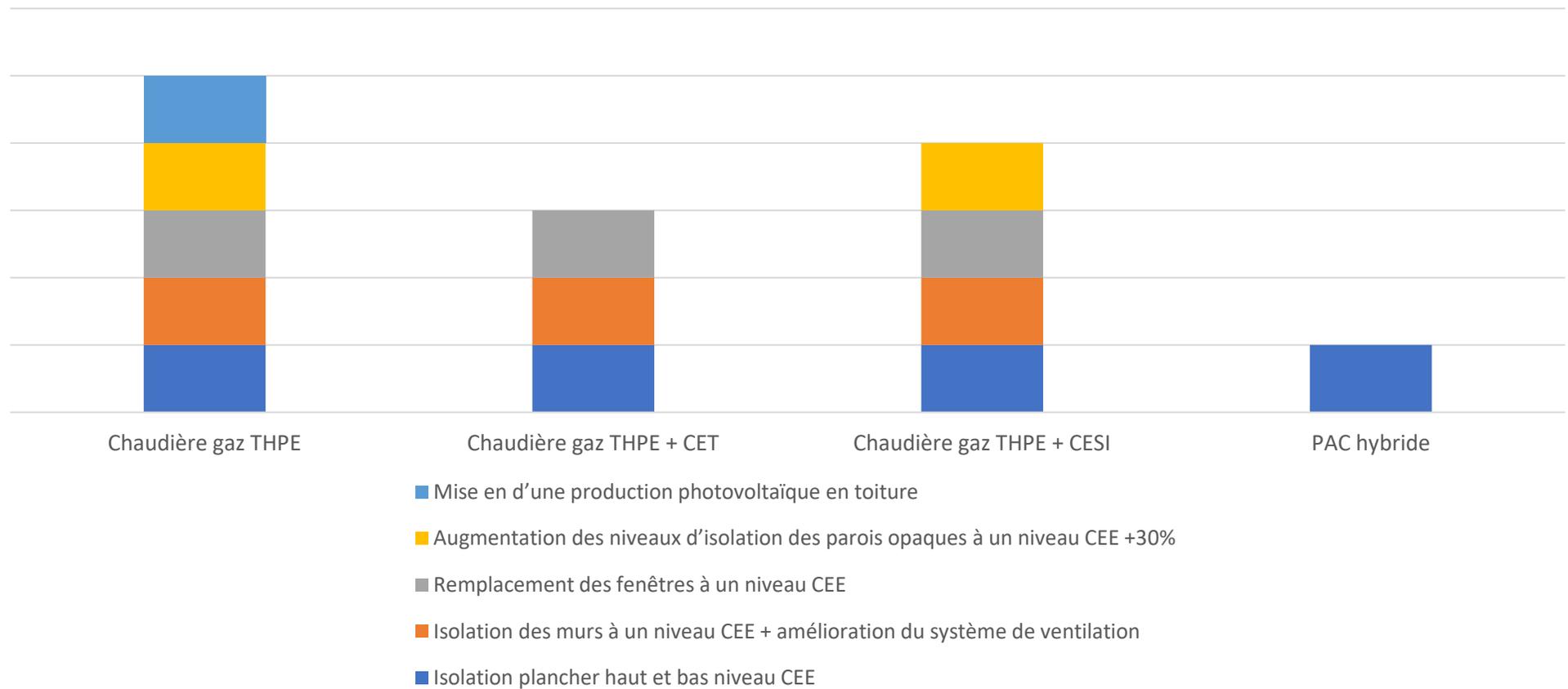
Pour la maison individuelle 1 et la maison individuelle 2, en situation de référence gaz, en zones climatique H1b et H2b, le programme de travaux avec le système PAC hybride est le seul permettant d'atteindre le seuil HPE étudié. Les systèmes de chauffage 100% gaz ne parviennent pas à atteindre le seuil carbone de 15 kgeqco₂/m².an.

Programme de travaux pour atteindre HPE - MI1 - Gaz indiv - H3



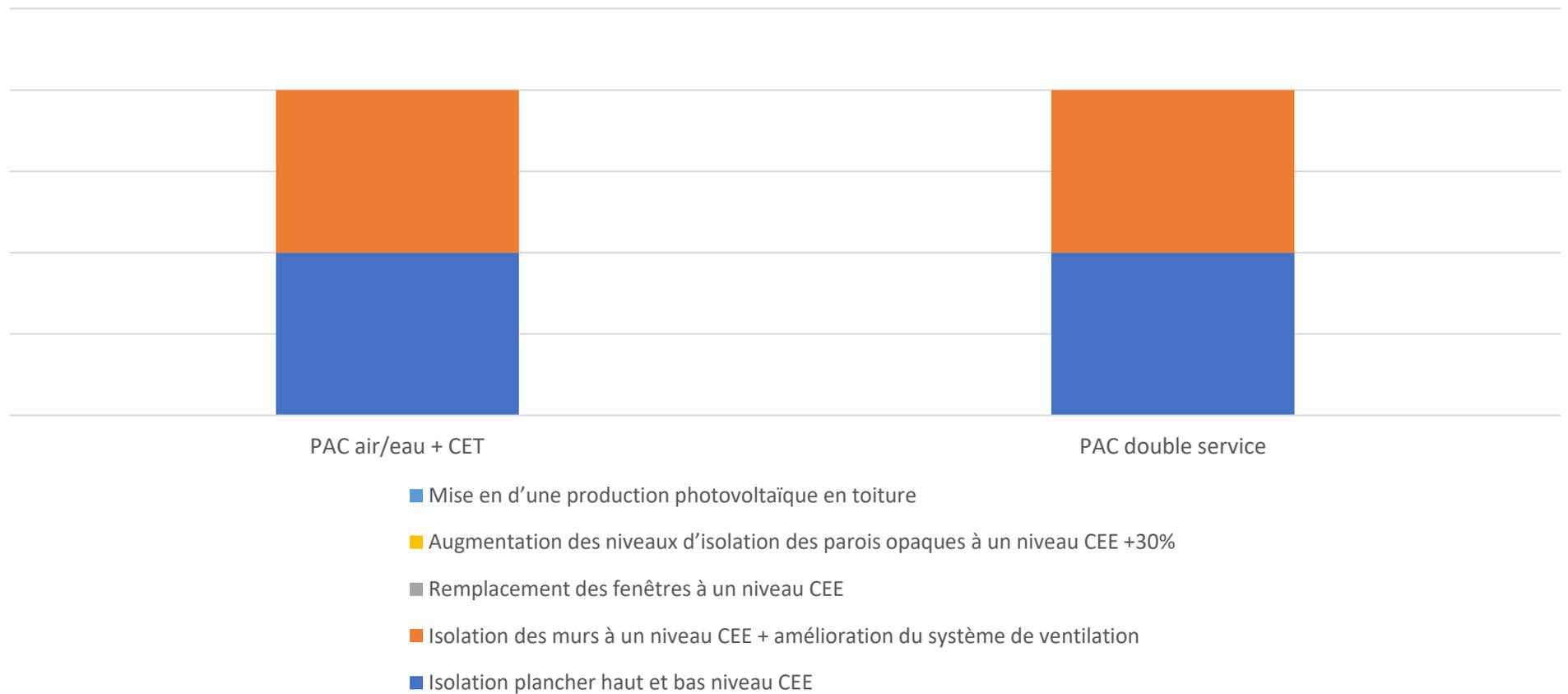
Pour la maison individuelle 1, en situation de référence gaz, en zone climatique H3. L'ensemble des programmes de travaux parviennent à atteindre le seuil HPE étudié. Le programme de travaux avec le système PAC hybride permet cela avec le bouquet de travaux le plus réduit, alors que le programme de travaux avec la chaudière gaz THPE nécessite une rénovation globale.

Programme de travaux pour atteindre HPE - MI2 - Gaz indiv - H3



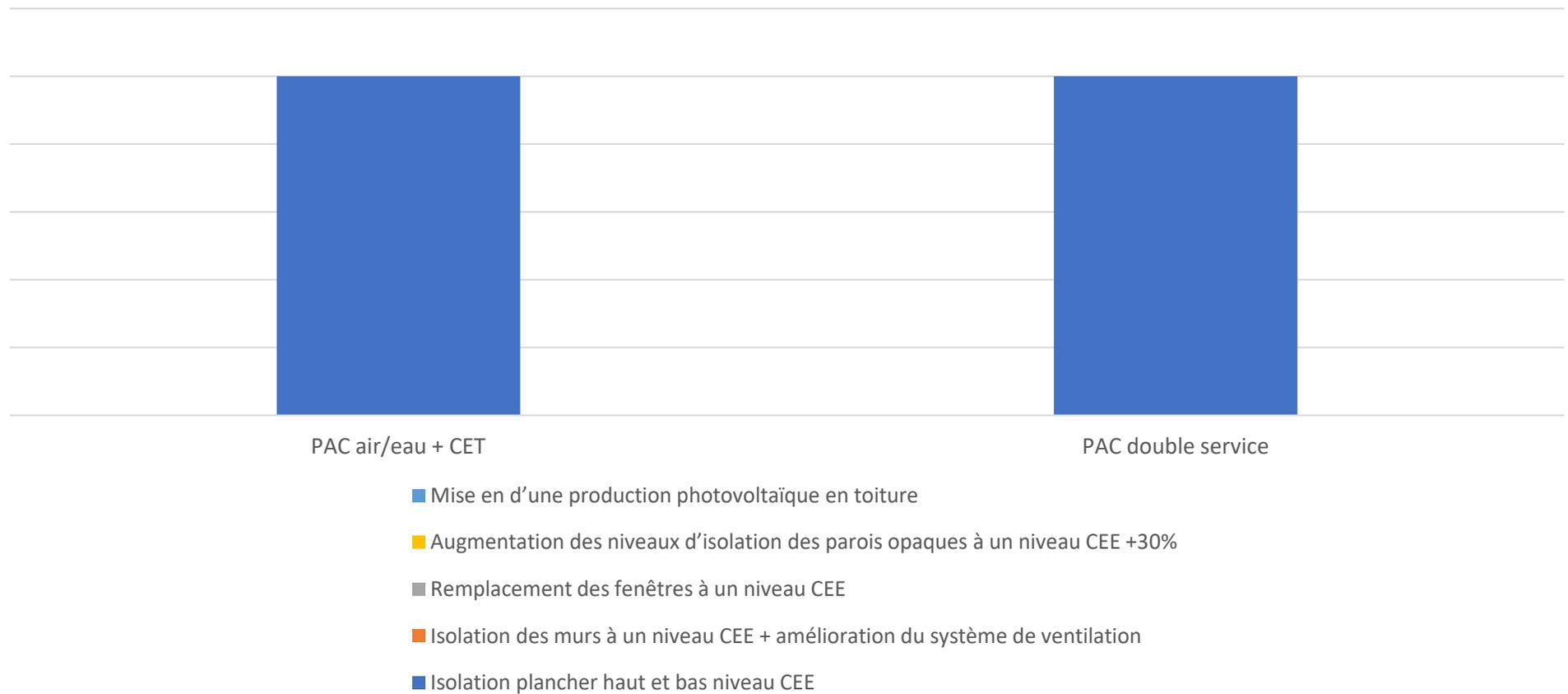
Pour la maison individuelle 2, en situation de référence gaz, en zone climatique H3. L'ensemble des programmes de travaux parviennent à atteindre le seuil HPE étudié. Le programme de travaux avec le système PAC hybride permet cela avec le bouquet de travaux le plus réduit, alors que le programme de travaux avec la chaudière gaz THPE nécessite une rénovation globale.

Programme de travaux pour atteindre HPE - MI1 et MI2 - Fioul - H1b et H2b



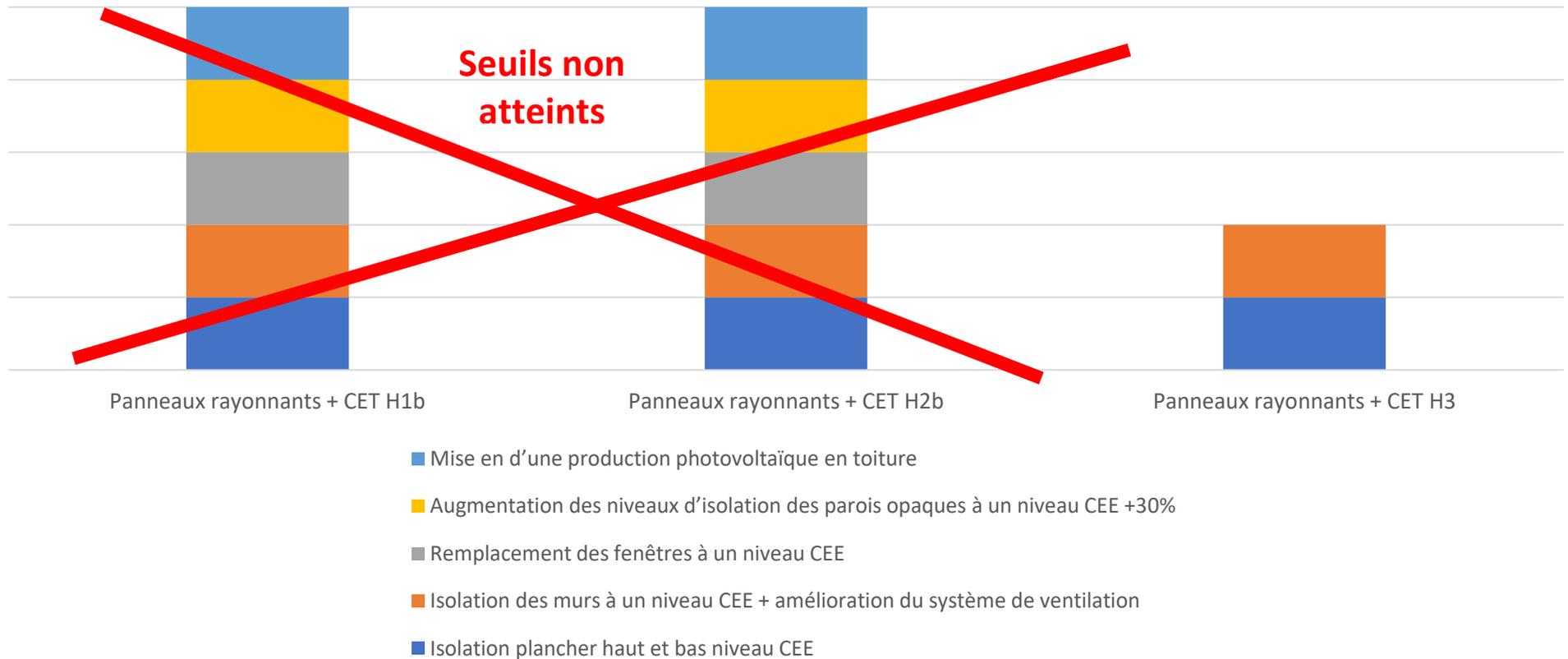
Pour la maison individuelle 1 et la maison individuelle 2, en situation de référence fioul, en zones climatiques H1b et H2b, les programmes de travaux avec systèmes PAC atteignent le seuil HPE étudié avec un bouquet de travaux intégrant l'isolation des parois opaques niveau CEE et l'amélioration de la ventilation.

Programme de travaux pour atteindre HPE - MI1 et MI2 - Fioul - H3



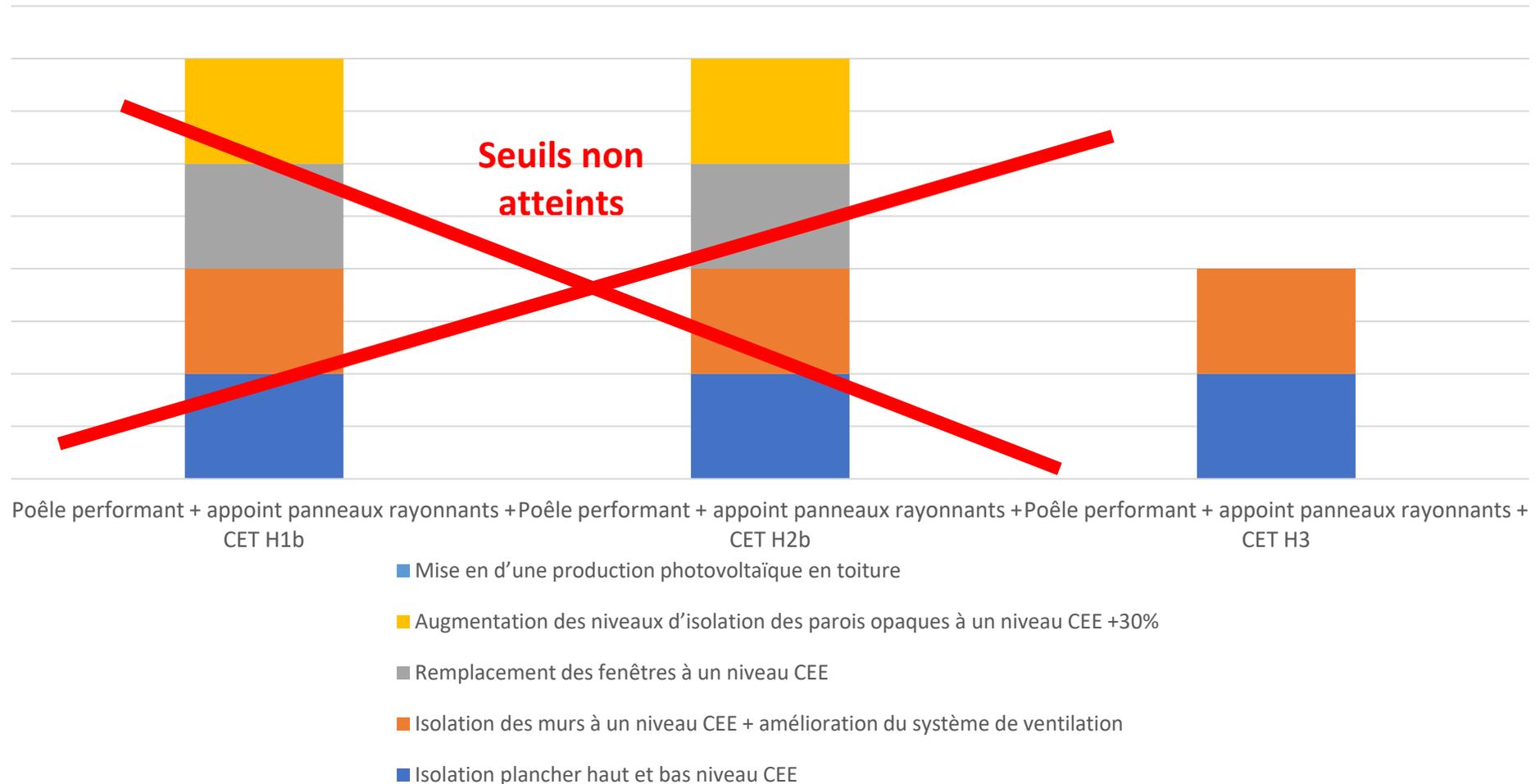
Pour la maison individuelle 1 et la maison individuelle 2, en situation de référence fioul, en zone climatique H3, les programmes de travaux avec systèmes PAC atteignent le seuil HPE étudié avec un bouquet de travaux intégrant l'isolation des planchers haut et bas niveau CEE.

Programme de travaux pour atteindre HPE - MI1 et MI2 - Elec



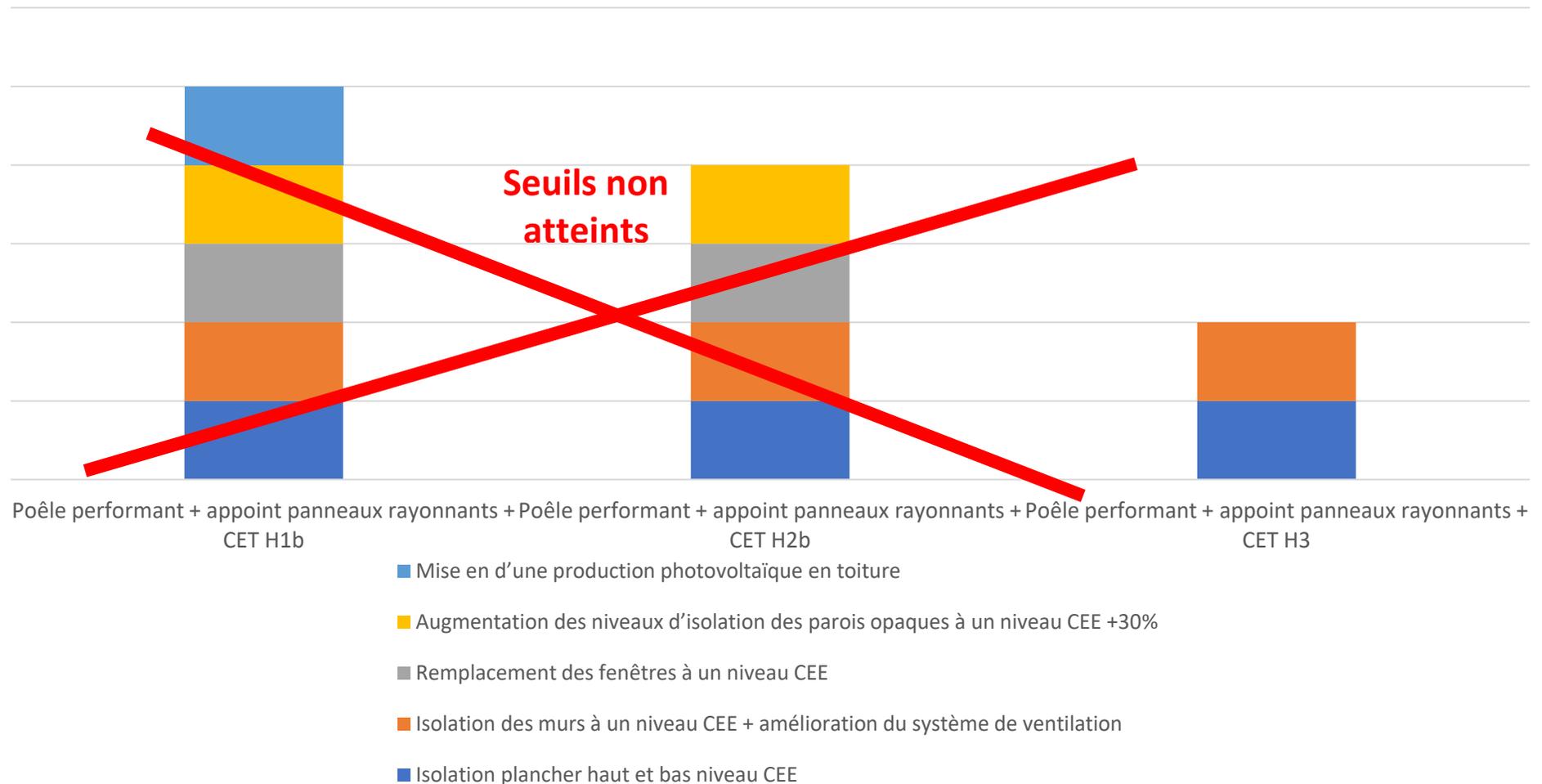
Pour la maison individuelle 1 et la maison individuelle 2, en situation de référence électrique effet joule, l'atteinte du seuil HPE étudié avec le programme de travaux effet joule performant + CET n'est possible qu'en zone climatique H3. Les systèmes effet joule ne parviennent pas à atteindre le seuil énergie de 150 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre HPE - MI1 - Poêle bois



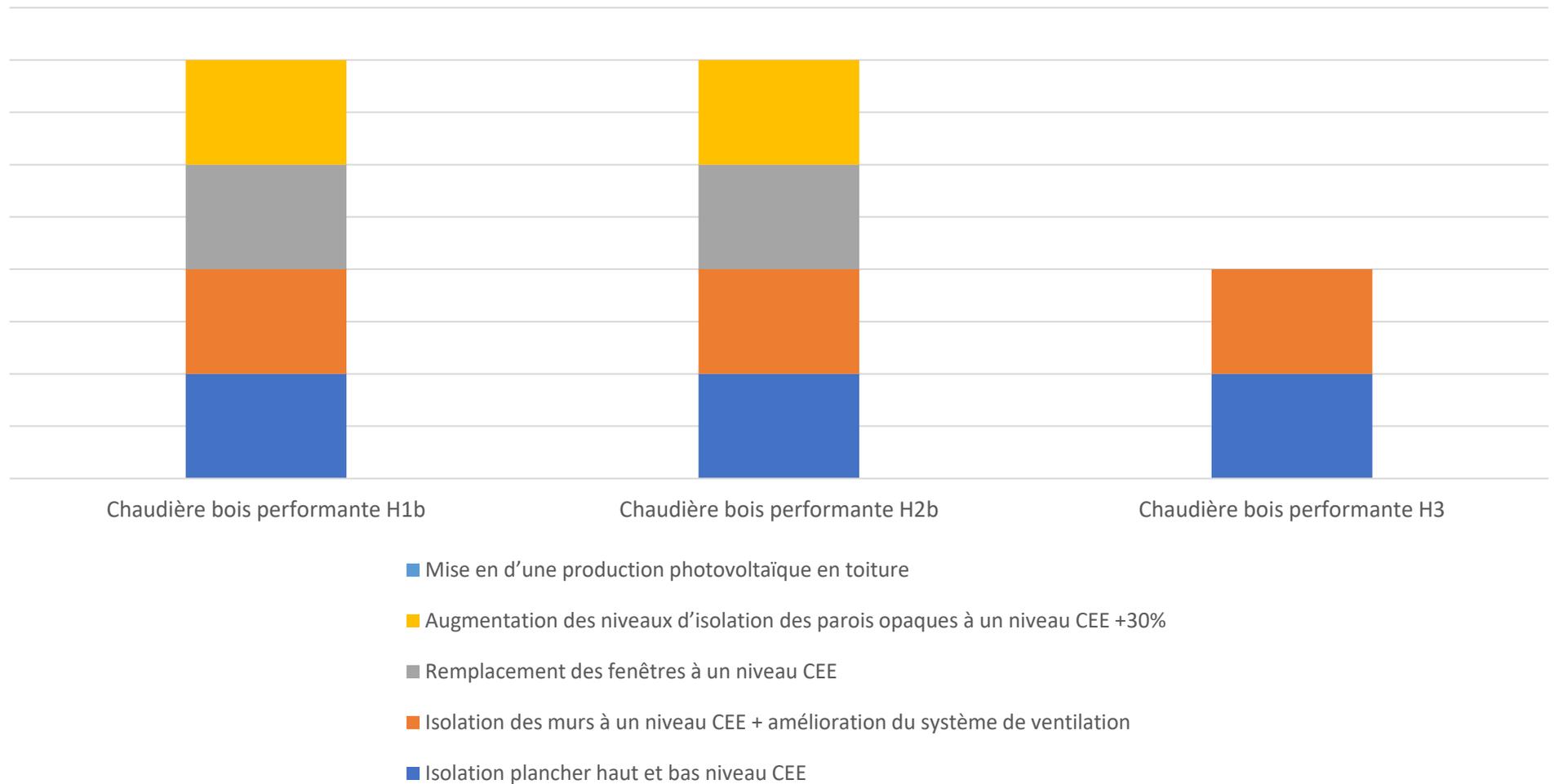
Pour la maison individuelle 1, en situation de référence poêle bois, l'atteinte du seuil HPE étudié avec le programme de travaux poêle bois performant + effet joule performant + CET n'est possible qu'en zone climatique H3. Les systèmes poêle bois performant + effet joule performant + CET ne parviennent pas à atteindre le seuil énergie de 150 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre HPE - MI2 - Poêle bois



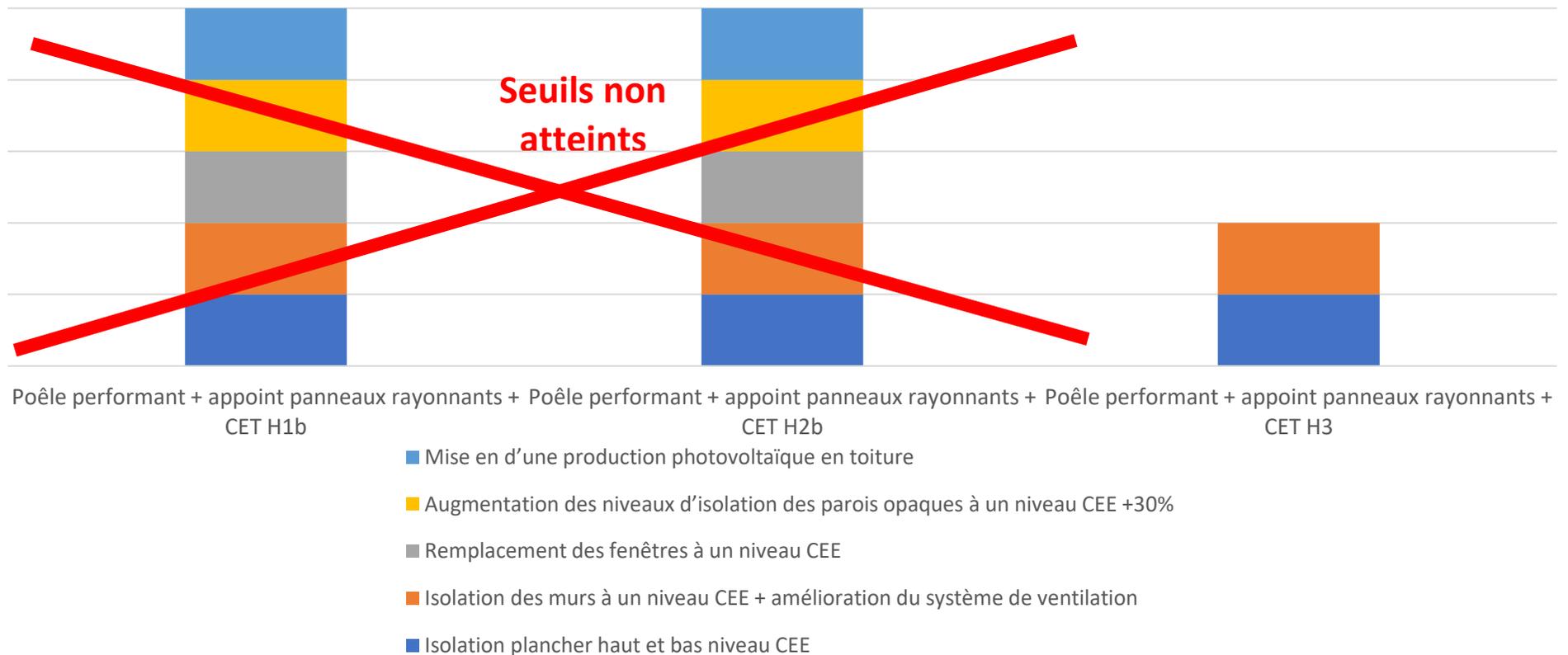
Pour la maison individuelle 2, en situation de référence poêle bois, l'atteinte du seuil HPE étudié avec le programme de travaux poêle bois performant + effet joule performant + CET n'est possible qu'en zone climatique H3. Les systèmes poêle bois performant + effet joule performant + CET ne parviennent pas à atteindre le seuil énergie de 150 kWh_{ep}/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre HPE - MI1 - Chaudière bois



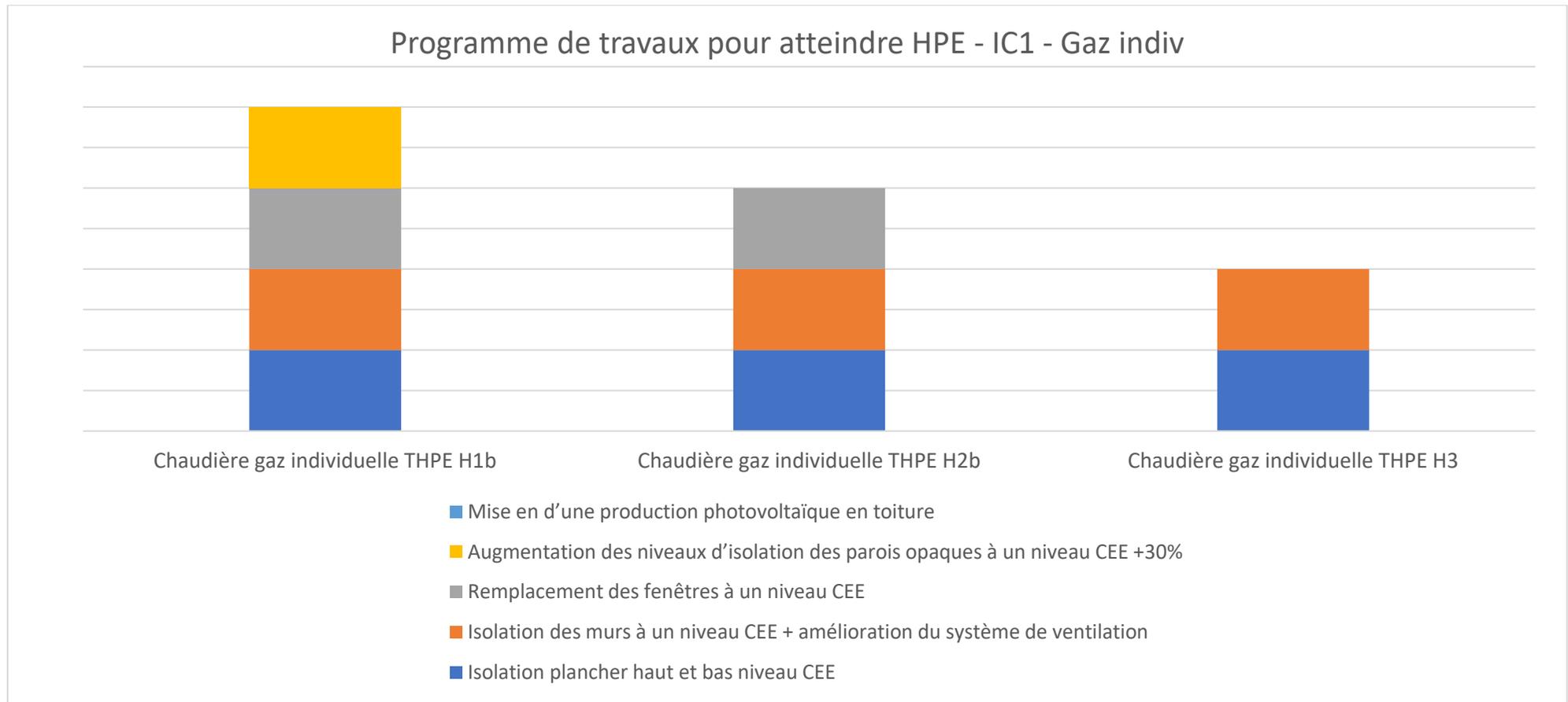
Pour la maison individuelle 1, en situation de référence chaudière bois, le programme de travaux avec système chaudière bois performante atteint le seuil HPE étudié dans toutes les zones climatiques. En zones climatiques H1b et H2b, un bouquet de travaux intégrant une isolation renforcée, le remplacement des fenêtres et l'amélioration de la ventilation est requis. En zone climatique H3, un programme de travaux moins complet est suffisant.

Programme de travaux pour atteindre HPE - MI2 - Chaudière bois



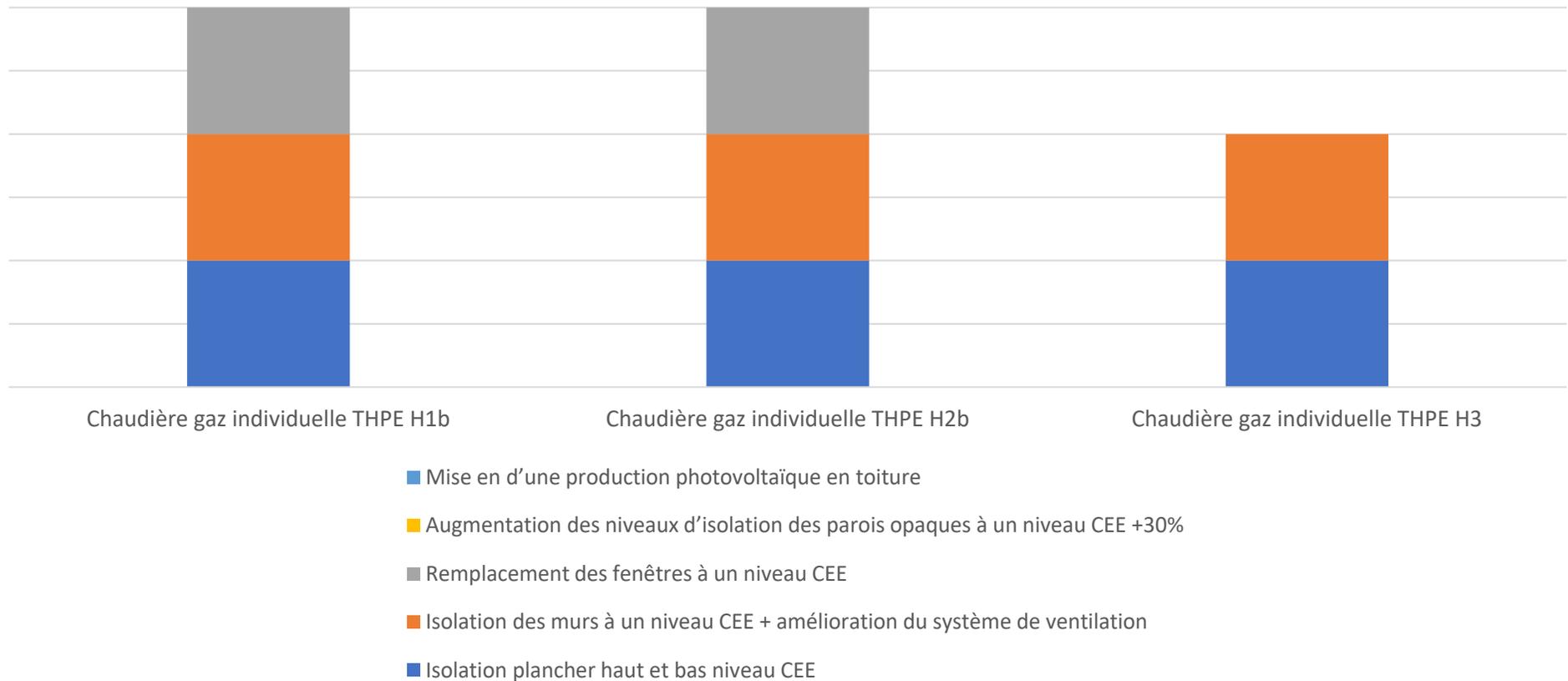
Pour la maison individuelle 2, en situation de référence chaudière bois, l'atteinte du seuil HPE étudié avec le programme de travaux avec système chaudière bois performante n'est possible qu'en zone climatique H3. Le système chaudière bois performante ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 150 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

2.4.2 HPE Rénovation, seuil pressenti : 150 kWhep/m².an – 15 kgeqco₂/m².an – Immeuble collectif



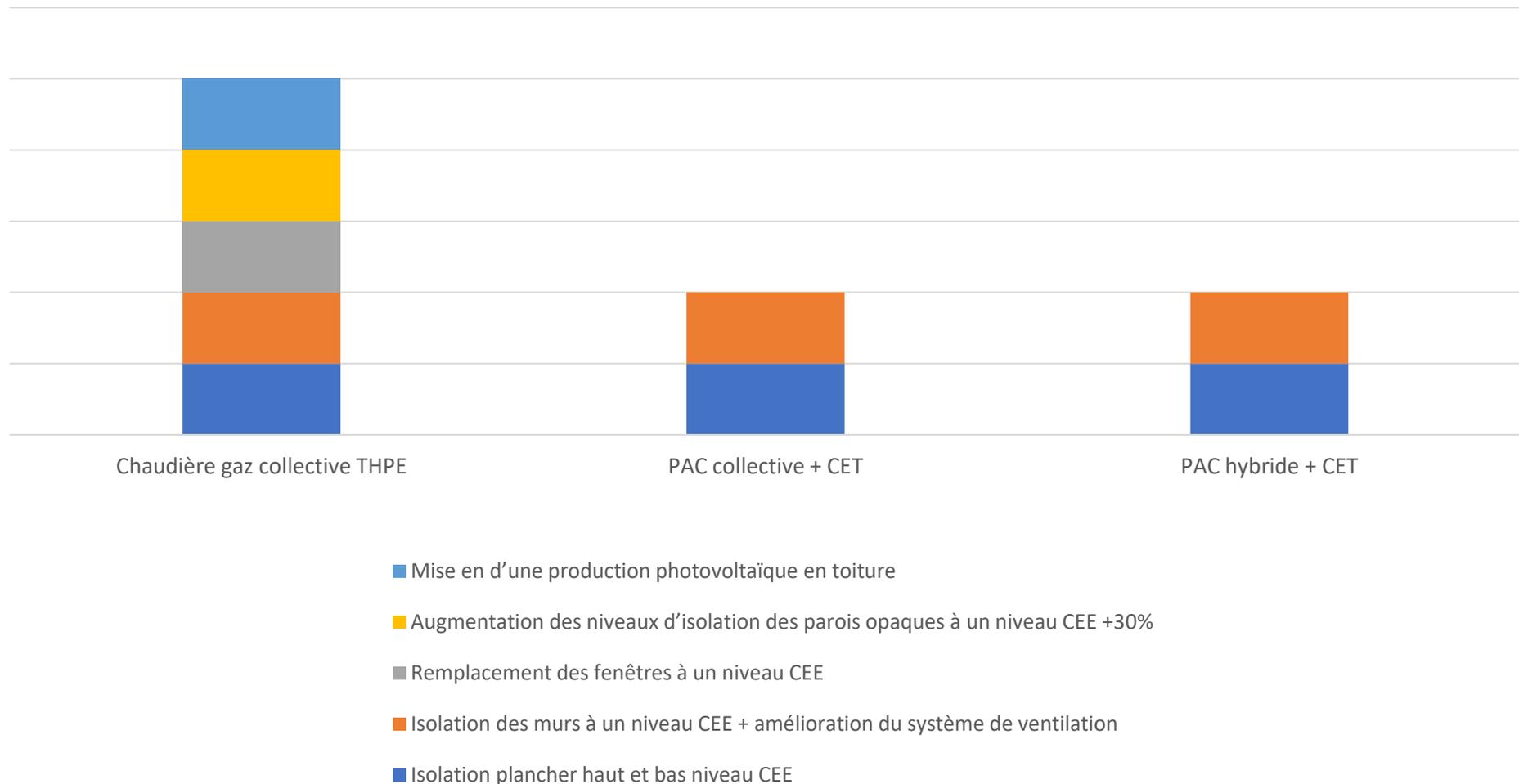
Pour l'immeuble collectif 1, en situation de référence chaudières gaz individuelles, le programme de travaux avec système chaudières gaz individuelles THPE atteint le seuil HPE étudié dans toutes les zones climatiques. En zone climatique H1b, un bouquet de travaux intégrant une isolation renforcée, le remplacement des fenêtres et l'amélioration de la ventilation est requis. En zones climatiques H2b et H3, un programme de travaux moins complet est suffisant.

Programme de travaux pour atteindre HPE - IC2 - Gaz indiv



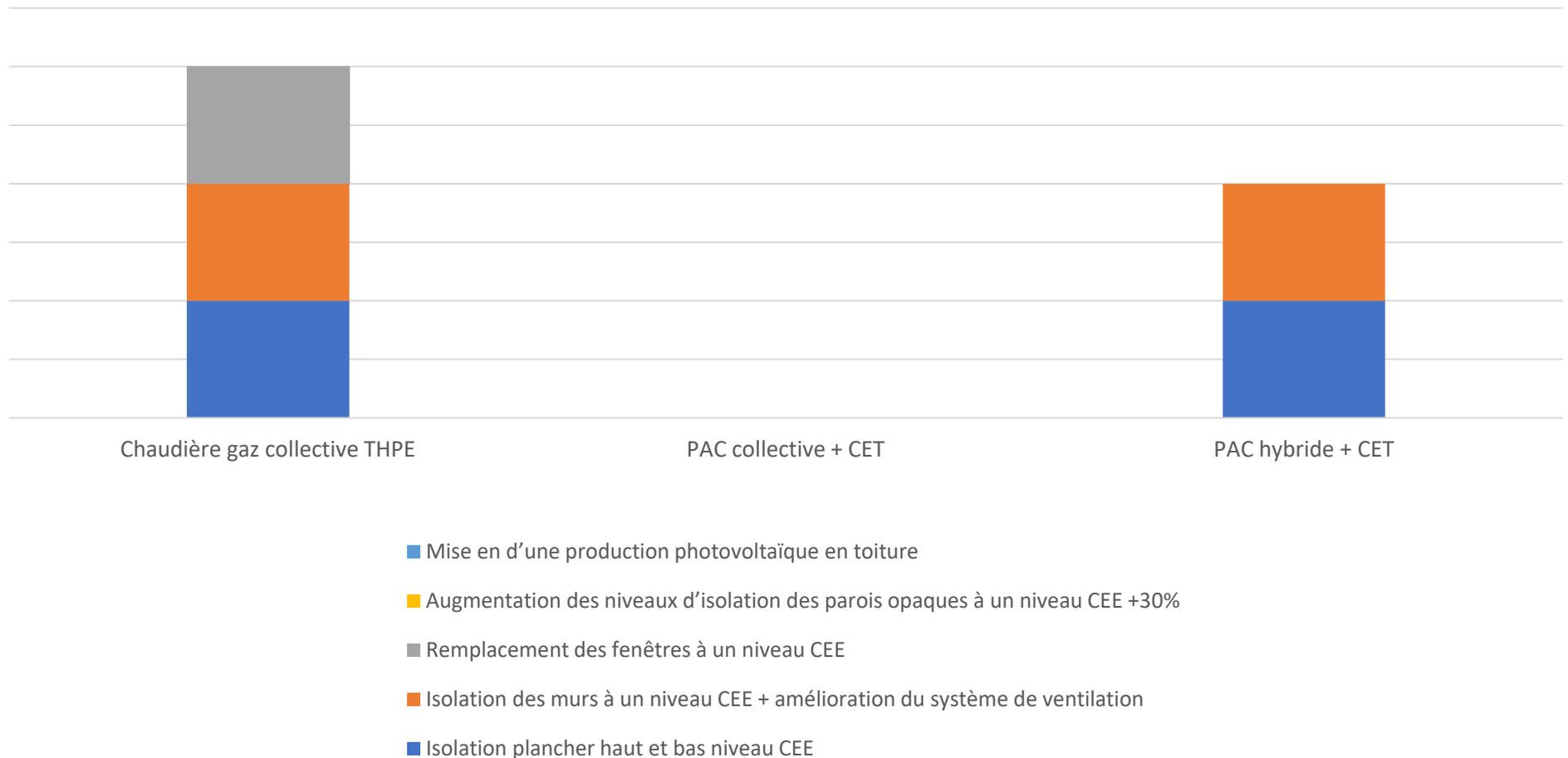
Pour l'immeuble collectif 2, en situation de référence chaudières gaz individuelles, le programme de travaux avec système chaudières gaz individuelles THPE atteint le seuil HPE étudié dans toutes les zones climatiques. En zones climatiques H1b et H2b, un bouquet de travaux intégrant une isolation complète niveau CEE, le remplacement des fenêtres et l'amélioration de la ventilation est requis. En zone climatique H3, un programme de travaux moins complet est suffisant.

Programme de travaux pour atteindre HPE - IC1 et IC2 - Gaz coll - H1b et H2b



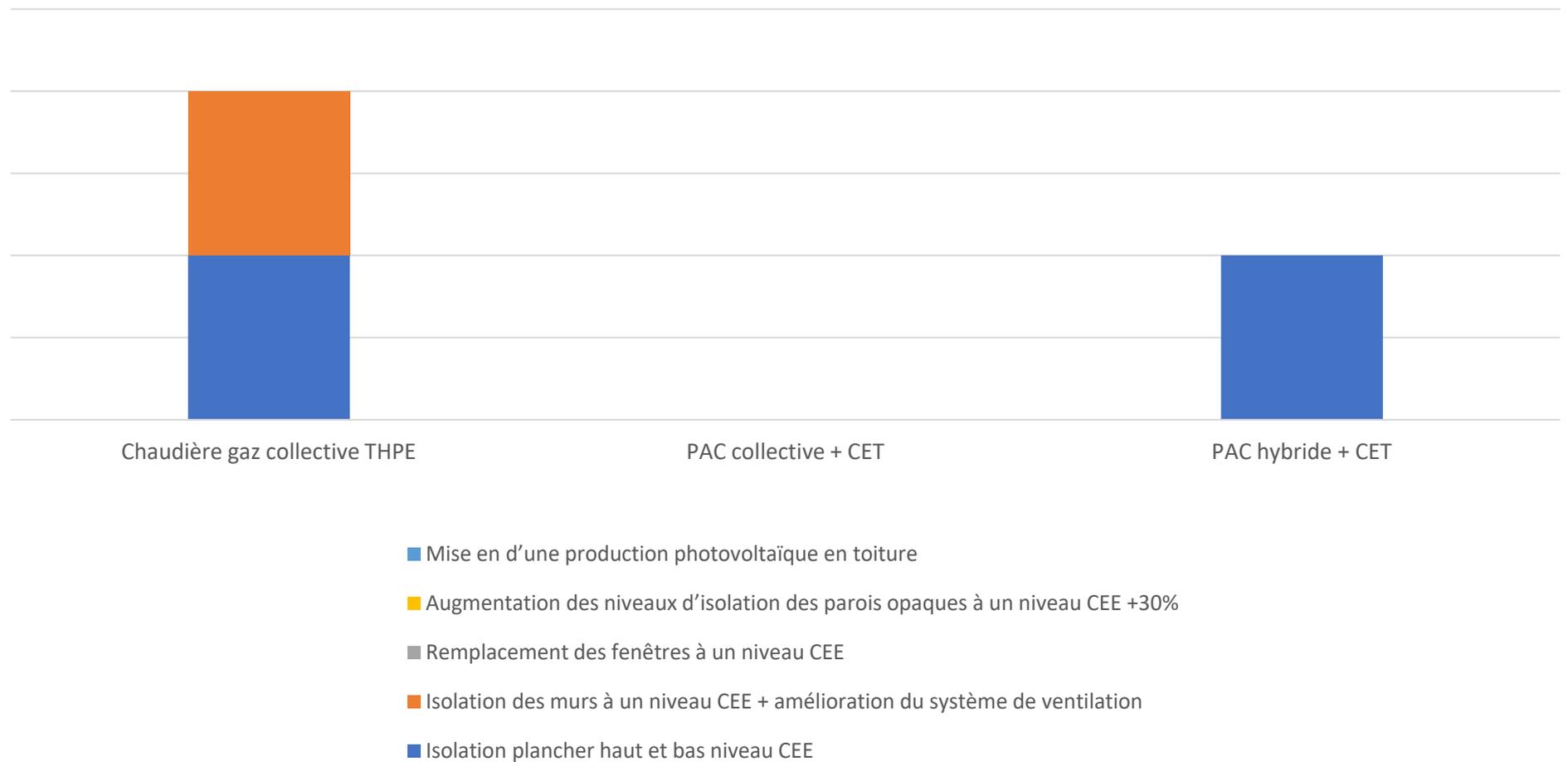
Pour l'immeuble collectif 1 et l'immeuble collectif 2, en situation de référence gaz collectif, en zones climatiques H1b et H2b, les programmes de travaux avec systèmes PAC et PAC hybride atteignent le seuil HPE étudié avec un bouquet de travaux intégrant l'isolation des parois opaques niveau CEE et l'amélioration de la ventilation, et le programme de travaux avec système chaudière gaz THPE atteint le seuil HPE étudié avec un bouquet de travaux intégrant une isolation renforcée, le remplacement des fenêtres et l'amélioration de la ventilation.

Programme de travaux pour atteindre HPE - IC1 - Gaz coll - H3



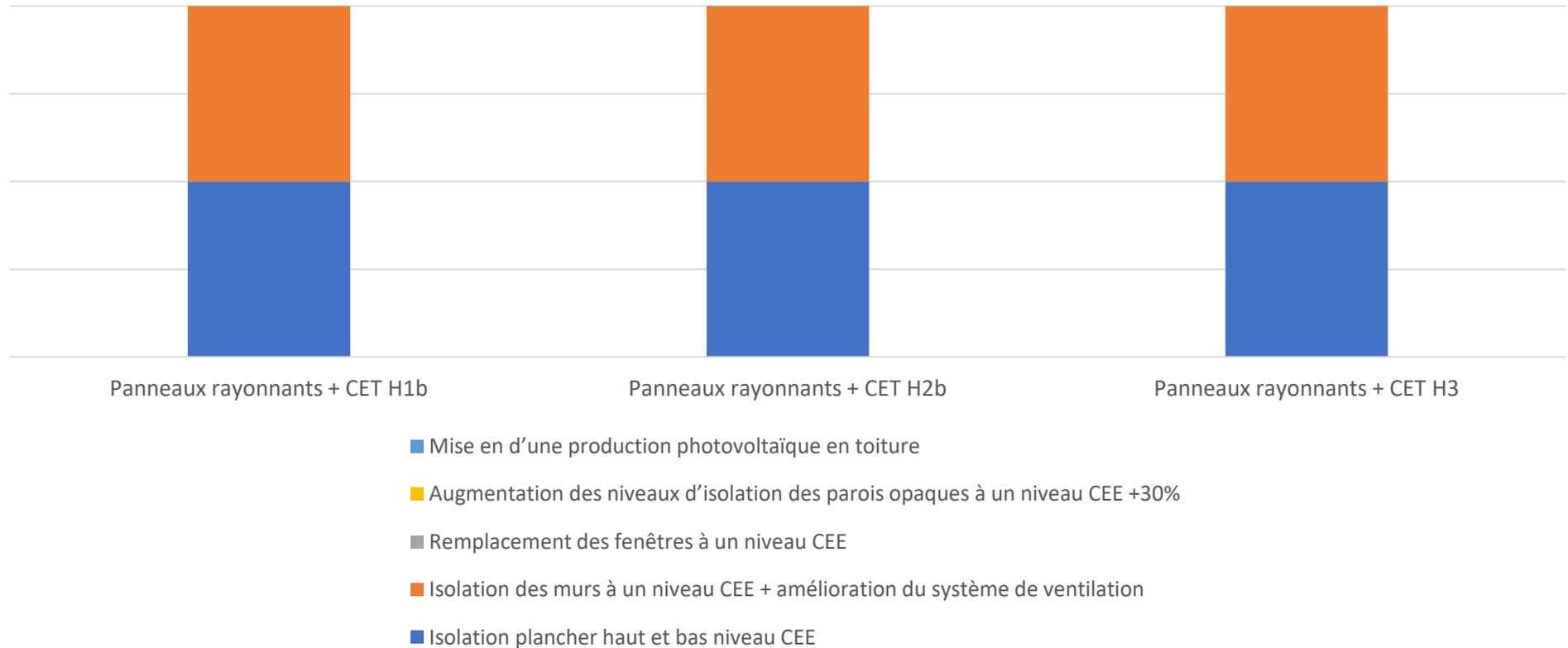
Pour l'immeuble collectif 1, en situation de référence gaz collectif, en zone climatique H3, le programme de travaux avec système PAC atteint le seuil HPE étudié sans aucune prestation d'isolation. Les autres bouquets nécessitent a minima l'isolation des parois opaques niveau CEE et l'amélioration de la ventilation.

Programme de travaux pour atteindre HPE - IC2 - Gaz coll - H3



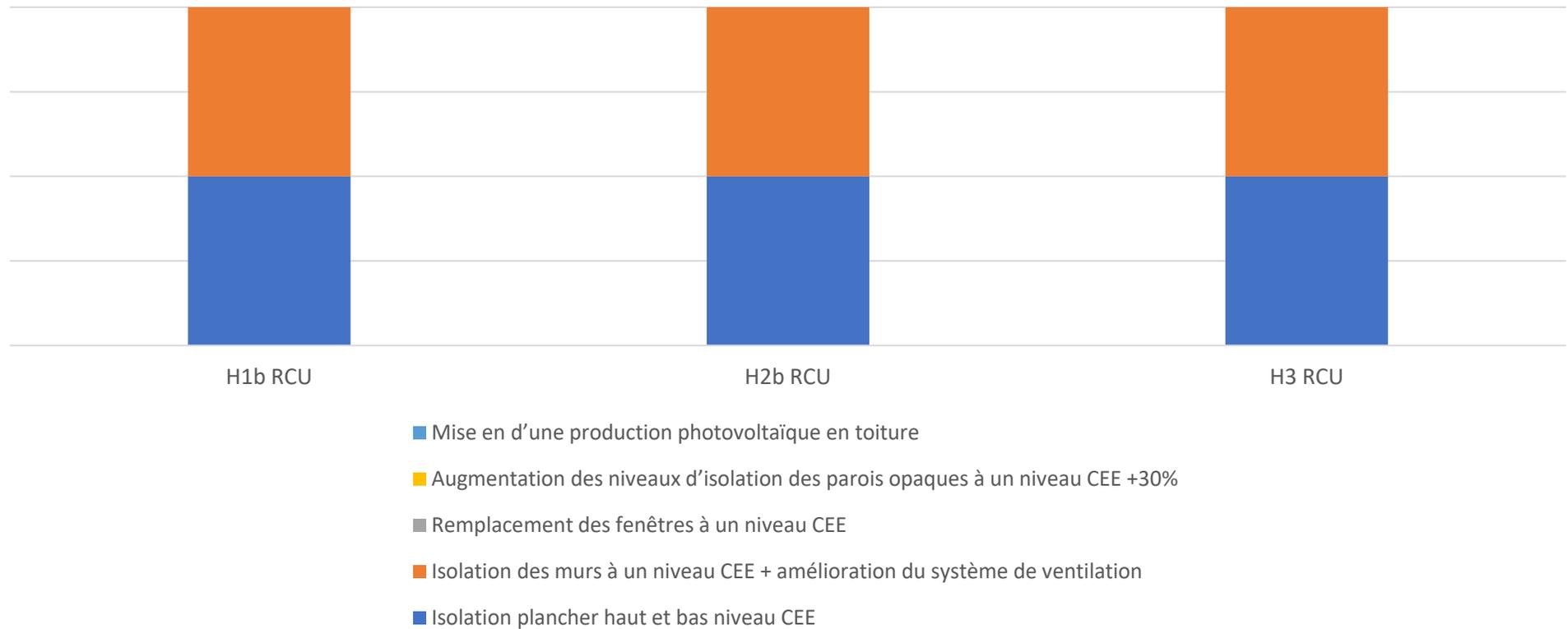
Pour l'immeuble collectif 2, en situation de référence gaz collectif, en zone climatique H3, le programme de travaux avec système PAC atteint le seuil HPE étudié sans aucune prestation d'isolation. Les autres bouquets nécessitent a minima l'isolation des planchers haut et bas niveau CEE.

Programme de travaux pour atteindre HPE - IC1 et IC2 - Elec



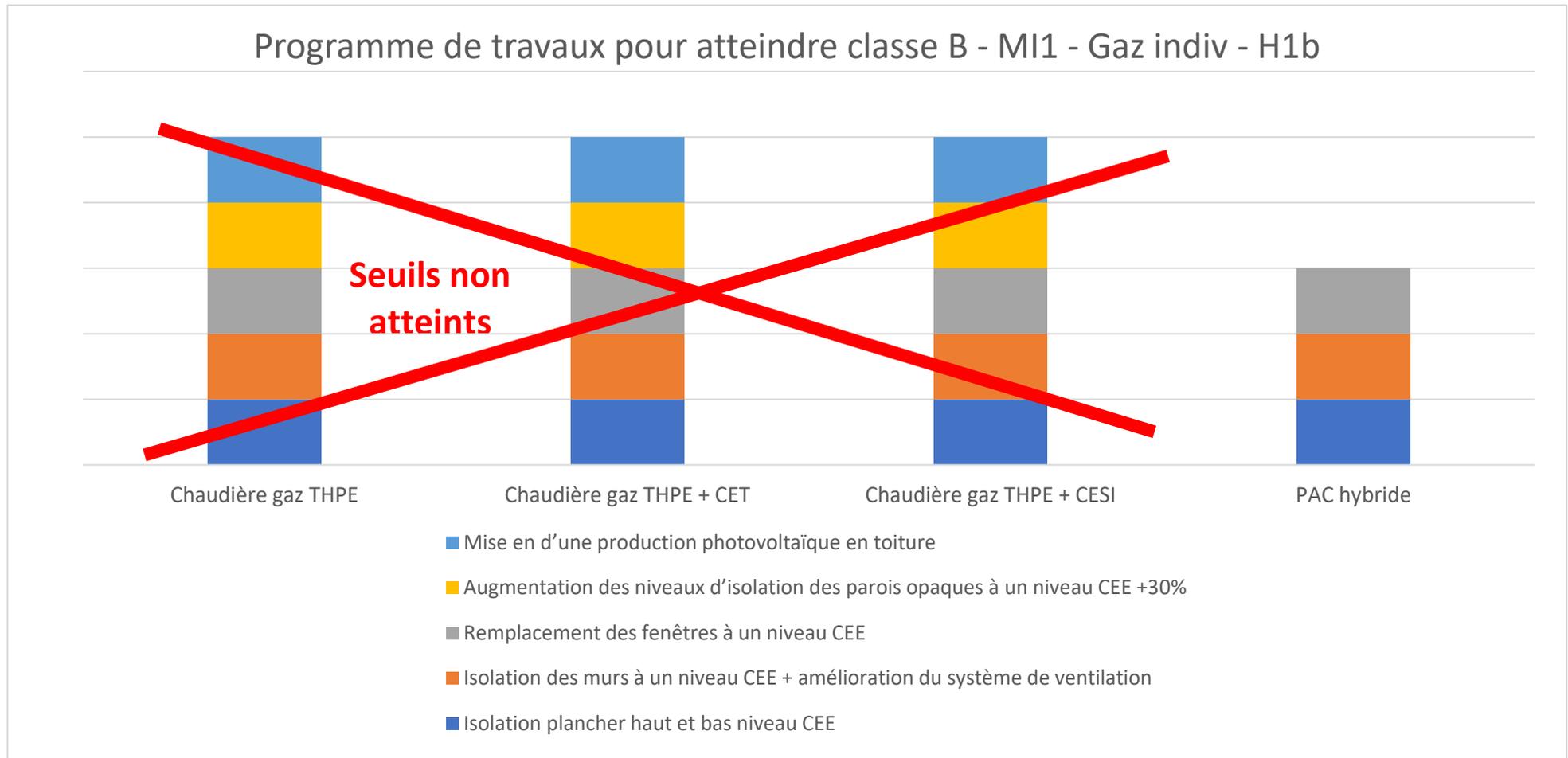
Pour l'immeuble collectif 1 et l'immeuble collectif 2, en situation de référence effet joule, le programme de travaux avec effet joule performant + CET atteint le seuil HPE étudié dans toutes les zones climatiques avec l'isolation des parois opaques niveau CEE et l'amélioration de la ventilation.

Programme de travaux pour atteindre HPE - IC1 et IC2 - RCU



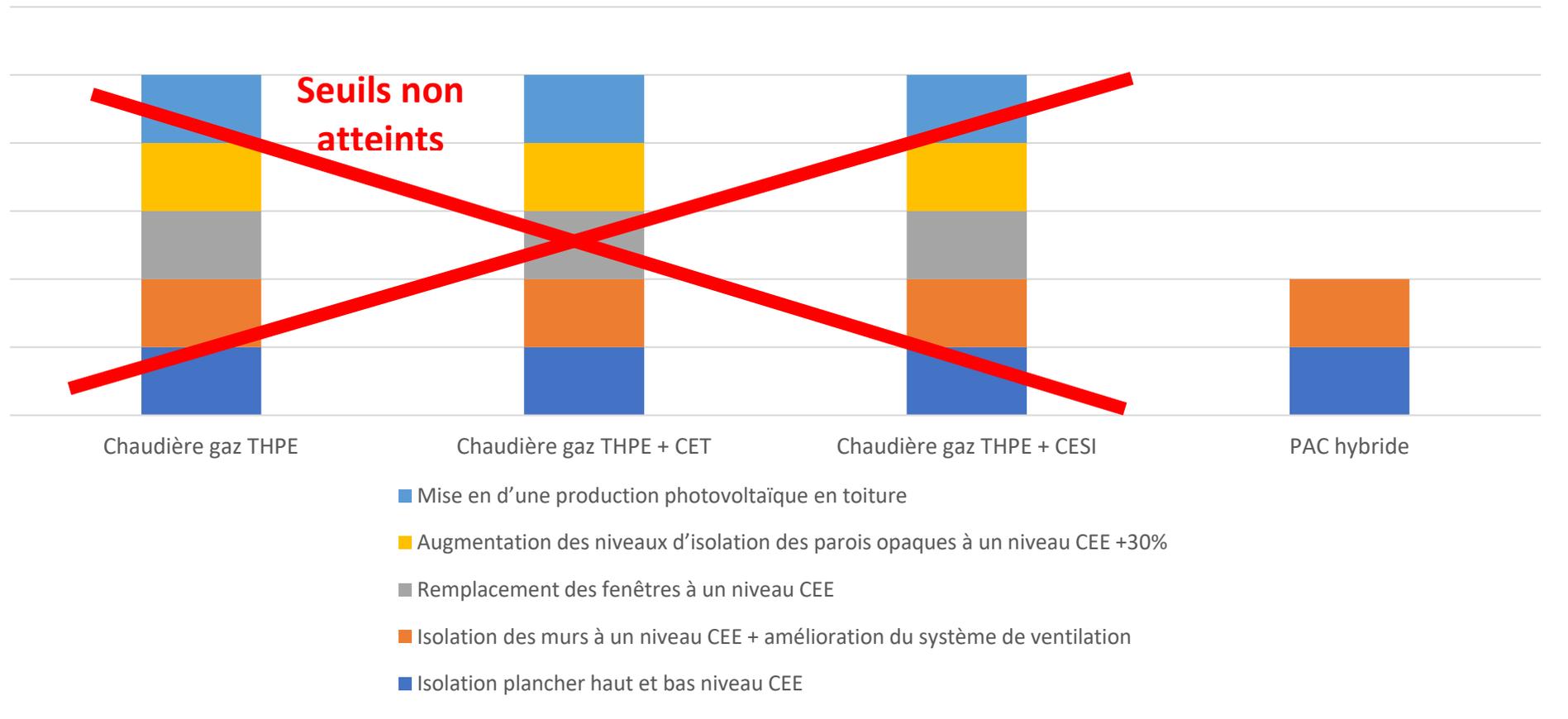
Pour l'immeuble collectif 1 et l'immeuble collectif 2, en situation de référence RCU, le programme de travaux avec RCU atteint le seuil HPE étudié dans toutes les zones climatiques avec l'isolation des parois opaques niveau CEE et l'amélioration de la ventilation.

2.4.3 Classe B, seuil pressenti BBC Rénovation : 110 kWhep/m².an – 11 kgeqco₂/m².an – Maison individuelle



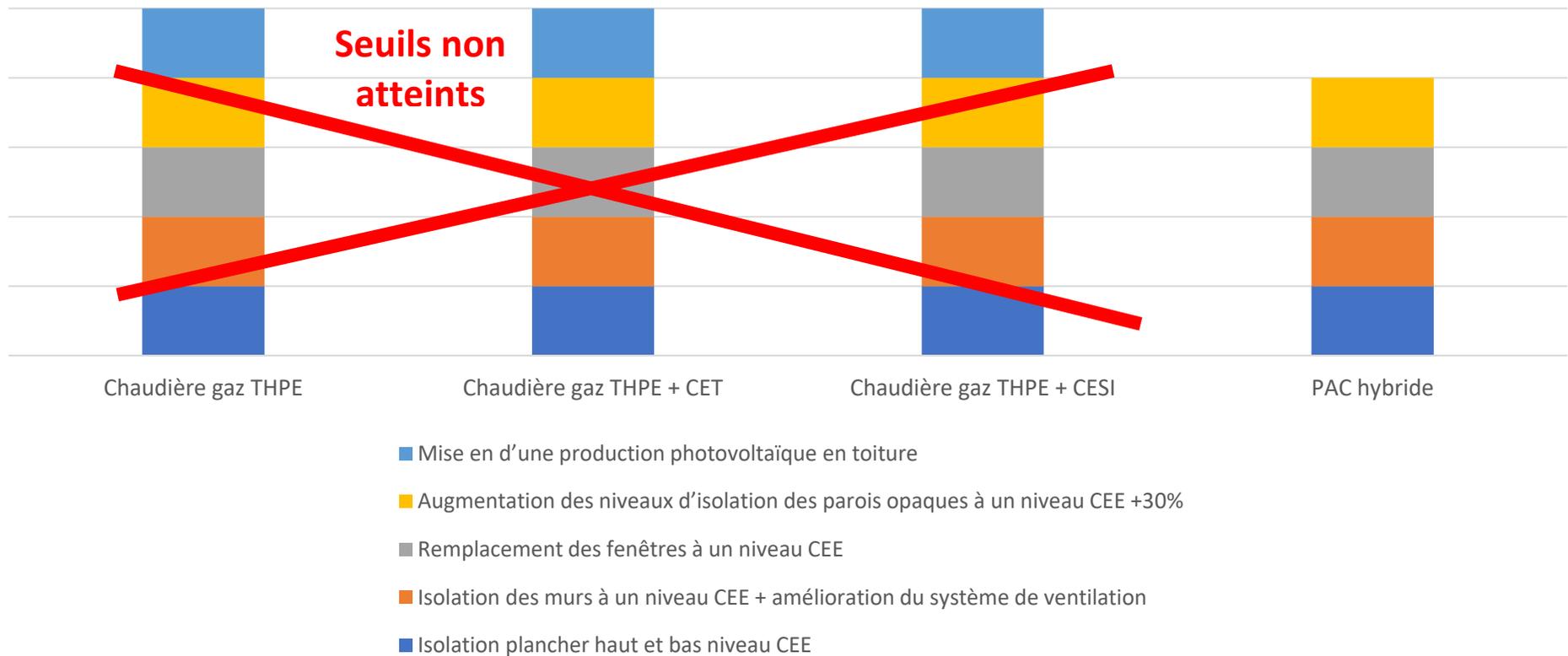
Pour la maison individuelle 1, en situation de référence gaz, en zone climatique H1b, le programme de travaux avec le système PAC hybride est le seul permettant d'atteindre le seuil classe B étudié. Les systèmes de chauffage 100% gaz ne parviennent pas à atteindre le seuil carbone de 11 kgeqco₂/m².an.

Programme de travaux pour atteindre classe B - MI1 - Gaz indiv - H2b



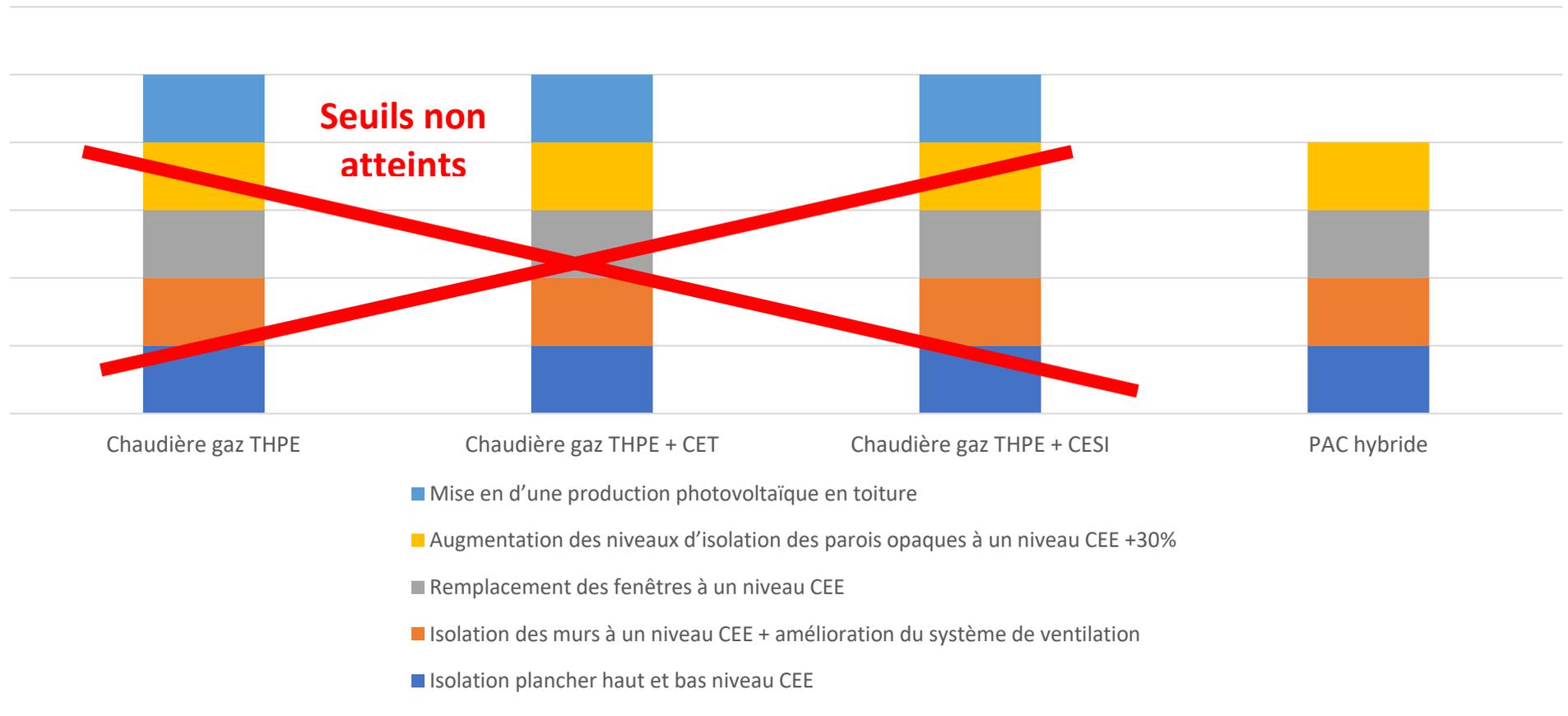
Pour la maison individuelle 1, en situation de référence gaz, en zone climatique H2b, le programme de travaux avec le système PAC hybride est le seul permettant d'atteindre le seuil classe B étudié. Les systèmes de chauffage 100% gaz ne parviennent pas à atteindre le seuil carbone de 11 kgeqco2/m².an.

Programme de travaux pour atteindre classe B - MI2 - Gaz indiv - H1b

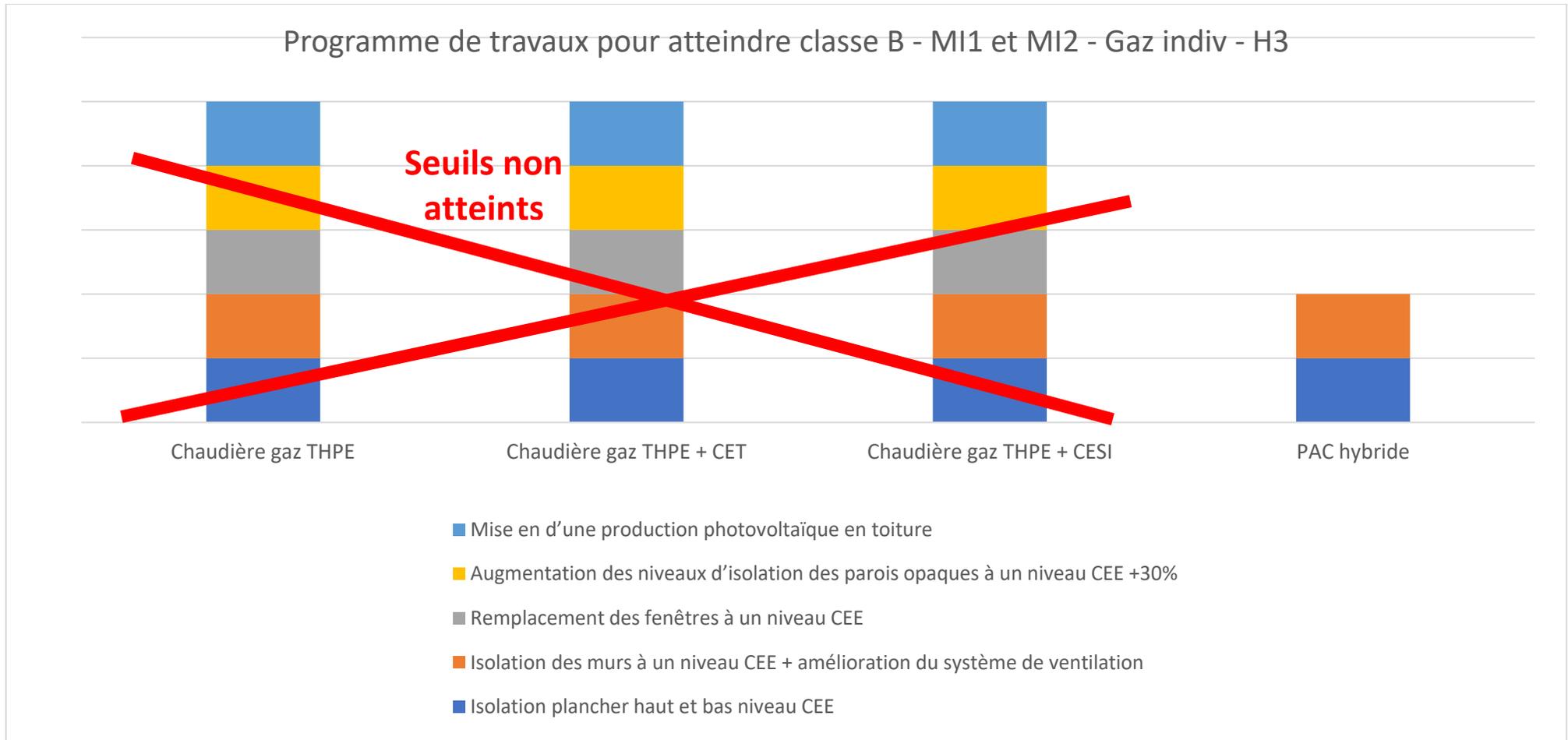


Pour la maison individuelle 2, en situation de référence gaz, en zone climatique H1b, le programme de travaux avec le système PAC hybride est le seul permettant d'atteindre le seuil classe B étudié. Les systèmes de chauffage 100% gaz ne parviennent pas à atteindre le seuil carbone de 11 kgeqco2/m².an.

Programme de travaux pour atteindre classe B - MI2 - Gaz indiv - H2b

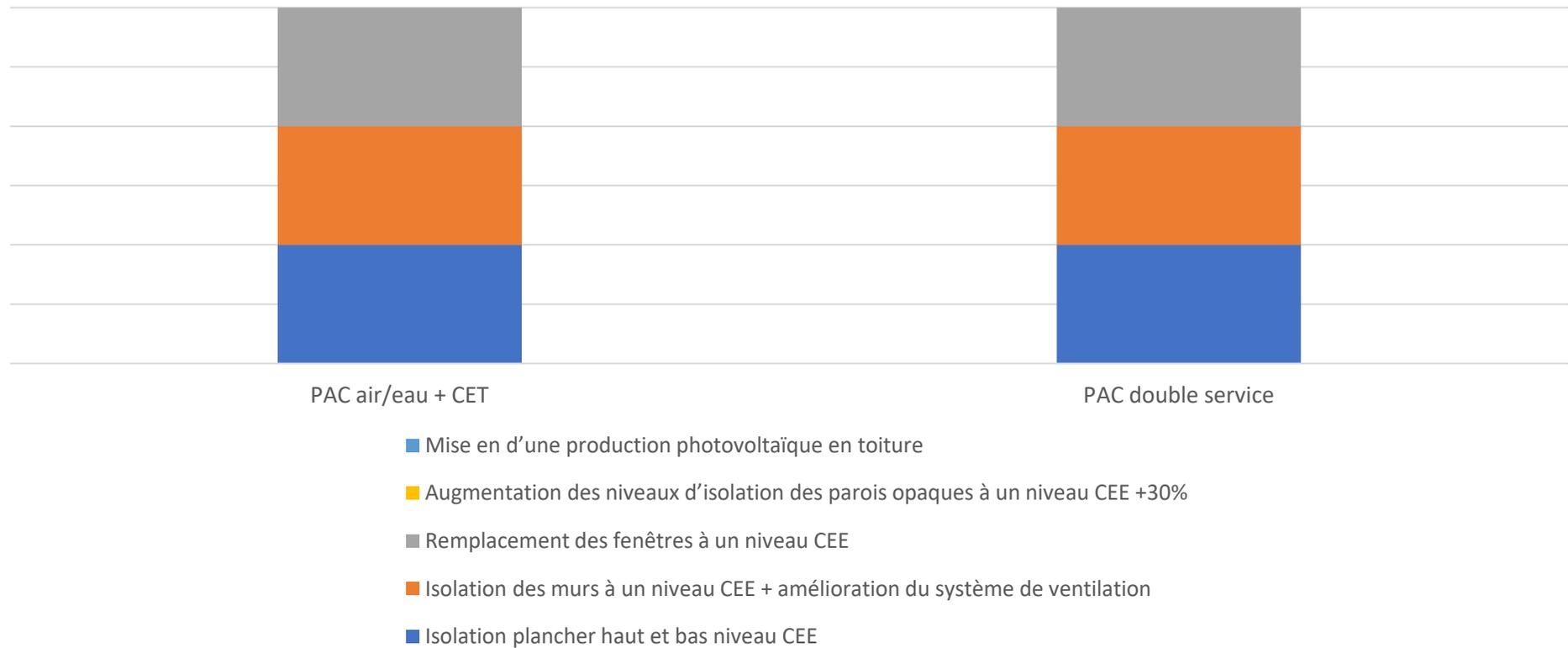


Pour la maison individuelle 1, en situation de référence gaz, en zone climatique H2b, le programme de travaux avec le système PAC hybride est le seul permettant d'atteindre le seuil classe B étudié. Les systèmes de chauffage 100% gaz ne parviennent pas à atteindre le seuil carbone de 11 kgeqco2/m².an.



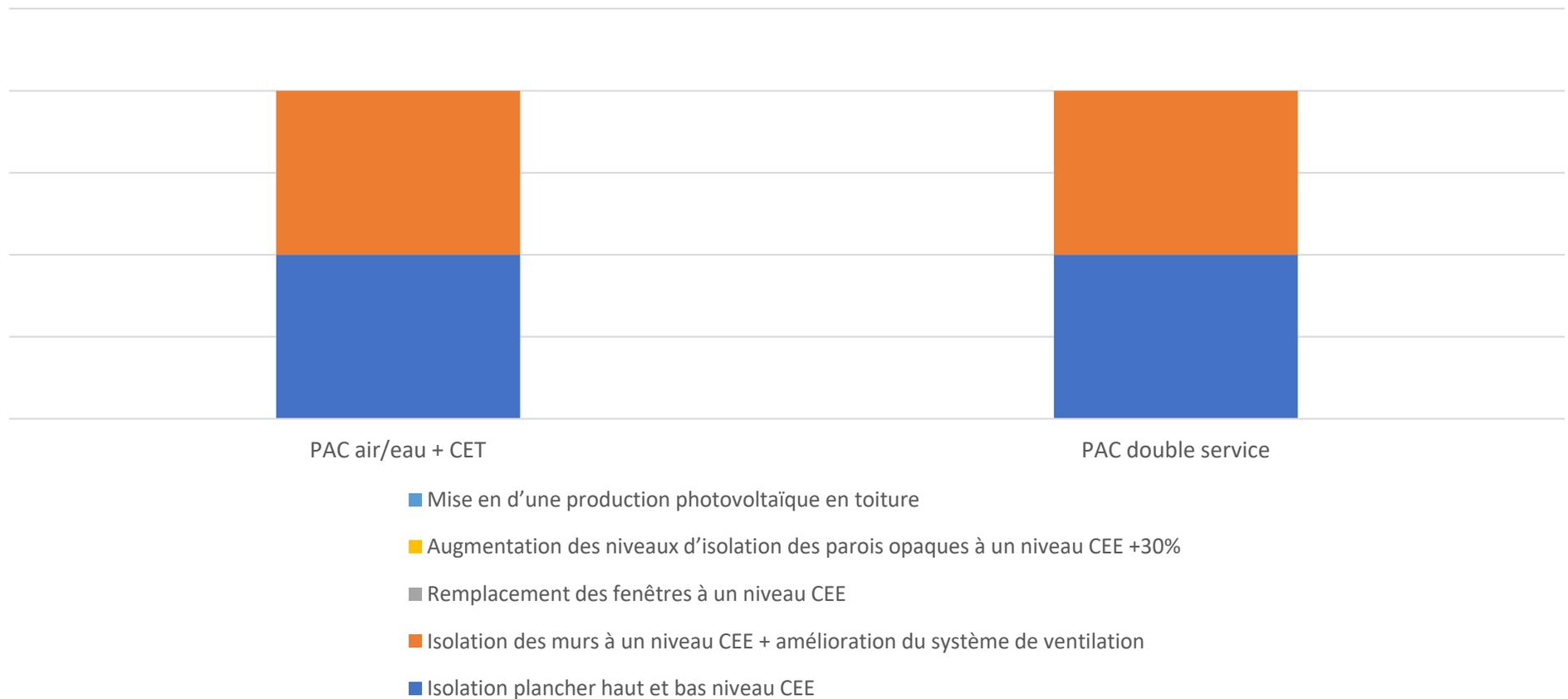
Pour la maison individuelle 1 et la maison individuelle 2, en situation de référence gaz, en zone climatique H3, le programme de travaux avec le système PAC hybride est le seul permettant d'atteindre le seuil classe B étudié. Les systèmes de chauffage 100% gaz ne parviennent pas à atteindre le seuil carbone de 11 kgeqco2/m².an.

Programme de travaux pour atteindre classe B - MI1 - Fioul - H1b



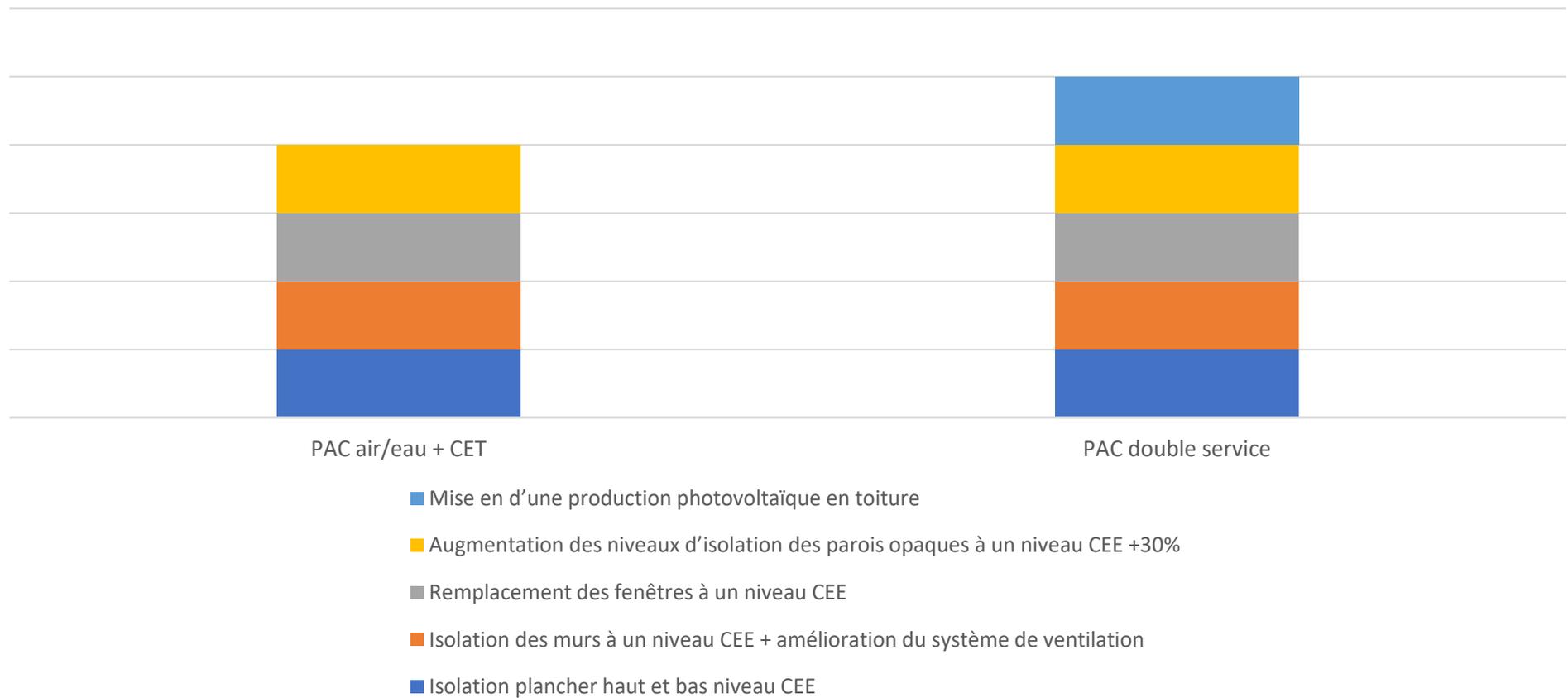
Pour la maison individuelle 1, en situation de référence fioul, en zone climatique H1b, les programmes de travaux avec systèmes PAC atteignent le seuil classe B étudié avec un bouquet de travaux intégrant l'isolation des parois opaques et vitrées niveau CEE et l'amélioration de la ventilation.

Programme de travaux pour atteindre classe B - MI1 - Fioul - H2b et H3



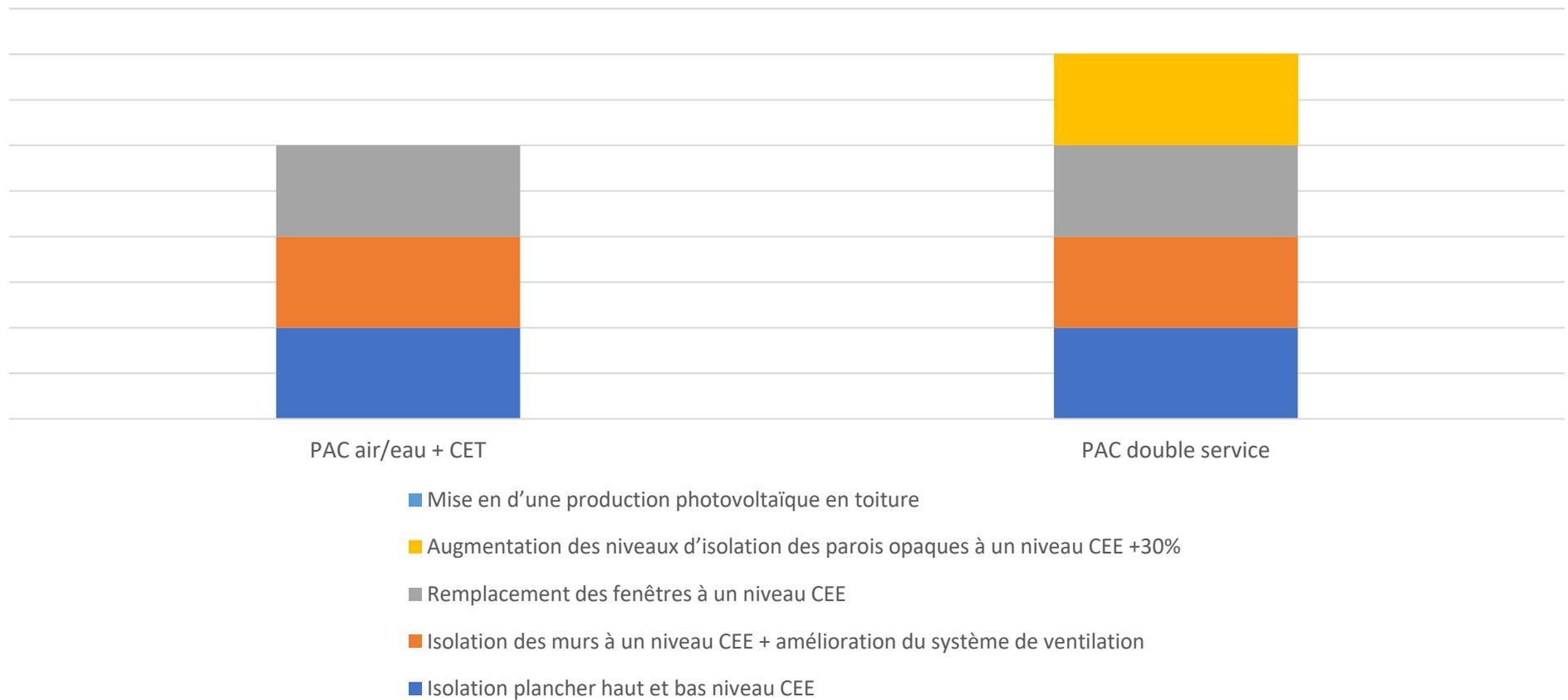
Pour la maison individuelle 1, en situation de référence fioul, en zones climatiques H2b et H3, les programmes de travaux avec systèmes PAC atteignent le seuil classe B étudié avec un bouquet de travaux intégrant l'isolation des parois opaques niveau CEE et l'amélioration de la ventilation.

Programme de travaux pour atteindre classe B - MI2 - Fioul - H1b



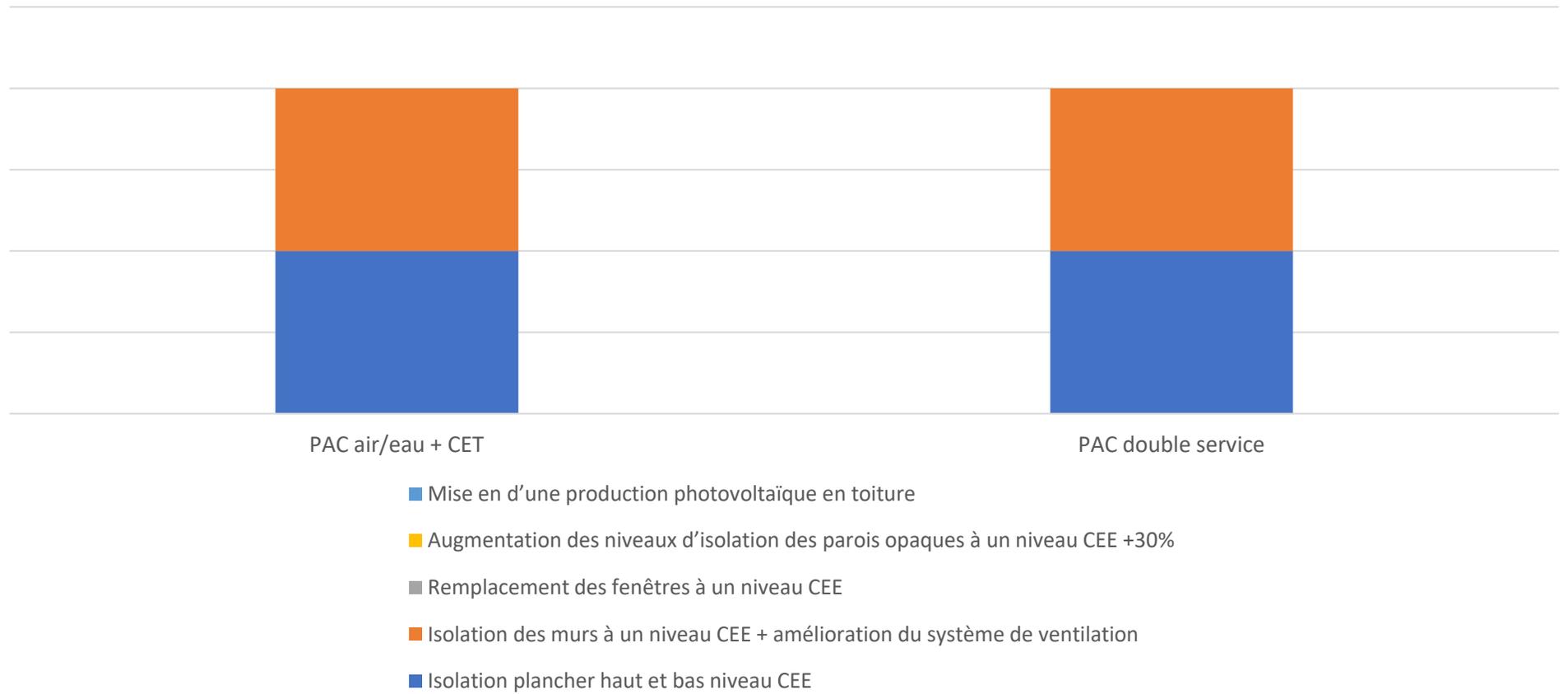
Pour la maison individuelle 2, en situation de référence fioul, en zone climatique H1b, les programmes de travaux avec systèmes PAC atteignent le seuil classe B étudié avec un bouquet de travaux intégrant a minima l'isolation renforcée des parois opaques, le remplacement des fenêtres et l'amélioration de la ventilation.

Programme de travaux pour atteindre classe B - MI2 - Fioul - H2b



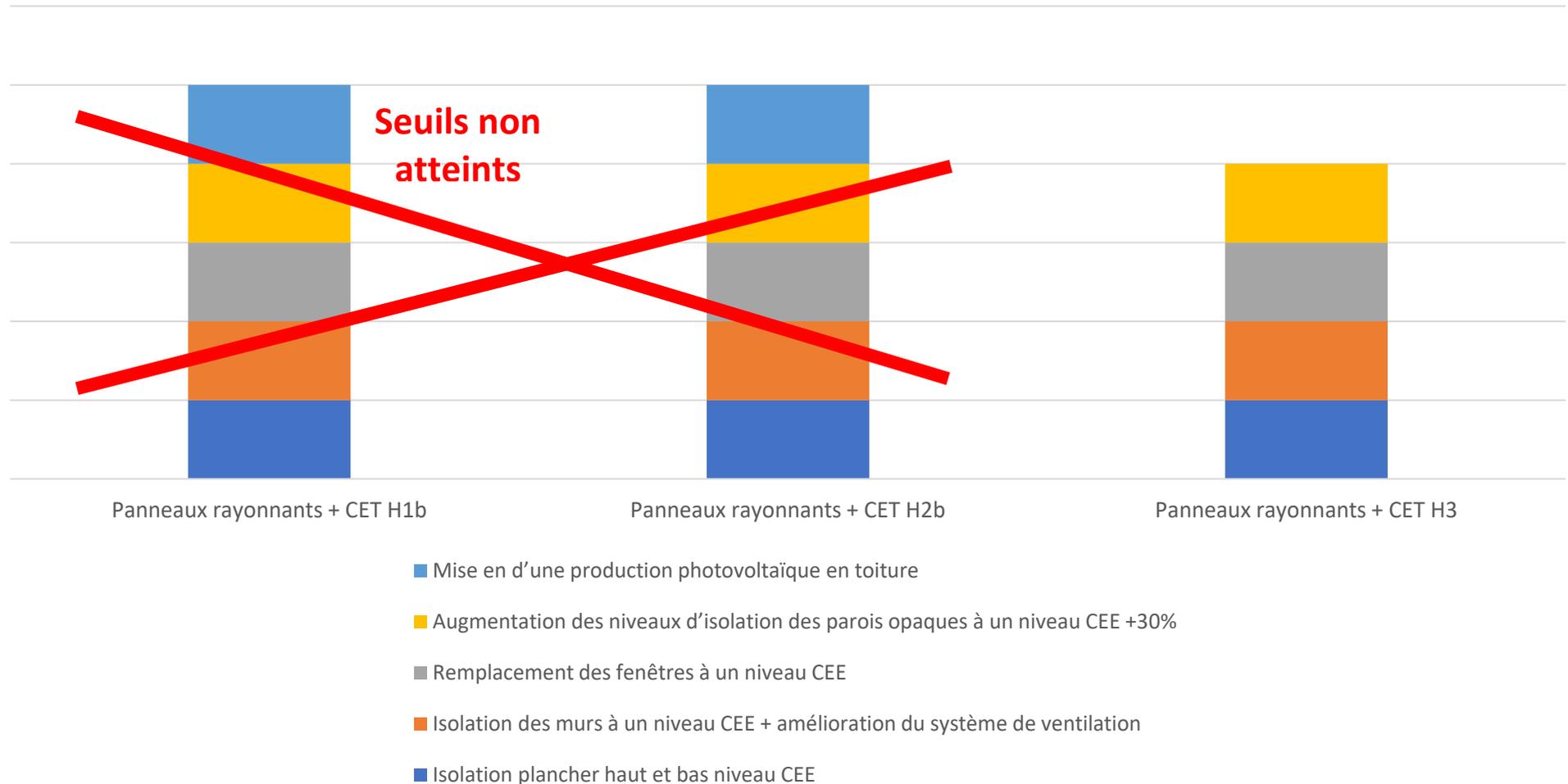
Pour la maison individuelle 2, en situation de référence fioul, en zone climatique H2b, les programmes de travaux avec systèmes PAC atteignent le seuil classe B étudié avec un bouquet de travaux intégrant a minima l'isolation des parois opaques niveau CEE, le remplacement des fenêtres et l'amélioration de la ventilation.

Programme de travaux pour atteindre classe B - MI2 - Fioul - H3



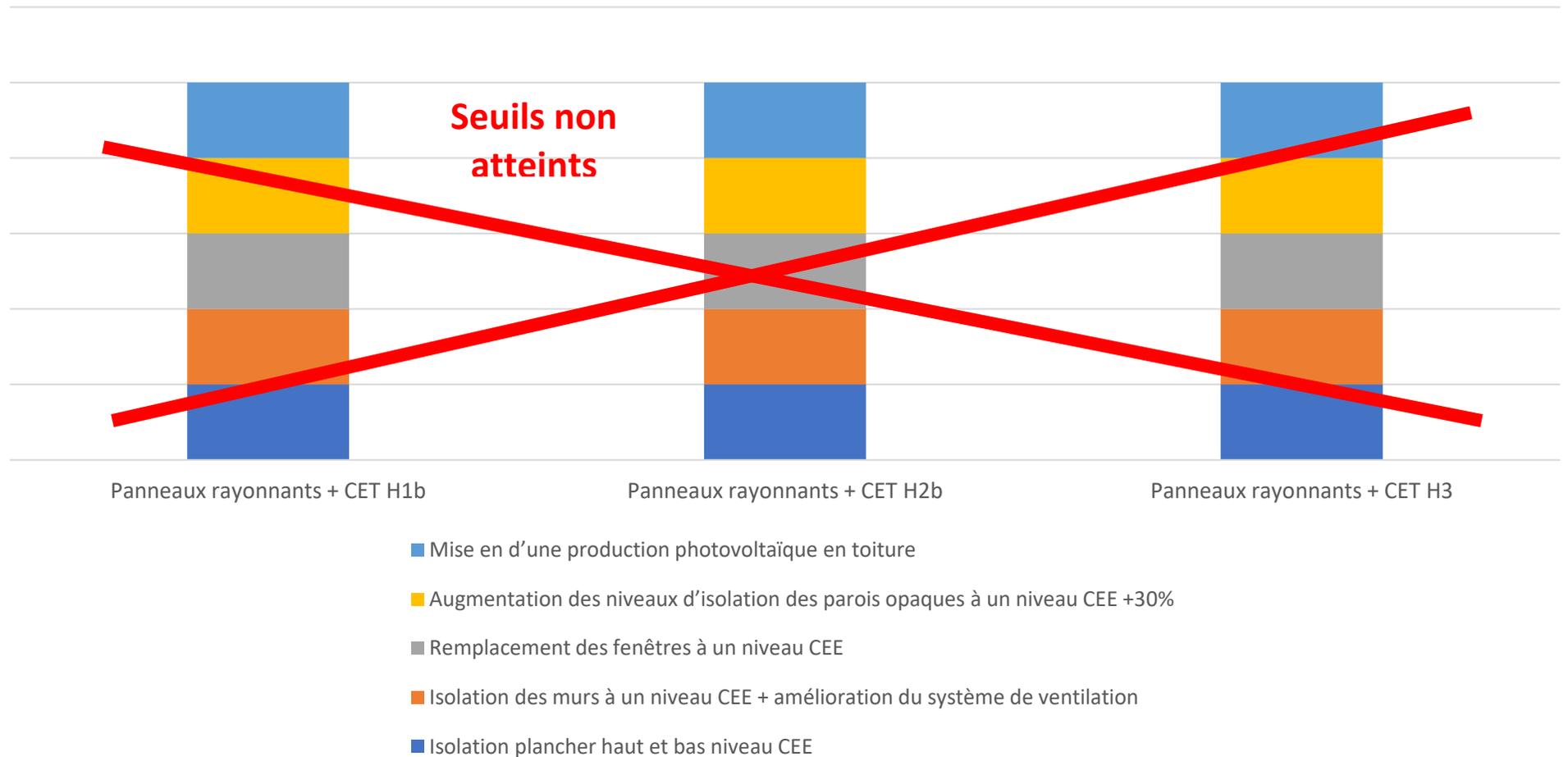
Pour la maison individuelle 2, en situation de référence fioul, en zone climatique H3, les programmes de travaux avec systèmes PAC atteignent le seuil classe B étudié avec un bouquet de travaux intégrant l'isolation des parois opaques niveau CEE et l'amélioration de la ventilation.

Programme de travaux pour atteindre classe B - MI1 - Elec



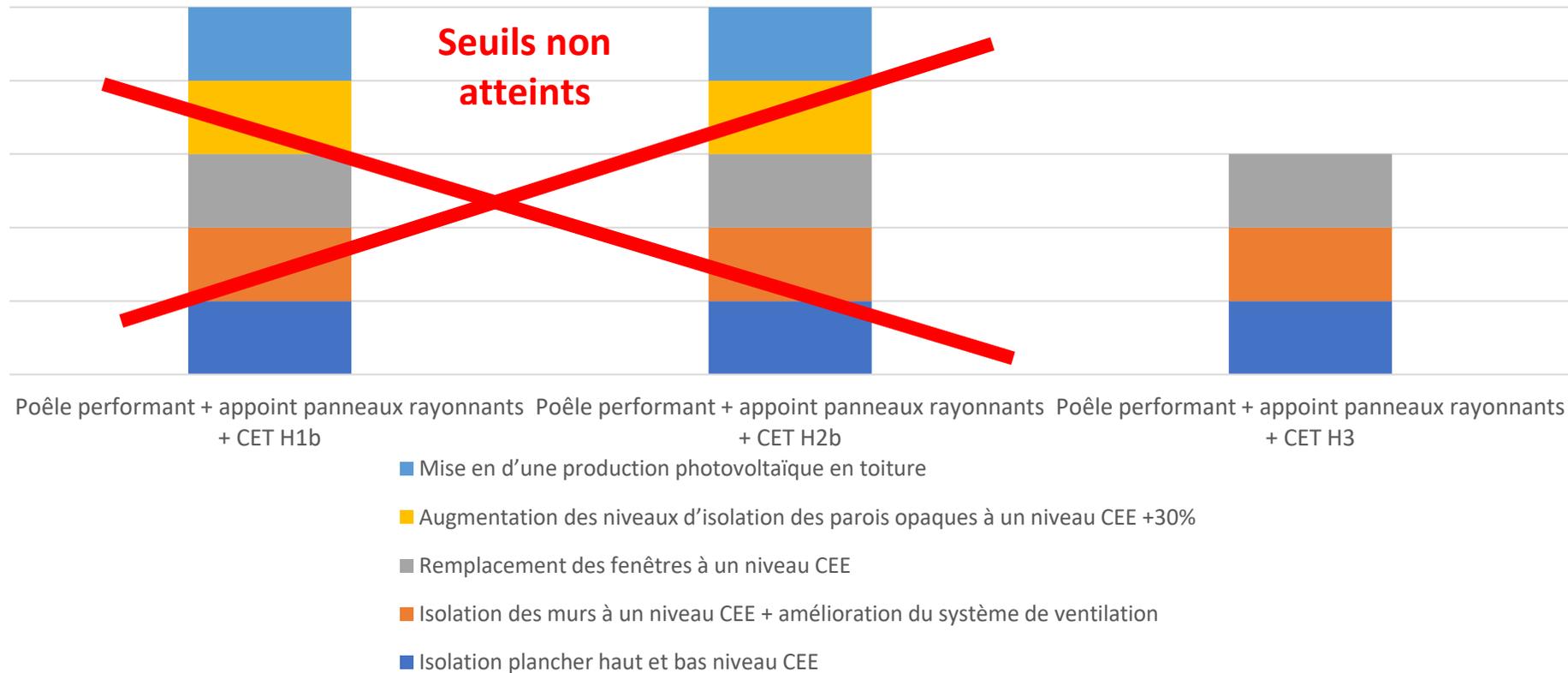
Pour la maison individuelle 1, en situation de référence effet joule, l'atteinte du seuil classe B étudié avec le programme de travaux avec système effet joule performant + CET n'est possible qu'en zone climatique H3. Le système effet joule performant + CET ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 110 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre classe B - Classe B - Elec



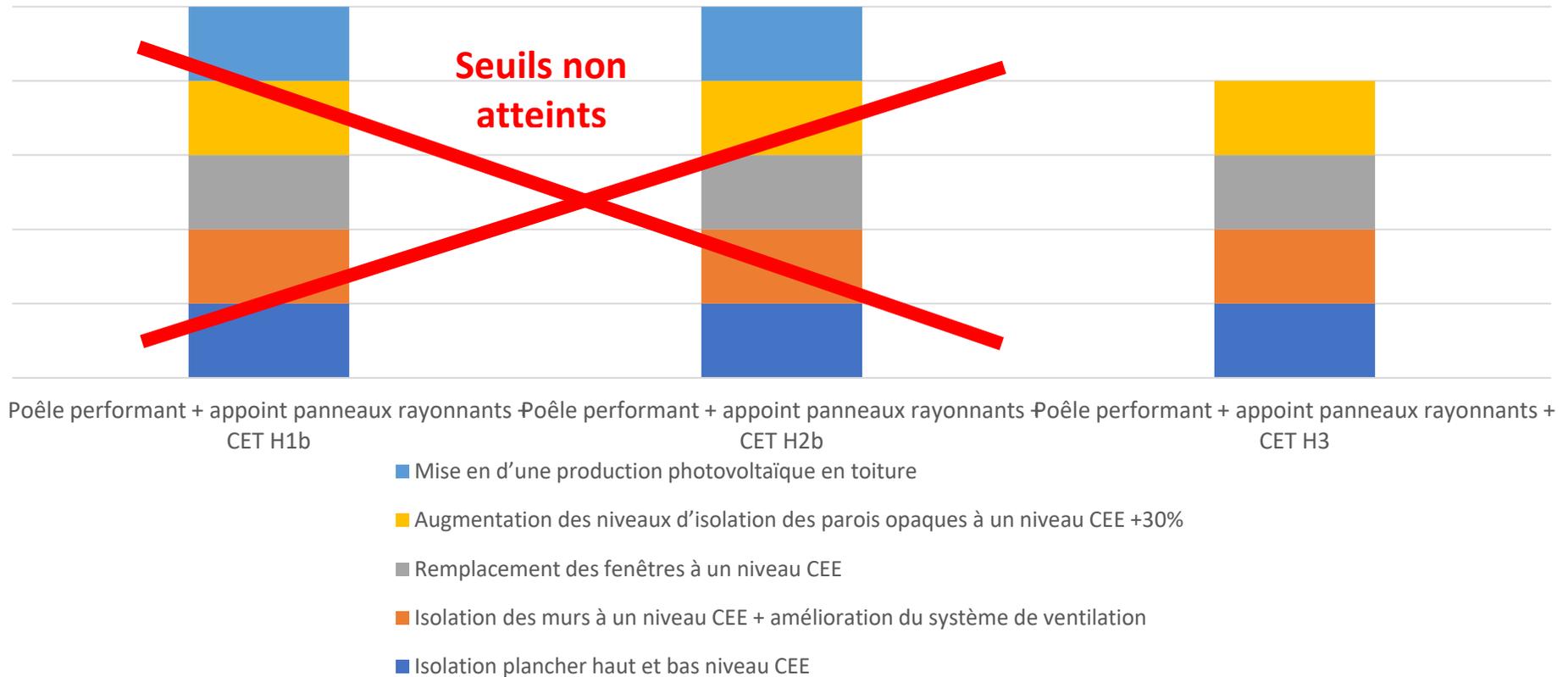
Pour la maison individuelle 2, en situation de référence effet joule, l'atteinte du seuil classe B étudié avec le programme de travaux avec système effet joule performant + CET n'est possible qu'en zone climatique H3. Le système effet joule performant + CET ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 110 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre classe B - MI1 - Poêle bois



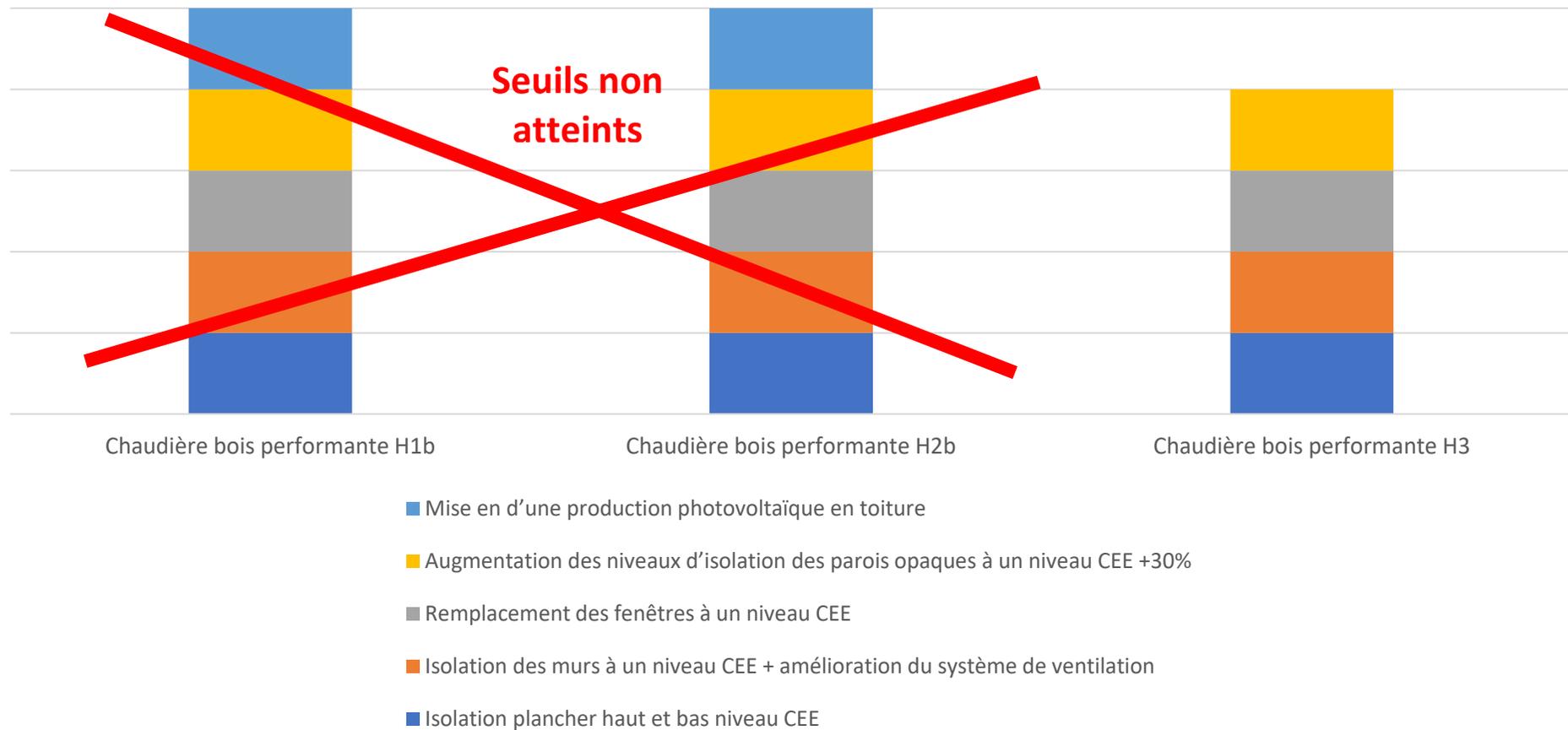
Pour la maison individuelle 1, en situation de référence poêle bois, l'atteinte du seuil classe B étudié avec le programme de travaux avec système poêle bois n'est possible qu'en zone climatique H3. Le système poêle bois ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 110 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre classe B - MI2 - Poêle bois



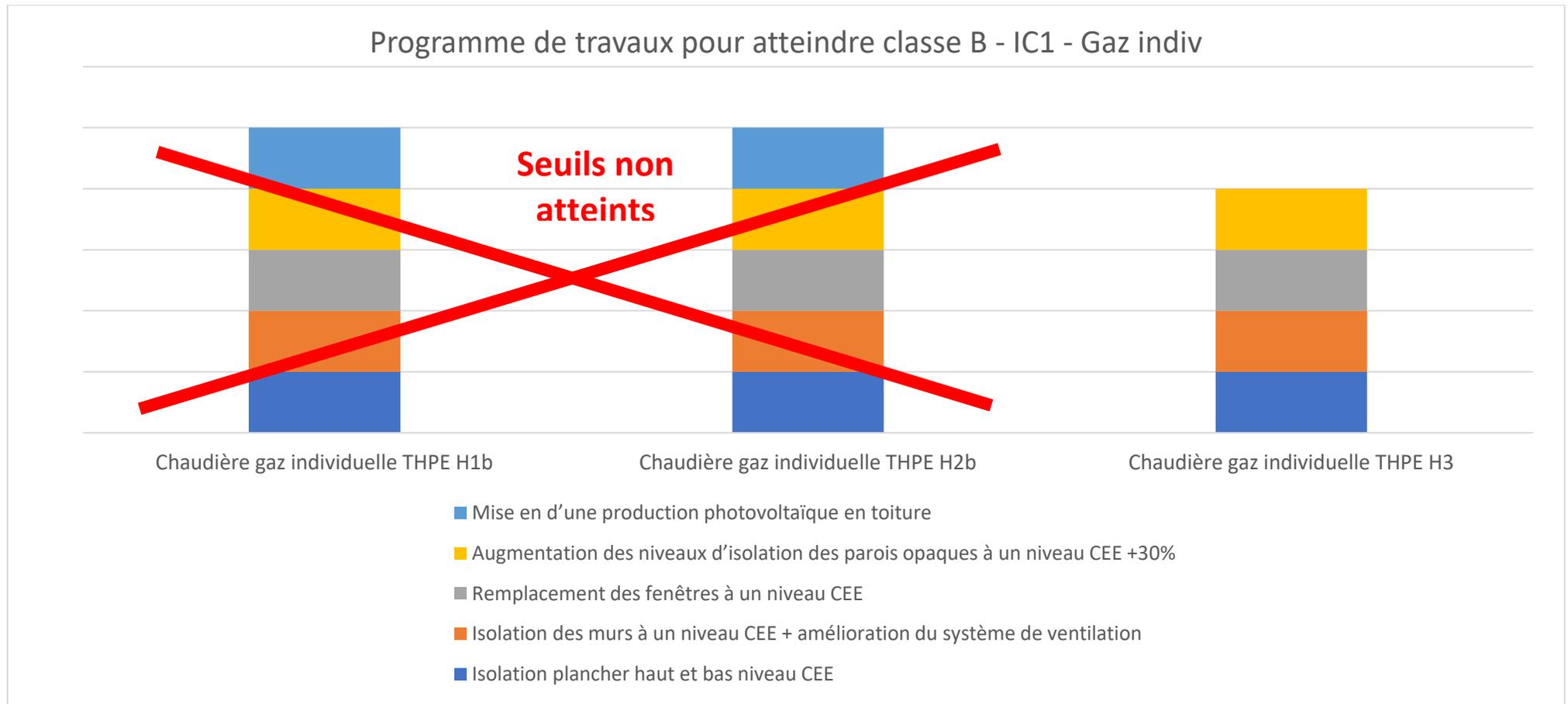
Pour la maison individuelle 2, en situation de référence poêle bois, l'atteinte du seuil classe B étudié avec le programme de travaux avec système poêle bois n'est possible qu'en zone climatique H3. Le système poêle bois ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 110 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre classe B - MI1 - Chaudière bois



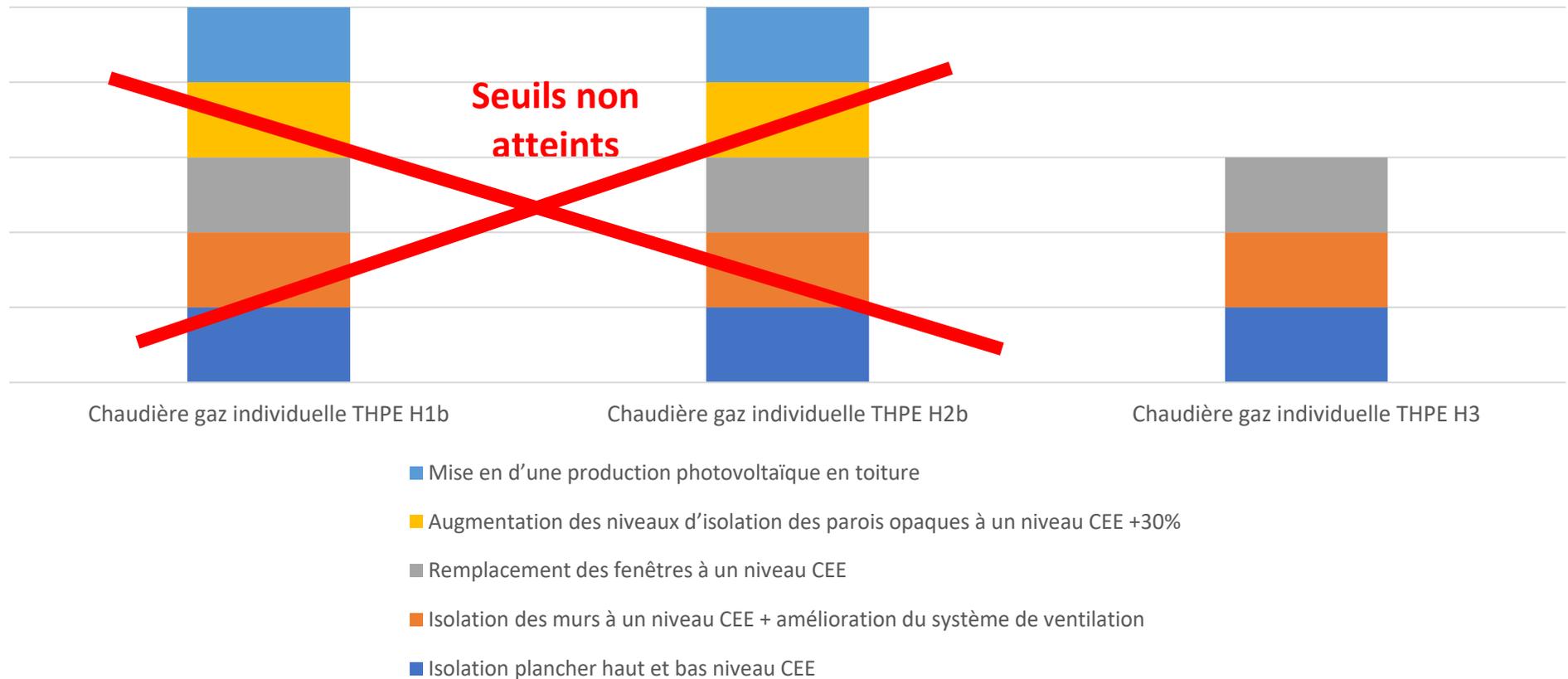
Pour la maison individuelle 1, en situation de référence chaudière bois, l'atteinte du seuil classe B étudié avec le programme de travaux avec système chaudière bois n'est possible qu'en zone climatique H3. Le système poêle bois ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 110 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

2.4.4 Classe B, seuil pressenti BBC Rénovation : 110 kWhep/m².an – 11 kgeqco₂/m².an – Immeuble collectif



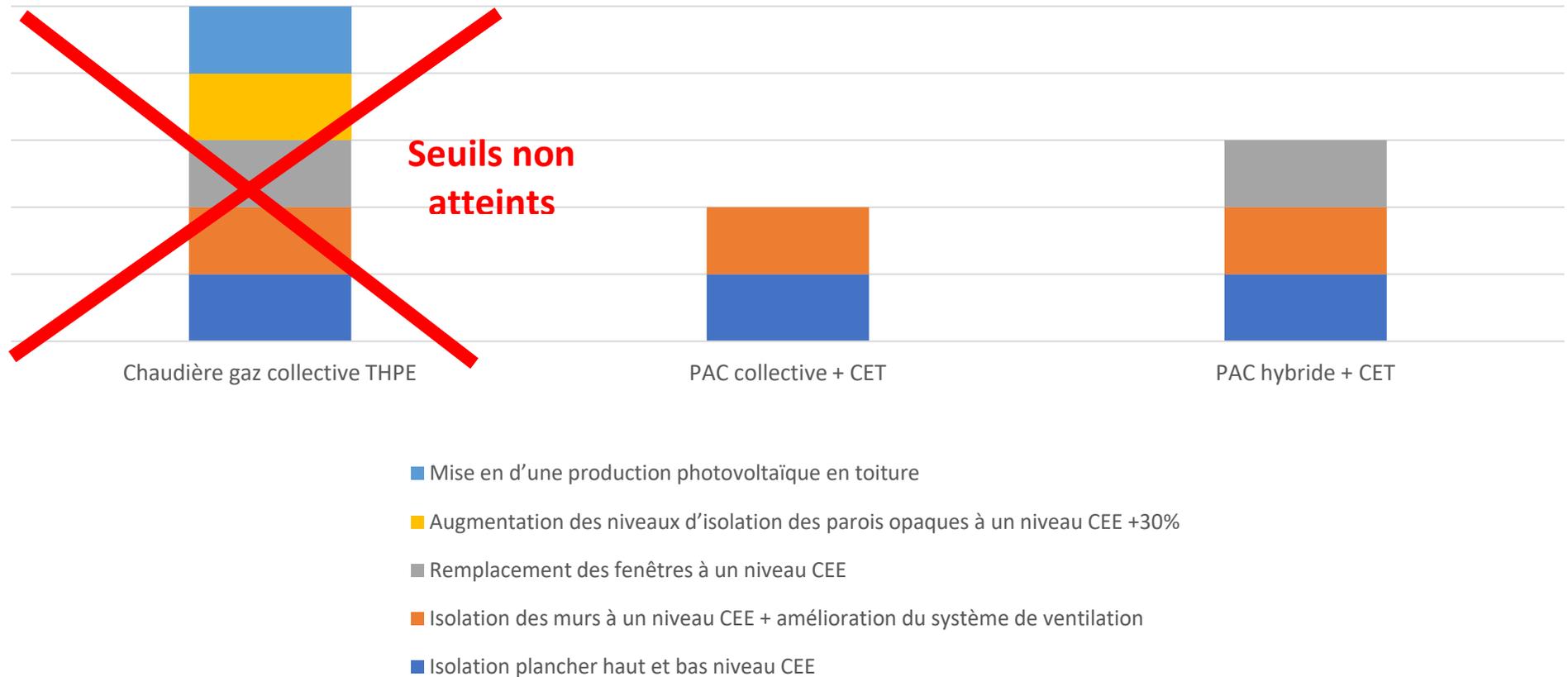
Pour l'immeuble collectif 1, en situation de référence chaudière gaz individuelle, l'atteinte du seuil classe B étudié avec le programme de travaux avec système chaudière gaz individuelle n'est possible qu'en zone climatique H3. Le système chaudière gaz individuelle ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 110 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre classe B - IC2 - Gaz indiv



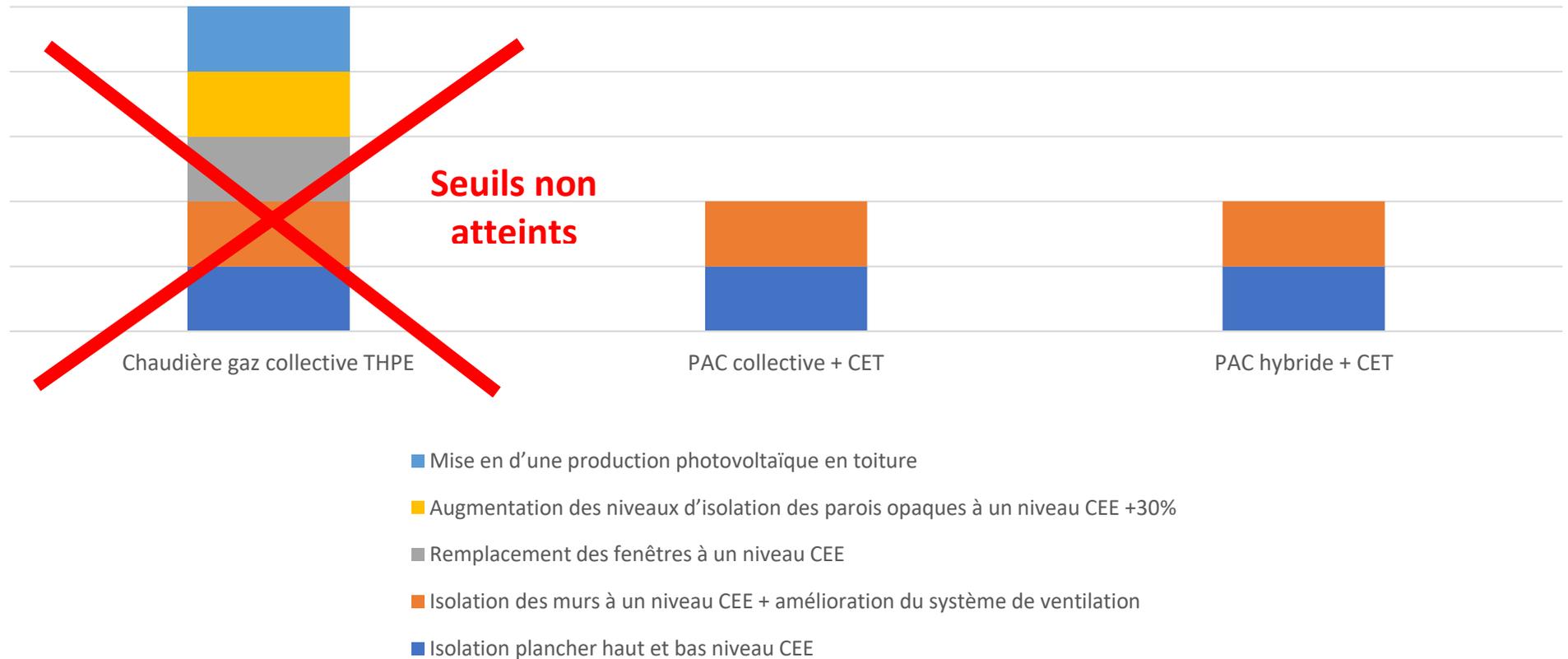
Pour l'immeuble collectif 2, en situation de référence chaudière gaz individuelle, l'atteinte du seuil classe B étudié avec le programme de travaux avec système chaudière gaz individuelle n'est possible qu'en zone climatique H3. Le système chaudière gaz individuelle ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 110 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre classe B - IC1 - Gaz coll - H1b



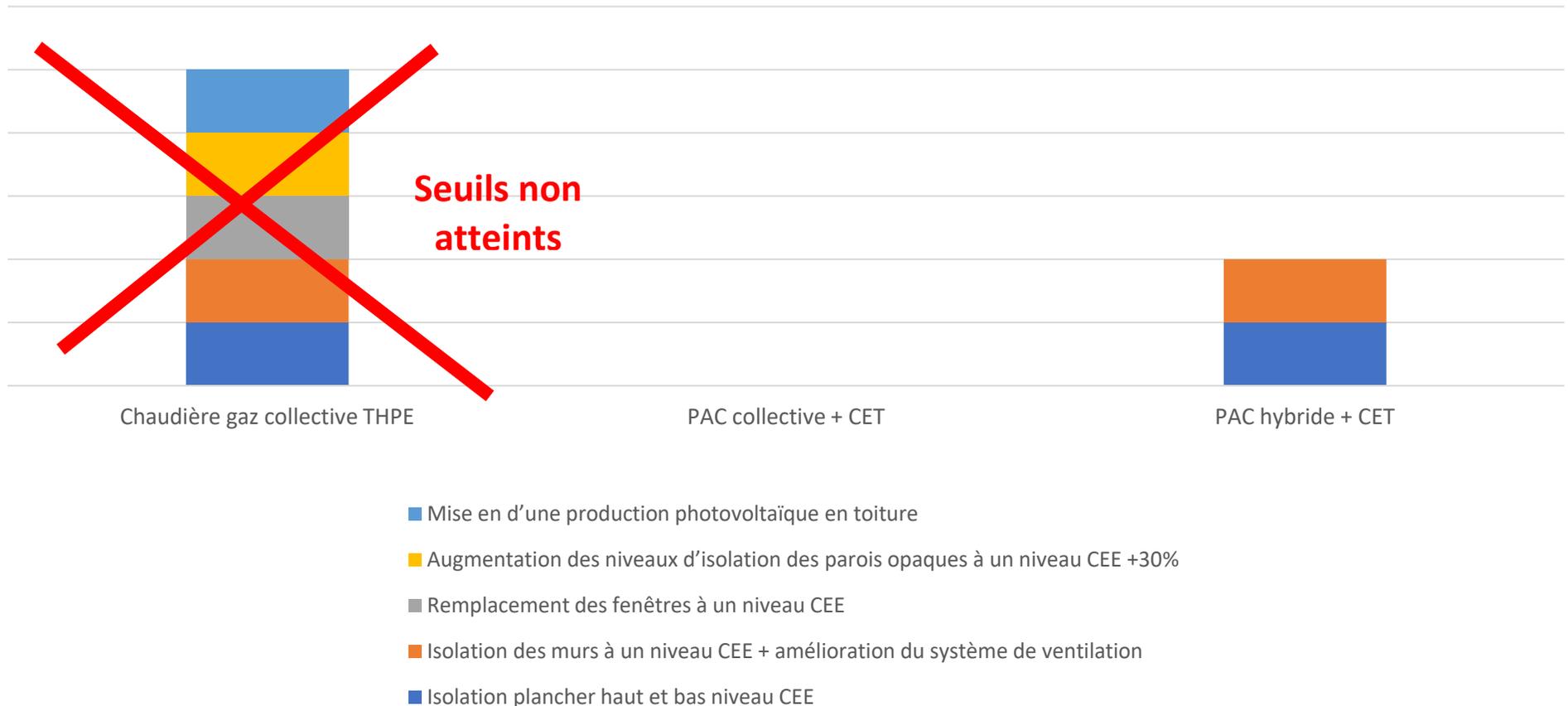
Pour l'immeuble collectif 1, en situation de référence chaudière gaz collective, en zone climatique H1b, l'atteinte du seuil classe B n'est possible qu'avec les systèmes PAC collective et PAC hybride. Le système chaudière gaz collective ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 110 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre classe B - IC1 - Gaz coll - H2b



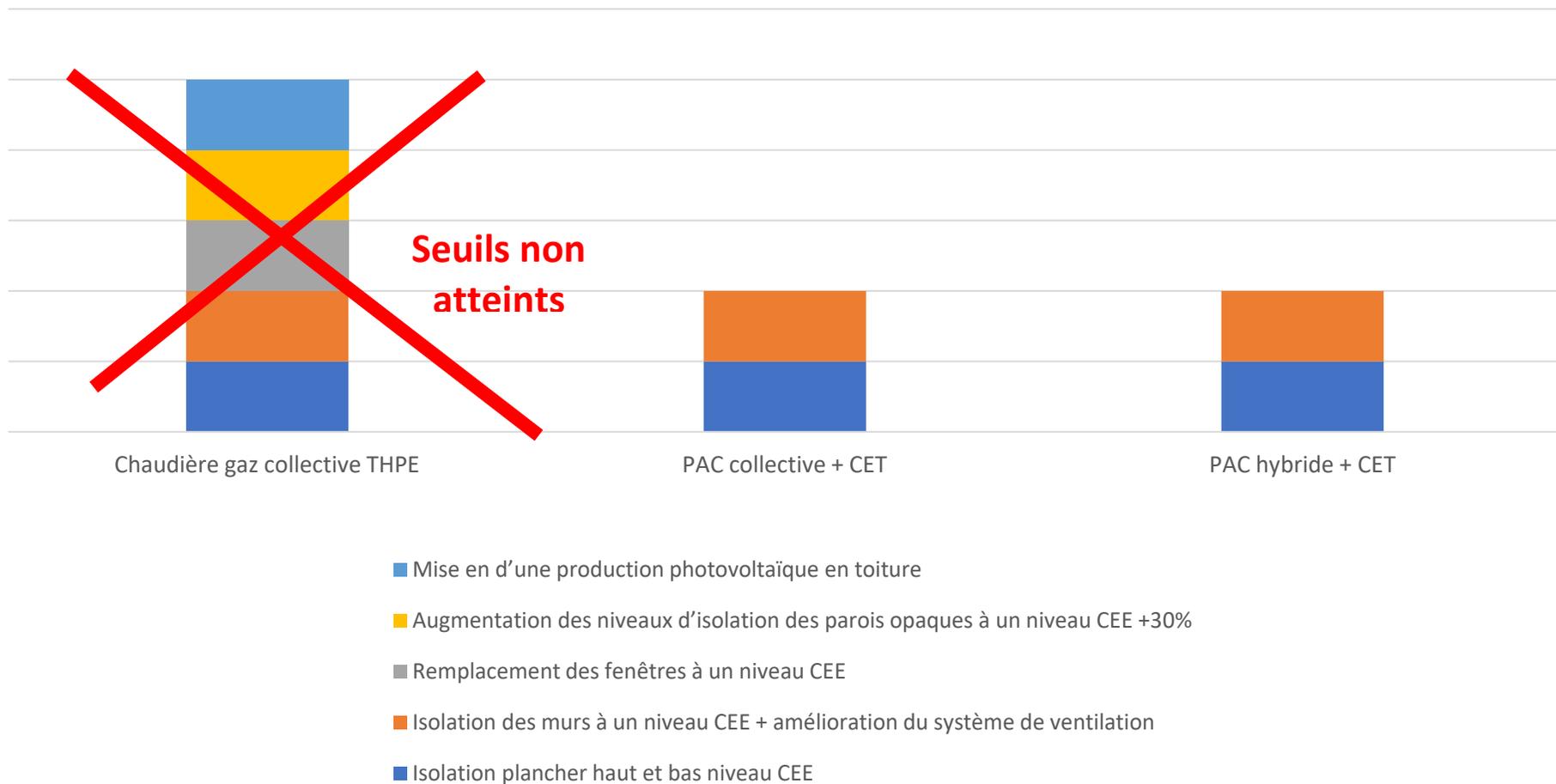
Pour l'immeuble collectif 1, en situation de référence chaudière gaz collective, en zone climatique H2b, l'atteinte du seuil classe B n'est possible qu'avec les systèmes PAC collective et PAC hybride. Le système chaudière gaz collective ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 110 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre classe B - IC1 - Gaz coll - H3



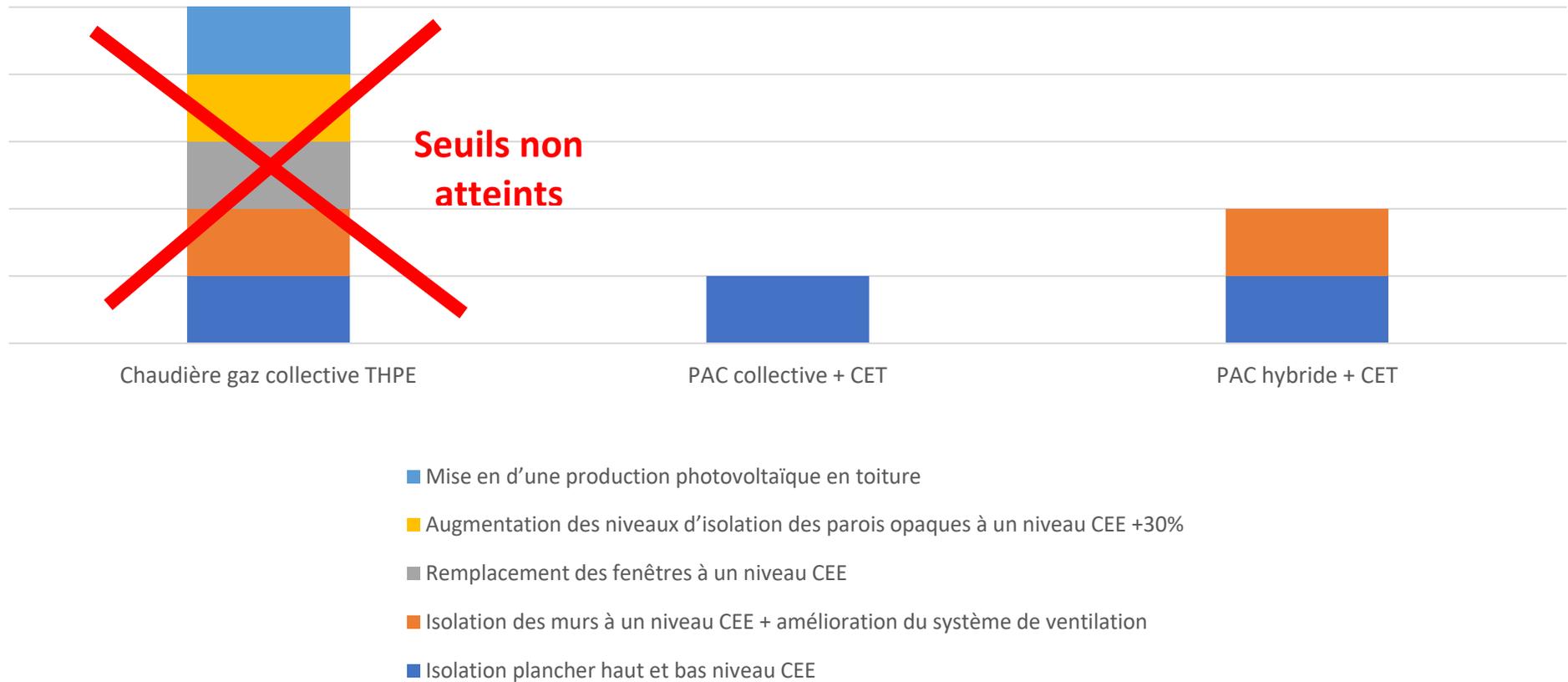
Pour l'immeuble collectif 1, en situation de référence chaudière gaz collective, en zone climatique H3, l'atteinte du seuil classe B n'est possible qu'avec les systèmes PAC collective et PAC hybride. Le système chaudière gaz collective ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 110 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques. Pour le système PAC collective, aucune isolation n'est nécessaire pour l'atteinte du seuil.

Programme de travaux pour atteindre classe B - IC2 - Gaz coll - H1b et H2b



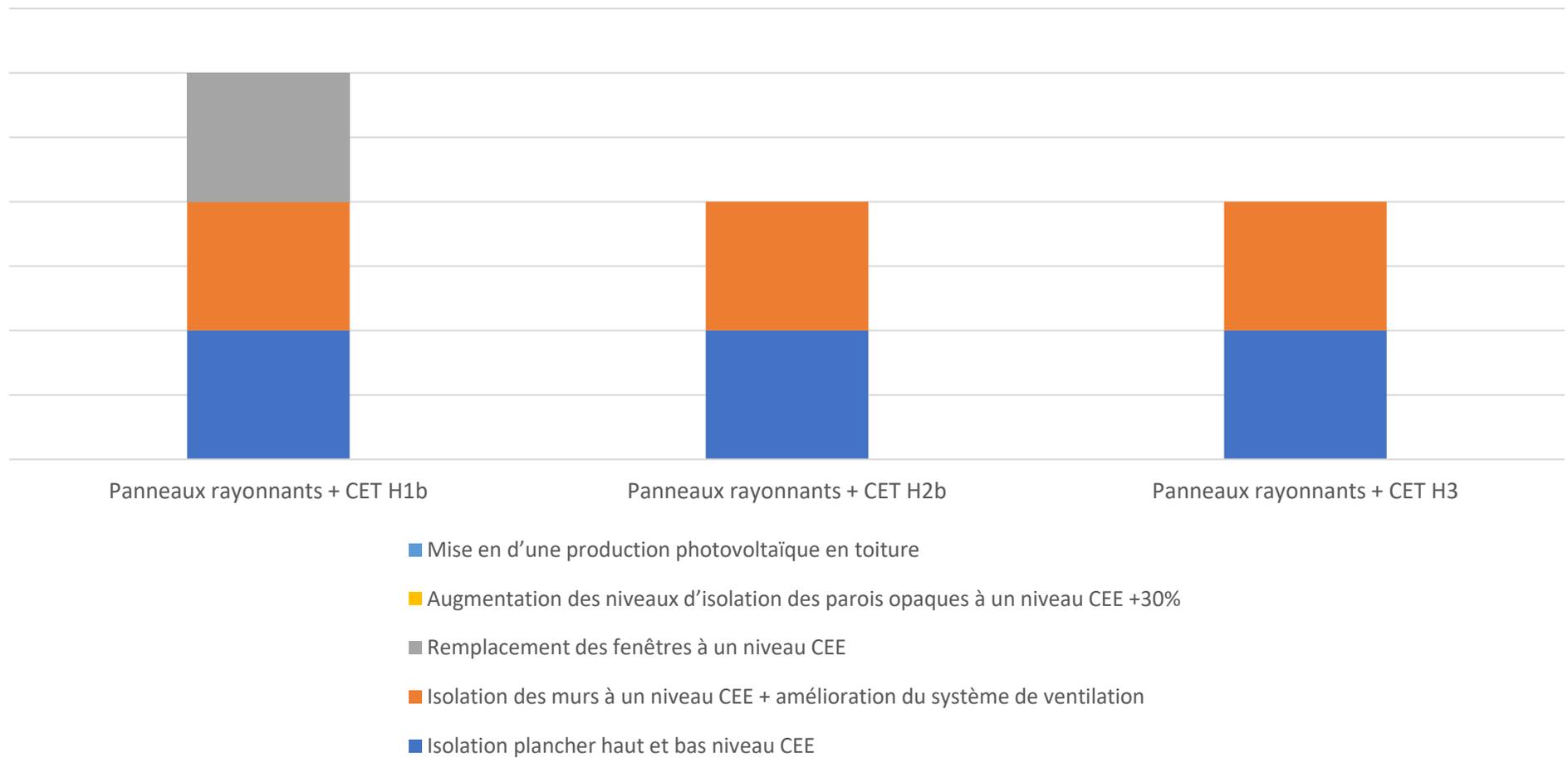
Pour l'immeuble collectif 2, en situation de référence chaudière gaz collective, en zones climatiques H1b et H2b, l'atteinte du seuil classe B n'est possible qu'avec les systèmes PAC collective et PAC hybride. Le système chaudière gaz collective ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 110 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre classe B - IC2 - Gaz coll - H3



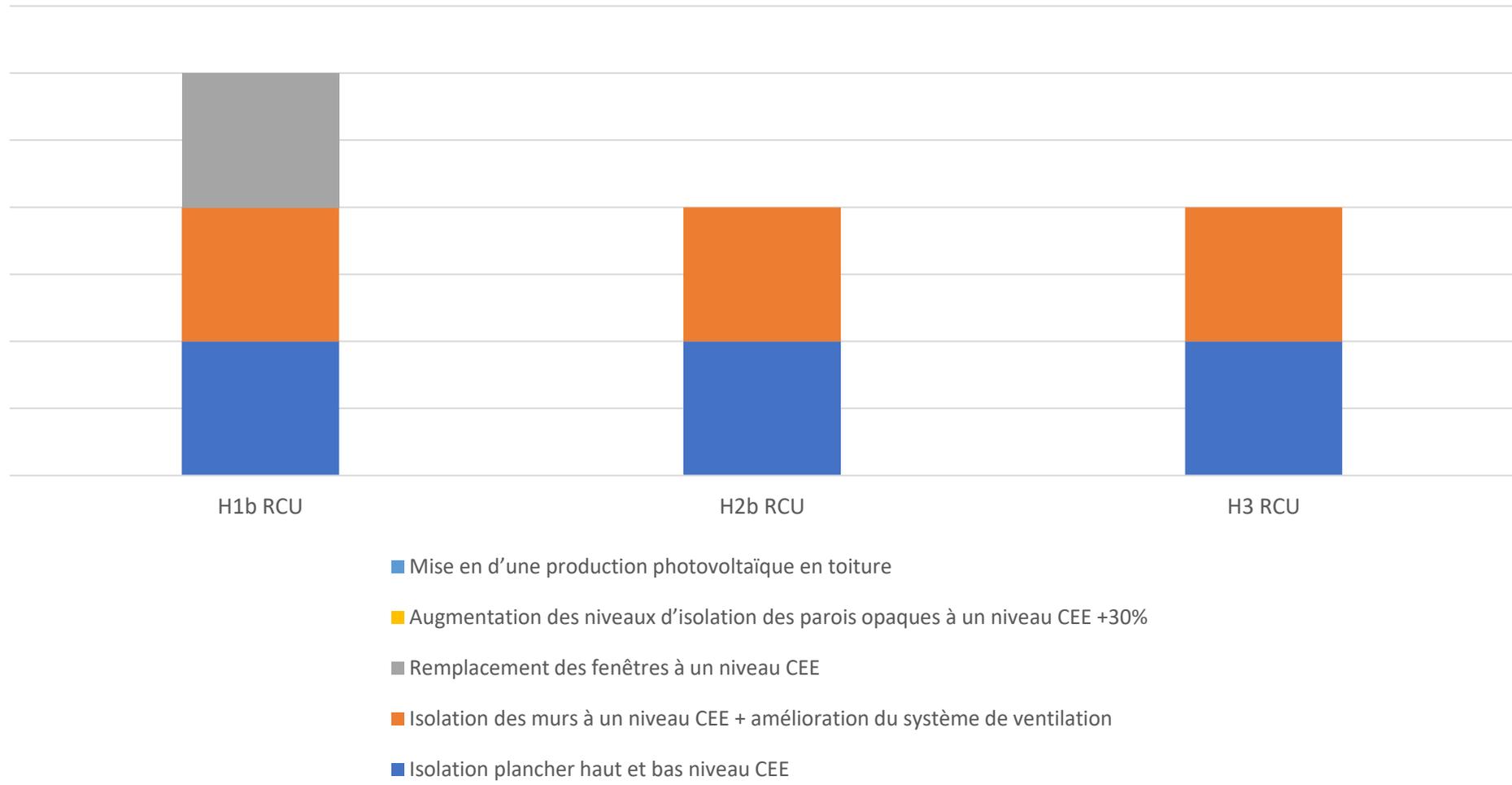
Pour l'immeuble collectif 2, en situation de référence chaudière gaz collective, en zone climatique H3, l'atteinte du seuil classe B n'est possible qu'avec les systèmes PAC collective et PAC hybride. Le système chaudière gaz collective ne parvient pas à atteindre le seuil énergie de 110 kWhep/m².an sur les autres zones climatiques.

Programme de travaux pour atteindre classe B - IC1 et IC2 - Elec



Pour l'immeuble collectif 1 et l'immeuble collectif 2, en situation de référence effet joule, le programme de travaux avec effet joule performant + CET atteint le seuil classe B étudié dans toutes les zones climatiques avec a minima l'isolation des parois opaques niveau CEE et l'amélioration de la ventilation.

Programme de travaux pour atteindre HPE - IC1 - Elec



Pour l'immeuble collectif 1 et l'immeuble collectif 2, en situation de référence RCU, le programme de travaux avec RCU atteint le seuil classe B étudié dans toutes les zones climatiques avec a minima l'isolation des parois opaques niveau CEE et l'amélioration de la ventilation.

4.3 Coûts d'investissement

3.4.1 HPE Rénovation, seuil pressenti : 150 kWhep/m².an – 15 kgeqco2/m².an – maison individuelle

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du Coût d'investissement avec aides financières (€TTC/m ²) obtenus par bouquet - MI1				
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3	Bouquet 4
MI1 - Gaz	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	PAC hybride
Coût d'investissement min	233	150	202	79
Coût d'investissement max	285	292	345	148
Coût d'investissement : moyenne	267	244	296	124
MI1 - Fioul	PAC air/eau + CET	PAC double service		
Coût d'investissement min	124	116		
Coût d'investissement max	191	183		
Coût d'investissement : moyenne	167	159		
MI1 - Elec	Panneaux rayonnants + CET			
Coût d'investissement min	173			
Coût d'investissement max	322			
Coût d'investissement : moyenne	272			
MI1 - Poêle bois	Poêle performant + Appoint + CET			
Coût d'investissement min	161			
Coût d'investissement max	229			
Coût d'investissement : moyenne	204			
MI1 - Chaudière bois	Chaudière bois performante			
Coût d'investissement min	198			
Coût d'investissement max	271			
Coût d'investissement : moyenne	245			

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement avec aides moyen le plus faible est le bouquet avec système PAC hybride.

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement avec aides moyen le plus élevé est le bouquet avec système chaudière gaz THPE + CESI.

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du Coût d'investissement avec aides financières (€TTC/m ²) obtenus par bouquet - MI2				
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3	Bouquet 4
MI2 - Gaz	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	PAC hybride
Coût d'investissement min	360	296	369	115
Coût d'investissement max	376	374	437	206
Coût d'investissement : moyenne	365	347	413	174
MI2 - Fioul	PAC air/eau + CET	PAC double service		
Coût d'investissement min	185	172		
Coût d'investissement max	276	262		
Coût d'investissement : moyenne	244	231		
MI2 - Elec	Panneaux rayonnants + CET			
Coût d'investissement min	202			
Coût d'investissement max	330			
Coût d'investissement : moyenne	287			
MI2 - Poêle bois	Poêle performant + appoint + CET			
Coût d'investissement min	204			
Coût d'investissement max	311			
Coût d'investissement : moyenne	269			
MI2 - Chaudière bois	Chaudière bois performante			
Coût d'investissement min	296			
Coût d'investissement max	449			
Coût d'investissement : moyenne	396			

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement avec aides moyen le plus faible est le bouquet avec système PAC hybride.

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement avec aides moyen le plus élevé est le bouquet avec système chaudière gaz THPE + CESI.

3.4.2 HPE Rénovation, seuil pressenti : 150 kWhep/m².an – 15 kgeqco2/m².an – immeuble collectif

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du coût d'investissement surfacique avec aides financières (€TTC/m²shab) obtenus par bouquet - IC1			
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3
IC1 - Gaz indiv	Chaudière gaz individuelle THPE		
Coût d'investissement min	110		
Coût d'investissement max	163		
Coût d'investissement : moyenne	145		
IC1 - Gaz coll	Chaudière gaz collective THPE	PAC collective + CET	PAC hybride + CET
Coût d'investissement min	121	10	48
Coût d'investissement max	153	76	58
Coût d'investissement : moyenne	141	53	52
IC1 - Elec	Panneaux rayonnants + CET		
Coût d'investissement min	126		
Coût d'investissement max	133		
Coût d'investissement : moyenne	129		
IC1 - RCU	RCU		
Coût d'investissement min	64		
Coût d'investissement max	72		
Coût d'investissement : moyenne	67		

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement avec aides moyen le plus faible est le bouquet avec système PAC hybride + CET.

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement avec aides moyen le plus élevé est le bouquet avec système chaudière gaz THPE individuelle THPE.

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du coût d'investissement surfacique avec aides financières (€TTC/m²shab) obtenus par bouquet - IC2			
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3
IC2 - Gaz indiv	Chaudière gaz individuelle THPE		
Coût d'investissement min	141		
Coût d'investissement max	202		
Coût d'investissement : moyenne	181		
IC2 - Gaz coll	Chaudière gaz collective THPE	PAC collective + CET	PAC hybride + CET
Coût d'investissement min	104	9	33
Coût d'investissement max	199	133	93
Coût d'investissement : moyenne	167	90	72
IC2 - Elec	Panneaux rayonnants + CET		
Coût d'investissement min	136		
Coût d'investissement max	186		
Coût d'investissement : moyenne	154		
IC2 - RCU	RCU		
Coût d'investissement min	174		
Coût d'investissement max	182		
Coût d'investissement : moyenne	177		

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement avec aides moyen le plus faible est le bouquet avec système PAC hybride + CET.

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement avec aides moyen le plus élevé est le bouquet avec système chaudière gaz THPE individuelle THPE.

3.4.3 Classe B, seuil pressenti BBC Rénovation : 110 kWhep/m².an – 11 kgeqco2/m².an – maison individuelle

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du Coût d'investissement avec aides financières (€TTC/m ²) obtenus par bouquet - MI1				
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3	Bouquet 4
MI1 - Gaz	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	PAC hybride
Coût d'investissement min	273	280	333	139
Coût d'investissement max	290	298	349	215
Coût d'investissement : moyenne	280	287	339	169
MI1 - Fioul	PAC air/eau + CET	PAC double service		
Coût d'investissement min	182	174		
Coût d'investissement max	258	249		
Coût d'investissement : moyenne	212	204		
MI1 - Elec	Panneaux rayonnants + CET			
Coût d'investissement min	255			
Coût d'investissement max	313			
Coût d'investissement : moyenne	293			
MI1 - Poêle bois	Poêle performant + Appoint + CET			
Coût d'investissement min	232			
Coût d'investissement max	287			
Coût d'investissement : moyenne	266			
MI1 - Chaudière bois	Chaudière bois performante			
Coût d'investissement min	279			
Coût d'investissement max	327			
Coût d'investissement : moyenne	310			

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement avec aides moyen le plus faible est le bouquet avec système PAC hybride.

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement avec aides moyen le plus élevé est le bouquet avec système chaudière gaz THPE + CESI.

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du Coût d'investissement avec aides financières (€TTC/m²) obtenus par bouquet - MI2				
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3	Bouquet 4
MI2 - Gaz	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	PAC hybride
Coût d'investissement min	346	357	420	206
Coût d'investissement max	362	373	435	302
Coût d'investissement : moyenne	351	364	426	268
MI2 - Fioul	PAC air/eau + CET	PAC double service		
Coût d'investissement min	275	262		
Coût d'investissement max	368	414		
Coût d'investissement : moyenne	334	345		
MI2 - Elec	Panneaux rayonnants + CET			
Coût d'investissement min	314			
Coût d'investissement max	324			
Coût d'investissement : moyenne	318			
MI2 - Poêle bois	Poêle performant + appoint + CET			
Coût d'investissement min	298			
Coût d'investissement max	304			
Coût d'investissement : moyenne	300			
MI2 - Chaudière bois	Chaudière bois performante			
Coût d'investissement min	430			
Coût d'investissement max	451			
Coût d'investissement : moyenne	438			

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement moyen le plus faible est le bouquet avec système PAC hybride.

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement moyen le plus élevé est le bouquet avec système chaudière bois performante.

3.4.4 Classe B, seuil pressenti BBC Rénovation : 110 kWhep/m².an – 11 kgeqco2/m².an – immeuble collectif

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du coût d'investissement surfacique avec aides financières (€TTC/m²shab) obtenus par bouquet - IC1			
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3
IC1 - Gaz indiv	Chaudière gaz individuelle THPE		
Coût d'investissement min	168		
Coût d'investissement max	173		
Coût d'investissement - moyenne	170		
IC1 - Gaz coll	Chaudière gaz collective THPE	PAC collective + CET	PAC hybride + CET
Coût d'investissement min	151	46	50
Coût d'investissement max	161	58	107
Coût d'investissement - moyenne	155	51	72
IC1 - Elec	Panneaux rayonnants + CET		
Coût d'investissement min	129		
Coût d'investissement max	185		
Coût d'investissement - moyenne	149		
IC1 - RCU	RCU		
Coût d'investissement min	78		
Coût d'investissement max	171		
Coût d'investissement - moyenne	128		

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement moyen le plus faible est le bouquet avec système PAC collective + CET.

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement moyen le plus élevé est le bouquet avec système chaudière gaz individuelle THPE.

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du coût d'investissement surfacique avec aides financières (€TTC/m²shab) obtenus par bouquet - IC2

Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3
IC2 - Gaz indiv	Chaudière gaz individuelle THPE		
Coût d'investissement min	204		
Coût d'investissement max	210		
Coût d'investissement - moyenne	207		
IC2 - Gaz coll	Chaudière gaz collective THPE	PAC collective + CET	PAC hybride + CET
Coût d'investissement min	196	34	90
Coût d'investissement max	207	91	101
Coût d'investissement - moyenne	201	71	95
IC2 - Elec	Panneaux rayonnants + CET		
Coût d'investissement min	141		
Coût d'investissement max	204		
Coût d'investissement - moyenne	165		
IC2 - RCU	RCU		
Coût d'investissement min	172		
Coût d'investissement max	182		
Coût d'investissement - moyenne	176		

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement moyen le plus faible est le bouquet avec système PAC collective + CET.

Le bouquet de travaux avec le coût d'investissement moyen le plus élevé est le bouquet avec système chaudière gaz individuelle THPE.

4.4 Coûts d'exploitation

4.4.1 HPE Rénovation, seuil pressenti : 150 kWhep/m².an – 15 kgeqco2/m².an – maison individuelle

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du Coût TOTAL exploitation (€TTC/m ² .an) obtenus par bouquet - MI1				
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3	Bouquet 4
MI1 - Gaz	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	PAC hybride
Coût d'exploitation min	10	12	13	11
Coût d'exploitation max	14	13	15	14
Coût d'exploitation moyennes	12	12	14	13
MI1 - Fioul	PAC air/eau + CET	PAC double service		
Coût d'exploitation min	11	11		
Coût d'exploitation max	14	14		
Coût d'exploitation moyennes	13	13		
MI1 - Elec	Panneaux rayonnants + CET			
Coût d'exploitation min	11			
Coût d'exploitation max	18			
Coût d'exploitation moyennes	16			
MI1 - Poêle bois	Poêle performant + Appoint + CET			
Coût d'exploitation min	11			
Coût d'exploitation max	15			
Coût d'exploitation moyennes	13			
MI1 - Chaudière bois	Chaudière bois performante			
Coût d'exploitation min	12			
Coût d'exploitation max	16			
Coût d'exploitation moyennes	14			

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus faible est le bouquet avec système chaudière gaz THPE avec et sans CET.

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus élevé est le bouquet avec système panneaux rayonnants + CET.

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du Coût TOTAL exploitation (€TTC/m ² .an) obtenus par bouquet - MI2				
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3	Bouquet 4
MI2 - Gaz	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	PAC hybride
Coût d'exploitation min	14	16	18	15
Coût d'exploitation max	17	18	20	17
Coût d'exploitation moyennes	15	17	19	16
MI2 - Fioul	PAC air/eau + CET	PAC double service		
Coût d'exploitation min	15	15		
Coût d'exploitation max	17	20		
Coût d'exploitation moyennes	16	17		
MI2 - Elec	Panneaux rayonnants + CET			
Coût d'exploitation min	16			
Coût d'exploitation max	22			
Coût d'exploitation moyennes	20			
MI2 - Poêle bois	Poêle performant + appoint + CET			
Coût d'exploitation min	12			
Coût d'exploitation max	18			
Coût d'exploitation moyennes	16			
MI2 - Chaudière bois	Chaudière bois performante			
Coût d'exploitation min	18			
Coût d'exploitation max	22			
Coût d'exploitation moyennes	20			

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus faible est le bouquet avec système chaudière gaz THPE.

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus élevé est le bouquet avec système panneaux rayonnants + CET et chaudière bois performante.

4.4.2 HPE Rénovation, seuil pressenti : 150 kWhep/m².an – 15 kgeqco2/m².an – immeuble collectif

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du coût total d'exploitation surfacique (€TTC/an.m ² shab) obtenus par bouquet - IC1			
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3
IC1 - Gaz indiv	Chaudière gaz individuelle THPE		
Coût d'exploitation min	9		
Coût d'exploitation max	10		
Coût d'exploitation : moyenne	10		
IC1 - Gaz coll	Chaudière gaz collective THPE	PAC collective + CET	PAC hybride + CET
Coût d'exploitation min	5	9	6
Coût d'exploitation max	6	12	10
Coût d'exploitation : moyenne	5	10	8
IC1 - Elec	Panneaux rayonnants + CET		
Coût d'exploitation min	8		
Coût d'exploitation max	11		
Coût d'exploitation : moyenne	10		
IC1 - RCU	RCU		
Coût d'exploitation min	8		
Coût d'exploitation max	12		
Coût d'exploitation : moyenne	10		

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus faible est le bouquet avec système chaudière gaz collective THPE.

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus élevé est le bouquet avec système chaudière gaz individuelle THPE ; Panneaux rayonnants + CET ; PAC collective + CET ; RCU

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du coût total d'exploitation surfacique (€TTC/an.m ² shab) obtenus par bouquet - IC2			
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3
IC2 - Gaz indiv	Chaudière gaz individuelle THPE		
Coût d'exploitation min	5		
Coût d'exploitation max	7		
Coût d'exploitation : moyenne	6		
IC2 - Gaz coll	Chaudière gaz collective THPE	PAC collective + CET	PAC hybride + CET
Coût d'exploitation min	5	8	8
Coût d'exploitation max	5	11	11
Coût d'exploitation : moyenne	5	9	9
IC2 - Elec	Panneaux rayonnants + CET		
Coût d'exploitation min	7		
Coût d'exploitation max	10		
Coût d'exploitation : moyenne	9		
IC2 - RCU	RCU		
Coût d'exploitation min	7		
Coût d'exploitation max	10		
Coût d'exploitation : moyenne	9		

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus faible est le bouquet avec système chaudière gaz collective THPE.

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus élevé est le bouquet avec système PAC hybride + CET; Panneaux rayonnants + CET ; PAC collective + CET ; RCU

4.4.3 Classe B, seuil pressenti BBC Rénovation : 110 kWhep/m².an – 11 kgeqco2/m².an – maison individuelle

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du Coût TOTAL exploitation surfacique (€TTC/an.m²shab) obtenus par bouquet - MI1				
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3	Bouquet 4
MI1 - Gaz	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	PAC hybride
Coût d'exploitation min	10	12	13	11
Coût d'exploitation max	14	13	15	14
Coût d'exploitation - moyenne	12	12	14	13
MI1 - Fioul	PAC air/eau + CET	PAC double service		
Coût d'exploitation min	11	11		
Coût d'exploitation max	14	14		
Coût d'exploitation - moyenne	13	13		
MI1 - Elec	Panneaux rayonnants + CET			
Coût d'exploitation min	11			
Coût d'exploitation max	18			
Coût d'exploitation - moyenne	16			
MI1 - Poêle bois	Poêle performant + Appoint + CET			
Coût d'exploitation min	11			
Coût d'exploitation max	15			
Coût d'exploitation - moyenne	13			
MI1 - Chaudière bois	Chaudière bois performante			
Coût d'exploitation min	12			
Coût d'exploitation max	16			
Coût d'exploitation - moyenne	14			

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus faible est le bouquet avec système chaudière gaz THPE avec et sans CET.

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus élevé est le bouquet avec système panneaux rayonnants + CET

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du Coût TOTAL exploitation surfacique (€TTC/an.m²shab) obtenus par bouquet - MI2				
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3	Bouquet 4
MI2 - Gaz	Chaudière gaz THPE	Chaudière gaz THPE + CET	Chaudière gaz THPE + CESI	PAC hybride
Coût d'exploitation min	14	16	18	15
Coût d'exploitation max	17	18	20	17
Coût d'exploitation moyennes	15	17	19	16
MI2 - Fioul	PAC air/eau + CET	PAC double service		
Coût d'exploitation min	15	15		
Coût d'exploitation max	17	20		
Coût d'exploitation moyennes	16	17		
MI2 - Elec	Panneaux rayonnants + CET			
Coût d'exploitation min	16			
Coût d'exploitation max	22			
Coût d'exploitation moyennes	20			
MI2 - Poêle bois	Poêle performant + appoint + CET			
Coût d'exploitation min	12			
Coût d'exploitation max	18			
Coût d'exploitation moyennes	16			
MI2 - Chaudière bois	Chaudière bois performante			
Coût d'exploitation min	18			
Coût d'exploitation max	22			
Coût d'exploitation moyennes	20			

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus faible est le bouquet avec système chaudière gaz THPE avec et sans CET.

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus élevé est le bouquet avec système panneaux rayonnants + CET et chaudière bois performante.

4.4.4 Classe B, seuil pressenti BBC Rénovation : 110 kWhep/m².an – 11 kgeqco2/m².an – immeuble collectif

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du coût total d'exploitation surfacique (€TTC/an.m ² shab) obtenus par bouquet - IC1			
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3
IC1 - Gaz indiv	Chaudière gaz individuelle THPE		
Coût d'exploitation min	9		
Coût d'exploitation max	11		
Coût d'exploitation - moyenne	10		
IC1 - Gaz coll	Chaudière gaz collective THPE	PAC collective + CET	PAC hybride + CET
Coût d'exploitation min	5	6	6
Coût d'exploitation max	6	9	9
Coût d'exploitation - moyenne	5	8	8
IC1 - Elec	Panneaux rayonnants + CET		
Coût d'exploitation min	8		
Coût d'exploitation max	10		
Coût d'exploitation - moyenne	9		
IC1 - RCU	RCU		
Coût d'exploitation min	8		
Coût d'exploitation max	10		
Coût d'exploitation - moyenne	9		

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus faible est le bouquet avec système chaudière gaz collective THPE.

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus élevé est le bouquet avec système chaudière gaz individuelle THPE.

Fourchettes et moyennes toutes zones climatiques confondues du coût total d'exploitation surfacique (€TTC/an.m ² shab) obtenus par bouquet - IC2			
Energie situation de référence	Bouquet 1	Bouquet 2	Bouquet 3
IC2 - Gaz indiv	Chaudière gaz individuelle THPE		
Coût d'exploitation min	5		
Coût d'exploitation max	7		
Coût d'exploitation - moyenne	6		
IC2 - Gaz coll	Chaudière gaz collective THPE	PAC collective + CET	PAC hybride + CET
Coût d'exploitation min	5	8	7
Coût d'exploitation max	5	9	9
Coût d'exploitation - moyenne	5	8	8
IC2 - Elec	Panneaux rayonnants + CET		
Coût d'exploitation min	7		
Coût d'exploitation max	9		
Coût d'exploitation - moyenne	8		
IC2 - RCU	RCU		
Coût d'exploitation min	7		
Coût d'exploitation max	9		
Coût d'exploitation - moyenne	8		

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus faible est le bouquet avec système chaudière gaz collective THPE.

Le bouquet de travaux avec le coût d'exploitation moyen le plus élevé est le bouquet avec système PAC hybride + CET; Panneaux rayonnants + CET ; PAC collective + CET ; RCU

4.5 Influence de l'orientation du bâtiment

Les simulations ont été réalisées sur 36 cas, comparés entre eux en simulant une orientation principale Nord-Sud et Est-Ouest.

L'orientation des bâtiments ne fait varier que faiblement (moins de 5%) les résultats DPE en termes de consommations énergétiques et émissions CO₂. Cette tendance se retrouve dans tous les cas de figure (bâtiments, zones climatiques notamment).

Des extraits des résultats des simulations réalisées sont présentés ci-dessous.

Orientation Nord-Sud – zone climatique H1b – objectif classe B

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Cep TOTAL (kWhep/m ² shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m ² shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 1	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE	110	C	23	C	C
MI 1	Fioul	H1b	PAC air/eau + CET	104	B	3	A	B
MI 2	Gaz indiv	H1b	Chaudière gaz THPE	129	C	26	C	C
MI 2	Fioul	H1b	PAC air/eau + CET	102	B	3	A	B
IC 1	Gaz coll	H1b	Chaudière gaz collective THPE	98	B	21	C	C
IC 1	Gaz coll	H1b	PAC collective + CET	100	B	3	A	B
IC 2	Gaz coll	H1b	Chaudière gaz collective THPE	91	B	18	C	C
IC 2	Gaz coll	H1b	PAC collective + CET	91	B	2	A	B

Orientation Est-Ouest – zone climatique H1b – objectif classe B

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Cep TOTAL (kWhep/m ² shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m ² shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 1	Gaz	H1b	Chaudière gaz THPE	111	C	23	C	C
MI 1	Gaz	H1b	PAC air/eau + CET	107	B	3	A	B
MI 2	Gaz	H1b	Chaudière gaz THPE	128	C	26	C	C
MI 2	Gaz	H1b	PAC air/eau + CET	106	B	6	B	B
IC 1	Gaz coll	H1b	Chaudière gaz THPE	100	B	21	C	C
IC 1	Gaz coll	H1b	PAC air/eau + CET	97	B	3	A	B
IC 2	Gaz coll	H1b	Chaudière gaz THPE	90	B	18	C	C
IC 2	Gaz coll	H1b	PAC air/eau + CET	97	B	3	A	B

Orientation Nord-Sud – zone climatique H3 – objectif classe B

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Cep TOTAL (kWh/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 1	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE	71	B	14	C	C
MI 1	Fioul	H3	PAC air/eau + CET	63	A	2	A	A
MI 2	Gaz indiv	H3	Chaudière gaz THPE	86	B	17	C	C
MI 2	Fioul	H3	PAC air/eau + CET	74	B	2	A	B
IC 1	Gaz coll	H3	Chaudière gaz collective THPE	67	A	14	C	C
IC 1	Gaz coll	H3	PAC collective + CET	62	A	1	A	A
IC 2	Gaz coll	H3	Chaudière gaz collective THPE	61	A	12	C	C
IC 2	Gaz coll	H3	PAC collective + CET	107	B	3	A	B

Orientation Est-Ouest – zone climatique H3 – objectif classe B

Typologie	Energie initiale	Zone climatique	Numéro du bouquet	Cep TOTAL (kWh/m²shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m²shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 1	Gaz	H3	Chaudière gaz THPE	74	B	15	C	C
MI 1	Gaz	H3	PAC air/eau + CET	67	A	2	A	A
MI 2	Gaz	H3	Chaudière gaz THPE	85	B	17	C	C
MI 2	Gaz	H3	PAC air/eau + CET	77	B	4	A	B
IC 1	Gaz coll	H3	Chaudière gaz THPE	70	B	14	C	C
IC 1	Gaz coll	H3	PAC air/eau + CET	63	A	1	A	A
IC 2	Gaz coll	H3	Chaudière gaz THPE	58	A	12	C	C
IC 2	Gaz coll	H3	PAC air/eau + CET	105	B	3	A	B

4.6 Influence de la régulation des systèmes de chauffage

Les simulations ont été réalisées sur 36 cas, comparés entre eux en simulant une régulation par pièce avec minimum de température, par rapport à une régulation centrale sans minimum de température.

La mise en place de systèmes de régulation performants permet de faire des gains significatifs (ordre de grandeur supérieur à 10% de gains) sur les résultats DPE en termes de consommations énergétiques et émissions CO₂.

Des extraits des résultats des simulations réalisées sont présentés ci-dessous.

Régulation pièce par pièce avec minimum de température – objectif HPE

Typologie	Zone climatique	Numéro du bouquet	Cep TOTAL (kWhep/m ² shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m ² shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 1	H1b	Chaudière gaz THPE	110	C	23	C	C
MI 1	H2b	Chaudière gaz THPE	101	B	20	C	C
MI 1	H3	Chaudière gaz THPE	72	B	14	C	C
MI 2	H1b	Chaudière gaz THPE	129	C	26	C	C
MI 2	H2b	Chaudière gaz THPE	90	B	17	C	C
MI 2	H3	Chaudière gaz THPE	86	B	17	C	C
IC 1	H1b	Chaudière gaz collective THPE	98	B	21	C	C
IC 1	H2b	Chaudière gaz collective THPE	90	B	19	C	C
IC 1	H3	Chaudière gaz collective THPE	74	B	14	C	C
IC 2	H1b	Chaudière gaz collective THPE	91	B	18	C	C
IC 2	H2b	Chaudière gaz collective THPE	82	B	17	C	C
IC 2	H3	Chaudière gaz collective THPE	77	B	15	C	C

Régulation centrale sans minimum de température - objectif HPE

Typologie	Zone climatique	Numéro du bouquet	Cep TOTAL (kWhep/m ² shab.an)	Etiquette énergie DPE	GES (kgeqco2/m ² shab.an)	Etiquette climat DPE	Etiquette énergie-climat DPE
MI 1	H1b	Chaudière gaz THPE	130	C	23	C	C
MI 1	H2b	Chaudière gaz THPE	119	C	25	C	C
MI 1	H3	Chaudière gaz THPE	83	B	17	C	C
MI 2	H1b	Chaudière gaz THPE	151	C	31	D	D
MI 2	H2b	Chaudière gaz THPE	138	C	28	C	C
MI 2	H3	Chaudière gaz THPE	100	B	20	C	C
IC 1	H1b	Chaudière gaz THPE	106	B	22	C	C
IC 1	H2b	Chaudière gaz THPE	97	B	20	C	C
IC 1	H3	Chaudière gaz THPE	71	B	16	C	C
IC 2	H1b	Chaudière gaz THPE	93	B	19	C	C
IC 2	H2b	Chaudière gaz THPE	84	B	17	C	C
IC 2	H3	Chaudière gaz THPE	62	A	12	C	C