

HYBRIDATION CHAUDIÈRE GAZ + PAC AIR-AIR

Jusqu'à -68% d'émissions CO₂
et -500€ / an



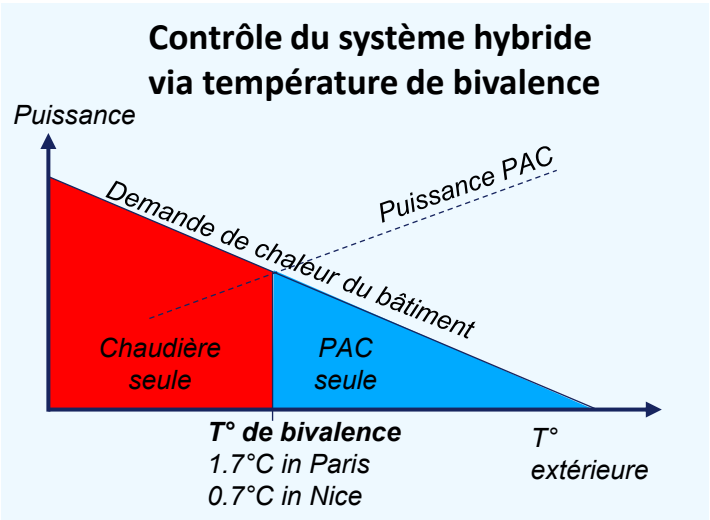
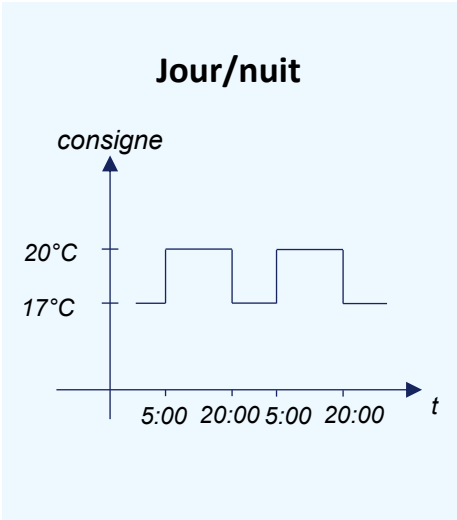
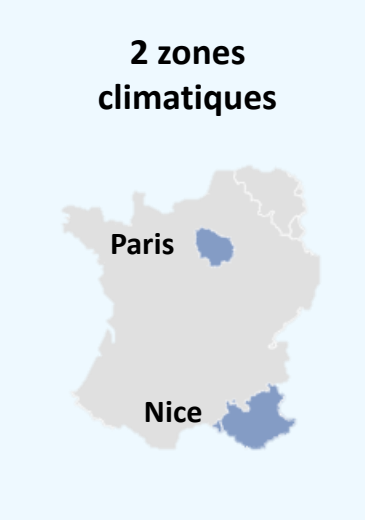
*Étude technico-économique
Maisons individuelles France*

Contexte du bâtiment



Pavillon français	
Surface	110 m²
Etages	RDC + 1 étage
Année de construction	Avant 1990, faibles travaux de rénovation
Nombre d'occupants	4 personnes
Demande annuelle de chauffage (Paris/Nice)	12.6 / 7.1 MWh _{heat}
Contenu CO2 moyen du mix électrique français en 2023. Cette valeur se situe à 33gCO ₂ /kWh en 2025.	Gaz : 200 gCO ₂ /kWh Électricité : 53 gCO ₂ /kWh

Hypothèses économiques et techniques



Prix des PACs air-air¹

Paris	3871€
Nice	4454€

 ¹ Prix HTVA, hors installation, hors aide financière
Nombre d'unités intérieures : 3
La PAC est dimensionnée pour répondre aux besoins de climatisation :
Paris : 6.4 kW
Nice : 7.4 kW

Les résultats présentés dans cette étude considèrent l'utilisation de la pompe à chaleur air-air (PAC) pour le chauffage uniquement

Prix de l'énergie⁴

Spark spread ²	Prix gaz TTC ³	Prix électricité TTC
2	8c€/kWh	16c€/kWh
2.5	8c€/kWh	20c€/kWh
3	8c€/kWh	24c€/kWh
3.5	8c€/kWh	28c€/kWh
4	8c€/kWh	32c€/kWh

² Spark spread = prix de l'électricité / prix du gaz = ~ 2 en septembre 2025
³ Septembre 2025 : le prix du gaz TTC se situe autour de 10c€/kWh en France
⁴ Hypothèse: prix constant pour les 15 prochaines années

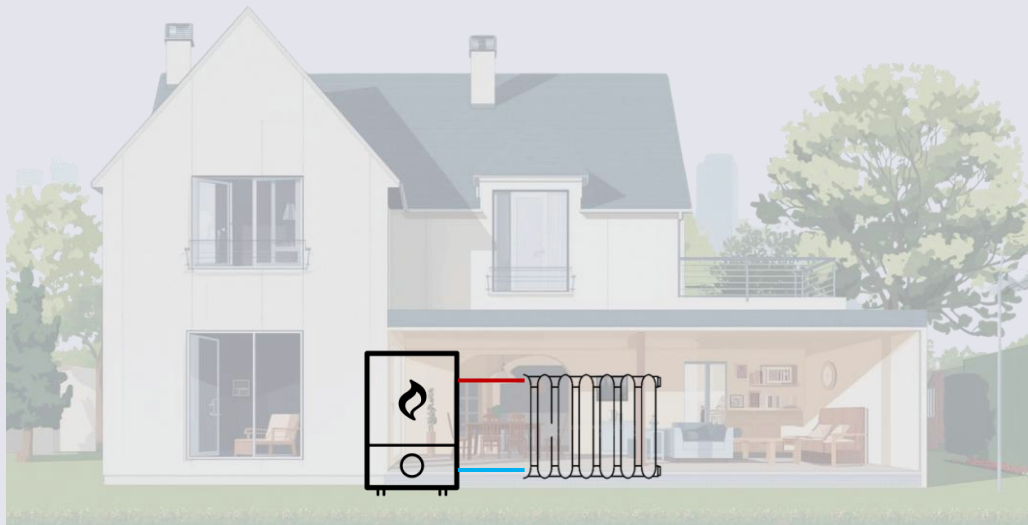
Systèmes de chauffage étudiés

Chaudière gaz

Scénario de référence

Puissance thermique de la chaudière*	
Paris	11.9 kW
Nice	10.6 kW

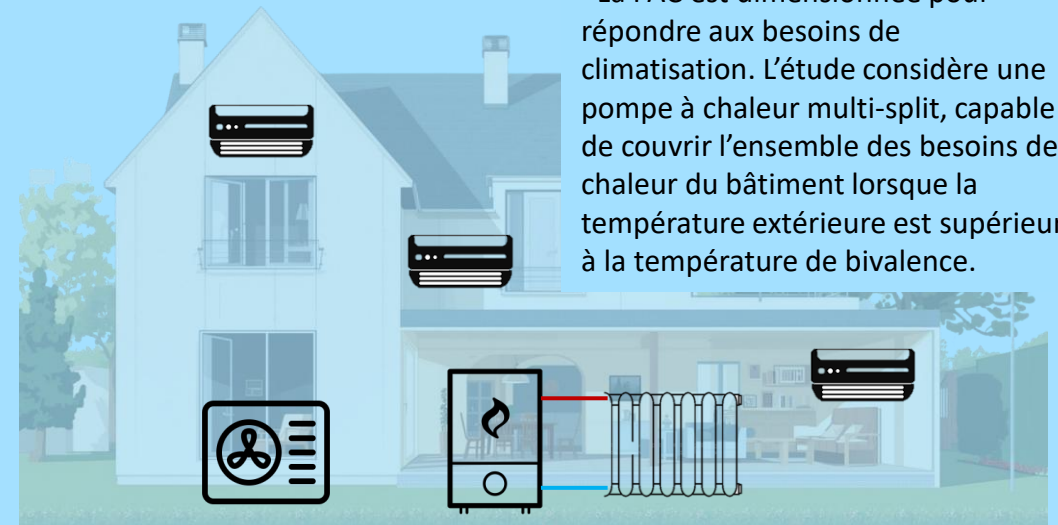
* Chaudière à condensation



Chaudière gaz + PAC air-air

Scénario avec hybridation

Puissance thermique	Chaudière à gaz	PAC air-air*
Paris	11.9 kW	6.4 kW
Nice	10.6 kW	7.4 kW

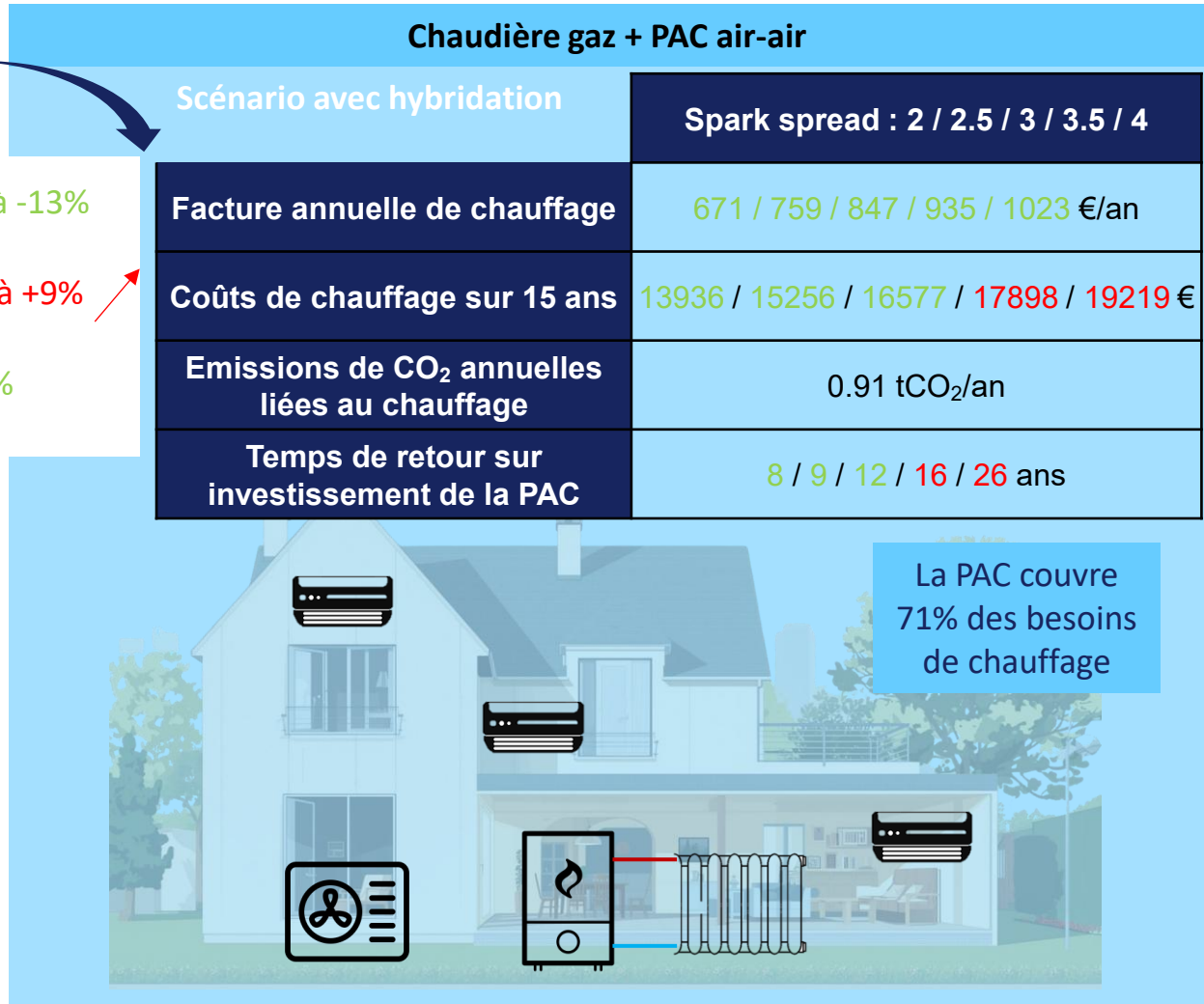
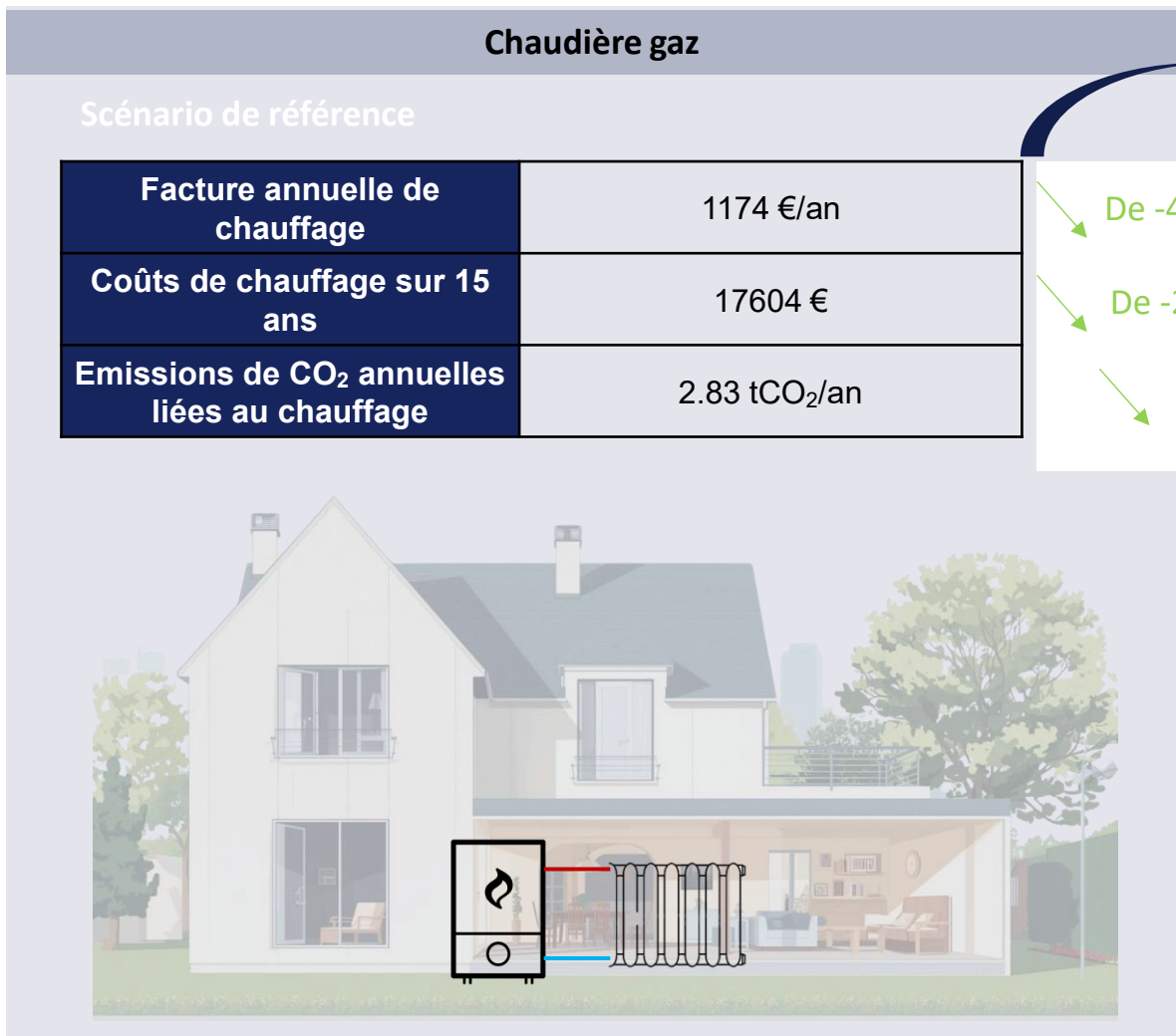


*La PAC est dimensionnée pour répondre aux besoins de climatisation. L'étude considère une pompe à chaleur multi-split, capable de couvrir l'ensemble des besoins de chaleur du bâtiment lorsque la température extérieure est supérieure à la température de bivalence.



L'hybridation d'une chaudière gaz avec une PAC air-air dimensionnée pour la climatisation permet de :

- Réduire la facture annuelle de chauffage de 503€ pour un spark spread de 2 (prix de l'électricité = 2x prix du gaz)
- Réduire de 68% les émissions annuelles de CO₂
- Rentabiliser l'achat de la PAC air-air en 8 ans pour un spark spread de 2 (prix de l'électricité = 2x prix du gaz)



L'hybridation d'une chaudière gaz avec une PAC air-air dimensionnée pour la climatisation permet de :

- Réduire la facture annuelle de chauffage de 390€ pour un spark spreads 2 (prix de l'électricité = 2x prix du gaz)
- Réduire de 92% les émissions annuelles de CO₂
- Rentabiliser l'achat de la PAC air-air en 11 ans pour un spark spread de 2 (prix de l'électricité = 2x prix du gaz)



Chaudière gaz

Scénario de référence

Facture annuelle de chauffage	671 €/an
Coûts de chauffage sur 15 ans	10079 €
Emissions de CO ₂ annuelles liées au chauffage	1.59 tCO ₂ /an

Chaudière gaz + PAC air-air

Scénario avec hybridation

Spark spread : 2 / 2.5 / 3 / 3.5 / 4

Facture annuelle de chauffage	282 / 350 / 417 / 485 / 552 €/an
Coûts de chauffage sur 15 ans	8689 / 9700 / 10712 / 11724 / 12735 €
Emissions de CO ₂ annuelles liées au chauffage	0.12 tCO ₂ /an
Temps de retour sur investissement de la PAC	11 / 14 / 17 / 24 / 37 ans

La PAC couvre 98% des besoins de chauffage



Synthèse des résultats de l'étude



L'étude présente les **gains économiques et environnementaux** liés à l'hybridation de systèmes de chauffage résidentiels : **combinaison d'une chaudière gaz à condensation avec une pompe à chaleur air-air multi-split.**



Les éléments principaux de la méthodologie sont les suivants :

- Les résultats proviennent de **simulations** réalisées avec un outil de **modélisation thermodynamique** de systèmes de chauffage résidentiels
- 2 climats sont considérés : **Paris, Nice**
- Les pompes à chaleur sont **dimensionnées** pour pouvoir répondre aux besoins de **climatisation** du bâtiment



L'hybridation d'une chaudière gaz avec une PAC air-air offre les **gains économiques et environnementaux** suivants :

Pour un spark spread = 2	Paris	Nice
Réduction de la facture annuelle de chauffage	43%, 500€	58%, 390€
Réduction des coûts de chauffage sur 15 ans (prix de la PAC + commodité sur 15 ans)	20%	13%
Temps de retour sur investissement	8 ans	11 ans
Réduction des émissions annuelles de CO ₂	68%, 1.92 tCO ₂	92%, 1.47 tCO ₂

Les éléments suivants permettent d'expliquer les différences de résultats entre les climats de Paris et Nice :

- Les besoins de climatisation étant supérieurs à Nice, la puissance de la PAC est supérieure à Nice.
 - à Nice : la température de bivalence est plus faible et les températures extérieures sont plus élevées : le taux de couverture de la PAC est supérieur à Nice (98% à Nice vs 71% à Paris). → Gains économiques et environnementaux relatifs plus élevés à Nice.
 - le prix de la PAC est supérieur à Nice (impactant négativement le temps de retour sur investissement de la PAC à Nice)
- Les besoins de chauffage étant supérieurs à Paris, les valeurs absolues des gains économiques et environnementaux sont supérieures (malgré des valeurs relatives plus faibles)

Précautions à tenir en compte

1

Les résultats présentés sont des valeurs théoriques issues de simulations et n'ont pas été validés par des expérimentations sur le terrain.

2

Les simulations ont été réalisées avec un outil permettant la modélisation thermodynamique de systèmes de chauffage (propriété d'Engie Laborelec). L'outil de simulation utilisé considère que la PAC multi-split est capable de couvrir l'ensemble des besoins de chauffage du bâtiment lorsque la température extérieure est supérieure à la température de bivalence. Dans le cas d'une PAC monosplit, les gains attendus sont plus faibles.

3

Les résultats présentés ne tiennent pas compte d'éventuelles aides financières (CEE, aides locales, réduction de TVA, ...).

4

La TVA, les coûts d'installation et de maintenance ne sont pas inclus dans l'analyse long terme.

5

Les résultats de simulation ont été obtenus pour une année météorologique typique et pour un bâtiment typique. Pour d'autres scénarios ou hypothèses, les résultats peuvent différer.



NOUS PROPOSONS DES SOLUTIONS
POUR AIDER NOS CLIENTS,
PARTOUT DANS LE MONDE,
À RÉUSSIR
LEUR TRANSITION ÉNERGÉTIQUE.

ENGIE Laborelec
Rodestraat 125
1630 Linkebeek
Belgium

Contact
+32 (0)2 382 03 02
nabil.bouchair@engie.com

