INNOVATION

SIMPLICITÉ

PERFORMANCE

T-DUO90

Pompe à chaleur hybride monobloc



R290

RE2020

Conçue et fabriquée en France

TERRIS ENERGY

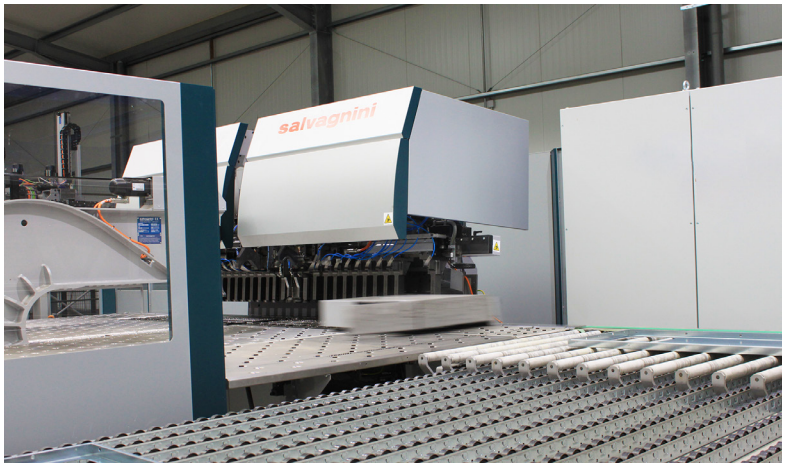
Depuis plus de 35 ans, Terris Energy met son expertise au service de la conception et de la fabrication de solutions de chauffage collectif. Implantée en France, notre entreprise développe l'ensemble de ses produits sur son site industriel de Meaux, en région Île-de-France. Ce choix d'une production locale s'inscrit pleinement dans notre démarche RSE, en limitant l'empreinte carbone liée au transport et en favorisant l'emploi et les compétences industrielles sur le territoire.

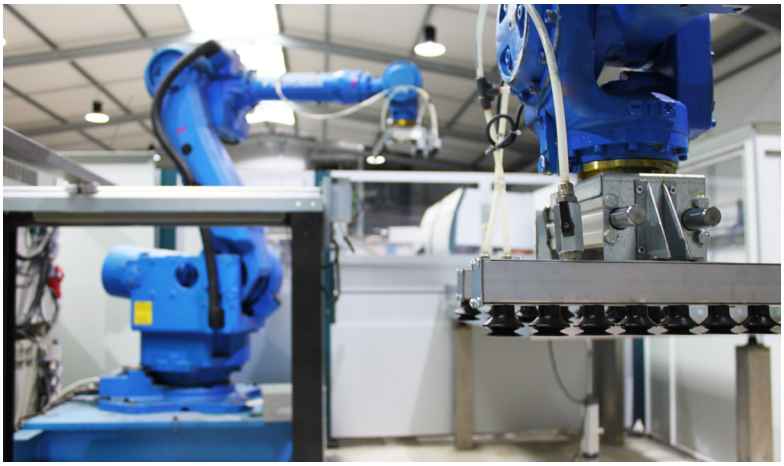
Notre site de production de 15 000 m² est le reflet de notre engagement envers l'industrie 4.0. Nous intégrons des équipements de pointe tels que des robots de soudure laser, des lignes de découpe robotisées et des robots mobiles autonomes (AMR). Grâce à cette forte capacité d'automatisation, nous sommes en mesure de répondre avec réactivité aux demandes spécifiques de nos clients tout en garantissant un haut niveau de qualité et de fiabilité.

Nous investissons chaque année dans la recherche et le développement pour intégrer les dernières innovations dans nos produits, notamment en matière de pilotage intelligent, de connectivité et de performance environnementale.

Notre expertise se traduit par une gamme de produits innovants et modulaires, conçue pour répondre aux besoins spécifiques des secteurs résidentiel, tertiaire et industriel. Nos solutions offrent une installation rapide, une maintenance facilitée et une performance énergétique optimale.

Terris Energy, c'est la garantie d'une expertise reconnue, d'une production française de qualité et d'une innovation constante au service de vos besoins en chauffage collectif.









Des solutions innovantes

Terris Energy conçoit des solutions innovantes et pertinentes qui répondent concrètement aux attentes du marché. Nos équipes d'ingénierie développent des systèmes de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire compacts, modulaires et intelligents, pensés pour s'intégrer facilement à tous types de bâtiments, en neuf comme en rénovation. Chaque solution est conçue pour simplifier la pose, optimiser l'efficacité énergétique et réduire les coûts d'exploitation sur le long terme.



Le service Terris Energy

Accompagner vos projets : De la prescription à la mise en service, en passant par la pose

Proposer des prix compétitifs : Automatisation de la production et standardisation des modules

Offrir des solutions performantes : Optimisation de la consommation énergétique avec T-SMART

Offrir les meilleurs délais : Stockage de produits finis pour une livraison rapide

Être à l'écoute pour mieux servir : Une équipe dynamique et réactive

La FRENCH FAB



PAC HYBRIDE



La T-DUO est une pompe à chaleur hybride air/eau unique en son genre. En combinant, dans un seul module compact, une pompe à chaleur haute performance et une chaudière gaz à condensation, elle offre une réponse complète, fiable et économe aux besoins de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire.

Un fonctionnement intelligent, au service de la performance

Grâce à sa régulation automatique, la T-DUO adapte en temps réel son fonctionnement aux conditions extérieures et aux besoins du bâtiment :

Priorité à la PAC : Quand la température extérieure le permet, la pompe à chaleur assure seule le chauffage et l'eau chaude, en exploitant les calories gratuites de l'air.

Appui gaz progressif : En cas de froid ou de demande élevée, la chaudière gaz prend le relais ou vient en renfort, garantissant confort thermique et continuité de service.

Pilotage connecté : Le système ajuste en permanence l'équilibre entre PAC et chaudière pour maximiser les économies. Compatible GTC, la solution permet un suivi énergétique précis à distance.

Un système conçu pour la simplicité et l'efficacité

La T-DUO se distingue par son design monobloc, qui facilite l'installation tout en réduisant l'encombrement. Cette configuration rend la solution aussi adaptée aux bâtiments neufs qu'aux projets de rénovation.

Les avantages du produit

- **Installation simplifiée, un tout-en-un compact :** Pompe à chaleur et chaudière gaz à condensation sont réunies dans un seul module compact. Plus besoin de local chaufferie ni de cheminée traversante. L'installation est rapide, peu contraignante et réduit considérablement les coûts d'équipement et de main-d'œuvre.

- **Régulation intelligente et automatique :** La régulation embarquée sélectionne automatiquement la source d'énergie la plus avantageuse : électricité priorisée via la PAC, bascule vers le gaz en cas de besoin. Tout se fait sans intervention manuelle, pour un confort constant et des économies maîtrisées.

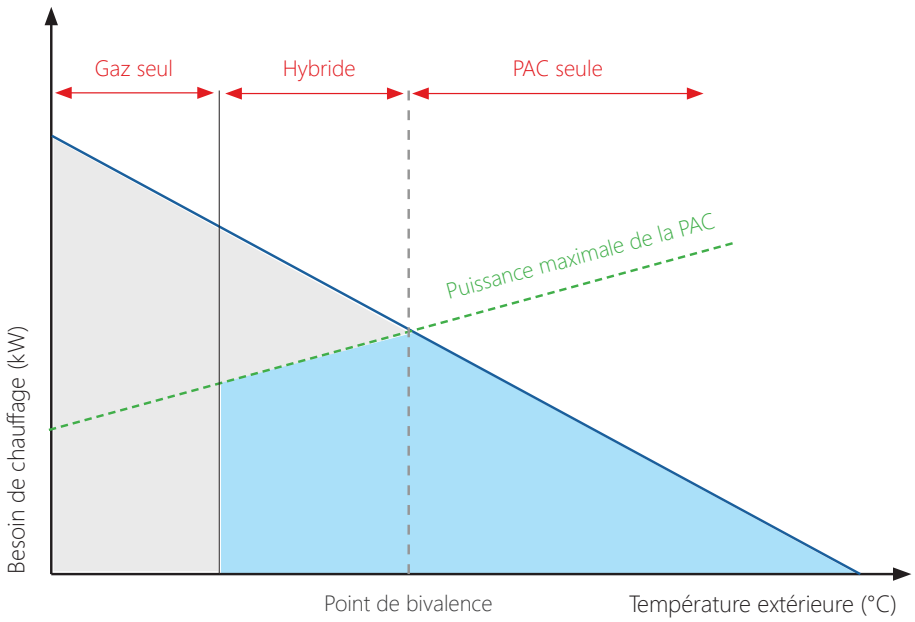
- **Connectée et conforme au décret tertiaire :** La régulation se connecte à une GTC et à internet pour un suivi en temps réel des performances. Une intelligence artificielle intégrée facilite la maintenance et le diagnostic, garantissant une gestion optimisée et conforme aux exigences réglementaires.

- **Performance écologique :** La pompe à chaleur utilise le fluide frigorigène R290, reconnu pour son faible impact environnemental et sa compatibilité avec les exigences réglementaires les plus strictes. Ce choix technologique permet de réduire significativement l'empreinte carbone tout en offrant un rendement énergétique optimal, même par basses températures.

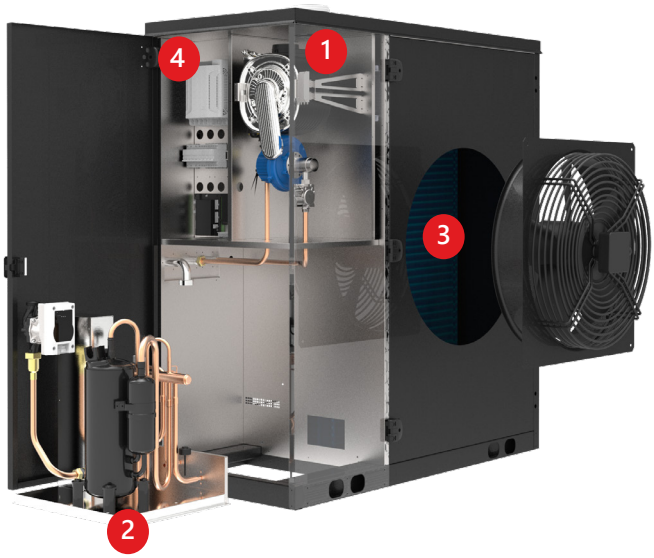
- **Accessibilité optimale et entretien simplifié :** Le format monobloc et le groupe frigorifique démontable offrent un accès direct aux composants. En cas de maintenance, aucune intervention sur le circuit frigorifique n'est nécessaire. Cela réduit les risques, les temps d'arrêt et les coûts de maintenance.

- **Mode délestage :** En période de forte demande sur le réseau électrique ou de tarifs élevés, la PAC hybride T-DUO peut fonctionner en mode délestage. La PAC est alors arrêtée temporairement pour limiter la consommation électrique et éviter les surcoûts. Le chauffage est maintenu par la chaudière gaz, assurant une continuité de service sans interruption de confort.

- **Fonctionnement optimisé :** En moyenne, 75 % des besoins sont assurés par la PAC grâce à sa régulation intelligente. La chaudière gaz ne prend le relais que ponctuellement, lors des pics de consommation ou par températures très basses. Ce fonctionnement prioritaire permet de réduire la consommation de gaz, de limiter les émissions et de réaliser des économies durables.

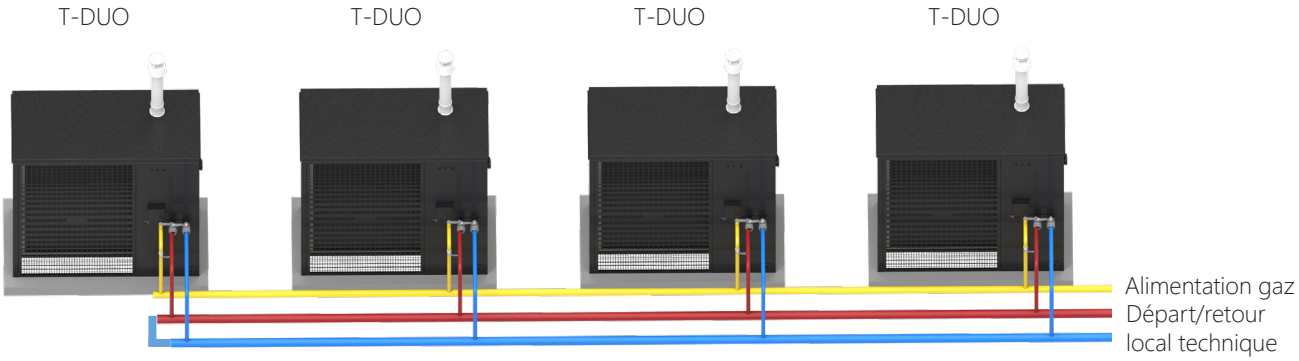


Composition



1. Chaudière gaz à condensation
2. Groupe frigorifique R290 démontable
3. Batterie pompe à chaleur
4. Compartiment électrique et régulation

Schéma de raccordement



Possibilité de raccorder jusqu'à 4 PAC hybrides T-DUO en parallèle en fonction des besoins

Applications polyvalentes

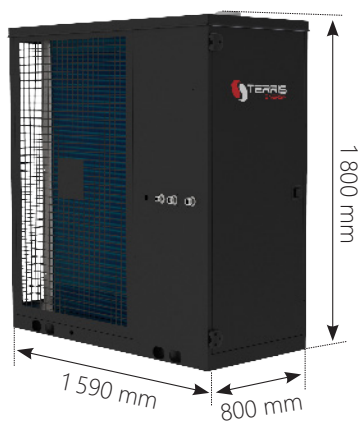
La PAC hybride T-DUO répond aux exigences des projets les plus variés, en rénovation comme en construction neuve. Elle est idéale pour les bâtiments soumis à des objectifs de performance énergétique ambitieux, tout en s'adaptant aux contraintes techniques et aux profils de consommation variés :

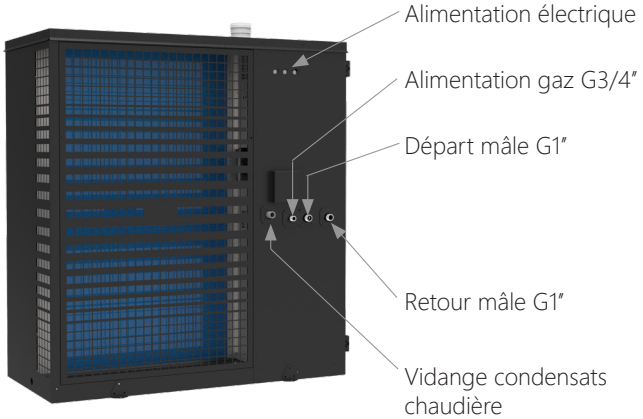
- Résidences collectives : confort optimisé et pilotage centralisé
- Écoles et établissements publics : conformité avec le décret tertiaire
- Hôtels et campings : eau chaude et chauffage assurés, même en période de forte affluence
- Gymnases et équipements sportifs : forte capacité en période de pic
- Bureaux : efficacité et sobriété énergétique
- Commerces et ERP : solution compacte, facile à intégrer

Caractéristiques techniques

PAC Hybride T-DUO			
Modèle	**T-DUO 40**	**T-DUO 60**	**T-DUO 90**
Informations générales			
Puissance maxi PAC+GAZ par -7°C primaire 70/50°C	41.8 kW	60.9 kW	87.7 kW
Puissance maxi GAZ seul par -10°C primaire 80/60°C	24.3 kW	43 kW	69.8 kW
Efficacité énergétique saisonnière (ηηs) à 35°C	126.2 %		
Efficacité énergétique saisonnière (ηηs) à 55°C	114.2 %		
Pression d'utilisation mini/maxi	1 bar / 4 bars		
Débit du fluide caloporteur	3 m3/h		
Alimentation électrique	Tri 400V +N+T 50Hz		
Puissance maxi absorbée	10 kW		
Diamètres de raccordement Eau - Gaz	1" - 3/4"		
Poids	350 kg		
Performances de la pompe à chaleur			
Type de fluide et charge	R290 - 1,5kg		
Puissance calorifique nominale à +7°C / +35°C	17.081 kW		
COP nominal +7°C/ +35°C	4.722		
Puissance calorifique maxi à +7°C / +55°C	24.5 kW		
Puissance calorifique maxi à -7°C / +55°C	17.9 kW		
Température minimale de fonctionnement de la PAC	-10 °C		
Puissance maxi absorbée par la PAC	9,7 kW		
Type de compresseur	Rotatif DC inverter		
Type de ventilateur	700 mm / moteur EC		
Pression sonore à 1 mètre / 10 mètres*	58.5 dB(A) / 43.3 dB(A)		
Puissance sonore*	74.8 dB(A)		
Performances de la chaudière à condensation bas NOx			
Puissance utile nominale maxi	24.3 kW	43 kW	69.8 kW
Puissance utile nominale mini	8.4 kW	11.5 kW	20 kW
Rendement de combustion	98 % à 108 %		
Type de gaz (gaz naturel et gaz propane)	G20-20 mbar / G31-37 mbar		
Température d'eau de départ maxi chaudière	85 °C		
Puissance maxi absorbée chaudière et pompe de charge	0.22 kW 0.98 A	0.25 kW 1.12 A	0.38 kW 1.65 A

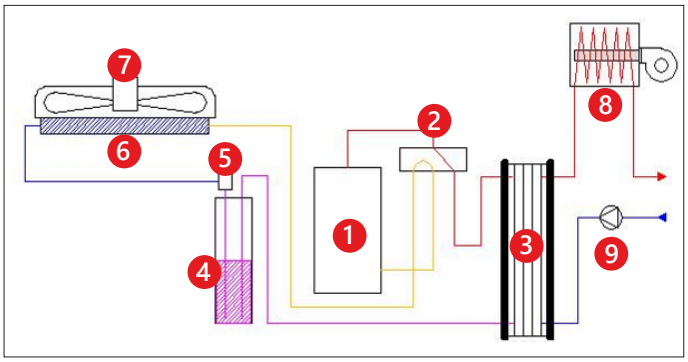
* Niveau sonore de la PAC à puissance nominale +7/35°C





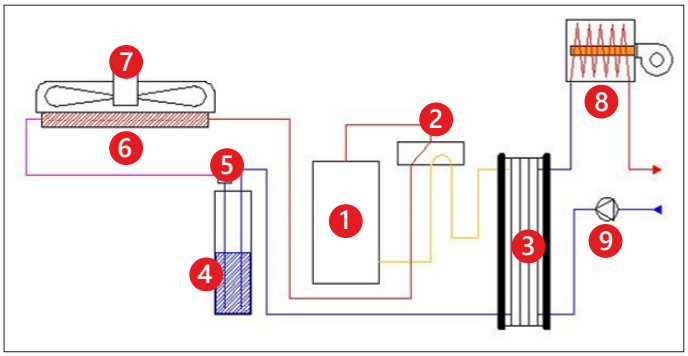
Principe de fonctionnement

La PAC hybride T-DUO adapte automatiquement son fonctionnement grâce à une régulation intelligente. Selon la température extérieure et la demande du bâtiment, le système alterne entre 4 modes de fonctionnement pour garantir confort, performance et économies :



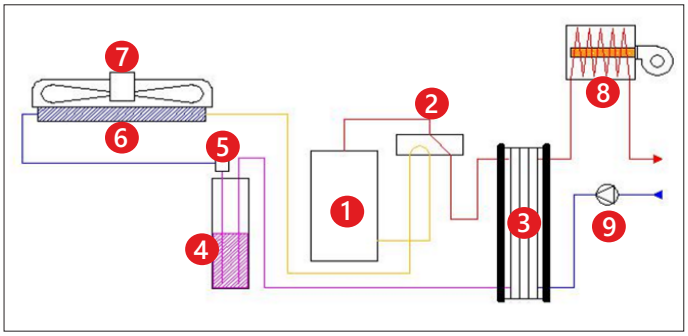
Mode PAC seul

Seule la pompe à chaleur est active. Le fluide frigorigène est mis en circulation et transmet sa chaleur à l'eau via l'échangeur. La pression est automatiquement ajustée pour garantir un fonctionnement stable, sans risque pour les composants. La puissance s'adapte en continu grâce à la modulation du compresseur, pour un rendement optimisé.



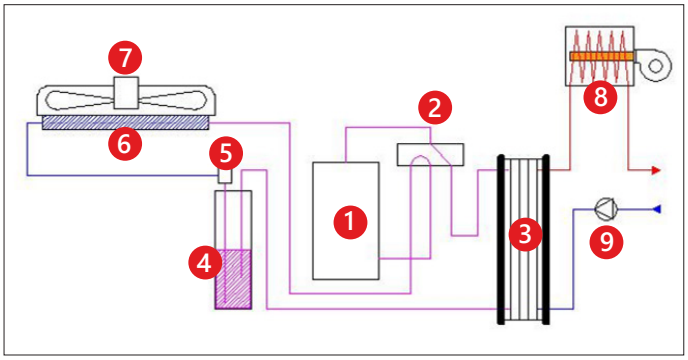
Mode dégivrage PAC

Lors de conditions humides et froides, un cycle de dégivrage automatique s'active. La vanne 4 voies oriente les gaz chauds vers l'évaporateur pour le dégeler. La chaudière apporte un appoint ponctuel pour maintenir la température d'eau. Une fois le dégivrage terminé, la PAC reprend son cycle normal.



Mode PAC + Gaz

Quand la température extérieure chute ou que la demande est élevée, la chaudière gaz vient soutenir la PAC pour garantir la température de consigne. Le basculement est automatique, sans intervention, pour maintenir la puissance nécessaire avec un rendement optimal.



Mode Gaz seul

En cas de grand froid, la PAC atteint ses limites de performance. Elle est alors désactivée, et la chaudière prend intégralement le relais. Grâce à une température de départ pouvant atteindre 85 °C, la T-DUO reste compatible avec des installations traditionnelles en 80/60 °C.

Légende

1. Compresseur
2. Vanne 4 voies
3. Échangeur
4. Bouteille liquide
5. Détendeur électronique
6. Évaporateur
7. Ventilateur
8. Chaudière
9. Pompe

RÉGULATION ET COMMUNICATION

Une performance pilotée automatiquement, à chaque instant

Le système T-DUO repose sur une régulation intelligente qui ajuste en temps réel le fonctionnement de l'installation selon les besoins du bâtiment et les conditions extérieures.

Grâce à une configuration simple, le client peut définir ses préférences de confort ou d'économie :

- Mode économique ou écologique
- Température primaire minimale
- Courbe de chauffe du circuit le plus exigeant
- Température souhaitée pour l'ECS

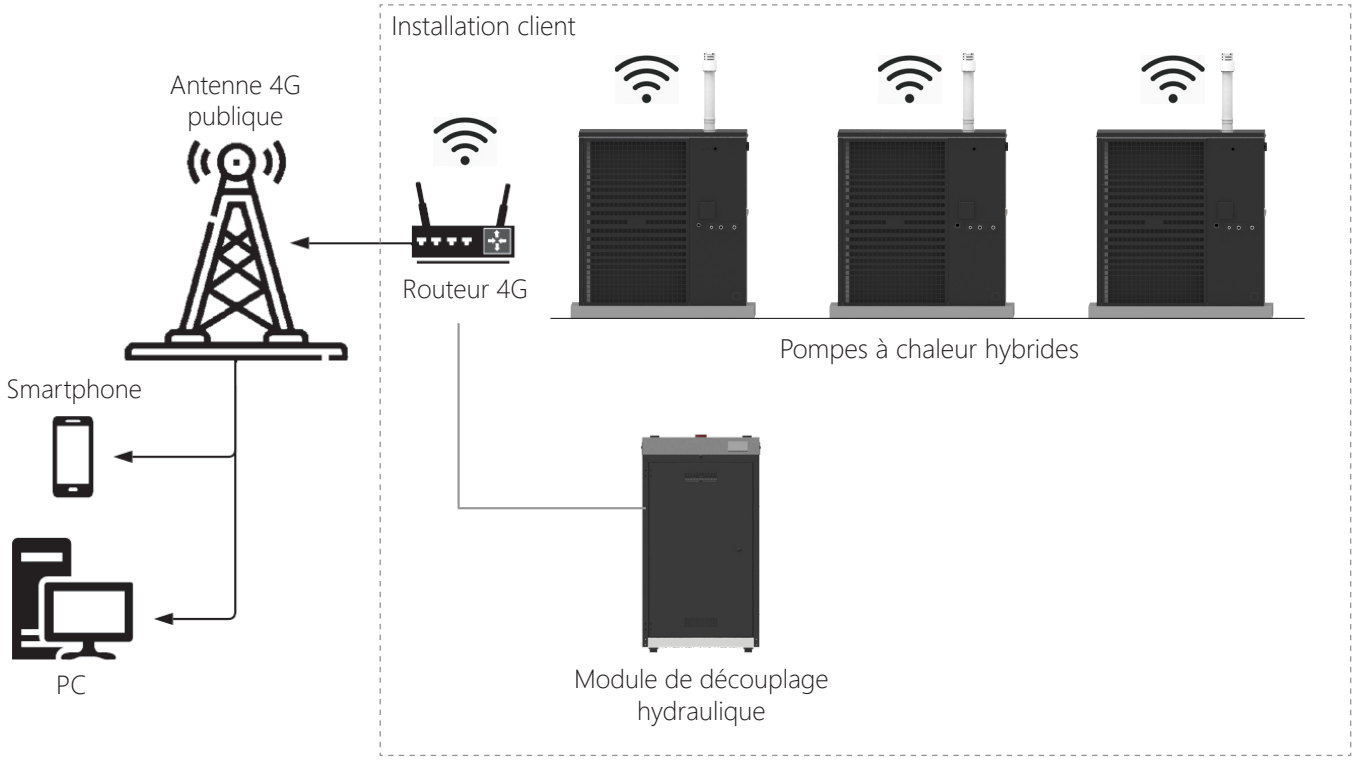
À partir de ces données, la régulation gère automatiquement :

- Le pilotage entre PAC et chaudière gaz
- Le fonctionnement en cascade de plusieurs PAC
- L'optimisation continue des performances énergétiques

Un système sans fil pensé pour les exploitants

Le système T-DUO communique selon une architecture simple, fiable et 100 % connectée :

- Les PAC communiquent entre elles en Wi-Fi, sans câblage entre les unités
- Un automate central dans le module de découplage pilote les PAC via un câble réseau RJ45
- Un routeur 4G/Wi-Fi, placé à l'extérieur proche des PAC, assure la remontée des données à distance vers la GTC
- Grâce à cette connectivité native, l'exploitant bénéficie d'un suivi en temps réel, d'un diagnostic à distance et d'une prise en main rapide, même en cas d'alerte.



MODULE DE DÉCOUPLAGE HYDRAULIQUE



MDCECS



MDC



MDECS

Le module de découplage pour PAC T-DUO assure la séparation hydraulique entre le circuit primaire de la pompe à chaleur hybride (électricité/gaz) et les circuits secondaires de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire (ECS). Ce module de découplage garantit une distribution énergétique optimale, une sécurité de fonctionnement renforcée et une intégration facilitée dans des locaux techniques. Il est équipé d'un automate pour la gestion de l'ensemble du système connecté au routeur 4G permettant la connexion GTC à distance des PAC et du module de découplage.

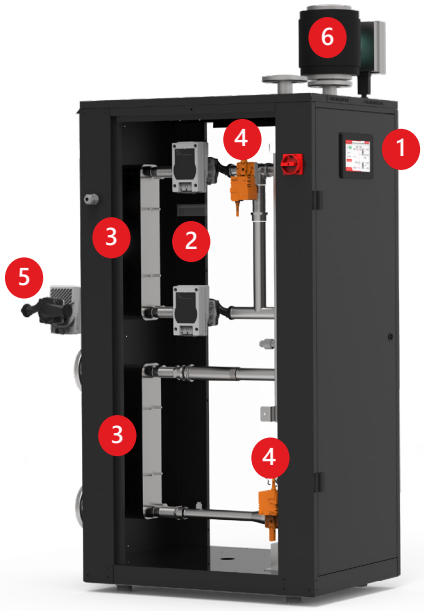
Les avantages du module de découplage hydraulique

- **Modularité :** S'adapte facilement à une grande variété de configurations, que ce soit en rénovation ou en construction neuve. Il permet une intégration souple dans des réseaux existants ou à créer.
- **Sécurité :** Le module protège l'échangeur à plaques des PAC contre l'encrassement, permettant ainsi de préserver les performances de la PAC et d'assurer sa longévité.
- **Simplicité d'intégration :** Tous les composants hydrauliques essentiels sont préinstallés et testés en usine. Cette conception prête à poser réduit les risques d'erreur et simplifie la mise en œuvre sur site.
- **Maintenance facilitée :** L'accès direct aux organes de commande, de sécurité et de circulation permet des interventions rapides et efficaces, réduisant les temps d'arrêt et les coûts d'exploitation.

Différents modèles disponibles selon le projet

- **MDCECS :** Module de découplage pour circuits de chauffage et production ECS
- **MDC :** Module de découplage pour circuits de chauffage seuls
- **MDECS :** Module de découplage pour production ECS seule

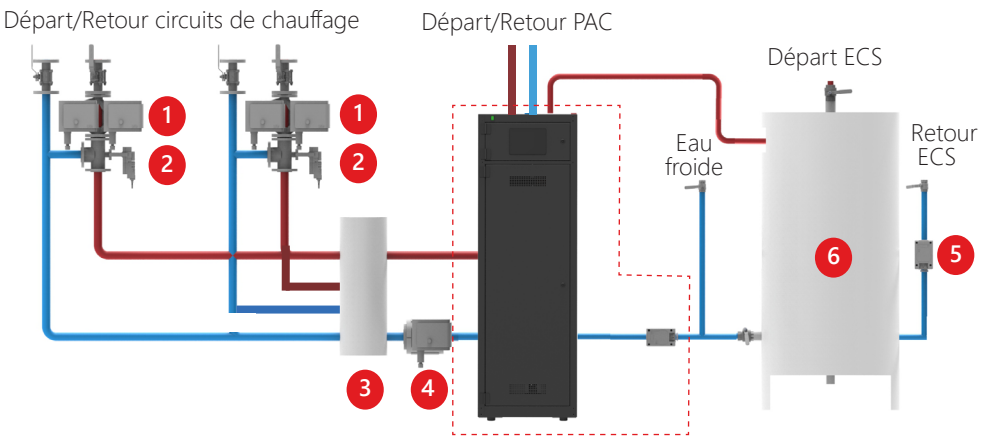
Module de découplage hydraulique pour chauffage et production ECS



1. Automate de régulation système
2. 2 pompes à débit variable ECS
3. Echangeurs à plaques chauffage et ECS
4. Vannes trois voies
5. 2 pompes de charge ballon ECS
6. Pompe simple circuit primaire

Caractéristiques techniques	
Tension d'alimentation	Monophasée 230V / 50 Hz
Pression de service circuits primaire et secondaire	4 bars
Pression maxi du circuit secondaire ECS	6 bars
Pompe de remplissage automatique du circuit primaire	Eau glycolée maxi 30% (-15°C) 230V 50Hz 0.1 kW
Pompe circuit primaire pour 1 à 2 PAC	Pompe double 8 m^3 / 60 Kpa 230V 50Hz 0.3 kW
Pompe circuit primaire pour 3 à 4 PAC	Pompe double 12 m^3 / 80 Kpa 230V 50Hz 0.55 kW
Puissance maxi du circuit de chauffage	240 kW
Puissance maxi de la production ECS	180 kW (voir tableau page 14)
Puissance maxi cumulée chauffage + ECS	360 kW
Dimensions du module	H 1650 mm x L 670 mm x P 900 mm

Exemple de raccordement



Fourniture Terris Energy

Installation à prévoir:

1. Pompe double
2. Vanne 3 voies
3. Bouteille de découplage
4. Pompe de charge chauffage
5. Pompe de bouclage ECS
6. Ballon ECS

Module de découplage hydraulique pour chauffage seul

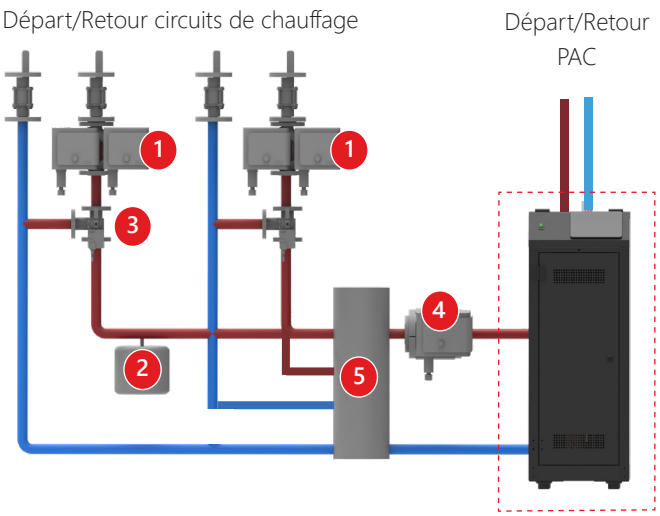


1. Automate de régulation système
2. 1 pompe à débit variable
3. Echangeur à plaques chauffage

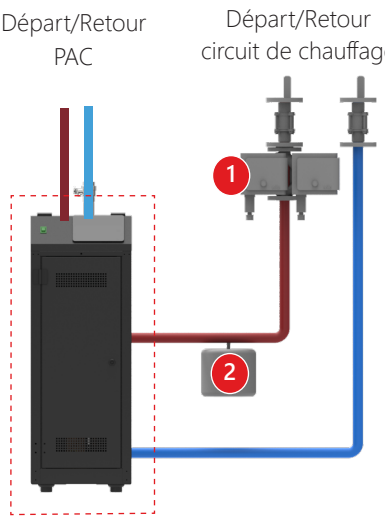
Caractéristiques techniques	Chauffage seul
Tension d'alimentation	Monophasée 230 V / 50 Hz
Pression de service maxi primaire/secondaire	4 bars
Pompe de remplissage automatique du circuit primaire	Eau glycolée maxi 30% (-15°C) 230V 50Hz 0.1 kW
Pompe circuit primaire pour 1 à 2 PAC	Pompe double 8 m^3 / 60 kPa 230V 50 Hz 0.3 kW
Pompe circuit primaire pour 3 à 4 PAC	Pompe double 12 m^3 / 80 kPa 230V 50Hz 0.55 kW
Puissance maxi du circuit de chauffage	240 kW
Dimensions du module	H 1400 mm x L 670 mm x P 550 mm

Exemple de raccordement

Plusieurs circuits de chauffage



Un seul circuit de chauffage



Fourniture Terris Energy

Installation à prévoir:

1. Pompe double
2. Vase d'expansion
3. Vanne 3 voies
4. Pompe de charge chauffage
5. Bouteille de découplage

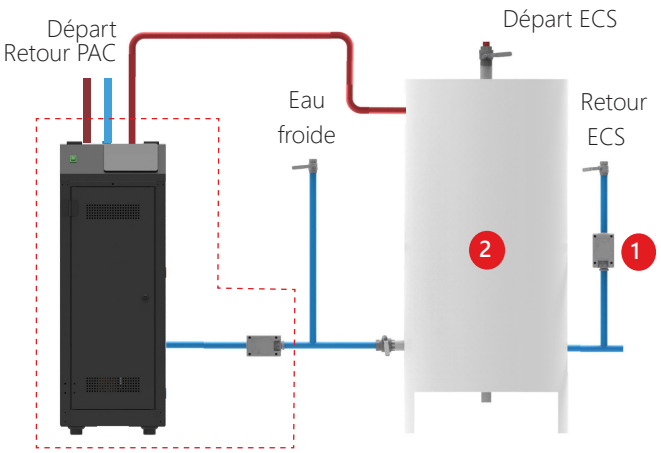
Module de découplage hydraulique pour production ECS



1. Automate de régulation système
2. Pompe à débit variable
3. Echangeur à plaques ECS
4. 2 pompes de charge ballon ECS

Caractéristiques techniques	Production ECS
Tension d'alimentation	Monophasée 230 V / 50 Hz
Pression de service circuit primaire	4 bars
Pression maxi du circuit secondaire ECS	6 bars
Pompe de remplissage automatique du circuit primaire	Eau glycolée maxi 30% (-15°C) 230V 50Hz 0.1 kW
Pompe circuit primaire pour 1 à 3 PAC	Pompe double 8 m^3 / 60 kPa 230V 50Hz 0.3 kW
Pompe de charge sanitaire	230 V 50 Hz 0.13 kW
Puissance maxi de la production ECS	180 kW (voir tableau page 14)
Dimensions du module	H 1400 mm x L 670 mm x P 550 mm

Exemple de raccordement



Fourniture Terris Energy

Installation à prévoir:

1. Pompe de bouclage ECS
2. Ballon de stockage ECS

PERFORMANCES

Dimensionnement chauffage

Calcul du nombre de PAC en fonction de la puissance de chauffage demandée en PAC+gaz par température extérieure de -7°C.

	T-DUO40	T-DUO60	T-DUO90
240 kW	-	4	3
220 kW	-	4	3
200 kW	-	4	3
180 kW	-	3	2
160 kW	4	3	2
140 kW	4	3	2
120 kW	3	2	2
100 kW	3	2	2
80 kW	2	2	1
60 kW	2	1	1
40 kW	1	1	1

Dimensionnement production ECS

Calcul du nombre de PAC en fonction de la puissance ECS et de la capacité de stockage demandées.

			Nombre PAC			Débit en litres en fonction du temps de tirage*				Temps de recharge 0 à 100%
		Puissance	TD40	TD60	TD90	10 minutes	30 minutes	60 minutes	en continu	
Volume réservoir tampon	500 L	50 kW	2	1	1	680 L	1 040 L	1 575 L	1 075 L/h	28 minutes
		70 kW	2	2	1	750 L	1 250 L	2 000 L	1 500 L/h	20 minutes
		90 kW	3	2	1	820 L	1 465 L	2 435 L	1 935 L/h	16 minutes
		140 kW	4	3	2	1 000 L	2 000 L	3 500 L	3 000 L/h	10 minutes
		180 kW	-	3	2	1 145 L	2 435 L	4 370 L	3 870 L/h	8 minutes
	1000 L	90 kW	3	2	1	1 320 L	1 965 L	2 935 L	1 935 L/h	31 minutes
		140 kW	4	3	2	1 500 L	2 500 L	4 000 L	3 000 L/h	20 minutes
		180 kW	-	3	2	1 645 L	2 935 L	4 870 L	3 870 L/h	16 minutes
	1500L	140 kW	4	3	2	2 000 L	3 000 L	4 500 L	3 000 L/h	30 minutes
		180 kW	-	3	2	2 145 L	3 435 L	5 370 L	3 870 L/h	23 minutes

* Condition pour un tirage 20 °C / 60 °C

TARIF

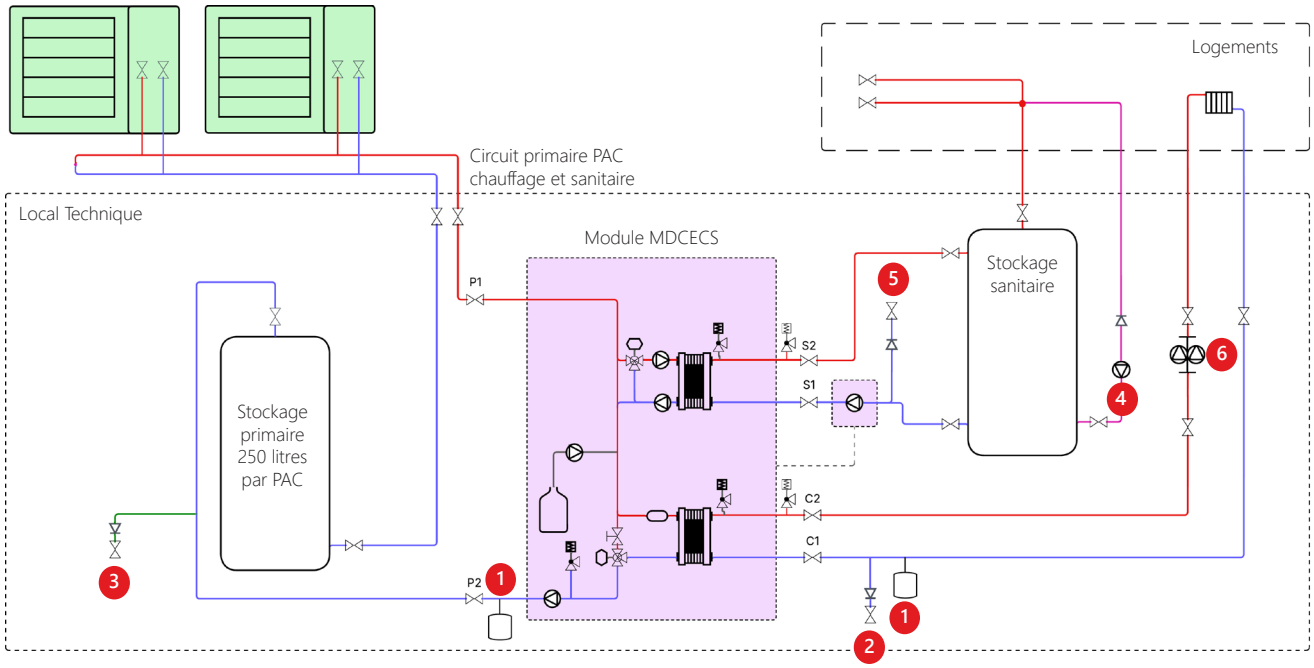
Les prix indiqués correspondent aux tarifs en vigueur en septembre 2026. Ils s'entendent hors taxes, départ usine. Le transport n'est pas inclus et fait l'objet d'un chiffrage spécifique selon le lieu de livraison et les conditions d'accès.

Chaque offre est établie sur devis, sous réserve de validation technique.

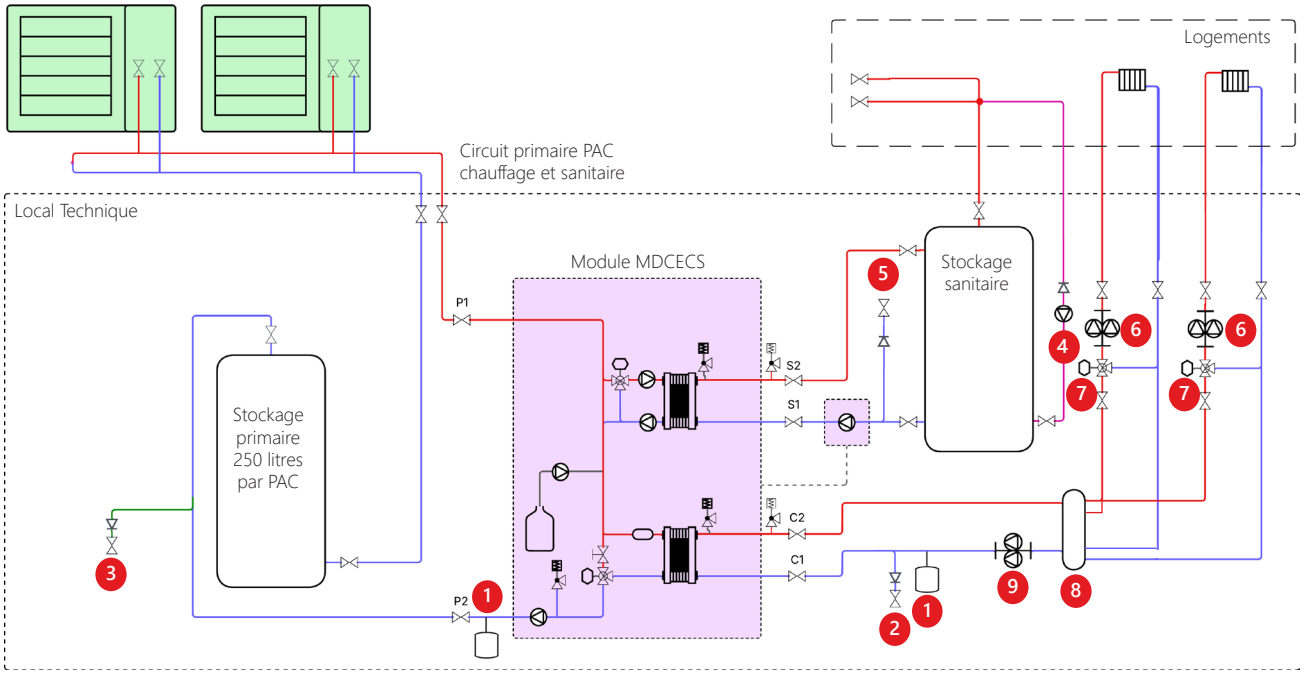
Description	Tarif HT
PAC hybride monobloc 40 kW	**20 000 €** TDUO40
PAC hybride monobloc 60 kW	**22 000 €** TDUO60
PAC hybride monobloc 90 kW	**24 000 €** TDUO90
Kit gaz naturel (G20) 300/20 mbar	**335 €** KDGN100
Kit gaz propane (G31) 1.5 bar / 37 mbar	**455 €** KDP100
Bornier sectionnable	**85 €** BSAT4P
Module de découplage chauffage + ECS pour 1 à 2 PAC	**19 000 €** MDCECS12
Module de découplage chauffage + ECS pour 3 à 4 PAC	**20 000 €** MDCECS34
Module de découplage chauffage seul pour 1 à 2 PAC	**10 500 €** MDC12
Module de découplage chauffage seul pour 3 à 4 PAC	**11 000 €** MDC34
Module de découplage ECS seul pour 1 à 3 PAC	**14 000 €** MDECS13
Module de communication PAC/ Module de découplage + 4G	**450 €** MODWIFI
Compteur d'énergie pour module de chauffage seul ou ECS seul	**2 056 €** CALO25
Compteur d'eau communicant	**500 €** COMEAU
Option pompe de bouclage sanitaire	**800 €** OPTPOM

SCHÉMAS DE PRINCIPE

Chauffage et production ECS avec circuits PAC communs et un circuit radiateur



Chauffage et production ECS avec circuits PAC communs et plusieurs circuits radiateurs

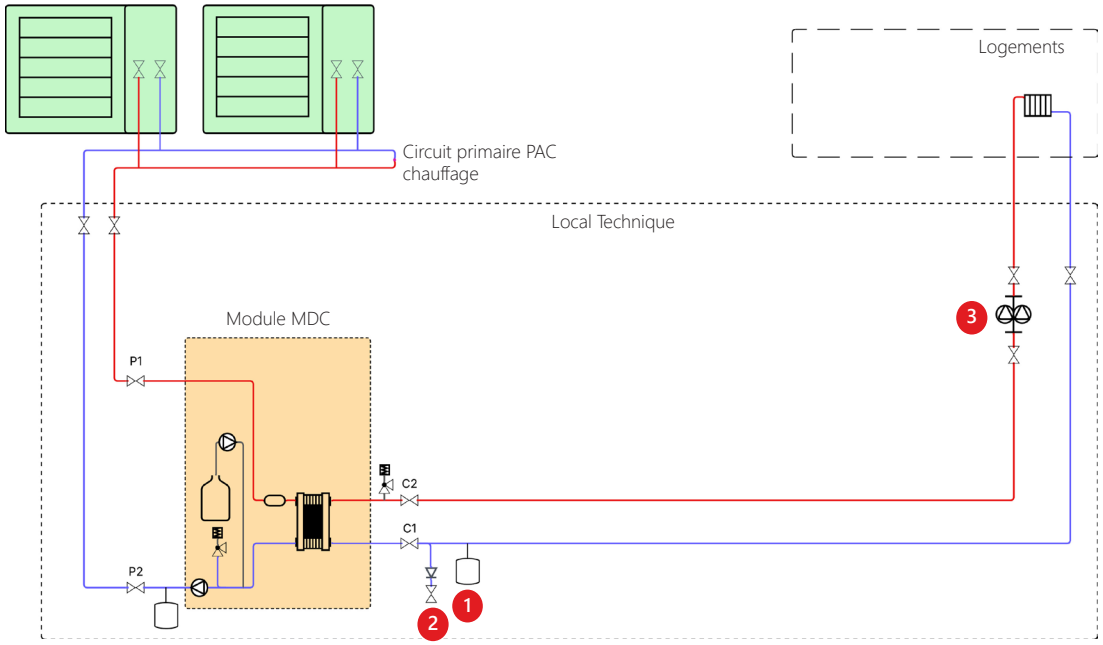


1. Vase d'expansion
2. Remplissage circuits radiateurs
3. Remplissage circuit primaire eau glycolée
4. Pompe boucle d'eau circuit ECS
5. Eau Froide Sanitaire
6. Pompe(s) chauffage circuit(s) radiateur(s)
7. Vanne 3 voies circuit(s) radiateur(s)
8. Bouteille de découplage
9. Pompe de charge circuit(s) radiateur(s)

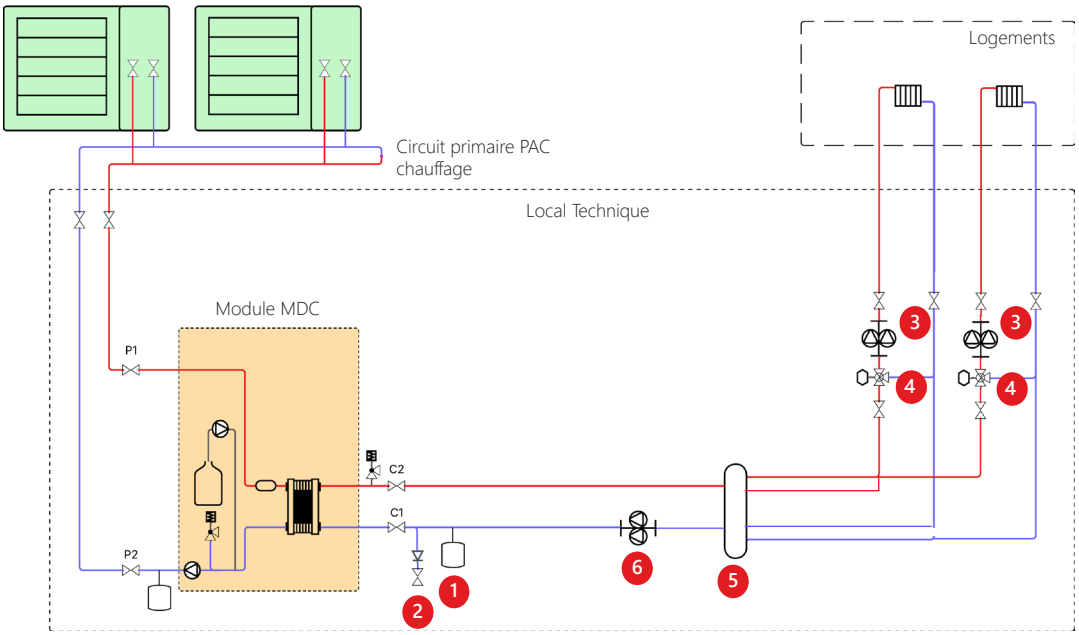
Solution à circuit primaire unique

L'utilisation d'un seul circuit primaire, alimenté par des PAC hybrides, simplifie l'installation en assurant à la fois le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire via une seule boucle hydraulique. Toutefois, pour garantir une eau sanitaire à 60 °C, il est nécessaire de maintenir en permanence le fluide primaire à une température d'au moins 62 °C. Cette contrainte impose un fonctionnement à haute température sur l'ensemble de l'installation, ce qui dégrade le rendement des PAC et entraîne une surconsommation d'énergie, notamment pour le chauffage. Si cette solution à circuit unique est plus simple et économique à mettre en œuvre, elle s'avère nettement moins performante sur le plan énergétique qu'une configuration à deux circuits adaptés à chaque usage.

Chauffage avec un seul circuit radiateur



Chauffage avec plusieurs circuits radiateurs

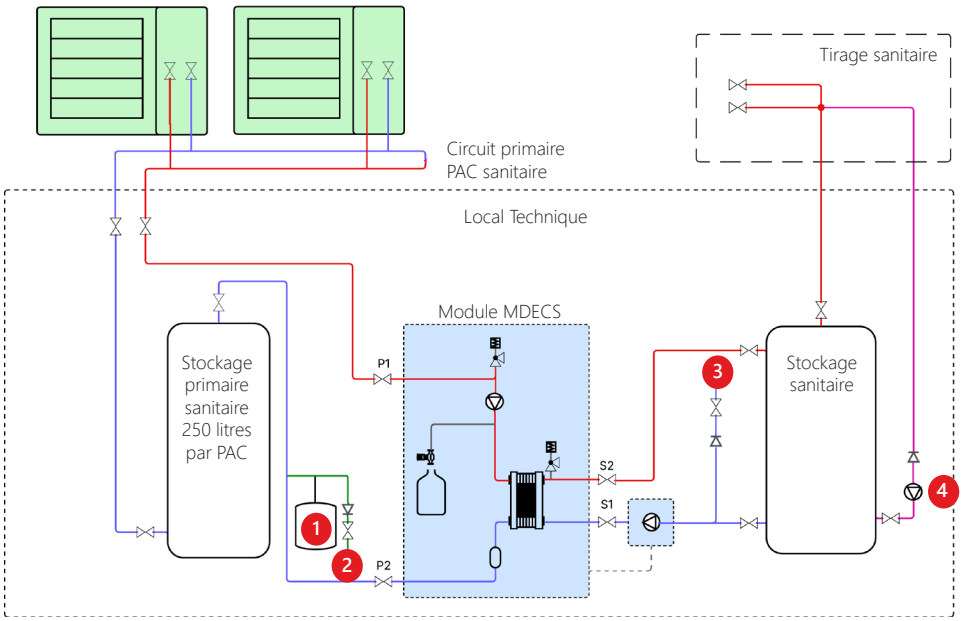


1. Vase d'expansion
2. Remplissage circuit(s) radiateur(s)
3. Pompe(s) chauffage
4. Vannes trois voies
5. Bouteille de découplage
6. Pompe de bouclage secondaire

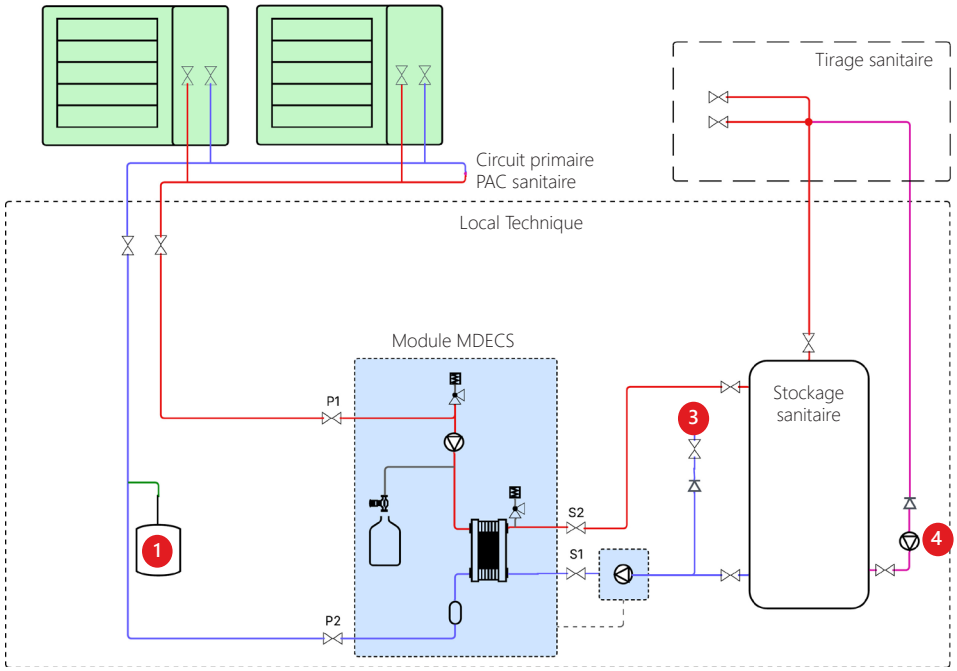
Solution de raccordement à un ou plusieurs circuits de chauffage

Le module MDC assure le découplage hydraulique et la chauffe du circuit radiateur. La régulation ajuste automatiquement la température du circuit primaire en fonction des besoins de chauffage (pente), en modulant la puissance des PAC et des chaudières gaz. Le schéma chauffage avec un seul circuit radiateur s'applique lorsqu'un seul circuit radiateur présente de faibles pertes de charge : il permet de raccorder directement la pompe au module MDC, sans recourir à une vanne trois voies. Le schéma chauffage avec plusieurs circuits radiateurs, quant à lui, prévoit une connexion via une bouteille de découplage et une pompe de charge. Cette configuration est nécessaire lorsqu'il existe plusieurs circuits radiateurs ou lorsque les pertes de charge sont trop importantes.

Production ECS avec ballon tampon de stockage primaire



Production ECS sans ballon de stockage primaire



1 Vase d'expansion 2 Remplissage circuit primaire eau glycolée 3 Eau froide sanitaire 4 Pompe boucle d'eau circuit sanitaire

Solution à circuit primaire unique

Deux solutions de raccordement sont possibles pour le module MDECS. Le schéma avec ballon tampon de stockage primaire permet de lisser les variations de demande d'eau chaude sanitaire et d'assurer un fonctionnement plus stable des PAC hybrides, en limitant les démarrages et arrêts fréquents. Le schéma sans ballon tampon est adapté aux usages ponctuels, comme dans les salles de sport. Le déclenchement des PAC et des chaudières est alors piloté par une sonde placée au tiers inférieur du ballon de stockage ECS. Lorsque la température descend sous la consigne, les PAC démarrent et s'arrêtent automatiquement une fois le ballon rechargé. Cette configuration convient uniquement aux installations sans boucle de recirculation ou avec un débit de bouclage faible (inférieur à deux fois le volume du ballon par heure).

Contactez-nous

Fabricant français
1 avenue de l'Épinette
77100 MEAUX
Tél.: 01 60 24 55 38
E-mail : info@terrisenergy.fr
Site internet : www.terrisenergy.fr



Suivez-nous

Scan vers site internet

RETROUVEZ NOS SOLUTIONS PARTOUT EN FRANCE

Nos solutions sont désormais disponibles dans toutes les agences SOFINTHER
et sur le site internet **www.sofinther.fr**

LIVRE BLANC

PAC hybride monobloc : simplifier la rénovation énergétique sans compromettre la performance

Comprendre, prescrire et exploiter l'hybridation PAC + gaz avec la T-DUO de Terris Energy



À destination des bureaux d'études, installateurs CVC, exploitants, responsables énergie et maîtres d'ouvrage — bâtiments collectifs, tertiaires et industriels.

Sommaire

1. Introduction — pourquoi ce livre blanc 4

1.1 Un contexte qui ne laisse plus de place à l'attentisme 4

1.2 La PAC est devenue incontournable… mais son intégration peut devenir complexe 4

1.3 L'approche hybride monobloc : une réponse pragmatique 5

2. Comprendre le principe de la PAC hybride 6

2.1 La pompe à chaleur air/eau en deux mots 6

2.2 La chaudière gaz à condensation modulante en deux mots 6

2.3 L'architecture hybride : deux générateurs, une seule logique 7

2.4 Les quatre modes de fonctionnement de la T-DUO 8

2.5 Le point de bivalence et la répartition annuelle des productions 8

3. Pourquoi le monobloc change la logique d'installation 10

3.1 Ce que « monobloc » veut dire concrètement sur la T-DUO 10

3.2 Moins d'interfaces, moins de risques 11

3.3 Ce que cela change sur le chantier 11

4. Charges partielles, pics de puissance : le cœur du sujet 13

4.1 Qu'est-ce qu'une charge partielle — et pourquoi c'est la situation normale 13

4.2 Le piège du dimensionnement sur le seul pic 13

4.3 La réponse T-DUO : moduler sur toute la plage, à deux générateurs 14

4.4 Et pour les fortes amplitudes : la cascade jusqu'à 360 kW 14

5. Ce que la T-DUO apporte aux bureaux d'études 17

5.1 Une prescription lisible et défendable 17

5.2 Le taux de couverture PAC comme variable de conception 17

5.3 Une sécurité de puissance et de température intégrée 18

5.4 Des contraintes de rénovation prises en compte d'origine 18

5.5 Mesure et conformité : le comptage natif 18

6. Ce que la T-DUO apporte aux installateurs CVC 19

6.1 Avant le chantier : moins de coordination, un seul interlocuteur 19

6.2 Pendant la pose : des opérations standardisées 19

6.3 À la mise en service : un système qui se paramètre, pas qui se programme 20

6.4 Après la livraison : une maintenance lisible et un client satisfait 20

7. Ce que la T-DUO apporte à l'exploitation et à la maintenance 21

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

7.1 La continuité de service comme principe de conception 21
7.2 Le mode délestage : un atout face aux tensions électriques 21
7.3 Un fonctionnement qui préserve le matériel 22
7.4 Supervision, diagnostic et conformité 22
7.5 Un cadre de maintenance clair 22

8. Dans quels cas la T-DUO est-elle pertinente ? 24
8.1 La rénovation avec chaudière gaz existante : le cas d'école 24
8.2 Les sites où le 100 % PAC est difficile à justifier 24
8.3 Les profils à forte amplitude de charge 25
8.4 Les projets à montée en puissance progressive 25

9. Points de vigilance et limites : ce qu'il faut vérifier avant de prescrire 26
9.1 Le dimensionnement et le profil de charge : la condition n° 1 26
9.2 Les températures de départ 26
9.3 Les limites de la PAC — et leur couverture par le gaz 27
9.4 L'implantation extérieure et la sécurité R290 27
9.5 L'acoustique 27
9.6 L'hydraulique et la qualité d'eau 27
9.7 Le raccordement gaz et la fumisterie 27
9.8 La pertinence économique : à objectiver projet par projet 27

10. Méthode : préconiser et dimensionner une solution hybride en 10 étapes 29

11. Les arguments clés à retenir 31

12. Conclusion 33

Note : après ouverture dans Word, mettre à jour le sommaire (clic droit > Mettre à jour les champs, ou Ctrl+A puis F9).

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

1. Introduction — pourquoi ce livre blanc

1.1 Un contexte qui ne laisse plus de place à l'attentisme

Le bâtiment représente près d'un tiers de la consommation d'énergie finale en France, principalement pour le chauffage (SDES, Chiffres clés de l'énergie 2025). La France compte encore près de 5 millions de passoires thermiques et plus de 3 millions de bâtiments en situation de précarité énergétique (France Rénov', 2024). Dans le même temps, le mix de chauffage reste fragmenté et largement carboné : 36 % des bâtiments sont chauffés au gaz, 30 % à l'électricité, 11 % au bois et 9 % au fioul (SDES, 2025).

Pour les responsables énergie, les exploitants et les maîtres d'ouvrage, trois pressions se cumulent. La pression économique d'abord : la hausse et la volatilité des prix de l'énergie rendent toute surconsommation immédiatement visible dans les budgets d'exploitation. La pression réglementaire ensuite : décret tertiaire, RE2020, interdiction progressive des équipements les plus émetteurs, exigences croissantes de suivi et de comptage. La pression opérationnelle enfin : selon l'ADEME (2024), la France devra remplacer ou rénover plus de 800 000 systèmes de chauffage chaque année d'ici 2030 pour tenir ses objectifs de décarbonation. Ce rythme impose des solutions rapides à prescrire, rapides à poser et fiables à exploiter.



1.2 La PAC est devenue incontournable… mais son intégration peut devenir complexe

La pompe à chaleur s'est imposée comme la technologie de référence de la décarbonation du chauffage : elle valorise une énergie renouvelable (les calories de l'air) et délivre plusieurs kilowattheures de chaleur pour un kilowattheure d'électricité consommé. Sur le papier, le 100 % PAC est séduisant. Sur le terrain, en rénovation collective, tertiaire ou industrielle, l'équation se complique vite :

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

- les émetteurs existants (radiateurs en régime 70/50 °C, voire 80/60 °C) demandent des températures de départ que les PAC atteignent difficilement par grand froid, ou au prix d'un rendement dégradé ;
- les besoins de pointe hivernaux imposeraient, en tout-électrique, des puissances PAC et des abonnements électriques importants, parfois incompatibles avec la puissance disponible sur site;
- la place manque : local chaufferie exigu, toiture chargée, contraintes acoustiques de voisinage ;
- les profils de charge sont très variables (mi-saison longue, pics courts, ECS par à-coups), ce qui pénalise les générateurs dimensionnés sur la seule pointe ;
- enfin, multiplier les équipements séparés (PAC, chaudière d'appoint, régulateur tiers, hydraulique sur mesure) multiplie les interfaces, les risques d'erreur de couplage et les renvois de responsabilité entre lots.

Le risque est connu de tous les bureaux d'études : un projet techniquement vertueux mais difficile à installer, à régler et à exploiter, dont la performance réelle décroche de la performance calculée.

1.3 L'approche hybride monobloc : une réponse pragmatique

C'est précisément à cette équation que répond la PAC hybride monobloc. Le principe : associer, **dans un même appareil et sous une même régulation**, une pompe à chaleur air/eau à compresseur inverter et une chaudière gaz à condensation modulante. La PAC couvre les besoins chaque fois que ses conditions de fonctionnement sont favorables ; la chaudière assure les pointes, les hautes températures et les périodes de grand froid. Il ne s'agit pas d'opposer les énergies, mais de **faire fonctionner chaque générateur dans sa meilleure zone de performance**.

La T-DUO de Terris Energy applique ce principe avec un parti pris assumé : la simplicité. Un seul appareil posé à l'extérieur, un seul raccordement hydraulique, gaz et électrique, une régulation embarquée qui arbitre seule entre les deux générateurs, et une mise en cascade possible jusqu'à 360 kW pour les projets plus importants. Ce livre blanc explique pourquoi cette architecture est pertinente en rénovation énergétique, ce qu'elle change concrètement pour les bureaux d'études, les installateurs et les exploitants, dans quels cas elle s'impose — et, tout aussi important, dans quels cas elle mérite une analyse plus poussée.

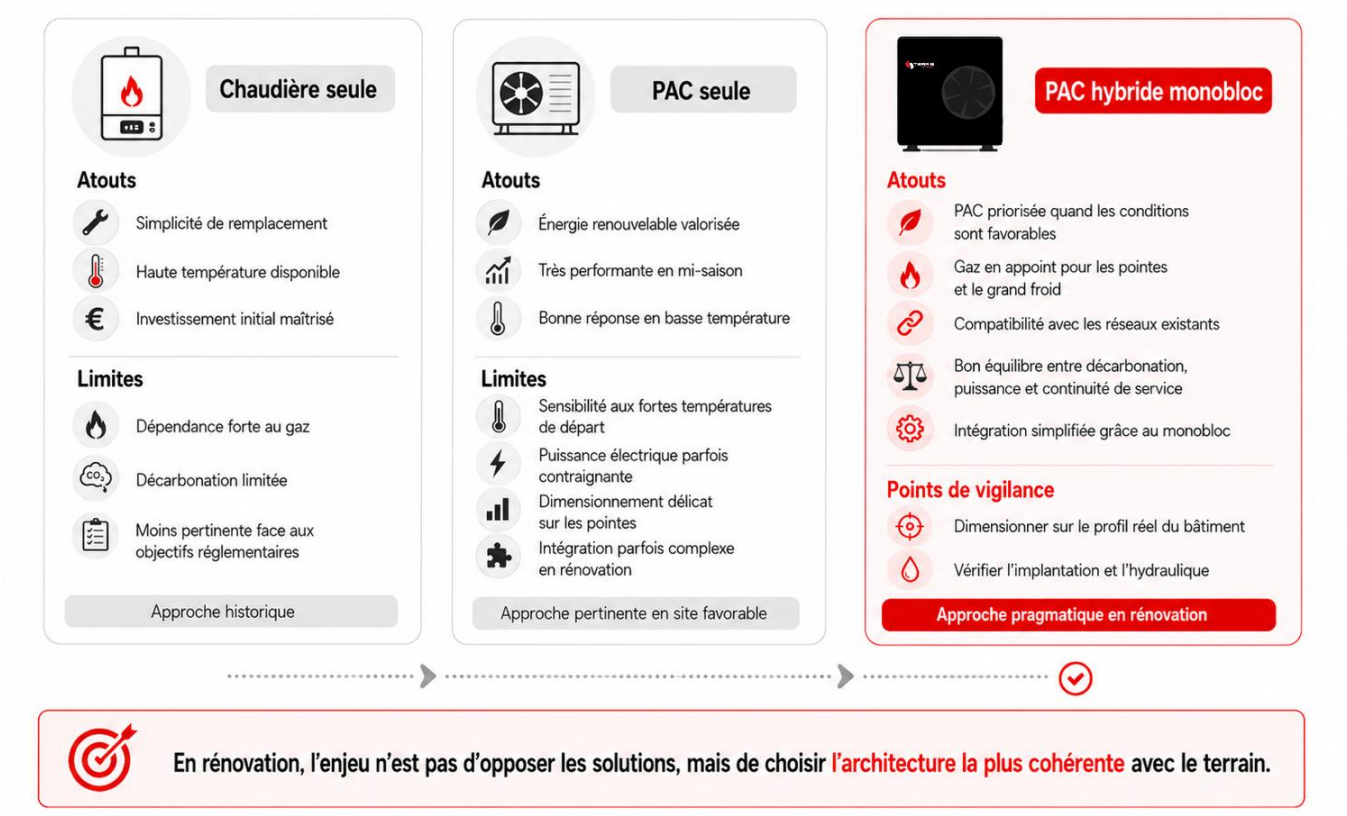
À RETENIR

La transition du chauffage ne sera pas mono-énergie. L'hybridation PAC + gaz permet de décarboner massivement la production de chaleur sans se heurter aux limites du tout-électrique en rénovation : températures de départ, puissance électrique disponible, pics hivernaux. L'architecture monobloc, elle, supprime la complexité d'intégration qui freine habituellement les systèmes hybrides composés d'équipements séparés.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

2. Comprendre le principe de la PAC hybride

Avant d'entrer dans les bénéfices terrain, posons les bases. Cette section s'adresse autant au prescripteur qui doit rédiger une note technique qu'au décideur non spécialiste qui doit arbitrer un investissement.



2.1 La pompe à chaleur air/eau en deux mots

Une PAC air/eau prélève les calories contenues dans l'air extérieur — même froid — grâce à un circuit thermodynamique (évaporateur, compresseur, condenseur, détendeur) et les transfère au circuit d'eau de chauffage. Son efficacité se mesure par le COP (coefficient de performance) : un COP de 4 signifie que pour 1 kWh d'électricité consommé, 4 kWh de chaleur sont restitués.

Deux paramètres gouvernent ce rendement : **la température extérieure** (plus il fait froid, moins il y a de calories à prélever et plus le compresseur travaille) et **la température de départ d'eau** (plus l'eau demandée est chaude, plus l'écart à combler est grand). Une PAC est donc excellente en mi-saison sur un réseau basse température, et de moins en moins performante à mesure que le froid s'installe et que les émetteurs réclament de l'eau chaude. Sa puissance disponible diminue également quand la température extérieure chute : c'est précisément au moment où le bâtiment a le plus besoin de puissance que la PAC en délivre le moins.

2.2 La chaudière gaz à condensation modulante en deux mots

La chaudière gaz à condensation récupère, en plus de la chaleur de combustion, la chaleur latente contenue dans les fumées en condensant la vapeur d'eau qu'elles contiennent. Résultat : un rendement de combustion de 98 à 108 % sur PCI selon les températures de retour (données T-DUO). Son atout majeur en hybride : elle est modulante. Sur la T-DUO, le brûleur à prémélange bas NOx (classe 5) module en continu de 100 % à 25 % de sa puissance, et la température de départ peut atteindre 85 °C. La chaudière apporte donc exactement

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

ce qui manque à la PAC : de la puissance immédiate, disponible quelle que soit la température extérieure, et de la haute température compatible avec les réseaux existants en 80/60 °C.

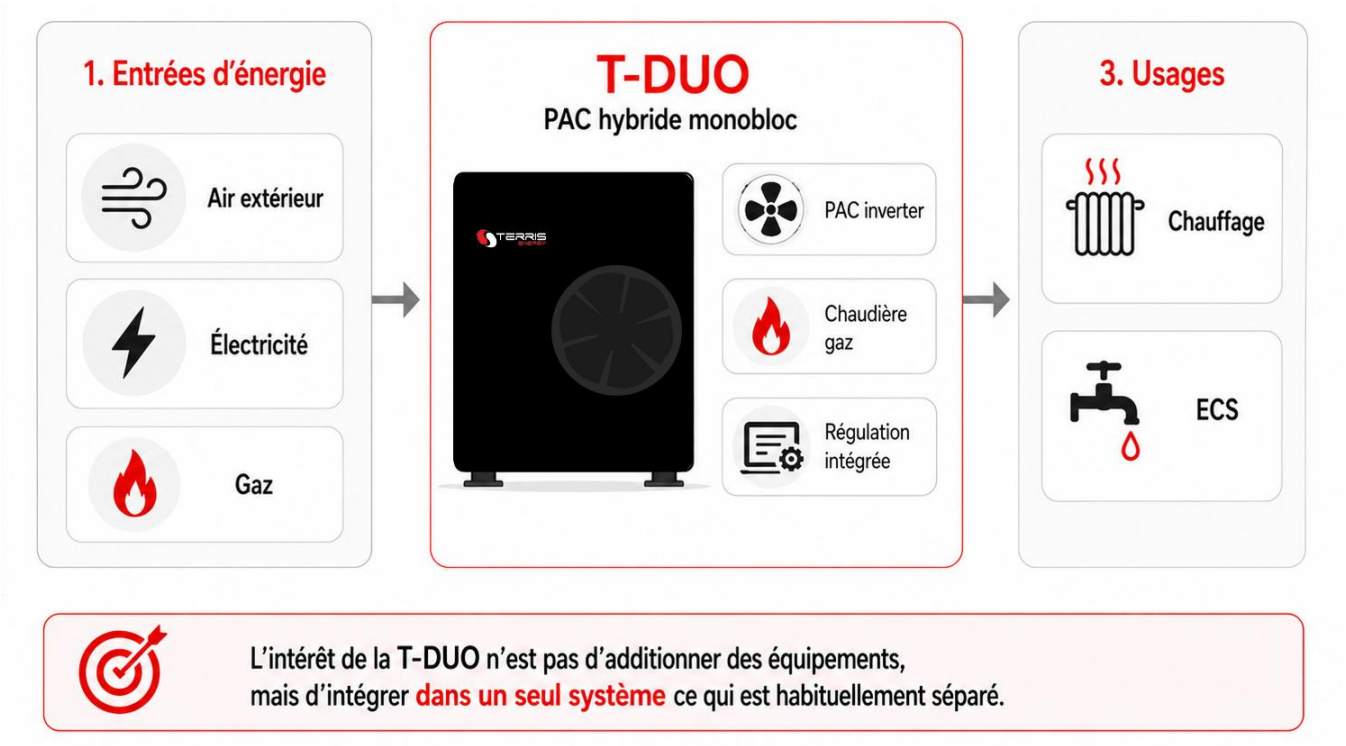
2.3 L'architecture hybride : deux générateurs, une seule logique

Une architecture hybride associe ces deux générateurs derrière une régulation unique qui décide, à chaque instant, lequel produit, dans quelle proportion, et à quel régime. Trois points méritent d'être soulignés.

L'hybride n'est pas une juxtaposition. Une PAC et une chaudière posées côte à côte sans pilotage commun se concurrencent plus qu'elles ne se complètent : consignes incohérentes, cycles courts, énergie d'appoint sollicitée trop tôt. Dans un système hybride véritable, l'arbitrage est natif : sur la T-DUO, une carte de gestion embarquée pilote distinctement la PAC et la chaudière, sans régulation additionnelle à installer ni à paramétrer.

L'hybride n'oppose pas les énergies. L'objectif n'est pas de remplacer brutalement le gaz par l'électricité, mais de faire travailler chaque énergie au moment où elle est la plus pertinente, techniquement et économiquement. La PAC prend tout ce qu'elle peut couvrir avec un bon rendement ; le gaz sécurise le reste. En rénovation, cela permet de conserver un raccordement gaz existant en le transformant d'énergie principale en énergie d'appoint — une trajectoire de décarbonation progressive plutôt qu'une rupture.

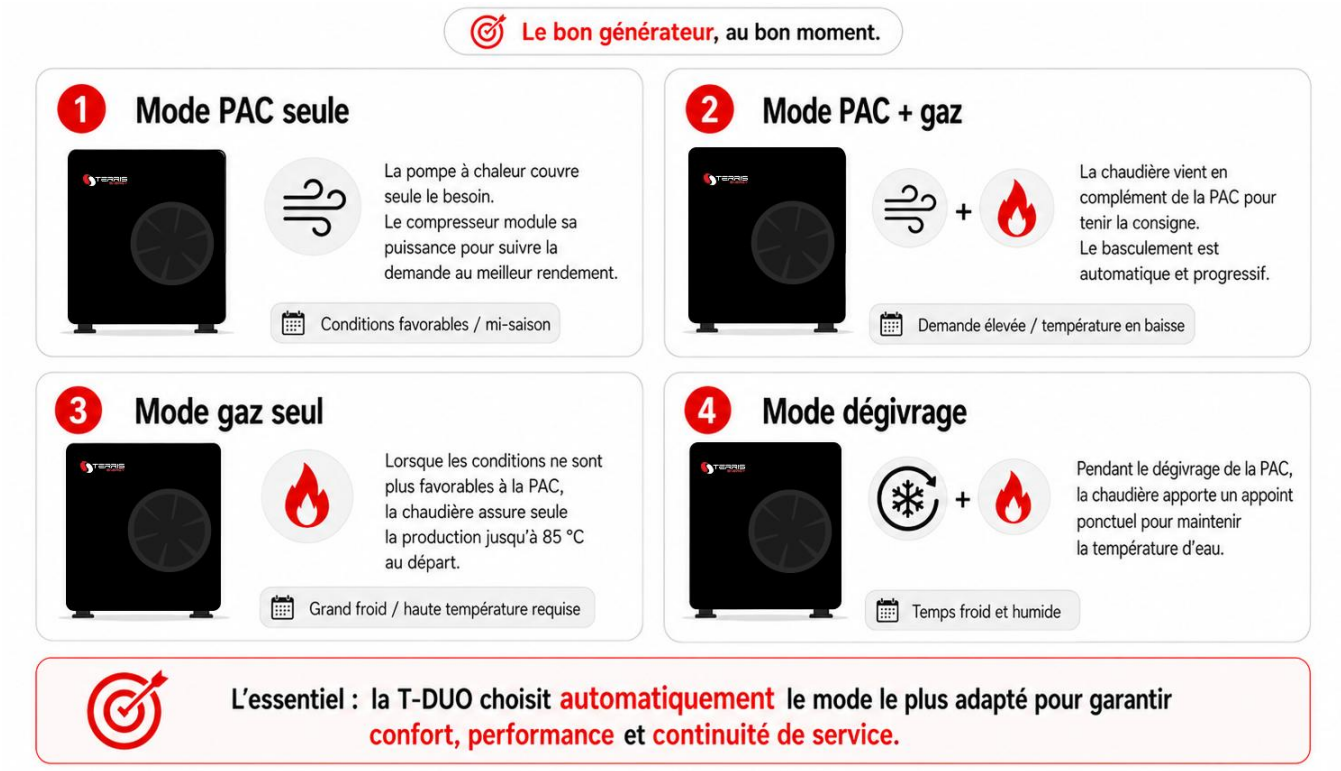
Le bon générateur, au bon moment, dans sa meilleure zone de performance. C'est la phrase à retenir. Elle résume toute la logique de fonctionnement décrite ci-après.



2.4 Les quatre modes de fonctionnement de la T-DUO

La régulation embarquée de la T-DUO alterne automatiquement entre quatre modes, selon la température extérieure et la demande du bâtiment :

- **Mode PAC seule.** Conditions favorables : la PAC couvre seule le besoin. Le compresseur inverter module sa puissance en continu pour coller à la demande réelle, au meilleur rendement.
- **Mode PAC + gaz.** La température extérieure chute ou la demande augmente : la chaudière vient en complément de la PAC pour tenir la consigne. Le basculement est automatique et progressif, sans intervention.
- **Mode gaz seul.** Par grand froid (en dessous de la limite de fonctionnement de la PAC, –10 °C) ou lorsque le fonctionnement électrique n'est plus pertinent, la chaudière assume seule la production, jusqu'à 85 °C au départ.
- **Mode dégivrage.** Par temps froid et humide, l'évaporateur peut givrer. Le cycle s'inverse automatiquement pour le dégivrer, et la chaudière apporte un appoint ponctuel pour maintenir la température d'eau : le confort ne décroche pas pendant le dégivrage.

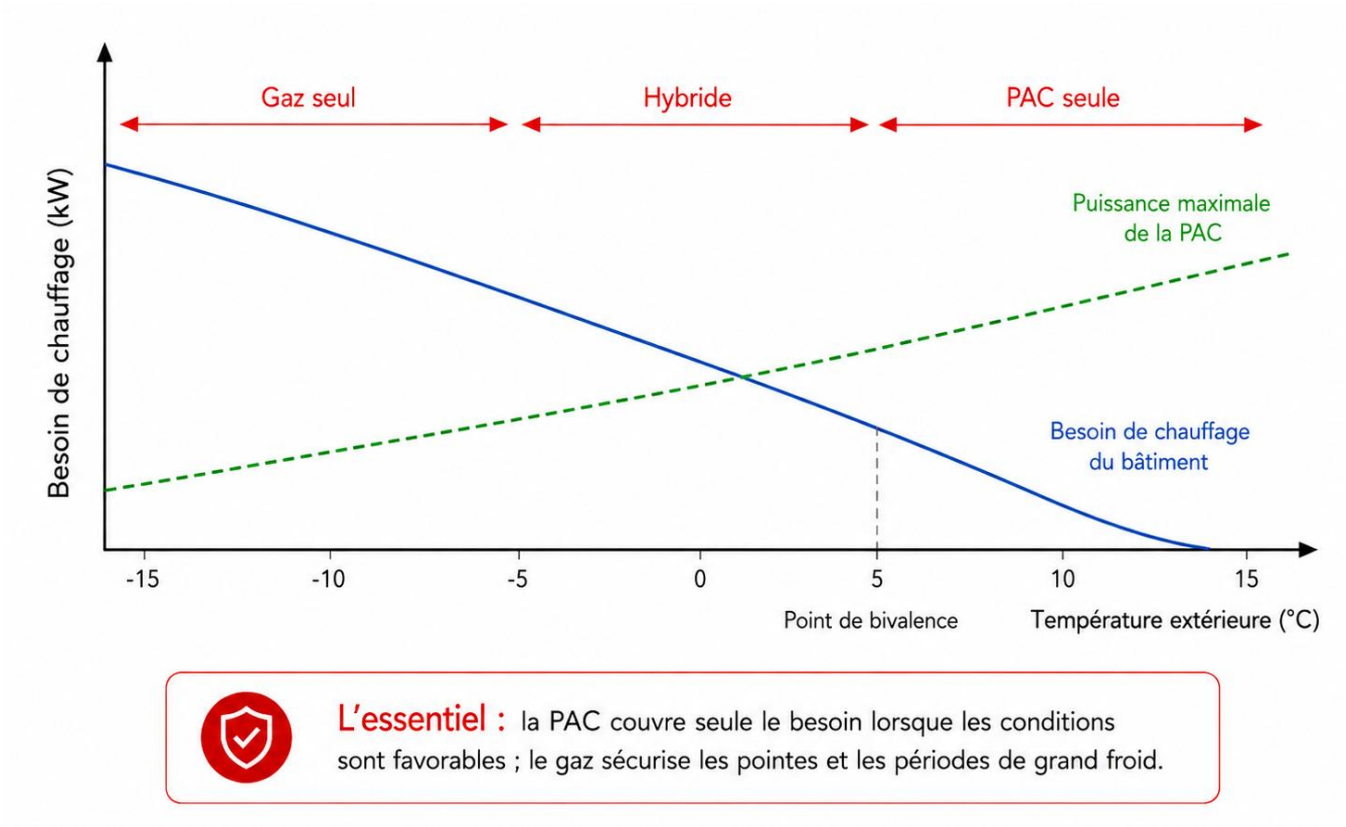


2.5 Le point de bivalence et la répartition annuelle des productions

Le **point de bivalence** est la température extérieure en dessous de laquelle la PAC seule ne suffit plus à couvrir le besoin du bâtiment : c'est là que la chaudière entre en jeu. Au-dessus de ce point, la PAC module ; en dessous, les deux générateurs travaillent ensemble, puis le gaz prend le relais complet par grand froid.

Point essentiel pour bien dimensionner : les heures les plus froides sont rares. Sur une année type en France, l'essentiel des besoins d'énergie se situe entre 7 et 17 °C extérieurs, là où la PAC est performante. C'est pourquoi, dans l'exemple illustratif publié par Terris Energy pour une T-DUO 90, la PAC assure environ 68 %

de la production annuelle de chaleur, la chaudière prenant en charge les 32 % restants lors des périodes froides et des pointes — alors même que la chaudière représente la majorité de la puissance installée. Selon le profil du bâtiment, la région et les réglages, ce taux de couverture PAC se situe typiquement entre les deux tiers et les trois quarts de l'énergie annuelle



L'essentiel : la PAC couvre seule le besoin lorsque les conditions sont favorables ; le gaz sécurise les pointes et les périodes de grand froid.

QUESTION FRÉQUENTE — « Une PAC hybride, n'est-ce pas une demi-mesure ? »

Non, et c'est une question légitime. Une demi-mesure consisterait à installer une petite PAC mal pilotée à côté d'une chaudière qui ferait l'essentiel du travail. Dans une hybridation bien conçue, la puissance PAC est calée sur le profil réel du bâtiment pour maximiser l'énergie produite par la thermodynamique, et le gaz est cantonné aux situations où il est objectivement le plus pertinent : pointes, grand froid, hautes températures. Résultat : la majorité de l'énergie annuelle est décarbonée, sans renoncer ni au confort, ni à la sécurité d'approvisionnement, ni à la compatibilité avec l'installation existante.

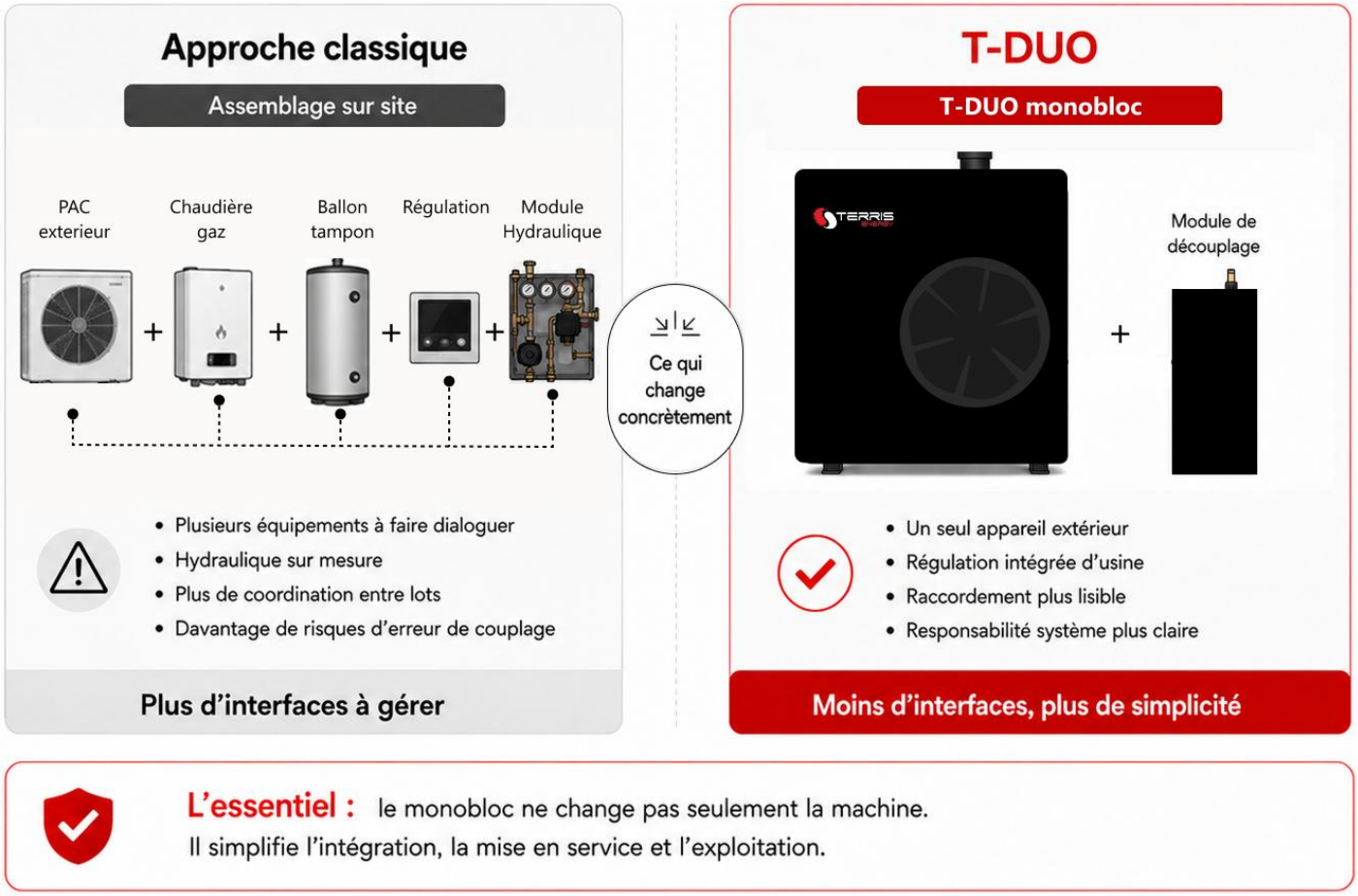
À RETENIR

Une PAC excelle en charge partielle et en mi-saison ; une chaudière modulante excelle en pointe et en haute température. L'hybride pilote les deux sous une même régulation pour que chacune travaille dans sa zone de performance. Dimensionnée sur le profil réel du bâtiment, la PAC couvre la majorité de l'énergie annuelle alors qu'elle ne représente qu'une fraction de la puissance installée.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

3. Pourquoi le monobloc change la logique d'installation

L'hybridation n'est pas une idée neuve. Ce qui a longtemps freiné son déploiement, ce n'est pas le principe, mais sa mise en œuvre : assembler sur site une PAC d'une marque, une chaudière d'une autre, un régulateur tiers et une hydraulique sur mesure, c'est créer un système unique à chaque chantier — avec les risques que cela suppose. L'architecture monobloc renverse cette logique : le système hybride est conçu, assemblé, câblé et testé en usine, et arrive sur site comme un seul équipement.



L'essentiel : le monobloc ne change pas seulement la machine. Il simplifie l'intégration, la mise en service et l'exploitation.

3.1 Ce que « monobloc » veut dire concrètement sur la T-DUO

La T-DUO réunit dans une même enveloppe extérieure : la pompe à chaleur air/eau (compresseur inverter, évaporateur, ventilateur EC à vitesse variable), la chaudière gaz à condensation avec sa ventouse intégrée, le compartiment électrique et la régulation avec écran tactile, ainsi que les organes hydrauliques internes (pompe de circulation à débit variable, vanne 3 voies motorisée de gestion PAC/chaudière, capteurs de pression, débitmètres, sondes). Le circuit frigorifique au R290 est hermétique, préchargé et testé en usine : aucune liaison frigorifique à réaliser sur site, aucune manipulation de fluide à la pose.

Côté bâtiment, l'appareil se raccorde comme une chaudière : un départ et un retour d'eau, une alimentation gaz, une alimentation électrique, une évacuation de condensats. L'évacuation des fumées est assurée par le terminal ventouse concentrique vertical livré avec l'appareil (type C33). Pour le local technique, Terris Energy propose un module de découplage hydraulique pré-monté et testé en usine (versions chauffage, ECS ou chauffage + ECS), qui assure la séparation hydraulique, la priorité ECS, le comptage d'énergie par calorimètres et le pilotage de la cascade.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.



3.2 Moins d'interfaces, moins de risques

Chaque interface entre équipements séparés est un point de défaillance potentiel : incompatibilité de protocoles entre la PAC et le régulateur, consignes contradictoires entre PAC et chaudière, erreur de câblage entre lots, hydraulique de couplage mal équilibrée. Ce sont ces défauts d'intégration — bien plus que les équipements eux-mêmes — qui expliquent la plupart des contre-performances constatées sur les installations hybrides « assemblées ».

Sur une architecture monobloc, ces interfaces n'existent simplement pas : la PAC, la chaudière, la vanne d'arbitrage et la régulation sortent de la même usine, ont été pensées ensemble et testées ensemble. La cohérence du système n'est plus à construire sur le chantier ; elle est livrée avec l'appareil. Pour le prescripteur comme pour l'installateur, cela signifie aussi un interlocuteur unique et une responsabilité claire : un seul fabricant répond du comportement de l'ensemble.

3.3 Ce que cela change sur le chantier

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

- **Pas de local chaufferie à créer ni de conduit traversant.** L'appareil s'installe exclusivement à l'extérieur (sol, terrasse, toiture sous réserve de portance), avec sa ventouse intégrée. En rénovation, le local chaufferie existant peut être libéré ou réduit au seul module de découplage et aux ballons.
- **Un raccordement lisible.** Départ/retour eau, gaz, électricité, condensats : les points de connexion sont identifiés et regroupés. Moins de plans d'exécution, moins d'aléas de coordination entre corps d'état.
- **Un temps de pose réduit.** Levage par fixations dédiées, pose sur plots antivibratoires, raccordements, mise en eau, et mise en service guidée par l'écran tactile embarqué. Le module de découplage arrive lui aussi pré-monté et testé.
- **Une maintenance pensée dès la conception.** Le groupe frigorifique est démontable en bloc : en cas d'intervention lourde, il s'échange sans ouvrir le circuit frigorifique sur site, ce qui réduit les risques, les immobilisations et les coûts.
- **Une montée en puissance simple.** Besoin de plus de puissance ? On ajoute des unités en parallèle (jusqu'à 4, soit 360 kW) plutôt que de redimensionner toute la production. Les unités communiquent entre elles sans câblage dédié (liaison sans fil), le module de découplage pilotant l'ensemble.

EXEMPLE TERRAIN — Remplacement d'une chaudière en copropriété

Cas type : une copropriété des années 1980, chaudière gaz vieillissante en sous-sol, radiateurs en régime 70/50 °C, pas de place pour une PAC dans le local, voisinage sensible au bruit. Avec une approche classique, le projet cumule les difficultés : PAC extérieure + chaudière conservée + régulateur de couplage + hydraulique sur mesure, quatre intervenants et autant d'interfaces.

Avec une T-DUO posée en pied de bâtiment ou en terrasse : un seul appareil dehors, le local technique réduit au module de découplage et au stockage, la chaudière existante déposée, et un arbitrage PAC/gaz géré d'usine. Le syndic dispose d'un interlocuteur unique et d'un suivi des consommations par calorimètres intégrés.

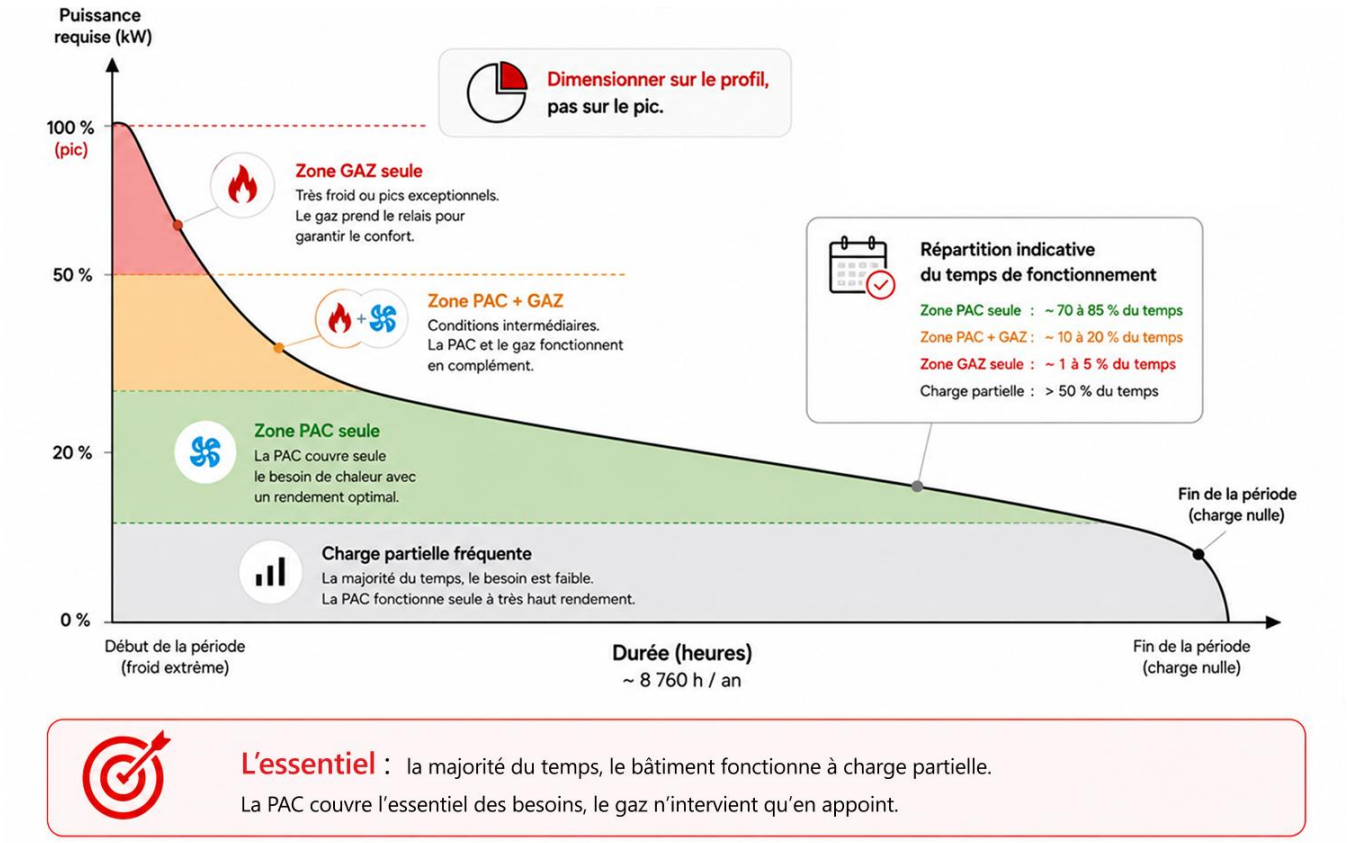
POINT DE VIGILANCE — Le monobloc ne dispense pas d'une étude d'implantation

Installation exclusivement extérieure : il faut vérifier l'emprise au sol et la portance (350 kg par unité), les distances de sécurité liées au fluide R290 autour de l'appareil (zone sans ouvrant, ni source d'inflammation, ni accès vers des locaux en contrebas), les dégagements entre unités en cascade, l'exposition aux vents dominants, l'évacuation des condensats hors gel et l'impact acoustique vis-à-vis du voisinage. Ces points sont détaillés au chapitre 9.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr

4. Charges partielles, pics de puissance : le cœur du sujet

C'est le chapitre le plus important de ce livre blanc pour les bureaux d'études. La performance réelle d'une production de chaleur ne se joue pas à puissance nominale, dans les conditions du laboratoire, mais à charge partielle, dans les conditions du bâtiment.



4.1 Qu'est-ce qu'une charge partielle — et pourquoi c'est la situation normale

La charge partielle désigne toute situation où le besoin du bâtiment est inférieur à la puissance maximale installée. Or un système de chauffage est dimensionné pour la température de base (par exemple –7 °C), qui n'est atteinte que quelques dizaines d'heures par an. Le reste du temps — c'est-à-dire la quasi-totalité de la saison de chauffe — le bâtiment appelle 20, 40 ou 60 % de la puissance installée. À cela s'ajoutent les variations journalières (réduits de nuit, intermittence d'occupation) et les à-coups de l'eau chaude sanitaire.

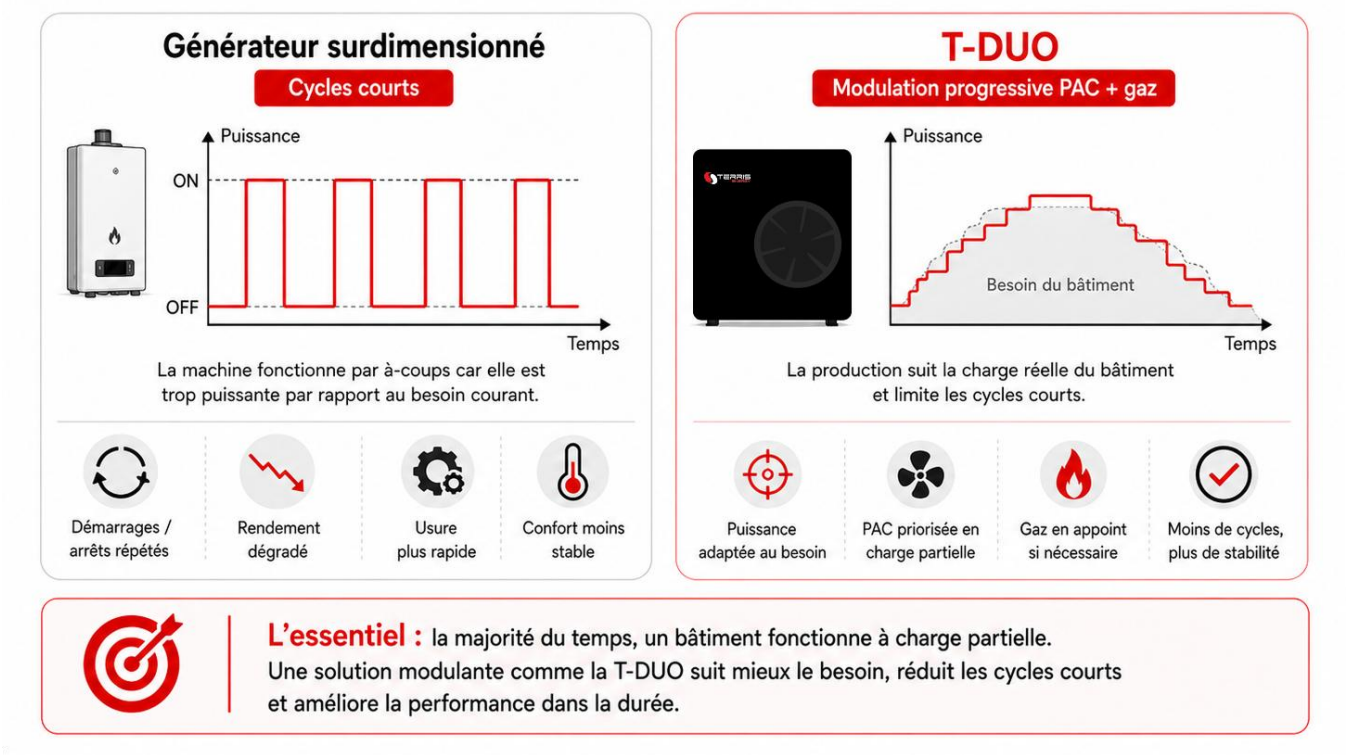
Autrement dit : **un générateur passe sa vie à charge partielle**. Un système qui n'est performant qu'à pleine puissance est performant quelques jours par an.

4.2 Le piège du dimensionnement sur le seul pic

Dimensionner la production uniquement sur la pointe conduit à surdimensionner — et le surdimensionnement se paie toute l'année. Un générateur trop puissant face à une demande faible fonctionne en tout-ou-rien : démarrages et arrêts répétés, dits cycles courts. Conséquences bien connues des exploitants : usure prématurée des composants (un démarrage sollicite davantage un compresseur ou un brûleur qu'une heure de fonctionnement stabilisé), rendement dégradé (chaque cycle comporte des phases transitoires peu

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

efficaces), instabilité de la température de départ et inconfort, et interventions de maintenance plus fréquentes.



4.3 La réponse T-DUO : moduler sur toute la plage, à deux générateurs

Grâce à son compresseur inverter et à sa chaudière gaz modulante, la T-DUO s'adapte en continu à la demande réelle. Côté PAC, le compresseur rotatif DC inverter ajuste sa vitesse — donc sa puissance — en continu, accompagné d'un ventilateur EC à vitesse variable et d'une pompe à débit variable : la PAC couvre les charges partielles avec un rendement optimal, sans cycler. Côté chaudière, la modulation continue de 100 % à 25 % de la puissance permet d'apporter exactement le complément nécessaire lors des pointes, sans à-coups et sans cycler à vide.

L'hybridation elle-même limite les cycles courts : puisque la chaudière absorbe les pointes, la PAC n'a pas besoin d'être surdimensionnée « pour le pire jour de l'année ». Elle peut être calée sur la zone où elle travaille le plus souvent, et y rester dans sa plage de modulation. À l'autre extrémité, lors des très faibles demandes de mi-saison, la régulation évite que les deux générateurs ne se relaient inutilement. Le ballon tampon prévu sur le circuit primaire (250 litres par PAC) apporte l'inertie qui stabilise encore le fonctionnement, notamment en production d'ECS.

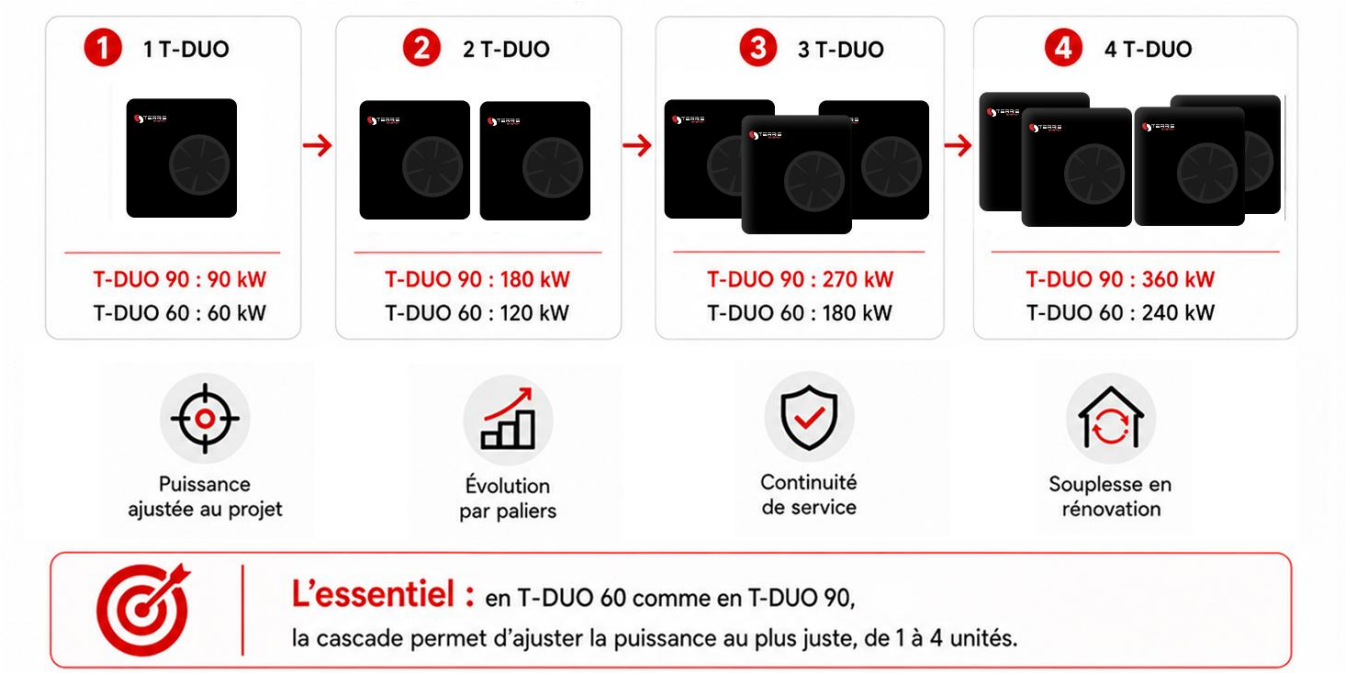
4.4 Et pour les fortes amplitudes : la cascade jusqu'à 360 kW

Certains projets cumulent un besoin de pointe élevé et de longues périodes de demande faible : c'est le cas des hôtels, des équipements sportifs, des bâtiments à occupation intermittente ou des sites avec ECS importante. La réponse classique — un gros générateur unique — y est structurellement inadaptée.

La T-DUO répond par la mise en cascade : jusqu'à 4 unités raccordées en parallèle et pilotées par le module de découplage, soit jusqu'à 360 kW cumulés. La cascade démultiplie la plage de modulation totale du système : à faible charge, une seule unité fonctionne, en modulation ; à mesure que la demande monte, les unités

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)

s'enclenchent successivement, chacune restant dans sa zone de rendement. Elle apporte en outre une redondance naturelle (l'arrêt d'une unité ne stoppe pas la production) et permet une montée en puissance progressive, par exemple au rythme des tranches d'une rénovation.



Situation de charge	Comportement du système T-DUO
Mi-saison, demande faible	Une PAC module à basse vitesse, au meilleur COP ; la chaudière reste à l'arrêt.
Saison de chauffe, demande moyenne	La ou les PAC couvrent le besoin en modulation continue ; enclenchements successifs en cascade selon la demande.
Vague de froid, forte demande	PAC + chaudières modulantes en complément : la consigne est tenue sans cycles courts.
Grand froid (< –10 °C) ou haute température requise	Chaudières seules, jusqu'à 85 °C au départ : continuité de service garantie.
Pointe d'ECS (tirage important)	Priorité sanitaire gérée par le module de découplage ; le ballon tampon lisse l'appel de puissance.

À RETENIR

On ne dimensionne pas une production hybride sur le pic, mais sur le profil. L'inverter et la modulation 25–100 % de la chaudière permettent de suivre la demande réelle sans cycles courts ; l'hybridation évite de surdimensionner la PAC ; la cascade jusqu'à 360 kW couvre les fortes amplitudes tout en conservant une architecture standard et maîtrisée.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

QUESTION FRÉQUENTE — « Pourquoi ne pas simplement installer une PAC plus grosse ? »

Parce qu'une PAC dimensionnée sur la pointe hivernale serait surdimensionnée 95 % du temps : cycles courts en mi-saison, usure accélérée, rendement réel décevant — sans compter l'investissement, l'emprise, l'acoustique et la puissance électrique souscrite. À l'inverse, une PAC calée sur le profil réel, épaulée par une chaudière modulante pour les pointes, produit la majorité de l'énergie annuelle dans sa meilleure zone de rendement. C'est tout le sens du point de bivalence présenté au chapitre 2.

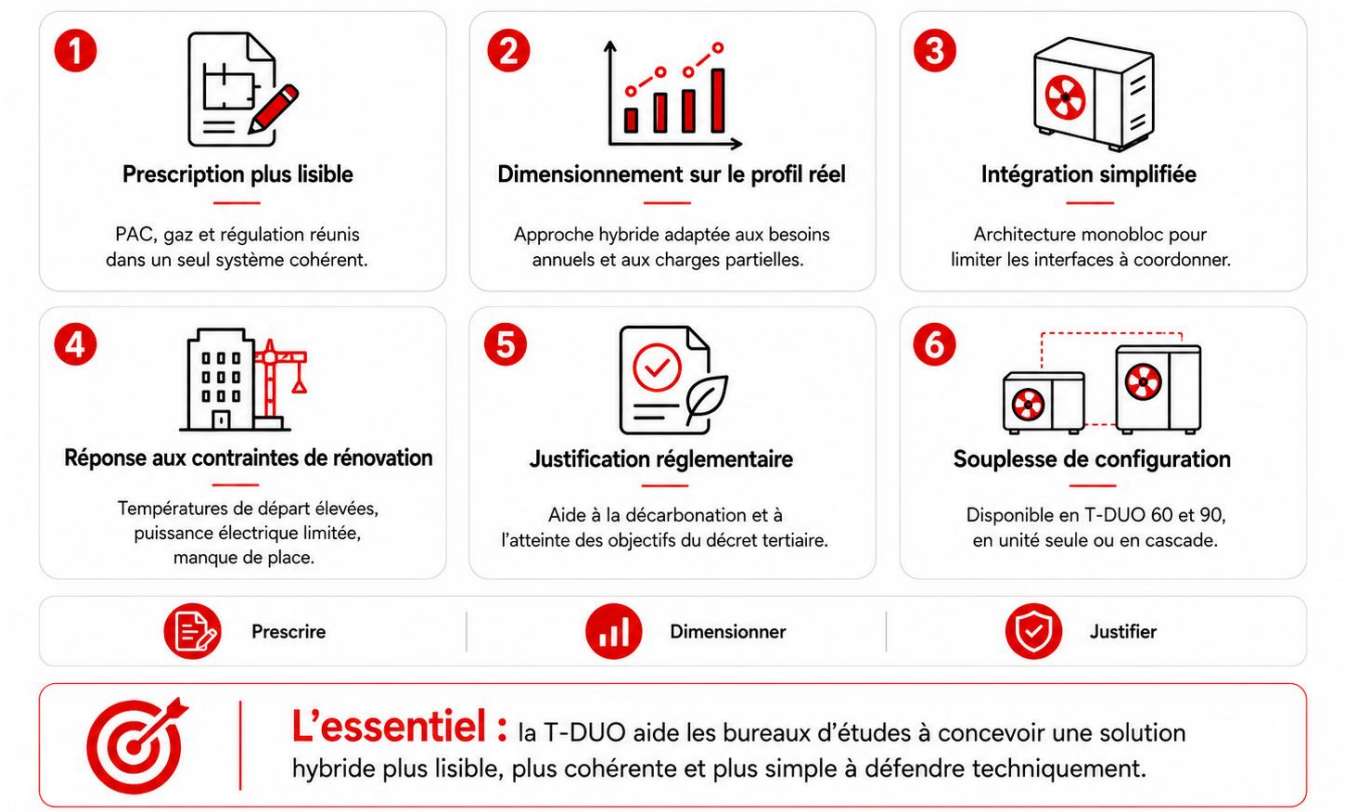


*

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)

5. Ce que la T-DUO apporte aux bureaux d'études

Pour un bureau d'études, une solution se juge à trois critères : la fiabilité du dimensionnement, la lisibilité de la prescription, et la probabilité que la performance prévue soit effectivement atteinte en exploitation. Sur ces trois plans, l'architecture hybride monobloc présente des atouts concrets — sans prétendre à l'universalité : le chapitre 9 en précise les limites.



5.1 Une prescription lisible et défendable

Prescrire une T-DUO, c'est décrire un système et non un assemblage : un appareil certifié CE comme ensemble hybride au sens de la norme EN 15502-2-3 (PAC + chaudière dans un même élément), avec des efficacités saisonnières publiées pour l'ensemble (ηs de 126,2 % à 35 °C et 114,2 % à 55 °C pour la T-DUO 90). La note technique gagne en clarté : un générateur, une régulation, des schémas hydrauliques types fournis par le fabricant (modules MDC, MDECS, MDCECS), des accessoires définis. Moins d'interfaces à spécifier, c'est moins de zones grises dans le CCTP et moins de risques de requalification en cours de chantier.

5.2 Le taux de couverture PAC comme variable de conception

L'hybride donne au concepteur un levier que le 100 % PAC ne lui donne pas : le choix du taux de couverture. À partir du profil de charge du bâtiment, le bureau d'études positionne la puissance PAC (et le nombre d'unités en cascade) pour maximiser l'énergie produite par la thermodynamique, en laissant à la chaudière les pointes et les hautes températures. Ce raisonnement en énergie plutôt qu'en puissance permet d'optimiser l'investissement, l'emprise et l'abonnement électrique, tout en gardant une marge de sécurité totale sur la puissance.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)

5.3 Une sécurité de puissance et de température intégrée

La chaudière intégrée délivre jusqu'à 69,8 kW par unité (T-DUO 90) jusqu'à –10 °C extérieur en régime 80/60 °C, avec un départ pouvant atteindre 85 °C. Concrètement : le système reste compatible avec des réseaux de radiateurs existants à haute température, sans remplacement préalable des émetteurs, et le confort est garanti par n'importe quelle condition hivernale. C'est un argument décisif en rénovation, où le remplacement des émetteurs est souvent l'obstacle économique principal au 100 % PAC.

5.4 Des contraintes de rénovation prises en compte d'origine

- Pas de local chaufferie ni de conduit de fumée à créer : ventouse intégrée, implantation extérieure.
- Réseaux existants conservés : compatibilité haute température via la chaudière, séparation possible des circuits chauffage et ECS pour préserver le rendement de la PAC.
- Puissance électrique contenue : environ 10 kW maxi absorbés par unité, la pointe thermique étant assurée par le gaz — un point souvent bloquant en tout-électrique.
- Fluide R290 (GWP = 3) : un choix pérenne face au calendrier réglementaire de sortie des fluides HFC, compatible RE2020, sans liaison frigorifique sur site.

5.5 Mesure et conformité : le comptage natif

Le module de découplage intègre des calorimètres sur chaque boucle (chauffage et ECS) et la régulation est connectable GTC, avec remontée à distance des données via routeur 4G. Le bureau d'études peut donc prescrire d'emblée le dispositif de mesure exigé par le décret tertiaire et vérifier en exploitation le taux de couverture PAC réellement atteint — c'est-à-dire confronter la performance réelle à la performance calculée, ce qui est rarement possible avec des assemblages hétérogènes.

À RETENIR

Pour le BE, l'hybride monobloc transforme un problème d'intégration en un choix de dimensionnement : positionner la puissance PAC sur le profil de charge, laisser la chaudière sécuriser pointes et hautes températures, et vérifier le résultat grâce au comptage intégré. La prescription reste honnête : la solution est pertinente quand le profil s'y prête — pas par principe.

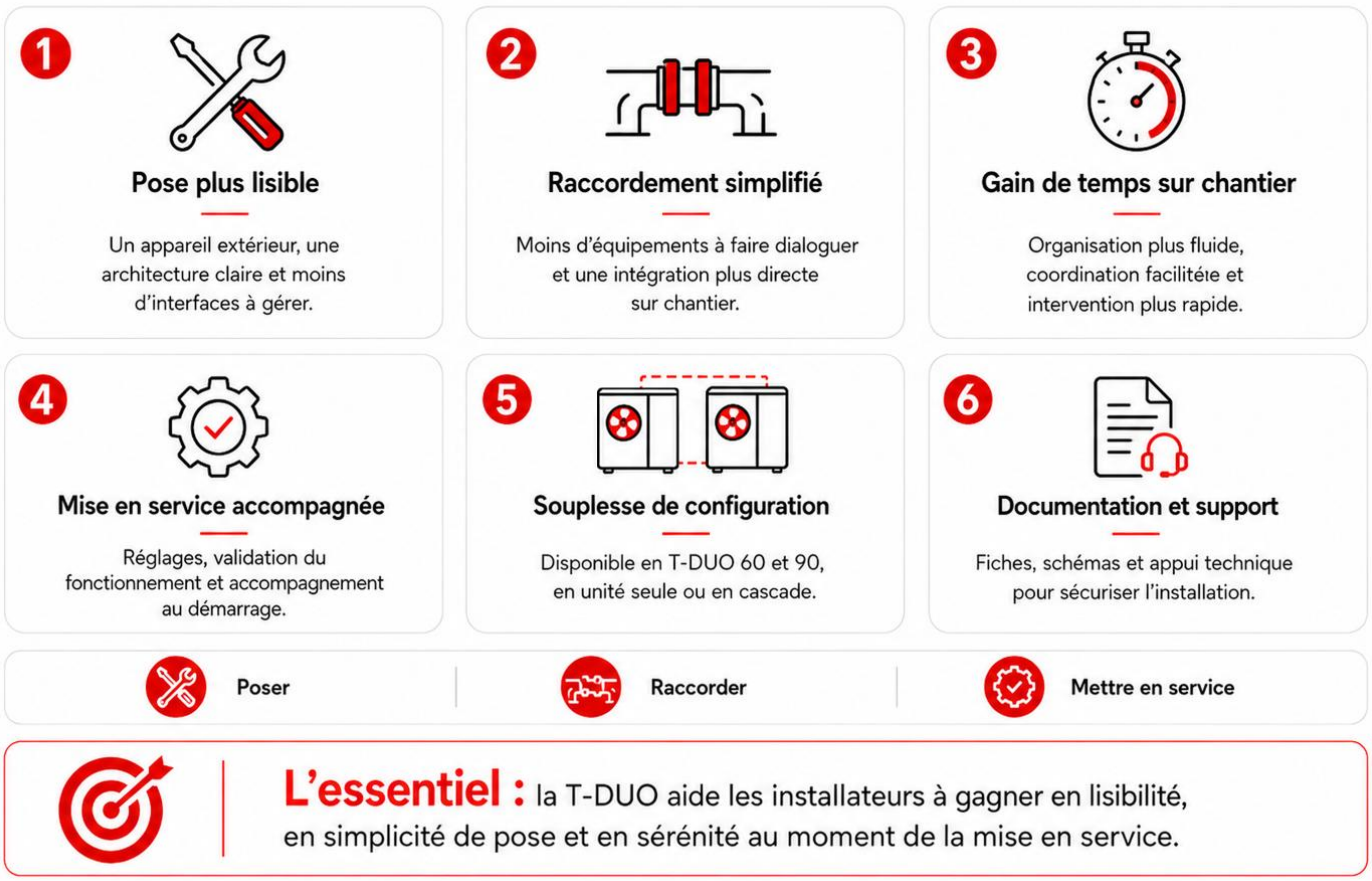
EXEMPLE TERRAIN — Groupe scolaire soumis au décret tertiaire

Cas type : un groupe scolaire chauffé au gaz, radiateurs 70/50 °C, occupation intermittente, objectif –40 % de consommation. Le 100 % PAC imposerait le remplacement des émetteurs et un renforcement électrique. La réponse hybride : une ou deux T-DUO en extérieur, conservation des radiateurs, comptage par calorimètres pour le suivi réglementaire OPERAT, et un taux de couverture PAC ajusté au profil scolaire (longues mi-saisons, vacances, pointes courtes).

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

6. Ce que la T-DUO apporte aux installateurs CVC

Un système plus simple à poser est aussi un système plus facile à maintenir, à garantir et à défendre auprès du client final. C'est l'idée directrice de la conception T-DUO, et elle se vérifie à chaque étape du chantier.



6.1 Avant le chantier : moins de coordination, un seul interlocuteur

Sur un hybride assemblé, l'installateur coordonne la PAC d'un fournisseur, la chaudière d'un autre, la régulation d'un troisième — et porte de fait la responsabilité du couplage. Avec la T-DUO, l'ensemble provient d'un fabricant unique, français, qui accompagne de la prescription à la mise en service. Les schémas hydrauliques types, les accessoires à prévoir (purgeurs, vannes d'isolement, volumes morts, vase d'expansion, ballon tampon) et les kits gaz sont définis dans la documentation : le chiffrage est plus rapide et plus sûr.

6.2 Pendant la pose : des opérations standardisées

- Manutention prévue d'origine : fixations de levage dédiées, pose sur plots antivibratoires, points d'ancrage définis sur le châssis.
- Raccordements regroupés et identifiés : départ/retour eau, gaz 3/4'' avec kit de détente adapté à la pression du site, alimentation électrique tri 400 V, évacuation des condensats en PVC Ø32.
- Aucune liaison frigorifique à braser, aucune charge en fluide à réaliser : le circuit R290 est scellé et testé en usine.
- Fumisterie livrée : terminal ventouse concentrique C33 fourni, conduits certifiés imposés — pas d'improvisation.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

- Local technique accéléré : le module de découplage arrive pré-monté, testé, avec ses pompes doubles, sa vanne 3 voies et son automate.

6.3 À la mise en service : un système qui se paramètre, pas qui se programme

La mise en service se fait depuis l'écran tactile embarqué : état de la PAC et de la chaudière, répartition de production, températures, pressions, débits, tests de combustion en petite et grande allure, forçage de pompe. En cascade, chaque unité reçoit simplement un numéro ; les PAC communiquent entre elles sans câblage inter-unités et le module de découplage pilote l'ensemble. Il n'y a pas de régulation tierce à programmer ni de table de points à construire : l'arbitrage PAC/gaz est natif.

6.4 Après la livraison : une maintenance lisible et un client satisfait

La maintenance suit un cadre clair : entretien annuel obligatoire de la chaudière (combustion, électrodes, condensats, siphons), contrôles du circuit d'eau et de l'évaporateur, vérification d'étanchéité du circuit R290 avec détecteur adapté. La nomenclature des pièces est publiée, références à l'appui, et le groupe frigorifique est démontable en bloc pour les interventions lourdes — sans ouverture du circuit frigorifique sur site. Pour l'installateur, c'est un contrat d'entretien facile à structurer ; pour le client, un argument simple : « un seul appareil, un seul interlocuteur, deux énergies qui se relaient automatiquement ».

POINT DE VIGILANCE — Qualifications requises

La T-DUO reste un appareil gaz et un équipement au R290, fluide inflammable (classe A3). Installation, mise en service et maintenance doivent être réalisées par du personnel qualifié : en France, attestation d'aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes (catégorie 1) avec habilitation aux fluides inflammables pour toute intervention sur le circuit, et qualification gaz pour l'installation et l'entretien de la chaudière. Les règles de zone de sécurité autour de l'appareil (absence d'ouvrants et de sources d'inflammation) s'appliquent dès la livraison et le stockage.

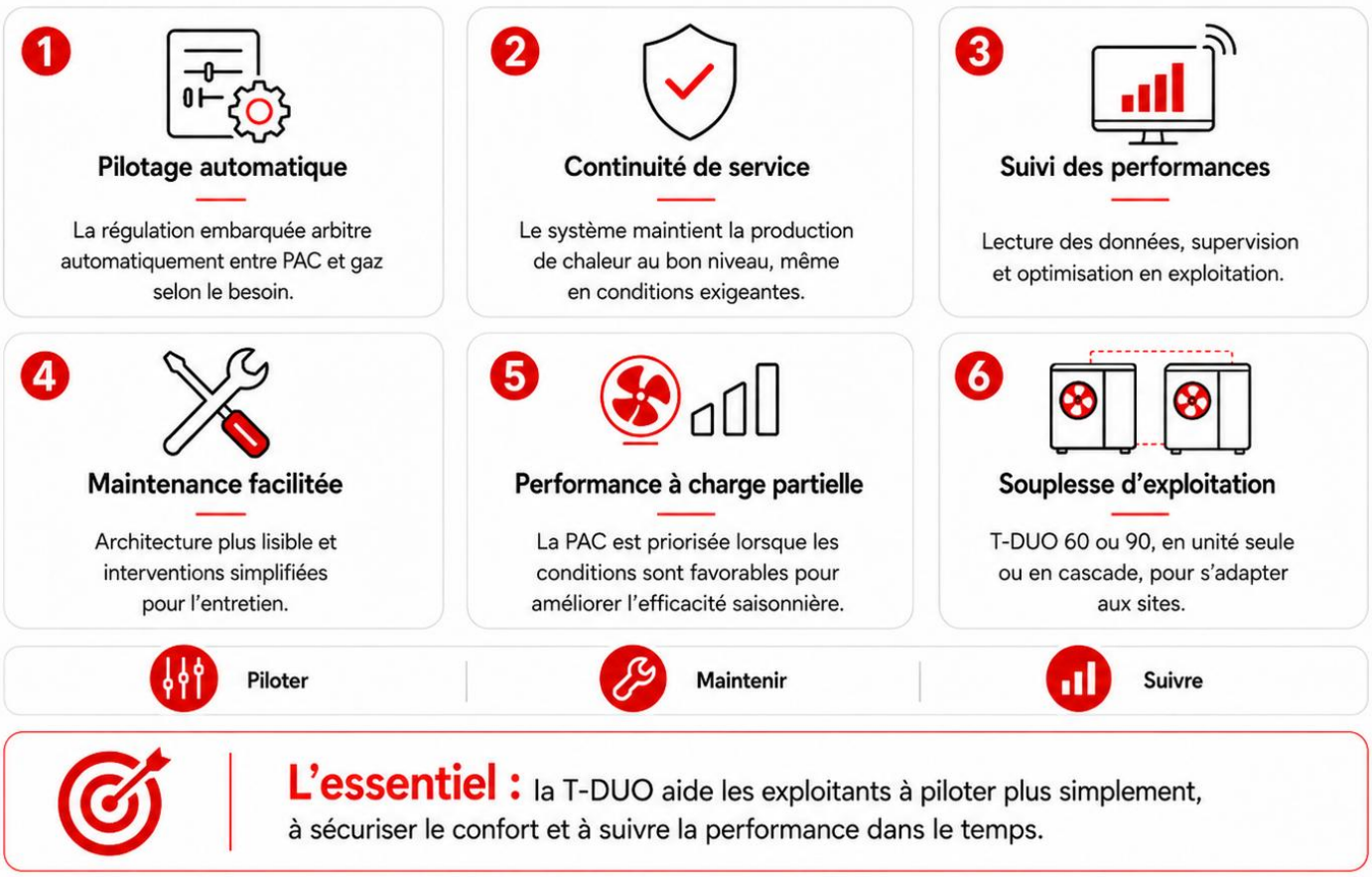
EXEMPLE TERRAIN — Parole d'installateur

« Sur un couplage classique, ce qui nous coûte du temps, ce n'est pas la pose, c'est de faire dialoguer les machines — et d'y retourner quand elles ne dialoguent plus. » Avec un monobloc, ce risque disparaît : l'arbitrage est d'usine, et le SAV dispose d'un écran unique qui affiche l'état des deux générateurs.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr

7. Ce que la T-DUO apporte à l'exploitation et à la maintenance

Une production de chaleur se juge sur la durée : continuité de service, stabilité du confort, maîtrise des consommations et des coûts d'intervention. L'architecture hybride monobloc a été pensée pour l'exploitant autant que pour l'installateur.



7.1 La continuité de service comme principe de conception

La double énergie est en soi une assurance : si la PAC est indisponible (défaut, dégivrage, grand froid, maintenance), la chaudière assure seule la production jusqu'à 85 °C au départ ; la part PAC est alors réduite, mais le confort est maintenu. En cascade, la redondance se double d'une redondance entre unités : l'arrêt d'une T-DUO n'interrompt pas la production des autres. Dans le module de découplage, les pompes sont doublées (pompes jumelées avec variateur) pour sécuriser la circulation. Pour un exploitant tenu par des engagements de service — bailleur, hôtelier, établissement recevant du public — cette tolérance aux pannes est un critère de choix à part entière.

7.2 Le mode délestage : un atout face aux tensions électriques

En période de forte demande sur le réseau électrique ou de tarification de pointe, la T-DUO peut fonctionner en mode délestage : la PAC est arrêtée temporairement et la chaudière maintient le chauffage, sans interruption de confort. Pour les sites soumis à des contrats avec effacement, ou simplement attentifs au coût des heures de pointe, c'est un levier d'optimisation tarifaire immédiat — et une contribution à la résilience du réseau électrique lors des pics hivernaux.

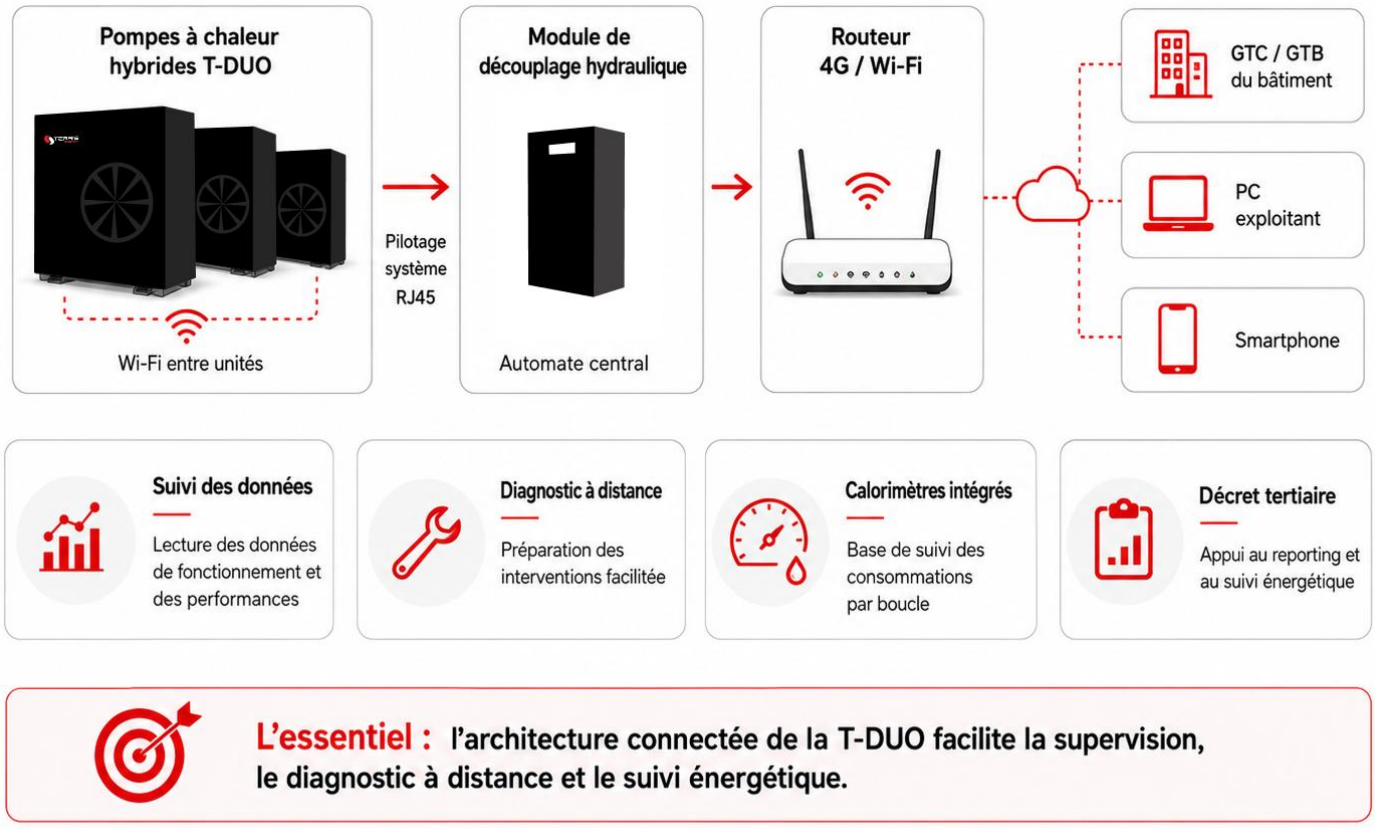
© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

7.3 Un fonctionnement qui préserve le matériel

Les principaux facteurs d'usure d'une production thermique sont les cycles courts et les régimes transitoires. La modulation continue des deux générateurs, l'inertie du ballon tampon primaire et l'arbitrage natif de la régulation limitent structurellement ces sollicitations (chapitre 4). Moins de démarrages, c'est moins d'usure des compresseurs et des brûleurs, moins de dérives de réglage, et moins d'interventions correctives — c'est-à-dire un coût global d'exploitation plus prévisible.

7.4 Supervision, diagnostic et conformité

La régulation se connecte à la GTC et à Internet (architecture Wi-Fi entre unités, automate central dans le module de découplage, routeur 4G pour la remontée à distance). L'exploitant dispose d'un suivi en temps réel des deux générateurs, de la puissance délivrée et des températures, d'alertes et d'un diagnostic à distance facilitant la préparation des interventions. Les calorimètres intégrés mesurent l'énergie réellement délivrée par boucle — base du reporting décret tertiaire et du suivi du taux de couverture PAC. Une intervention se prépare donc avant le déplacement, avec la bonne pièce et le bon diagnostic.



L'essentiel : l'architecture connectée de la T-DUO facilite la supervision, le diagnostic à distance et le suivi énergétique.

7.5 Un cadre de maintenance clair

L'entretien suit un programme défini : maintenance préventive annuelle obligatoire de la chaudière (combustion, électrodes, siphons et traitement des condensats), contrôle annuel de la qualité du fluide caloporteur (glycol, pH, conductivité), nettoyage de l'évaporateur, vérification d'étanchéité du circuit R290. Les écrans dédiés (PAC, chaudière, circuit d'eau) donnent accès aux paramètres en temps réel et aux fonctions de test, ce qui raccourcit les diagnostics. La logique d'exploitation est lisible : l'exploitant sait à tout moment qui produit, pourquoi, et avec quel rendement.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

À RETENIR

Pour l'exploitant, l'hybride monobloc combine trois garanties rarement réunies : la continuité de service (double énergie, cascade, pompes redondantes), la maîtrise des coûts (modulation, délestage, suivi des consommations par calorimètres) et la simplicité d'intervention (un seul système, un diagnostic à distance, des pièces référencées).

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.

8. Dans quels cas la T-DUO est-elle pertinente ?

Aucune technologie n'est universelle. La pertinence d'une PAC hybride monobloc se lit dans le profil du projet : besoins, températures, contraintes de site, énergie disponible. Le tableau ci-dessous synthétise les configurations où elle apporte le plus de valeur ; les paragraphes qui suivent détaillent le raisonnement.

Cas d'usage	Profil de charge	Contrainte principale	Intérêt de l'hybride
1. Résidentiel collectif	Besoins réguliers en chauffage et ECS, avec pointes matin et soir	Continuité de service, réseaux existants, rénovation occupée	La PAC couvre la base, le gaz sécurise les pointes et l'ECS
2. Bureaux	Occupation surtout en journée, charge variable selon la saison	Décret tertiaire, sobriété énergétique, pilotage	Bon levier pour décarboner sans complexifier l'exploitation
3. Écoles	Occupation intermittente, remise en chauffe, vacances scolaires	Confort, bâtiments existants, budgets contraints	L'hybride s'adapte aux variations d'usage et sécurise l'hiver
4. Hôtels	Besoins soutenus en chauffage et ECS, pointes matin et soir	Confort constant et forte demande ECS	La PAC assure une grande partie du besoin, le gaz vient en appoint
5. Gymnases	Besoins ponctuels élevés, grands volumes à chauffer	Forte puissance par temps froid, usage intermittent	L'hybride gère les pics sans surdimensionner la PAC
6. Sites industriels	Besoins variables selon les horaires, les zones ou les process	Puissance, continuité, contraintes techniques	Réponse flexible, modulaire et adaptée aux sites complexes
7. Commerces / ERP	Occupation variable, chauffage et parfois ECS selon l'activité	Manque de place, simplicité d'intégration, confort client	Solution compacte et lisible pour la rénovation et le pilotage

L'essentiel : la T-DUO est particulièrement pertinente lorsque le bâtiment combine réseau existant, besoin de continuité de service et profil de charge variable au cours de l'année.

8.1 La rénovation avec chaudière gaz existante : le cas d'école

C'est le terrain naturel de l'hybride. Le site dispose déjà d'un raccordement gaz, d'émetteurs dimensionnés en haute température et d'habitudes d'exploitation. La T-DUO permet d'y introduire la thermodynamique sans rupture : le gaz passe du statut d'énergie principale à celui d'appoint, la majorité de l'énergie annuelle est décarbonée, et l'installation reste compatible avec l'existant. La facture énergétique et les émissions baissent dès la première saison, sans travaux lourds sur les réseaux.

8.2 Les sites où le 100 % PAC est difficile à justifier

Trois situations reviennent systématiquement : la puissance électrique disponible est insuffisante (ou son renforcement coûteux) ; les températures de départ requises pénaliseraient fortement le rendement d'une PAC seule ; ou le surinvestissement nécessaire pour couvrir les pointes en tout-électrique ne se justifie pas pour quelques centaines d'heures par an. Dans ces trois cas, l'hybride offre l'essentiel du bénéfice environnemental du 100 % PAC pour une fraction de ses contraintes.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr

8.3 Les profils à forte amplitude de charge

ECS importante, occupation intermittente, saisonnalité marquée : quand le rapport entre la pointe et la base est élevé, un générateur unique cycle ou surconsomme. La combinaison modulation (inverter + brûleur 25 100 %) et cascade (1 à 4 unités) couvre une plage de fonctionnement très étendue en gardant chaque machine dans sa zone de rendement. La production d'ECS bénéficie en outre de la priorité sanitaire gérée par le module de découplage et du lissage par ballon tampon.

8.4 Les projets à montée en puissance progressive

Rénovation par tranches, extension prévue, densification d'un site : la cascade permet d'installer la puissance au rythme des besoins, en ajoutant des unités standard plutôt qu'en remplaçant un générateur central. L'architecture hydraulique (module de découplage dimensionné pour 4 PAC) et la régulation l'anticipent d'origine.

EXEMPLE TERRAIN — Hôtellerie : l'ECS comme cas d'usage révélateur

Un hôtel concentre en deux heures matinales une demande d'ECS qui dépasse largement son besoin moyen. Dimensionner un générateur unique sur cette pointe, c'est le condamner à cycler le reste de la journée. La réponse hybride : la PAC recharge le stockage en continu à bon rendement, la chaudière modulante épaule les recharges rapides en période de pointe, et la priorité sanitaire du module de découplage arbitre avec le chauffage. Les tableaux de dimensionnement ECS Terris Energy (volumes de stockage, débits selon temps de tirage, temps de recharge) servent de base au calcul.

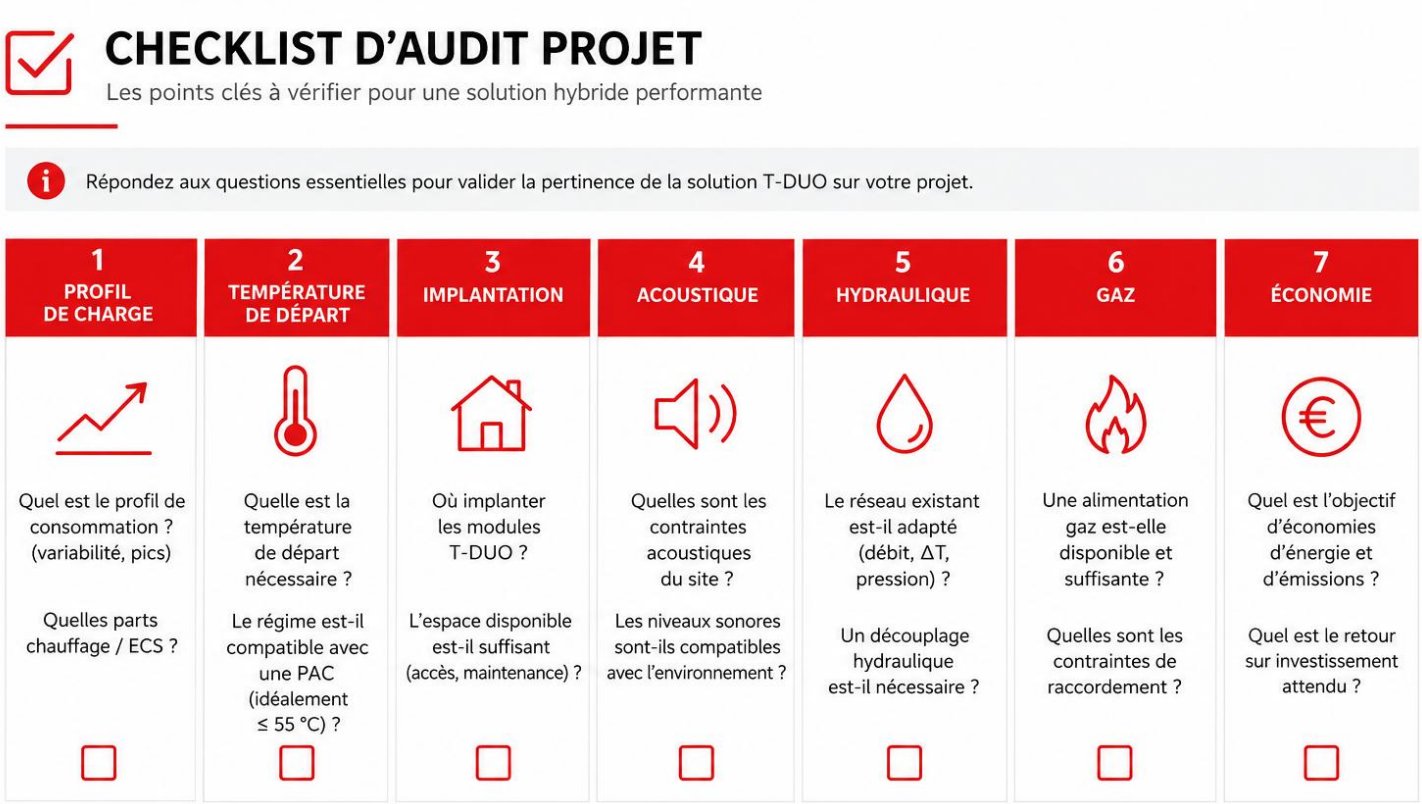
QUESTION FRÉQUENTE — « Et en construction neuve ? »

La T-DUO s'intègre aussi en neuf (elle est compatible avec le cadre RE2020 et son fluide R290 répond aux exigences environnementales les plus strictes), notamment lorsque le projet dispose d'un raccordement gaz et recherche une sécurité de puissance ou une sobriété électrique. Néanmoins, en neuf, les émetteurs basse température et l'enveloppe performante rendent le 100 % PAC plus accessible : l'arbitrage doit se faire au cas par cas, sur la base du profil de charge et du contexte énergétique local. Ce livre blanc assume cette honnêteté : l'hybride est une réponse aux contraintes réelles, pas un réflexe.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr

9. Points de vigilance et limites : ce qu'il faut vérifier avant de prescrire

Une solution hybride est performante lorsqu'elle est bien prescrite, bien dimensionnée et bien exploitée. Cette section liste sans détour les points qui conditionnent la réussite d'un projet T-DUO. Les ignorer, c'est s'exposer aux mêmes déconvenues que n'importe quelle technologie mal appliquée.



9.1 Le dimensionnement et le profil de charge : la condition n° 1

Tout part du besoin réel : déperditions actuelles (et non historiques, si l'enveloppe a été rénovée), profil d'occupation, besoins d'ECS mesurés ou estimés finement. Un hybride surdimensionné cumule les défauts d'un générateur surdimensionné ; un taux de couverture PAC mal positionné dégrade soit l'économie (PAC trop petite), soit l'investissement (PAC trop grande). L'analyse des factures et, idéalement, des courbes de charge existantes est un prérequis — pas une option.

9.2 Les températures de départ

La PAC de la T-DUO donne le meilleur d'elle-même à basse et moyenne température de départ. Plus le réseau exige une température élevée, plus la part assurée par la chaudière augmente — c'est le fonctionnement normal du système, mais il faut l'anticiper : un bâtiment qui exigerait en permanence du 80/60 °C verrait son taux de couverture PAC réduit. Deux leviers à examiner systématiquement : la baisse de la loi d'eau (souvent possible après isolation ou désembouage) et la séparation des circuits chauffage et ECS. Sur ce dernier point, les schémas Terris Energy sont explicites : alimenter les radiateurs (≈ 44 °C suffisent souvent) à la température exigée par l'ECS (≥ 62 °C au primaire) pénalise fortement la PAC ; la configuration à deux circuits primaires indépendants permet de l'éviter et d'économiser jusqu'à 30 % d'énergie, pour un surcoût rapidement amorti.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)

9.3 Les limites de la PAC — et leur couverture par le gaz

La PAC fonctionne jusqu'à –10 °C extérieur ; en dessous, la chaudière prend intégralement le relais. De même, les cycles de dégivrage par temps froid et humide réduisent transitoirement la production thermodynamique (l'appoint chaudière maintient alors le confort). Ces limites sont couvertes par conception, mais elles doivent être intégrées au calcul du taux de couverture annuel, en particulier dans les zones climatiques rigoureuses.

9.4 L'implantation extérieure et la sécurité R290

La T-DUO s'installe exclusivement à l'extérieur. Le fluide R290 (propane), excellent pour l'environnement (GWP = 3), est inflammable : une zone de sécurité doit être respectée autour de l'appareil — sans ouvrant vers le bâtiment, sans source d'inflammation, sans point bas susceptible de piéger le gaz (les distances précises figurent dans la notice d'installation : de l'ordre de 3 m selon les configurations, et 1 à 2 m entre unités pour la circulation d'air). S'ajoutent les vérifications classiques : portance du support (350 kg par unité), plots antivibratoires, mise à niveau pour l'évacuation des condensats, protection au gel de cette évacuation, éloignement des rejets d'air vicié et des atmosphères poussiéreuses ou corrosives.

9.5 L'acoustique

Les niveaux annoncés sont contenus pour cette gamme de puissance (pression sonore 58,5 dB(A) à 1 m et 43,3 dB(A) à 10 m à puissance nominale +7/+35 °C ; puissance sonore 74,8 dB(A) ; ventilateur EC à vitesse variable, compartiment insonorisé, mode silence disponible avec perte de performance d'environ 5 %). Cela ne dispense pas d'une analyse : éviter les angles de murs et cours intérieures réverbérants, s'écarter des fenêtres des locaux sensibles, et, en environnement contraint, faire réaliser une étude d'impact acoustique par un acousticien — recommandation explicite du fabricant. L'émergence réglementaire vis-à-vis du voisinage se calcule au cas par cas.

9.6 L'hydraulique et la qualité d'eau

En rénovation, le désembouage complet du réseau avant mise en service est obligatoire ; en neuf, rinçages soignés. Le circuit primaire fonctionne à l'eau glycolée (protection gel adaptée au site), avec des exigences de qualité d'eau précises (pH, dureté, chlorures, conductivité) et un suivi annuel. Les accessoires prescrits doivent être prévus au chiffrage : purgeurs, vannes d'isolement, volumes morts de sécurité, vase d'expansion, boucle d'équilibrage, ballon tampon (250 L par PAC), et diamètres de liaison conformes (DN32 à DN65 selon le nombre d'unités, pertes de charge limitées vers le module de découplage). Rien d'exotique pour un installateur CVC — mais rien d'optionnel non plus.

9.7 Le raccordement gaz et la fumisterie

Vérifier la nature et la pression du gaz disponible (kits de détente selon les cas), la filtration amont, l'étanchéité, et utiliser exclusivement la fumisterie certifiée prescrite par le fabricant. L'entretien annuel de la chaudière est une obligation réglementaire ; le traitement des condensats acides peut être exigé localement (kit de neutralisation, contrôle annuel du pH de rejet).

9.8 La pertinence économique : à objectiver projet par projet

L'équation économique d'un hybride dépend du rapport entre prix de l'électricité et prix du gaz, des abonnements, du profil de charge et des aides mobilisables. Ce rapport évolue ; un calcul honnête compare

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr

donc plusieurs scénarios (chaudière seule, PAC seule, hybride) en coût global — investissement, énergie, maintenance, durée de vie — avec des hypothèses de prix explicites et, idéalement, des analyses de sensibilité. Terris Energy accompagne ces études ; ce livre blanc s'interdit en revanche d'annoncer des pourcentages d'économies universels : ils n'existent pas.

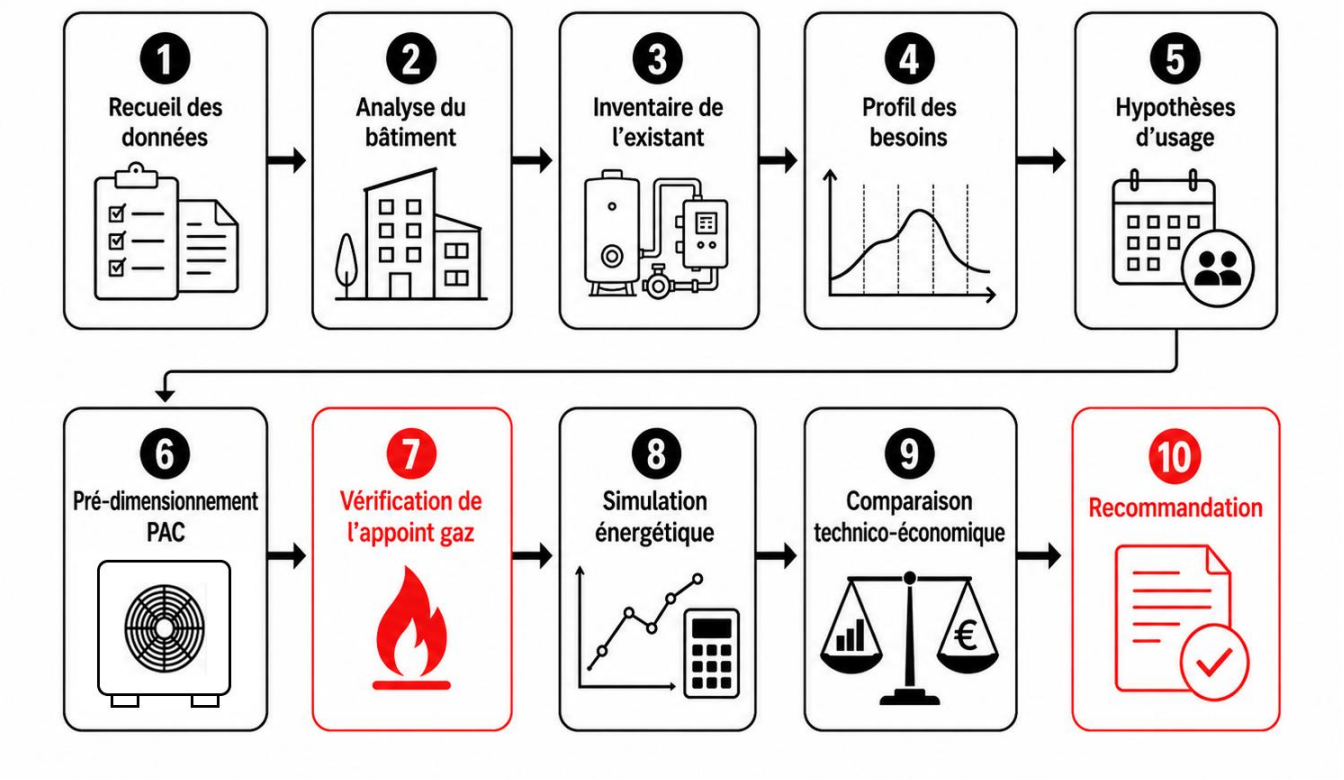
POINT DE VIGILANCE — Les cinq questions à poser avant toute prescription

1. Le profil de charge réel du bâtiment est-il connu (factures, courbes, occupation) ? 2. Quelle température de départ est réellement nécessaire — et peut-elle être abaissée ? 3. L'implantation extérieure respecte-t-elle zones de sécurité R290, portance et acoustique ? 4. L'hydraulique existante est-elle saine (désembouage, qualité d'eau, accessoires prévus) ? 5. Le scénario hybride a-t-il été comparé en coût global aux alternatives, avec des hypothèses de prix explicites ?

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr

10. Méthode : préconiser et dimensionner une solution hybride en 10 étapes

Cette grille de lecture s'adresse aux bureaux d'études et aux installateurs. Elle ne remplace pas une étude thermique ; elle structure la démarche et sécurise les points de passage obligés.



1. **Analyser le profil de consommation du bâtiment.** Factures sur 2 à 3 ans, courbes de charge si disponibles, usage réel (occupation, intermittence, saisonnalité), part chauffage / ECS. En rénovation, intégrer l'effet des travaux d'enveloppe réalisés ou programmés.
2. **Identifier les puissances appelées en base, en mi-saison et en pointe.** Construire la monotone de charge (même simplifiée) : besoin à la température de base, besoin moyen de saison, talon d'été pour l'ECS. C'est elle qui dimensionne, pas la seule déperdition de pointe.
3. **Déterminer les températures de départ nécessaires.** Relever la loi d'eau actuelle, vérifier la marge de baisse (surface d'émetteurs, désembouage, isolation), traiter l'ECS séparément (≥ 62 °C au primaire pour 60 °C sanitaire). Décider : circuits chauffage et ECS communs ou séparés ?
4. **Évaluer le taux de couverture PAC pertinent.** Croiser la monotone avec la puissance PAC disponible selon la température extérieure : positionner le point de bivalence pour maximiser l'énergie thermodynamique sans surdimensionner. Tester 2 ou 3 hypothèses de nombre d'unités.
5. **Définir le rôle exact de la chaudière.** Appoint de pointe, relève par grand froid, secours, haute température ECS, délestage électrique : formaliser ces rôles dans la note technique pour cadrer les attentes de l'exploitant.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr

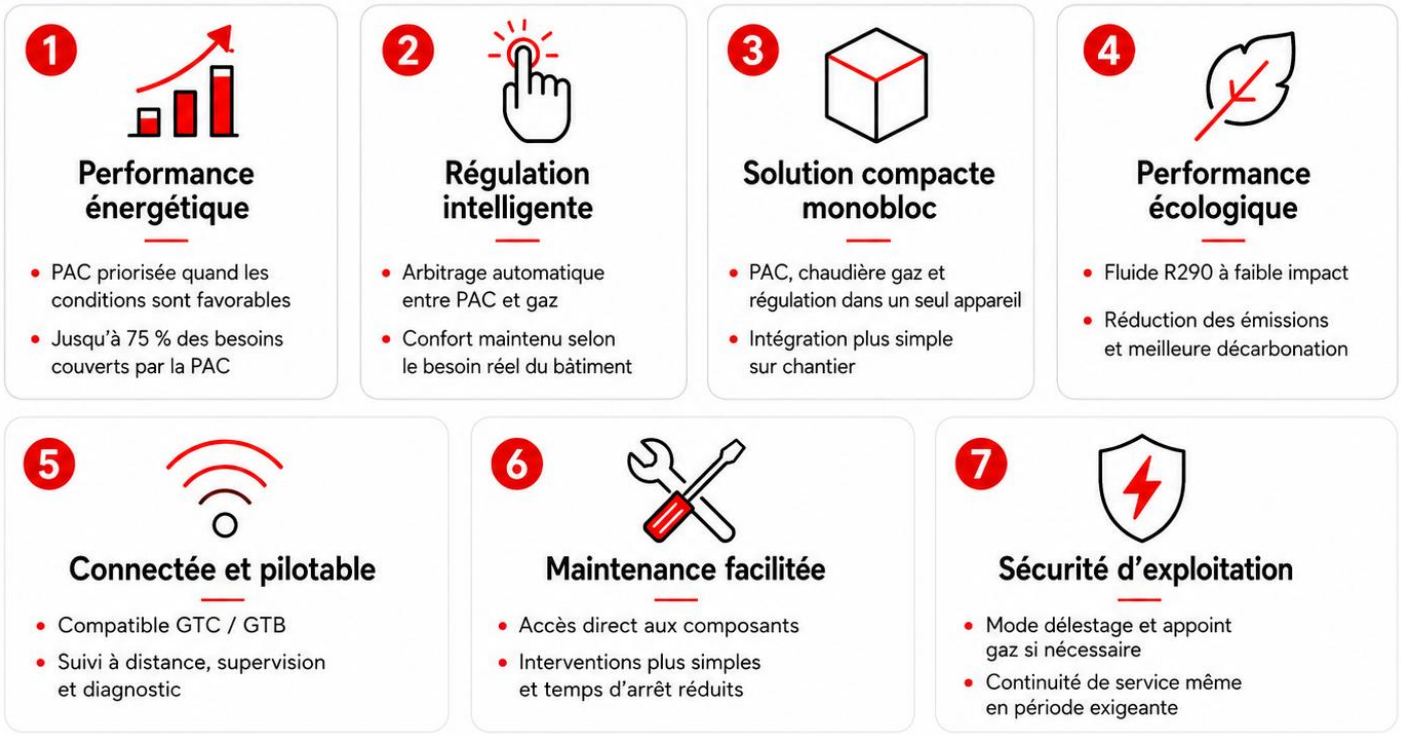
6. **Vérifier la pertinence d'une mise en cascade.** Amplitude de charge élevée, besoin de redondance, montée en puissance par tranches : la cascade (jusqu'à 4 unités / 360 kW) se justifie par le profil, pas par la seule puissance. Choisir le module de découplage adapté (MDC, MDECS, MDCECS).
7. **Comparer les scénarios : chaudière seule, PAC seule, hybride.** Sur des bases homogènes : investissement (y compris renforcement électrique et remplacement d'émetteurs le cas échéant), consommations par énergie, abonnements, maintenance, émissions de CO_2. Expliciter les hypothèses de prix et tester leur sensibilité.
8. **Évaluer les gains attendus en consommation, exploitation et émissions.** Traduire le taux de couverture PAC en kWh par énergie, en euros et en CO_2 évité. Définir dès ce stade les indicateurs qui seront suivis en exploitation (calorimètres, taux de couverture réel).
9. **Valider les contraintes d'installation et de maintenance.** Implantation extérieure (sécurité R290, portance, acoustique, condensats), hydraulique (désembouage, glycol, accessoires, diamètres), gaz (pression, détente, fumisterie), électricité (tri 400 V, protections), qualifications des intervenants, plan d'entretien.
10. **Formaliser une recommandation technique claire.** Nombre et modèle d'unités, module de découplage, schéma hydraulique de référence, consignes de régulation, taux de couverture visé, indicateurs de suivi, réserves éventuelles. Une recommandation qui se relit en exploitation, pas seulement en phase projet.

> **QUESTION FRÉQUENTE — « Quel taux de couverture PAC faut-il viser ? »**
> Il n'existe pas de chiffre universel : le bon taux dépend du climat, du profil de charge, des températures de départ et du contexte tarifaire. Le principe directeur, lui, est constant : grâce à la concentration des besoins dans les plages de températures douces, une puissance PAC bien positionnée couvre la majorité de l'énergie annuelle — l'exemple illustratif Terris Energy donne 68 % pour une T-DUO 90 sur un profil type France. L'étape 4 de la méthode sert précisément à objectiver ce chiffre pour votre projet, et les calorimètres intégrés permettent ensuite de le vérifier en exploitation.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr

11. Les arguments clés à retenir

Pour le lecteur pressé — ou pour préparer une présentation à un maître d'ouvrage — voici l'essentiel de ce livre blanc en sept messages.



- **Réduire la dépendance au gaz sans imposer le tout-électrique.** L'hybride décarbone la majorité de l'énergie annuelle tout en conservant la sécurité et la compatibilité du gaz pour les pointes : une trajectoire de transition réaliste, particulièrement en rénovation.
- **Le monobloc simplifie tout.** PAC, chaudière et régulation conçues, assemblées et testées ensemble : moins d'interfaces, moins d'erreurs de couplage, une pose plus rapide, une exploitation plus lisible, un interlocuteur unique.
- **Le compresseur inverter colle à la demande réelle.** Modulation continue de la puissance PAC : les charges partielles — la situation normale d'un bâtiment — sont couvertes au meilleur rendement, sans cycles courts.
- **La chaudière modulante sécurise les pointes.** Modulation de 25 à 100 %, jusqu'à 85 °C au départ, pleine puissance disponible jusqu'à –10 °C : confort garanti et compatibilité avec les réseaux existants en haute température.
- **Chaque générateur travaille dans sa zone de performance.** L'arbitrage automatique de la régulation embarquée applique en permanence le principe : le bon générateur, au bon moment, au bon régime.
- **La cascade couvre jusqu'à 360 kW.** Jusqu'à 4 unités pilotées ensemble : fortes amplitudes de charge, redondance, montée en puissance progressive — avec une architecture standard et un comptage d'énergie intégré.
- **La pertinence maximale est en rénovation contrainte.** Là où le 100 % PAC bute sur les températures de départ, la puissance électrique ou la place, l'hybride monobloc offre l'essentiel du

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr

bénéfice environnemental pour une fraction des contraintes — à condition d'être dimensionné sur le profil réel du bâtiment.

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr

12. Conclusion

La rénovation énergétique du parc bâti français ne réussira pas avec une réponse unique. Entre la chaudière qu'il faut dépasser et le tout-électrique qui se heurte aux réalités du terrain — températures de départ, pics hivernaux, puissance disponible, place, budgets —, il existe une voie pragmatique : faire travailler ensemble la thermodynamique et le gaz, chacun dans sa meilleure zone de performance.

La PAC hybride monobloc n'est pas une solution de compromis faible : c'est une réponse d'ingénieur aux contraintes réelles des bâtiments collectifs, tertiaires et industriels. La T-DUO en propose une mise en œuvre singulièrement simple : un seul appareil extérieur conçu et fabriqué en France, une régulation embarquée qui arbitre seule, un fluide R290 d'avenir, une cascade jusqu'à 360 kW, un module de découplage pré-monté et un comptage d'énergie natif. Pour le bureau d'études, une prescription lisible et vérifiable ; pour l'installateur, un chantier standardisé et un interlocuteur unique ; pour l'exploitant, la continuité de service et la maîtrise des coûts.

Ce livre blanc a aussi voulu dire ce que la solution n'est pas : un réflexe universel. Elle exige un profil de charge connu, des températures de départ analysées, une implantation étudiée et une comparaison économique honnête. C'est à ce prix — celui d'une bonne ingénierie — que l'hybridation tient ses promesses.

Vous étudiez un projet de rénovation ou de construction ? Les équipes Terris Energy accompagnent bureaux d'études, installateurs et maîtres d'ouvrage de la prescription à la mise en service : analyse du profil de charge, positionnement du taux de couverture, schémas hydrauliques, chiffrage et validation technique. Le plus simple est de confronter votre projet à la méthode du chapitre 10 — et d'en parler avec nous.



TERRIS ENERGY — Fabricant français
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux
Tél. 01 60 24 55 38
info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr

Solutions disponibles dans toutes les agences SOFINTHER et sur www.sofinther.fr

© Terris Energy — Fabricant français — conçu et fabriqué à Meaux (77)
1 avenue de l'Épinette, 77100 Meaux — 01 60 24 55 38 — info@terrisenergy.fr — www.terrisenergy.fr
Édition 07/2026 — Document non contractuel.