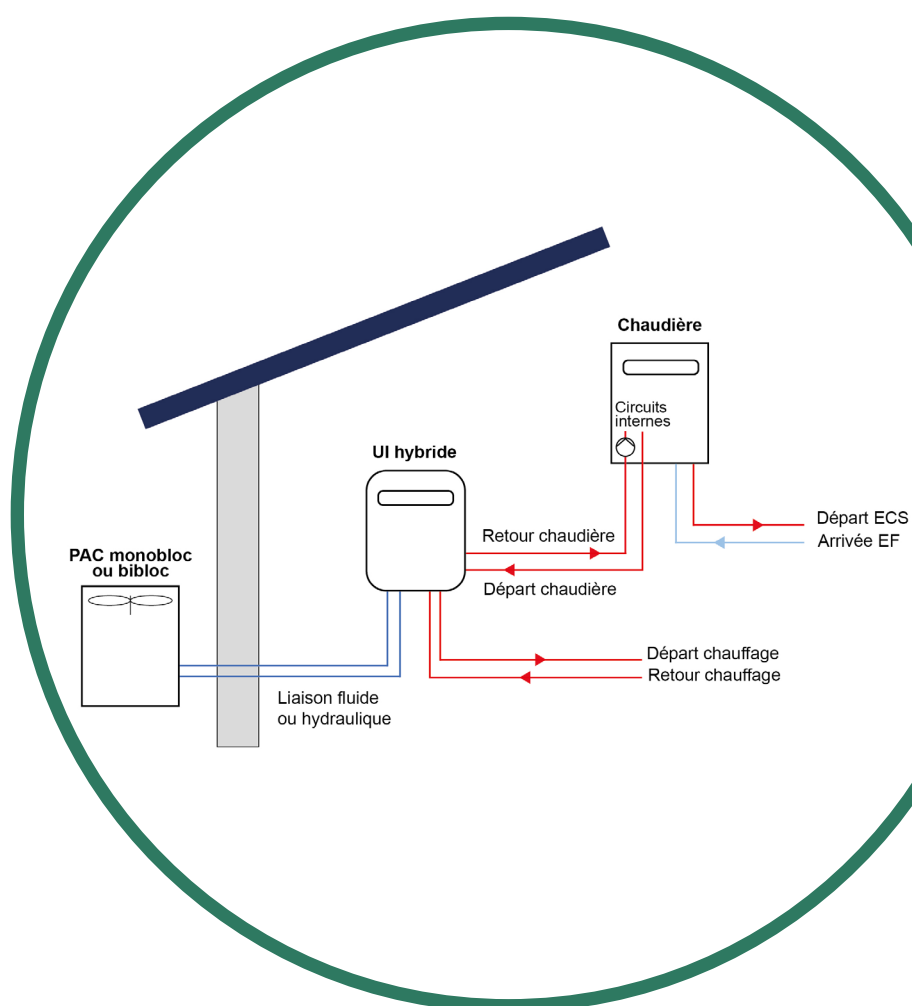


POMPES À CHALEUR HYBRIDES DESTINÉES AU LOGEMENT INDIVIDUEL – ANALYSE DE L'OFFRE

NOVEMBRE 2025



AVANT-PROPOS

Avec le programme PROFEEL, la filière Bâtiment s'est rassemblée pour répondre collectivement aux défis de la rénovation énergétique. 16 organisations professionnelles ont été à l'initiative de cette démarche et continuent aujourd'hui à la porter activement.

PROFEEL se compose concrètement de 8 projets, positionnés sur trois grands enjeux : favoriser le déclenchement des travaux de rénovation, garantir la qualité des travaux réalisés et consolider la relation de confiance entre les professionnels. Ces projets s'appuient sur l'innovation, qu'elle soit technique ou numérique, afin de mieux outiller les professionnels du bâtiment, d'améliorer les pratiques sur le marché de la rénovation énergétique et de garantir la qualité des travaux réalisés. Ces outils permettront d'accompagner les acteurs durant toutes les étapes d'un projet de rénovation : en amont, pendant et après les travaux.

Dans le cadre du projet RENO'BOX, un des 8 projets PROFEEL, 17 nouveaux outils pratiques sont développés pour accompagner les professionnels dans la conception, la mise en œuvre et la maintenance de solutions techniques, clés ou innovantes de rénovation énergétique. Cette nouvelle collection d'outils s'inscrit dans la continuité des référentiels techniques produits dans le cadre de précédents programmes portés par la filière Bâtiment : PACTE et RAGE.

Le présent document est le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.

Pour plus d'information : <https://programmeprofeel.fr/>

PARTENAIRES PROFEEL :

Pouvoirs Publics



Porteurs



Financiers



Filière Bâtiments

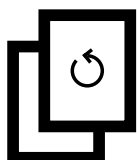


PROFEEL, un programme financé par le dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE)



SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	4
2	DÉFINITIONS	5
3	NORMES, RÉGLEMENTATIONS ET DISPOSITIFS D'AIDES	7
4	MÉTHODOLOGIE	10
5	CARACTÉRISTIQUES DES POMPES À CHALEUR	12
6	CARACTÉRISTIQUES DES CHAUDIÈRES ET LIAISON AVEC LA POMPE À CHALEUR	18



VERSION
Initiale
1.1

DATE DE LA PUBLICATION

MODIFICATIONS



INTRODUCTION

Les pompes à chaleur hybrides individuelles sont des équipements de génie climatique qui regroupent dans un même produit :

- Une pompe à chaleur électrique (le plus souvent air/eau)
- Une chaudière (le plus souvent au gaz naturel voire au fioul)
- Une régulation unique capable de piloter chacun des deux générateurs

Ce produit peut être installé aussi bien en logement neuf qu'en remplacement d'un matériel existant, en maison individuelle ou en logements collectifs.

Ce document est un rapport d'étude de l'offre portant sur le marché des PAC hybrides à destination du logement individuel et commercialisées en France métropolitaine en 2025. Il ne s'agit toutefois pas de dresser une simple liste des équipements mais plutôt de rendre compte des principaux points qui ressortent de l'analyse comparative des différents modèles et gammes de PAC hybrides disponibles sur le marché français.

Dans ce document, nous reviendrons donc en premier temps sur les aspects réglementaires, normatifs et para-réglementaires liés aux PAC hybrides. Puis nous aborderons les aspects techniques des PAC et des chaudières d'appoint qui constituent conjointement le système « PAC hybride ». En particulier, nous nous intéresserons aux caractéristiques techniques des générateurs ainsi qu'aux spécificités de la liaison PAC-chaudière.

2

DÉFINITIONS

PAC HYBRIDE

Équipement de production de chauffage et d'ECS combinant une pompe à chaleur (le plus souvent une PAC air/eau électrique), une chaudière d'appoint (le plus souvent une chaudière gaz voire une chaudière fioul) et un système de régulation gérant la priorité de fonctionnement entre ces deux générateurs.

PAC MONOBLOC

Pompe à chaleur pour laquelle le circuit frigorifique est circonscrit dans un seul équipement. Dans le cas des PAC hybrides, les PAC monobloc sont couramment de type monobloc extérieure. Cela signifie que le circuit frigorifique est contenu dans l'unité extérieure et que la liaison entre l'unité extérieure et l'unité intérieure est de type hydraulique. Une solution technique doit alors être mise en œuvre pour éviter les risques de gel des canalisations extérieures (glycol ou soupape antigel).

PAC BIBLOC

Pompe à chaleur pour laquelle la liaison entre l'unité extérieure et l'unité intérieure est de nature frigorifique. L'échangeur entre le circuit frigorifique et le circuit hydraulique de distribution (le condenseur en mode chauffage) est alors situé dans l'unité intérieure.

PRG

Pouvoir de réchauffement global. Valeur sans dimension qui quantifie la capacité d'un fluide à contribuer à l'effet de serre. Plus cette valeur est élevée, plus le fluide contribuera au réchauffement climatique s'il est libéré dans l'atmosphère.

UE

Unité extérieure de la PAC. C'est la partie de la PAC située hors du logement.

UI

Unité intérieure de la PAC. C'est la partie de la PAC située dans le logement, ou à minima dans un local fermé.

FLUIDE FRIGORIGÈNE

Fluide qui permet le fonctionnement du cycle frigorifique, c'est à dire, le transfert des calories d'un milieu froid vers un milieu chaud. Dans le cas d'une PAC hybride air eau, le fluide frigorigène capte les calories de l'air extérieur et les transfère au circuit d'eau de la PAC pour élever sa température.

PUISSANCE ACOUSTIQUE (OU INTENSITÉ ACOUSTIQUE)

Caractéristique intrinsèque d'une source sonore qui représente sa capacité à générer des ondes sonores. La puissance acoustique s'exprime en W/m^2 mais peut aussi être exprimée en décibels. Le cas échéant, on parle plutôt de niveau de puissance acoustique mais les deux notions sont généralement confondues dans les documentations techniques des équipements. Le niveau de puissance acoustique permet de comparer deux sources entre elles mais ne reflète pas à elle seule le volume sonore perçu par les personnes alentours.

PRESSION ACOUSTIQUE (OU PRESSION SONORE)

Grandeur qui quantifie la sensation de volume sonore. La pression acoustique est dépendante de la puissance acoustique de la source mais aussi de l'environnement alentour. Ainsi la pression acoustique varie en fonction de la distance à la source sonore mais aussi de la présence d'éléments qui vont amplifier ou atténuer les ondes sonores (milieu ouvert, parois réverbérantes, isolant phonique, etc.) La pression acoustique s'exprime en pascal tandis que le niveau de pression acoustique (ou niveau sonore) s'exprime en décibels. Afin de qualifier les performances acoustiques d'un équipement, on privilégiera la notion de puissance acoustique à celle de pression acoustique.

PRODUCTION (D'ECS) ACCUMULÉE

Production d'ECS avec réservoir de stockage dans lequel l'eau est maintenue en température. La taille du réservoir est couramment définie pour couvrir les besoins journaliers du foyer. Ce type de production nécessite une puissance de générateur plus faible que la production instantanée mais est plus encombrant.

PRODUCTION (D'ECS) INSTANTANÉE

Production d'ECS sans réservoir de stockage. La production se fait au moment de la demande via un échangeur de chaleur. La puissance du générateur doit être en mesure de couvrir les fortes pointes de consommation. Le niveau de température de l'eau peut donc fluctuer selon le débit demandé de même que les temps d'attente au point de puisage. Ce mode de production présente toutefois l'avantage d'être peu encombrant et économique (pas de maintien en température d'un volume d'eau stocké dans un réservoir).

PRODUCTION (D'ECS) MICRO-ACCUMULÉE

Production d'ECS combinant les principes de l'accumulation et de la production instantanée. Le générateur dispose d'un réservoir de stockage de faible volume, maintenu en température et permettant de couvrir les petits soutirages. Pour les soutirages plus importants, le générateur peut produire le complément en instantané. Ce type de système est moins encombrant que les générateurs par accumulation et moins sujet aux problèmes de temps d'attente que les systèmes instantanés. Les générateurs à micro-accumulation sont cependant un peu plus consommateurs que ces derniers du fait du maintien en température du réservoir de stockage.

PRÉPARATEUR D'ECS À ÉCHANGEUR NOYÉ

Système de production ECS constitué d'un réservoir de stockage et d'un échangeur interne, généralement en forme de serpent. Le circuit de l'échangeur est raccordé à un équipement de production externe, comme une chaudière ou une pompe à chaleur. L'eau chaude en provenance du générateur échange ses calories via l'échangeur avec l'eau sanitaire stockée dans le préparateur pour produire de l'ECS.



NORMES, RÉGLEMENTATIONS ET DISPOSITIFS D'AIDES

3

1

LES PAC HYBRIDES DANS LA RE2020

Les solutions hybrides sont prises en compte dans la RE 2020 via un Titre V (annexe V de l'arrêté du 6 avril 2022 modifiant les arrêtés pris en application des articles R. 122-22 à R. 122-25 et R. 172-1 à R. 172-9 du code de la construction et de l'habitation). Toutefois, à la date de rédaction de ce document, seules les combinaisons d'une PAC électrique avec une chaudière gaz sont couvertes.

La méthode Th-B-C-E 2020 considère que les PAC hybrides peuvent contribuer aussi bien à la production de chauffage que d'ECS, et éventuellement au rafraîchissement. Différentes configurations sont possibles pour la production ECS : production instantanée par la chaudière, production par accumulation uniquement par la chaudière ou production par accumulation conjointe entre la PAC et la chaudière.

Les taux de couverture et les performances des deux générateurs constituant la PAC hybride sont des données de sorties de la méthode de calcul. Ils varient à la fois selon les caractéristiques techniques des deux équipements, mais aussi en fonction de la typologie d'installation, de la zone climatique, de l'altitude du site, etc.

3

2

LES PAC HYBRIDES DANS LE DPE

Les PAC hybrides sont prises en compte dans la méthode de calculs 3CL du DPE (version d'octobre 2021).

A la date de rédaction de ce document, la méthode impose des valeurs fixes pour les taux de couverture chauffage respectifs de la PAC et de la chaudière. Ces taux dépendent uniquement de la zone climatique du logement. Ainsi la part de la PAC dans la couverture du besoin chauffage varie entre 80 et 88 % selon la rigueur climatique. D'autre part, la méthode 3CL considère que seule la chaudière contribue à la production d'ECS.

% du besoin de chauffage assuré par chaque équipement		
Zone	PAC	Chaudière
H1	80	20
H2	83	17
H3	88	12

Tableau 1 Taux de couverture du besoin chauffage par la PAC et la chaudière d'une PAC hybride selon la zone climatique dans la méthode 3CL DPE

Cette modélisation relativement simpliste ne permet pas de rendre compte des différentes typologies de PAC hybrides disponibles sur le marché français. Par ailleurs, la méthode 3CL DPE peut pénaliser les PAC hybrides en surestimant les émissions de CO₂ liée à la production d'ECS. Certains modèles de PAC hybrides proposent en effet une production d'ECS conjointe entre la PAC et la chaudière. Mais la méthode attribue l'ensemble de la production à la chaudière fossile dont l'impact carbone est plus élevé.



LES PAC HYBRIDES DANS LE DTU PAC

A la date de rédaction de ce document, la version en vigueur de la norme NF DTU 65.16 portant sur les « installations de pompe à chaleur » date de 2017.

Ce document n'évoque pas les pompes à chaleur hybrides.

Notons toutefois que la prochaine version de ce texte devrait traiter de cette technologie.



LES PAC HYBRIDES DANS LE DISPOSITIF DES CEE

A la date de rédaction de ce document, les PAC hybrides individuelles sont couvertes par une fiche d'opérations standardisées, la fiche « BAR-TH-159 – Pompe à chaleur hybride individuelle ».

Cette fiche impose, pour pouvoir bénéficier de l'aide, que la PAC hybride présente une efficacité énergétique saisonnière (selon le règlement (EU) n° 813/2013 de la commission du 2 août 2013) supérieure ou égale à 111 % et que le taux de couverture par la PAC des besoins annuels de chauffage soit supérieur ou égal à 70 %.

A noter qu'un arrêté (l'arrêté du 28 Septembre 2021 modifié) fixe les critères de contrôle de la bonne application de cette fiche. Ces critères de contrôle portent notamment sur la vérification du dimensionnement. Ces critères sont ainsi formulés dans l'arrêté :

« La PAC est manifestement sous-dimensionnée au vu du critère suivant : la puissance de la PAC sans l'appoint à 0°C extérieur et 50°C départ chauffage couvre moins de 40 % des déperditions à T = Tbase ;

La PAC est manifestement surdimensionnée au vu du critère suivant : la puissance de la PAC sans l'appoint à 0°C extérieur et 50°C départ chauffage couvre plus de 80 % des déperditions à T = Tbase »

3

5

LES PAC HYBRIDES DANS LES TEXTES PORTANT SUR L'OBLIGATION D'ENTRETIEN

Les PAC hybrides sont soumises aux obligations d'entretien décrites dans l'arrêté du 24 juillet 2020 (portant sur l'entretien des systèmes thermodynamiques) et l'arrêté du 15 septembre 2009 modifié (portant sur l'entretien des chaudières). La norme NF X 50-010 décrit les opérations d'entretien à réaliser.

Pour plus de détails sur ces obligations d'entretien, se référer aux deux guides publiés en 2025 dans le cadre du programme PROFEEL :

- « L'entretien des installations thermodynamiques de 4 à 70 kW »
- « L'entretien des installations de chauffage de 4 à 400 kW équipées de chaudières »

4

MÉTHODOLOGIE

Cette étude repose avant tout sur la collecte et l'analyse des documentations techniques et commerciales des principaux fabricants de pompes à chaleur hybrides opérant sur le marché français métropolitain.

La première étape de l'étude a été d'identifier les différents fabricants de PAC hybrides ainsi que les modèles commercialisés en France. Nous nous sommes appuyés pour cela sur de la documentation commerciale ainsi que sur les catalogues produits des constructeurs, disponibles sur leurs sites web respectifs. Une fois les équipements identifiés nous avons procédé à la collecte de données techniques à partir des notices d'installation et d'entretien des équipements destinées aux professionnels. Notons que l'ensemble de ces documents sont accessibles publiquement, soit en accès libre sur les sites web des constructeurs, soit dans les espaces en ligne dédiés aux professionnels (librairies et schémateques accessibles avec un compte utilisateur professionnel).

La base de données ainsi constituée regroupe 13 fabricants et environ 150 modèles de PAC pouvant être regroupée en 28 gammes différentes. Selon les constructeurs et les gammes, une même PAC peut être associée à différents modèles de chaudières d'appoint. Chaque combinaison PAC-chaudière constituant un modèle de PAC hybride à part entière. La variété des modèles de chaudières d'appoint permet d'offrir davantage de choix en matière de puissance d'appoint ainsi que de mode de production d'ECS (sans ECS chaudière, production instantanée uniquement par la chaudière, production accumulée mixte PAC-chaudière, etc.). En tenant compte des différentes combinaisons PAC-chaudières possibles nous avons dénombré environ 450 modèles de PAC hybrides disponibles sur le marché français.

La liste des fabricants qui ont fait l'objet de l'analyse est la suivante :

- ARISTON
- ATLANTIC
- BOSCH
- DAIKIN
- DE DIETRICH
- FRISQUET
- HOVAL
- INTUIS
- PERGE
- SAUNIER DUVAL
- VAILLANT
- VIESSMANN
- WEISHAUP

Une base de données comprenant une quarantaine de champs a été élaborée. Les critères renseignés dans cette base portent sur les caractéristiques techniques de la PAC (type, nature du fluide frigorigène, conditions limites d'utilisation, poids des unités intérieure et extérieure, etc.), performanciennes (puissances et COP pour différents points de fonctionnement) mais aussi électriques et acoustiques. La base comprend également des informations sur les chaudières d'appoint, notamment sur la nature du combustible, la puissance nominale et le type de production ECS des générateurs.

REMARQUE



Pour cette étude, nous nous sommes intéressés uniquement à l'offre et non aux ventes de PAC hybrides en France métropolitaine. Il est donc possible que certaines typologies d'équipements soient davantage commercialisées que d'autres dans la pratique. Nous n'en avons cependant pas tenu compte dans cette étude. Dans la suite de ce document, les répartitions indiquées sont donc définies sur la base de l'offre et non sur les chiffres des ventes.

5

CARACTÉRISTIQUES DES POMPES À CHALEUR

REMARQUE PRÉALABLE



La très grande majorité des pompes à chaleur proposées dans des configurations de PAC hybrides sont également disponibles en version « tout électrique » (PAC + appoint électrique). Ainsi, pour de nombreuses considérations, installer et entretenir la partie pompe à chaleur d'une PAC hybride est strictement équivalent à installer et entretenir une PAC tout électrique.

5

1

TPOLOGIE

Les PAC hybrides disponibles sur le marché français se divisent à peu près équitablement entre PAC de type monobloc extérieur et PAC de type bibloc (appelées également « à éléments séparés »). La répartition parmi les modèles recensés est d'environ 53 % de PAC monobloc pour 47 % de PAC bibloc.

La plupart des constructeurs dispose dans leurs gammes des deux familles de produits. Les exceptions à cette règle sont BOSCH, INTUIS et PERGE qui ne proposent que des produits monobloc et FRISQUET qui ne propose que des PAC à éléments séparés.

REMARQUE



Cette typologie est définie en regard du fluide frigorigène. Pour les PAC monobloc, l'ensemble des éléments du circuits frigorifiques sont contenus dans l'unité extérieure. Ces PAC peuvent tout de même être associées avec des unités intérieures. Mais alors la liaison entre ces deux unités est de nature hydraulique.

A l'inverse, pour les PAC à éléments séparés, l'unité extérieure et l'unité intérieure sont raccordés par des liaisons frigorifiques (c'est-à-dire contenant du fluide frigorigène).

5

2

PLAGE DE PUISSANCE

Les PAC hybrides font l'objet de règles de dimensionnement spécifiques définies par l'AFPAC et UNICLIMA (Bien dimensionner une PAC hybride, Les règles d'or de l'installateur pour la rénovation dans l'individuel – ouvrage collectif – septembre 2022). Ainsi la puissance nominale de la PAC qui fait référence pour le dimensionnement du générateur est celle pour le point (0 ; 50) pour les PAC air eau. Cela correspond à la puissance de la PAC lorsque la température extérieure est de 0°C et que la consigne de température d'eau en sortie de la PAC est fixée à 50°C.

Dans la pratique, il s'avère que seul 6 des 13 fabricants étudiés communiquent les puissances de leurs PAC hybrides pour le point (0 ; 50). Et même pour ces constructeurs, il arrive que cette puissance ne soit pas précisée pour certaines gammes. En revanche, nous avons constaté que l'ensemble des fabricants indiquaient la puissance de la PAC à (7 ; 35) pour tous leurs modèles, et que la puissance à (-7 ; 35) était également précisée pour 95 % des modèles recensés. Ces deux points correspondent en effet aux valeurs de puissance nominale demandées par la norme NF EN 14511 pour les PAC air / eau. Il convient également de préciser que plusieurs constructeurs fournissent des tables de puissance qui permettent de retrouver la puissance nominale des PAC au point (0 ; 50) par interpolation entre plusieurs points proches.

Au global, les puissances nominales des PAC pour les PAC hybrides recensées varient entre 3 et 27 kW à (7 ; 35). La médiane se situant à 8 kW. Notons que la valeur de 27 kW est une exception et que la majorité des gammes de PAC hybrides ont plutôt des puissances maximales de 14 ou 16 kW.

Pour le point à (-7 ; 35), la puissance nominale varie entre 2,9 et 22 kW avec une médiane à 7,4 kW.

Pour les produits pour lesquels l'information de la puissance au point (0 ; 50) est donnée (soit 52 % des modèles de notre base de données), le ratio [puissance au point (+7 ; 35) / puissance au point (0 ; 50)] varie dans une plage allant de 0,66 à 1,88, avec en valeur moyenne de 1,1.

REMARQUE



L'évolution des puissances annoncées par les constructeurs peuvent sembler contraire aux lois de la thermodynamique. L'explication de ce résultat à première vue contre-intuitif tient aux capacités de modulation de puissance offertes par la régulation de type « Inverter » (aujourd'hui généralisée sur les PAC air/eau) et le fait que ces différentes puissances peuvent ne pas correspondre à la même fréquence de fonctionnement du compresseur.

5

3

PERFORMANCES

Pour les PAC hybrides recensées, nous n'avons pu relever la valeur du COP au point (0 ; 50) que pour environ un quart des modèles. Pour les points à (7 ; 35) et (-7 ; 35), les valeurs de COP sont disponibles respectivement pour 100 % et 95 % des modèles recensés.

Le COP à (7 ; 35) des PAC hybrides disponibles sur le marché français varie de 3,9 à 5,4 avec une médiane de 4,76.

Pour le point à (-7 ; 35), le COP varie entre 2,45 et 3,4 avec une médiane à 2,9.

On observe donc en moyenne une chute de presque 2 points de COP entre les deux températures de référence. Le ratio [COP (+7 ; 35) / COP (-7 ; 35)] vaut en moyenne sur l'ensemble de l'échantillon 1,6.

5

4

FLUIDE FRIGORIGÈNE

Nous avons relevé trois fluides frigorigènes utilisés par les PAC hybrides destinées à la maison individuelle : le R410a, le R32 et le R290. Ces trois fluides ont des PRG (Pouvoir de Réchauffement Global) et des indices d'inflammabilité très différents.

Fluide frigorigène	PRG	Inflammabilité
R410a	2088	Non inflammable (A1)
R32	675	Légèrement inflammable (A2L)
R290	3	Extrêmement inflammable (A3)

TABLEAU N°2 PRG et inflammabilité des trois fluides frigorigènes présents sur le marché de la PAC hybrides en France

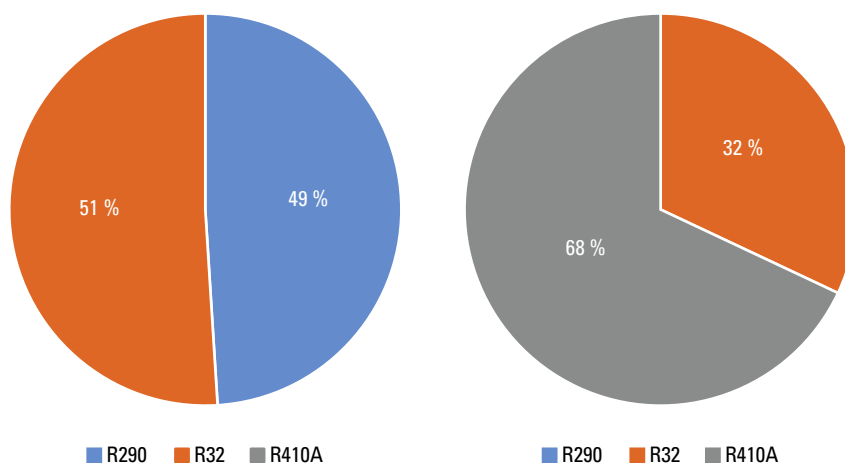
Le R290 est le fluide qui a le moins d'impact sur l'environnement mais est par ailleurs classé comme extrêmement inflammable (A3). Il est donc restreint aux équipements de type monobloc pour lesquels la charge de fluide peut être relativement restreinte et le circuit frigorifique circonscrit à l'extérieur du logement.

Le R410a est le fluide dont l'impact sur l'effet de serre est le plus fort. Il s'agit d'un fluide d'ancienne génération qui est voué à disparaître du fait de la réglementation européenne sur les fluides frigorigènes (règlement F-GAS). Parmi les modèles de PAC hybrides que nous avons recensés, le R410a n'est utilisé que pour la typologie bibloc.

Le R32 est un fluide de transition, avec un PRG relativement faible et peu de contraintes d'inflammabilité (catégorie A2L). Il est utilisé indifféremment pour les typologies monobloc et bibloc. C'est le fluide le plus utilisé pour les PAC hybrides à destination de la maison individuelle.

La segmentation de l'offre selon la nature du fluide est très liée à la configuration de la pompe à chaleur (monobloc ou éléments séparés). Les graphiques ci-dessous donnent la répartition de l'offre selon la nature de fluide frigorigène pour chacune de ces deux familles.

FIGURE N°1 Segmentation de l'offre selon la nature du fluide pour les PAC monobloc (à gauche) et à éléments séparés (à droite)



Pour les PAC monobloc, l'offre est répartie quasiment à parts égales entre le R32 et le R290. Il n'existe aucune PAC au R410A pour cette famille de produit. Tandis que pour les PAC à éléments séparés, le R410A reste largement majoritaire (les deux-tiers environ des machines de cette typologie) devant le R32. Il n'existe aucune PAC au R290 pour cette famille de produit.

La charge en fluide dépend, entre autres paramètres, de la puissance de la PAC, de la configuration de la PAC et de la nature du fluide.

	PAC monobloc		PAC à éléments séparés	
	Min	Max	Min	Max
R290	0,092	0,317	-	-
R32	0,104	0,400	0,158	0,371
R410A	-	-	0,160	0,711

TABLEAU N°3 : Rapport [charge en fluide frigorigène / puissance nominale] en kg / kW, pour différentes typologies de PAC hybride

A titre d'illustration, pour les pompes à chaleur recensées dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 6 kW (45 produits), la charge en fluide est donnée dans le tableau ci-dessous :

	Min	Moyenne	Max
R290	0,4 kg	0,8 kg	1,3 kg
R32	0,6 kg	1,2 kg	1,5 kg
R410A	1,1 kg	1,6 kg	3,2 kg

TABLEAU N°4 : Plage de charge en fluide frigorigène (en kg) , pour des PAC hybrides de puissance nominale comprise entre 4 et 6 kW

5

5

LIMITES DE FONCTIONNEMENT

La majorité (environ 57 %) des modèles de PAC des PAC hybrides recensées peuvent produire de l'eau jusqu'à 60°C. Un peu plus du tiers peuvent atteindre des températures supérieures allant de 65 à 75°C, 70°C étant la valeur la plus courante. Enfin, pour les 9 % restant, la limite haute de production est de 55°C (avec 1 modèle ne dépassant pas 52°C).

Précisons toutefois que certains modèles de PAC ne peuvent atteindre ces valeurs maximales que pour des températures extérieures positives. Lorsque l'on considère les températures maximales de production pouvant être atteintes pour des températures extérieures négatives, la limite de 60°C concerne 63 % des modèles recensés. Tandis que la part des modèles pouvant atteindre 65°C ou plus est réduite à 32 %.

Par ailleurs, il convient de remarquer que pour les équipements au R290, les températures de production maximales sont toujours supérieures à 65°C. A l'inverse, les équipements utilisant du 410a ne dépassent pas 60°C en sortie de production. Il existe quelques exceptions pour lesquelles la production peut atteindre 65°C mais, encore une fois, seulement à condition que la température extérieure ne soit pas négative.

Les températures minimales permettant d'assurer la température maximale de production sont couramment de l'ordre -10°C (de -4°C à -15°C). Pour une petite minorité d'équipements, ces températures limites peuvent cependant atteindre -20°C.

5

6

RÉVERSIBILITÉ

En complément de la production de chauffage et d'ECS, les PAC hybrides peuvent également contribuer au rafraîchissement des logements si la PAC est réversible. En dehors de la réversibilité du générateur lui-même, cela nécessite tout de même que les émetteurs soient adaptés au fonctionnement alternatif en chauffage et en rafraîchissement. Typiquement, la plupart des constructeurs ne proposent de faire du rafraîchissement avec leur PAC hybride que si le logement est doté d'un circuit de plancher chauffant. Notons cependant qu'un petit nombre de fabricants commercialisent aussi des ventilo-convecteurs réversibles en accompagnement de leur générateur hybride.

Parmi les modèles de PAC hybrides recensés dans le cadre de cette étude, environ les deux tiers sont commercialisés comme réversibles. Approximativement 12 % d'entre eux nécessitent toutefois une UI spécifique ou du matériel complémentaire en option pour pouvoir assurer le rafraîchissement. La grande majorité des produits intègrent néanmoins cette fonctionnalité nativement.

D'après les données collectées, la réversibilité des PAC est indépendante de la nature du fluide frigorigène et de la typologie de PAC (monobloc ou bibloc).

5

7

ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

La très grande majorité (plus de 75 %) des PAC hybrides recensées pour cette étude sont alimentées en monophasé. Assez logiquement, le triphasé est réservé aux puissances de PAC les plus importantes, typiquement au-dessus de 10 kW. Il existe cependant quelques exceptions dans un sens ou dans l'autre. Par exemple, certains modèles de PAC de 8 kW sont disponibles aussi bien en monophasé qu'en triphasé. A l'inverse, nous avons aussi identifié une gamme de PAC hybrides allant de 4 à 16 kW pour laquelle tous les modèles sont en monophasé.

Pour la plupart des modèles, l'alimentation électrique de l'unité extérieure (UE) et de l'unité intérieure (UI) sont indépendantes. Mais, pour quelques produits, l'alimentation électrique de l'UI se fait depuis l'UE.

Pour ce qui est de la chaudière, l'alimentation électrique est toujours monophasée et, en règle générale, est indépendante de celle de la PAC. Il existe toutefois quelques exceptions parmi les modèles de PAC hybrides pour lesquels la chaudière est incluse dans l'UI (voir chapitre 6). Ainsi pour certains de ces générateurs, UI et UE ont une alimentation séparée et celle de l'UI alimente d'une part la carte électronique de la chaudière (ainsi que les équipements associés), et d'autre part les équipements propres à la PAC.

Dernière configuration notable : lorsque le couplage entre la PAC et la chaudière est assuré par un kit hydraulique UE-chaudière (voir chapitre 6), l'alimentation du régulateur du kit hydraulique est le plus souvent indépendante. Il arrive cependant qu'elle puisse être assurée par la chaudière.

5

8

ACOUSTIQUE

La puissance acoustique des unités extérieures des PAC hybrides est très variable en fonction des constructeurs et des modèles. Les valeurs indiquées par les fabricants vont de 40 à 70 dB(A). La médiane se situe à 58 dB(A).

Environ 65 % des modèles de PAC hybrides recensées disposent par ailleurs d'un mode de fonctionnement permettant de limiter la puissance acoustique de l'UE de la PAC. Cette option peut être désigné par différents termes : « mode nuit », « mode silence » ou « mode silencieux ». Ce mode de fonctionnement consiste à restreindre la puissance maximale que peut fournir la PAC afin que la puissance acoustique produite par l'UE ne dépasse pas un certain seuil.

Dans la majorité des cas, l'utilisateur ou l'installateur peut programmer une plage horaire pour ce « mode silencieux », notamment afin de restreindre les nuisances sonores nocturnes. Sur certains modèles de PAC hybrides, il est aussi possible d'enclencher le « mode silence » à tout moment et/ou de choisir parmi 2 à 3 niveaux de réduction de bruit.

5

9

POIDS DES UNITÉS INTÉRIEURES ET EXTÉRIEURES

Le poids moyen des unités extérieures et intérieures varie principalement selon la typologie de PAC hybride et la puissance nominale. Assez logiquement, les unités extérieures des PAC monoblocs sont en moyenne plus lourdes que celles des PAC à éléments séparés. En effet, pour une PAC monobloc le condenseur est incorporé dans l'UE tandis qu'il est déporté dans l'UI pour les PAC bibloc. Mais au-delà de ces critères, il existe de vraies différences de poids à technologie et puissance équivalente (dans un facteur pouvant aller jusqu'à 4).

Le poids des UE des PAC monobloc recensées varie de 45 à 450 kg avec une moyenne de 126 kg. Quelques produits (tous du même constructeur) présentent un poids supérieur à 250 kg. Le rapport entre le poids de l'unité extérieure et la puissance nominale varie de 7,5 [kg/kW] à 48,8 [kg/kW].

Pour les PAC à éléments séparées les valeurs de poids des UE vont de 30 à 191 kg avec une moyenne autour de 98 kg. Le rapport entre le poids de l'unité extérieure et la puissance nominale varie de 5,6 [kg/kW] à 32,0 [kg/kW].

Pour ce qui est des unités intérieures, les écarts sont encore plus importants entre monobloc et bibloc. Pour les PAC hybrides de type monobloc, le poids des UI oscille ainsi entre 7 et 50 kg avec une moyenne avoisinant les 30 kg. Ces très faibles valeurs sont principalement dues à la nature de l'UI de nombreux modèles de PAC hybrides monoblocs. En effet, pour beaucoup de ces modèles, l'UI est un simple kit hydraulique assurant la liaison avec la chaudière d'appoint (voir chapitre 6.3).

Pour les PAC hybrides à éléments séparés, les poids des UI sont généralement plus élevés : de 23 à 360 kg avec une moyenne aux alentours de 95 kg. Les valeurs les plus élevées sont liées aux UI qui intègrent un ballon préparateur d'ECS, voire la chaudière d'appoint.



CARACTÉRISTIQUES DES CHAUDIÈRES ET LIAISON AVEC LA POMPE À CHALEUR

6

1

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES CHAUDIÈRES

La très grande majorité des PAC hybrides à destination des logements individuels reposent sur la combinaison d'une PAC et d'une chaudière à condensation au gaz naturel (ou propane) du même fabricant. C'est le cas pour environ 73 % des modèles recensés. Un plus faible nombre de PAC hybrides sont associées à des chaudières fioul ou bio-fioul (environ 17 %) et quelques-uns de ces modèles peuvent aussi être couplés à des chaudières bois à pellets. Les modèles restants (environ 10 %) sont commercialisés sans chaudières et peuvent être couplés à un équipement neuf ou existant, quel que soit le fabricant et le combustible utilisé.

Pour les modèles commercialisés avec une chaudière du même constructeur, les puissances nominales varient globalement de 10 à 30 kW. Nous avons toutefois relevé une exception avec un modèle de PAC hybride disposant d'une chaudière de 45 kW de puissance nominale.

La grande majorité des chaudières commercialisées avec des PAC hybrides sont des chaudières murales avec production d'ECS instantanée ou micro-accumulée. Cependant, il existe aussi un nombre assez élevé (environ 28 % des modèles recensés) de PAC hybrides avec chaudières au sol. Qu'elles soient avec ou sans ballon ECS à accumulation.

Dans une moindre mesure, nous avons également relevé un certain nombre de PAC hybrides commercialisées avec une chaudière murale sans production d'ECS dédiée (environ 18 % des modèles recensés). Le cas échéant, soit la PAC hybride ne couvre pas ce poste soit la production d'ECS est assurée conjointement par la PAC et la chaudière via un ballon à échangeur noyé, généralement disponible en option. (Voir chapitre 6.4)

6

2

COMBINAISONS PAC / CHAUDIÈRES

Pour environ 29 % des modèles de PAC hybrides recensés, le fabricant propose une combinaison unique PAC-chaudière. Le cas échéant, les différents modèles de PAC de la même gamme sont combinés avec un seul modèle de chaudière. Par exemple, au sein d'une même gamme, on pourra trouver des PAC hybrides combinant une PAC de 6, 8 ou 10 kW de puissance nominale avec une chaudière identique de puissance 24 kW. Cette configuration se présente très souvent pour les PAC hybrides qui combinent l'unité intérieure de la PAC et la chaudière en un seul équipement.

Pour les modèles de PAC hybrides pour lesquels le fabricant ne propose qu'une seule combinaison PAC / Chaudière, le rapport entre la puissance de la PAC (exprimée à +7°C / +35°C) et la puissance de la chaudière varie entre 12 % et 65 %, avec une valeur moyenne de 34 %.

REMARQUE



Nous avons fait le choix d'exprimer ce ratio pour le point (+7°C / 35°C), et non pour le point (0°C / 50°C), du fait du faible taux de complétude des informations de notre base pour ce point [cf. 4.2].

REMARQUE



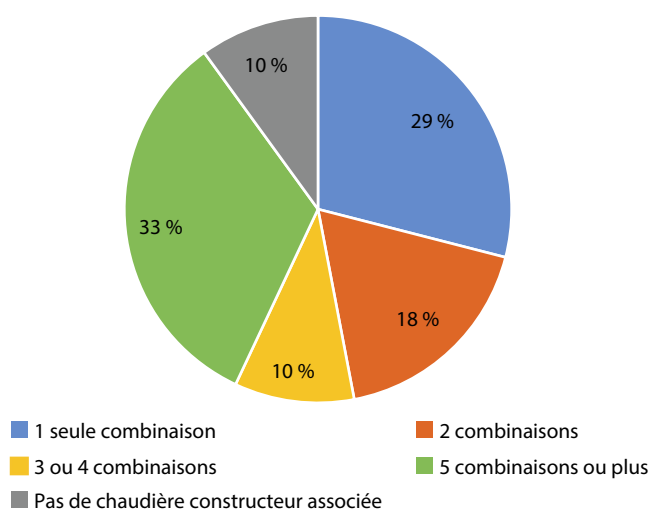
Attention à ne pas confondre ce critère de rapport des puissances des deux générateurs et le critère de dimensionnement qui considère la puissance de la PAC pour des conditions différentes et en regard des déperditions du logement.

Une autre déclinaison très courante (environ un tiers des PAC hybrides recensées) est celle pour laquelle le constructeur propose 5 à 7 modèles de chaudières différentes pour un même modèle de PAC. Les chaudières associables pouvant appartenir à 2 ou 3 gammes distinctes. Cela présente l'avantage de donner une grande liberté de choix en matière de puissance d'appoint et de typologie de production d'ECS (instantanée, micro-accumulée ou accumulée).

Le troisième cas le plus courant (environ 18 % des modèles recensés) est celui pour lequel deux puissances de chaudières différentes sont disponibles par modèle de PAC. Auquel cas, les deux chaudières appartiennent généralement à la même gamme, avec l'une de 20 kW environ et l'autre plutôt de l'ordre de 30 kW. Cela permet au constructeur de proposer deux alternatives selon le niveau de besoin chauffage et d'ECS du logement.

Pour les PAC hybrides disposant de 3 ou 4 modèles de chaudières associables (environ 10 % des modèles recensés), la logique est la même que pour celles avec seulement deux modèles associables. Seule la puissance nominale des chaudières varie tandis que la typologie de production ECS reste inchangée. Notons également qu'au sein d'une même gamme de PAC hybrides, il est possible que la PAC de plus faible puissance ne soit combinable qu'avec une seule chaudière mais que les PAC de puissances supérieures disposent de 2 ou 3 modèles de chaudières associables.

FIGURE N°2 Répartition des modèles de PAC hybrides selon le nombre de combinaisons PAC + chaudières possibles par modèle de PAC



6

3

PILOTAGE DE L'HYBRIDATION

Le pilotage de l'hybridation correspond aux différentes logiques de fonctionnement et de priorisation de l'un ou de l'autre des générateurs d'une PAC hybride.

La logique de pilotage la plus courante consiste à définir une température extérieure de bivalence. Ce seuil correspond à la température extérieure au-dessus de laquelle seule la PAC est autorisée à fonctionner et en-dessous de laquelle la chaudière peut être sollicitée en appoint de la PAC. La température extérieure de bivalence est un réglage accessible à l'installateur. En théorie, ce réglage devrait découler de la confrontation entre un calcul de déperdition et l'évolution en fonction de la température extérieure de la puissance thermique que peut fournir la PAC. Dans les faits, le produit est fourni avec un réglage par défaut qui est ajusté ou non lors de la mise en service.

En complément, une température minimale de fonctionnement de la PAC peut parfois être définie. En dessous de cette température seuil, le fonctionnement de la PAC est proscrit et la chaudière assure seule la production de chaleur.

D'autres logiques de pilotage de l'hybridation, qui peuvent se substituer ou se superposer aux points précédents, consistent à prioriser le fonctionnement de l'un ou de l'autre des générateurs selon des critères environnementaux ou économiques. Ainsi il est possible de prioriser le générateur dont le coût de fonctionnement est le plus faible selon les conditions de fonctionnement. De façon analogue, il est possible de prioriser le générateur avec le meilleur bilan carbone à l'instant t ou qui consomme le moins d'énergie primaire.

Quel que soit le critère de priorisation retenu, ces pilotages reposent sur la mesure à tout instant de la température extérieure et de la température de production, ce qui permet, grâce à une table de performance de la PAC implémentée dans la régulation, de disposer d'une évaluation de la performance instantanée de la PAC. Les facteurs de conversion de l'énergie en coût et/ou en émission de CO_2 pour l'électricité et pour l'énergie de la chaudière associée permettent finalement de déterminer le meilleur générateur et donc de piloter la PAC hybride en conséquence. Il est donc important de noter que ces pilotages dépendent de paramètres fixes saisis par l'installateur (voire par l'utilisateur) et non d'un ajustement en temps réel d'informations extérieures à la PAC.

Enfin, il existe des modes de pilotage qui permettent le délestage de l'installation électrique : lorsque le générateur reçoit un ordre de délestage depuis le réseau, la PAC est mise à l'arrêt et la chaudière prend entièrement le relais.

Les PAC hybrides commercialisées sur le marché français disposent toutes a minima du pilotage de l'hybridation par point de bivalence. En complément, chaque gamme peut disposer de 1 à 3 autres modes de pilotage alternatifs. Le plus courant est le pilotage selon les tarifs des énergies, proposé chez 20 des 28 gammes de PAC étudiées. Le deuxième plus courant est le pilotage selon la consommation d'énergie primaire, disponible pour environ la moitié des gammes de PAC hybrides recensées. Les deux modes de pilotage les moins courants sont le pilotage selon le bilan carbone et le délestage.

Pour finir, il convient de préciser que pour certains modèles de PAC hybrides, il est aussi possible de définir le générateur prioritaire pour la production d'ECS.

6

4

LIAISON ENTRE LA PAC ET LA CHAUDIÈRE

Le couplage entre la PAC et la chaudière peut être réalisé de différentes manières selon la nature de la PAC et de la chaudière. À partir des données collectées, nous avons identifié trois grandes configurations de couplage pour les PAC hybrides disponibles sur le marché français :

- Les équipements intégrant la chaudière d'appoint dans l'unité intérieure (UI) de la PAC,
- Les équipements disposant d'une UI hybride permettant de raccorder la chaudière d'appoint,
- Les équipements proposant un kit hydraulique assurant le couplage entre la PAC et la chaudière.

Ces différentes configurations et leurs spécificités sont présentées dans la suite de ce chapitre.

6.4.1 UI AVEC CHAUDIÈRE D'APPOINT INTÉGRÉE

Pour ce type de PAC hybrides, l'unité intérieure (UI) intègre dans un même équipement à la fois le condenseur du circuit frigorifique de la PAC et la chaudière d'appoint. En complément, l'UI comprend généralement aussi un ballon de préparation d'ECS à échangeur noyé. Si ce dernier n'est pas directement intégré dans l'UI, il sera tout de même commercialisé avec la PAC hybride. Ce type d'équipement propose donc systématiquement une production d'ECS avec préchauffage par la PAC.

FIGURE N°3 Schéma de principe de la configuration PAC hybride bibloc avec chaudière intégrée à l'unité intérieure

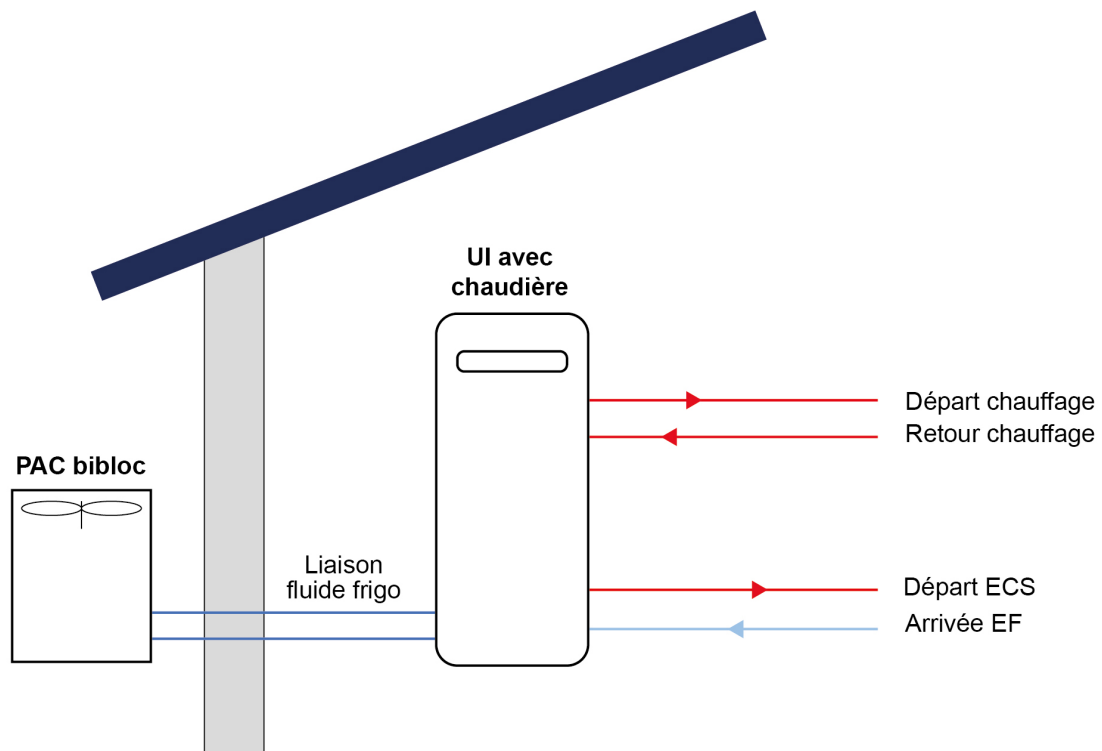
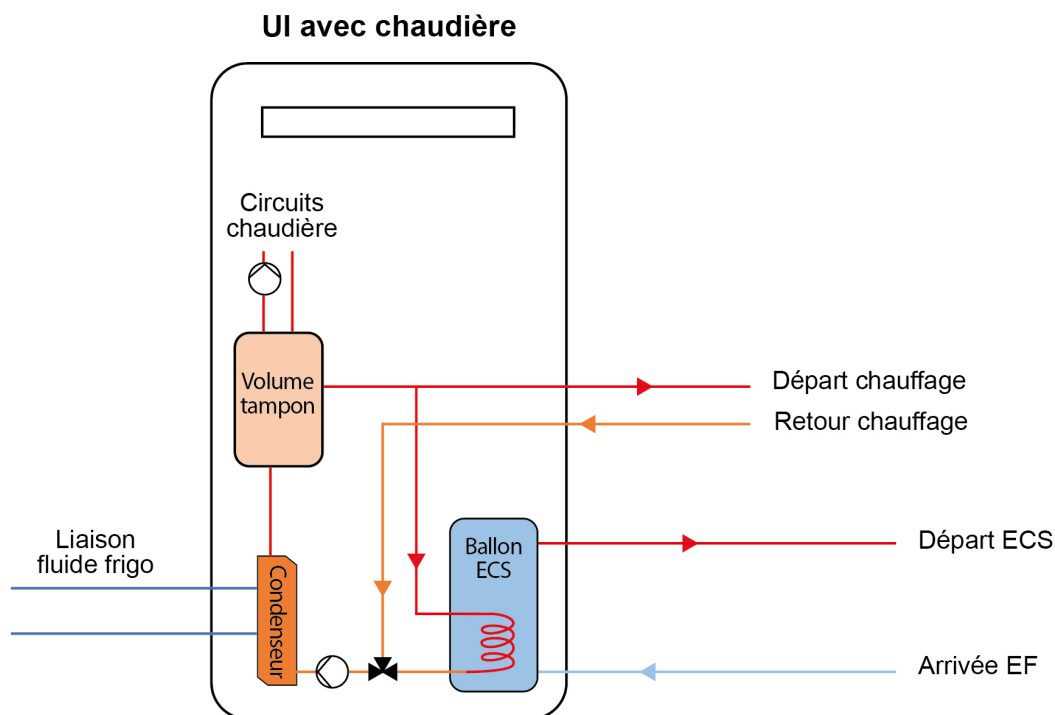


FIGURE N°4 Schéma de principe d'une unité intérieure avec chaudière et préparateur ECS intégrés

Cette configuration concerne un peu plus de 20 % des équipements recensés et n'est présente que chez deux des treize fabricants que nous avons étudiés. De plus, elle n'existe que pour des PAC de type bibloc.

Notons que cette catégorie de PAC hybrides est globalement moins flexible en termes de combinaisons possibles entre le modèle de la PAC et celui de la chaudière d'appoint. Ainsi pour une certaine puissance de PAC, on aura le plus souvent seulement une ou deux puissances de chaudières associables. Les puissances de chaudière les plus élevées n'étant parfois disponibles que pour les modèles de PAC les plus puissants au sein de la gamme.

6.4.2 UI HYBRIDE SPÉCIFIQUE

Pour ce type de PAC hybrides, l'unité intérieure (UI) est une version alternative de celle de la PAC en version non hybridée. Typiquement, l'UI hybride dispose de branchements dédiés au raccordement de la chaudière d'appoint en plus de tous les éléments habituels que comprend l'UI originale de la PAC (circuits hydrauliques chauffage et ECS, régulateur, interface de contrôle, etc.). Notons toutefois qu'il est fréquent que l'UI hybride ne dispose pas de la résistance d'appoint intégrée dans l'UI originale.

Par ailleurs, certaines UI hybrides ne gèrent pas la production d'ECS. Auquel cas, cette dernière est entièrement assurée par la chaudière d'appoint. Lorsque l'UI est en mesure de gérer la production ECS, cette dernière se fait exclusivement par accumulation et la PAC peut y contribuer.

Cette configuration représente environ 20 % des équipements recensés et existe chez six des treize fabricants étudiés. Elle peut être utilisée aussi bien avec des PAC monobloc que des modèles bibloc.

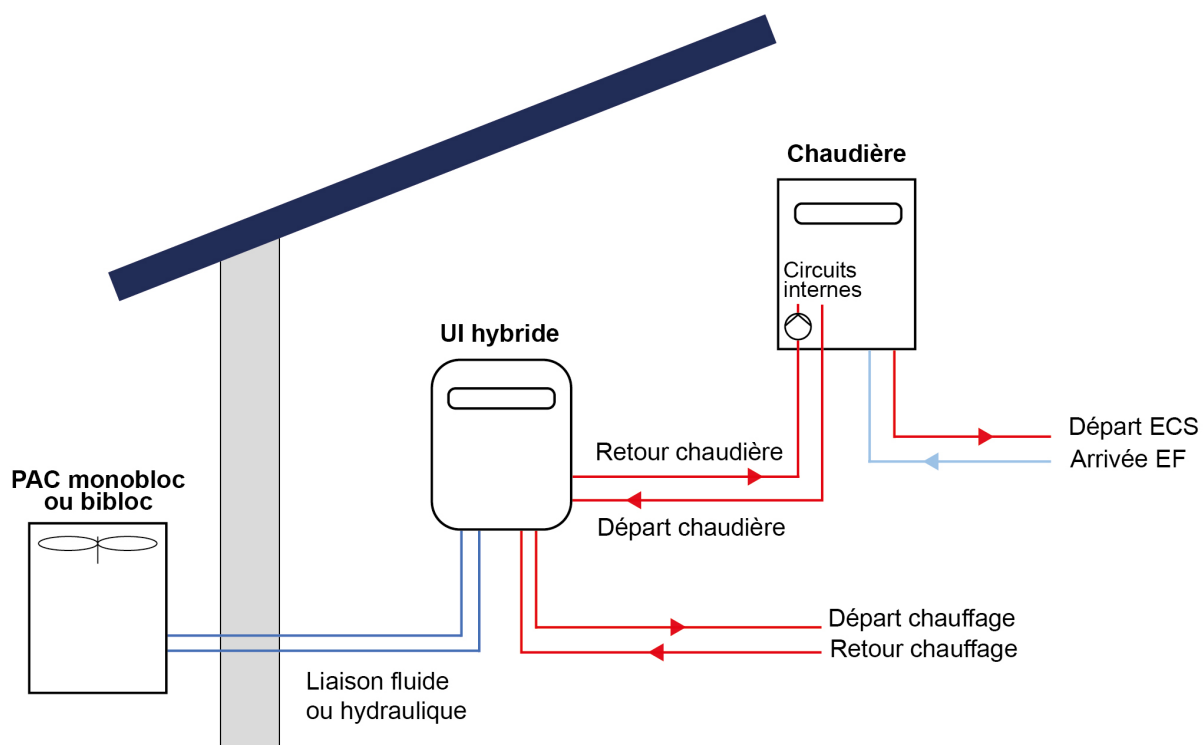
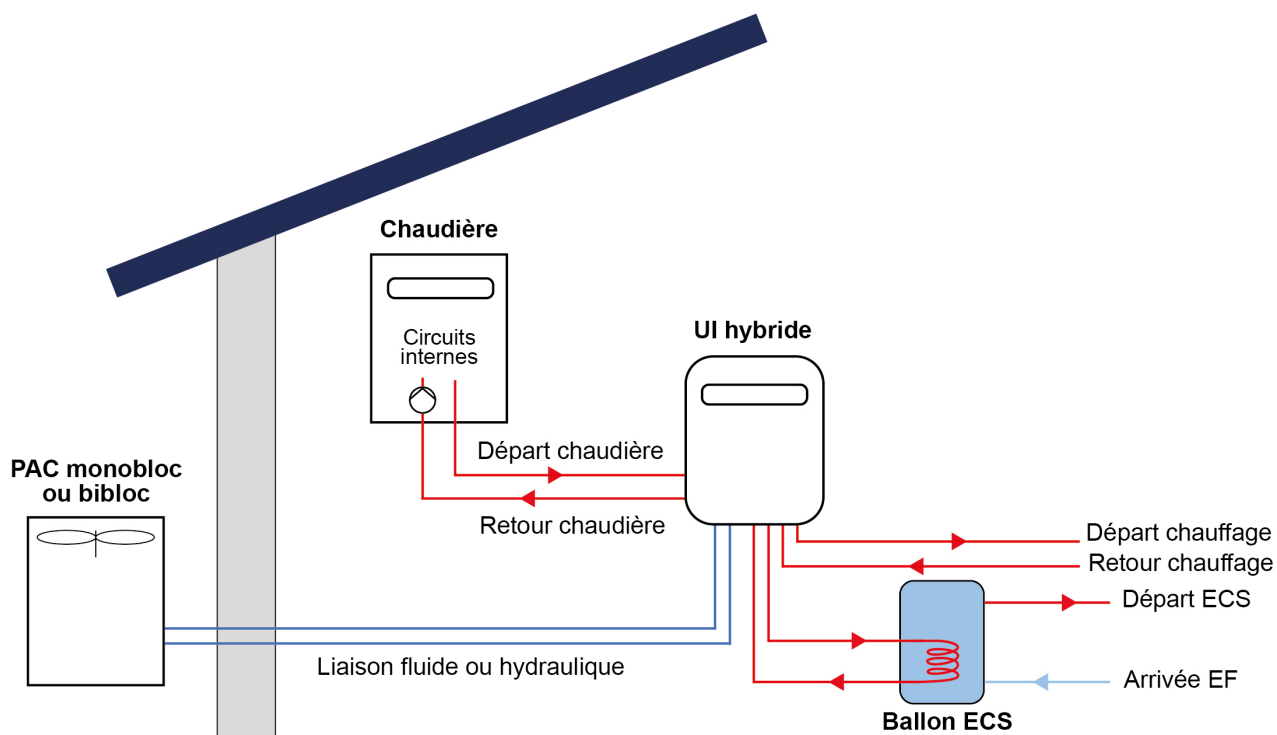
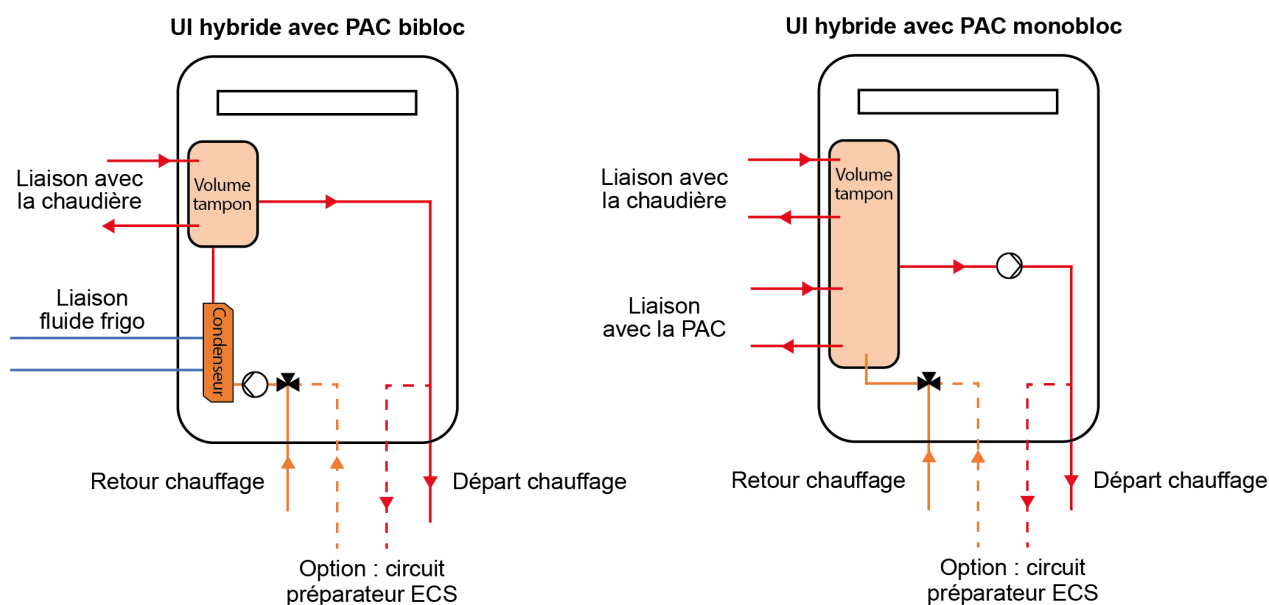
FIGURE N°5 Schéma de principe de la configuration PAC hybride avec unité intérieure hybride ne gérant pas la production d'ECS**FIGURE N°6** Schéma de principe de la configuration PAC hybride avec unité intérieure hybride gérant la production d'ECS

FIGURE N°7 Schéma de principe d'une unité intérieure hybride avec PAC bibloc ou PAC monobloc

Il pourrait sembler logique que cette configuration avec une UI spécifique sans chaudière intégrée permette un éventail relativement large de chaudières d'appoint associables à la PAC. Toutefois, il n'en est rien dans la pratique. Ainsi, les deux tiers des fabricants qui utilisent cette stratégie de couplage ne proposent qu'un ou deux modèles de chaudières d'appoint par modèle de PAC hybride. Un seul des six constructeurs recensés propose plus de deux modèles de chaudières dans sa gamme avec UI hybride.

Autre exception notable : l'un de ses six fabricants commercialise une gamme de PAC hybrides sans chaudière de sa propre marque. L'UI hybride de ce constructeur est ainsi proposée plutôt comme un dispositif permettant de coupler leurs PAC avec n'importe quel type de chaudière neuve ou existante.

6.4.3 KIT HYDRAULIQUE DE COUPLAGE

Au sein de cette catégorie, on peut distinguer d'une part les kits hydrauliques qui assurent le couplage entre l'UI de la PAC et la chaudière d'appoint, et d'autre part ceux qui assurent le couplage directement entre l'UE de la PAC (nécessairement monobloc) et la chaudière.

En pratique, pour les PAC hybrides monobloc, le kit hydraulique peut prendre la forme d'une simple bouteille de découplage verticale ou horizontale. Le cas échéant, le retour du circuit chauffage est généralement raccordé directement à la PAC. Une variante un peu plus sophistiquée de cette stratégie de couplage consiste en un kit intégrant un petit collecteur ou un volume tampon ainsi qu'un régulateur embarqué.

FIGURE N°8 Schéma de principe de la configuration PAC hybride monobloc avec kit hydraulique assurant une liaison UE /chaudière et production d'ECS par la chaudière uniquement

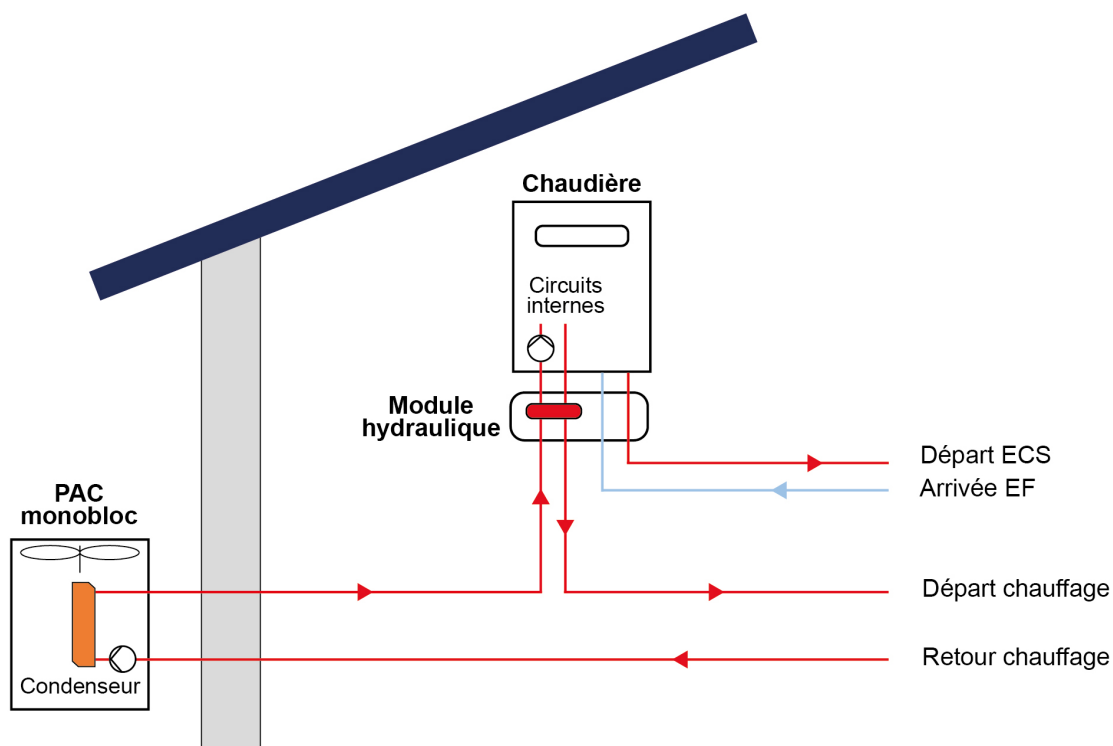
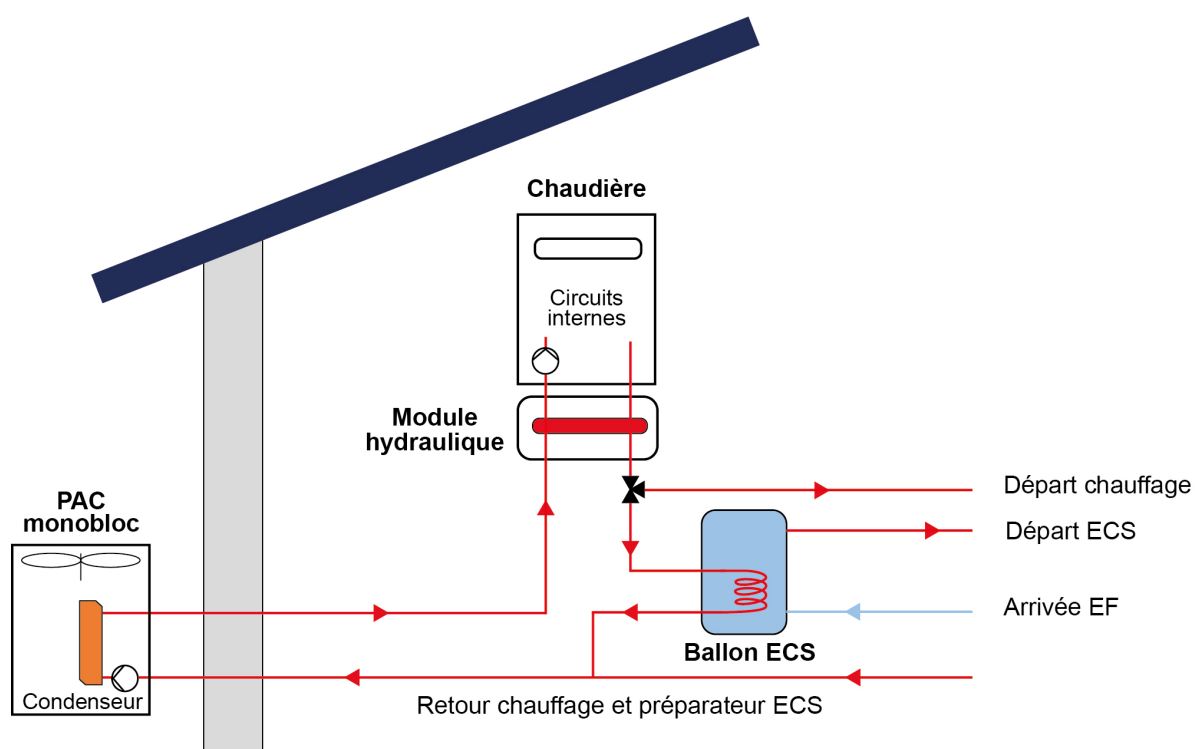
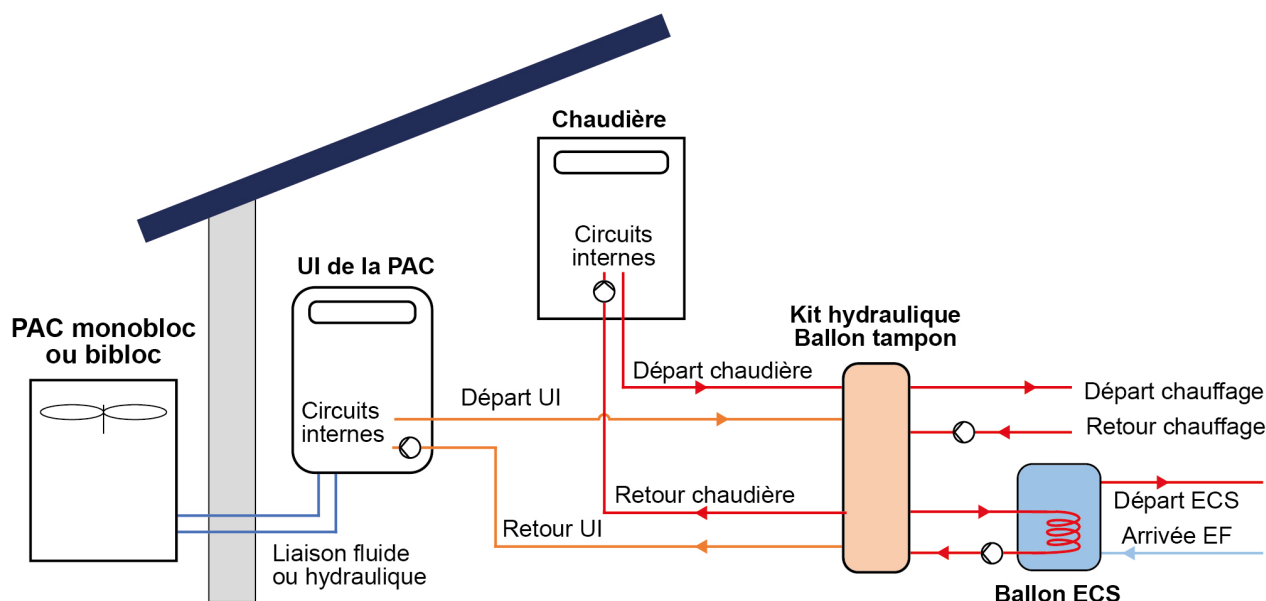


FIGURE N°9 Schéma de principe de la configuration PAC hybride monobloc avec kit hydraulique assurant une liaison UE /chaudière et production d'ECS par les deux générateurs



Les kits hydrauliques assurant le couplage entre l'UI de la PAC et la chaudière sont moins courants mais existent aussi bien avec des PAC bibloc que monobloc. Ce type de kit hydraulique se présente sous la forme d'un ballon tampon sur lequel sont raccordés l'UI de la PAC et la chaudière d'appoint coté primaire, et les circuits de chauffage et de production d'ECS coté secondaire. La production de l'ECS peut donc être assurée en partie par la PAC.

FIGURE N°10 Schéma de principe de la configuration PAC hybride monobloc avec kit hydraulique assurant une liaison UI /chaudière



Cette typologie de PAC hybrides représente plus de la moitié des équipements recensés et se retrouve chez onze des treize fabricants étudiés.

Cette stratégie de couplage offre le plus de variabilités de modèles de chaudières associables à la PAC. Cependant, cela n'est pas vrai chez tous les fabricants. Certains ne commercialisant qu'un seul modèle de chaudière par modèle de PAC. Toutefois, la majorité des constructeurs proposent a minima trois modèles de chaudière différents, voire jusqu'à sept ou huit modèles. Cette variabilité permet notamment de diversifier les modes de production d'ECS (voir chapitre suivant) et les puissances d'appoint.

6

5

PRODUCTION D'ECS

6.5.1 TYPOLOGIE DE PRODUCTION

La production d'ECS des PAC hybrides peut être assurée soit entièrement par la chaudière, soit par la combinaison de la PAC et de la chaudière. La majorité des constructeurs du marché français imposent une seule et même typologie sur l'ensemble de leurs gammes. Toutefois quelques fabricants disposent de gammes distinctes recourant à l'une ou l'autre des deux typologies, voire offrent le choix selon le modèle de chaudière d'appoint choisi.

La répartition des typologies de production d'ECS parmi les PAC hybrides disponibles sur le marché français est la suivante :

- Pour 37 % des modèles, la chaudière assure seule la production de l'ECS,
- Pour 51 % des modèles, la PAC et la chaudière contribuent ensemble à la production d'ECS,
- Pour 11 % des modèles, le choix est possible entre chaudière seule et production mixte.

Par ailleurs, nous avons relevé que, pour 15,5 % des modèles recensés, le fabricant précise les performances ECS de la PAC dans la documentation technico-commerciale de ses équipements hybrides (COP ECS, temps de montée en température et volumes équivalents d'eau sanitaire à 40°C). Cela permet de supposer que pour ces modèles, la PAC est en mesure d'assurer seule la production d'ECS, sans la chaudière.

6.5.2 PRODUCTION PAR LA CHAUDIÈRE SEULE

Lorsque la chaudière d'appoint assure seule la production d'ECS, toutes les stratégies courantes pour les chaudières existent à l'identique pour les PAC hybrides. A savoir : la production instantanée, micro-accumulée ou accumulée. Certains constructeurs proposent ainsi des variantes de leurs PAC hybrides avec des modèles de chaudières permettant l'une ou l'autre de ces stratégies de production afin que le client puisse choisir le niveau de confort désiré.

Cette typologie de production de l'ECS par la chaudière seule est relativement courante bien qu'elle ne soit pas majoritaire sur le marché français. Elle présente l'avantage d'éviter l'installation d'un préparateur d'ECS en supplément des autres équipements de la PAC hybride. Cette solution est donc généralement moins encombrante et moins contraignante que la production mixte PAC / chaudière. De plus, elle est relativement facile à mettre en œuvre lorsque la PAC hybride est installée en remplacement d'une chaudière double-service (que la chaudière existante soit conservée ou remplacée) car elle ne nécessite pas de modification importante du réseau ECS.

Le principal défaut de cette typologie est cependant de restreindre l'usage de la PAC uniquement à la production de chauffage. Les consommations d'énergie du générateur d'appoint seront donc plus importantes que pour les PAC hybrides qui proposent une production d'ECS mixte PAC / chaudière.

6.5.3 PRODUCTION MIXTE PAC / CHAUDIÈRE

Lorsque la PAC et la chaudière contribuent à la production d'ECS, un ballon préparateur avec échangeur noyé est employé, qu'il soit directement inclus dans l'unité intérieure (UI) de la PAC ou bien autonome. Notons que, selon l'équipement, la production d'ECS pourra même être assurée uniquement par la PAC une partie de l'année (lorsque les conditions météorologiques seront favorables) et la chaudière d'appoint n'y contribuera que les jours les plus froids.

Cette typologie de production est la plus courante aujourd'hui sur le marché français (51 % des modèles recensés). Elle présente l'avantage de faire bénéficier des performances de la PAC pour la production d'ECS, sans risque pour le confort des usagers grâce à la chaudière d'appoint. Ainsi, la PAC contribue à deux postes de consommation d'énergie du foyer (chauffage et ECS) au lieu d'un seul. En revanche, ce type d'équipements est plus encombrant, plus cher et plus complexe à installer à cause du ballon ECS qui vient en supplément des autres équipements de la PAC hybride.

Pour diminuer une partie de ces contraintes, certains constructeurs font le choix d'intégrer le préparateur d'ECS directement dans l'UI de la PAC. Néanmoins, cette solution technique ne réduit que partiellement les contraintes d'installation : le poids et les dimensions de ces UI sont relativement importants et imposent dans tous les cas une installation au sol. Ainsi, une UI avec préparateur d'ECS intégré pèsera généralement plus d'une centaine de kilos (voire plus de 200 kg), alors qu'une UI générique oscille plutôt entre 20 et 50 kg.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	4
2	DÉFINITIONS	5
3	NORMES, RÉGLEMENTATIONS ET DISPOSITIFS D'AIDES	7
	3.1 Les PAC hybrides dans la RE2020	7
	3.2 Les PAC hybrides dans Le DPE	7
	3.3 Les PAC Hybrides dans le DTU PAC	8
	3.4 Les PAC hybrides dans Le dispositif des CEE	8
	3.5 Les PAC Hybrides dans les textes portant sur l'obligation d'entretien	9
4	MÉTHODOLOGIE	10
5	CARACTÉRISTIQUES DES POMPES À CHALEUR	12
	5.1 Typologie	12
	5.2 Plage de puissance	13
	5.3 Performances	13
	5.4 Fluide frigorigène	14
	5.5 Limites de fonctionnement	15
	5.6 Réversibilité	16
	5.7 Alimentation électrique	16
	5.8 Acoustique	17
	5.9 Poids des unités intérieures et extérieures	17
6	CARACTÉRISTIQUES DES CHAUDIÈRES ET LIAISON AVEC LA POMPE À CHALEUR	18
	6.1 Caractéristiques techniques des chaudières	18
	6.2 Combinaisons PAC / chaudières	18
	6.3 Pilotage de l'hybridation	20
	6.4 Liaison entre la PAC et la chaudière	21
	6.4.1 UI avec chaudière d'appoint intégrée	21
	6.4.2 UI hybride spécifique	22
	6.4.3 Kit hydraulique de couplage	24
	6.5 Production d'ECS	26
	6.5.1 Typologie de production	26
	6.5.2 Production par la chaudière seule	27
	6.5.3 Production mixte PAC / chaudière	27

NOTES

[illegible]

NOTES

[illegible]

NOTES

[illegible]

RÉSUMÉ

Les pompes à chaleur hybrides individuelles sont des équipements de génie climatique qui regroupent dans un même produit :

- Une pompe à chaleur électrique (le plus souvent air/eau)
- Une chaudière (le plus souvent au gaz naturel)
- Une régulation unique capable de piloter chacun des deux générateurs

Ce produit peut être installé aussi bien en logement neuf qu'en remplacement d'un matériel existant, en maison individuelle ou en logements collectifs.

Ce document est un rapport d'étude de l'offre portant sur le marché des PAC hybrides à destination du logement individuel et commercialisées en France métropolitaine en 2025. Il rend compte des principaux points qui ressortent de l'analyse comparative des différents modèles et gammes de PAC hybrides disponibles sur le marché français.

Accéder gratuitement à l'ensemble des ressources et outils PROFEEL sur www.proreno.fr

