

La Pompe à Chaleur

Des solutions pour l'eau chaude
sanitaire en habitat collectif



La pompe à chaleur au cœur de votre confort



L'AFPAC présente :

Les acteurs majeurs de la filière de la Pompe à Chaleur

LISTE DES MEMBRES au 1^{er} octobre 2016

Industriels/fabricants

AERMEC France
ALDES AÉRAULIQUE
ATLANTIC
BOSCH THERMOTECNOLOGIE SAS / E.L.M. LEBLANC
CAREL France
CARRIER UTC/CIAT
CHAFFOTEAUX SAS / ARISTON THERMO GROUP
DAIKIN
DE DIETRICH
DELTA DORE
DIMPLEX SOLUTIONS THERMODYNAMIQUES SAS
ELECTRA AIRCONDITIONING INDUSTRIES 2006 LTD
FRANCE ENERGIE & Cie
HAIER France
HELIO PAC
HITACHI AIR CONDITIONING Europe SAS
LG Electronics
MITSUBISHI ELECTRIC
NIBE ENERGY SYSTEMS France SAS
PANASONIC France
SANDEN International Europe Ltd - SANDEN
Environnement Solutions
STIEBEL ELTRON SAS
THERMATIS TECHNOLOGIES / SOFATH
VISSMANN France SAS
WEISHAUP T France SAS
ZODIAC POOL CARE EUROPE

Associations

AFCE - Alliance Froid Climatisation Environnement
AFF - Association Française du Froid
AFPG - Association Française des Professionnels de la Géothermie
AICVF - Association des Ingénieurs en Climatisation, Ventilation et Froid
Association EQUILIBRE DES ENERGIES
PROMOTELEC

Bureau d'Etudes

CARDONNEL INGENIERIE

Centres Techniques

CETIAT - Centre Technique des Industries Aérauliques et Thermiques
COSTIC - Centre d'études et de formations génie climatique et équipements techniques du bâtiment

Contrôle/Certification

EUROVENT CERTITA CERTIFICATION

Organisme National

BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Production-Distribution d'Énergie

EDF
ENGIE
GrDF

Organisations syndicales

CAPEB/UNA CPC - Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment
COCHEBAT - Syndicat national des fabricants de composants et de systèmes intégrés de chauffage, rafraîchissement et sanitaires
FGME - Fédération des Grossistes en Matériel Electrique
FNAS - Fédération nationale des Négociants en Appareils Sanitaires, Chauffage, Climatisation et Canalisations
SER - Syndicat des Energies Renouvelables
SNEFCCA - Syndicat National des Entreprises du froid, d'Équipements de cuisines professionnelles et du Conditionnement de l'Air
SYNASAV - Syndicat national de la maintenance et des services en efficacité énergétique
Syndicat ACR
UECF/FFB - Union des Entreprises de Génie Climatique et Énergétique de France
UNICLIMA - Syndicat des Industries Thermiques, Aérauliques et Frigorifiques

Démarche qualité de l'AFPAC

Certification du matériel NF PAC

78 marques au 31/12/2015

380 gammes (chauffage et chauffage + ECS)

1 963 modèles

Qualification des installateurs QualiPAC

Entreprises qualifiées QualiPAC

• QualiPAC (chauffage + ECS) : **4 702**

• QualiPAC CET : **205**

• Qualiforage : **68**

Formation QualiPAC

Stagiaires formés en 2015 :

• QualiPAC : **3 448**

• CET : **492**

• Qualiforage : **90**

67 PLATEFORMES PÉDAGOGIQUES PAC

20 PLATEFORMES CET

2 PLATEFORMES FORAGE

74 FORMATEURS AGRÉÉS PAC ECS

9 CET

2 QUALIFORAGE

A propos de l'AFPAC

www.afpac.org

Créée en février 2002, l'Association Française pour les Pompes A Chaleur, association de filière exclusivement dédiée à la PAC, est l'interlocuteur privilégié des pouvoirs publics et de tous les acteurs du domaine des pompes à chaleur en France et en Europe, afin de faire valoir l'intérêt énergétique et environnemental des systèmes de production de chaleur par pompe à chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire), et la contribution actuelle et future qu'ils apportent au développement des énergies renouvelables.

En coordination avec ses membres – Energéticiens, Bureaux d'Etudes, Centres d'Essais, Centres Techniques, de contrôle et certification, Industriels-fabricants, Distributeurs, Installateurs, Associations, Organisations syndicales -, l'AFPAC suit et contribue aux travaux réglementaires, de normalisation, de qualification et de certification, françaises et européennes, sur les pompes à chaleur et les systèmes les utilisant.

L'AFPAC s'assure à l'échelle européenne de la présence et de la cohérence de la représentativité des acteurs de la filière PAC en France.

A ce titre l'AFPAC est l'interlocuteur privilégié de l'EHPA.

Par son expertise et sa représentativité, l'AFPAC crée, met en place et active les conditions nécessaires à la promotion des PAC, à la qualité de leur mise en œuvre et à la satisfaction de leurs utilisateurs.

Préface du Président



Les enjeux de l'eau chaude sanitaires sont multiples.

Dans le neuf, les consommations d'énergie pour produire l'eau chaude sanitaire, sont du même ordre de grandeur que pour le poste chauffage.

La puissance installée pour l'eau chaude sanitaire devient « dimensionnante » pour le choix du générateur de chaleur, car elle est bien souvent supérieure à la puissance dédiée au chauffage.

Dans l'existant, 11 millions de chauffe-eau électriques à accumulation sont présents et contribuent à l'équilibre actuel du réseau électrique.

Est-il nécessaire de rappeler la loi de transition énergétique, pour laquelle la pompe à chaleur répond aux critères d'économie d'énergie, d'énergie renouvelable, et d'économie circulaire. Sans oublier les contributions de la pompe à chaleur aux objectifs ambitieux de la stratégie nationale bas carbone, qui sont de réduire de 87% les émissions directes de gaz à effet de serre, à l'horizon 2050, pour les bâtiments.

Même si les installations existantes donnent aujourd'hui satisfaction, les solutions pompe à chaleur pour produire de l'eau chaude sanitaire sont méconnues et peu présentes en logement collectif.

Pour toutes ces raisons, l'AFPAC souhaite promouvoir ces solutions.

Thierry NILLE
Président de l'AFPAC
*Association Française
pour les Pompes à Chaleur*

Sommaire

Introduction	9
1. Les solutions individuelles	11
1.1. Chauffe-eau thermodynamique	11
1.1.1. Généralités	11
1.1.2. Le chauffe-eau thermodynamique individuel gainé sur air extérieur	13
1.1.3. Le chauffe-eau thermodynamique individuel gainé sur air extrait	14
1.2. Pompe à chaleur double service air-eau	17
1.3. Multifonction	18
2. Les solutions centralisées	19
2.1. Généralités	19
2.2. La distribution	20
2.3. Le préparateur d'ECS	22
2.3.1. Production avec stockage de l'eau chaude sanitaire	22
2.3.1.1. Production avec échangeur interne ou ballon de stockage	23
2.3.1.2. Production avec échangeur externe au ballon de stockage	25
2.3.2. Production instantanée avec stockage de l'énergie sur le primaire	27
2.3.2.1. Production instantanée avec stockage d'énergie en amont	27
2.3.2.2. Production instantanée avec « ballon à eau technique à pression atmosphérique »	28
2.4. Les générateurs	30
2.4.1. Généralités	30
2.4.2. La pompe à chaleur air-eau	32
2.4.3. La pompe à chaleur au CO₂	34
2.4.4. La pompe à chaleur sur capteurs atmosphériques	35
2.4.5. La géothermie basse énergie assistée par pompe à chaleur	38
2.4.6. La pompe à chaleur en relèvement de chaudière collective	39
2.4.7. La pompe à chaleur hybride	39
2.4.8. La pompe à chaleur avec récupération sur eaux grises	39
2.4.9. La pompe à chaleur gaz à absorption	41
3. Les solutions mixtes	44
3.1. Généralités	44
3.2. Le chauffe-eau thermodynamique sur boucle d'eau	44
3.3. Module thermique d'appartement sur boucle primaire d'eau chaude	46
3.3.1. Module thermique à production ECS instantanée ou micro-accumulée	46
3.3.2. Module thermique à production ECS accumulée	46
3.4. Pompe à chaleur double service sur boucle primaire de fluide frigorigène	49

4. Des réalisations exemplaires	51
4.1. Référence 1 : Chauffe-eau thermodynamique individuel sur VMC collective	52
4.2. Référence n°2 : Chauffe-eau thermodynamique individuel sur VMC individuelle	54
4.3. Référence n°3 : Chauffe-eau thermodynamique individuel sur VMC individuelle	55
4.4. Référence n°4 : Chauffe-eau thermodynamique individuel sur VMC collective	56
4.5. Référence n°5 : Chauffe-eau thermodynamique individuel sur VMC collective	57
4.6. Référence n°6 : Chauffe-eau thermodynamique individuel sur retour de boucle de chauffage	58
4.7. Référence n°7 : Production d'ECS collective avec stockage et réchauffeur de boucle thermodynamique	59
4.8. Référence n°8 : Production d'ECS collective avec stockage	62
4.9. Référence n°9 : Production d'ECS collective avec PAC solaire	63
4.10. Référence n°10 : Production d'ECS collective avec PAC gaz	65
4.11. Référence n°11 : Production d'ECS collective avec PAC géothermique	67
4.12. Référence n°12 : Production d'ECS collective avec PAC au CO ₂	69
4.13. Référence n°13 : Production d'ECS collective avec PAC au CO ₂	70
4.14. Référence n°14 : Production d'ECS collective avec PAC air/eau et accumulateurs hors pression couplés à du solaire	71
4.15. Référence n°15 : Production d'ECS collective avec PAC gaz	73
4.16. Référence n°16 : Production d'ECS collective avec PAC solaire sur capteurs hybrides	75
4.17. Référence n°17 : Production d'ECS collective avec PAC haute température	77
4.18. Référence n°18 : Production d'ECS par modules thermiques d'appartements	78
5. Annexes techniques	79
5.1. Prévention du risque légionellose	79
5.2. Besoins d'eau chaude	80
5.3. Les exigences réglementaires	84
5.4. Les exigences sur la performance des systèmes	86
5.5. Les exigences sur le comptage	89

Introduction

Dans le contexte actuel où l'eau chaude sanitaire (ECS) est devenue un véritable enjeu pour diminuer la consommation énergétique des bâtiments d'habitation, ce document a pour objet de présenter les solutions qu'apporte la pompe à chaleur pour produire l'ECS en logement collectif. Il fait la synthèse des systèmes disponibles sur le marché et présente un certain nombre de réalisations.

Les attentes de confort des usagers vis-à-vis des installations d'ECS sont importantes :

- La satisfaction des besoins en termes de volume. Et malgré des certitudes établies, les besoins en eau chaude sanitaire évoluent.
- La limitation des temps d'attente. Les temps d'attente de l'eau chaude aux points de puisage sont des critères de confort auxquels les utilisateurs sont particulièrement sensibles.
- Les exigences acoustiques. Les installations d'ECS ne doivent pas engendrer de nuisances sonores aussi bien à l'intérieur du logement qu'au niveau du voisinage.

Ce guide dresse le panorama des solutions individuelles avec le chauffe-eau thermodynamique, des solutions centralisées en chaufferie avec ou sans appoint en fonction de la technologie de la pompe à chaleur, et des solutions « mixtes ».

Parmi toutes ces solutions, on peut identifier un certain nombre de critères qualitatifs qui guideront les choix de chacun :

- Principaux atouts d'une solution de production d'ECS individuelle ou collective pour un immeuble d'habitation



PRINCIPAUX ATOUTS D'UNE INSTALLATION INDIVIDUELLE D'ECS EN HABITAT COLLECTIF

- Exploitation des énergies renouvelables avec le chauffe-eau thermodynamique
- Indépendance des usagers
- Production au plus près des points de puisage sans bouclage (limitation des pertes thermiques et des risques sanitaires)
- Facturation individuelle des consommations



PRINCIPAUX ATOUTS D'UNE INSTALLATION COLLECTIVE D'ECS EN HABITAT COLLECTIF

- Exploitation des énergies renouvelables avec la pompe à chaleur
- Simplification de l'entretien
- Réduction de l'encombrement
- Exploitation du foisonnement
- Entretien de l'installation généralement moins élevé

Introduction (suite)

- Principaux atouts d'une solution de production d'ECS indépendante ou non du chauffage

PRINCIPAUX ATOUTS D'UNE PRODUCTION D'ECS INDÉPENDANTE DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE

- Recours possible à des énergies différentes pour ces deux usages
- Mixage en habitat collectif entre des productions individuelles d'ECS et un chauffage collectif
- Optimisation du dimensionnement par rapport aux besoins de chauffage et d'ECS (moins de séquences marche-arrêt préjudiciables à la performance et à la pérennité)
- Fonctionnement du générateur de chauffage à des températures éventuellement plus basses
- En cas de panne, indépendance des deux services

PRINCIPAUX ATOUTS D'UN SYSTÈME ASSURANT L'ECS ET LE CHAUFFAGE

- Puissance totale pour le chauffage et l'ECS souvent plus faible, d'où un coût total d'investissement généralement moins élevé
- Mutualisation de l'entretien
- Performances du générateur durant la saison de chauffe mutualisées entre les deux usages

- Principaux atouts d'une solution de production d'ECS avec un stockage ou non d'ECS

PRINCIPAUX ATOUTS D'UNE PRODUCTION D'ECS INSTANTANÉE

- Risque de développement de légionelles limité au niveau de la production d'ECS
- Encombrement minimal
- Pas de pertes de stockage
- Pas d'entretien des ballons de stockage

PRINCIPAUX ATOUTS D'UNE PRODUCTION AVEC STOCKAGE D'ECS

- Exploitation optimisée des énergies renouvelables valorisées par pompe à chaleur
- Puissance nécessaire pour l'ECS plus faible
- Taux de charge du générateur plus élevé en moyenne
- En cas d'arrêt du générateur de chaleur, stock d'ECS disponible

1

Les solutions individuelles

1.1. Chauffe-eau thermodynamique

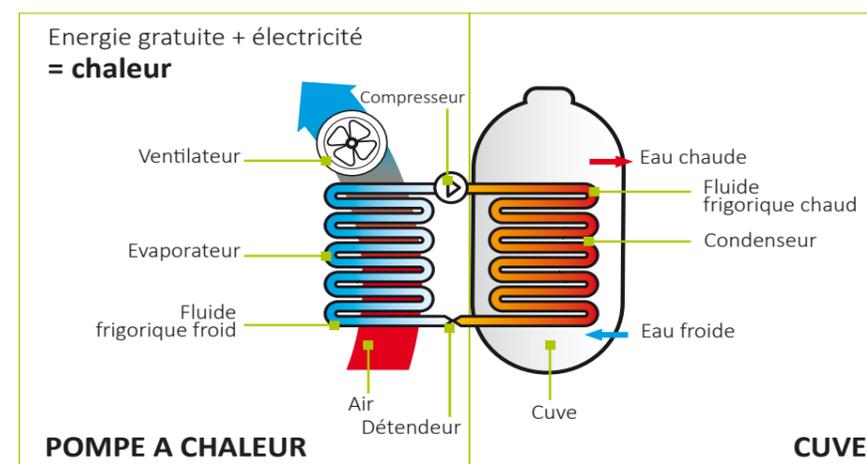
1.1.1. Généralités

Les solutions individuelles se matérialisent par une production de l'eau chaude sanitaire de manière décentralisée, dans les appartements, au plus proche des utilisations. La plupart du temps, cette production d'eau chaude est réalisée par un chauffe-eau thermodynamique.

QU'EST-CE QU'UN CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUE ?

Le chauffe-eau thermodynamique est un appareil de production d'eau chaude sanitaire. Il se compose d'une pompe à chaleur et d'une cuve disposant d'une isolation thermique.

La pompe à chaleur permet de récupérer et d'utiliser l'énergie gratuite contenue dans l'air ou dans l'eau. L'énergie récupérée est ensuite transmise à la cuve où est stockée l'eau à chauffer.



Source Gifam

Dans la pompe à chaleur, l'air aspiré par le ventilateur traverse l'évaporateur. Il cède ses calories au fluide frigorigène. Celui-ci finit de se réchauffer dans le compresseur.

Le fluide frigorigène chaud circule dans le condenseur et cède ses calories à l'eau stockée dans la partie cuve.

QU'EST-CE QU'UN COP ?

Le chauffe-eau thermodynamique utilise de l'énergie gratuite et de l'énergie électrique pour chauffer l'eau. Son rendement, aussi appelé COP (Coefficient de Performance), est le rapport entre l'énergie restituée et l'énergie électrique consommée. Plus le COP est élevé, plus le chauffe-eau thermodynamique est performant.

$$\text{COP} = \frac{\text{Energie restituée (énergie pour la production d'eau chaude)}}{\text{Energie consommée (consommation du compresseur et du ventilateur)}}$$

Exemple : pour un COP de 3, le chauffe-eau thermodynamique restitue 3 kWh d'eau chaude pour 1 kWh électrique consommé. Il faut noter que pour des besoins réglementaires, aujourd'hui les performances affichées par les constructeurs sont saisonnières.

La marque NF Electricité performance

Cette marque de qualité délivrée par un organisme de certification indépendant (LCIE) atteste de la conformité du produit aux normes de sécurité et d'aptitude à la fonction applicables, ainsi qu'à des exigences de performance.

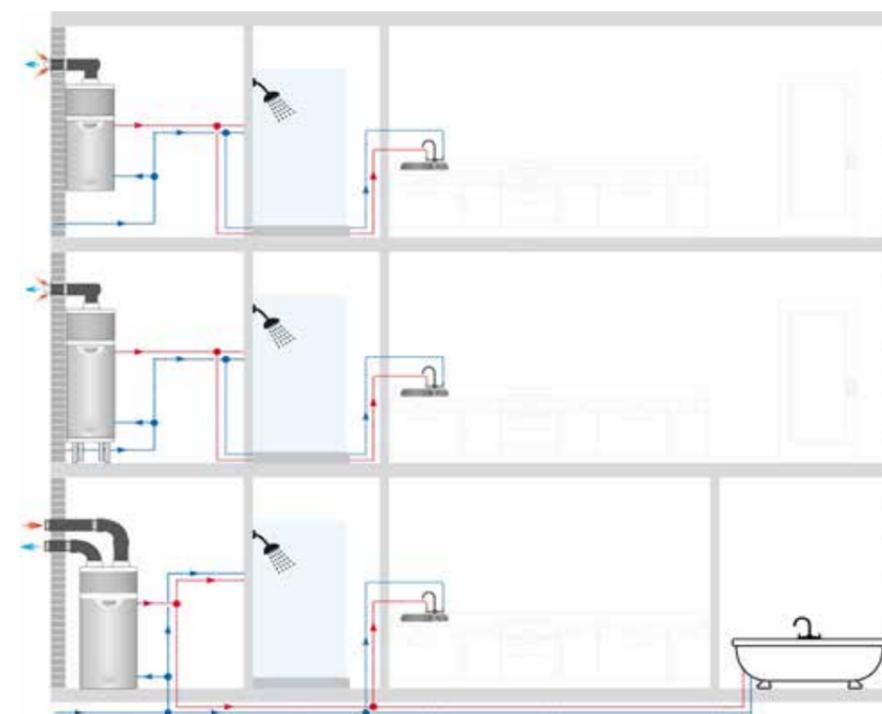


1.1.2. Le chauffe-eau thermodynamique individuel gainé sur air extérieur

DOUBLE CONDUIT OU À VENTOUSE

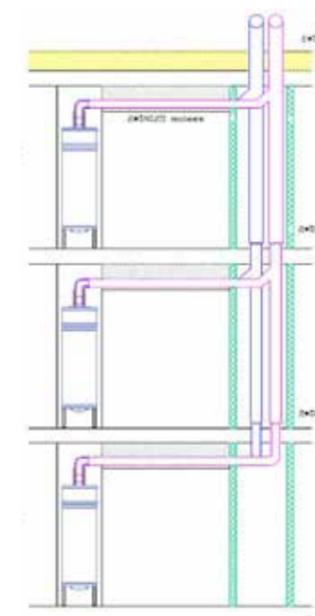
Le chauffe-eau thermodynamique est équipé de gaines pour aspirer et rejeter l'air à l'extérieur. Le chauffe-eau est installé dans le volume habitable.

Deux technologies sont disponibles : les conduits séparés ou la ventouse.



CONDUIT COMMUN EN GAINE TECHNIQUE

Source Auer



Source Auer

RÉSEAU COLLECTIF



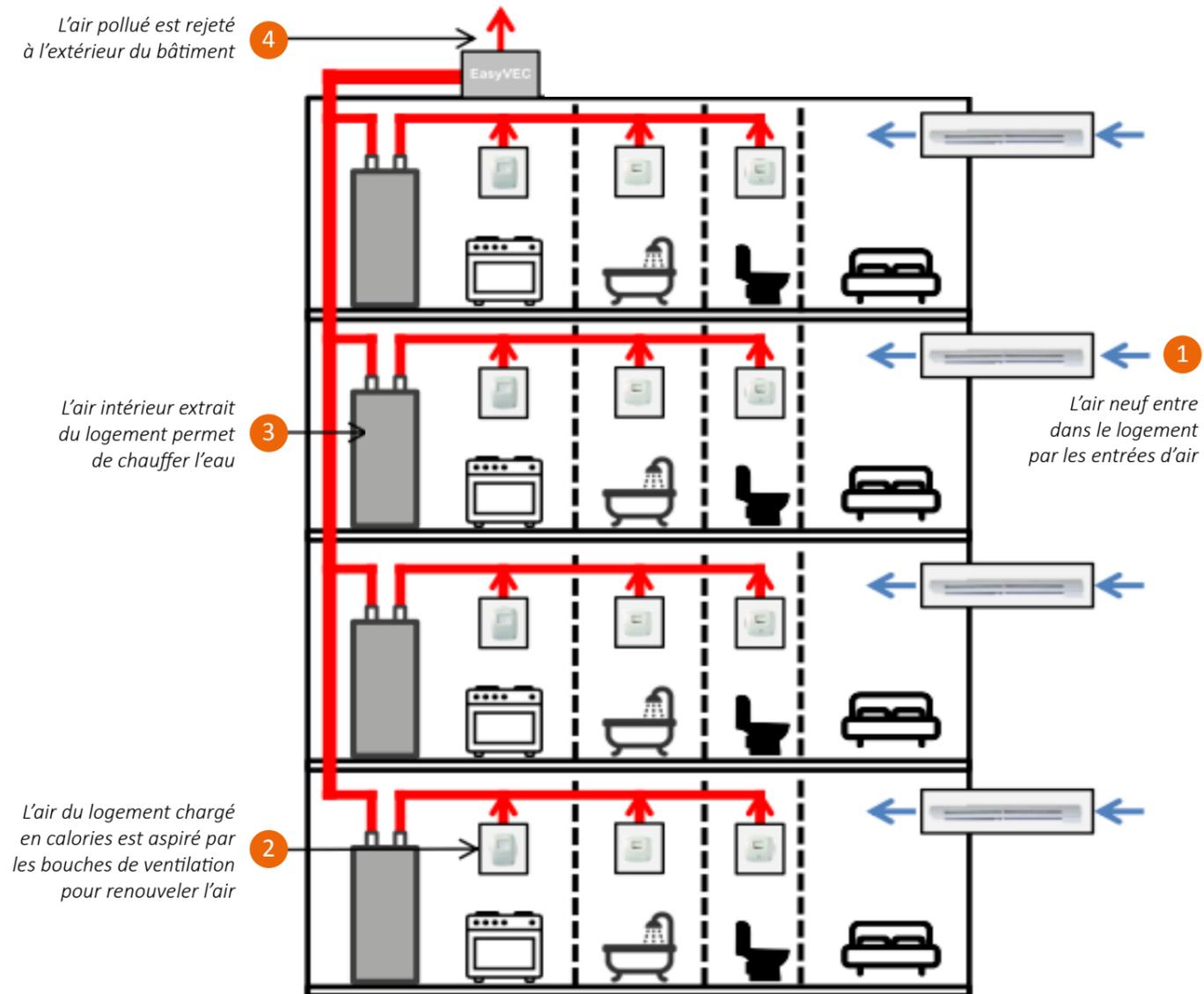
Source Atlantic

1.1.3. Le chauffe-eau thermodynamique individuel gainé sur air extrait

Le chauffe-eau thermodynamique récupère les calories de l'air extrait. Le CET offre un niveau de performance égal toute l'année, indépendamment des conditions de température extérieure. Il concilie ainsi la qualité de l'air du logement et la production d'eau chaude sanitaire.

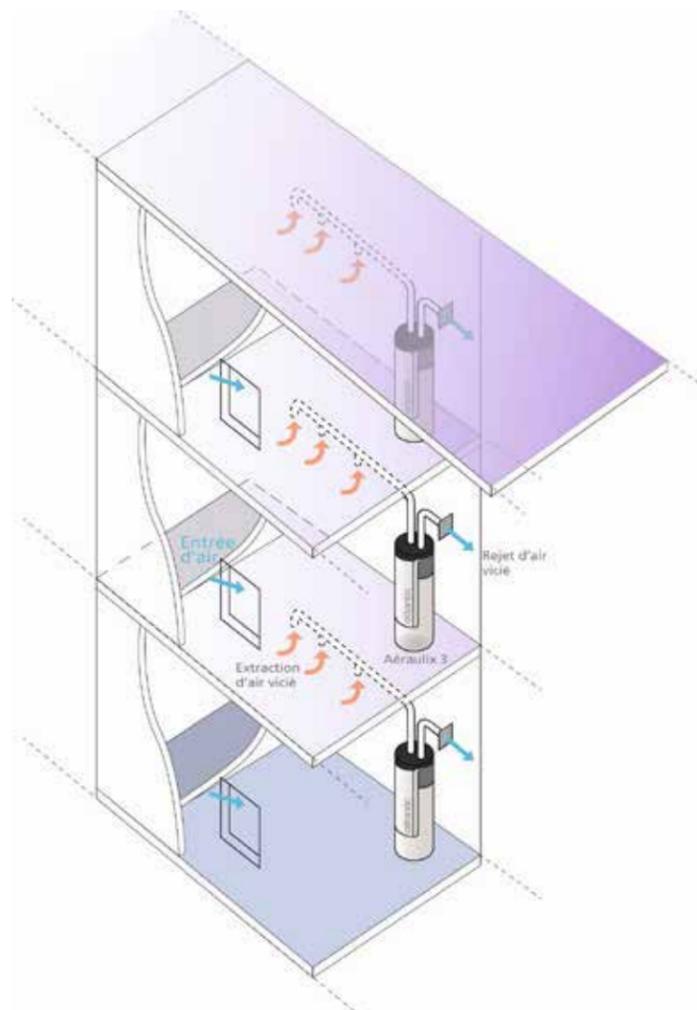
Certaines solutions qui sont proposées sur air extrait, permettent une production individualisée de l'ECS avec un ballon par appartement, tout en restant raccordés au système de VMC collective. Dans ce cas, les ballons individuels ne nécessitent pas d'être équipés de mono-ventilateurs, ce qui permet un meilleur confort acoustique et des économies de consommation électrique.

Un fonctionnement avec bouches hygroréglables et autoréglables est possible.



Source Aldes

RÉSEAU INDIVIDUEL



Source Atlantic

1.2. Pompe à chaleur double service air-eau

On définit un système de pompe à chaleur « double service » par sa capacité à assurer le chauffage du bâtiment et la production d'eau chaude sanitaire.

Afin d'assurer le confort des usagers, il est impératif de prévoir un ballon de stockage pour l'eau chaude sanitaire.

Cette technologie en cours de déploiement, allie les avantages du chauffage individuel et de la pompe à chaleur, en produisant également l'eau chaude sanitaire.

Equiper un appartement d'un plancher chauffant ou de radiateurs basse température, tout en bénéficiant des avantages de la pompe à chaleur, c'est possible grâce aux modèles air/eau compacts et silencieux prévus pour une installation à l'intérieur du logement. La chaleur est prélevée dans l'air extérieur par l'intermédiaire d'une grille simple et discrète qui comporte l'arrivée d'air et le rejet après captation des calories.

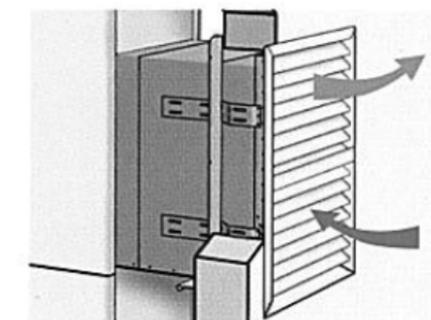


Compatible avec tous types d'émetteurs :

- planchers chauffants
- radiateurs
- plafonds chauffants
- ventilo-convecteurs

Source Mitsubishi Electric

La grille extérieure, simple et discrète avec l'arrivée d'air et le rejet après captation des calories



1.3. Multifonction

Les pompes à chaleur combinées ou multifonctions dites « 3 en 1 » s'installent en bâtiments collectifs. Grâce à la ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple ou double flux appliquée en collectif, le système assure la ventilation, le chauffage et la production d'Eau Chaude Sanitaire.



Source Aides

La pompe à chaleur est alors intégrée dans le caisson de ventilation. L'air vicié chaud est extrait des sanitaires et de la cuisine par des bouches d'extraction.

Il traverse l'échangeur thermodynamique avant d'être rejeté vers l'extérieur. L'air neuf provenant de l'extérieur est amené dans la maison via des bouches d'introduction d'air (simple flux) ou à l'aide d'un réseau de gaines et de bouches d'insufflation (double flux). Dans ce dernier cas, il est filtré, puis traverse l'échangeur thermodynamique où il est réchauffé avant d'être distribué dans les pièces de vie via des bouches de soufflage.

Des modules de chauffage centralisés ou décentralisés apportent le complément de puissance sur l'air nécessaire au chauffage lors des périodes hivernales les plus froides.

La régulation de chauffage est assurée, pièce par pièce, grâce à des thermostats agissant sur les débits d'air.

Un préparateur d'Eau Chaude Sanitaire peut être, suivant les systèmes, raccordé à la pompe à chaleur et permet également d'exploiter l'énergie disponible dans l'air extrait pour chauffer l'eau à moindre coût.

2

Les solutions centralisées

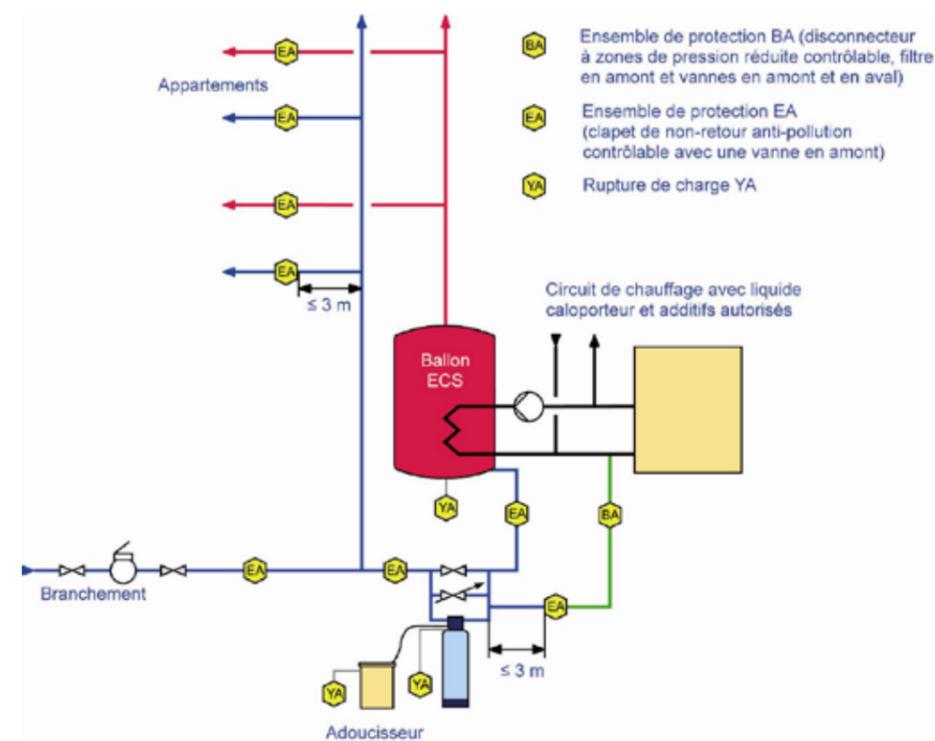
2.1. Généralités

Les solutions centralisées se matérialisent par une production de l'eau chaude sanitaire pour l'ensemble des logements d'une manière centralisée dans un local technique. Ce qui impose de distribuer ensuite l'eau chaude sanitaire dans le bâtiment.

Dans une installation de ce type, nous distinguons ainsi plusieurs parties :

- La distribution
- Le « préparateur d'ECS » qui produira l'eau chaude
- Le générateur qui alimentera en énergie le préparateur d'ECS

Parfois, le préparateur et le générateur sont confondus.



Sur ce schéma, les canalisations de retour du bouclage ECS et le traitement de l'eau ne sont pas représentés.

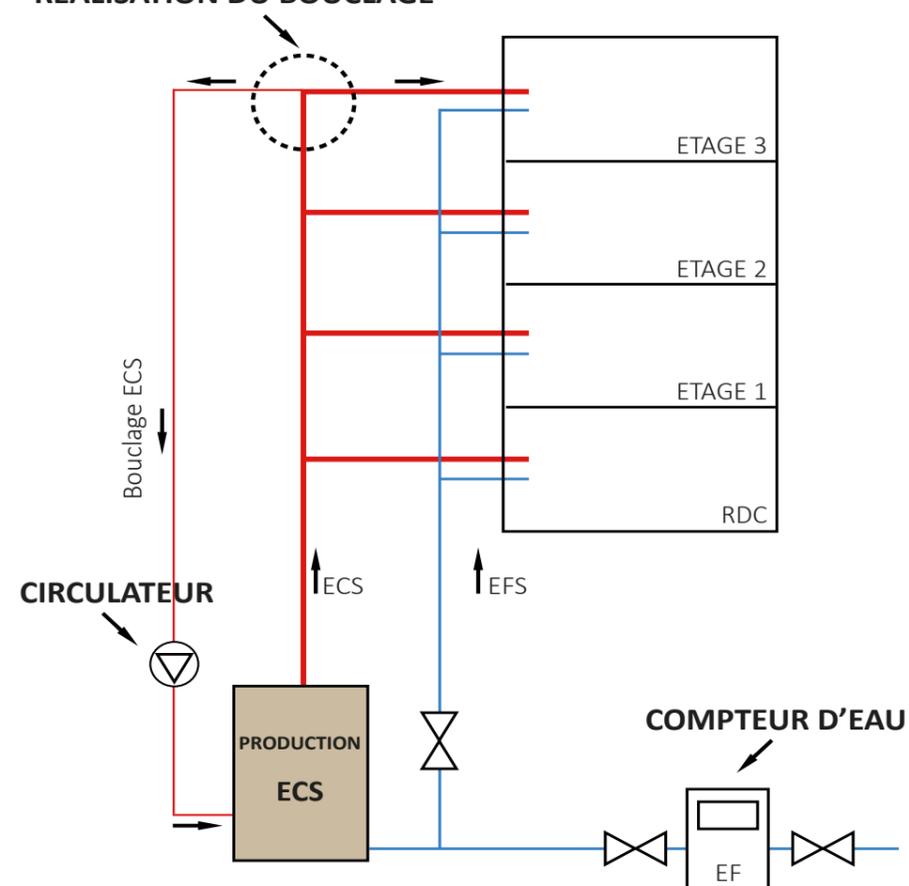
2.2. La distribution

LA BOUCLE ECS

Le bouclage de l'eau chaude sanitaire ECS est nécessaire lorsqu'on veut maintenir le réseau de distribution en température afin de combattre les risques de légionelle, et pour disposer d'eau chaude rapidement quand les distances entre puisage et production sont importantes.

Le bouclage fonctionne donc avec une pompe de bouclage dont le débit est d'environ +20% de la somme des débits de puisage. Cette pompe recycle l'eau chaude dans un ballon d'eau chaude ECS.

RÉALISATION DU BOUCLAGE

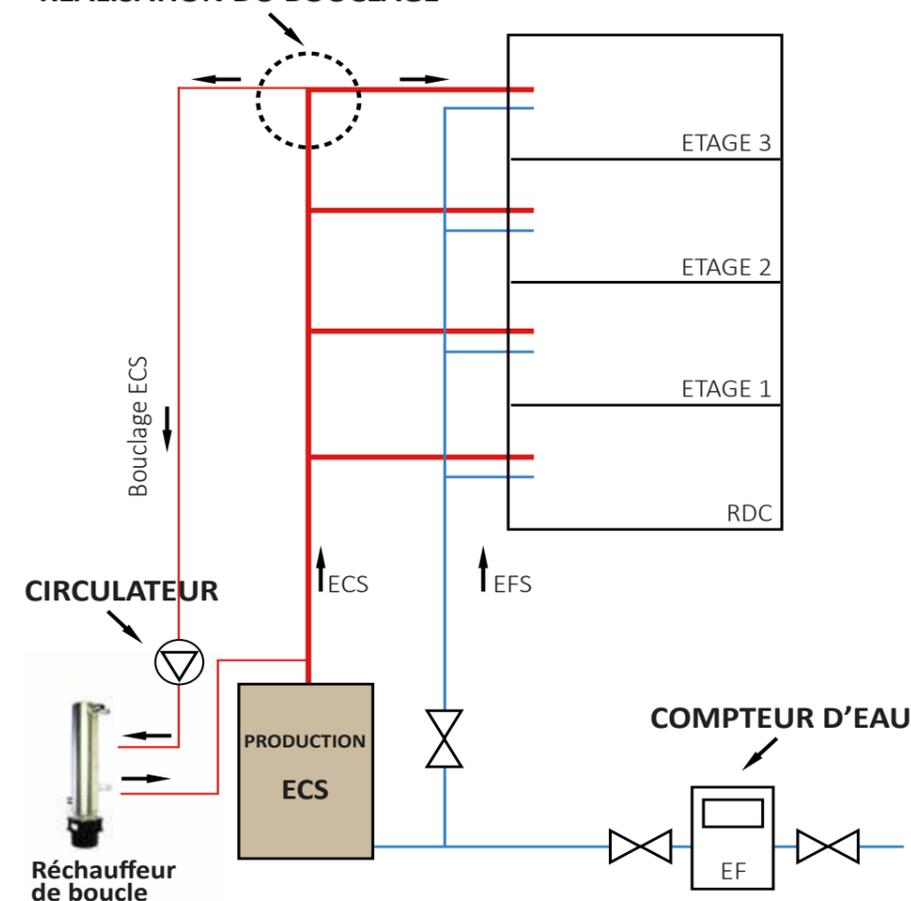


Le maintien de la boucle ECS en température

Sur le schéma précédent, la production d'ECS, installée en série sur la boucle, compense les pertes thermiques de celle-ci.

Une deuxième solution peut également être utilisée pour maintenir en température la boucle d'eau chaude sans passer par le ballon de production d'eau chaude sanitaire : c'est le réchauffeur de boucle thermodynamique.

RÉALISATION DU BOUCLAGE



Pour maintenir en température la boucle d'eau chaude sans passer par le ballon de production d'eau chaude sanitaire, d'autres possibilités sont envisageables :

- Un réchauffeur de boucle électrique
- Equiper la tuyauterie d'un cordon chauffant électrique installé sous l'isolant afin de « tracer » la canalisation
- Un générateur gaz

2.3. Le préparateur d'ECS

Le choix d'un préparateur d'eau chaude sanitaire doit être fait en connaissance de cause afin d'assurer une disponibilité d'ECS permanente et à la température souhaitée.

Il est donc important de déterminer de façon précise les besoins en ECS nécessaires pour satisfaire cette exigence dépendant grandement du nombre d'habitants et de leurs habitudes de consommation.

La détermination des besoins en eau chaude sanitaire conditionnera :

- le choix de la puissance du préparateur,
- la puissance de son échangeur,
- et éventuellement le volume tampon qui lui est associé.

Les besoins réels seront donc à déterminer pour une température donnée sur une durée donnée (heure/journée) et les débits de pointe (litre/minute) à évaluer en fonction de l'utilisation d'ECS faite à un moment donné. Dans l'habitat collectif, il s'agira en plus de tenir compte de la simultanéité d'utilisation pour assurer le besoin maxi sur une durée limitée (par exemple le matin, le soir...).

2.3.1. Production avec stockage de l'eau chaude sanitaire

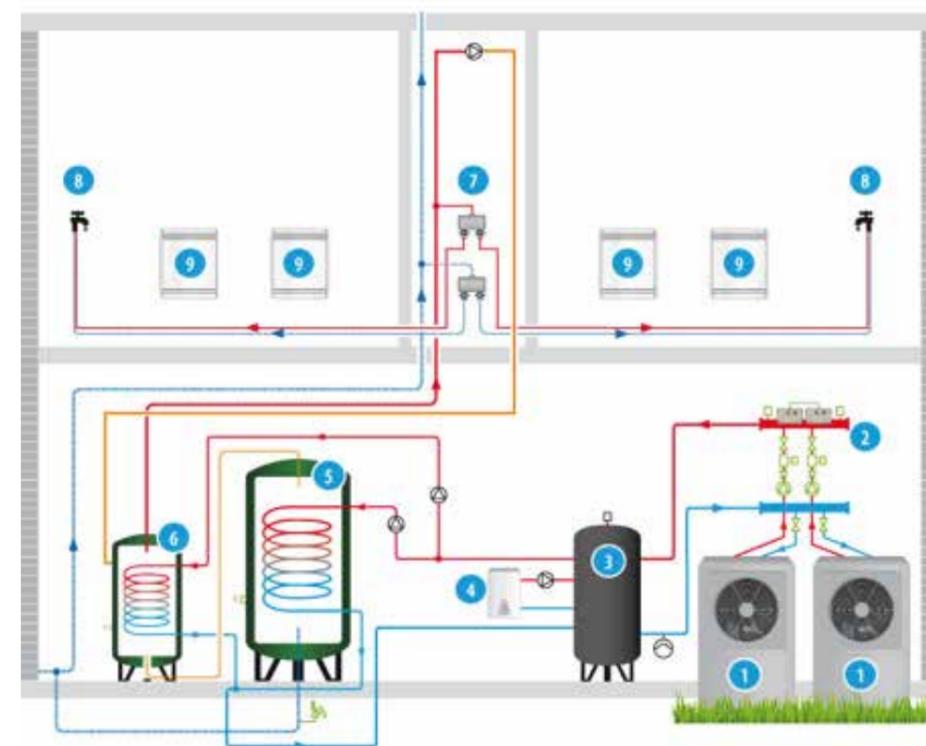
Les pompes à chaleur sur air extérieur dédiées à la production d'ECS sont également appelées chauffe-eau thermodynamique collectif. Elles assurent une production d'ECS par accumulation.

Une ou plusieurs pompes à chaleur air extérieur/eau peuvent être utilisées selon les besoins d'ECS. Leur puissance thermique varie d'environ 10 à 100 kW selon les modèles. Il s'agit de pompes à chaleur à haute température monoblocs ou bi-blocs capables de produire de l'ECS jusqu'à 60°C, fonctionnant sur des plages de -20 à au moins + 35°C.

2.3.1.1. Production avec échangeur interne au ballon de stockage

Ces systèmes sont munis d'un appoint électrique ou d'un appoint gaz. Dans le cas d'une pompe à chaleur haute température, cet appoint peut être supprimé ou être prévu comme secours.

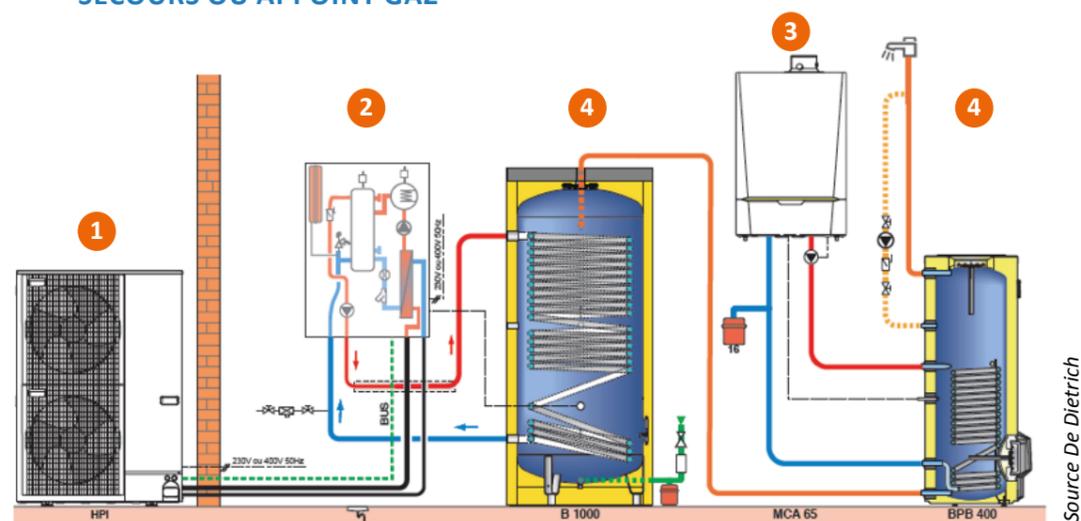
SECOURS OU APPOINT ÉLECTRIQUE



Production centralisée avec échangeur intégré au ballon:

- 1) Pompe à chaleur haute température
- 2) Gestion hydraulique des pompes à chaleur
- 3) Bouteille de découplage
- 4) Secours par chaudière électrique
- 5) Ballon réchauffeur sanitaire avec échangeur
- 6) Ballon réchauffeur sanitaire annexe pour réchauffage de boucle ECS
- 7) Module d'étage ECS (comptage individualisé possible)
- 8) Utilisation ECS
- 9) Utilisation chauffage indépendant

SECOURS OU APPOINT GAZ



Source De Dietrich

- 1 Groupe extérieur pompe à chaleur
- 2 Module intérieur pompe à chaleur
- 3 Chaudière
- 4 Préparateur ECS

En rénovation, cette solution permet de répondre à tous types d'installations intégrant un système de production d'eau chaude sanitaire principal auquel sera raccordée en amont la solution de préchauffage thermodynamique.

Le principe consiste à préchauffer l'eau chaude sanitaire par accumulation par la pompe à chaleur pour avoir une part EnR et des performances optimales avant de l'envoyer dans le système de production ECS existant qui lui apportera le complément en température en fonction des besoins du bâtiment.

2.3.1.2. Production avec échangeur externe au ballon de stockage

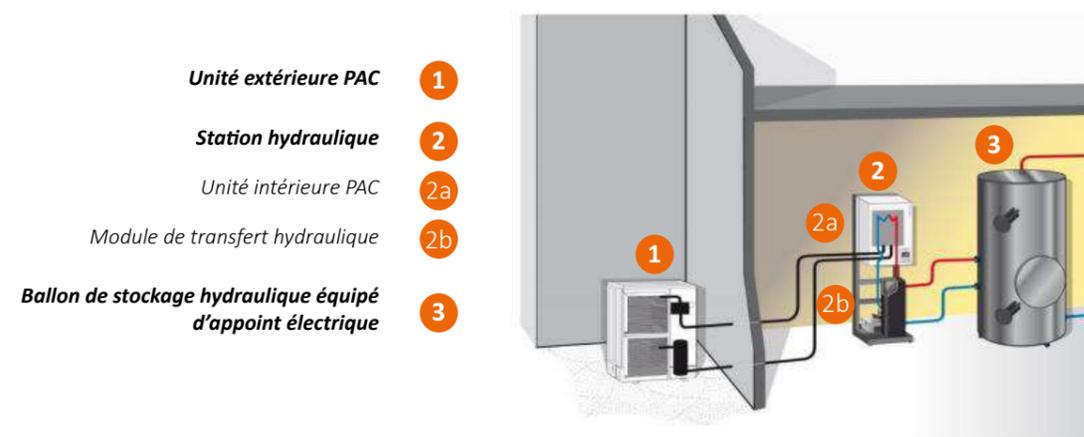
Le transfert d'énergie entre la pompe à chaleur et les ballons d'ECS est assuré par un module hydraulique comprenant un échangeur à plaques, différents accessoires hydrauliques (circulateur, vase d'expansion, soupapes,...) et dans le cas des modèles bi-bloc le condenseur de la pompe à chaleur.

Un ou plusieurs ballons de stockage d'ECS peuvent être nécessaires selon les besoins et les contraintes d'encombrement. Leur capacité varie de 500 à 3000 litres. Ces ballons sont réchauffés par la pompe à chaleur en période nocturne, un seul réchauffage conduisant à de meilleures performances que de multiples relances durant la journée.

Au niveau de l'appoint, les configurations diffèrent selon l'énergie utilisée :

APPOINT ÉLECTRIQUE

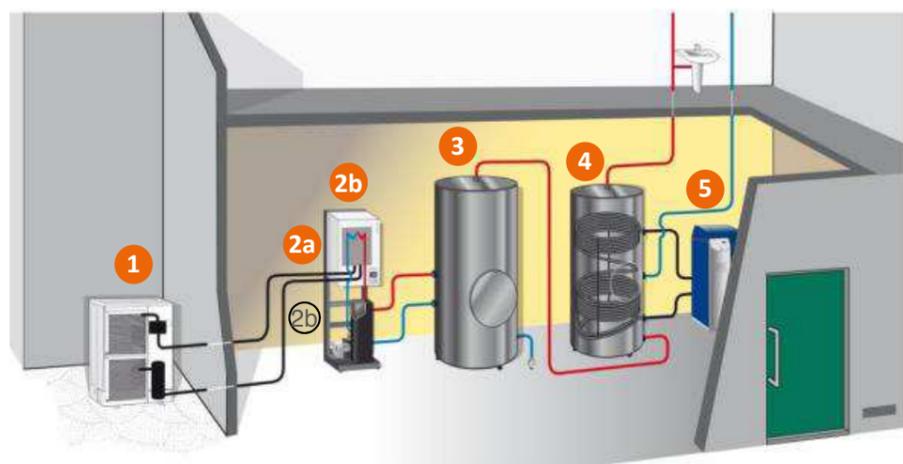
Un appoint électrique est assuré par un ou deux thermoplongeurs intégrés dans le ou les ballons de stockage d'ECS. Le maintien en température du bouclage d'ECS est assuré dans ce cas par un réchauffeur de boucle indépendant pour éviter de détruire la stratification dans le ballon (un réchauffeur avec thermoplongeur ou un petit chauffe-eau thermodynamique assurant le rôle de réchauffeur) ;



Source Atlantic

APPOINT GAZ

L'appoint est assuré par un ballon échangeur raccordé à un générateur de chaleur (chaudière, sous-station) ou bien un accumulateur gaz d'appoint. Cet appoint assure également le réchauffage de la boucle d'ECS de manière à ne pas dégrader les performances énergétiques. Ce système peut être dimensionné pour couvrir pratiquement tous les besoins par la pompe à chaleur, ou bien pour des raisons de coût d'investissement ou d'encombrement seulement une partie.



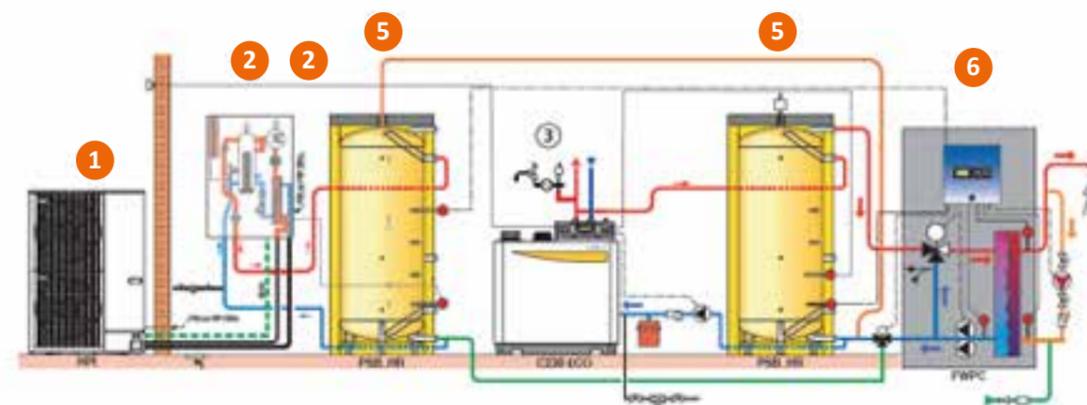
Source Atlantic

- Unité extérieure PAC 1
- Station hydraulique 2
- Unité intérieure PAC 2a
- Module de transfert hydraulique 2b
- Ballon de stockage hydraulique équipé d'appoint électrique 3
- Ballon d'appoint gaz 4
- Chaudière 5

2.3.2. Production instantanée avec stockage de l'énergie sur le primaire

2.3.2.1. Production instantanée avec stockage d'énergie en amont

ECHANGEUR À PLAQUE AVEC BALLON DE STOCKAGE SUR LE PRIMAIRE



Source De Dietrich

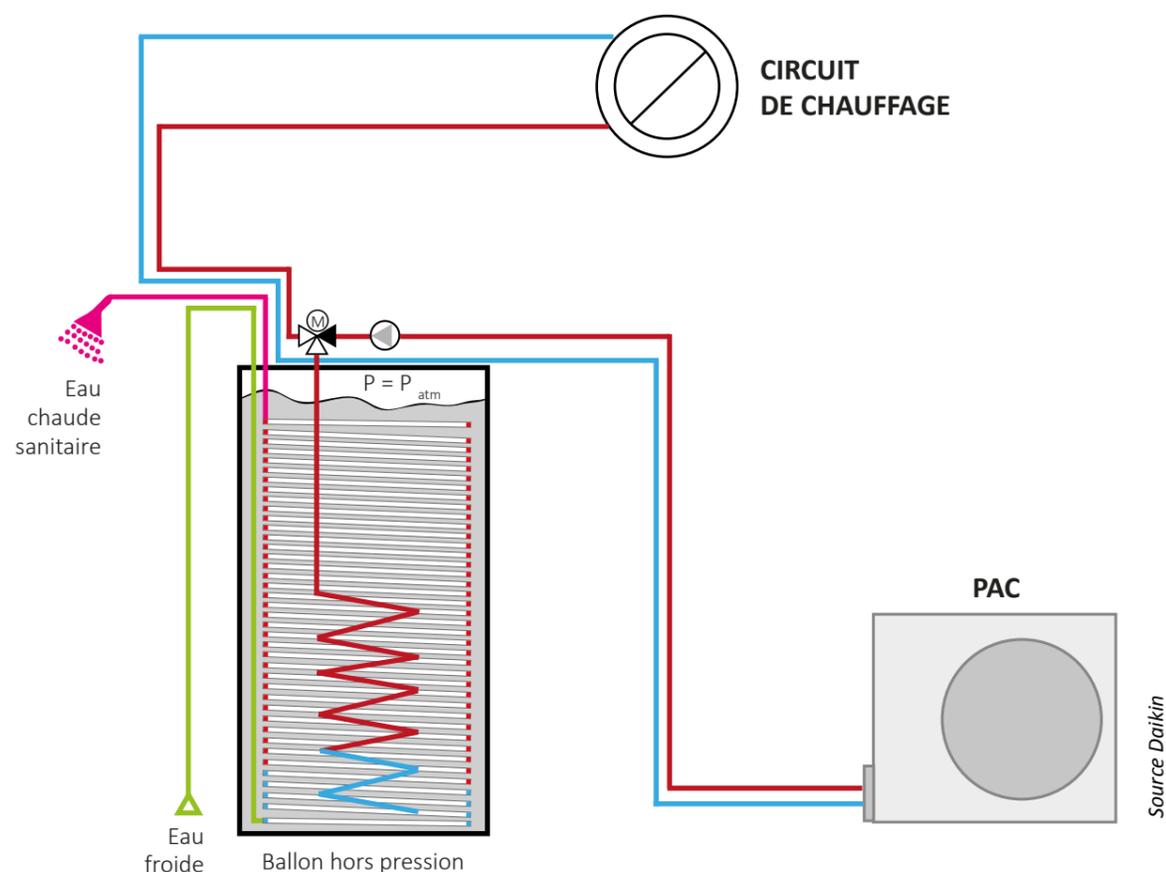
- 1 Groupe extérieur pompe à chaleur
- 2 Module intérieur pompe à chaleur
- 3 Chaudière
- 5 Ballon tampon primaire
- 6 Préparateur ECS instantanée

La solution consiste à apporter par la pompe à chaleur des performances optimales et une part EnR à la production ECS dans un système de production avec stockage primaire. La chaudière gaz à condensation assure l'appoint pour obtenir la température primaire nécessaire à l'échangeur à plaques, si la pompe à chaleur n'a pas atteint cette température. La production d'eau chaude sanitaire instantanée est assurée par l'échangeur à plaques sans risque de légionelles et assure la température de consigne ainsi que la recirculation ECS.

L'optimisation de l'apport EnR par la PAC par des températures de retours très faible à environ 30°C se fait au travers de la vanne 3 voies reliée au ballon d'eau primaire de la pompe à chaleur en mode production ECS. En mode recirculation, le retour de l'échangeur à plaques sera d'environ 50°C et sera dirigé directement vers le ballon de stockage primaire de la chaudière.

2.3.2.2. Production instantanée avec « ballon à eau technique à pression atmosphérique »

**PAC À FONCTIONNEMENT ALTERNÉ AVEC ÉCHANGEUR-SERPENTIN
ECS DANS UN BALLON HORS PRESSION**



Constituants du système :

- PAC DS
- Réservoir de stockage à eau morte hors pression intégrant l'échangeur pour production ECS instantanée et l'échangeur de charge
- Circulateur
- Vanne 3 voies
- Thermoplongeur en option

Principe de production ECS

Le système est constitué d'un ballon à la pression atmosphérique pour réchauffage de l'eau potable.

L'eau du ballon n'est jamais remplacée et constitue la masse de stockage et de transfert de chaleur pour le condenseur de la pompe à chaleur.

Les différents échanges se font par des échangeurs plongés dans cette masse d'eau en semi instantané.

Le réchauffage de l'ECS se fait en instantané à la demande via un échangeur-serpentin ECS. L'eau froide du réseau circule dans cet échangeur-serpentin depuis la partie basse du ballon hors pression et se réchauffe au contact de cette eau d'accumulation en remontant les spires du serpentin.

Ainsi pendant un cycle de puisage, la totalité de l'eau contenue dans l'échangeur-serpentin ECS est puisée et son volume est renouvelé ce qui garantit une meilleure qualité de l'eau potable et tout risque de contamination est exclu.

Un échangeur serpentin ou un thermoplongeur est utilisé pour réchauffer le ballon et le maintenir en température.

Dans le cas d'une PAC DS avec le circuit frigo, en détente directe, le réchauffage du ballon à eau morte est assuré directement par la condensation du fluide frigo qui va restituer son énergie directement à cette eau morte.



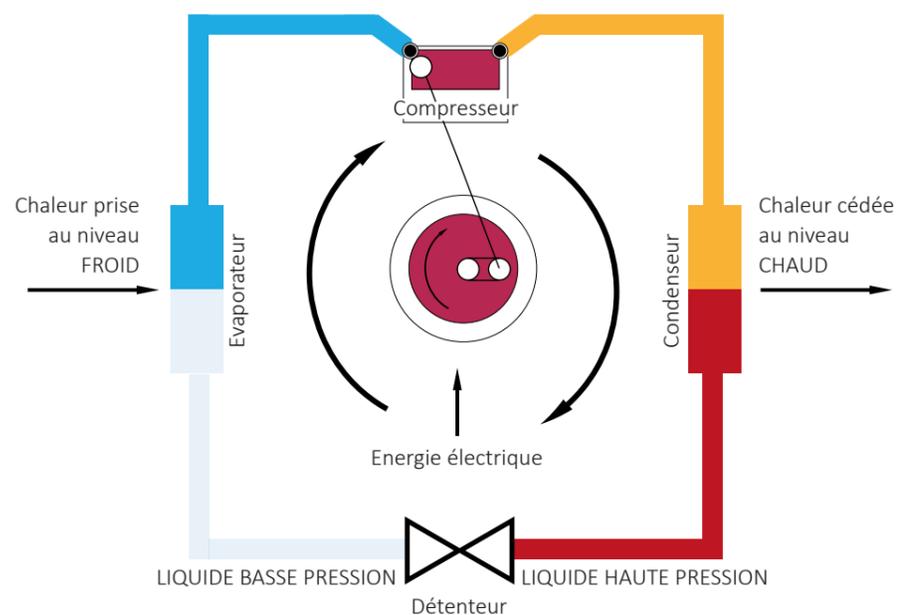
2.4. Les générateurs

2.4.1. Généralités

La chaleur circule naturellement d'une température élevée vers une température basse, par exemple à travers les murs d'une maison en hiver.

En pratique, les pompes à chaleur sont capables de transférer la chaleur dans la direction opposée, en utilisant une quantité relativement faible d'énergie motrice : énergie électrique ou mécanique ou chaleur résiduelle à température élevée.

Ainsi, les pompes à chaleur peuvent récupérer la chaleur de différentes sources à basse température, comme l'air, le sol ou l'eau, les déchets industriels ou ménagers, et la transférer à une température plus élevée vers le système de chauffage d'un bâtiment ou vers une application industrielle.



Sources froides	Niveau 0	Potentiel
Air Extérieur	-15 à 30 °C	Important mais évolutif en fonction de la saison ...
Air Extrait VMC	≈ 20 °C	Stable, en fonction du débit d'air extrait 0.34 Wh/m ³ .K - 1000 m ³ /h = 3.4 kW
Eaux grises	20 à 35 °C	Débit ponctuel, dépend efficacité d'échange
Capteurs Atmosphériques	-5 à 55 °C	Très variable en fonction conditions climatiques et insolation
Panneaux PV-T hybrides	-5 à 55 °C	25 à 40 % du flux solaire incident, très variable en fonction du concept air ou eau
Socle du bâtiment	≈ 10 à 15 °C	Stable, potentiel réduit en fonction échange eau/sol
Nappe phréatique	≈ 10 à 15 °C	Si disponible, important (qualité d'eau)
Sondes géothermiques	≈ 10 à 15 °C	Stable

Différents types de pompe à chaleur sont disponibles.

Quelle est la différence entre les pompes à chaleur (PAC) « classique » et « haute température » ? La réponse est : la température à laquelle l'eau est chauffée.

- Température de sortie d'eau pour une PAC classique : inférieure à 55 °C. Pour produire de l'eau chaude sanitaire avec ce type de PAC, un appoint est nécessaire pour atteindre la température d'ECS désirée.
- Température de sortie d'eau pour une PAC aérothermique haute température : entre 60 °C et 65 °C (jusqu'à 80 °C pour certains modèles). Ce type de matériel est autosuffisant pour produire de l'eau chaude sanitaire et ne nécessite pas d'appoint.

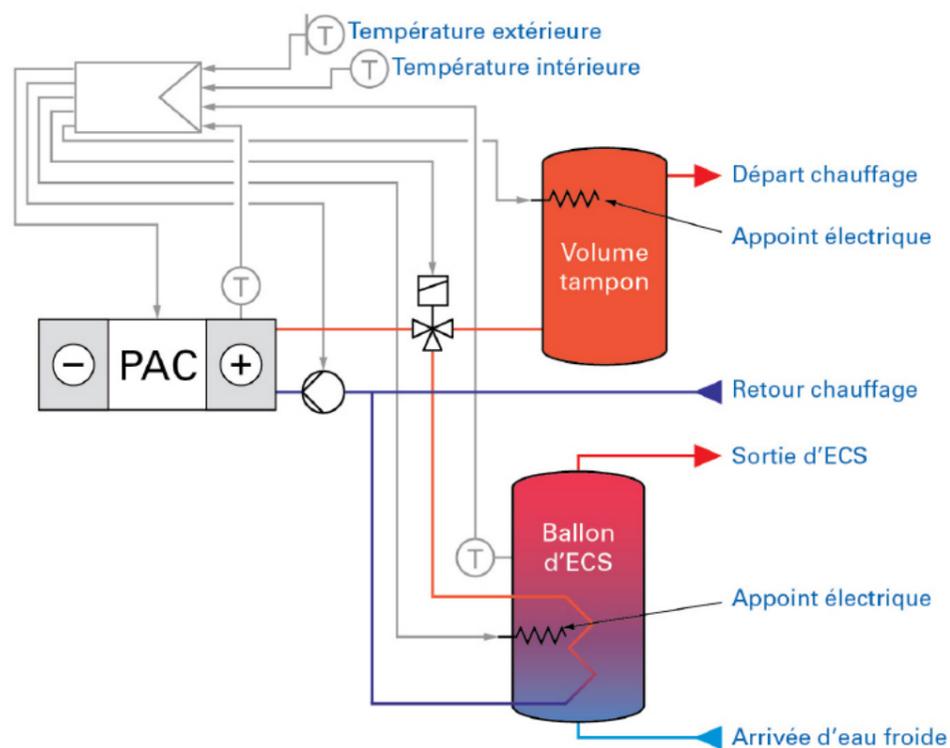
D'autre part, la pompe à chaleur peut être exclusivement dédiée à la production d'eau chaude sanitaire, ou également assurer le chauffage du bâtiment. On parle alors de pompe à chaleur « double service ».

2.4.2. La pompe à chaleur air-eau

Pour pouvoir recourir à ce système, il est nécessaire de disposer d'un espace à l'extérieur pour l'implantation du groupe monobloc ou de l'unité extérieure permettant de satisfaire les contraintes acoustiques, esthétiques et techniques. La longueur maximale de la liaison frigorifique entre l'unité extérieure et le module intérieur est notamment à prendre en compte pour les pompes à chaleur bi-bloc. Ainsi sur certains modèles, la distance entre le local technique et l'unité extérieure ne peut dépasser 10 mètres. Un emplacement suffisant doit être également disponible pour l'installation des ballons d'accumulation d'ECS.

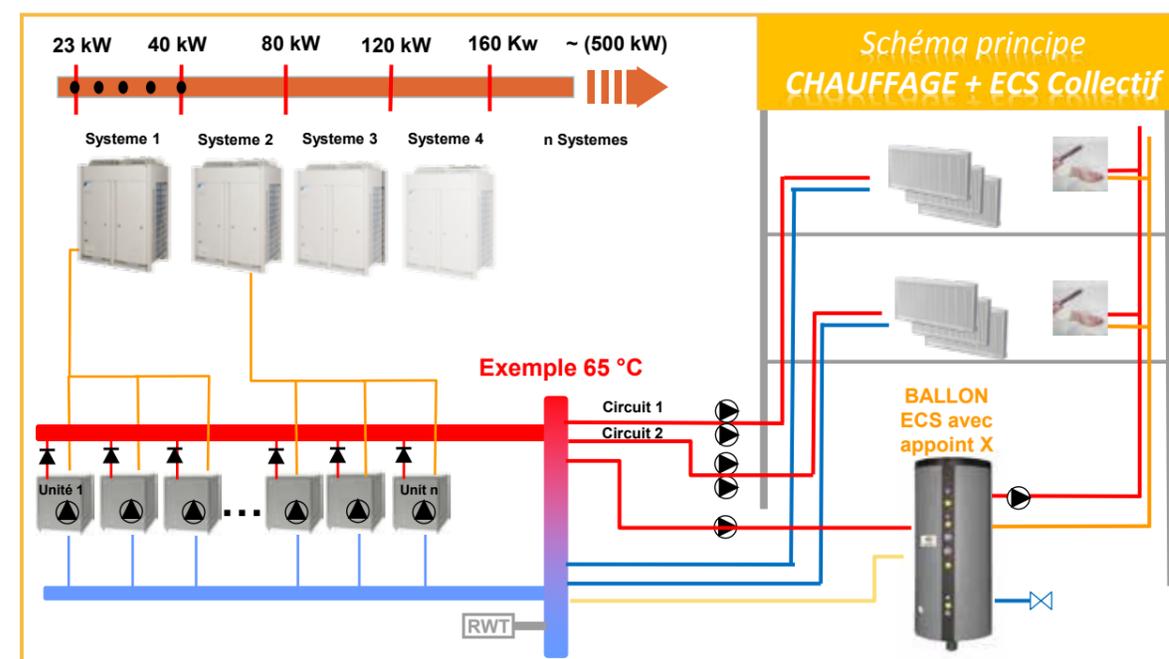
Les pompes à chaleur électriques double-service air extérieur/eau assurant la production d'ECS et le chauffage ont une puissance thermique qui varie d'environ une dizaine à une centaine de kW.

Le principe de fonctionnement le plus courant consiste à faire circuler l'eau sortant du condenseur de la pompe à chaleur soit vers le circuit de chauffage, soit vers le ballon d'ECS, sous le contrôle de la régulation. La production d'ECS et le chauffage sont assurés de manière alternée. La commande de circulateurs ou d'une vanne à trois voies directionnelle permet d'alimenter soit la production d'ECS, soit le chauffage. Des échangeurs spécifiques, intégrés au ballon d'ECS ou externes, adaptés aux régimes de températures d'eau des pompes à chaleur sont requis.



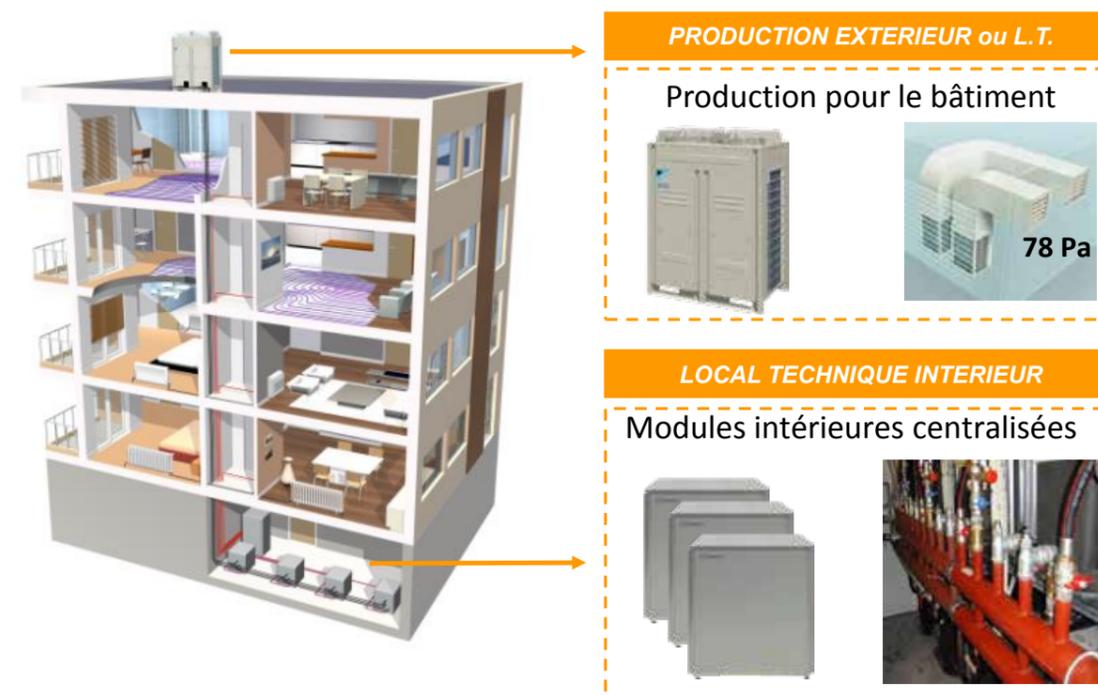
Le schéma ci-dessus correspond à une installation avec pompe à chaleur double-service. Un ballon échangeur raccordé à une chaufferie ou à une sous-station assure l'appoint et le maintien en température de la boucle ECS.

Source RAGE 2012 - Guide Installations d'eau chaude sanitaire



Source Daikin

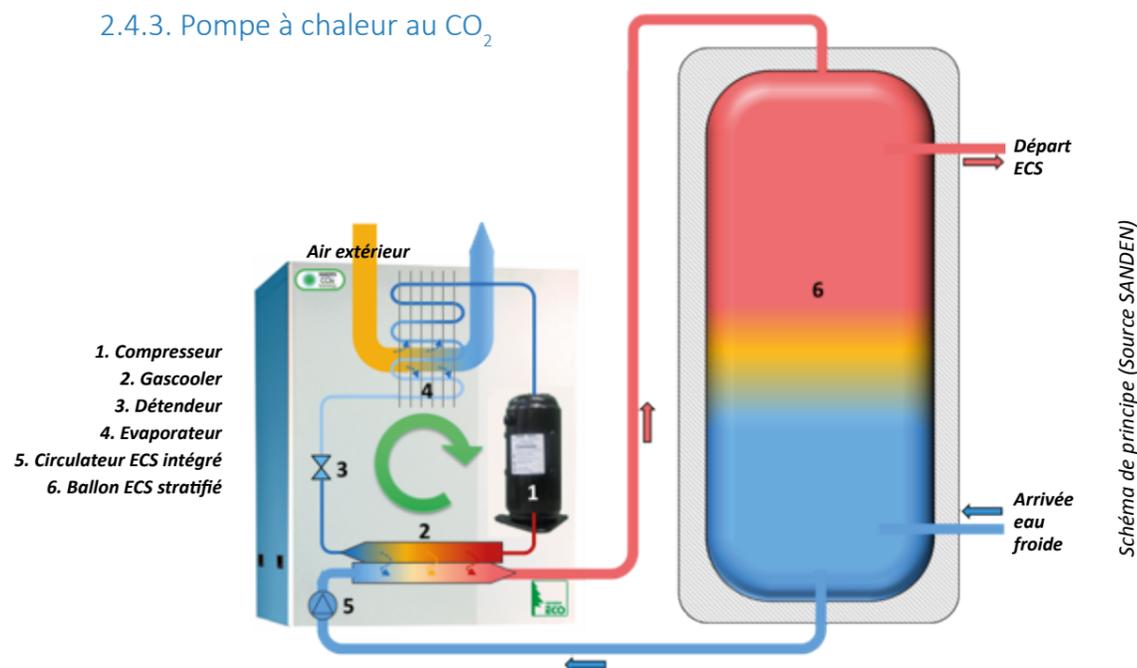
Le schéma ci-dessus correspond à une installation avec pompe à chaleur double-service haute température qui ne nécessite pas d'appoint.



Source Daikin

Cette perspective montre une pompe à chaleur composée d'une unité extérieure en terrasse raccordée à des unités intérieures en local technique.

2.4.3. Pompe à chaleur au CO₂



CYCLE THERMODYNAMIQUE

Cette technologie, originaire du Japon, utilise le R744 ou CO₂ comme fluide frigorigène. Ce système met en œuvre un cycle thermodynamique transcritique. Ceci se traduit par un remplacement de la phase de condensation du fluide frigorigène classique par une phase de refroidissement sensible du fluide CO₂ au sein d'un échangeur appelé ici gascooler.

Ce type de cycle est très approprié pour la production ECS, particulièrement à haute température.

LE CIRCUIT ECS

- La PAC aspire l'eau froide depuis le bas du ballon via la pompe intégrée
- Le réchauffage de l'eau sanitaire s'effectue au travers du gascooler. Il s'agit d'un échangeur de type coaxial à contre-courant, permettant une augmentation de la température de l'eau de 10°C environ à 65°C, ce en un unique passage (régulation du débit, maintien de la stratification)
- L'eau chaude est ensuite injectée en haut du ballon associé, à proximité du départ de la distribution ECS, permettant une disponibilité quasi immédiate d'eau à 65°C

CHAMP D'APPLICATION

Ce type de système au CO₂, en phase de déploiement en France et en Europe, peut se décliner sur des capacités inférieures à 3kW et jusqu'à plusieurs dizaines de kW. Ceci permet une large couverture sur des applications où la consommation d'ECS est importante, tel que les applications en résidentiel collectif.

Le niveau de température d'ECS produite permet de proposer une solution à la protection anti-légionelle.

2.4.4. La pompe à chaleur sur capteurs atmosphériques

L'association d'un capteur solaire thermique basse température et d'une pompe à chaleur permet de produire de l'eau chaude sanitaire en grande quantité en réunissant les avantages des deux technologies. La pompe à chaleur utilise le capteur solaire implanté sur la toiture pour récolter l'énergie solaire et atmosphérique.



Principe de fonctionnement

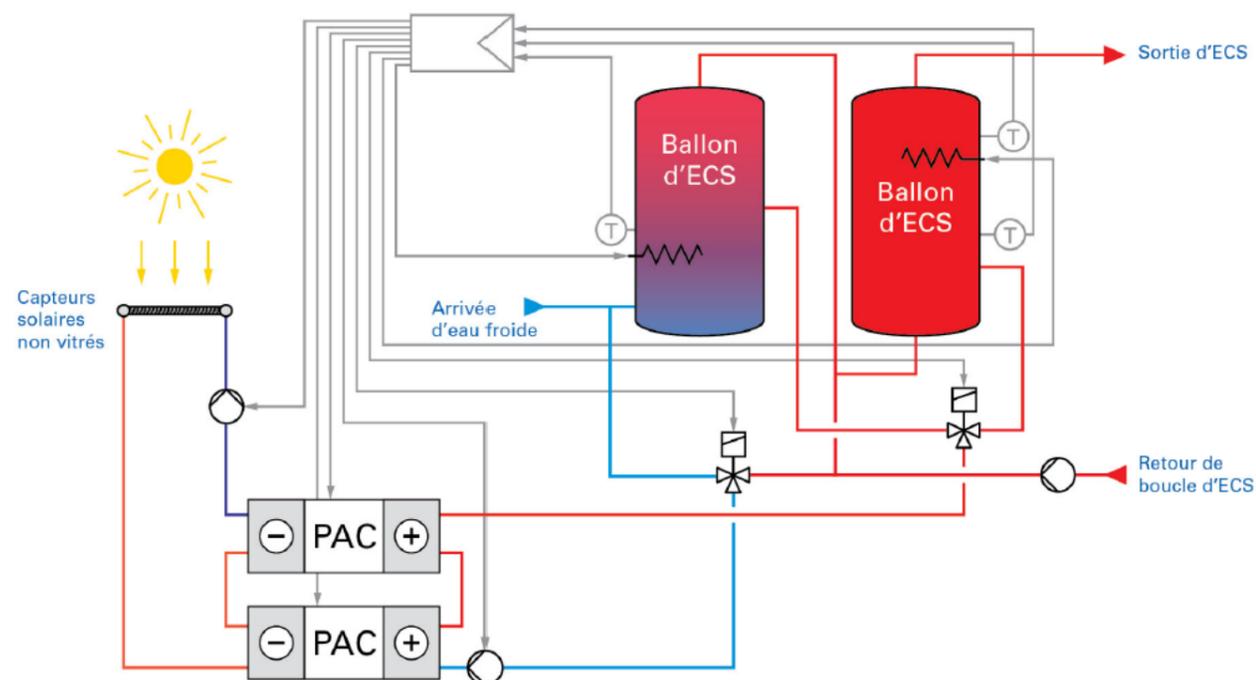
Le capteur solaire basse température est, en général, implanté sur la toiture du bâtiment. Il est constitué d'une ou de plusieurs nappes de tubes en EPDM (caoutchouc élastomère résistant aux UV et aux intempéries). Dans le capteur solaire circule de l'eau et un antigel (Mono Propylène Glycol) de qualité sanitaire. La liaison entre le capteur solaire et le local technique est réalisée par une tuyauterie aller/retour.

Dans le local technique, une pompe à chaleur puise des calories dans le fluide du circuit solaire pour les transférer vers l'eau chaude sanitaire à un niveau de température plus élevé. En récupérant cette énergie calorifique, la pompe à chaleur refroidit le circuit solaire. Quand celui-ci devient plus froid que la température extérieure, le capteur solaire est en mesure de récupérer non seulement de l'énergie solaire mais également de l'énergie prise à l'atmosphère par échange convectif.

Sur certaines installations, un échangeur de chaleur permet de réaliser un premier préchauffage de l'eau (préalable à celui réalisé à travers la pompe à chaleur) lorsque le capteur solaire est exposé à un ensoleillement important.

Les pompes à chaleur sont spécialement conçues pour travailler avec un capteur solaire et à haute température (jusqu'à 65°C) pour produire l'eau chaude sanitaire.

La pompe à chaleur chauffe un ou plusieurs ballons de stockage. Un dispositif de vannes trois voies motorisées permet de concentrer la puissance récupérée sur la zone de distribution pour travailler en priorité sur le prochain puisage. Ce dispositif assure une optimisation des performances des pompes à chaleur en fonction des besoins. Il garantit une stabilité de la température de distribution même en cas de pointe de puisage importante. Il permet également de maintenir la boucle de distribution en température avec l'énergie apportée par le capteur solaire et la pompe à chaleur.



Source RAGE 2012 - Guide Installations d'eau chaude sanitaire

Pour une production d'eau chaude sanitaire à 55°C, les apports du capteur solaire représentent, en moyenne sur l'année, environ 60% du besoin total, la consommation des compresseurs 30%, et les apports de l'appoint de l'ordre de 10%.

Variante avec capteurs solaires hybrides photovoltaïques et thermiques (PVT)

Ce système est constitué de pompes à chaleur eau/eau couplées à des capteurs solaires hybrides photovoltaïques et thermiques. Ceux-ci sont composés d'un échangeur thermique atmosphérique intégré dans un panneau photovoltaïque.

Le système hybride récupère à la fois l'électricité qui sera autoconsommée par la pompe à chaleur, et la chaleur des panneaux. Ce transfert de chaleur permet de refroidir les cellules et ainsi d'augmenter leur rendement. L'échangeur thermique atmosphérique récupère également l'énergie sur l'air extérieur en dehors des plages de fonctionnement des panneaux (nuit, pluie, brouillard).



Source Heliapac

2.4.5. La géothermie basse énergie assistée par pompe à chaleur

Les installations géothermiques utilisant des pompes à chaleur d'une puissance calorifique nominale égale ou supérieure à 30kW font partie de la catégorie des installations sur PAC dites 'Collectives'.

Ces systèmes sont conçus non seulement pour des bâtiments de types collectifs mais aussi pour l'ensemble des bâtiments ou immeubles autres que les logements individuels.

Dans la pratique, la source ou capteur se limite généralement à 3 types principaux :

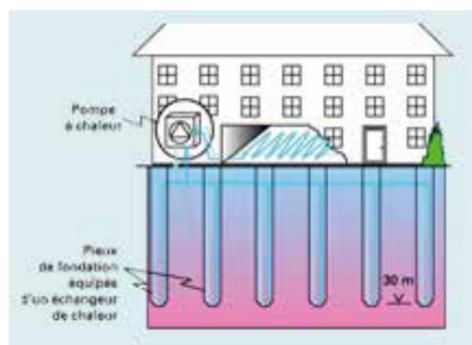
Les champs de sondes géothermiques



Le puisage sur nappe phréatique



Les géostructures (pieux ou fondations énergétiques)



Source AFPG

2.4.6. La pompe à chaleur en relève de chaudière collective

Une pompe à chaleur air/eau peut aussi être intégrée à une installation de chauffage central existante (gaz ou fioul). Dans ce cas, on parle de pompe à chaleur en relève de chaudière. Elles permettent ainsi d'économiser du combustible et de limiter les rejets nocifs de combustion.

Durant la plus grande partie de l'hiver, la pompe à chaleur fonctionne en priorité tant que son rendement est acceptable, c'est-à-dire au-dessus d'un seuil de température extérieure. En pratique, pour toutes les températures extérieures supérieures à une valeur comprise entre 0 et 5°C environ (température d'équilibre), la pompe à chaleur fonctionne seule. Pour les températures extérieures plus basses, la chaudière fioul vient l'épauler en fournissant le complément. Elle permet donc de consommer le combustible qu'aux périodes les plus froides, qui représentent en France un nombre de jours restreints.

Sans entraîner de perte de confort, il existe un moyen simple et efficace d'économiser 70% de fioul et de réduire la facture énergétique.

Autre avantage, le client bénéficie en permanence de deux sources d'énergie parfaitement indépendantes.

2.4.7. La pompe à chaleur hybride

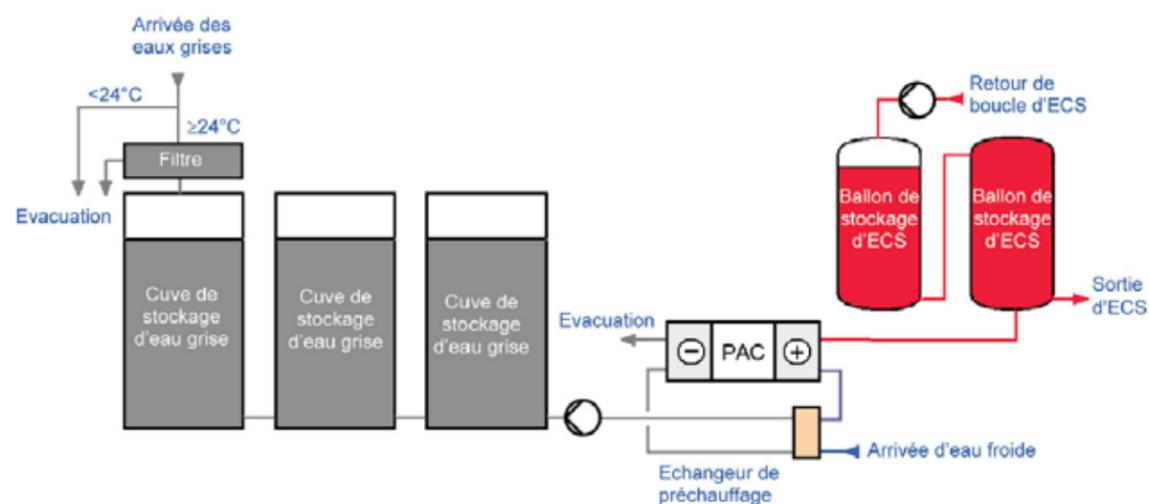
La PAC hybride qui associe une pompe à chaleur et un générateur à énergie fossile est une technologie en cours de développement. Elle a pour intérêt de posséder une régulation unique qui permet d'optimiser le pilotage des générateurs en fonction de critères économiques ou environnementaux. On peut penser que les jours les plus froids, c'est l'énergie fossile de réseau ou stockable qui sera privilégiée. Ce qui aura également comme intérêt de ne pas amplifier les pointes électriques sur les réseaux de distribution, tout en bénéficiant des avantages de la pompe à chaleur durant les périodes où les réseaux électriques ont de la disponibilité.

2.4.8. La pompe à chaleur avec récupération sur eaux grises

Il existe plusieurs familles de produits récupérant de l'énergie sur les eaux grises, les systèmes « passifs » ou « statiques » constitués d'échangeurs permettant seulement de préchauffer l'ECS et les systèmes « actifs » constitués de pompes à chaleur utilisant les eaux grises comme source froide et capables de produire la totalité des besoins d'ECS. Seule cette deuxième famille de produits sera décrite dans la suite de ce paragraphe. Les systèmes « actifs » récupèrent la chaleur des eaux usées provenant des lavabos, douches, baignoires, machines à laver et éventuellement des cuisines. Ces eaux grises sont filtrées en amont par un système composé d'un décanteur et de filtres autonettoyants.

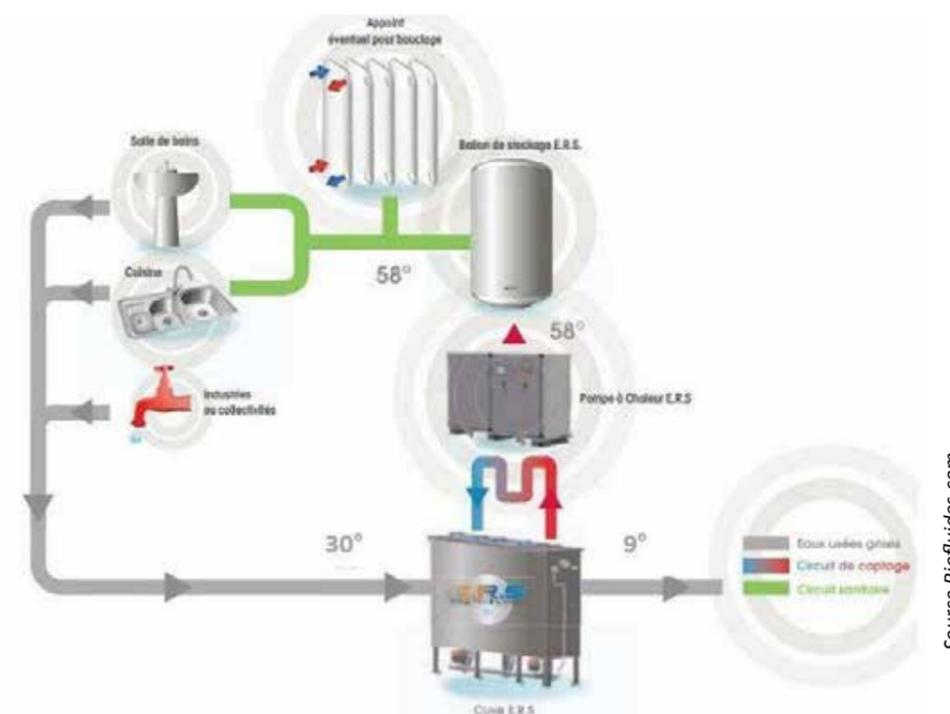
Dans une première variante, les eaux grises sont collectées dans des cuves et utilisées comme source froide de pompes à chaleur assurant seules ou avec un appoint le réchauffage de ballons d'ECS.

Les volumes de stockage d'eaux grises et d'ECS nécessaires sont relativement importants. Un calorifugeage des réseaux d'évacuation est également nécessaire afin d'obtenir une température de source froide d'environ 30°C en moyenne. Ainsi, le coefficient de performance annuel mesuré pour ces systèmes est élevé.



Dans le système illustré ci-dessus, après avoir été filtrées, les eaux grises d'une température supérieure à 24°C sont stockées dans des cuves. Elles assurent le préchauffage de l'eau froide via un échangeur avant d'entrer dans l'évaporateur de la pompe à chaleur. L'ECS est stockée dans des ballons à niveau variable mis sous pression d'air comprimé de manière à limiter les pertes thermiques. La production s'effectue de préférence en période nocturne (système à accumulation).

Dans une seconde variante fonctionnant en semi-instantané, l'ECS est produite et stockée lorsque les eaux grises sont disponibles en quantité suffisante et il est fait appel à un appoint pour le réchauffage de la boucle de distribution d'ECS (voir schéma ci-après).



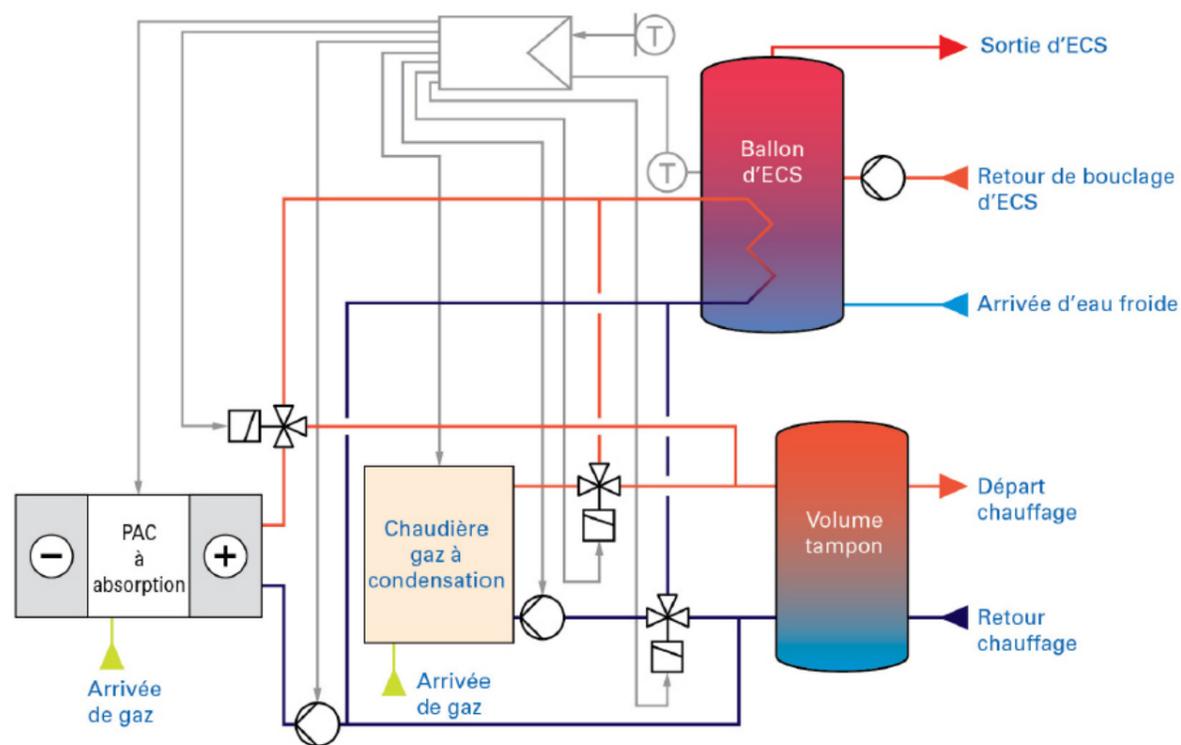
2.4.9. La pompe à chaleur gaz à absorption

Des pompes à chaleur gaz à absorption aérothermiques ou géothermiques associées à des chaudières gaz à condensation peuvent également réaliser la production d'ECS, en plus du chauffage, voire du rafraîchissement. Elles comportent, à la place d'un compresseur mécanique, un compresseur thermochimique utilisant comme fluide frigorigène l'ammoniac et un bruleur gaz.

La puissance thermique de ces pompes à chaleur associées en cascade en fonction des besoins est d'environ une quarantaine de kW. Elles sont capables d'atteindre des températures d'eau de 70°C. Néanmoins, il est souhaitable, au niveau des performances énergétiques, de ne pas dépasser des températures primaires pour la production d'ECS de plus de 65°C. A 70°C, la pompe à chaleur est obligée de baisser sa puissance de 50%. La solution la plus performante sur un plan énergétique pour produire de l'ECS consiste donc à réaliser un préchauffage de l'ECS par les pompes à chaleur et un appoint par les chaudières.

Source RAGE 2012 - Guide Installations d'eau chaude sanitaire

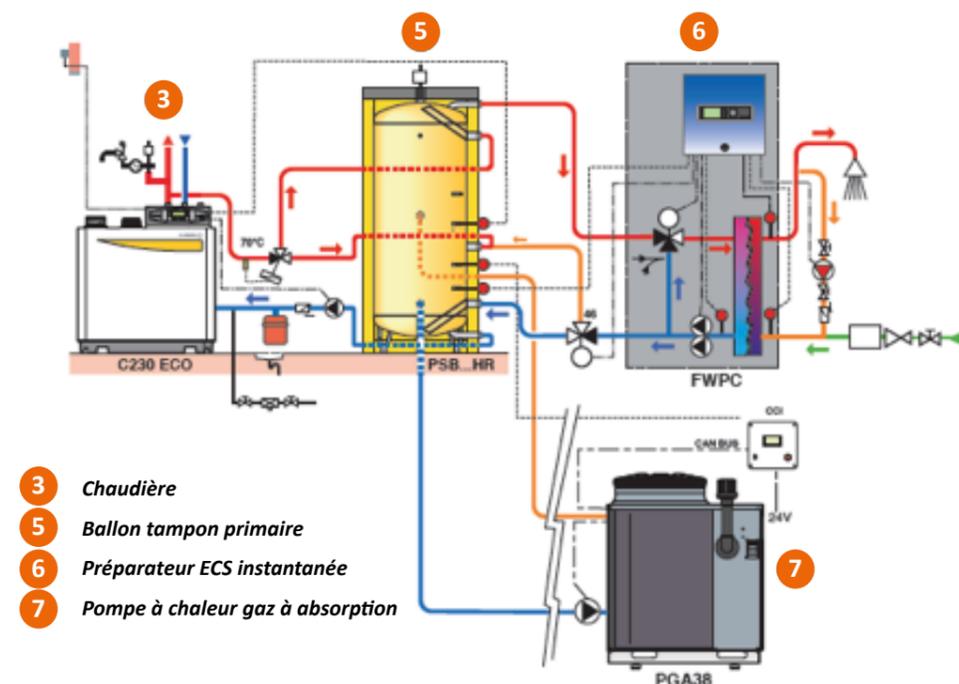
Source Biofluides.com



Source RAGE 2012 - Guide Installations d'eau chaude sanitaire

Le schéma de principe ci-dessus illustre une installation avec une pompe à chaleur à absorption associée à une chaudière gaz à condensation. La pompe à chaleur réalise un préchauffage de l'ECS, puis la chaudière prend le relais pour assurer le complément. Cela permet d'une part de faire fonctionner la pompe à chaleur dans la plage de température où ses performances sont les meilleures, et d'autre part d'éviter la présence d'un ballon de préchauffage à des températures susceptibles d'être favorables à des développements microbiologiques.

Les vannes trois voies assurent la commutation entre les différents circuits.



- 3 Chaudière
- 5 Ballon tampon primaire
- 6 Préparateur ECS instantané
- 7 Pompe à chaleur gaz à absorption

Source De Dietrich

La chaudière à condensation chauffe la partie haute du ballon de stockage primaire. La pompe à chaleur gaz à absorption assure la part EnR par le réchauffage du ballon de stockage primaire en partie basse ainsi que le maintien en température de la recirculation. La production d'eau chaude sanitaire instantanée est assurée par l'échangeur à plaques sans risque de légionelles et assure la température de consigne ainsi que la recirculation ECS.

3

Les solutions mixtes

3.1. Généralités

Les solutions mixtes font appel à une boucle d'énergie primaire, bien souvent de l'eau. Chaque module terminal vient se greffer sur cette boucle primaire pour extraire l'énergie nécessaire qui lui permettra de produire l'eau chaude sanitaire destinée au logement qu'il dessert.

3.1. Le chauffe-eau thermodynamique sur boucle d'eau



Source Auer

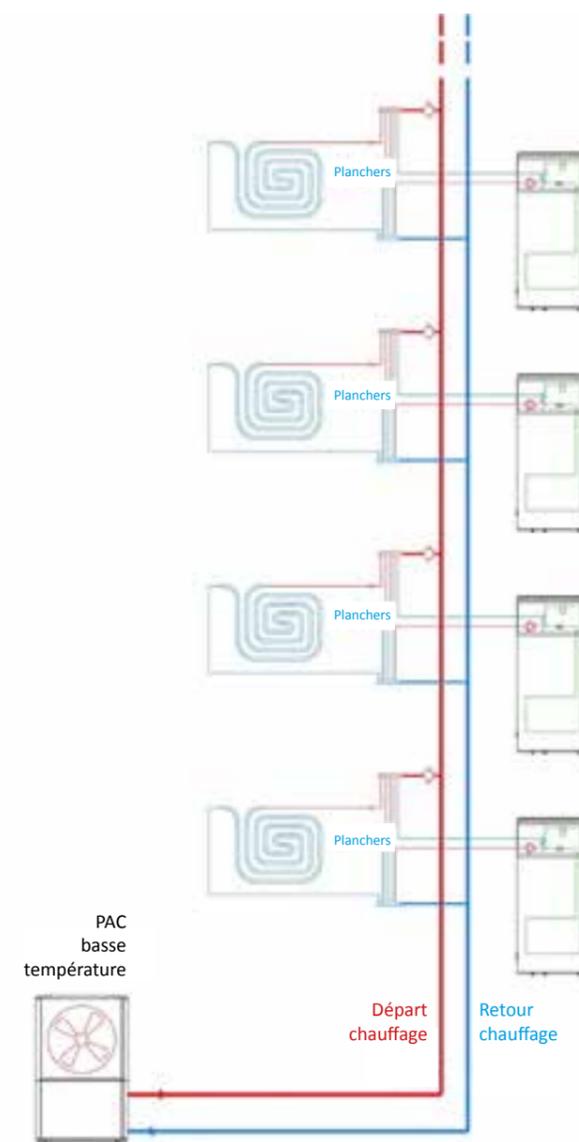
Le chauffe-eau thermodynamique sur boucle d'eau se raccorde en cascade avec un générateur de chauffage très basse température. Il est constitué d'un petite pompe à chaleur de type eau / eau, qui prélève des calories au retour de l'émetteur, à une température comprise entre 18°C et 30°C.

Pendant la période de chauffage, le fonctionnement est couplé avec le générateur de chauffage qui alimente le plancher chauffant. Le chauffe-eau sur retour plancher est équipé d'un circulateur de prélèvement qui assure l'alimentation en eau de l'évaporateur. La pompe à chaleur intégrée assure le chauffage et stockage de l'eau chaude sanitaire à 55°- 60°C.

Hors période de chauffage, le chauffe-eau thermodynamique vient prélever de manière autonome des calories dans le circuit de l'émetteur basse température (le plancher chauffant), et récupère ainsi les apports d'énergie interne de l'habitat.

Lorsque le générateur de chauffage est une pompe à chaleur ou un réseau de chaleur d'origine renouvelable, le système présente de bonnes performances saisonnières.

Il est possible de coupler le chauffe-eau thermodynamique sur retour de plancher avec un générateur de chauffage à énergie fossile (chaufferie gaz). Dans ce cas, la production d'eau chaude sanitaire sera assurée à 100% par la pompe à chaleur uniquement hors période de chauffage. Dans une telle configuration on peut parler d'hybridation saisonnière entre la pompe à chaleur et la chaufferie gaz.



Source Auer

3.3. Module thermique d'appartement sur boucle primaire d'eau chaude

Les modules thermiques permettent de bénéficier à la fois d'une source de chaleur collective, d'une production individuelle d'ECS et d'un chauffage régulé individuellement. Les charges d'ECS et de chauffage peuvent ainsi être individualisées grâce à des comptages d'énergie au niveau de chaque module. Trois colonnes sont nécessaires pour desservir un appartement : une colonne d'eau chaude primaire aller, une autre retour et une colonne d'eau froide. La boucle sanitaire et ses risques afférents sont supprimés.

Les possibilités de comptage varient selon les modules. Des manchettes peuvent être prévues pour la pose d'un seul compteur d'énergie thermique pour à la fois le chauffage et l'ECS, ou bien de deux compteurs, un sur l'ECS et un sur le chauffage, voire éventuellement pour un comptage d'eau froide.

Le recours à des émetteurs à basse température en chauffage et à des échangeurs à haute efficacité pour la production d'ECS permet d'avoir des températures de retour les plus faibles possibles. Cela conduit à des pertes de distribution moins élevées.

Les modules se différencient par leur régulation, leur mode de production d'ECS, leur puissance en ECS et en chauffage et le type d'émetteurs raccordables (émetteurs basse, moyenne ou haute température). Ils sont conçus pour être installés dans le logement ou dans une gaine technique à proximité. La distance entre le module et les points de puisage de l'appartement doit être limitée pour réduire les pertes thermiques de la distribution individuelle d'ECS.

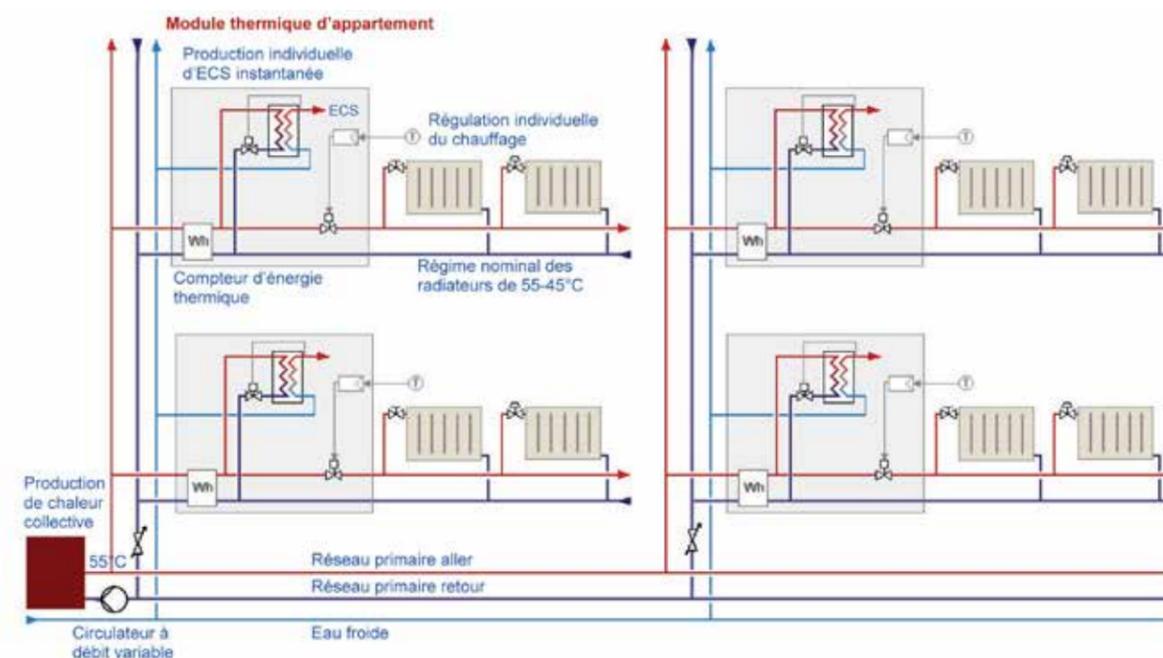
Les modules thermiques d'appartement peuvent assurer la production d'ECS en instantané, micro-accumulé ou accumulé.

3.3.1. Module thermique à production ECS instantanée ou micro-accumulée

La solution instantanée produit l'ECS du logement par un échangeur à plaques. Un débit circule en permanence dans le circuit primaire des échangeurs de manière à les maintenir à une température généralement d'au moins 55°C (pour une production d'ECS de 45°C minimum). La puissance nominale des échangeurs peut varier selon les modèles d'environ 25 à 55 kW, soit un débit maximal d'ECS à 45°C d'environ 12 à 22 l/mn. Le plus couramment, elle est de l'ordre de 35 kW.

Au niveau de la régulation de la production d'ECS, ce qui est modulé, c'est le débit primaire des échangeurs. Selon les modules, il peut être régulé par une vanne deux voies commandée par moteur électrique ou bien par un organe spécifique actionné uniquement mécaniquement ne consommant pas d'énergie électrique.

SCHEMA MODULES INSTANTANE



Sur le schéma ci-dessus, les débits primaires varient en fonction des besoins, la température de départ du réseau étant maintenue à 55°C. En l'absence de besoins, un débit minimal est assuré au niveau de chaque colonne de manière à limiter les temps d'attente pour la production d'ECS. La présence d'un volume tampon au niveau du système de génération permet de réduire la puissance totale installée et d'optimiser les temps de fonctionnement du générateur. Tous les organes hydrauliques et de régulation ne sont pas représentés sur ce schéma.

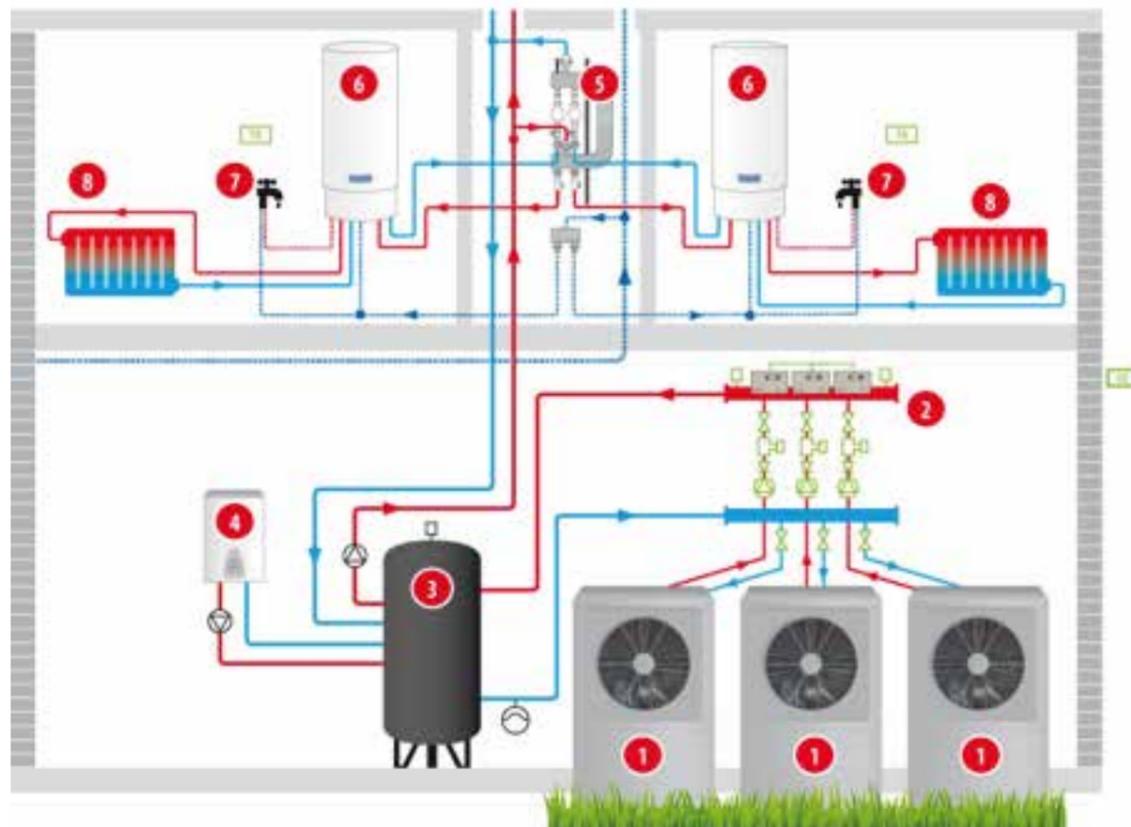
La solution micro-accumulée permet de disposer d'ECS rapidement. La production est faite à partir d'un échangeur à plaques.

3.3.2. Module thermique à production ECS accumulée

La solution accumulée permet de disposer d'ECS immédiatement et avec des débits instantanés supérieurs. La production est faite par un ballon réchauffeur intégré. Le module permet de faire la recharge des réserves individuelles sur des plages horaires limitées sans impact sur le confort des occupants. La charge sanitaire aux horaires choisis par l'exploitant permet d'optimiser le fonctionnement global de l'installation : La boucle primaire opère à haute température sur une durée limitée. Le reste du temps, elle peut être maintenue à température plus basse pour les seuls besoins de chauffage.

Autre intérêt de cette solution : elle offre un volume de stockage suffisant pour fonctionner avec des puissances installées réduites sans avoir recours à des volumes tampons additionnels.

SCHEMA MODULES ACCUMULE



Source Auer

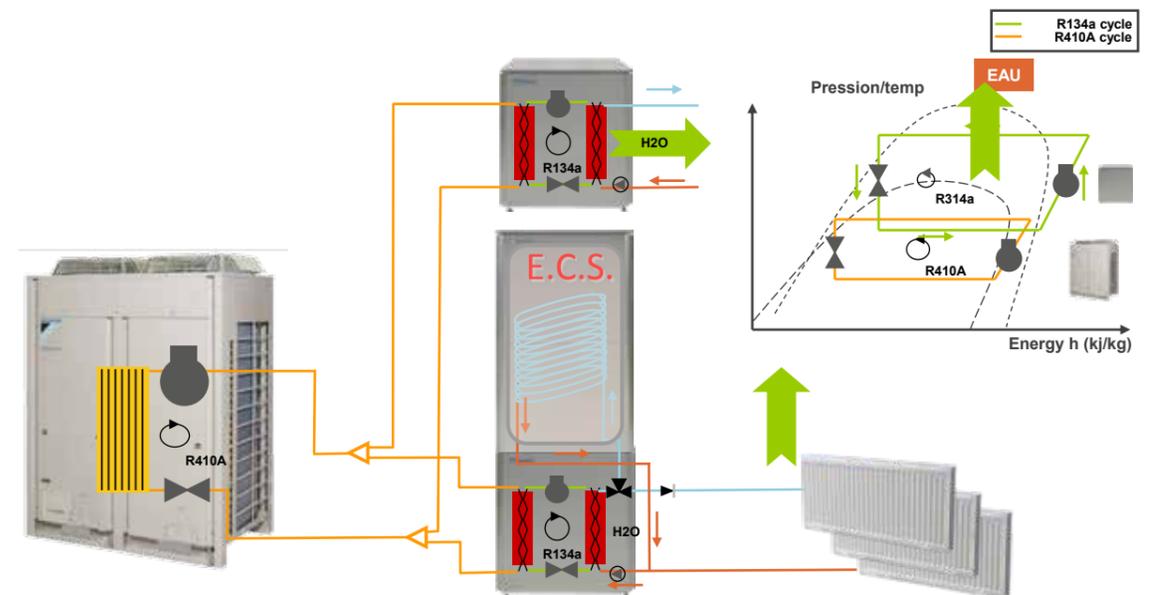
- 1) Pompe à chaleur haute température
- 2) Gestion hydraulique des pompes à chaleur
- 3) Bouteille de découplage
- 4) Secours par chaudière électrique
- 5) Module d'étage eau primaire (comptage individualisé possible)
- 6) Module thermique d'appartement avec ECS accumulée
- 7) Utilisation ECS
- 8) Utilisation chauffage

3.4. Pompe à chaleur double service sur boucle primaire de fluide frigorigène

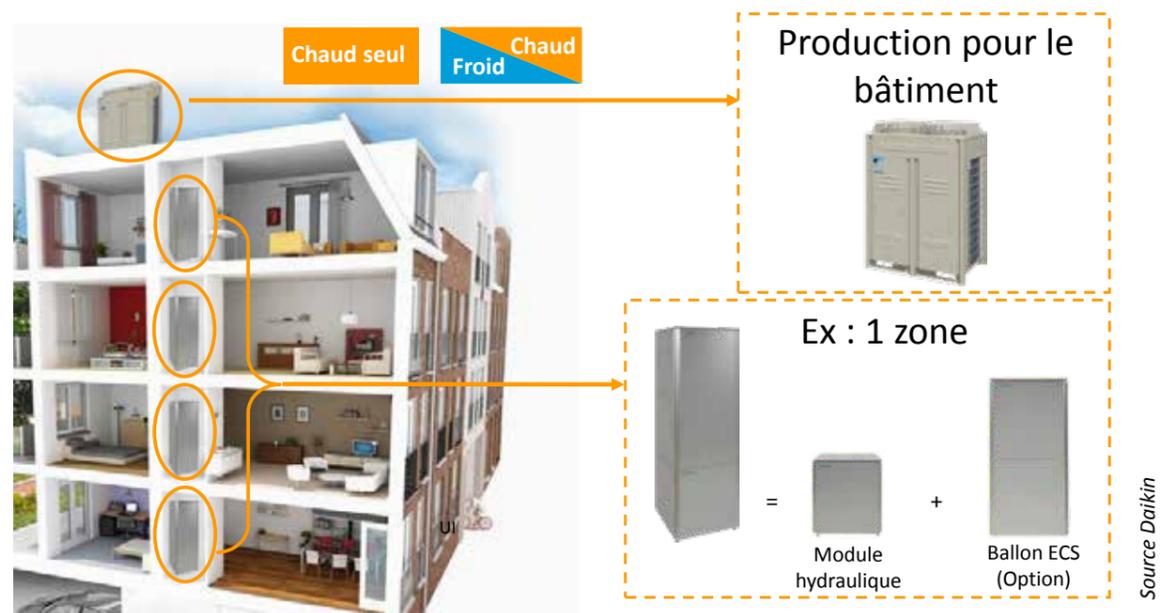
Sur le même principe, les modules thermiques d'appartement peuvent également se décliner en incluant une pompe à chaleur.

Les modules thermodynamiques permettent de bénéficier à la fois d'une source de chaleur collective, d'une production individuelle d'ECS et d'un chauffage régulé individuellement. Les charges d'ECS et de chauffage peuvent ainsi être individualisées en partie.

Dans ce cas, l'eau qui constitue la boucle primaire et qui alimente les modules d'appartement, est remplacée par un circuit frigorigène maintenu en température par une pompe à chaleur.

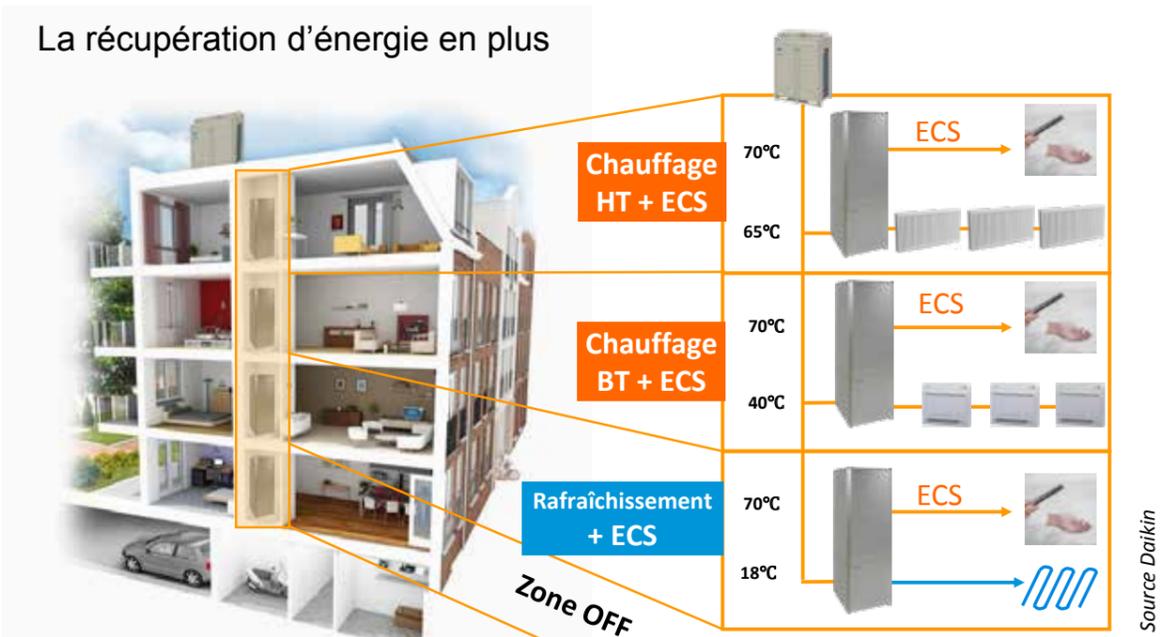


Source Daikin



Cette technologie permet, dans un même immeuble, en fonction de l'exposition, de chauffer un appartement situé au nord et au même instant, rafraichir un appartement situé au sud. L'avantage de la boucle primaire, permet de récupérer l'énergie libéré par le second appartement pour en faire bénéficier le premier.

Ce qui évite le gaspillage d'énergie induit par deux systèmes séparés.



4

Des réalisations exemplaires

Dans la première partie de ce document, il a été présenté différents systèmes permettant de produire de l'eau chaude sanitaire en habitat collectif.

Ce chapitre présente des réalisations qui illustrent ces technologies.

Références	Technologie	Marché
REFERENCE 1	Chauffe-eau thermodynamique individuel gainé sur air extrait	
REFERENCE 2	Chauffe-eau thermodynamique individuel gainé sur air extérieur	
REFERENCE 3	Chauffe-eau thermodynamique individuel gainé sur air extérieur	
REFERENCE 4	Chauffe-eau thermodynamique individuel gainé sur air extrait	
REFERENCE 5	Chauffe-eau thermodynamique individuel gainé sur air extérieur	
REFERENCE 6	Chauffe-eau thermodynamique individuel sur boucle chauffage	
REFERENCE 7	Solution centralisée avec PAC air/eau – Production avec stockage	
REFERENCE 8	Solution centralisée avec PAC air/eau – Production avec stockage	
REFERENCE 9	Solution centralisée avec PAC sur capteurs atmosphériques Production avec stockage	
REFERENCE 10	Solution centralisée avec PAC gaz – Production avec stockage	
REFERENCE 11	Solution centralisée avec PAC géothermique – Production avec stockage	
REFERENCE 12	Solution centralisée avec PAC au CO2 – Production avec stockage	
REFERENCE 13	Solution centralisée avec PAC au CO2 – Production avec stockage	
REFERENCE 14	Solution centralisée avec PAC air/eau – Production instantanée avec ballon à eau technique	
REFERENCE 15	Solution centralisée avec PAC gaz – Production avec stockage	
REFERENCE 16	Solution centralisée avec PAC sur capteurs solaires hybrides Production avec stockage	
REFERENCE 17	Solution centralisée avec PAC air/eau – Production avec stockage	
REFERENCE 18	Solution mixte avec PAC air/eau – Modules thermiques d'appartement	

HABITAT NEUF
 RÉNOVATION

4.1. RÉF. 1 : chauffe-eau thermodynamique individuel sur VMC collective

PROJET : Construction de 32 logements sociaux à très basse consommation d'énergie, près de Nantes

Un système constructif, composé de structures métalliques associées à une isolation et une étanchéité à l'air renforcées, et des chauffe-eau thermodynamiques, pour la ventilation et l'eau chaude sanitaire, ont permis de réaliser la 1^{ère} opération labellisée BEPOS Effinergie*, 100 % électrique.

* Label pilote permettant aux maîtres d'ouvrage pionniers de valoriser un BEPOS : bâtiment produisant davantage d'énergie qu'il n'en consomme, tous usages confondus en moyenne sur un an.



Bâtiment	32 logements répartis en 2 immeubles reposant sur un socle de parking semi-enterré
Surface	2 085 m ²
Produits Aldes	Chauffe-eau thermodynamique sur air extrait et ventilation hygroréglable T.Flow Hygro +
Energie	Rayonnants électriques programmables, panneaux solaires photovoltaïques, récupérateur de chaleur sur eaux grises des douches (Zypho), 1 ^{er} ascenseur solaire (Otis)
Durée des travaux	10 mois, de juillet 2014 à avril 2015
Coût des travaux (fourni/posé)	3 262 060 € HT - Subventions : 459 379 € par l'Etat, le Conseil Général, Nantes Métropole, la Ville de Rezé et CIL Action logement

SOLUTION ALDES : 2 en 1 : ventilation hygroréglable et chauffe-eau thermodynamique pour réduire les consommations électriques et atteindre le BEPOS.

Les + du chauffe-eau thermodynamique T.Flow Hygro + :

Individualisation de la production d'ECS et de la VMC : absence de bouclage, moins de pertes en réseau, responsabilité des locataires vis-à-vis de leurs consommations.

Jusqu'à 75 % d'ECS produite gratuitement : grâce à l'énergie récupérée par la PAC dotée d'un coefficient de performance de 4,01 (COP mesuré à 150 m³/h selon norme EN 16147).

Niveau sonore le plus bas de sa catégorie : inférieur à 28 dB (A) en maison individuelle et à 21 dB (A) en appartement.

Possibilité de ne pas faire de perçage en façade.

Les + Aldes :

Nos équipes prescription sont disponibles partout en France et vous accompagnent tout au long de vos projets.

Nos agences commerciales sont à vos côtés, si besoin, pour les vérifications réglementaires du système aéraulique, le dimensionnement, le chiffrage et la pose des produits.

Nos Stations Techniques Agréées sont à votre disposition pour effectuer la mise en service.

Acteurs du projet :

Maître d'ouvrage : Atlantique Habitations, bailleur social • **Maître d'oeuvre :** Teddy Poizat et Florian Giraud d'Idéfia, filiale du groupe Acieo • **Architecte :** Antoine Motte de l'agence Urbanmakers • **Bureau d'études fluides :** Patrick Tual, gérant du bureau d'études Patrick TUAL • **Installateur :** Franck Hermand, gérant de l'entreprise PSM • **Electricien :** Entreprise EIAD • **Commercial Aldes :** Jean-Luc Julienne, TCI Affaire de l'agence Aldes Nantes.



ALDES- 20, bld Joliot Curie- 69694 Vénissieux Cedex- FRANCE
Tél. : +33 (0)4 78 77 15 15- Fax : +33 (0)4 78 76 15 97- www.aldes.fr



MAÎTRE D'OEUVRE

Florian GIRAUD, Ingénieur bureau d'études tous corps d'état IDEFIA

1^{er} objectif : réduire les besoins en chauffage

"Avant d'envisager le BEPOS, notre objectif était de concevoir des logements à très faibles besoins en chauffage. A cet effet, une conception bioclimatique a été privilégiée, et nous avons réalisé une enveloppe particulièrement isolée et étanche à l'air. Le squelette du bâtiment est composé d'ossatures métalliques, il est recouvert, à l'extérieur, de murs-manteau en ossature bois isolant et d'un bardage métallique, et à l'intérieur d'un doublage isolant, soit une isolation de 20,5 cm. Ainsi, les ponts thermiques sont limités à l'extrême et l'étanchéité à l'air est performante (0,6 m³/h.m², soit 40% en dessous de l'exigence). Nous avons alors proposé à la maîtrise d'ouvrage de viser le label BEPOS, en ajoutant 212 panneaux solaires photovoltaïques (340 m²)."

2^{ème} objectif : installer des équipements très performants

"Les besoins en chauffage étant fortement limités, nous avons opté pour le tout électrique. Afin d'arriver à respecter les exigences du label BEPOS Effinergie, nous devons trouver une solution technique performante pour assurer la production d'eau chaude sanitaire. Idéfia avait déjà réalisé deux opérations en tout électrique avec des chauffe-eau thermodynamiques sur air extrait et, avec l'autorisation du maître d'ouvrage, avait effectué un suivi auprès de locataires équipés d'un afficheur de consommations. Les résultats étaient très favorables : les locataires d'un T3 payaient en moyenne 462 euros d'électricité par an, y compris les consommations d'électricité spécifique.

Cela nous a permis d'être force de proposition, d'autant plus que nous avons choisi le nouveau modèle, T.Flow Hygro + proposé par Aldes, encore plus performant (la facture électrique sera encore plus basse) et particulièrement silencieux."



BUREAU D'ETUDES FLUIDES

Patrick TUAL, Dirigeant du bureau d'études Patrick TUAL et Vincent GINEAU, Chargé de cette opération

Optimiser les performances par le choix des équipements :

"Le concours, pour cette opération sur la ZAC des Bourderies, demandait le raccordement au réseau de chaleur local récemment créé. Nous avons proposé une variante technicoéconomique tout électrique car, grâce au mode constructif, les besoins de chauffage étaient nettement réduits : panneaux rayonnants pour le chauffage et chauffe-eau thermodynamique pour la production d'ECS. Outre la qualité de l'enveloppe, la production individuelle d'ECS par chauffe-eau thermodynamique associée à une ventilation hygroréglable valorisait la performance thermique : renouvellement d'air en fonction du taux d'humidité, fonctionnement automatique du chauffe-eau selon le besoin en eau chaude et la tarification horaire, un seul abonnement par rapport au réseau de chaleur, préchauffage de l'eau stockée par les calories récupérées sur l'air extrait, installation en volume chauffé, longueur des canalisations de distribution ECS limitée..."



Nous avons effectué les premiers calculs thermiques à partir d'un produit standard. Bien évidemment, le coefficient de performance de 4,01 (COP) du T.Flow Hygro + a encore amélioré les résultats. De plus, le ballon d'une contenance de 200 L, a une isolation renforcée (55 mm), ce qui lui permet de conserver un maximum de chaleur. Des chocs thermiques horaires se déclenchent automatiquement pour éviter la prolifération de légionelles (consommations prises en compte dans les calculs BEPOS), ainsi que la résistance d'appoint, stéatite de 1500 W, en cas de besoin ponctuel. Tous ces perfectionnements ont permis d'obtenir un bâtiment à énergie positive tout électrique."

INSTALLATEUR

Franck Hermand, Dirigeant de l'entreprise PSM

Un produit silencieux, compact, facile à installer et à entretenir

"PSM a été chargé du lot plomberie et sanitaire, dont l'installation des chauffe-eau thermodynamiques. Outre sa performance énergétique, le T.Flow Hygro + a pour intérêt de posséder un plus faible niveau acoustique que les autres modèles sur le marché, ce qui permet de l'installer sans problème à l'intérieur d'un logement.

La compacité de ce chauffe-eau thermodynamique donne la possibilité de le placer dans un placard (60 x 60 cm). L'installation a été simplifiée par le fait d'avoir été consulté en amont par Idéfia et le bureau d'études Patrick TUAL. Ainsi, j'ai pu donner mon avis pour l'emplacement du coffret collecteur, des gaines, des canalisations..., de manière à faciliter les raccordements du chauffe-eau thermodynamique qui ont déjà pour commodité d'être accessibles en face avant. Le paramétrage de l'installation et le réglage des différentes fonctions s'est fait rapidement, au moyen d'un écran digital.

L'entretien est lui aussi simple et aisé. Un témoin indiquant le niveau d'encrassement est présent sur le panneau de contrôle du produit. Il indique le moment où il faut remplacer les filtres (généralement c'est tous les 6 mois). Les filtres sont facilement accessibles par le dessus en face avant. Dans le cas des logements des Bourderies, c'est le bailleur social qui assurera le changement des filtres. Même si nous n'avons pas encore de retour sur la durée de vie des chauffe-eau thermodynamiques, plus précisément de la PAC, estimée à 10 ou 12 ans, je pense que cet équipement tend à un coût global avantageux."

Résultats en bref

BBio : 24,30 pour un Bbio max de 60.
Cep (sans production électrique) : 40,97 kWhep/m².an pour un Cep max 69,90 kWhep/m².an.
Cep (avec production électrique - panneaux solaires) : -16,63 kWhep/m².an pour un Cep max 57,90 kWhep/m².an.
Tic (confort d'été) : 27,10°C pour un Tic max 30,10°C.

Label BEPOS effinergie

Cep mobilières et autres usages (médias, électroménager...) : 70 kWhep/m².an.
Bilan EPNR (énergie primaire non renouvelable) : 53,44 kWhep/m².an pour un écart autorisé de 55,25 kWhep/m².an.



4.2. RÉF. 2 : chauffe-eau thermodynamique individuel sur VMC individuelle

PROJET : Réhabilitation de 21 logements collectifs à Bédée

Maître d'ouvrage : ESPACIL Habitat



Action Logement

Niveau de performance : RT Existant

Principe de fonctionnement :

Le projet consiste à remplacer les ballons électriques en place par des chauffe-eau thermodynamiques au volume adapté à la typologie de logements. Le cahier des charges est le suivant :

T1 ▶ Edel 80 L

T2 ▶ Edel 100 L

T3 ▶ Edel 150 L

Les chauffe-eau sont raccordés sur air extérieur individuellement grâce à une ventouse concentrique DN 80/125.

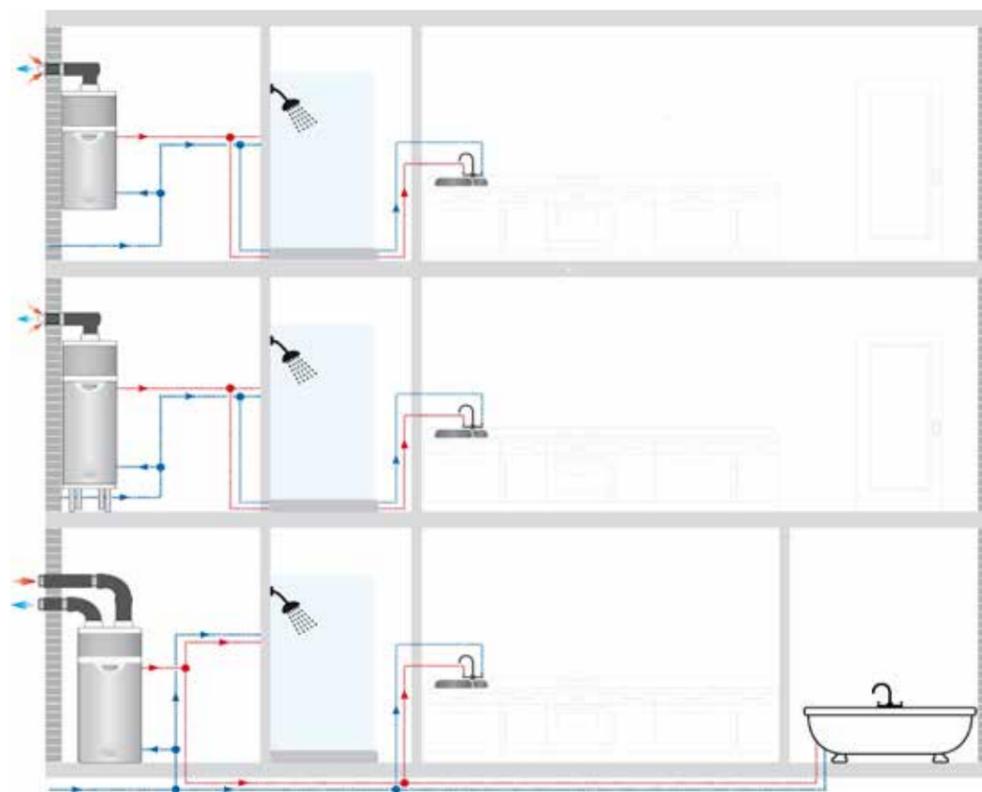
Les + de la solution :

Optimisation de la capacité du ballon par rapport à la typologie de logement ▶ optimisation du coût, de l'encombrement et suppression de la surconsommation due au maintien d'un volume inutile.

Raccordement aéraulique facilité par le choix d'une ventouse concentrique DN 80/125 par chauffe-eau.

Diminution des consommations par rapport à un chauffe-eau électrique.

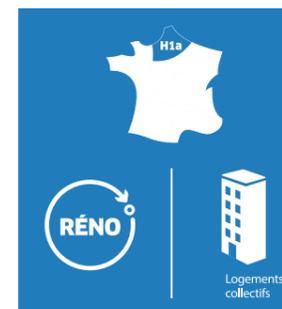
Encombrement équivalent à un chauffe-eau électrique (diamètre 52,5 cm).



4.3. RÉF. 3 : chauffe-eau thermodynamique individuel sur VMC individuelle

PROJET : RÉSIDENCE PAUL SIMON Dieppe (76)

150 Logements Collectifs - Années de
Rénovation : 2013 - 2014



Matériel installé : Ventilation

VMC HYGRORÉGLABLE TYPE B : HYGROCOSY BC

- Moteur VMC intégré au chauffe-eau
- Gamme universelle adaptée à toutes les configurations de logements
- Confort : seulement 22,8 dB(A) Lp (2m) à la bouche cuisine
- Jusqu'à 70% de gain de consommation par rapport à un autoréglable

Le + qui fait la différence :

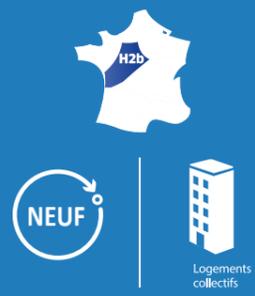
- Énergie renouvelable
- Simplicité d'installation et d'utilisation
- Confort
- Économies
- Produit valorisant

Acteurs du projet :

Maître d'ouvrage : Sodineuf • Bureau d'études : Sogeti • Architecte : A4 Architectures

4.4. RÉF. 4 : chauffe-eau thermodynamique individuel sur VMC collective

PROJET : RÉSIDENCE VICTORIA La Rochelle (17)
33 Logements Collectifs • Labélisation : RT2012



Matériel installé : Chauffage Principal

PANNEAU RAYONNANT : SOLIUS

- Chaleur rayonnante et instantanée
- Encombrement réduit

Matériel installé : Ventilation

CAISSON D'EXTRACTION À PRESSION AJUSTÉE: AIRVENT PA

- Ventilation auto-adaptative en débit et en pression
- Silencieux
- Système breveté

Acteurs du projet :

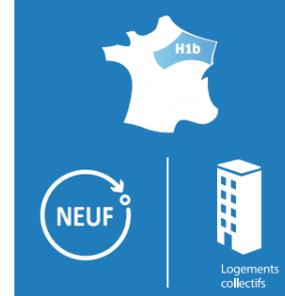
Maître d'ouvrage : Acco - Groupe Plaire • **Bureau d'études :** Thermi 17 • **Architecte :** A4 Architectures



4.5. RÉF. 5 : chauffe-eau thermodynamique individuel sur VMC collective

PROJET : SCCV OMEGA Troyes (10)

31 Logements Collectifs • Labélisation : RT2012
• Année de Construction : 2015 • Superficie : 732,6 m²



Matériel installé : Eau Chaude Sanitaire

CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUE SUR AIR EXTRAIT : AÉRAULIX 3

- Consommation minimale : seulement 15,1 W-Th-C pour un T4
- Moteur très basse consommation
- Très silencieux 27 dB(A) en mode VMC

Matériel installé : Ventilation

CAISSON DE VENTILATION INTÉGRÉ À L'AÉRAULIX 3

- Ventilation auto-adaptative en débit et en pression
- Très basse consommation

Acteurs du projet :

Maître d'ouvrage : Desimo • **Bureau d'études :** CT3E • **Architecte :** ARCHITECTURE CONCEPTION



4.6.

RÉF. 6 : chauffe-eau thermodynamique individuel sur retour de boucle de chauffage

PROJET : Extension et surélévation d'un immeuble de 4 logements à Paris avec Immobilière 3F

Maître d'ouvrage : Immobilière 3F

Bureau d'étude : Atelux Ingénierie

Niveau de performance : RT2012 – Valorisation de l'Edel EAU 150 L par Titre V Système RT2012

Principe de fonctionnement :

Raccordement hydraulique en chauffage des nouveaux logements sur la chaufferie existante.

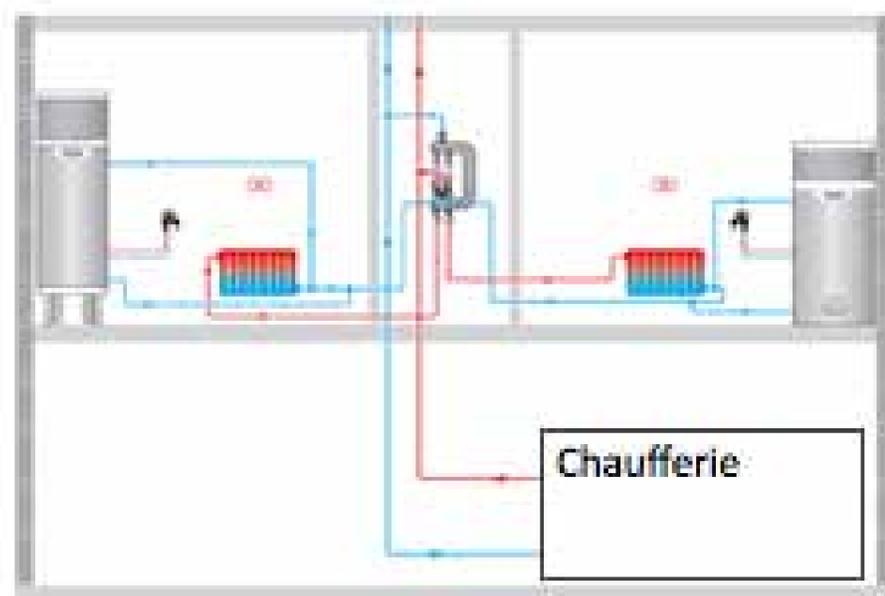
Production d'ECS individuelle par chauffe-eau thermodynamique Edel EAU sur retour de boucle de chauffage.

Les + de la solution :

- Encombrement du chauffe-eau thermodynamique optimisé (Diamètre 525 mm).
- Niveau de pression sonore de seulement 30 dB(A)
- Installation simplifiée (2 simples durites)
- Capacité adaptée à la typologie des logements



Auer
www.auer.fr



4.7.

RÉF. 7 : production d'ECS collective avec stockage et réchauffeur de boucle thermodynamique

PROJET : Rénovation de la production d'ECS dans un immeuble de 12 logements à Soissons

LOGIVAM SA d'HLM, entreprise sociale pour l'Habitat, gère plus de 5900 logements dans les départements de l'Aisne et de la Seine-et-Marne et a la volonté de baisser les charges de chauffage et d'eau chaude sanitaire de ces logements.

A Soissons, l'entreprise gère sur le quartier de la ZUS de Presles un patrimoine de 1235 logements collectifs construits dans les années 1975 avec la particularité d'être desservis par un réseau de chaleur urbain réhabilité et alimenté par une chaufferie bois performante.

Depuis la construction des logements, l'eau chaude sanitaire était produite à partir de ballons électriques individuels à accumulation dans chaque logement. Logivam a eu la volonté de transformer cette production d'eau chaude par un système plus économique. L'objectif étant de récupérer un maximum de calories gratuites afin de diminuer la facture énergétique.

SOLUTION ATLANTIC : Système Hydrapac d'Atlantic pour produire l'eau chaude sanitaire et réchauffeur de boucle thermodynamique

La solution Atlantic choisie est HYDRAPAC, une production d'ECS thermodynamique collective dans un local technique en sous-sol, accompagnée de la création d'un réseau de distribution d'eau chaude pour alimenter les logements à partir de cette installation en sous-sol.

La mise en service a été effectuée en Avril 2012.



Unité extérieure PAC Station hydraulique

Réchauffeur de boucle thermodynamique

Zoom sur le système de production d'ECS

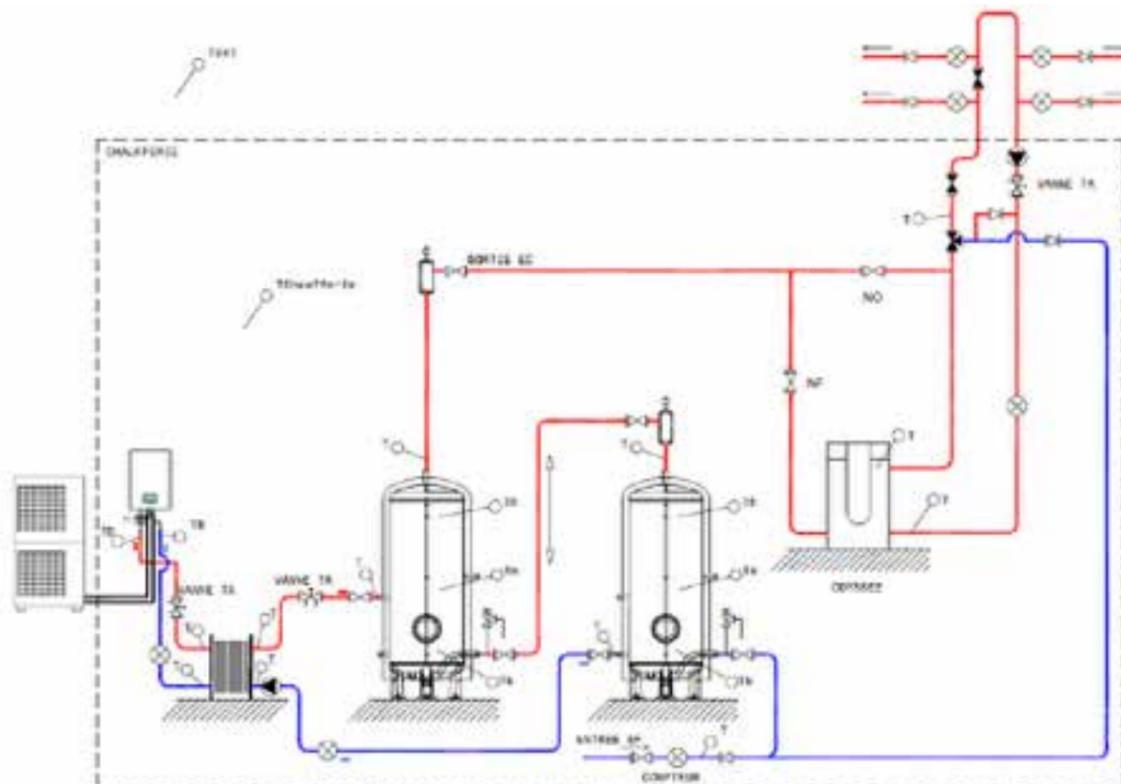
Mise en place :

- d'une pompe à chaleur de 11 kW sur air extérieur, installée au-dessus de l'entrée de service à l'arrière du bâtiment et d'une unité intérieure auprès des ballons de stockage.
- d'un stockage de 1500 L (soit 2 ballons de 750 litres car le local est exiguë, calorifuge de 10 cm de laine de verre),
- d'une boucle de distribution maintenue en température par un réchauffeur de boucle.



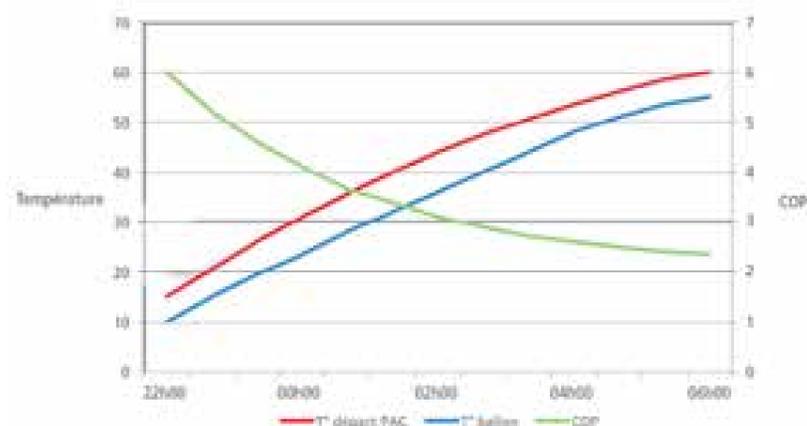
Le bâtiment concerné par cette rénovation était un immeuble de 6 niveaux, composés de 12 logements (7 de type 3 et 5 de type 4 hébergeant environ 30 personnes), avec une surface habitable totale de 841 m².

Schéma hydraulique de l'installation



Détail du fonctionnement ECS Thermodynamique Hydrapac :

Le système de production ECS fonctionne en mode accumulé : la charge permet de stocker les besoins journaliers préétablis. La pompe à chaleur produit alors l'eau chaude la nuit, pendant 8h non-stop. Même si les températures extérieures sont généralement plus basses la nuit, le fait de fonctionner durant la période nocturne offre certains avantages qui garantissent de meilleures performances. D'une part, après une journée de sous-tirages, le volume d'eau froide dans le ballon est important et permet d'optimiser le COP du système (voir courbe). D'autre part, les sous-tirages sont moins importants la nuit et ne perturbent pas le cycle de réchauffage du ballon. Enfin, la charge nocturne permet de profiter d'une tarification d'électricité heures creuses.



La PAC peut assurer un départ d'eau à 60°C jusqu'à une température extérieure de -20°C.

L'intérêt de piloter une charge la plus progressive possible est d'optimiser la puissance consommée par la PAC et donc de minimiser les consommations électriques. Le but est de réduire ces consommations par rapport à celles des ballons classiques, tout en produisant la même quantité d'ECS. La rampe de montée en charge est assurée par le régulateur Inverter intégré dans la PAC.

Bilan énergétique

Avant les travaux, sur les 190 kWhp/m²/an consommés par les logements, la production d'eau chaude sanitaire réalisée par le ballon électrique représentait 75 kWhp/m²/an, soit 40 % des besoins en énergie primaire.

L'objectif de la rénovation était d'alléger la facture d'électricité pour la production d'eau chaude sanitaire avec une nouvelle consommation pour l'ECS évaluée à 35 kWhp/m²/an.

A l'issue d'une première phase de fonctionnement (février 2013 à juillet 2013), un premier bilan a été réalisé. La consommation d'énergie primaire Cep extrapolée sur l'année atteignait 29 kWhp/m²/an. Le fonctionnement du système était satisfaisant avec un apport en énergie renouvelable supérieur à 50%.

Néanmoins, une marge de progression semblait possible. La diminution des pertes statiques et des pertes de boucle était un levier possible pour réduire la consommation d'énergie primaire de l'installation. La consommation cible était alors de 24 kWhp/m².an.

Pour l'atteindre, la température de sortie du réchauffeur a été abaissée à 55°C et le débit boucle ajusté pour respecter un retour à 50°C. L'isolation n'a pas été modifiée mais une épaisseur d'isolant de 20 mm à la place des 9 mm aurait été également pertinente pour diminuer la consommation énergétique.

BILAN DES DEPENSES ENERGETIQUES sur l'opération du 19 rue Léon Blum à SOISSONS

Coût estimé avec un chauffe-eau électrique individuel en double tarif : 10,20 € TTC le M3 (hors eau froide)

Coût facturé individuellement aux locataires après installation de la solution HYDRAPAC à 5,15 € TTC le M3 (hors eau froide)

Soit 50 % d'économies réalisées

Focus HYDRAPAC

Elle est composée de :

une unité extérieure, où l'on retrouve :

- un détendeur : le fluide frigorigène à haute pression, sous-refroidi et entièrement liquéfié, qui provient du condenseur, est ramené à basse pression et basse température avant d'entrer dans l'évaporateur,
- un évaporateur : en prélevant des calories sur l'air extérieur, le fluide frigorigène à basse pression et basse température se vaporise entièrement avant d'arriver au compresseur,
- un compresseur : le fluide frigorigène entièrement vaporisé, qui provient de l'évaporateur, est porté à haute pression et haute température à la sortie du compresseur,
 - une station hydraulique, équipée de deux échangeurs montés en série afin d'éviter tout risque de contact, entre le fluide frigorigène et l'eau sanitaire, conformément à la réglementation.
 - un condenseur, où le fluide frigorigène transmet ses calories au circuit primaire,
 - un échangeur à plaques brasées, raccordé en série avec le condenseur, où le circuit primaire transmet ses calories au circuit sanitaire, qui est ainsi porté à une température qui peut atteindre 55 °C,
 - une régulation qui garantit la température de consigne souhaitée dans le ou les ballons de stockage thermodynamiques
 - un ou plusieurs ballons de stockage thermodynamiques : l'eau chaude sanitaire produite par la PAC (à température maximale de 55 °C) vient charger progressivement le ou les ballons pendant la nuit,
 - un appoint : dans le cas où la consigne de température du ballon n'est pas atteinte, l'eau sera réchauffée jusqu'à la consigne par une résistance électrique intégrée.
 - un réchauffeur de boucle : les retours de bouclage sont réchauffés par le réchauffeur de boucle, cela évite qu'ils retournent dans le ballon de stockage eau chaude et le refroidissent.

4.8. RÉF. 8 : production d'ECS collective avec stockage

PROJET : RÉGION ÎLE DE FRANCE
EFIDIS LES CHAPERONS - BRIE COMTE ROBERT
(77170) 206 logements sur 12 ilots



Matériel installé : HYDRAPAC

- Unité Intérieure et extérieure
- 2 Corfl ex 1000L
- RSB 75L

Le + qui fait la différence :

Suite à la réglementation touchant les bailleurs sociaux, les produits Atlantic Guillot ont contribué à rendre la résidence plus respectueuse de l'environnement, plus économe en énergie et passe en Label C.

Acteurs du projet :

Maître d'ouvrage : Efidis • **Bureau d'études :** SAPA • **Installateur :** Cofely



COÛTS

Coût global
du chantier :
≈ 200.000 €

4.9. RÉF. 9 : production d'ECS collective avec PAC solaire

PRESENTATION DU PROJET : Neuf

Nombre de logements : 54
Surface : 2833 m² - Localisation : Marseille
(H3) - Consommation d'énergie : Label BBC-Effinergie®



L'installation technique :

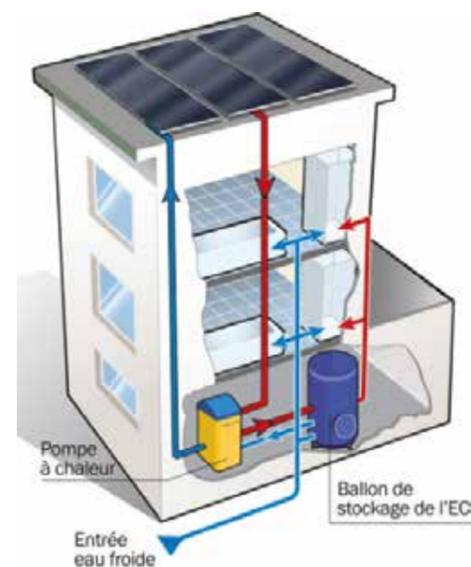
Solution installée : heliopacsystem®

PAC : 2 Pompes à chaleur eau glycolée solaire / eau Solerpac®12 kW

Capteur solaire : 100m² de capteurs solaire atmosphérique

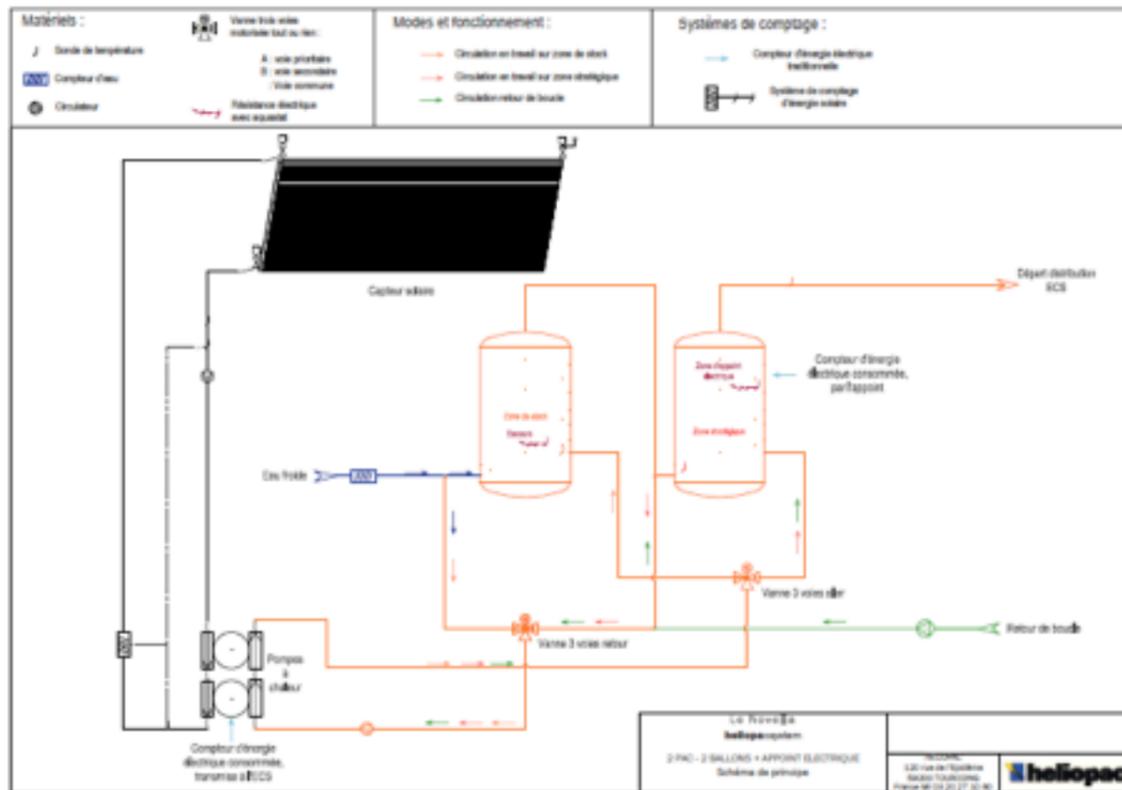
Stockage : 2 x 2 000 L de stockage d'ECS

heliopacsystem® est une technologie de production d'eau chaude sanitaire pour le collectif utilisant l'énergie du soleil et la chaleur de l'atmosphère. L'énergie calorifique est récupérée en toiture par un capteur solaire et atmosphérique de 100m². Celui-ci est relié aux évaporateurs de deux pompes à chaleur (eau/eau) qui valorisent les calories récupérées par le capteur et les transmettent aux ballons d'eau chaude sanitaire.



Performances mesurées sur le site

Période du 1 ^{er} mars 2015 au 1 ^{er} avril 2016	
% apport en ENR des capteurs solaires atmosphériques	70%
% apport électrique de la PAC	27%
% Apport électrique	3%
COP annuel de la PAC	3.63



Présentation des acteurs :
Bureau d'études : Elithis Dijon
Installateur : Sodexal
Installateur : Heliopac



4.10. RÉF. 10 : production d'ECS collective avec récupération sur Air extrait

« Pompe à chaleur à absorption géothermique avec récupération sur Air extrait »

PRESENTATION DU PROJET :

Bouygues immobilier - Opération Cœur de Ville - A Annemasse (74) - 89 logements neufs.



L'objectif initial de cette opération était de récupérer les calories de l'air extrait pour diminuer le nombre de sonde géothermique.

L'opération de Bouygues immobilier, de par sa taille, a permis de se passer totalement des sondes géothermique et de n'utiliser comme unique source froide les calories présent dans l'air extrait du bâtiment.

L'installation technique :

Les calories de l'air extrait sont récupérées dans un ballon de stockage de 1500 litres. Ces calories servent de source froide à deux pompes à chaleur à absorption qui assurent le chauffage et le préchauffage de l'eau chaude sanitaire du bâtiment.

Le tout est appuyé par deux chaudières à condensation.

Les deux pompes à chaleur à absorption pèsent 33% de la puissance totale installée mais couvrent plus de 50% des besoins du site.

Ce dimensionnement base + appoint a été réalisé pour optimiser l'investissement.

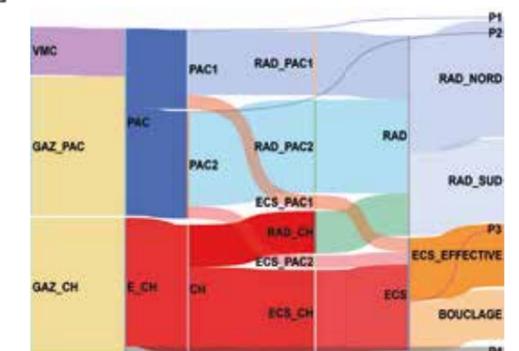
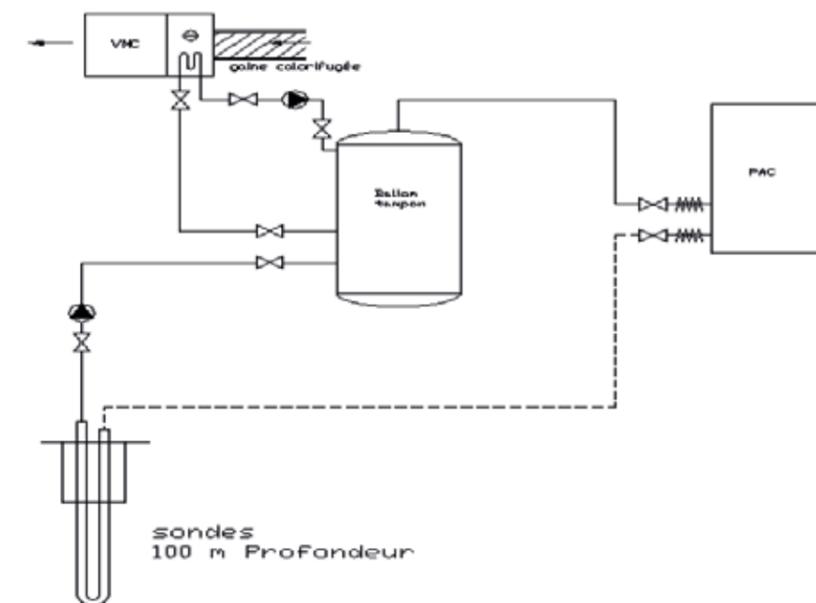
Chaque technologie est utilisée au mieux :

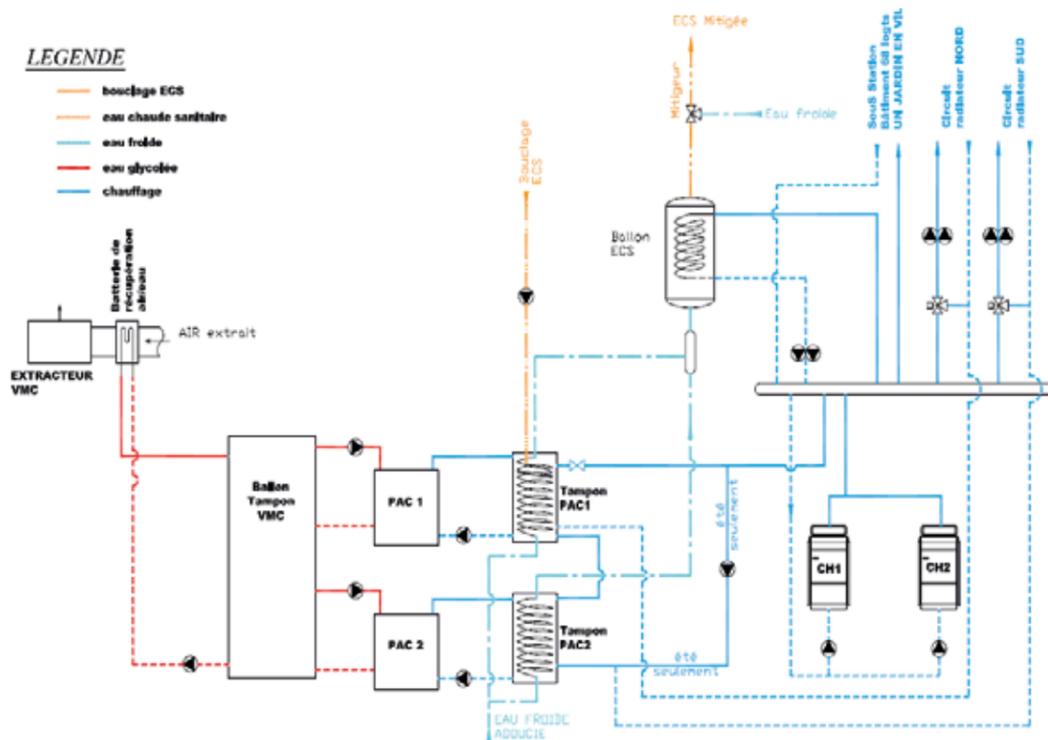
- Les pompes à chaleur pour les températures les plus basses : chauffage et préchauffage de l'ECS
- La chaudière pour les hautes températures comme par exemple pour combattre les pertes de bouclage

Aujourd'hui l'installation affiche un rendement global de 120%.



Ballons tampon des deux pompes à chaleur qui assure le préchauffage de l'ECS





Batterie de récupération sur la VMC



Réseau VMC califugé en terrasse



TÉMOIGNAGE DU BUREAU D'ETUDES

Dominique Céna, Président

"Notre client souhaitait, pour la production de chaleur, un équipement performant avec des solutions innovantes et fiables. Disposant du gaz naturel sur le site nous avons naturellement cherché la meilleure utilisation possible d'une pompe à chaleur gaz à absorption. Récupérer la chaleur perdue de la VMC s'est avéré intéressant avec un investissement moindre que des sondes géothermiques profondes, pour lesquelles nous n'avions de toute façon pas la place suffisante sur le terrain. Cette solution simple et facilement reproductible puisque tout l'équipement est regroupé au sous-sol, donc sans impact esthétique, ni acoustique pour le voisinage."

TÉMOIGNAGE DU MAÎTRE D'OUVRAGE

Julien Pillot, Manager de programme Valorisation du bâtiment

"Avec COEUR DE VILLE, puis UN JARDIN EN VILLE, Bouygues Immobilier a souhaité proposer à ses clients un cadre de vie privilégié avec un îlot de verdure au cœur d'Annemasse mais aussi des équipements performants et des solutions innovantes, simples et fiables, qui se traduisent en économies d'énergie pour les occupants de cette résidence."



4.11. RÉF. 11 : production d'ECS collective avec PAC géothermique

PRESENTATION DU PROJET : Neuf

Nombre de logements : 200

Localisation : Roquebrune Cap Martin (H3)

Consommation d'énergie primaire : inférieure à 40kWh/m²



La chaleur des eaux épurées est transmise via des échangeurs à un circuit d'eau appelé «boucle d'eau tempérée». Grâce à cette chaleur, l'eau de la boucle se maintient à environ 15/20°C, constituant ainsi la source dans laquelle les pompes à chaleur, réparties en 4 installations, puisent les calories.

En valorisant ces calories, les pompes à chaleur permettent de réchauffer l'eau des ballons de stockage ECS qui alimente les locaux en eau chaude sanitaire (55°C).

L'éco-quartier « Capazur » réunit 7 bâtiments certifiés Bâtiment Basse Consommation. Ils abritent 200 logements dont plus de la moitié de logements sociaux, une crèche, une résidence de tourisme avec piscine et des espaces de bureaux.

Les eaux épurées de la station d'épuration HQE située à environ 500m du quartier ont été identifiées comme une ressource énergétique disponible et renouvelable. Destinées à être rejetées en mer à une température de 15 à 20°C, elles constituent une source énergétique pour la production du chauffage et de l'ECS.

Le projet devait satisfaire plusieurs critères ayant trait à la performance énergétique :

- Respecter à la lettre la Réglementation thermique de 2005/ label BBC;
- Afficher un bilan carbone exemplaire

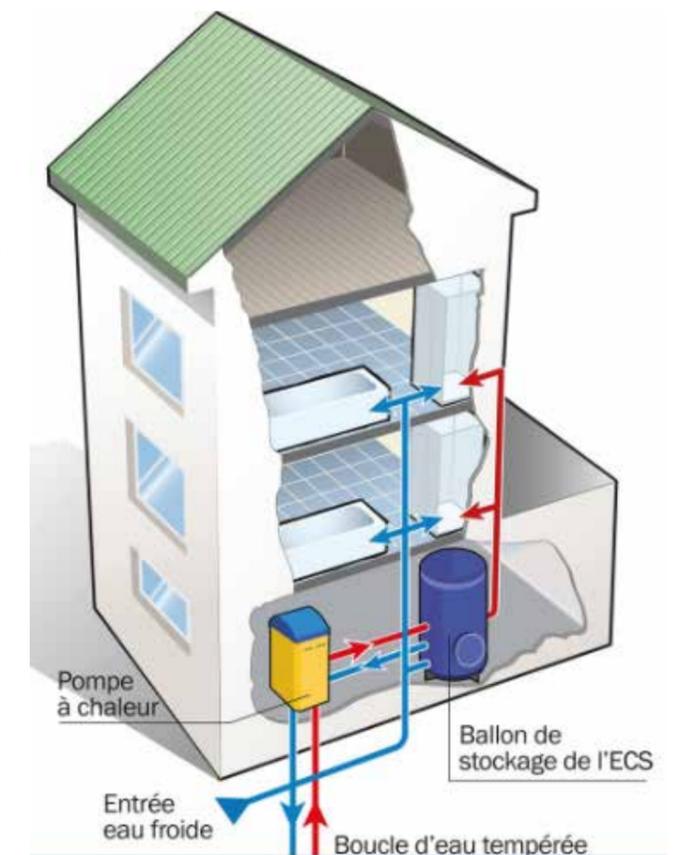
L'installation technique :

Solution installée : geopacsystem

PAC : 8 pompes à chaleur/eau Solerpac® 12 kW réparties en 4 sous-stations.

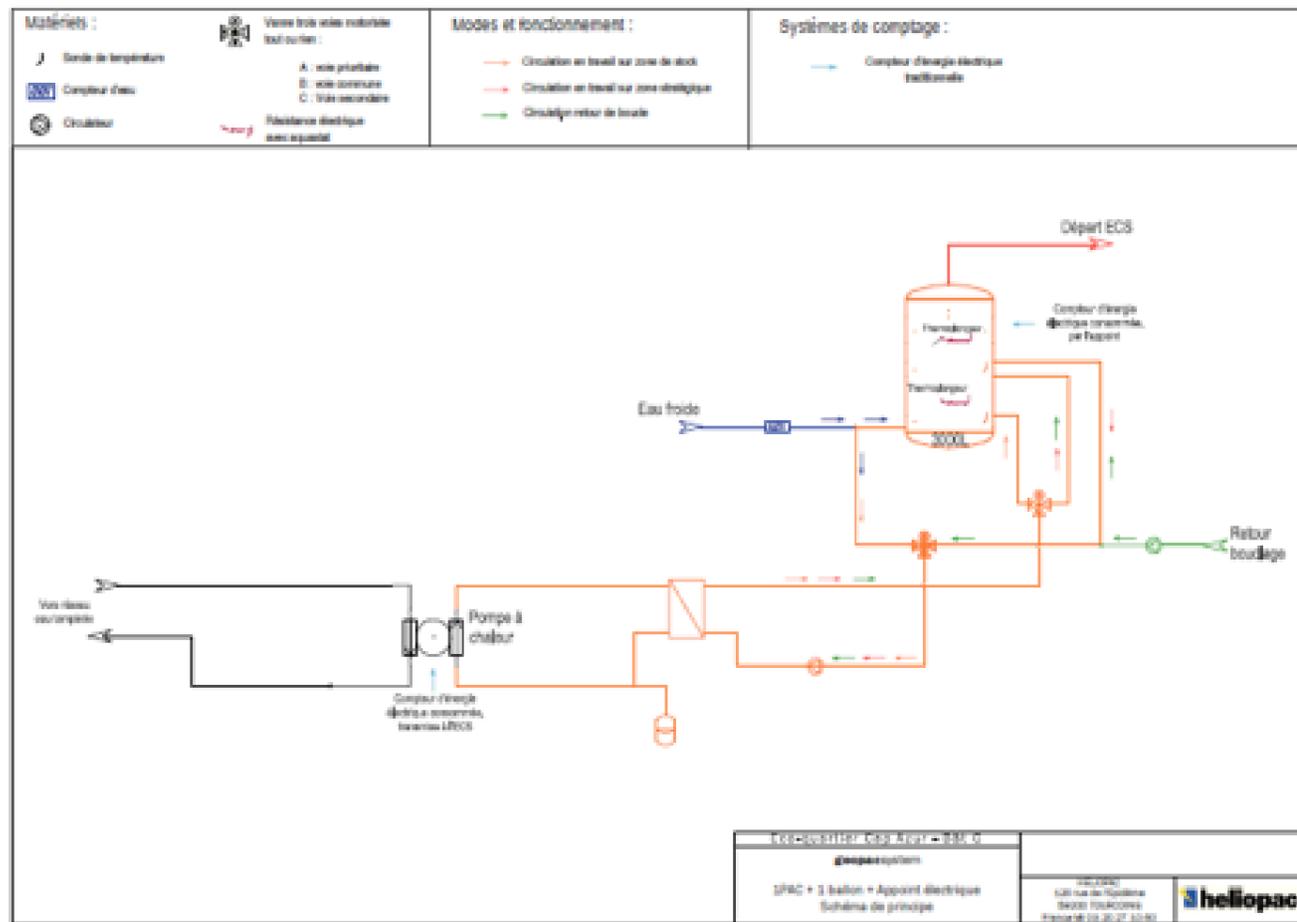
Stockage : 17 000L de stockage d'ECS au total

Sous-stations	Nombre de PAC	Ballons de stockage
Bâtiment A et B	3 PAC 12 kW	3 x 2 000 L
Bâtiment C	1 PAC 12 kW	3 000 L
Bâtiment E	2 PAC 12 kW	4 000 L
Bâtiment F	2 PAC 12 kW	4 000 L



4.12.

RÉF. 12 : production d'ECS collective avec PAC au CO₂



Présentation des acteurs

Maître d'ouvrage : Bouygues Immobilier **Opérateur :** EDF Optimal Solutions • **Baillieur Social :** Habitat 06 • **Gestionnaire de la station d'épuration :** Véolia • **Fabricant :** Heliopac

INTERVIEW

Christophe Rodriguez, Directeur Ingénierie à la Direction Technique et Grands Projets d'EDF Optimal Solution.

«Plusieurs raisons nous ont poussés à nous tourner vers la solution geopacsystème® pour la production de l'eau chaude sanitaire (en complément d'une solution Pac Thermofrigopompe pour le chauffage, le préchauffage de la piscine et le rafraîchissement) :

Son bilan carbone, La production d'eau assurée par cette installation n'occasionne aucun rejet de CO₂ sur le site. Les seules émissions de carbone générées par l'installation tiennent à l'énergie électrique consommée par les équipements mis en place. C'est 85% de moins que la solution initialement envisagée, consistant en un mix de gaz naturel et de 20 à 30% d'énergies renouvelables (solaire thermique).

Son apport ENR, Le réseau de chaleur satisfait 100% des besoins de l'éco-quartier en eau chaude sanitaire. 70% des

besoins énergétiques liés à ces usages seront couverts par les énergies renouvelables ; les 30% restant correspondent aux consommations énergétiques de différents équipements du réseau de chaleur : pompes à chaleurs, échangeurs, système de pilotage etc.

Son impact positif sur la facture finale. On estime que le coût d'usage de production d'eau chaude sanitaire d'un logement à Cap Azur s'élèvera à :

- 5% de moins que la solution initialement envisagée
- Environ 30% moins cher que le coût d'eau chaude sanitaire dans un logement similaire des années 70 ;

Il est à noter qu'en cas d'éventuelles augmentations du prix du gaz, l'écart au profit de la solution retenue va s'accroître ;

Reposant à 70% sur les énergies renouvelables, la solution énergétique choisie permettra aux locataires de bénéficier d'une TVA réduite de 5,5% au lieu de 20%, de quoi alléger encore plus leurs charges et de disposer d'une excellente visibilité sur son budget Energie pour au moins 20 prochaines années. En effet, la facture d'eau chaude sanitaire restera sensiblement au même niveau sur toute la durée du contrat (20 ans) en raison de la part des énergies renouvelables dans la chaleur produite (70%). Décorrélées des énergies fossiles, les ENR sont en effet moins sujettes aux fluctuations de prix. »



PRESENTATION DU PROJET : «Villa Plaisance»

Lieu : Plaisance du Touch (Banlieue de Toulouse) - **Zone RT :** H2C - **Réalisation neuve** - **Date :** mars 2015- **Bâtiment neuf R+1 - 8 logements sur 2 niveaux 2 x T2 & 6 x T3**

Equipements : Chauffage électrique par panneaux rayonnants - Ventilation centralisée simple flux installée en comble

L'installation technique :

Production et stockage centralisé en local technique

2 PAC au CO₂ fonctionnant sur air extérieur, alimentent directement 2 tanks montés en série

Distribution ECS par bouclage et retour au tank

Production d'ECS à 65°C (élimination du risque Légionelle)

Fonctionnement 100% thermodynamique jusqu'à -15°C d'air extérieur

Appoints électriques de secours

Gaines isolées diamètre 200mm

Puissance PAC : 2 PAC de 3.5kW mode ECO, 4.5kW mode Confort

2 Tanks ECS de 400L

ECS consommée : 1600L/jour à 40°C (mesuré sur site)

COP saisonnier PAC seules : 3.1 (mesuré sur site)

Performance selon EN16147 : Système 2 PAC + 2 ballon 400L / COP 3.4 cycle 4XL / COP 3.2 cycle 3XL

Jusqu'à 1300 Litres d'eau chaude à 40°C disponible par jour et par PAC

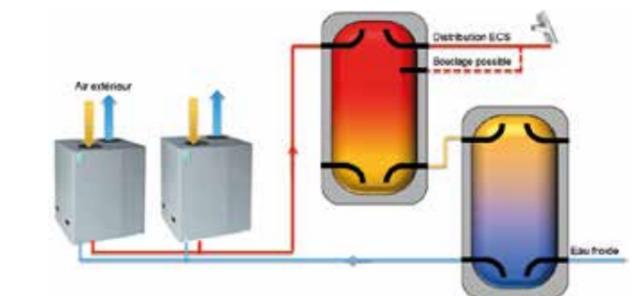
Fonctionnement silencieux (Pression acoustique 40dB(A) à 1m)

Faibles besoins de maintenance, pas de recharge de réfrigérant R744 (CO₂)

Alimentation ~230V, mono, 50Hz, max 16A

Système de production ECS modulable de 1 à 3 PAC

Le stockage est adapté à l'application



Présentation des acteurs

SANDEN Environmental Solutions
www.sanden-es.com

ALDES : Partenaire et distributeur
www.aldes.fr

Atmosphère : Bureau d'étude
www.atmosphere-conseil.fr

4.13.

RÉF. 13 : production d'ECS collective avec PAC au CO₂

PRESENTATION DU PROJET : « Nexity »

Lieu : Lille - **Zone RT :** H1a - **Réalisation neuve** - **Date :** Livraison décembre 2015

Bâtiment neuf R+2 - 14 Logements sur 3 niveaux, le rez-de-chaussée accueillant en plus garages et locaux techniques 4 x T1 & 6 x T2 & 4 x T3

Equipements : Chauffage électrique par panneaux rayonnants

Ventilation collective simple flux en toiture

L'installation technique :

Production et stockage centralisé en local technique

2 PAC au CO₂ fonctionnant sur air extérieur, alimentent directement 1 tank de stockage ECS

Distribution ECS maintenue en température par traçage électrique

Production d'ECS à 65°C (élimination du risque Légionelle)

Fonctionnement 100% thermodynamique jusqu'à -15°C d'air extérieur

Appoints électriques de secours 9kW

Liaison aéraulique vers l'extérieur par monotube mural bidirectionnel 300mm

Fonctionnement 100% thermodynamique jusqu'à -15°C d'air extérieur

Appoints électriques de secours 9kW

Liaison aéraulique vers l'extérieur par monotube mural bidirectionnel 300mm

Puissance PAC : 2 PAC de 3.5kW mode ECO, 4.5kW mode Confort

1 Tank ECS de 750L

Besoin d'ECS estimés 1050L/jour à 60°C, soit 1750L/jour à 40°C selon tirages AICVF 2004

Performance selon EN16147 : Système 2 PAC + ballon 750L / COP 3.4 cycle 4XL

Système 1 PAC + ballon 400L / COP 3.2 cycle 2XL

Jusqu'à 1300 Litres d'eau chaude à 40°C disponible par jour et par PAC

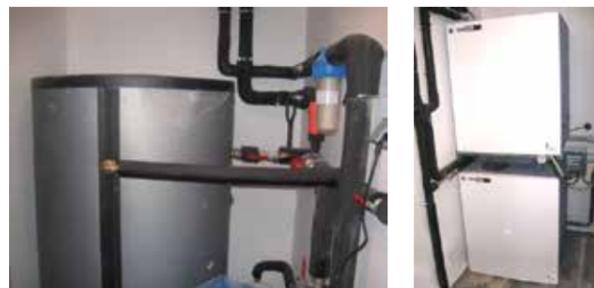
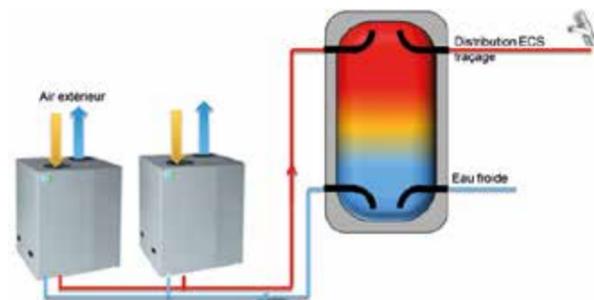
Fonctionnement silencieux (Pression acoustique 40dB(A) à 1m)

Faibles besoins de maintenance, pas de recharge de réfrigérant R744 (CO₂)

Alimentation ~230V, mono, 50Hz, max 16A

Système de production ECS modulable de 1 à 3 PAC

Le stockage est adapté à l'application



Présentation des acteurs

SANDEN Environmental Solutions

www.sanden-es.com

TecControl : Partenaire et distributeur

www.teccontrol.fr

Icofluide : Bureau d'étude

www.icofluides.fr



4.14.

RÉF. 14 : production d'ECS collective avec PAC air/eau et accumulateurs hors pression couplés à du solaire

PRESENTATION DU PROJET : Résidence « Central Parc »

Lieu : Meze (34)- **Logements neufs RT 2005**

Label BBC Effinergie avec titre V opération * Résidence de 44 logements en R+4 avec un sous-sol de parking et une toiture terrasse :

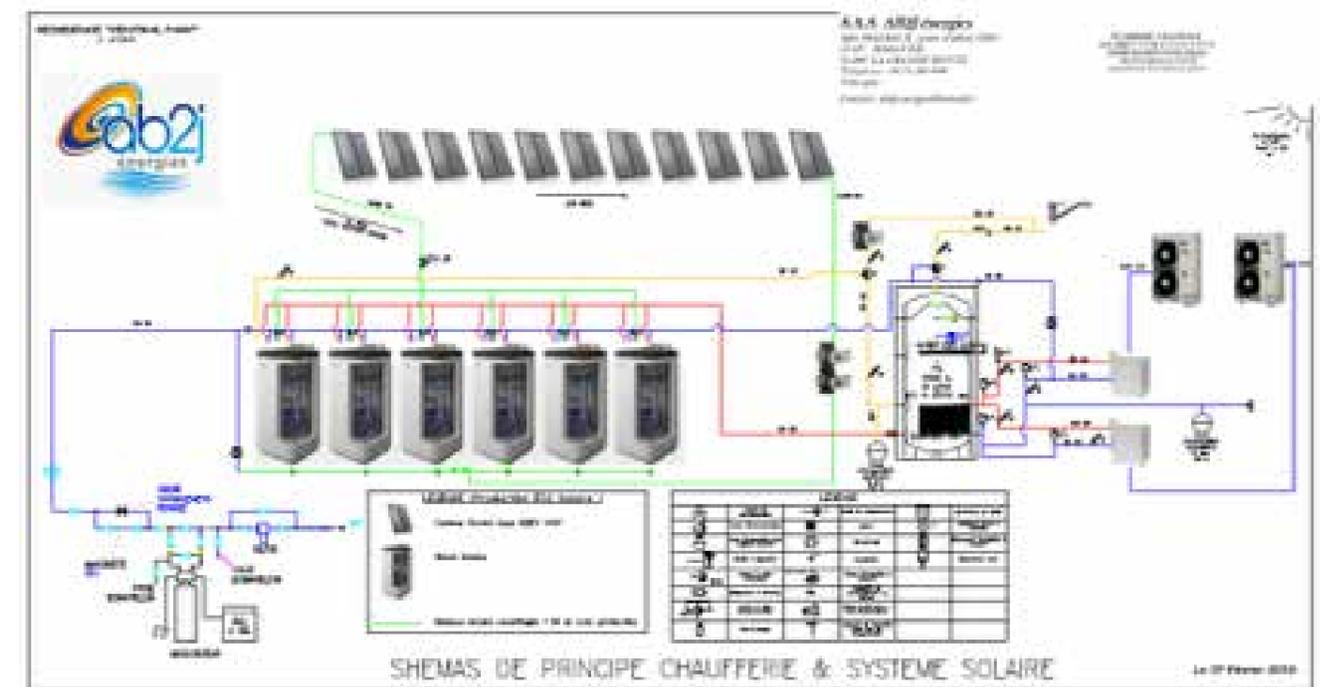
06 logements de types T1

15 logements de type T2

17 logements de type T3

07 logements de type T4

01 logement de type T5



L'installation technique :

PRODUITS DAIKIN INSTALLÉS :

6 accumulateurs hors pression type HybridCube couplés en parallèle

20 panneaux solaires thermiques Solaris V26P sur toiture terrasse.

2 pompes à chaleur Daikin Altherma Haute température en cascade.

Présentation des acteurs

Industriel : Daikin • **Bureau d'études :** BET Durand / Néo Energies • **Promoteur :** R. Verret
Installateur : Joël Canet (AB2J Energies)



Niveau de performance BBC RT 2005 et caractéristiques

Exigences BBC RT 2005, constructions résidentielles neuves pour la ville de Mèze sont fixées à 40 kWhEP/m².an

Niveau BBC RT 2005 obtenu avec le titre V opération : 38,68 kWhEP/m²ShonRT

Coefficient de conversion en ECS thermodynamique = 0,394

COP/Electrique = 2,54

Les + de la solution Daikin:

Une solution mixte très performante

Pompe à chaleur Haute température, fonctionnement 100% thermodynamique et une sortie d'eau jusqu'à 80°C, de -20°C à +35°C ext.

Accumulateurs hors pression avec réchauffage ECS dans un échangeur-serpentin en semi-instantané immergé dans la masse d'eau des accumulateurs

Préchauffage solaire avec système à vidange automatique sans additif

Témoignages

BUREAU D'ETUDES

Sylvain Masson, co-gérant du BET Durand ne cache pas son enthousiasme pour le système qu'il qualifie de très ingénieux et innovant dans sa conception.

« La solution Daikin Rotex est un montage idéal non seulement en matière d'économies d'énergie mais aussi pour la fourniture instantanée d'eau chaude sans eau stagnante avec les risques potentiels de légionellose que l'on connaît. »

PROMOTEUR

« Suite à une expérience antérieure décevante, j'ai constaté des coûts en électricité bien trop élevés, et j'ai donc souhaité tester le système Daikin/Rotex afin de ne pas grever notamment les charges des propriétaires. »

INSTALLATEUR

L'installateur Joël Cannet souligne la flexibilité du système comme un réel atout car il s'adapte à tous types d'installation - réchauffement de piscine, maison individuelle, logement collectif et petit tertiaire

« Le système avec son principe « d'interrupteur/vidange » sur le solaire, permet de ne plus subir mais au contraire d'exploiter au maximum le solaire.

Aucune calorie ainsi ne se perd ».



4.15.

RÉF. 15 : production d'ECS collective avec PAC gaz

PRESENTATION DU PROJET : Résidence 9 Town

Lieu : Lyon - Vaise (69) - Logements neufs
Secteur privé - Livraison : automne 2014

Livrée en octobre 2014, 9 Town est une nouvelle résidence de 106 appartements à Lyon dans le quartier de Vaise avec des prestations haut de gamme.

Les appartements, soumis au cahier des charges de Grand Lyon Habitat durable, répondent aux normes de la RT 2012.

L'exposition solaire des appartements a été étudiée avec attention et le bâtiment dispose d'une isolation thermique renforcée.

Le promoteur, Noaho, souhaitait réaliser un ensemble de logements répondant aux exigences des bâtiments basse consommation, tout en conciliant bien-être et budget.

Les points forts du projet

RT 2012 avec EnR conformément au référentiel Grand Lyon Habitat Durable
Solution performante innovante permettant d'obtenir des rendements élevés

Confort des logements

L'installation technique :

SYSTEME ENERGETIQUE RETENU

Chauffage et ECS : Pompe à chaleur à absorption au Gaz Naturel

Émission : Vecteur Air

Ventilation : VMC simple flux hygro B basse consommation



Performances énergétiques

Zone Climatique H1c	Projet	Référence RT 2005	Gain
Isolation Ubat moy. (en W/m ² .K)	0,45	0,65	31,4%
Consommation Cep moy. (en kWhEP/m ² .an)	54,9	121,5	54,8%

Décomposition de la consommation d'énergie primaire du Projet

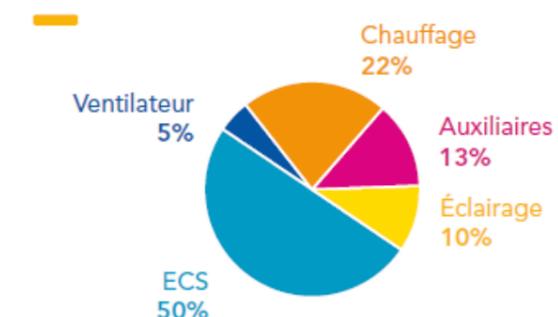
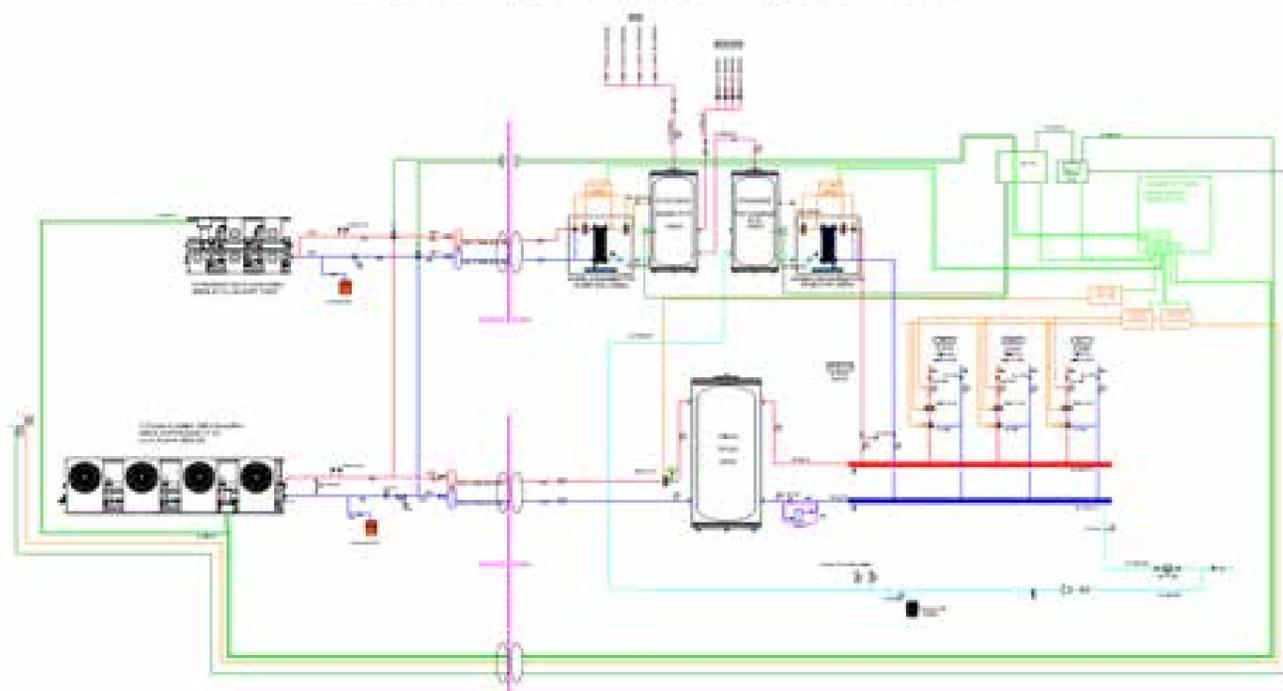


Schéma de principe



Schéma Exécution Production Chauffage ECS - TOWN



La solution retenue :

La production de chaleur est assurée par un ensemble de 4 pompes à chaleur à absorption gaz d'une puissance thermique de 150 kW, couplées à 175 kW de chaudières gaz à condensation extérieure montées sur rack en toiture terrasse.

L'ensemble de production assure chauffage et ECS. L'émission de chaleur dans les logements est assurée par une solution vecteur air.

Le chauffage par vecteur air à très basse vitesse a été choisi pour ses qualités acoustiques et le confort de sa diffusion de chaleur. Chaque pièce de vie dispose d'une bouche soufflage/reprise et d'un thermostat individuel permettant la régulation de la température pièce par pièce.

Descriptif des travaux réalisés



Présentation des acteurs

- GRDF • Christophe Lannes
- NOAHO • J. Martial Anizot
- BETREC IG • Edern Juin
- HABITAT By France AIR • Julien Rodet

« Nous souhaitions réaliser un projet de logements répondant aux exigences de normes BBC qui allierait confort et économies d'énergie, nous avons donc privilégié des apports solaires maîtrisés pour tenir compte du confort d'été, des isolations thermique et acoustique renforcées, un système de chauffage doux mais sans inertie, individuel et modulable pièce par pièce, et de surcroît économique grâce à des apports gratuits renouvelables. Le but étant de faire réaliser à nos acquéreurs des économies d'énergie, tout en garantissant un confort optimal.

Les pompes à chaleur à absorption gaz pour la production d'eau chaude sanitaire et de chauffage nous a semblé totalement adaptées à nos objectifs. Ce type de production associé à un chauffage par un vecteur air (libérant de l'espace «meubleable») répond ainsi au but que nous nous étions fixé sur ce projet : apporter à nos clients confort et économies d'énergies.» **Martial Anizot, Directeur technique.**

Murs extérieurs	Béton cellulaire Siporex + TH32 100 mm (R=3,1)
Toiture	Toit terrasse béton + Efigreen 200 mm (R=8)
Plancher bas sur sous-sol	TMS 60 mm sous chape (R=2,7) + isolant sous dalle (R=2,8)
Plancher bas sur terre plein	Isolant sous chape TMS 80 mm
Porte	Ud=1,4
Menuiseries	PVC 4/16/4 argon Uw=1,5

4.16. RÉF. 16 : production d'ECS collective avec PAC solaire sur capteurs hybrides

PRESENTATION DU PROJET : Neuf

- Lieu : Toulouse (H2c)
- Nombre logements : 31
- Surface (SRT) : 2184m²
- Localisation : Toulouse (H2c)
- Cep max : 55 kWhep/m²
- Consommation d'énergie primaire : 50.2 kWhep/m²

La résidence « Les Jardins du parc » est composée de 31 logements répondant aux niveaux d'exigences fixés par la réglementation RT2012. Elle a été pensée pour réduire les déperditions énergétiques tout en intégrant des équipements performants.

Le chauffage des logements est assuré par des panneaux rayonnants. L'eau chaude sanitaire collective est produite par l'association d'une pompe à chaleur et de capteurs solaires photovoltaïques et thermiques.

Une innovation qui génère à l'année environ 8 000 kWh d'ENR.

Ceci permet de couvrir environ 1/3 des consommations de la VMC, le reste étant utilisé pour la production d'eau chaude.

Une autoproduction d'énergie qui diminue également les émissions de CO₂.

La résidence a reçu la Pyramide d'argent du prix EDF 2015 en récompense de ses performances énergétiques.

L'installation technique :

SOLUTION INSTALLÉE : HELIOPACSYSTEM+

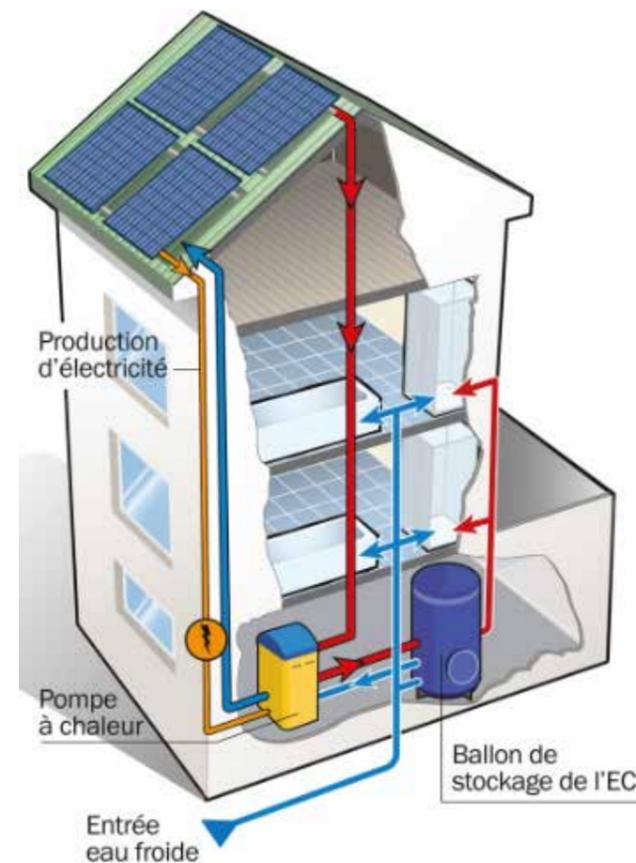
PAC : 1 Pompe à chaleur eau glycolée solaire/eau Solerpac® 12 kW

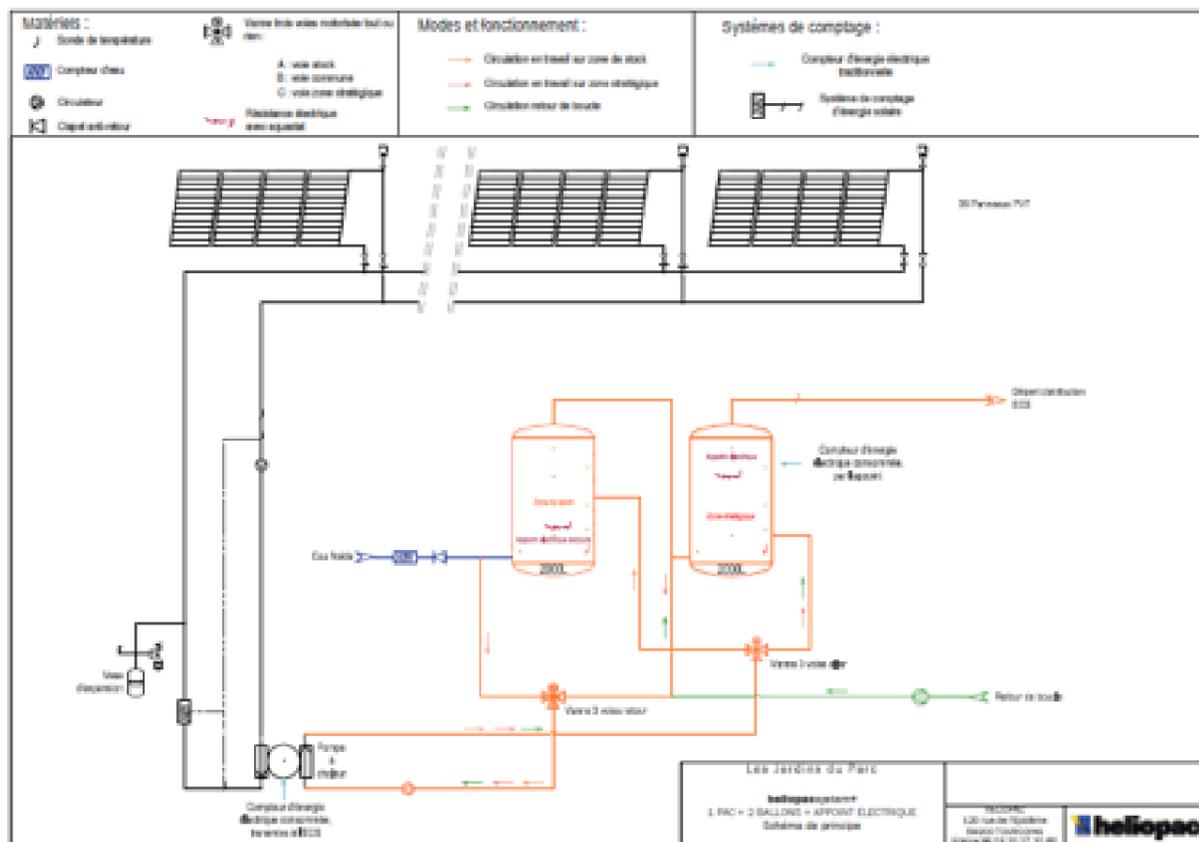
Capteurs solaires : 36 panneaux photovoltaïques / thermiques (PVT) représentant une surface totale de 60m²

Puissance PV : 9 kWc

Stockage : 4000L de stockage d'ECS

heliopacsystem+ est une technologie de production d'eau chaude sanitaire thermodynamique centralisée qui produit également de l'électricité. Le système comprend 60m² de capteurs solaires hybrides, composés d'un échangeur thermique adossé à un panneau photovoltaïque haut rendement. Ces capteurs solaires fournissent de la chaleur et d'électricité à une pompe à chaleur eau/eau à laquelle ils sont associés.





4.17. RÉF. 17 : production d'ECS collective avec PAC haute température

PRESENTATION DU PROJET : Construction d'une résidence étudiante de 110 logements à Lille

Principe de fonctionnement :

Le chauffage est assuré par des panneaux rayonnants.

L'eau chaude sanitaire est assurée par un chauffe-eau thermodynamique collectif MegaPAC70 composé de :

- 3 pompes à chaleur haute température HRC70 installées en toiture terrasse
- 2 préparateurs d'ECS VS2500 L sont installés en local technique au RDC
- Une Chaudière gaz condensation Pulsatoire assurant le secours et l'appoint
- Un bouclage sanitaire assuré par les pompes à chaleur HRC70

Les + de la solution :

- Raccordement hydraulique simple (distance de 35 m entre les unités extérieures et le local technique)
- Niveau de performance RT2012 élevé
- Faible encombrement en chaufferie (12 m² seulement)

Présentation des acteurs

Maitre d'Ouvrage: CFA et Nexity • **BET :** Ingérop • **Entreprise générale :** Eiffage Construction • **Niveau de performance :** RT2012 (Solution « Bas Carbone »)



Interview de Stéphane Aubay, Président de GreenCity Immobilier

Les raisons du choix de la technologie Heliopacsystème+

L'exigence environnementale fait partie de l'ADN de GreenCity Immobilier et a présidé à la création de l'entreprise et de son nom. Aussi, toutes les solutions qui permettent de réduire l'empreinte carbone sont privilégiées dans la conception de toutes nos résidences. Dans le cas des jardins du Parc à Toulouse, c'est l'innovation et l'intelligence de la solution qui nous ont poussés à développer ce projet avec Heliopac.

En effet ce système de production d'eau chaude sanitaire collective par l'association de capteurs solaires thermiques et d'une pompe à chaleur HELIOPAC réduit sensiblement les consommations énergétiques.

De plus cette solution optimise l'emprise en toiture avec la possibilité d'opter pour des configurations sans toit terrasse ce que ne permet pas la solution classique Heliopac.

Les performances visées avec cette solution

Le principal atout réside dans la réduction sensible des rejets de CO₂, ce qui permet d'atteindre un bilan carbone optimisé. Au global, la consommation énergétique en chauffage et production d'ECS est très performante par rapport à des solutions plus conventionnelles tout en restant en chauffage électrique et en étant conforme à la RT 2012.

Les avantages que vous en retirez

C'est en premier lieu l'économie que vont réaliser nos futurs résidents qui a primé dans le choix de ce système. Cette solution réduit le budget énergétique des occupants et fait baisser le coût de production initial des logements. En second lieu, cet équipement s'inscrit parfaitement dans notre ambition environnementale et conforte notre vision :

- Innover pour la qualité à des coûts maîtrisés.
- Cette innovation a d'ailleurs été reconnue par notre interprofession et obtenue le Prix Pyramide d'Argent EDF 2015.

Les atouts qui ont permis la réussite du dossier.

Un partenariat efficace entre nos 2 sociétés. Nos équipes et les bureaux d'étude ont travaillé très en amont avec les équipes d'ingénieurs d'Heliopac. Nous partageons les mêmes ambitions, progresser utile est une valeur commune à nos 2 sociétés. La motivation des équipes et le pilotage du projet a permis de réussir rapidement et efficacement cette initiative.

Présentation des acteurs

Maitre d'Ouvrage: GreenCity Immobilier
Fabricant : Heliopac • **BET :** ABM énergie • **BE TCE :** Atmosphères • **Installateurs :** LET Lafforgue / Heliopac



4.18. RÉF. 18 : production d'ECS par modules thermiques d'appartements

PRESENTATION DU PROJET : Construction de 14 logements collectifs à Anglet

Principe de fonctionnement :

La production de chaleur est assurée par des pompes à chaleur haute température HRC70. La régulation du chauffage et la production d'ECS sont assurées par un module thermique d'appartement avec ECS accumulée Logix. Le principe est d'assurer plusieurs trains de chaleur à haute température (65°C à 80°C) dans la journée pour assurer la charge des modules thermiques d'appartement Logix (80L ou 120L).

En dehors de ces trains de chaleur, en hiver le chauffage est assuré sur d'excellents régimes de fonctionnement.

En été, les pompes à chaleur ne fonctionnent que quelques heures par jour. Le réseau n'est pas maintenu en température.

Présentation des acteurs

Maitre d'Ouvrage: Sopha Promotion
• **BET :** THERM'ECO • **Niveau de performance :** RT2012 (Titre V Système Logix)

Les + de la solution :

Raccordement hydraulique simple entre les unités extérieures et le local technique

Excellentes performances à basse et haute température de la HRC70

Haut niveau de confort avec le module thermique d'appartement Logix

Individualisation des consommations de chauffage et d'ECS

Affichage des consommations et programmation du chauffage par loi d'eau dans chaque appartement

Pas de surchauffe des couloirs et appartement en été (pas de maintien à haute température du réseau de chauffage).



5

Annexes Techniques

5.1. Prévention du risque légionellose

La **lutte contre le développement des légionelles** est devenue une priorité dans la production d'eau chaude sanitaire, en particulier dans les **établissements de soin**, mais également de plus en plus pour toute **production collective d'ECS** (logements, ERP). Quelles sont les méthodes à utiliser ?

La stérilisation thermique et le traitement chimique (continu ou ponctuels):

Les moyens les plus utilisés pour lutter contre le développement des légionelles sont l'élévation de température (stérilisation thermique) et l'injection de produit en continu (chloration notamment). Ils se révèlent coûteux en investissement et/ou exploitation, et efficaces uniquement avec un réseau bien conçu et entretenu, pour les raisons suivantes :

- La stérilisation thermique ne permet pas d'élever la température suffisamment sur la paroi interne de la tuyauterie incrustée par le tartre (gradient de température du centre vers la périphérie), et donc ne tue pas en tout point les bactéries. De plus, il n'est pas possible de stériliser en permanence l'ensemble de la boucle, de sorte que sur une fraction mal équilibrée ou insuffisamment entretenue, des légionelles peuvent se développer localement malgré la stérilisation.
- L'investissement pour mettre en œuvre ce type de procédé est très important.
- L'injection de produit en continu, chlore ou autre produit équivalent, risque d'endommager les tuyauteries (corrosion). Ces procédés sont de plus coûteux en exploitation (coût des produits).
- Ces 2 méthodes sont de toute façon conditionnées à une bonne circulation dans tout le réseau bouclé.

Il apparaît que quelle que soit la méthode utilisée, il est impératif d'agir en préventif sur (circulaire DGS//493 du 28 octobre 2005) :

- **La conception hydraulique du réseau :** concevoir un débit de boucle suffisant en tout point du réseau, sans zone de rétention. La conception d'origine doit notamment prévoir des tuyauteries bien dimensionnées pour faire circuler réellement les débits calculés à la bonne température dans chaque colonne et ainsi permettre un bon équilibrage du réseau.

- **Limiter le plus possible la présence de tartre** qui constitue un point d'accroche pour le biofilm dans lequel se développent les légionelles.
 - **dans la boucle** (voir recommandations d'entretien préventif du réseau à ce sujet (circulaires n°DGS 2002 à 2005 ; guide technique de l'eau dans les établissements de santé ;..).
 - **dans les échangeurs**
- **Maintenir une température de départ ECS suffisante** (entre 55 et 60°C)

En réalisant ces 3 conditions, et avec un réseau calorifugé, on pourra alors maintenir une température sur la boucle toujours supérieure à 50°C qui empêche la prolifération des légionelles. On limitera également, voire supprimera, la nécessité de méthodes curatives sur le réseau (choc thermique et choc chloré notamment).

5.2. Besoins d'eau chaude

Dans le contexte actuel où l'eau chaude sanitaire (ECS) est devenue un véritable enjeu pour diminuer la consommation énergétique des bâtiments d'habitation, il est important de disposer de données fiables sur les besoins d'ECS. Partant du constat que les valeurs utilisées habituellement par la profession sont relativement anciennes et souvent divergentes (Recommandation ECS AICVF, Mode de calcul, Calculs pratiques de plomberie1,...), l'ADEME a initié des travaux afin de réactualiser ces valeurs, dans le cadre du programme de recherches PACTE ECS.

Ces travaux ont été menés par le COSTIC en synergie avec les 5 consortiums participants à ce programme. Une capitalisation des suivis de consommations d'ECS menés ces dernières années, à laquelle 16 partenaires ont contribué, a été réalisée. Plus de 15 500 relevés annuels de compteurs et 400 suivis instrumentés ont ainsi été analysés par le COSTIC afin d'établir de nouvelles valeurs de référence de besoins d'ECS en habitat.

Les conclusions de ces travaux ont fait l'objet d'un guide rédigé par le Costic.

Les éléments ci-dessous récapitulent les principaux indicateurs figurant dans ce guide et permettant d'estimer les besoins d'ECS en habitat.

Les besoins individuels d'un logement

Les besoins d'ECS d'un même logement peuvent différer fortement d'un jour à l'autre : les temps de présence, les activités et le nombre d'occupants étant très variables. Au maximum, ils peuvent atteindre jusqu'à 5 fois, voire plus, les besoins journaliers moyens du type de logements considéré.

Les besoins journaliers moyens

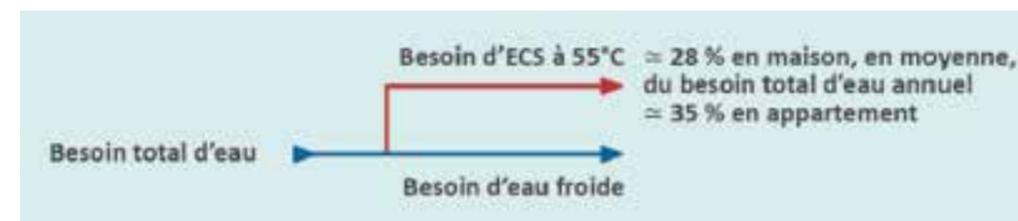
Nombre de personnes composant le ménage	Besoins journaliers moyens en litres à 40°C*	
	par personne	par ménage
1	80 ± 35	80 ± 35
2	60 ± 25	120 ± 45
3	50 ± 20	150 ± 50
4	45 ± 20	170 ± 70
5	45 ± 20	220 ± 105
Ensemble des ménages : 56 ± 23 litres par personne		

Type d'appartements en immeuble	Besoins journaliers moyens en litres à 40°C*	
	Parc social	Parc privé
T1	75 ± 60	75 ± 60
T2	80 ± 65	80 ± 65
T3	110 ± 80	100 ± 70
T4	145 ± 100	110 ± 75
T5	190 ± 120	140 ± 90

* Valeurs moyennes sur 365 jours (absences incluses) ± un écart type.

Les besoins d'ECS à 55°C représentent, en moyenne, environ un tiers du volume total d'eau requis pour le logement, sur l'année.

Part de l'ECS dans le besoin total d'eau du Logement



Les besoins individuels d'un logement

Les besoins d'ECS d'un même logement peuvent différer fortement d'un jour à l'autre : les temps de présence, les activités et le nombre d'occupants étant très variables. Au maximum, ils peuvent atteindre jusqu'à 5 fois, voire plus, les besoins journaliers moyens du type de logements considéré.

Les besoins énergétiques journaliers d'un immeuble varient au plus, jusqu'à 2 fois ses besoins moyens, au cours de l'année (pour les 32 suivis analysés).

Les coefficients d'équivalence permettant de calculer le nombre de logements standards

Type de logements	Parc privé		Parc social	
	Taux moyen* d'occupation	Coefficient d'équivalence	Taux moyen* d'occupation	Coefficient d'équivalence
T1	1,2	0,6	1,2	0,6
T2	1,4	0,7	1,4	0,7
T3	1,9	0,9	2,1	1
T4	2,3	1,1	3	1,4
T5	2,7	1,3	3,7	1,8
T6 ou plus	2,9	1,4	3,9	1,9

* Sources : calculs USH-DEEF, à partir des données INSEE Recensement population 2008 et Enquête nationale logement 2006, en France métropolitaine.

Les besoins moyens et de pointes

Besoins moyens et de pointes en litres à 60°C*		
Besoins moyens journaliers par logement standard	sur l'année	70 ± 25
	sur juillet et août	50 ± 20
Besoins de pointes d'un immeuble sur	10 min.	61 x n ^{0,503}
	1 h	83 x Ns ^{0,708}
	2 h	108 x Ns ^{0,773}
	3 h	116 x Ns ^{0,815}
	4 h	162 x Ns ^{0,789}
	5 h	189 x Ns ^{0,784}
	6 h	241 x Ns ^{0,758}
	7 h	277 x Ns ^{0,75}
8 h	294 x Ns ^{0,762}	

* Besoins moyens ± un écart type. n est le nombre de logements et Ns est le nombre de logements standards. Les équations sont valides pour un nombre de logements supérieur à 10 pour la pointe de 10 minutes et 1 h et à 20 pour les pointes de 2 à 8 h. La température d'eau froide considérée est de 16°C pour les besoins moyens et de 9°C pour les besoins de pointe.

La température d'eau froide

Les températures d'eau froide enregistrées sur 100 sites en habitat individuel et collectif

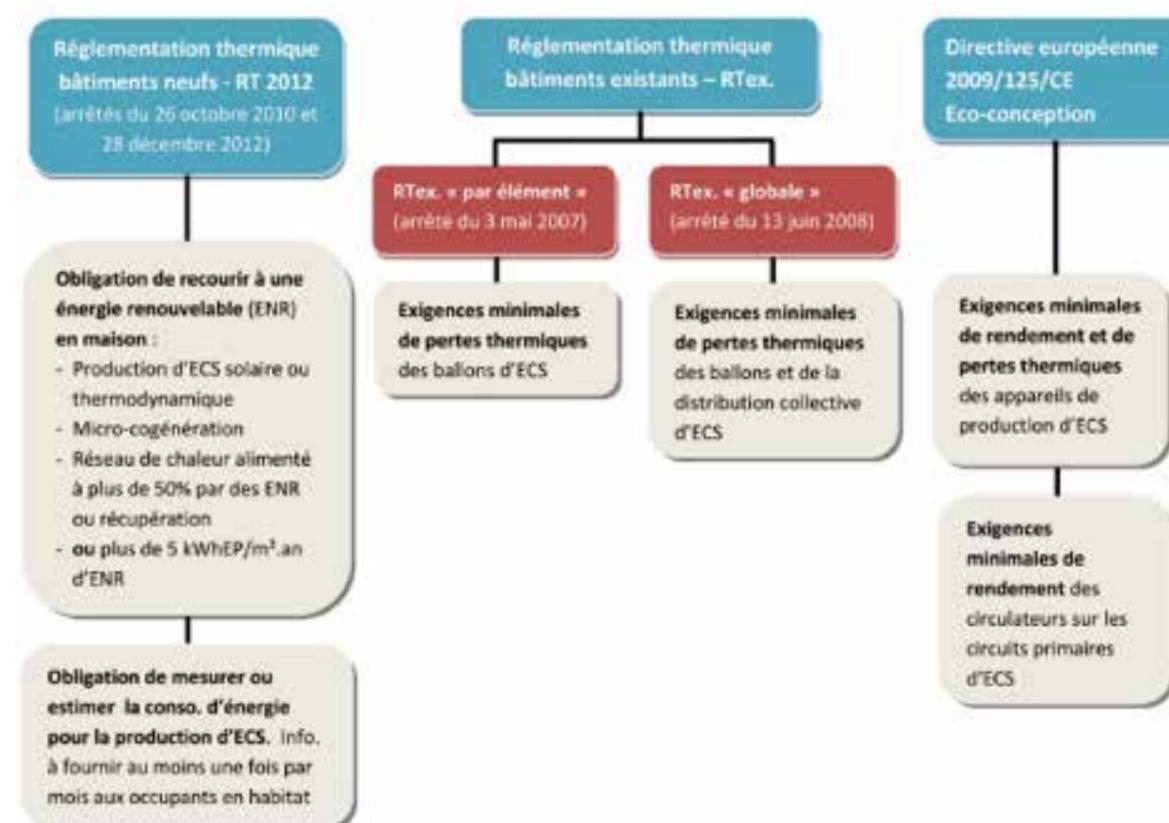
	Températures moyennes mensuelles et annuelles d'eau froide en °C												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Année
Moyennes*	11±2	11±2	12±2	15±2	17±3	19±3	21±3	21±3	20±3	17±2	15±2	12±2	16±2
Minimales**	6	5	7	9	11	13	14	14	13	12	10	8	11
Maximales**	18	17	18	20	24	25	28	29	25	22	20	19	20

5.3. Les exigences réglementaires

Les principaux textes réglementaires qui fixent des obligations en matière de performance énergétique des installations d'ECS sont les suivants :

- La réglementation thermique RT 2012. Les arrêtés du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012 concernant les bâtiments neufs comportent avant tout des exigences de résultats. Ils imposent, pour les 5 usages réglementés (chauffage, ECS, refroidissement, auxiliaires et éclairage), une consommation conventionnelle d'énergie maximale de 50 kWh_{ep}/m²ShonRT.an (valeur modulée en fonction de différents coefficients). Les seules exigences de moyens concernant l'ECS portent sur l'obligation de recourir à une source d'énergie renouvelable en habitat individuel pour la production d'ECS ou d'autres usages. Dans les bâtiments neufs et parties nouvelles, hors habitat individuel, une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie réalisée selon l'arrêté du 18 décembre 2007 modifié est imposée si leur surface dépasse 50 m² ;
- La réglementation thermique sur les bâtiments existants. Si les coûts des travaux de rénovation des constructions d'après 1948, sur 2 ans, dépassent 25 % de la valeur du bâtiment (calculée selon l'arrêté du 20 décembre 2007) et que la surface hors œuvre nette (SHON) est supérieure à 1000 m², une réglementation sur la performance énergétique globale du bâtiment RTex. « globale » (arrêté du 13 juin 2008) s'applique. Cette réglementation fixe, pour la distribution collective et la production d'ECS, des exigences minimales de pertes thermiques. Une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie réalisée selon l'arrêté du 18 décembre 2007 modifié est également imposée. Dans tous les autres cas, les éléments installés à l'occasion de travaux doivent présenter des performances énergétiques minimales définies par l'arrêté du 3 mai 2007 (RTex. « par élément »). Ces performances en ECS portent essentiellement sur les pertes thermiques des ballons ;
- La directive européenne 2009/125/CE Eco-conception. Les règlements d'application de cette directive n° 814/2013 sur les chauffe-eau et les ballons d'ECS et n° 813/2013 sur les appareils de chauffage simple ou double-service fixent des exigences minimales de rendement à satisfaire par les produits mis sur le marché à partir du 26 septembre 2015. Des exigences maximales de pertes thermiques des ballons d'ECS sont également imposées à partir du 26 septembre 2017. Ces règlements concernent les appareils de moins de 400 kW et d'une capacité inférieure à 2000 litres. Par ailleurs, le règlement d'application de la directive Eco-conception n° 641/2009 sur les circulateurs impose l'utilisation de circulateurs à haut rendement sur le circuit primaire des équipements de production d'ECS et sur les circuits de chauffage. Cette exigence est imposée à partir du 1er août 2015 pour les circulateurs intégrés aux équipements (circulateur intégré à l'échangeur ECS, à la PAC ...) et depuis le 1er janvier 2013 pour les circulateurs indépendants.

- A noter également, l'obligation d'étiquetage énergétique pour les appareils de production d'ECS (règlement n°812/2013) et les appareils de chauffage double-service (règlement n°811/2013) de moins de 70 kW et d'une capacité inférieure à 500 litres à partir du 26 septembre 2015 dans le cadre de la directive européenne 2010/30/UE sur l'étiquetage.

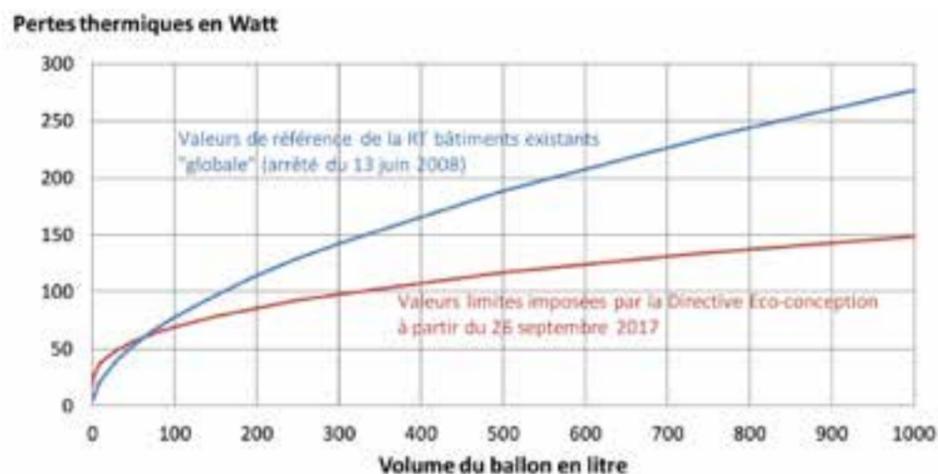


5.4. Les exigences sur la performance des systèmes

Des valeurs minimales de rendement des appareils de production d'ECS simple ou double-service sont imposées par la réglementation thermique sur les bâtiments existants et par la directive Eco-conception. Cette dernière fixe des valeurs plus exigeantes.

Des valeurs maximales de pertes thermiques des ballons d'ECS sont également imposées par ces réglementations. Différentes grandeurs permettent de quantifier ces pertes :

- La constante de refroidissement Cr. C'est l'énergie consommée en 24 heures par le ballon en l'absence de soutirage, par litre et par degré d'écart entre l'eau stockée et l'ambiance ;
- Les pertes statiques Qpr sont une grandeur utilisée pour les chauffe-eau électriques. Elle correspond aux pertes thermiques en kWh sur 24 heures déterminées selon la norme NF EN 60379 pour un écart entre l'eau chaude stockée et l'ambiance de 45 K ;
- UA est un coefficient de pertes exprimé en W/K utilisé pour les ballons solaires déterminé selon la norme NF EN 12977-3 ;
- Dans la directive Eco-conception, les valeurs limites de pertes thermiques imposées sont exprimées en Watt. La directive Eco-conception impose pour un ballon d'ECS de 1000 litres des pertes thermiques de moins de 150 W.



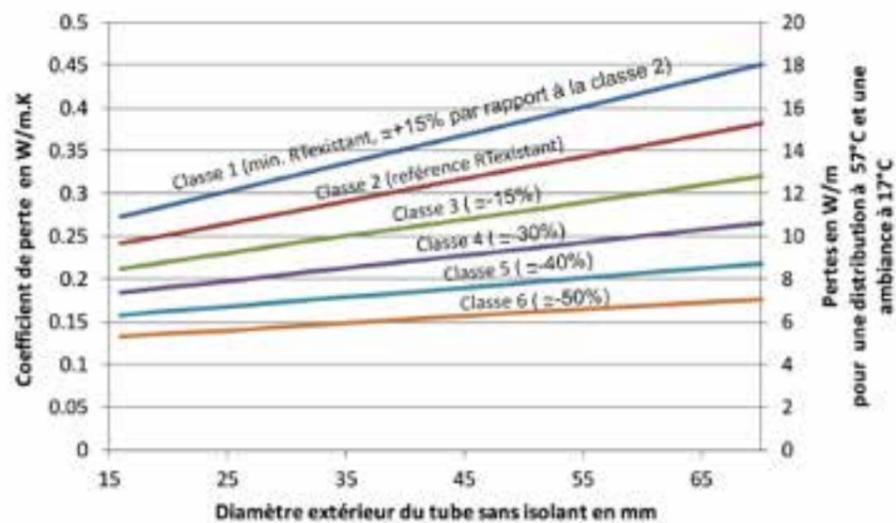
La figure ci-dessus exprime les pertes thermiques maximales des ballons d'ECS imposées par la directive éco-conception et les valeurs prises en référence dans la réglementation thermique sur les bâtiments existants. Une température d'ECS de 60 °C et une ambiance autour du ballon à 20 °C ont été considérées pour passer d'une valeur de constante de refroidissement en Wh/litre.K.jour telle que spécifiée dans la réglementation thermique à une valeur de pertes thermiques en Watt.

A retenir

La directive européenne éco-conception impose des exigences minimales de rendement pour les chauffe-eau et les appareils de chauffage simple et double-service, de moins de 400 kW et d'une capacité inférieure à 2000 litres, mis sur le marché à partir du 26 septembre 2015. Elle fixe également des exigences de pertes thermiques maximales pour les ballons d'ECS, à partir du 26 septembre 2017.

La directive éco-conception impose, par ailleurs, l'utilisation de circulateurs à haut rendement sur le circuit primaire des équipements de production d'ECS et sur les circuits de chauffage à partir du 1er août 2015 pour ceux intégrés aux équipements (circulateur intégré dans l'échangeur ECS, à la PAC...) et depuis le 1er janvier 2013 pour ceux indépendants.

Des valeurs maximales de pertes thermiques de la distribution collective d'ECS figurent également dans la réglementation thermique « globale » sur les bâtiments existants (arrêté du 13 juin 2008). Une isolation à minima de classe 1 selon la norme NF EN 12828 est exigée. Une isolation de classe 2 est considérée dans le calcul de la consommation de référence. Le DTU 60.11 P1-2 impose également une isolation à minima de classe 1. Une isolation de classe 6 diminue les pertes de la boucle d'ECS d'environ 50 % par rapport à une classe 2.



La figure ci-dessus illustre l'évolution des pertes thermiques en fonction du diamètre extérieur du tube t de la classe d'isolation thermique telle que définie par la norme NF EN 12828. Les valeurs correspondantes d'épaisseur d'isolant figurent dans le guide installations d'eau chaude sanitaire RAGE 2012.

Source RAGE 2012 - Guide Installations d'eau chaude sanitaire

Le calorifugeage des canalisations d'ECS traversant des volumes non chauffés est imposé par le DTU 65.10 relatif aux canalisations d'eau et le DTU 60.1 sur la plomberie sanitaire.

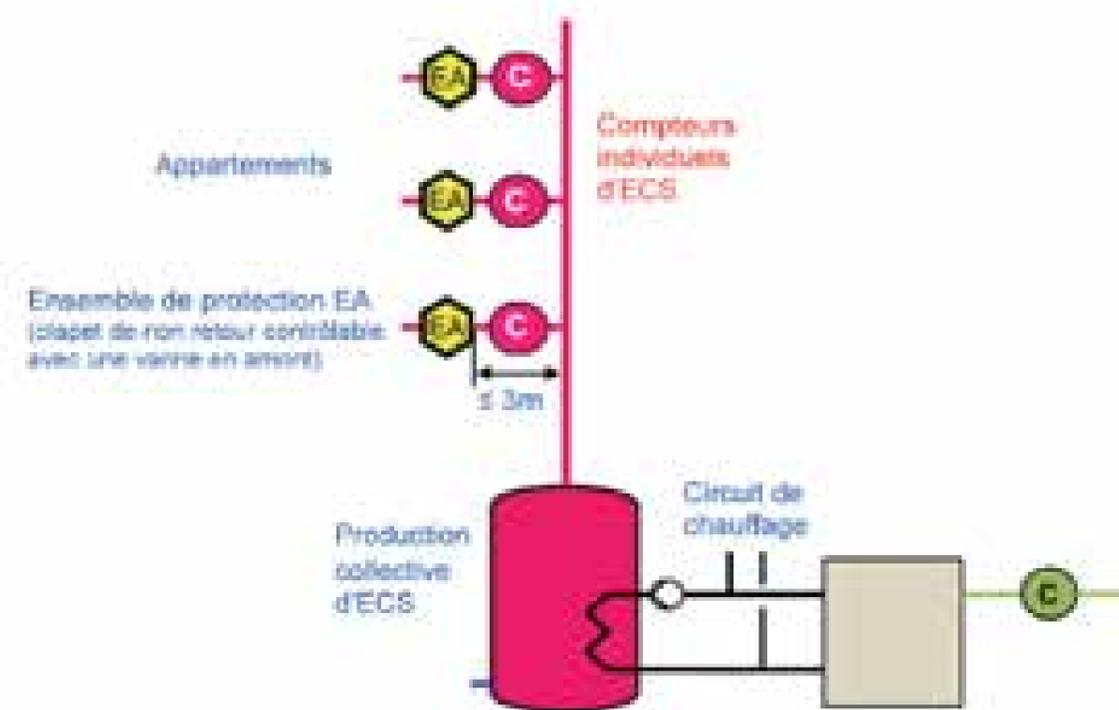
A retenir

Le niveau d'exigence minimal imposé par la réglementation thermique « globale » sur les bâtiments existants et le DTU 60.11 P1-2 pour l'isolation du bouclage est très faible : une classe 1 seulement. Une isolation de classe 6 par rapport à une isolation de classe 1 permet de réduire d'environ 60 % les pertes thermiques du bouclage.

5.5. Les exigences sur le comptage

Les premières exigences réglementaires sur le comptage datent du 1^{er} choc pétrolier. Dans les immeubles d'habitation pourvus d'une production d'ECS collective, l'article 4 de la loi du 29 octobre 1974 sur les économies d'énergie oblige de se répartir les frais d'énergie relatifs à l'ECS en fonction des consommations individuelles. Les modalités d'application sont précisées dans le décret du 19 juin 1975 et l'arrêté du 25 août 1976 sur la répartition des frais d'ECS. La pose de compteurs individuels d'ECS n'est pas imposée dans les immeubles construits avant 1975 si le nombre de compteurs nécessaire est supérieur à 2 fois le nombre de logements ou si plus de 15 % des compteurs sont inaccessibles.

La réglementation sur le comptage individuel d'eau froide dans les immeubles d'habitation qui contribue également à une meilleure maîtrise des consommations d'ECS date d'une trentaine d'années plus tard. L'article 93 de la loi du 13 décembre 2000 modifiée relative à la solidarité et au renouvellement urbains (SRU) impose au service public de distribution d'eau de procéder, si les propriétaires le demandent, à l'individualisation des charges d'eau froide. Les modalités d'application de cette loi sont spécifiées dans le décret du 28 avril 2003 et la circulaire UHC/QC 4/3 n° 2004-3 du 12 janvier 2004 relative à l'individualisation des contrats de fourniture d'eau. Dans une copropriété, l'individualisation ne peut être demandée que si elle est acceptée par la majorité.



Source RAGE 2012
Guide Installations d'eau chaude sanitaire

Pompes à Chaleur Le poids de la filière en France en 2015

Dans les immeubles neufs, le décret du 10 mai 2007 relatif au comptage de la fourniture d'eau froide prévoit la pose obligatoire de comptages individuels d'eau froide. La relève de ces compteurs ne doit pas nécessiter de pénétrer dans les logements.

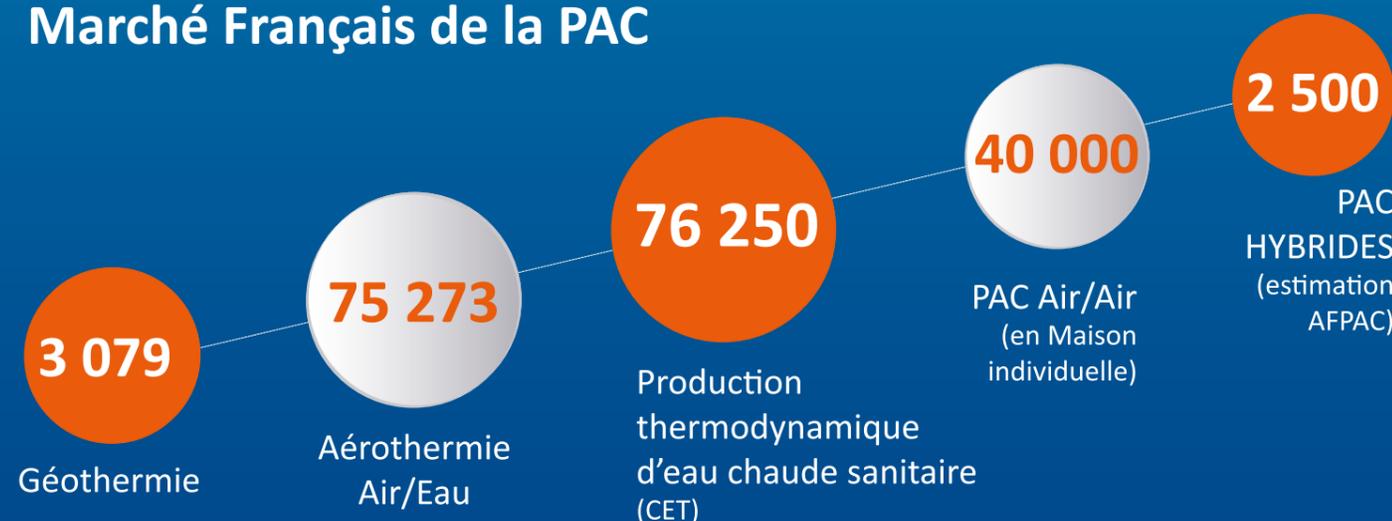
La dernière obligation dans ce domaine a été imposée par la RT 2012. Les bâtiments neufs d'habitation doivent être équipés de systèmes permettant de mesurer ou d'estimer la consommation d'énergie de chaque logement et d'informer les occupants au moins une fois par mois de leur consommation d'énergie notamment pour la production d'ECS.

Une fiche du 30 mai 2013 émanant des ministères, de l'ADEME et du CSTB précise les modalités de mise en œuvre.

Chiffre d'affaires



Marché Français de la PAC



Impact environnemental annuel (Résidentiel individuel)

5 Mtonnes de CO₂ évitées
1 720 kTep économisées
20 TWh : contribution EnR des PAC



Parc existant des PAC (Tous systèmes confondus hors CET en Maison individuelle)

1 900 000
 CET : **260 000**

AU DELÀ D'UNE ASSOCIATION,



UNE ÉTIQUE

AFPAC

**Association Française
pour les Pompes À Chaleur**

31 rue du Rocher
75008 Paris

Tél. : 01 42 93 52 25

e-mail : contact@afpac.org

Site internet : <http://www.afpac.org>



La pompe à chaleur au cœur de votre confort