



©2016 - Pascal Poggi - AOC

Ce bâtiment Bepos de 17 logements à Paris affiche des besoins en puissance de chauffage inférieurs à 20 W/m². Résultat : une chaudière murale suffit pour chauffer tous les appartements.

DIMENSIONNEMENT DU CHAUFFAGE

Selon François Bourmaud du bureau d'études Amoes, la démarche classique pour le dimensionnement du chauffage consiste à utiliser la norme européenne NF EN 12831 *Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base* (mars 2004). Mais les enquêtes et campagnes de mesures menées par Enertech sur des bâtiments très performants montrent que ce dimensionnement aboutit à des générateurs surpuissants. Selon Enertech, dans les bâtiments examinés, on ne dépasse jamais 70 % de la puissance nominale installée, ce qui entraîne une chute du rendement de l'installation à 40 % en été, lorsque la chaufferie ne produit que l'ECS. Par conséquent Amoes recommande de s'appuyer sur des simulations thermiques dynamiques pour le dimensionnement des installations de chauffage. Par expérience, ajoute François Bourmaud, la simulation conduit à un dimensionnement équivalent à environ 80 % de la puissance issue d'un calcul conforme à NF EN 12831. Dans les bâtiments de logements BBC, dit-il enfin, il n'est pas non plus nécessaire de prévoir une surpuissance pour la relance du chauffage après un ralenti de nuit. Ce qui n'est pas le cas en tertiaire où il recommande une surpuissance de relance de 40 %. ■

QUELLES ARCHITECTURES HYDRAULIQUES EN CONSTRUCTION NEUVE ?

TEXTE : PASCAL POGGI
PHOTOS &
ILLUSTRATIONS :
ADEME, BRUXELLES
ENVIRONNEMENT, COMAP,
PASCAL POGGI/AQC

Avec l'avènement de la RT 2012, de nouveaux paramètres sont apparus et impactent les installations de chauffage et d'eau chaude sanitaire en collectif : réduction des besoins

de chauffage, comptage dans les logements, intégration du solaire thermique et photovoltaïque... Quelles architectures hydrauliques mettre en place, de la plus classique aux modules techniques d'appartement ?

En construction neuve de logements collectifs, le chauffage collectif rassemble un certain nombre d'atouts. Mais il fait également face à de nouvelles contraintes. Nous allons passer en revue avantages et contraintes, et tenter de mettre en avant les architectures hydrauliques du chauffage collectif les plus aptes à tirer parti des uns tout en satisfaisant les autres.

Forte réduction des besoins de chauffage

Premier avantage, la formidable réduction des besoins de chauffage en logements collectifs neufs limite très sensiblement la puissance nécessaire. Et en se projetant deux ou trois ans en avant lorsque le Bepos sera obligatoire en construction neuve, la diminution des besoins de chauffage devrait se poursuivre. Lorsque la puissance requise par les conditions de base est proche d'un kilowatt – voire inférieure –, l'emploi dans chaque appartement d'une chaudière murale gaz individuelle, même très fortement modulante, ne constitue plus la meilleure solution. Par ailleurs et dans le même temps, le nombre de logements dans les immeubles neufs tend à décroître : les opérations de 100 logements deviennent rares, et la norme se situe plutôt désormais entre 15 et 30 logements par immeuble. Dans ces conditions, la puissance totale demandée

“La réduction des besoins de chauffage en logements collectifs neufs limite très sensiblement la puissance nécessaire. Et [...] lorsque le Bepos sera obligatoire en construction neuve, la diminution des besoins de chauffage devrait se poursuivre”

par le chauffage d'un bâtiment collectif neuf est toujours nettement inférieure à 70 kW. Il devient plus simple d'installer une chaufferie constituée d'une ou deux chaudières murales, complétée par une distribution de chauffage collectif.

Des besoins de chauffage inférieurs à 20 W/m²

Prenons deux exemples de bâtiments récents qui préfigurent la future construction neuve. Le premier est un bâtiment Bepos de 17 logements sociaux livrés à la RIVP en janvier 2013 dans le 11^e arrondissement de Paris. Sur un terrain de 418 m², il rassemble 1453 m² de Surface hors œuvre nette (Shon). Le bâtiment est équipé de 35 m² capteurs solaires thermiques pour l'ECS et 127 m² (21 kWc) de capteurs photovoltaïques. Trois années de monitoring montrent une consommation d'énergie moyenne de 32,6 kWh_{EP}/m².an, dont seulement 8,1 kWh_{EP}/m².an pour le chauffage mais 15,3 kWh_{EP}/m².an pour la production d'ECS. Les besoins en puissance de chauffage sont inférieurs à 20 W/m². La chaufferie abrite seulement deux chaudières murales gaz à condensation et puissance modulante de 45 kW de puissance unitaire. Une seule chaudière suffit pour couvrir les besoins de chauffage et d'ECS, l'autre est en secours et en appoint en cas de très forte demande d'ECS. Le second exemple est un bâtiment de 17 logements certifié Passivhaus, conçu par A003 >>>



1 ©2016 - Pascal Poggi - AOC



1 Avec un total en besoins de chauffage de l'ordre de 30 kW pour la totalité de ce bâtiment Bepos de 17 logements, les concepteurs ont choisi d'installer en chaufferie deux chaudières murales gaz à condensation De Dietrich de 45 kW. Une seule suffisait pour couvrir les besoins, mais c'était culturellement difficile à accepter pour les équipes de maintenance du maître d'ouvrage.

“Le chauffage collectif constitue l'architecture hydraulique la plus efficace pour profiter du solaire thermique”

architectes (Stéphane Cochet) et le bureau d'études techniques Amoes, et livré en septembre à Montreuil au maître d'ouvrage Osica. Les besoins en puissance de chauffage atteignent à peine à 12 W/m². Les 940 m² de surface habitable sont chauffés par une seule chaudière murale gaz à condensation Bosch 4500 W chauffage seul de 25,2 kW, qui produit aussi l'ECS.

Inclure l'énergie solaire

Dès 2020, tous les nouveaux projets en logements collectifs devront viser le niveau Bepos. Or, second avantage, le chauffage collectif constitue l'architecture hydraulique la plus efficace pour profiter du solaire thermique. Il est en effet possible de raccorder des capteurs solaires en préchauffage de l'ECS collective produite de manière centralisée, soit directement, soit à travers des ballons à eau technique qui évitent tout contact direct entre le circuit solaire et l'ECS collective. Socol propose des schémas techniques de principe et décrit ces solutions avec leurs avantages et inconvénients respectifs (1). Il est aussi relativement simple de mettre en œuvre une solution de production solaire collective avec stockage centralisé et appoint décentralisé appartement par appartement, ou bien une solution d'ECS solaire avec stockages et appoints décentralisés par logements. Une autre voie est apparue en Allemagne en raison de la baisse rapide du coût des installations photovoltaïques, qui consiste à installer non pas des

capteurs solaires thermiques mais des capteurs photovoltaïques, puis à utiliser l'électricité produite en autoconsommation collective, pour réchauffer soit un ballon centralisé dans une installation d'ECS collective, soit des ballons décentralisés dans chaque appartement avec appoint par le circuit issu de la chaufferie. En France, le statut juridique de cet exercice en logements collectifs n'est pas encore parfaitement clair, malgré l'ordonnance du 27 juillet 2016 parue au JO du 28 juillet 2016, qui définit notamment l'autoconsommation collective.

Le comptage de l'énergie

Après ces deux avantages viennent deux inconvénients. En logements collectifs neufs, la RT 2012 exige un comptage ou une évaluation des consommations d'énergie poste par poste – chauffage, ECS, éclairage, etc. – et la mise à disposition de ces données à l'intérieur du logement. Compter du chauffage collectif est assez simple. Il faut premièrement mesurer le débit du circuit de chauffage seul entrant dans le logement, puis mesurer la température du circuit à l'entrée du logement et à la sortie du logement, et ensuite intégrer mathématiquement le débit et l'écart de température entrée/sortie pour obtenir l'énergie consommée par chaque logement. Puis il faut compter au niveau de la chaufferie l'énergie globale consommée pour la génération et la distribution du >>>

(1) www.solaire-collectif.fr/photo/img/reussir-projet/Schematheque_SOCOL_ECS_Collective_Fev2016.pdf.



2 Comme ce sera le cas pour les futurs bâtiments Bepos, celui-ci porte 35 capteurs solaires thermiques (Clipsol) pour la production d'ECS. Ils préchauffent deux ballons de stockage (Charot) : l'un de 1 000 l avec une constante de refroidissement de 0,6 Wh/l.j.°C, l'autre de 1 000 l avec une constante de refroidissement de 0,8 Wh/l.j.°C.

3 Des capteurs solaires photovoltaïques (Sanyo) en toiture produisent 33,1 kWh_{EP}/m².an dans ce bâtiment de 17 logements dans Paris, qui consomme en moyenne 32,6 kWh_{EP}/m².an. Avec une surproduction d'énergie de 0,5 kWh_{EP}/m².an, c'est un bâtiment Bepos en comptant les cinq usages de la RT 2012.

DIMENSIONNEMENT DE LA GÉNÉRATION D'ECS

Lors de la parution du guide *Les besoins d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif* (1) publié par l'Ademe et le Costic en juillet 2016, les valeurs traditionnellement prises en compte pour le dimensionnement de la production d'ECS ont été réduites. Pour de l'ECS à 40 °C au puisage, les besoins quotidiens sont désormais évalués à 110 ± 80 litres pour un appartement T3 en parc social et à 100 ± 70 litres en parc privé, soit environ 35 l/j/personne à 55 °C (en sortie

de ballon). Les débits de pointe durant 10 minutes et les débits horaires sont 2 à 3 fois plus faibles que ceux indiqués par le guide AICVF de février 2004 (2). Un rapport Ademe/Costic à paraître en 2017 devrait finaliser une méthode de calcul des besoins d'ECS. Pour le choix d'un générateur mixte chauffage/ECS, Enertech recommande, à partir des puissances calculées de

manière classique – NF EN 12831 pour le chauffage et AICVF pour l'ECS – de prendre la plus importante des deux puissances. Amoes préfère la somme des deux valeurs calculées selon les nouvelles méthodes adaptées aux bâtiments performants : la simulation thermique dynamique pour le chauffage, la méthode belge Énergie+ pour l'ECS (3). ■

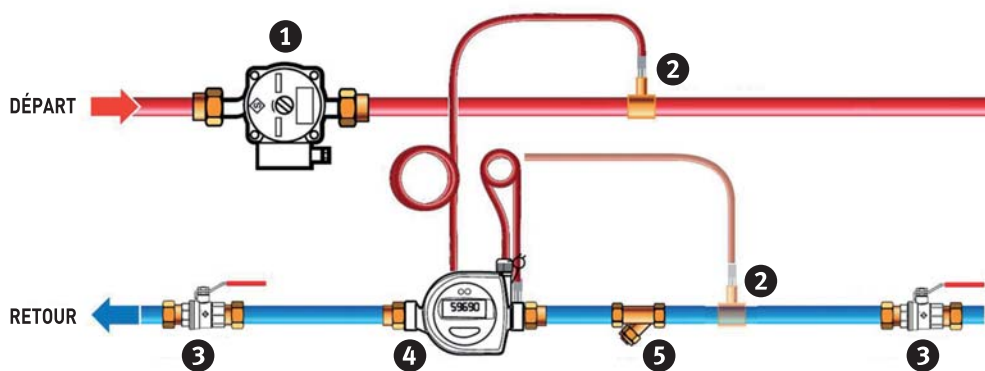
(1) www.ademe.fr/besoins-deau-chaude-sanitaire-habitat-individuel-collectif

(2) <http://aicvf.org/guidepublications/commander/>

(3) www.energieplus-lesite.be, rubriques « Calculs » puis « Eau chaude sanitaire ».

Schéma type du comptage de chauffage collectif

- ① Circulateur
- ② Té pour montage sonde
- ③ Vanne après compteur
- ④ Compteur de calories
- ⑤ Filtre

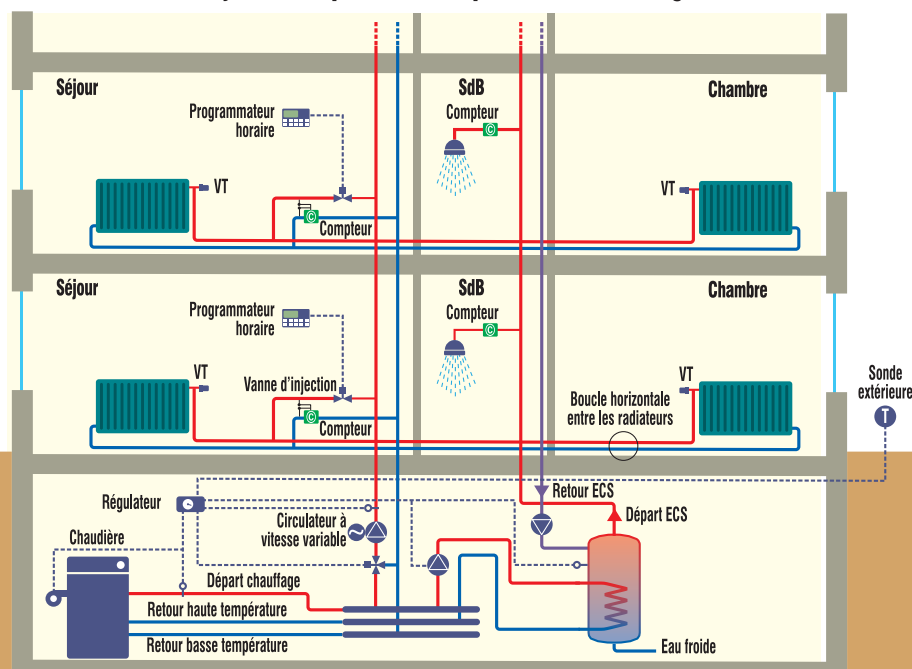


4 Illustration Ademe

④ Le comptage du chauffage collectif implique un compteur de débit (ou compteur de calories), une prise de température à l'entrée de la boucle dans le logement, une prise de température en sortie de la boucle et une intégration du débit et de la différence de température (réalisée par le compteur) pour obtenir l'énergie consommée dans un logement

⑤ Le schéma hydraulique classique du chauffage collectif, qui existe depuis les années cinquante, fait appel à deux boucles : l'une pour le chauffage, l'autre pour la distribution d'ECS. Une nouveauté est apparue à la fin des années quatre-vingt : le chauffage est distribué par une boucle horizontale unique dans les logements. Ce qui facilite son comptage, sa régulation et sa programmation.

Schéma hydraulique classique du chauffage collectif



5 Illustration Bruxelles environnement

SUPPRIMER LA BOUCLE D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Stéphane Cochet et le bureau d'études Amoes ont supprimé la boucle d'ECS dans leur opération de 17 logements passifs à Montreuil, mettant en œuvre une seule boucle primaire sans avoir recours aux Modules techniques d'appartement (MTA). Ils ont opté pour un chauffage collectif couplé à la ventilation double flux : une centrale double flux (Zehnder) ventile la totalité du bâtiment de manière à minimiser les coûts d'exploitation (un seul lieu pour changer les filtres). À l'entrée de la ventilation dans chaque logement, une batterie eau/air est installée dans la gaine de soufflage. Alimentées par la seule chaudière murale installée dans le même local technique que la ventilation, ces batteries apportent le complément de chaleur éventuellement nécessaire pour le chauffage. Chaque batterie est pilotée par une vanne à moteur électrique, reliée à un thermostat d'ambiance dans le logement. L'ECS est produite de manière individuelle dans chaque logement grâce à des ballons alimentés par la boucle chauffage issue de la chaudière. L'ECS est préchauffée par une récupération de chaleur sur les eaux grises dans chaque logement. Amoes estime que la suppression du bouclage d'ECS évite des pertes de chaleur d'environ 10 kW_{EP}/m².an. La récupération sur les eaux grises fournit 7 kW_{EP}/m².an. La somme des deux – suppression de boucle + récupération sur les eaux grises – représente 17 kW_{EP}/m².an, soit l'équivalent d'une contribution solaire thermique. ■

chauffage, y compris la consommation électrique des pompes et les pertes de chaleur dans la boucle (entre la chaufferie et les logements), et enfin répartir le solde dans les logements en fonction d'une « clef » qui tient compte de la position du logement sur la boucle et de sa consommation propre, pour obtenir la part d'énergie revenant à chaque logement. De nombreux fabricants proposent l'équipement nécessaire ainsi que les logiciels adéquats. Mais la relève de ces compteurs, la mise à disposition des données et l'entretien du dispositif risquent, en construction neuve, de représenter un coût annuel supérieur ou égal à celui de l'énergie consommée pour le chauffage, notamment dans les logements d'une surface inférieure à 50 m². Ce n'est pas facilement défendable.

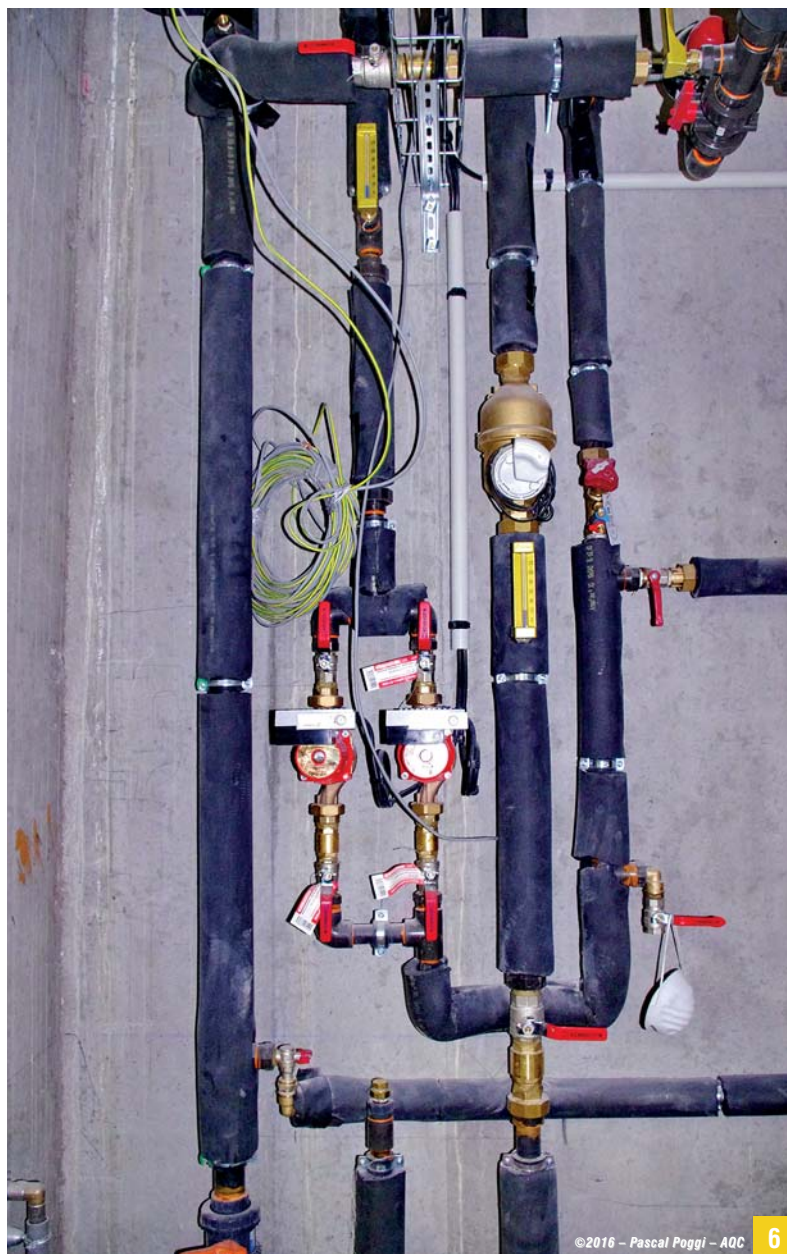
Les pertes de la boucle

L'autre inconvénient du chauffage collectif vient des pertes de la ou des boucles collectives. Elles sont d'autant plus importantes que les conduites sont longues, que les diamètres sont importants et que la température d'eau est élevée. Il faut donc veiller aux longueurs de canalisations, ce qui en construction neuve ne pose pas de difficultés car les bâtiments collectifs neufs sont plutôt compacts et que l'habitude de la chaufferie d'îlot – une chaufferie centralisée alimentant plusieurs bâtiments neufs – s'est heureusement perdue. De même, les faibles besoins de chaleur en construction neuve limitent les diamètres des canalisations et la température de départ chauffage. Enfin, il faut par ailleurs isoler les réseaux à l'aide de manchons de conductivité thermique inférieure à 0,035 W/m.K (comme le précise la RT 2012).

Si l'architecture de l'installation comporte également un stockage et une boucle dédiés de circulation d'eau chaude sanitaire maintenue en température, cela entraîne des consommations d'énergie de l'ordre de 25 kWh_{EP}/m².an dans un calcul RT 2012, selon Pouget Consultants. Une solution de production d'ECS individuelle ne dépasse pas 15 kWh_{EP}/m².an dans le cas d'une production d'ECS gaz instantanée et parvient à 20 kWh_{EP}/m².an avec un ballon électrique à effet Joule. Nota : ces valeurs sont peu affectées par le climat et demeurent stables dans les différentes zones climatiques.

L'architecture traditionnelle : une boucle chauffage et une boucle ECS

Pour tenir compte des avantages du chauffage collectif et surmonter ses inconvénients, deux architectures de distribution hydraulique sont possibles. La plus classique consiste à installer deux boucles dans le bâtiment : l'une à température régulée pour le chauffage, l'autre à température constante pour l'ECS. Or la production d'ECS centralisée génère d'importantes consommations d'énergie pour lutter contre le risque de développement des légionelles. Classiquement, l'ECS est produite en chaufferie et stockée ; si le ballon de stockage dépasse 400 l de capacité, il doit faire l'objet de mesures contre le développement des légionelles. Conformément à



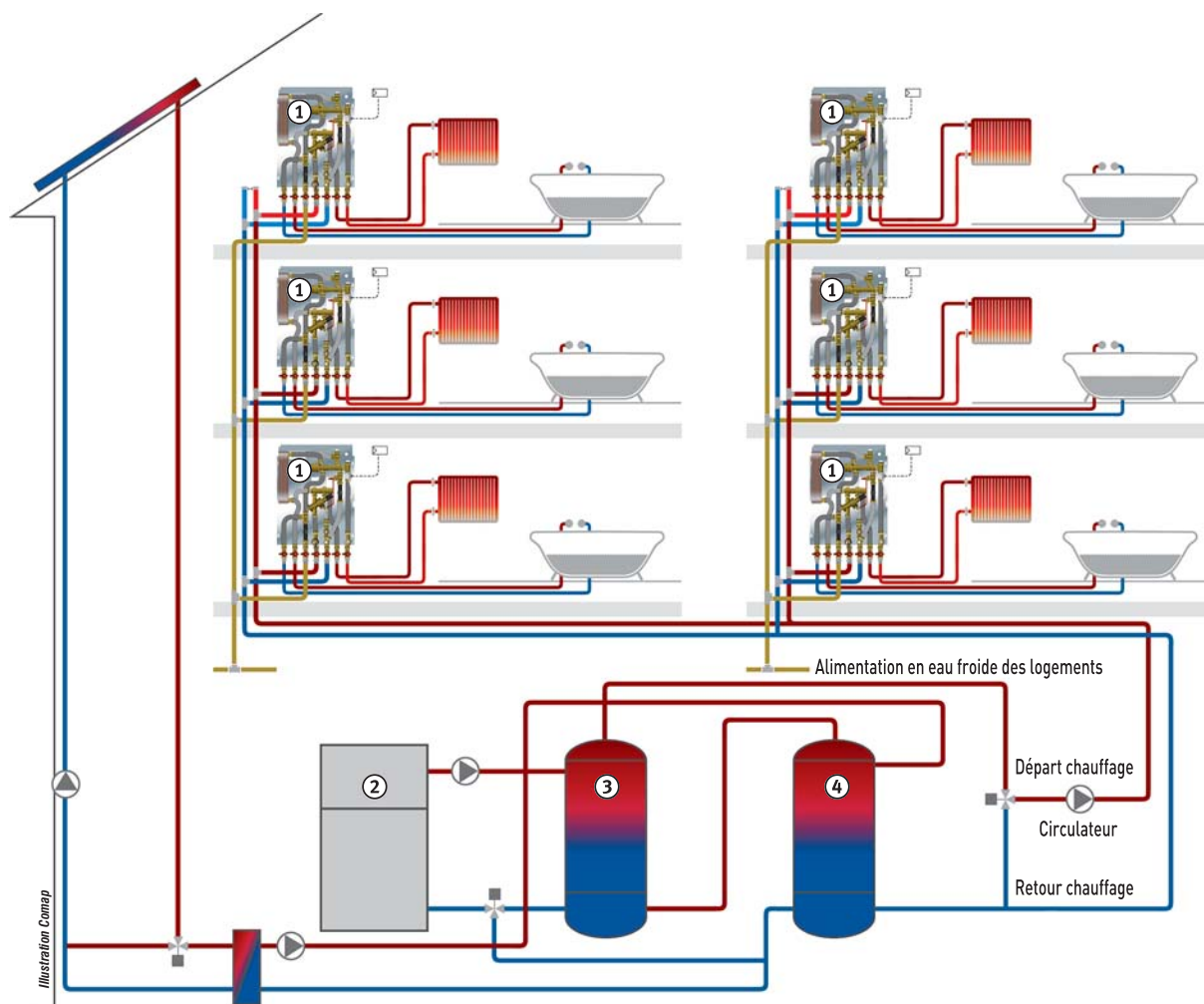
©2016 - Pascal Poggi - AQC 6

6 Dans ce bâtiment neuf Bepos de 17 logements, les faibles consommations ont permis de poser des canalisations collectives de petit diamètre, entièrement isolées à l'aide de manchons (Armallex d'Armacell).

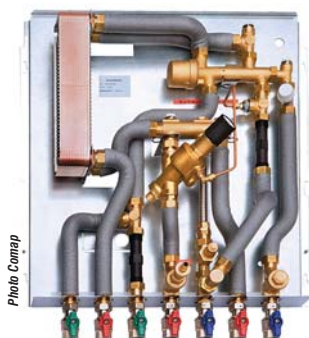
l'arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public, l'eau doit être maintenue à une température minimale de 55 °C en sortie des équipements de production ou être portée au moins une fois par 24 heures à une température suffisante pour tuer les légionelles. L'arrêté ne définit pas ces températures, qui sont uniquement données par la circulaire DGS/SD7A/SD5C/DHOS/E4 n° 2002/243 du 22 avril 2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé : 2 minutes à 70 °C, 4 minutes à 65 °C ou bien une heure à 60 °C. L'arrêté précise que si le volume du réseau de distribution dépasse 3 litres, ce qui est toujours le cas en production d'ECS collective, la température de l'eau dans le réseau doit être maintenue au minimum >>>

Schéma hydraulique d'un chauffage collectif avec MTA (Module technique d'appartement)

Un Module technique d'appartement (MTA) gère l'alimentation en eau froide, le chauffage et la production d'ECS de chaque logement. Le réseau primaire issu de la chaufferie est en bitube : **un tube aller (en rouge) et un tube retour (en bleu)**, ce qui permet même en période de non chauffage d'obtenir des retours suffisamment « froids » pour faire appel à une contribution solaire et/ou à une chaudière à condensation.



① Module thermique d'appartement ② Chaudière ou PAC ③ Ballon tampon primaire/secondaire ④ Ballon tampon "solaire"



Le MTA est un caisson préfabriqué, posé au mur ou encastré dans le mur. Il comporte :

- **une production d'ECS** (sur cette photo, ici une production instantanée par échangeur à plaques) ;
- **une gestion du chauffage** (sur cette photo, une vanne d'injection avec équilibrage) ;
- **et des manchons (en noir)** pour la pose des compteurs de chaleur et d'eau chaude sanitaire.

à 50 °C. Ce qui implique un retour de la boucle d'ECS à 50 °C au moins et un départ à 55 °C à condition que la boucle soit bien calorifugée.

Cette solution est néanmoins peu coûteuse en investissement, bien connue des entreprises et permet facilement le raccordement d'une contribution solaire thermique pour la production d'ECS.

La nouvelle architecture : une seule boucle primaire et des MTA

À la place de l'architecture hydraulique classique, on peut mettre en œuvre une seule boucle issue de la chaufferie et alimentant des Modules thermiques d'appartement (MTA). Une bonne douzaine de marques – Atlantic (qui commercialise en exclusivité les modules Alfa Laval), Auer, Caleffi, Comap, Danfoss, IMI Hydronic, Oventrop, Taconova, Tec-Control, Viessmann, etc. – en proposent sur le marché français. Il s'agit de caissons muraux préfabriqués qui assurent le chauffage du logement et la production d'ECS.

Plusieurs architectures sont possibles. Pour l'ECS, il peut s'agir d'une production instantanée à travers un échangeur à plaques, ce qui impose de maintenir la boucle primaire en circulation en permanence, à température constante. Mais l'ECS peut être aussi produite par un petit ballon avec échangeur noyé ou externe, d'une capacité tampon de 30 à 50 litres. Ce qui permet, hors période chauffage, d'arrêter la boucle primaire lorsqu'aucun appartement

“Les deux architectures – autoconsommation PV et primaire solaire distribué dans tout le bâtiment – sont utilisées en Allemagne, en Suisse et en Europe du Nord, mais semble-t-il pas encore en France”

ne demande d'ECS ; la boucle primaire est remise en circulation dès qu'un puisage d'ECS est détecté dans l'un des ballons individuels. Pour sa part, le chauffage peut être direct, régulé par une vanne d'injection 2 voies, ou bien indirect à travers une vanne trois voies ou un échangeur à plaques avec un circulateur en aval dans le logement. Un thermostat d'ambiance agissant soit sur la vanne d'injection, soit sur le circulateur offre un pilotage du chauffage dans le logement.

Les MTA sont pré-équipés pour l'installation d'un comptage du chauffage et de l'ECS : des manchons sont montés à l'emplacement des compteurs et sondes de température. Cette solution offre une totale indépendance à chaque logement dans le pilotage de son confort. Pour raccorder une contribution solaire à une telle architecture, deux solutions sont possibles. Premièrement, via des capteurs photovoltaïques, une résistance électrique dans chacun des ballons de stockage individuels et l'autoconsommation de la production photovoltaïque. Deuxièmement, via la distribution du primaire solaire dans chaque ballon individuel qui est alors alimenté par deux échangeurs : celui du primaire chaufferie, celui du primaire solaire thermique, avec priorité à ce dernier et appoint par le primaire chaufferie. Ces deux architectures – autoconsommation PV et primaire solaire distribué dans tout le bâtiment – sont utilisées en Allemagne, en Suisse et en Europe du Nord, mais semble-t-il pas encore en France. ■

LES MODULES TECHNIQUES D'APPARTEMENT BÉNÉFICIENT D'UN TITRE V

Initialement, la RT 2012 n'avait pas prévu le Module technique d'appartement (MTA). Leur prise en compte s'est déroulée en deux temps. L'industriel Oventrop a tout d'abord obtenu un Titre V «Système» (1) par arrêté du 2 octobre 2014 pour sa solution *Regudis*, puis un arrêté du 12 décembre 2014 a formalisé un Titre V «Système» pour tous les MTA. Pour l'application ECS seule, il comporte tout de même 69 valeurs décrivant le MTA et les données d'entrées du réseau (par exemple la température de l'eau froide, l'épaisseur de l'isolant recouvrant l'échangeur ECS, la conductivité thermique de cet isolant...), davantage si le MTA assure chauffage et ECS. Ce Titre V couvre les MTA ECS seule, les MTA ECS et



chauffage direct, les MTA ECS et chauffage indirect. Le chauffage direct s'effectue par entrée de l'eau du réseau de distribution chauffage dans le logement, tandis que le chauffage indirect place un échangeur à plaques entre le réseau collectif et le logement. Le Costic a publié un *Guide technique pour la mise en œuvre des modules techniques d'appartements* (2). ■

(1) Un Titre V «Système» s'applique de manière générale à toute opération de construction où la solution technique décrite est employée. Inversement, un Titre V «Opération» est limité à une seule opération de construction.

(2) www.costic.com/ressources-techniques-et-reglementaires/telechargement/les-guides-a5.