

## 3- Production d'eau chaude sanitaire

### 3.1- Installations de PECS individuelles

#### 3.1.1- Appareil de PECS à charbon

Le chauffe-bain à charbon était autrefois le moyen le plus répandu et le plus simple de production d'une importante quantité d'eau chaude, par exemple pour un bain, le générateur pouvant être du type basse pression ou haute pression. Mais par suite d'opérations de conduite particulièrement fastidieuses et surtout génératrices de poussières, ce type de préparateur a fait place à des systèmes plus évolués.

On distingue deux types de chauffe-eau à charbon : le chauffe-eau *hors-pression* dit encore à écoulement libre (Fig.3.1) et le chauffe-eau *en pression* (Fig.3.2).

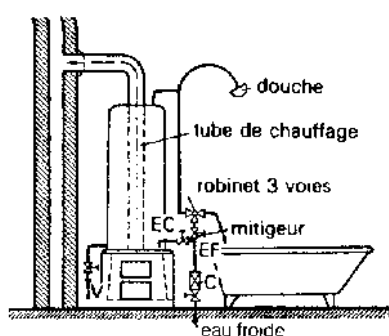


Figure 3.1- Chauffe-bain hors-pression.

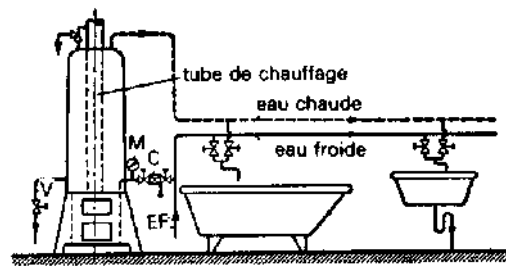


Figure 3.2- Chauffe-bain en pression.

### 3.1.2- Appareils de PECS électriques

- Thermoplongeurs : réalisés le plus souvent sous la forme de corps de chauffe annulaires ou tubulaires ainsi que les bouilloires électriques et servent au réchauffage de petites quantités d'eau pour la préparation des repas et les boissons. Il en existe de nombreux modèles. Il est important qu'ils soient équipés d'une sécurité de manque d'eau sinon ils sont souvent en réparation.

- Chauffe-eau électrique à accumulation : Ce sont des réservoirs isolés thermiquement ou non et équipés de résistances électriques incorporées (Fig.3.3). On distingue ces chauffe-eau suivant qu'ils sont hors pression (ouverts) ou en pression (fermés). Les chauffe-eau à écoulement libre se classent eux-mêmes en plusieurs catégories suivant que le puisage se fait :

- en partie supérieure de l'appareil ,
- en partie inférieure ,
- ou à volonté en partie supérieure ou inférieure.

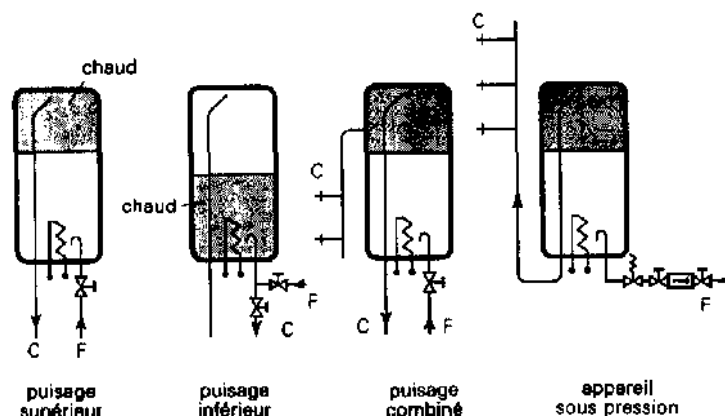


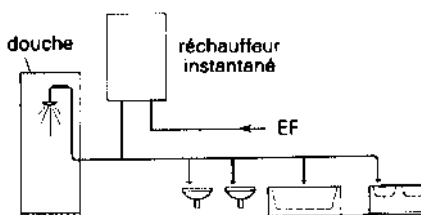
Figure 3.3- Schéma de principe du fonctionnement de différents types de chauffe-eau électriques à accumulation.

### à Chauffe-eau électriques instantanés

Ce sont des appareils dans lesquels l'eau froide est chauffée au fur et à mesure de son écoulement. Ces appareils sont bon marché mais nécessitent une puissance raccordée importante. Par exemple, pour produire 1 l/mn d'eau chaude de 10 à 40 °C, il faut une puissance de 2.1 kW. La mise en température de l'eau se fait au moyen de corps de chauffe annulaires ou de résistances chauffantes du type tige ou en épingle.

Les puissances raccordées les plus courantes sont 18, 21, 24 ou 33 kW. Pour une puissance raccordée de 18 kW, il faut 18 mn pour remplir une baignoire de 150 litres.

La figure (Fig.3.4) représente une petite installation centralisée de PECS à partir d'un chauffe-eau électrique instantané.



*Figure 3.4- Distribution centralisée d'ECS d'un appartement à partir d'un chauffe-eau électrique instantané.*

L'eau à réchauffer s'écoule généralement à grande vitesse à l'intérieur d'un corps de chauffe tubulaire. Mais parfois on utilise des conducteurs électriques à nu assurant directement la montée en température de l'eau dans des cellules de chauffe en céramique. L'admission en eau ou l'arrêt de sa circulation sont assurés par une valve de sécurité à fonctionnement hydraulique. Pour ce faire, on utilise la pression différentielle résultant de l'écoulement de l'eau dans un tube de Venturi et agissant sur une membrane et ce en fonction du débit d'eau en circulation. La température de l'eau qui s'écoule est déterminée en fonction du débit et de la puissance calorifique. Plus il y a de l'eau qui s'écoule, plus sa température est basse. Dans ce cas de réchauffeurs instantanés du type thermique, on peut disposer de plusieurs étages de puissance, au moyen d'un thermostat adéquat. La température de sortie de l'eau est presque constante.

### **à Chauffe-eau électriques mixtes**

Il s'agit d'appareils qui fonctionnent en partie comme chauffe-eau à accumulation en partie comme chauffe-eau instantanés. On peut leur soutirer de faibles quantités d'eau (fonctionnement en accumulateur) à température variable entre 35 et 80 °C par exemple pour la vaisselle. Quand les besoins sont plus importants, par exemple remplissage d'une baignoire, il y a commutation automatique en forte puissance par exemple de 3,5 à 21 kW. L'installation électrique se trouve ainsi favorablement sollicitée.

### **à Chauffe-eau pluriénergies**

Ce sont des appareils qui peuvent fonctionner avec plusieurs énergies, par exemple préparateur d'eau chaude alimenté en hiver à partir d'une chaudière à eau chaude ou vapeur (échangeur) et en été fonctionnant à partir de résistances électriques (chauffe-eau).

### **à Chauffage central à eau chaude combiné à un chauffe-eau électrique**

Lorsque dans un bâtiment la production d'eau chaude est de type centralisé à partir par exemple d'une chaudière dont le réchauffeur est à chauffage instantané ou accumulé, la question se pose souvent de savoir si la chaudière doit rester en fonctionnement même l'été ou si la PECS doit se faire d'une autre façon. Comme en été le rendement d'exploitation de la chaudière peut être très faible à cause par exemple d'une mauvaise isolation thermique des tuyauteries d'eau, il est préférable dans ce cas de prévoir un chauffe-eau électrique à accumulation, la chaudière étant alors hors fonctionnement. Prévoir également le pilotage de la pompe de circulation au moyen d'une horloge à programme.

Le système consiste à placer un chauffe-eau à accumulation sous pression sur le circuit situé entre la chaudière et les postes de puisage. Deux vannes permettent de passer du fonctionnement été au fonctionnement hivers.

Mais on peut aussi utiliser des accumulateurs à écoulement libre, surtout lorsque les différents postes de puisage ne sont pas très éloignés les uns des autres.

## à PECS par pompes à chaleur

Nous allons voir son principe de fonctionnement (&3.2.6).

### 3.1.3- Chauffe-eau à gaz

Etant donné leur facilité d'entretien et de conduite ainsi que leur rendement élevé, les chauffe-eau à gaz qui peuvent fonctionner aussi bien au gaz de ville qu'au gaz naturel ou aux gaz de pétrole liquéfiés, sont très répandus tant dans le secteur résidentiel que dans le secteur tertiaire ou industriel. Il existe sur le marché de très nombreux modèles et il est donc toujours possible de trouver le modèle le mieux adapté à un cas précis. Ils peuvent être du type instantané ou du type à accumulation et ils sont raccordés soit sur un conduit d'évacuation des gaz brûlés soit directement sur une paroi extérieure.

Les appareils équipés de brûleurs atmosphériques peuvent être modifiés sans grands frais pour fonctionner avec différents types de gaz, à moins qu'ils ne soient prévus d'origine ainsi. En règle générale, les chauffe-eau à chambre de combustion ouverte doivent être raccordés à une cheminée pour permettre l'évacuation des gaz brûlés. Seul; les tout petits chauffe-eau à accumulation font l'objet de mesures particulières à la condition que le volume du local présente une valeur minimale.

Suivant le volume de la pièce et la puissance de l'appareil, la ventilation du local doit répondre à certaines exigences pour assurer l'apport d'air comburant nécessaire. D'après la réglementation, aucun appareil à circuit non étanche, raccordé ou non, ne pourra être installé dans un local ne répondant pas aux prescriptions suivantes :

- comporter une amenée d'air permanente, directe ou indirecte au moins égale à  $50 \text{ cm}^2$  quand la sortie d'air ou des produits s'effectue par un conduit vertical et  $100 \text{ cm}^2$  quand la sortie s'effectue uniquement par un passage au travers d'une paroi extérieure ;
- comporter, si l'un des appareils au moins est non raccordé, une sortie d'air en partie haute ;
- avoir un volume brut d'au moins  $8 \text{ m}^3$ , ce chiffre étant porté à  $15 \text{ m}^3$  dans le cas d'installation nouvelle comportant un chauffe-eau non raccordé ;

- être pourvu, afin de permettre, en cas de besoin, une aération rapide, d'une partie ouvrante donnant sur l'extérieur d'eau moins  $0,40 \text{ m}^2$ .

Des dispositifs de sécurité très fiables doivent empêcher l'écoulement de gaz non brûlé et protéger l'appareil en cas de manque de gaz ou d'eau.

Dans le cas de chauffe-eau à chambre de combustion fermée, l'évacuation des gaz brûlés peut se faire directement à l'extérieur à travers la paroi (appareil à ventouse). Les dimensions de la pièce ne jouent alors aucun rôle.

### É Chauffe-eau à gaz instantanés

Le rôle des chauffe-eau, chauffe-bains et distributeurs instantanés à gaz est de fournir des quantités illimités d'eau chaude, laquelle est directement chauffée dans un réseau tubulaire par la chaleur des gaz (Fig.3.5). Le réchauffage de l'eau froide se fait d'abord dans un serpentin logé dans une cheminée en cuivre puis ensuite dans une section de tube à ailettes. Les différents modèles sont fabriqués pour des débits de puisage de 5, 10, 13 et 16 l/mn, en partant d'un réchauffage de l'eau froide de 10 à 35 °C. A quoi correspondent des puissances utiles nominales de 8.7, 17.5, 22.7 et 28 kW. La mise en marche s'effectue au moyen d'un allumeur de type piézo-électrique qui permet d'enflammer le gaz grâce aux étincelles produites.

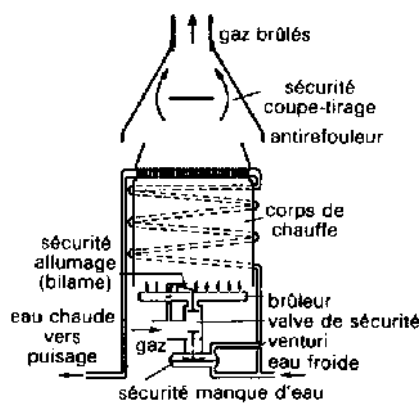


Figure 3.5- Chauffe-eau instantané à gaz à circuit de combustion non étanche.

Lorsqu'il y a soutirage, l'écoulement de l'eau provoque, par action sur une tuyère de Venturi, une dépression dans la partie supérieure de la chambre à membrane du dispositif de contrôle de l'arrivée d'eau, dépression qui déplace la membrane vers le haut et ouvre ainsi le robinet d'arrivée.

De façon à maintenir une température d'écoulement d'eau uniforme, les appareils les plus récents sont munis d'un système de régulation de puissance. Dans ce cas, c'est une sonde de température placée côté écoulement (ou tout autre système) qui va faire varier le débit de gaz en continu avec le débit d'eau.

Un sélecteur de température permet d'afficher la température d'eau chaude souhaitée.

Il existe de petits chauffe-eau de 5 litres parfaitement adaptés à des fins de nettoyage de vaisselle ou autre ou de douche. Certains modèles sont spécialement conçus pour délivrer de l'eau bouillante en petites quantités à la température d'environ 97 °C par exemple à des fins de préparation de café.

De nos jours, les chauffe-eau à gaz sont construits de telle façon que le serpentin (corps de chauffe) soit toujours sous pression d'eau ce qui permet de desservir plusieurs postes de puisage. Dès qu'il y a ouverture d'un robinet de soutirage, une valve automatique placée sur l'arrivée d'eau met le chauffe-eau automatiquement en route. Rendement minimal à la puissance nominale et rapporté au PCI, > 85 %.

Le rendement annuel est donné à la figure (Fig.3.6).

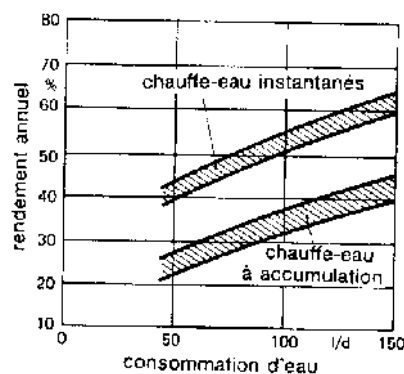


Figure 3.6- Rendement annuel des chauffe-eau à gaz.

## **F- Chauffe-eau à gaz à accumulation**

Les chauffe-eau à gaz à accumulation (Fig.3.7) ont pour rôle de réchauffer une certaine quantité d'eau à une température donnée et de l'y maintenir au moyen d'un thermostat. Ils sont généralement équipés d'un brûleur à gaz atmosphérique et ne permettent de puiser qu'une quantité d'eau limitée. Il existe des modèles hors pression (du type à puisage supérieur) et d'autres soumis à la pression du réseau. Leur capacité en eau s'échelonne entre 5 et 300 litres; au-delà, on utilise des réservoirs à part fonctionnant en circuit fermé avec le chauffe-eau proprement dit. Leur puissance raccordée est inférieure à celle des chauffe-eau instantanés. La mise en marche s'effectue au moyen d'un dispositif d'allumage piézo-électrique.

Principaux éléments : le brûleur atmosphérique avec dispositif de régulation et sécurité d'allumage thermoélectrique, la chambre de combustion, la chambre d'eau comportant un ou plusieurs tubes à fumée eux-mêmes équipés de dispositifs générateurs de turbulences, l'anode de protection en magnésium, le tube d'évacuation des produits de combustion avec dispositif coupe-tirage anti-refouleur. A la partie supérieure, on trouve un régulateur de température qui coupe l'arrivée du gaz lorsque l'eau a atteint le point de consigne. L'appareil est en outre équipé d'un limiteur de température. Lorsqu'on désire stocker d'importantes quantités d'eau, on peut monter plusieurs appareils en parallèle ou les utiliser en liaison avec un réservoir vertical (Fig.3.8).

Pour réduire les pertes en période d'arrêt, il est conseillé de monter un clapet à commande thermique ou électrique sur la sortie des gaz brûlés, en aval du système coupe-tirage anti-refouleur.

Ces chauffe-eau sont raccordés au réseau public de distribution d'eau et sont le plus souvent du type en pression. L'intérieur et l'extérieur des réservoirs sont généralement émaillés et fréquemment équipés en complément d'une anode de protection en magnésium.

A la puissance nominale, leur rendement avoisine 83 %; pour le rendement annuel (rendement d'utilisation), se reporter à la figure (Fig.3.6).



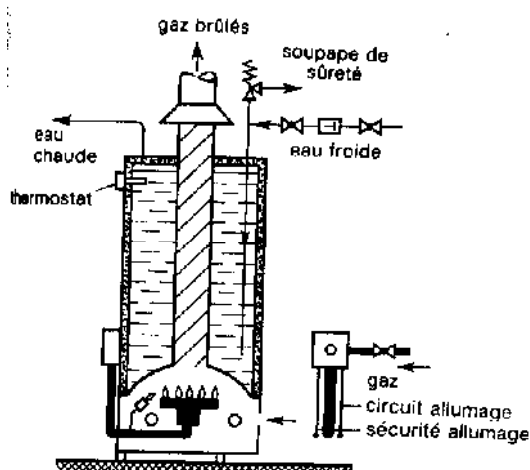


Figure 3.7- Chauffe-eau à gaz à accumulation.

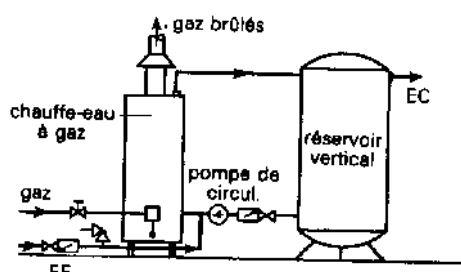


Figure 3.8- Chauffe-eau à accumulation avec réservoir vertical contigu et pompe de circulation.

### Ĥ Chauffe-eau à gaz combinés

Il s'agit d'appareils pouvant fonctionner simultanément en instantané ou en accumulation. Pour ce dernier fonctionnement, il faut prévoir un robinet de gaz particulier, qui restera ouvert jusqu'à ce que la quantité d'eau souhaitée soit réchauffée.

### Ĥ Appareils à gaz mixte chauffage - eau chaude sanitaire

Il existe de nombreux modèles de chaudières à gaz mixtes dans lesquelles, en dehors du circuit de l'eau de chauffage, il existe un réchauffeur d'eau dans lequel l'eau froide se réchauffe. Ce type d'appareil est rendu possible du fait que les besoins thermiques pour le réchauffage de l'eau ne sont nécessaires que pendant un temps assez court durant lequel on peut couper le

chauffage sans problème. Par ailleurs, la PECS nécessite des besoins calorifiques instantanés très importants. Par exemple le remplissage d'une baignoire nécessite environ 20 000 kJ (5,5 kWh) pendant 10 à 15 mn si bien que les appareils dont la puissance est inférieure à  $20\,000 / (15 \cdot 60) = 22$  kW ne conviennent pas.

Les modèles de chaudières à gaz mixtes en vente sur le marché sont de construction fort différente mais elles se ramènent pratiquement à deux types réalisant un réchauffage de l'eau de type instantané :

- Réchauffage direct de l'eau chaude sanitaire : L'échangeur de chaleur ou réchauffeur comprend alors deux serpentins dont l'un sert au réchauffage de l'eau chaude sanitaire et l'autre à celui de l'eau du chauffage. Lorsqu'il y a demande d'eau chaude sanitaire, c'est une valve sur l'eau à effet prioritaire qui coupe la pompe de chauffage et ouvre le robinet d'arrivée de gaz. La pompe ne fonctionne que lorsqu'il y a chauffage des locaux.

- Réchauffage indirect de l'eau chaude sanitaire : Il est alors prévu un échangeur de chaleur secondaire dans lequel l'eau chaude sanitaire est réchauffée par l'eau du circuit de chauffage des locaux. Lorsqu'il y a soutirage d'eau chaude sanitaire, une valve hydraulique pilote une vanne 3 voies électrique et l'eau du circuit de chauffage des locaux est envoyée sur l'échangeur secondaire. Il y a simultanément ouverture du robinet de gaz. Dans ce système, les temps de mise en température sont plus longs.

La disposition de la figure (Fig.3.9) permet d'améliorer considérablement le système précédent. Dans ce cas, il est prévu, indépendamment de la chaudière instantanée assurant le chauffage des locaux, un réservoir accumulateur contenant un serpentin d'échange alimenté par la chaudière. Le chauffage et la PECS sont donc vraiment scindés et peuvent avoir lieu séparément ou simultanément, l'ECS étant toujours prioritaire dans ce dernier cas.

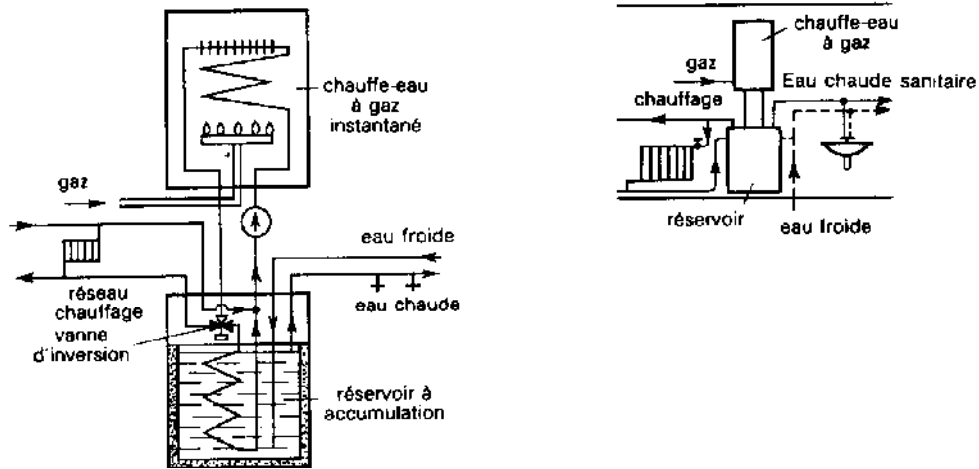


Figure 3.9- Chaudière mixte à gaz chauffage/ECS. PECS par cumulus indépendant (Junkers S W 60).

La figure (Fig.3.10) représente une installation du même type à réchauffage indirect de l'eau chaude sanitaire. Dans cette installation, c'est un régulateur de chauffage particulier qui envoie au brûleur à gaz des impulsions de durée variable en fonction de la température extérieure. Si le thermostat ECS demande de la chaleur, il y a commutation de la vanne 3 voies de la position chauffage à la position ECS. En fonctionnement été, le chauffage est coupé et le chauffe-eau à gaz ne se met en marche que lorsque la température de l'ECS baisse. Les pertes de chaleur à l'arrêt sont donc ainsi maintenues à leur minimum.

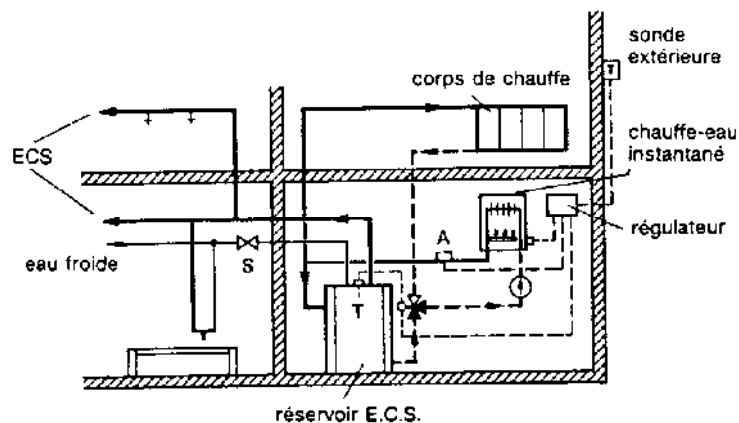


Figure 3.10- Chaudière mixte à gaz avec régulation de la température aller par sonde extérieure et accumulateur d'eau chaude sanitaire séparé.

Il existe différents modèles de ballons d'ECS que l'on peut soit accrocher au mur soit placer verticalement, mais en règle générale on les place sous l'appareil de chauffage. Leur rendement est proche de 85% aux conditions nominales et atteint 70% sur l'année.

### É Consommation de gaz

La consommation en gaz d'un appareil de production d'eau chaude se calcule d'après l'équation suivante :

$$G = \frac{E (t_s - t_e) \cdot c}{P_{ci} \cdot \eta} \quad [\text{m}^3]$$

où :

- E : débit d'eau en l ;
- c : capacité thermique massique en kJ/kg°K (c = 4.2 pour l'eau) ;
- t<sub>s</sub> : température de sortie de l'eau en °C ;
- t<sub>e</sub> : température d'entrée de l'eau en °C ;
- P<sub>ci</sub> : pouvoir calorifique inférieur du gaz en kJ/m<sup>3</sup> ;
- η : rendement.

#### Exemple :

La quantité de gaz nécessaire pour prendre une douche de 25 l est de :

$$G = 25 \cdot (35 - 10) \cdot 4,2 / (32000 \cdot 0.80) = 0.103 \text{ m}^3.$$

### 3.1.4- Chauffe-eau à fuel

Ils peuvent être du type hors pression, l'écoulement de l'eau chaude se faisant en partie supérieure ou à pression; certains sont verticaux posés directement à même le sol ou sur pied, d'autres sont accrochés à une paroi. Ils sont fréquemment utilisés en chauffe-bain.

Les principaux éléments sont : chambre de combustion cylindrique en partie basse avec brûleur et régulateur de fuel, réservoir d'eau comportant un ou plusieurs tubes de fumées, contenance du réservoir 10 à 20 l.

Les chauffe-eau à fuel ne sont pas normalisés mis à part les brûleurs qui doivent satisfaire aux normes en vigueur.

Dans le cas d'un appareil à écoulement libre, il n'est possible d'alimenter en eau chaude que la baignoire alors qu'avec un appareil fermé on peut desservir plusieurs postes de puisage.

Les chauffe-bains sont généralement équipés de brûleurs à gazéification. Le détecteur du thermostat de sécurité, placé dans le réservoir, coupe l'arrivée de fuel quand la température de l'eau atteint une certaine valeur. La consommation de fuel pour un bain est entre 0,8 et 1,0 kg. Le réservoir plein permet donc de prendre 10 à 20 bains. L'allumage est manuel ou par système automatique. Les gros appareils sont parfois équipés de brûleurs à pulvérisation d'huile sous pression. Il y a alors nécessité de prévoir un limiteur de température pour éviter les surchauffes.

Quand le tirage est important, prévoir un régulateur de tirage par air parasite.

Il est possible de modifier la chambre de combustion d'un chauffe-eau à charbon pour lui faire brûler du fuel.

Quand on utilise un chauffe-eau à fuel pour assurer le service d'eau chaude d'un foyer, son rendement est très faible, environ 15 à 20 %; il n'augmente qu'avec la consommation.

### **3.2- Installations de PECS collectives**

Les installations collectives de production d'eau chaude sanitaire sont pratiquement toutes du type fermé et en communication directe avec le réseau d'eau potable. Suivant le procédé de réchauffage de l'eau, on peut les répartir en trois groupes principaux :

¶ Installations de PECS d'après le système à accumulation (dans ce cas c'est l'eau chaude sanitaire qui est accumulée) :

- accumulateur séparé de la chaudière ;
- accumulateur incorporé à la chaudière (chaudière à accumulation).

¶ Installations de PECS d'après le système instantané (dans ce cas c'est l'eau chaude du chauffage qui est accumulée) :

- échangeur instantané dans le préparateur d'eau chaude ;
- échangeur instantané à l'extérieur du préparateur d'eau chaude ;
- échangeur instantané dans la chaudière (chaudière à accumulation).

¶ Installations de PECS combinant les systèmes instantanés et à accumulation.

### 3.2.1- Installations de PECS collectives à accumulation

Ce type d'installation est caractérisé par le fait que dans une chaudière spéciale, il y a production d'un fluide chauffant (eau chaude ou vapeur) envoyé par un réseau de tuyauteries dans un accumulateur dans lequel l'ECS est réchauffée directement ou non. L'eau froide arrive au point le plus bas du préparateur, s'y réchauffe et est soutirée en partie haute pour alimenter différents postes de puisage.

Dans les installations classiques actuelles, de type fermé, le préparateur d'eau chaude est un réservoir fermé bien isolé thermiquement directement raccordé au réseau de distribution d'eau courante. Il s'agit donc d'installations sous pression qui, en fonction des nécessités du service, peuvent fonctionner jusqu'à des pressions atteignant 10 bar.

Le réchauffage de l'eau chaude sanitaire se fait indirectement dans un serpentin ou une double enveloppe (Fig.3.11 et 3.12); il s'agit d'ailleurs plus dans ce cas d'un échangeur de PEC à semi-accumulation ou si l'on préfère semi-instantané, la capacité d'eau de la chemise étant assez faible.

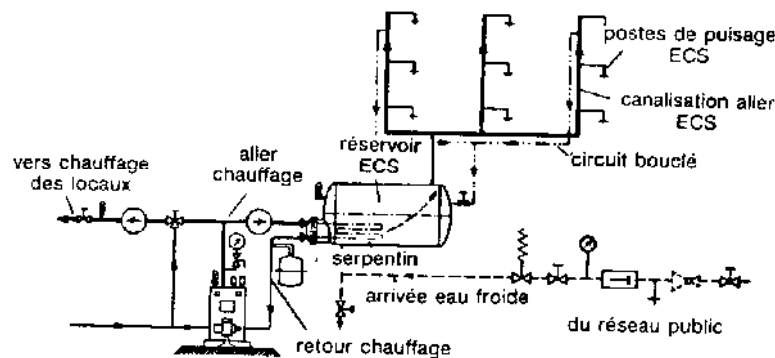


Figure 3.11- Installation fermée de PECS dans un réservoir dont le serpentin est alimenté par le circuit de chauffage.

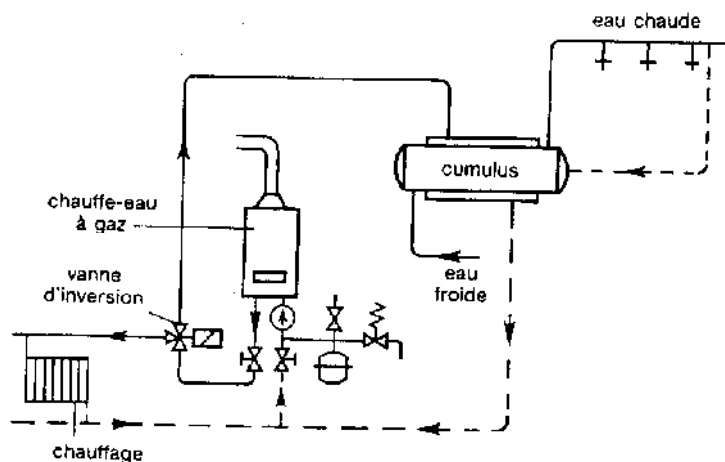


Figure 3.12- Installation de PECS avec chauffe-eau à gaz instantané et réservoir de stockage à double enveloppe.

Le système de production à réchauffage d'une capacité est de loin le plus utilisé. Les différents ballons d'eau chaude sont :

- Des réservoirs cylindriques à simple paroi et surface de chauffe incorporée (Fig.3.13a), mais l'eau chaude devant être maintenue à 70 °C, c'est une solution peu économique.
- Des réservoirs cylindriques à double enveloppe dans lesquels le fluide chauffant circule dans l'enveloppe extérieure (Fig.3.13b); même inconvénient que précédemment.
- Des réservoirs verticaux à surface de chauffe en partie basse (Fig.3.13c) ou à double enveloppe; c'est le meilleur système, car le brassage y est minimal.
- Dans de nombreuses chaudières modernes, le réservoir d'eau chaude est situé dans la chaudière même (chaudières mixtes), (Fig.3.13d). L'eau de la chaudière est toujours chauffée à température assez élevée, environ 70 °C, la température de départ de l'eau du chauffage étant obtenue par mélange avec l'eau plus froide du retour (exemple Fig.3.14). Mais dans un tel cas, il n'est pas possible de limiter la température de l'eau chaude sanitaire. En fonctionnement été, sans chauffage, les pertes de mise à disposition sont élevées. Il existe de nouvelles chaudières anticorrosion qui fonctionnent sans vanne mélangeuse mais avec un système de commutation prioritaire pour le réchauffage de l'eau chaude sanitaire. Ce système ne convient que lorsque les besoins en eau chaude sanitaire sont réduits (pavillons, etc.).
- Quand les besoins en eau chaude sanitaire sont importants, le réservoir est placé au dessus ou à côté de la chaudière. On peut alors choisir la capacité du réservoir et la température de stockage

sans tenir compte des caractéristiques de la chaudière (Fig.3.13e et 3.13f). La mise en température se fait au moyen d'une pompe de charge spéciale.

Possibilité de choisir une température d'ECS différente de la température de la chaudière.

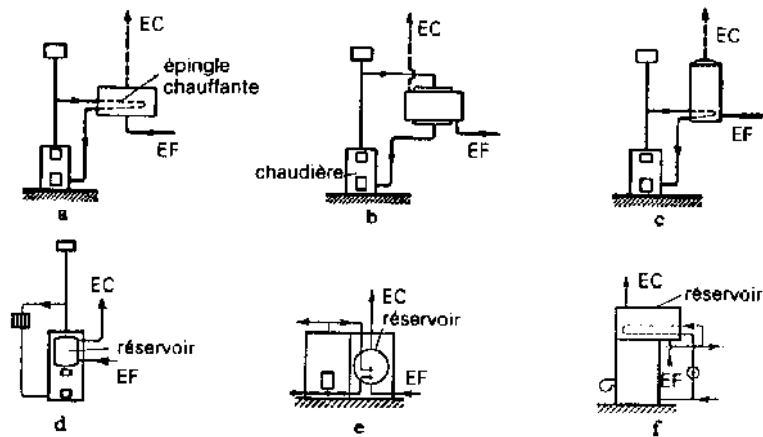


Figure 3.13- Différents modèles de réservoirs à accumulation d'ECS.

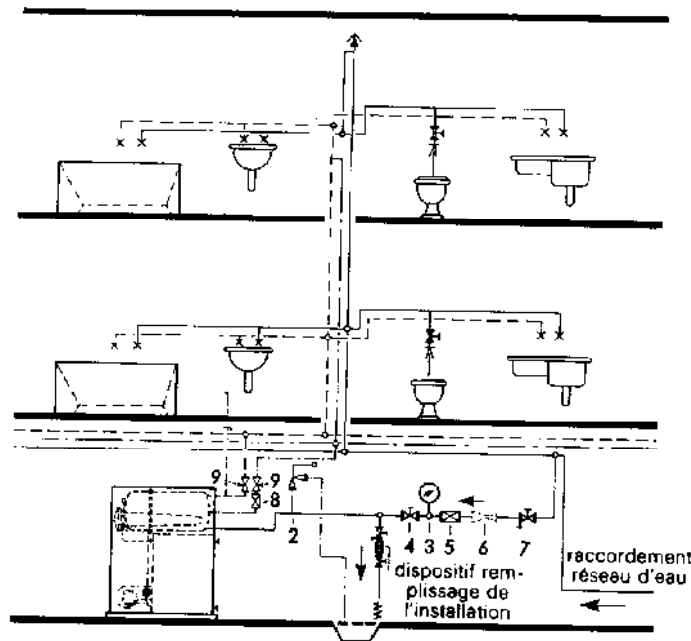


Figure 3.14- Réseau de distribution d'ECS dans une installation à chaudière mixte.



### 3.2.2- Installation de PECS collectives de type instantané

Ce type d'installation est caractérisé par le fait que ce n'est pas l'ECS qui est accumulée dans l'échangeur, mais l'eau du réseau de chauffage en provenance de la chaudière (capacité primaire), l'ECS n'étant réchauffée dans un serpentin tubulaire qu'au moment des besoins (Fig.3.15).

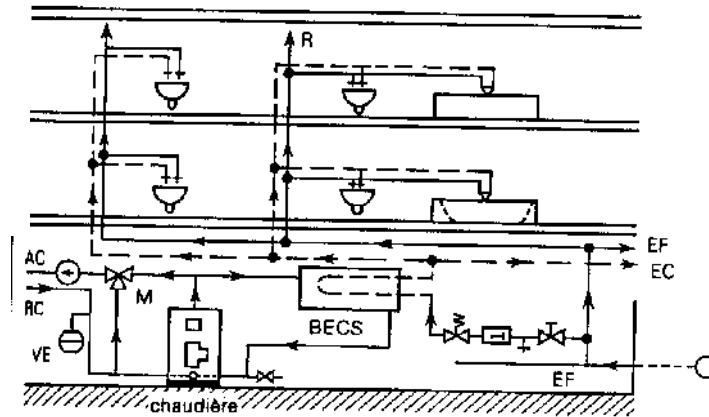


Figure 3.15- Installation fermée de PECS à partir d'un mélangeur instantané.

Ce serpentin existe sous différentes formes et peut être disposé de multiples façons. On peut le monter dans un réservoir particulier (Fig.3.16) ou dans la chaudière même (Fig.3.17).

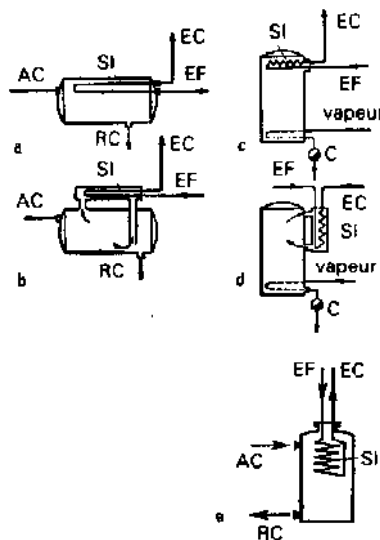


Figure 3.16- Différentes possibilités de disposition du serpentin dans un échangeur de PECS.

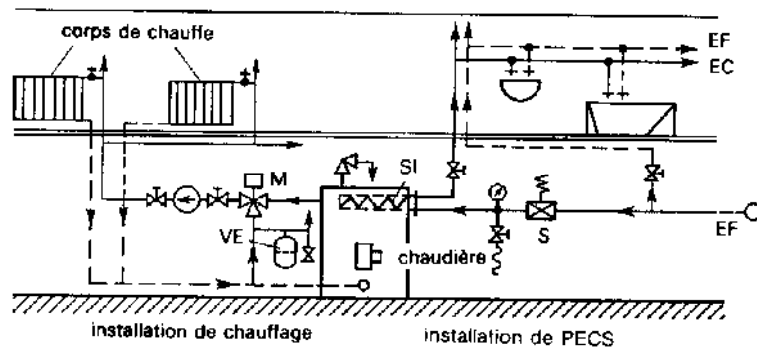


Figure 3.17- Chaudière mixte chauffage/PECS instantanée.

En règle générale, les serpentin instantanés ne conviennent que lorsque les besoins en eau chaude sont relativement faibles et uniformes et non pour un fonctionnement en dents de scie avec puisages de pointe comme c'est le cas dans les hôtels, usines, écoles, etc. La température de soutirage est fonction du débit puisé, étant plus élevée au début puis chutant rapidement. La différence entre les deux systèmes est donnée à la figure (Fig.3.18).

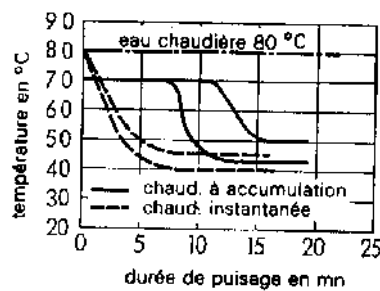


Figure 3.18- Caractéristiques des réchauffeurs d'ECS.

Le problème le plus délicat des serpentin instantanés réside dans la difficulté d'éliminer le tartre. Ce système ne convient pas avec les eaux dures. Il est recommandé d'effectuer un traitement anti-tartre par injection de phosphates.

Avantages du système instantané :

- l'eau chaude sanitaire ne stagne pas dans le préparateur ;
- les risques de corrosion dans le réservoir sont faibles ;
- les quantités d'eau puisables sont illimitées suivant l'état de charge de la capacité primaire ;
- c'est un système bon marché dont les coefficients d'échanges thermiques sont élevés.

Inconvénients :

- formation de tartre dans le serpentin ;
- température de soutirage fortement variable ;
- débit d'eau fonction de la puissance de la chaudière.

C'est à cause de ces inconvénients que l'utilisation de préparateurs d'eau chaude sanitaire instantanés a fortement régressé ces dernières années, d'autant qu'ils ne répondent plus aux exigences actuelles.

### **3.2.3- Systèmes de PECS accumulés et instantanés**

Dans certains cas, il est intéressant de préparer l'eau chaude sanitaire d'après les deux systèmes, par exemple lorsqu'on désire disposer d'une part d'importantes quantités d'eau chaude à usage industriel et de l'autre d'eau chaude sanitaire, pour une cuisine de collectivité entre autres. Il existe sur le marché différents modèles d'appareils de ce type et la figure (Fig.3.19) en montre un exemple. Il est prévu dans ce cas un serpentin en partie haute pour le réchauffage instantané de l'eau chaude sanitaire tandis que la capacité de stockage primaire elle-même est réchauffée par un serpentin alimenté en vapeur le plus souvent et disposé en partie basse de l'échangeur. Il existe même quelques chaudières mixtes combinées avec réservoir accumulateur et serpentin réchauffeur instantané.

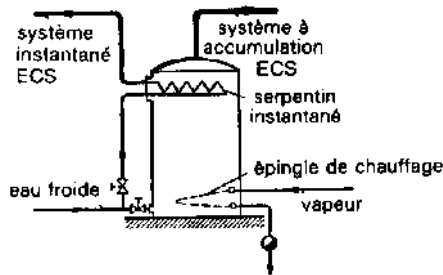


Figure 3.19- Production combinée d'eau chaude sanitaire d'après les systèmes accumulés et instantanés.

### 3.2.4- Réseau bouclé (circuit retour ECS)

Dans les réseaux d'eau chaude sanitaire très développés, le rôle du réseau bouclé est d'assurer que l'eau chaude sanitaire ne stagne pas dans l'ensemble du réseau de distribution, mais soit au contraire constamment en circulation. En effet, quand l'eau stagne, il faut faire circuler une grande quantité d'eau froide après ouverture du robinet avant d'obtenir de l'eau assez chaude. On ne prévoit de circuit retour que lorsque les quantités d'ECS puisées sont importantes et que la préparation d'eau chaude est de type à accumulation. Dans le cas de petites installations, on ne prévoira pas de circuit retour.

Dans ce réseau bouclé, la circulation de l'eau peut avoir lieu soit en thermosiphon, soit par pompe. Dans le cas d'une circulation naturelle toutes les conduites doivent être disposées avec pente exactement comme pour un chauffage à eau chaude en thermosiphon. Quand la circulation de l'eau est assurée par une pompe (Fig.3.20), celle-ci peut fonctionner en permanence ou ne se mettre en route que lorsque la température du retour tombe au-dessous d'une certaine valeur, par exemple 35 ou 40 °C.

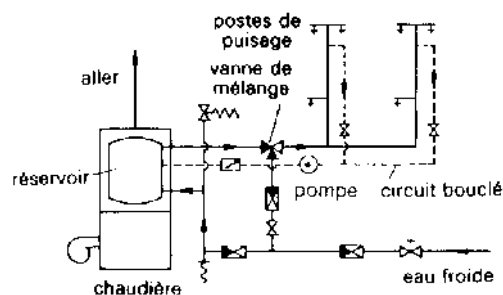


Figure 3.20- Réseau de distribution d'ECS avec pompe de circulation

Le raccordement du circuit bouclé sur le ballon se fait à peu près à mi-hauteur de celui-ci, de façon à ce que l'utilisateur puisse obtenir de l'eau chaude même en provenance de ce circuit bouclé (cas où le sens de circulation de l'eau serait inversé). L'ensemble du circuit bouclé est divisé en deux parties, la tuyauterie en sous-sol et les boucles des étages. Le diamètre de ces boucles est variable en fonction de l'éloignement du ballon de façon à ce qu'en leur confluent les températures de l'eau soient à peu près égales. Le circuit le plus proche du réservoir de PECS a le diamètre le plus faible, celui qui en est le plus éloigné, le plus gros. Prévoir des tés de réglage sur toutes les boucles. Le circuit bouclé sera isolé thermiquement, de même que le réseau de distribution d'ECS. Dans un système en thermosiphon, les tuyauteries non isolées favorisent la circulation de l'eau dans les étages. Pour éviter que l'eau puisée ne provienne du circuit bouclé (cas de l'inversion), il existe des clapets doubles de non retour qui isolent le circuit bouclé dès qu'un point de puisage est en service; mais leur fonctionnement est bruyant.

### 3.2.5- Réseau de distribution

Le réseau de distribution sert à alimenter en ECS les différents postes de puisage, ce réseau pouvant être à distribution supérieure (ou en parapluie) ou inférieure.

La *distribution inférieure* est la plus classique, la tuyauterie principale avec ses dérivations et ses vannes d'isolement filant en plafond du sous-sol. Le principal inconvénient vient des pertes calorifiques en sous-sol, à moins que les tuyauteries ne soient très bien isolées (Fig.3.21 à droite).

Dans une *distribution supérieure*, les tuyauteries se trouvent en combles. Prévoir un dispositif de dégazage au point le plus élevé. Les pertes de chaleur sont plus importantes (Fig.3.21 à gauche).

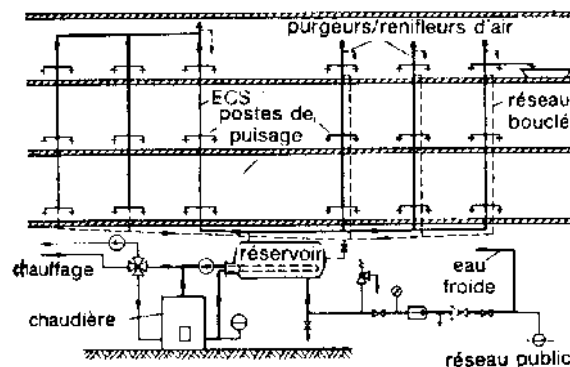


Figure 3.21- Installation de PECS avec ses tuyauteries de distribution.

### 3.2.6- PECS par pompe à chaleur

Les pompes à chaleur peuvent aussi servir au réchauffage de l'ECS. Certes, leurs coût d'investissement est plus élevé que les appareils électriques, mais leur consommation en courant est plus faible. Toute pompe à chaleur de PECS comporte tous les éléments classiques d'un circuit frigorifique : compresseur, condenseur, organe de détente, évaporateur, appareils de commande et de régulation (Fig.3.22). Le fluide frigorigène le plus fréquent dans ce type d'appareil est le R 22.

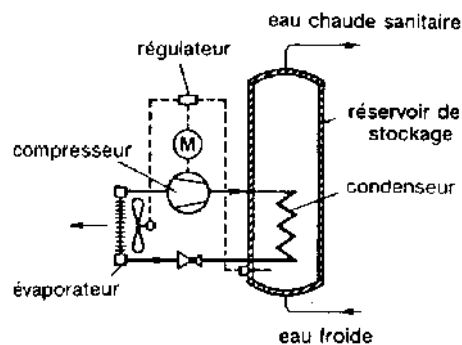


Figure 3.22- Schéma de principe d'une installation de PECS par pompe à chaleur.

#### Fonctionnement :

La pompe à chaleur placée soit au-dessus soit au-dessous ou encore contiguë au réservoir de stockage puise de la chaleur dans l'environnement grâce à l'évaporateur pour céder ensuite cette chaleur, par l'intermédiaire du condenseur et à un niveau de température supérieur, à l'eau du réservoir de stockage. Le réchauffage de cette eau peut alors se faire soit directement soit indirectement par l'intermédiaire d'un médium caloporteur tel que l'eau.

Dans sa forme la plus simple, le condenseur se compose d'un serpentín ou deux tubes coaxiaux directement plongés dans l'eau froide sanitaire à réchauffer. Quant à l'évaporateur, il s'agit presque toujours d'une batterie à air comprenant des tubes à ailettes et un ventilateur hélicoïde (Fig.3.22). La figure (Fig.3.23) quant à elle représente une pompe à chaleur à réservoir de stockage non intégré.

La contenance du réservoir de stockage est d'environ 300 l pour un pavillon moyen et la puissance raccordée est proche de 0,5 kW; température de l'eau chaude sanitaire 50...55 °C.

Le coefficient de performance est proche de 2, c'est-à-dire qu'en dépensant 1 kW, on dispose de 2 kW effectifs, donc 2 fois plus qu'avec un appareil électrique. Toutefois, si l'on s'en rapporte à l'ensemble de l'installation et que l'on tient compte des pertes thermiques, le coefficient de performance moyen peut être plus faible et compris entre 1,5 et 2,0 en fonction de la consommation d'eau chaude sanitaire journalière (Fig.3.24). C'est un système très intéressant lorsqu'on peut disposer de courant en heures creuses, moins cher.

Lorsqu'on envisage de placer une pompe à chaleur dans un endroit donné, bien veiller à ce qu'on dispose d'une source de chaleur suffisante, par exemple sous-sol tempéré, chaleur rejetée par divers appareils, etc. Si cette condition n'est pas réalisée, l'évaporateur sera placé à l'air extérieur.

Par rapport à d'autres systèmes, c'est bien la pompe à chaleur qui présente la consommation d'énergie annuelle la plus faible. Mais son coût d'investissement assez élevé constitue encore actuellement un obstacle à une utilisation à grande échelle.

De nombreux établissements industriels disposant de machines frigorifiques, tels que boulangeries, brasseries, laiteries, etc., peuvent ainsi produire de l'eau chaude sanitaire à bon compte. En même temps, on peut refroidir le local dans lequel se trouve la pompe à chaleur de production d'eau chaude sanitaire. Vérifier toutefois dans chaque cas particulier s'il est vraiment possible de puiser de la chaleur dans le local où l'on a décidé de placer la pompe à chaleur.

La majorité des pompes à chaleur sont équipées d'un chauffage électrique d'appoint de 2 kW par exemple qui se met automatiquement en marche quand la température ambiante est trop faible ou encore lorsqu'on désire une remise en température rapide.

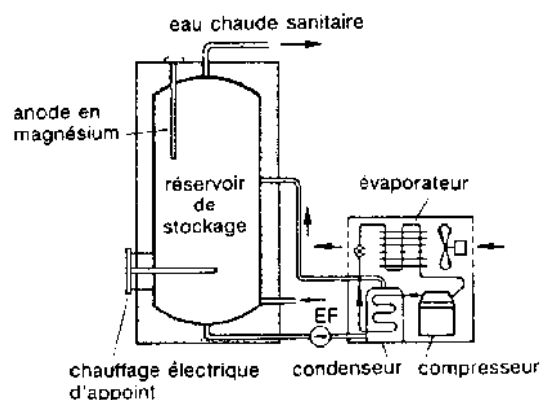


Figure 3.22- PECS par pompe à chaleur à réservoir de stockage séparé.

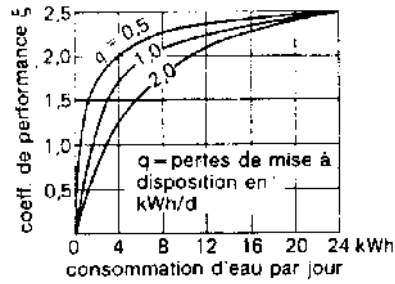


Figure 3.24- Coefficient de performance en fonction de la consommation journalière d'ECS.

**Remarque :**

L'utilisation des capteurs solaires permet aussi la production d'eau chaude sanitaire. Pour cela, se reporter à la partie II: Chap.2- *Systèmes de chauffage*.