

## COMMENT CALCULER SON BALLON DE STOCKAGE !

### Problématique :

-Le fonctionnement ralenti d'un foyer, poêle ou cuisinière à bois bouilleur occasionne une combustion incomplète, de mauvais rendements annuels, du fait que la puissance demandée à l'appareil est, hormis les périodes de pointe, souvent inférieure à ses possibilités. Il en résulte production d'imbrûlés et de fumées corrosives et polluantes ainsi qu'un encrassement du foyer et du conduit.

-Pour produire une combustion-optimum il est nécessaire de supprimer les phases de ralenti et donc de stocker la chaleur produite dans un ballon hydro-accumulateur (stockage ou tampon). Ainsi le stockage de l'énergie dans l'eau chaude du ballon permet d'allonger les intervalles entre le chargement du combustibles, il optimise les rendements nominaux et performances du bouilleur.

-Un ballon de stockage est particulièrement adapté pour emmagasiner la chaleur durant les périodes de charges (feu actif) et restituer cette chaleur dans périodes où le feu est éteint.

-Ce type de fonctionnement correspond à une utilisation standard d'un chauffage bois avec hydroaccumulation.

### Dans le cas d'une chaudière à bois bûche :

La règle est de dimensionner le ballon pour qu'il puisse stocker la chaleur d'une charge de bois et l'on va dimensionner la chaudière et la capacité en hydro-accumulation en fonction du nombre de charges par jour et du poids de bois de chaque charge tout en tenant compte du rendement chaudière.

### Exemple :

-Charges de 18.1 kg de bois avec un rendement chaudière de 85%

-Stockage =  $18.1 \text{ kg} \times 3.9 \text{ kWh/kg (PCI)} \times 85\% = 60 \text{ kWh}$  de chaleur à stocker pour l'hydroaccumulation (ballon).

Si l'habitation a une déperdition de 5 kWh/h (maison RT2012) x 24 heures = 120 kWh déperdition/jour le nombre de charges sera de 2 (x 60 kWh) par jour et la consommation de bois sera d'environ 36.2kg de bois/jour.

### Dans le cas d'un appareil bouilleur :

La règle est de maximiser la production sur l'eau (en plus de l'air) afin de réduire le temps de feu par jour. Par équivalence on dira que le nombre de charge est de 1 mais en plusieurs petits rechargements. Ce mode de chargement de foyer consomme environ 4 kg de bois/heure pour assurer les meilleures conditions de fonctionnement.

### **Exemple :**

-Charges de 36.2 kg de bois avec un rendement bouilleur de 85%

-Stockage =  $36.2\text{kg} \times 3.9\text{kWh (PCI)} \times 85\% = 120\text{kWh}$  de chaleur produite.

Avec cette habitation le temps de feu sera de 9 heures par jour. Le nombre de charge étant de 1 la capacité de stockage du ballon hydro-accumulation devra être de  $120\text{kWh} - (9\text{h}00 \times 5\text{kWh/h}) = 75\text{kWh}$ .

### **Pour finaliser cette estimation :**

Chauffage par le temps de feu = 9 heures x 5 kWh (conso habitation) = 45 kWh (3 kWh/h air + 2kWh/h eau)

Chauffage assuré par le stockage = 5 kWh/h x 15 heures = 75kWh (valeur de stockage).

### **Conclusions :**

-Le bouilleur installé dans une des pièces à vivre, souvent la salle à manger ou le salon, permet de bénéficier d'une récupération sur l'air non négligeable en convection naturelle et rayonnement, impossible avec une chaudière, ainsi que du confort et de la vision du feu.

-Dans le cas d'une chaudière bois bûches on va définir sa puissance en fonction du nombre de charges à envisager par jour ce qui déterminera la capacité d'hydro-accumulation, plus le nombre de charge sera important et plus le volume ballon sera réduit, mais plus l'usage sera contraignant et la régulation du confort de chauffage difficile.

-Pour faire simple : 3 rechargements par jour obligent à « vider » et « remplir » le ballon 3 fois par jour à 8 heures d'intervalle.

-Dans le cas d'une installation on favorisera la puissance de production et l'on cherchera à réduire le temps de feu par jour. Le stockage sera plus important (+20%) en volume mais la régulation sera parfaite et l'usage beaucoup moins contraignant.

### **Le ballon hydro-accumulateur bois :**

Nous allons admettre que le ballon accumule l'énergie nécessaire pour assurer 15 heures de chauffage de l'habitation en reprenant notre exemple précédent.

Rappel : Le feu étant actif 9h00 par jour le foyer assure le fonction chauffage, le ballon sera dimensionné pour les 15 heures restantes.

-Habitation RT2012 = coefficient de performance thermique = 0.5

-Déperditions par jour = 120kWh

-Temps de feu par jour = 9 heures (7 heures entre le premier et le dernier rechargement)

Température de l'eau dans le ballon avant la chauffe : 45°C si radiateurs et 25°C si plancher chauffant = ballon déchargé.

Température de l'eau dans le ballon après la chauffe : 95°C T°C maxi pour un ballon de stockage = ballon chargé.

Calcul du volume du ballon de stockage idéal = V :

Energie produite = E = rendement foyer (ou chaudière) x kg de bois brûlé x PCI = 0.85% x 36.2 kg x 3.9 kWh/kg = 120 kWh.

Volume du ballon de stockage = E / (1.163 x delta T°C) = 75kWh / (1.163 x 50°C) = 1.29 m<sup>3</sup> = 1 290 litres avec radiateurs.

Volume du ballon de stockage = E / (1.163 x delta T°C) = 75 kWh / (1.163 x 70°C) = 0.921 m<sup>3</sup> = 921 litres avec plancher chauffant.

Un ballon mixte assurant également la production d'eau chaude sanitaire peut voir la capacité ECS s'inclure dans cette méthode de calcul !

### **Calcul du temps nécessaire pour la chauffe du ballon de stockage ou ECS :**

Le Watt est unité de puissance, le joule d'énergie = 1 watt pendant 1 seconde, donc 1 kWh = 1000 Watts pendant 3600 secondes => 1kWh = 3600 kilojoules.

La chaleur massique de l'eau est de 4.18 kilojoules / kilogramme.

Formule pour P e, kilojoules, M en kilogramme, C = capacité thermique massique, D = delta t° en degrés Celsius = 50°C.

P= M X C X D = résultats en kilojoules.

Pour un résultat en kilowatt heure divisé pas 3600.

Exemple : 921 litres d'eau (= 921kg) à chauffer de 25°C à 95°C => un delta de 70°C.

P = 921 kg (volume du ballon) x 4.18 (chaleur massique de l'eau) x 70°C (delta T°C) = 269 485 kilojoules soit 74.85 kWh arrondi à 75kWh.

Puissance moyenne sur l'eau produite par un bouilleur en kW/h : 10.3 kW/h (-2Kw/h utilisé en direct) avec un feu normalement vif (4kg/h de bois).

Temps de chauffe en heure = puissance nécessaire / puissance produite par heure = 75 kW/h / 8.3 kW/h = 9.03 = 9h02 heures

Dans la pratique on considèrera un temps de 9h15 heures pour tenir compte des pertes dues aux canalisations et aux déperditions qu'il faudra minimiser, etc...