* 1.  où ρ est la masse volumique de l’eau et V le volume du ballon de stockage. Si on dérive cette relation pour faire apparaitre les débits on montre alors que , en supposant une masse volumique constante, il en résulte que : , le débit sortant est compensé par le débit entrant.

L’hypothèse H2 précise que la température est homogène dans le ballon. En réalité des phénomènes convectifs existent à l’intérieur du ballon. L’eau chaude dont la masse volumique est plus faible connait un phénomène d’ascension et l’eau froide dont la masse volumique est plus forte a tendance à descendre.

Il doit y avoir certainement des strates à l’intérieur du ballon avec un gradient de température qui n’est pas uniforme.

* 1. On a : .
  2. De la face interne du ballon à la face externe il y a de la conduction de chaleur. De la face externe avec le milieu extérieur nous avons un échange de chaleur par convection.

Pour la conduction on s’appuie sur la loi de Fourier en régime permanent :

, On a négligé les résistances thermiques de la cuve (acier), mais on a considéré l’isolation thermique du ballon. Dans cette équation « e » désigne l’épaisseur de l’isolant, S la surface d’échange, λ la conductivité thermique de l’isolant et Text la température externe de la cuve.

Pour la convection on applique la loi de Newton : où h est le coefficient de convection.

Schéma équivalent du circuit de déperdition thermique :

Tec

Text

Ta

φP

* 1. On a : , .
  2. On recense le flux apporté à l’ensemble par les capteurs solaires φsc, le flux thermique stocké dans l’eau et le flux perdu avec le milieu ambiant φp et le flux dû à la consommation d’eau chaude.

On passe de l’énergie à la puissance en dérivant l’énergie par rapport au temps.

, avec  ,où U est le coefficient de transmission thermique, on notera , avec Rg la résistance thermique globale due aux déperditions.

, où  est le débit massique consommé.

* 1. Traduction du bilan par un schéma électrique équivalent :

φsc

φcons

MC

Rg

Tec

Ta

* 1. Réponse temporelle à un échelon de puissance φsc sans consommation d’eau chaude :

On admet un échelon de puissance issue du capteur avec φcons = 250 W. L’équation du bilan devient :

, on établit une équation différentielle du premier ordre à coefficient constant :

.

On a une solution en régime permanent   :

.

La solution en régime libre (sans second membre) s’écrit :

 où τ est la constante thermique de l’ensemble .

La solution générale s’écrit :  .

Pour déterminer k on s’appuie sur la condition initiale Tec(0) = Ta

On aboutit à 

Au final nous obtenons : .



Allure de la courbe :



* 1. Température atteinte par l’eau après 6 heures sans consommation d’eau chaude avec φsc = 0 W.

L’équation bilan devient : .

Le régime permanent engendre Tec = Ta et le régime libre , on détermine K avec la condition initiale.

 d’où . Finalement on obtient :

 .

La solution dépend de la constante de temps thermique qui dépend elle-même de la masse d’eau dans le ballon et surtout du coefficient de transmission thermique qui traduit l’ensemble des pertes avec le milieu ambiant.

Plus ce coefficient sera faible plus la température évoluera rapidement vers Ta.

Après 6h la température vaut : 

* 1. Réponse temporelle sans ensoleillement, et dans le cas d’un débit constant d’eau chaude égale à  :

Compte-tenu des hypothèses l’équation bilan devient :

.

On doit résoudre : .

La solution particulière est obtenue pour le régime permanent où la dérivée de Tec est nulle :

.

La solution sans second membre correspond au régime libre :

, la solution s’écrit :

, on détermine K avec la condition initiale :

.

D’où :

.

La température à la fin du puisage est obtenue pour t = 1800 secondes. Attention dans cette situation .

  


Tec(1800) = 42,22 °C.