

ACTIVITÉ 4**ÉTUDE EN REGIME DYNAMIQUE DE L'ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE D'EAU
DANS LE BALLON DE STOCKAGE**

Objectifs : élaborer un modèle de connaissance dans le domaine thermique du ballon d'eau chaude afin de l'implanter dans un logiciel multi-physique.

Les hypothèses sont énoncées ci-après dans le but d'établir un modèle dynamique simplifié du chauffe-eau qui nous permettra de cerner son comportement en fonction des paramètres internes/externes et des influences externes.

Hypothèses :

H₁ : le soutirage de l'eau chaude est caractérisé par un débit noté D_{ec} . Ce dernier provoque un débit d'admission d'eau froide D_{ef} tel que $D_{ef} = D_{ec}$.

H₂ : le ballon est idéalement brassé, la température de l'eau à l'intérieur du ballon est homogène elle sera notée T_{ec} .

H₃ : la température de l'eau à l'intérieur du ballon est la même que la température interne de la cuve.

H₄ : la masse volumique de l'eau est de $1\text{kg}\cdot\text{L}^{-1}$, elle ne dépend pas de la température.

H₅ : la chaleur massique de l'eau est constante, $C = 4180\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

H₆ : la température de l'eau froide est constante.

On note :

- ✍ M la masse de l'eau dans le ballon, M_{ef} la masse de l'eau froide admise dans le ballon,
- ✍ T_{ec} la température homogénéisée de l'eau dans le ballon, T_{ef} la température de l'eau froide, T_a la température ambiante,
- ✍ φ_{sol} la densité du flux solaire, Φ_{sc} le flux fourni par le capteur à la masse de l'eau stockée, Φ_{cons} le flux provoqué par le soutirage de l'eau chaude et U le coefficient de transmission entre la surface interne du ballon de stockage et le milieu ambiant.

1.1 En prenant appui sur un bilan de masse à l'intérieur du ballon, justifier l'hypothèse H₁ ? Discuter de l'hypothèse H₂.

1.2 Exprimer l'énergie thermique Q_{ec} stockée dans le ballon.

- 1.3** Quels sont les modes de propagation de la chaleur qui sont mis en jeu avec le milieu extérieur ? Faire un schéma équivalent en précisant le rôle des éléments et des variables qui interviennent pour rendre compte des déperditions thermiques.
- 1.4** Exprimer la variation énergétique subie par la masse de l'eau froide admise dans le ballon de stockage.
- 1.5** Faire le bilan des flux thermiques de l'ensemble. Puis mettre en équation ce bilan.
- 1.6** Traduire ce bilan par un schéma électrique équivalent sans omettre la légende associée (nomination des variables et des constituants, sens de transfert des flux, des températures etc.).

Pour la suite on prendra $R_g = \frac{1}{U} = 0,3 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$, $MC = 1,25 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ et $T_a = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

- 1.7** Exprimer puis représenter l'allure de la réponse temporelle à un échelon de puissance $\phi_{sc} = 450 \text{ W}$, sans consommation d'eau chaude en considérant la température T_a constante avec pour condition initiale $T_{ec} = T_a$.
- 1.8** La température étant T_{ec} est égale à $60 \text{ }^\circ\text{C}$, exprimer la température atteinte par l'eau après 12 heures sans consommation d'eau chaude avec $\phi_{sc} = 0 \text{ W}$, sans puisage d'eau chaude.
- 1.9** Exprimer la réponse temporelle en absence d'ensoleillement et dans le cas d'un débit constant d'eau chaude égale à $0,1 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$. La température initiale sera de $60 \text{ }^\circ\text{C}$ et T_{ef} de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. La durée du puisage sera de 30 minutes. En déduire la température à la fin du puisage.