# étude d'une installation thermique

Bac S 2015 Amérique du Nord (ancien programme) · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

**1.1** En s'appuyant sur le document décrivant le chauffe-eau solaire, illustrer chacun des trois modes de transfert thermique.

**Rayonnement** : le Soleil chauffe la paroi noire du capteur, à travers le vitrage, par des ondes électromagnétiques ; ce transfert se fait sans contact et sans support matériel.

**Conduction** : l'énergie traverse la paroi en cuivre du serpentin, du liquide caloporteur chaud vers l'eau sanitaire plus froide, de proche en proche, sans déplacement de matière.

**Convection** : le liquide caloporteur, chauffé dans le capteur, circule jusqu'au ballon en emportant l'énergie ; dans le ballon, l'eau chauffée au contact du serpentin s'élève. Le transfert accompagne un déplacement de matière.

Rayonnement : Soleil → paroi noire ; conduction : à travers le cuivre du serpentin ; convection : circulation du liquide caloporteur et de l'eau du ballon.

**PIÈGE**
Citer les trois modes sans les rattacher à un élément précis du schéma : la question demande une illustration tirée du document, pas une définition de cours.

**MÉTHODE**
Pour reconnaître un mode : pas de milieu matériel nécessaire, c'est le rayonnement ; milieu immobile (solide), c'est la conduction ; fluide en mouvement, c'est la convection.

**1.2** Calculer le nombre de ballons d'eau chaude nécessaire, puis la quantité d'énergie, en kWh, à apporter à la totalité de l'eau pour élever sa température de 17 °C à 65 °C.

**Données utiles** 75 campeurs ; 50 L par personne et par jour ; volume d'un ballon : 750 L ; $c_{\text{eau}} = 4180\ \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ; $\rho = 1000\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ; $1\ \text{Wh} = 3600\ \text{J}$

Volume d'eau chaude consommé chaque jour : $V = 75 \times 50 = 3750\ \text{L} = 3{,}75\ \text{m}^3$.

Nombre de ballons : $N = \dfrac{V}{V_{\text{ballon}}} = \dfrac{3750}{750} = 5$ ballons.

L'eau, de masse $m = \rho V$, voit son énergie interne varier de :

$$\Delta U = \rho V\, c_{\text{eau}}\, (\theta_f - \theta_i)$$

$$\Delta U = 1000 \times 3{,}75 \times 4180 \times (65 - 17) = 7{,}5 \times 10^8\ \text{J}$$

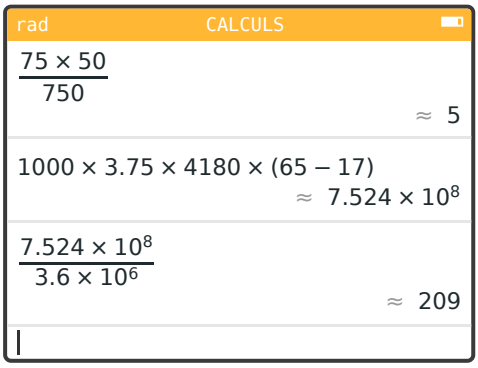
Or $1\ \text{kWh} = 3600 \times 10^3\ \text{J} = 3{,}6 \times 10^6\ \text{J}$, donc $\Delta U = \dfrac{7{,}524 \times 10^8}{3{,}6 \times 10^6} = 209\ \text{kWh}$.

Il faut $5$ ballons et une énergie $\Delta U = 2{,}1 \times 10^2\ \text{kWh}$ par jour.

**PIÈGE**
Laisser le volume en litres avec $\rho$ en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ : le résultat est alors mille fois trop grand. Convertir $3750\ \text{L}$ en $3{,}75\ \text{m}^3$, ou utiliser $1\ \text{L}$ d'eau $= 1\ \text{kg}$.

**COMPRENDRE**
Deux chiffres significatifs, comme 75 campeurs, 50 L et les températures. Un écart de température a la même valeur en °C et en K : $65 - 17 = 48\ ^\circ\text{C} = 48\ \text{K}$, inutile d'ajouter 273.

**À LA CALCULATRICE**



**2** Rédiger, en une quinzaine de lignes au maximum, un projet détaillant les conditions optimales d'implantation des panneaux solaires nécessaires au chauffage sanitaire moyen journalier, en précisant le nombre de panneaux.

**Données utiles** $\Delta U = 209\ \text{kWh}$ par jour (Q1.2) ; surface d'un capteur : $2{,}7\ \text{m}^2$ ; carte : environ $4{,}2\ \text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ par jour à Valence ; toit A : 60°, toit B : 30°

Le camping doit chauffer chaque jour 3750 L d'eau, stockés dans 5 ballons, ce qui demande environ 209 kWh.

**Choix du toit.** D'après la carte, une surface orientée au sud et inclinée d'un angle égal à la latitude reçoit à Valence environ $4{,}2\ \text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ par jour. Le disque des rendements indique la fraction de cette énergie reçue selon l'orientation et l'inclinaison :

- implantation 1, bâtiment A : pan de toit tourné vers l'ouest, incliné à 60°, rendement d'environ 70 % ;
- implantation 2, bâtiment B : pan tourné vers le sud, décalé d'une quinzaine de degrés vers l'ouest, incliné à 30°, rendement de 100 %.

L'implantation 2 est donc la meilleure : les capteurs se placent sur le toit du bâtiment B.

**Nombre de panneaux.** Chaque capteur, de surface $2{,}7\ \text{m}^2$, reçoit par jour $E = 2{,}7 \times 4{,}2 = 11\ \text{kWh}$. Il faut donc :

$$n = \frac{\Delta U}{E} = \frac{209}{2{,}7 \times 4{,}2} = 18{,}4$$

soit 19 panneaux, en arrondissant à l'entier supérieur pour couvrir le besoin.

**Limites.** Ce nombre suppose que toute l'énergie reçue est transmise à l'eau, ce qui est optimiste : le chauffage d'appoint compensera les pertes et les jours peu ensoleillés. Il faut aussi vérifier que le toit B peut porter 19 capteurs (environ $51\ \text{m}^2$) et que le bâtiment A, plus haut, ne lui fait pas d'ombre.

Implantation 2 : toit du bâtiment B (sud, 30°, rendement 100 %), avec 19 panneaux.

**PIÈGE**
Arrondir 18,4 à 18 : avec 18 panneaux, le besoin journalier n'est pas couvert. Sur les plans, le sud est en haut et l'ouest à droite ; les lire comme une carte habituelle inverse l'orientation des toits.

**COMPRENDRE**
Avec le bâtiment A (rendement 70 %), chaque capteur ne recevrait que $0{,}70 \times 11{,}34 \approx 7{,}9\ \text{kWh}$ par jour : il en faudrait 27 au lieu de 19.

**MÉTHODE**
Une synthèse se construit en trois temps : le besoin (question précédente), le choix argumenté par une valeur lue dans chaque document, puis le calcul et un regard critique sur ses hypothèses.

**À LA CALCULATRICE**

