Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

## INSTALLATION SOLAIRE DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE

## Présentation

La figure 1 ci-dessous représente une installation de production d'eau chaude à partir de l'énergie solaire.

Elle est composée :

1. d'un capteur solaire thermique posé en toiture
2. d'un circuit de fluide caloporteur qui sera appelé fluide primaire
3. d'un échangeur qui permet un transfert de chaleur du fluide primaire au fluide secondaire.
4. d'un circuit secondaire dans lequel circule une partie de l'eau chaude sanitaire. Cette eau sera aussi appelée fluide secondaire
5. d'un ballon de stockage d'eau chaude.

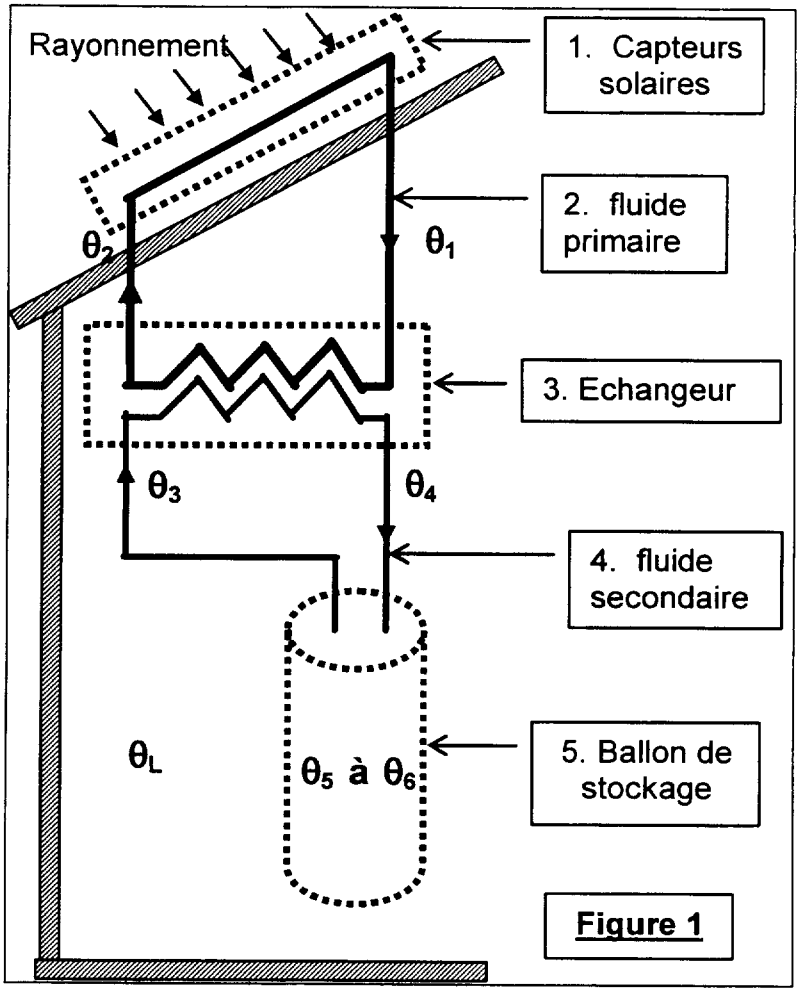



**Figure 1**

Ce système est utilisé en complément d'une production d'eau chaude sanitaire. Il peut éventuellement être autonome en été.

Le capteur solaire est constitué d'un absorbeur en métal sous un verre trempé.

Le fluide primaire circule à l'intérieur du capteur dans des tuyaux en cuivre. Il contient un antigel pour l'hiver et a une température d'ébullition supérieure à 100°C. Il est entraîné par une pompe vers l'échangeur.

Le circuit secondaire contient l'eau à réchauffer par l'intermédiaire de l'échangeur. Elle est aussi entraînée par une pompe vers le ballon de stockage.

**Les parties A, B, C et D sont indépendantes.**

## Partie A : thermodynamique (9 points)

***Les questions 1) et 2) sont indépendantes***

### 1. Étude du dispositif capteur-échangeur

**Données :**

| | Capacité thermique massique ($J.kg^{-1}.K^{-1}$) | Masse volumique ($kg.m^{-3}$) | Débit volumique ($L.h^{-1}$) | Température à l'entrée de l'échangeur (°C) | Température en sortie de l'échangeur (°C) |
|---|---|---|---|---|---|
| Fluide primaire | 2400 | 1100 | 150 | 55,0 | 85,0 |
| Fluide secondaire | 4180 | 1000 | 150 | 45,0 | 60,0 |

On rappelle que :

- $q_v = \frac{V}{\Delta t}$ avec $q_v$ : débit volumique, V : volume traversant une section de conduite pendant une durée $\Delta t$
- $\rho = \frac{m}{V}$ avec $\rho$ : masse volumique, m : masse du volume V de fluide.

#### 1.1. Quantité de chaleur reçue par le fluide primaire

1.1.1. Donner l'expression littérale de la quantité de chaleur $Q_1$ reçue par une masse m de fluide primaire, lors de la circulation dans le capteur. On notera $\theta_1$ la température du fluide à l'entrée de l'échangeur (sortie du capteur), $\theta_2$ celle à la sortie de l'échangeur (entrée du capteur) et $c_1$ la capacité thermique massique du fluide primaire.

1.1.2. Exprimer cette quantité de chaleur $Q_1$ en fonction de la masse volumique du fluide primaire notée $\rho_1$, du débit volumique du fluide correspondant $q_{V1}$, de la durée de circulation du fluide $\Delta t$ et des données définies précédemment $\theta_1$, $\theta_2$ et $c_1$.

1.1.3. En utilisant le tableau de données ci-dessus, calculer la quantité de chaleur $Q_1$ pour une heure de fonctionnement.

### 1.2. Quantité de chaleur reçue par le fluide secondaire.

1.2.1. La température du fluide secondaire est notée $\theta_3$ à l'entrée de l'échangeur et $\theta_4$ en sortie. On notera $c_2$ la capacité thermique massique du fluide secondaire.

A l'aide de la démarche de la question précédente 1.1., exprimer la quantité de chaleur $Q_2$ reçue par le fluide secondaire en fonction de la masse volumique du fluide secondaire notée $\rho_2$, du débit volumique du fluide correspondant $q_{V2}$, de la durée de circulation du fluide $\Delta t$ et des données définies précédemment $\theta_3$, $\theta_4$ et $c_2$.

1.2.2. Calculer la quantité de chaleur $Q_1$ pour une heure de fonctionnement.

### 1.3. Bilan énergétique.

Calculer l'ensemble des pertes $Q_P$ du dispositif capteur-échangeur.

## 2. Étude du ballon de stockage

***Les questions 2.1. et 2.2. sont indépendantes.***

### 2.1. Dilatation

On suppose que le ballon est initialement rempli par un volume $V_{\theta 5}$ = 200 L d'eau froide à la température $\theta_5$. Lorsque l'on chauffe l'eau à la température $\theta_6$, le volume du ballon change peu alors que l'augmentation du volume de l'eau peut atteindre plusieurs litres. On notera $V_{\theta 6}$ le volume d'eau à la température $\theta_6$.

2.1.1. Quel est le rôle du vase d'expansion prévu dans certaines installations ?

2.1.2. Exprimer l'augmentation du volume d'eau $\Delta V$ résultant de la variation de la température de $\theta_5$ à $\theta_6$ en fonction de $\alpha_V$, $V_0$, $\theta_5$ et $\theta_6$.
Calculer numériquement $\Delta V$.

**Données :** Températures : $\theta_5$ = 12,0 °C ; $\theta_6$ = 55,0 °C

Coefficient de dilatation volumique de l'eau : $\alpha_V = 3{,}7.10^{-4}\ °C^{-1}$

On rappelle que $V_\theta = V_0\ (1 + \alpha_V.\theta)$ avec :

- $V_\theta$ : volume de l'eau à la température $\theta$ en °C
- $V_0$ : volume de la même quantité d'eau à 0°C.

### 2.2. Déperdition thermique

On assimile le ballon de stockage à un cylindre de hauteur moyenne h et de rayon moyen R.

La température du local où se situe le ballon sera notée $\theta_L$, la température moyenne de l'eau à l'intérieur du ballon de stockage $\theta_6$, et le coefficient de transmission global des parois du ballon U.

2.2.1. Vérifier que la valeur de la surface moyenne de déperdition thermique du ballon est $S = 2,7\ m^2$.

2.2.2. Donner l'expression littérale du flux perdu à travers les parois du ballon de stockage $\Phi$ en fonction des données de l'énoncé, U, S, $\theta_L$ et $\theta_6$.

2.2.3. Calculer le flux $\Phi$.

**Données :** $h = 1,25\ m$ $R = 28\ cm$

$\theta_L = 18\ °C$ $\theta_6 = 55\ °C$

$U = 0,40\ W.m^{-2}.°C^{-1}$

## Partie B : Rayonnement (2 points)

On suppose que le capteur solaire est assimilable à un corps noir. Dans ces conditions, la loi de Wien permet de calculer la longueur d'onde du rayonnement principal reçu, à l'aide de la relation : $\lambda.T = A$, avec :

A : constante de valeur $2,9.10^{-3}\ m.K$

$\lambda$ : longueur d'onde du rayonnement principal en mètre

T : température absolue du corps noir en kelvin

1. Calculer la longueur d'onde $\lambda$ du rayonnement principal émis par le capteur en considérant que la température moyenne du fluide primaire est $\theta = 85\ °C$.

2. De quel type de rayonnement s'agit-il : ultraviolet, visible ou infrarouge ? Justifier la réponse.

## Partie C : Chimie (3,5 points)

La cuve du ballon de stockage est en acier émaillé considéré comme un alliage Fer-Carbone.

1. Donner la demi-équation associée au couple rédox qui intervient lors de la corrosion de la cuve.
2. Définir les termes : oxydation et réduction. Lors de la corrosion, quel est le type de la réaction subie par le fer ?
3. La cuve est protégée par un générateur auxiliaire de courant continu. Choisir et justifier le branchement correct du générateur parmi les deux figures ci-dessous.

**Figure 2**

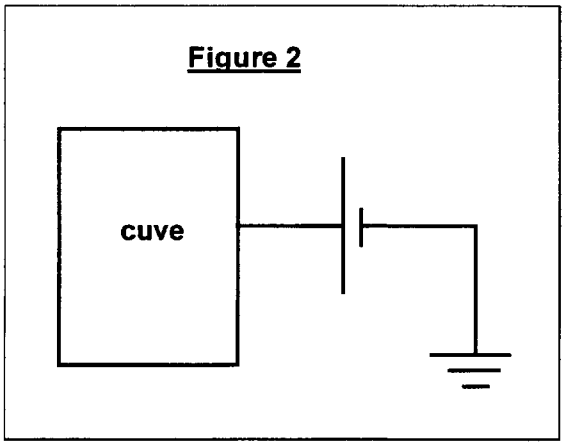
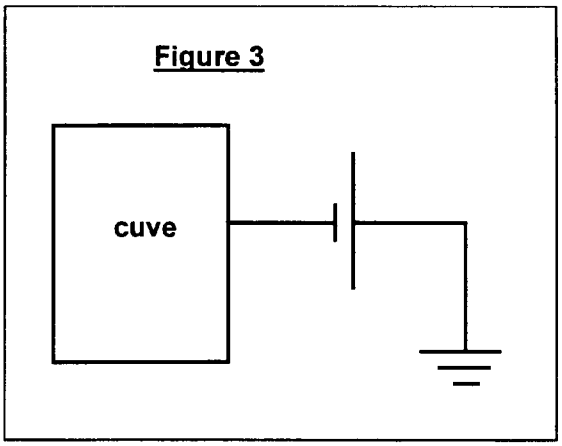
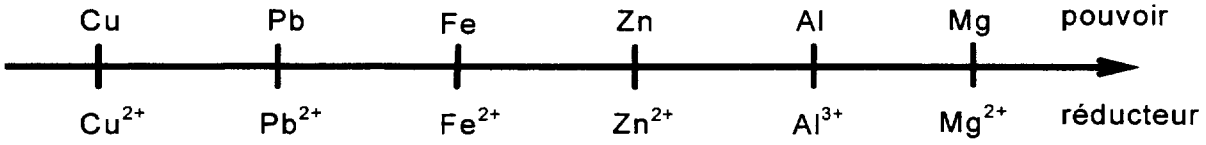



**Figure 3**




4. Proposer une autre méthode pour protéger la cuve

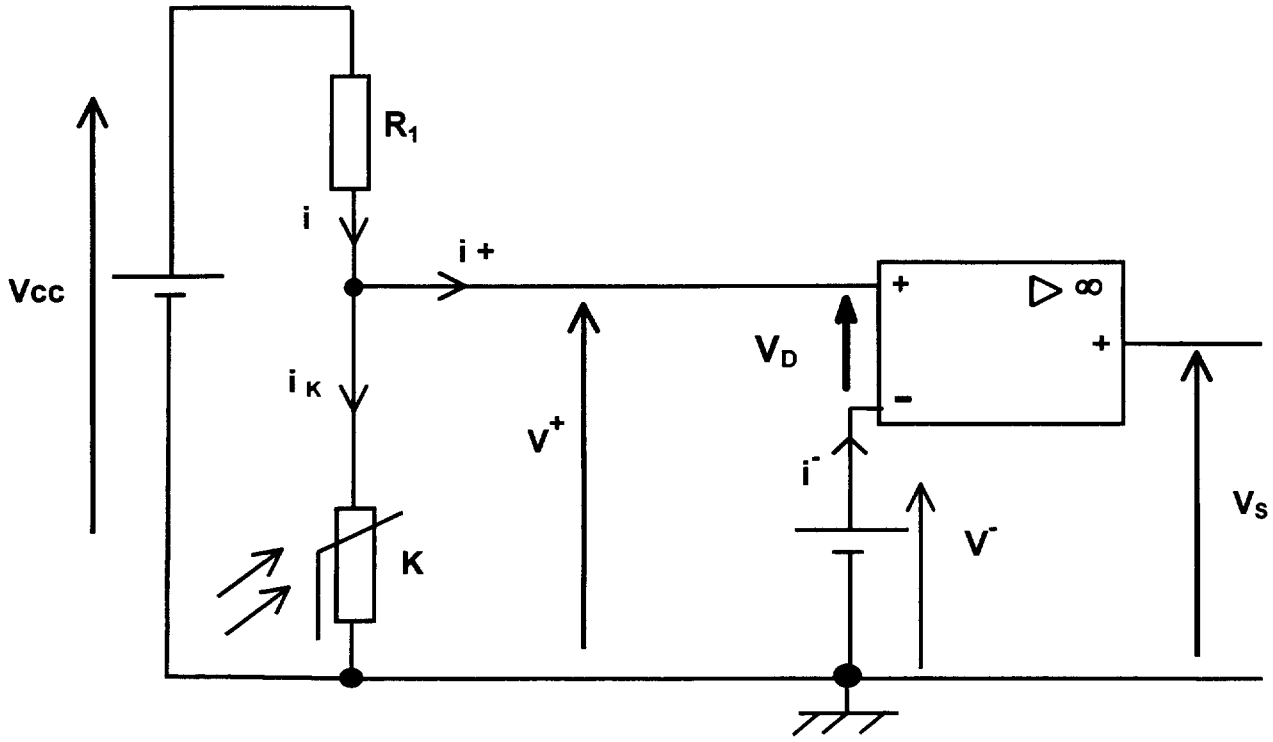
**Données** : classification des couples redox



## Partie D : Électricité (5,5 points)

Pour optimiser l'énergie reçue par les capteurs, un dispositif électronique permet de les orienter correctement suivant la direction des rayons du soleil. On étudie une partie du circuit électronique permettant de commander un moteur sur la figure 4 ci-dessous.

**Figure 4**




L'amplificateur linéaire intégré est supposé idéal. Il fonctionne en régime de saturation.

Rappels : $i^+ = i^- = 0$

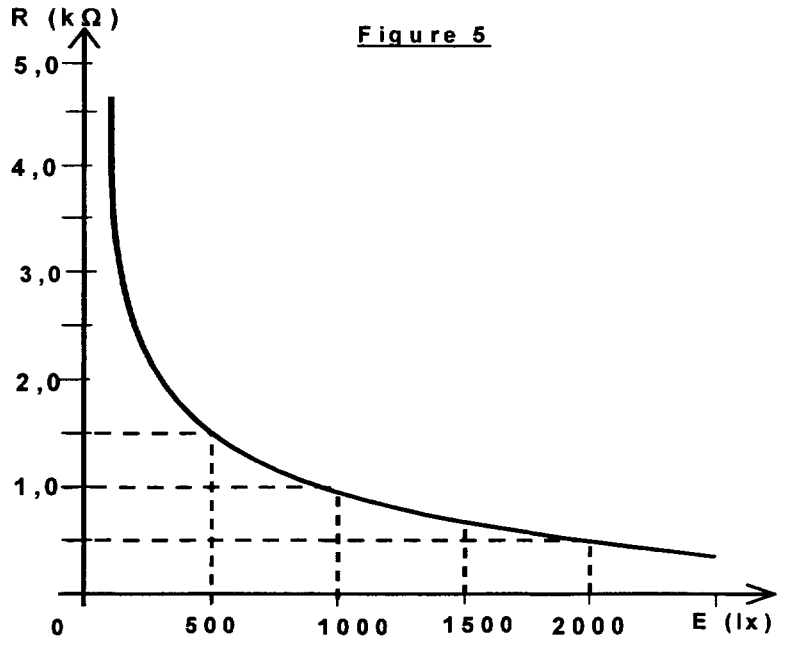
- si $V_D > 0$ alors $V_S = + V_{SAT}$
- si $V_D < 0$ alors $V_S = - V_{SAT}$

Données : Vcc = 15 V $V_{SAT}$ = 14 V $V^- = 9{,}0$ V

$R_1 = 1{,}0$ kΩ.

K est un photocomposant dont l'évolution de la résistance R en fonction de l'éclairement est fournie sur la figure 5 ci dessous :

Figure 5




## 1. Mesure d'éclairement

Quel est le nom de l'appareil permettant la mesure de l'éclairement que reçoit le photocomposant K ?

## 2. Photocomposant

2.1. Comment nomme t-on le photocomposant noté K ?

2.2. En vous aidant de la figure 5, déterminer la valeur de la résistance R du photocomposant pour un éclairement E = 1000 lx.

## 3. Étude du circuit

3.1. Déterminer l'expression de la tension $V^+$ aux bornes du photocomposant en fonction de R, $R_1$ et $V_{CC}$.

3.2. Calculer $V^+$ pour un éclairement E = 1000 lx.

3.3. En déduire la valeur et le signe de $V_D$.

3.4. Déterminer la valeur de la tension Vs délivrée à la sortie du montage.

## 4. Intérêt du circuit

Pour quelle valeur de l'éclairement, la tension $V_S$ change-t-elle de signe ?

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.