

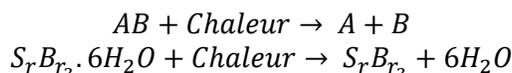


17.0 EXERCICES STOCKAGE

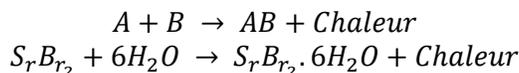
Exercice 17.7 : Le stockage thermochimique

Les systèmes de stockage thermochimique sont conçus pour collecter l'énergie sous forme chimique pour du stockage saisonnier. Pendant l'été, cette énergie est recueillie ou collectée. Puis, cette énergie est libérée ou restituée sous forme de chaleur pour une utilisation pendant l'hiver. Le projet StockHidens a pour objectif d'utiliser ce type de stockage inter-saisonnier pour augmenter sensiblement la couverture solaire annuelle d'une maison québécoise. C'est un système ouvert qui réagit directement avec le milieu extérieur.

L'été l'air extérieur (chaleur) est chauffé par l'intermédiaire des panneaux solaires thermiques. Il vient déshydrater le réactif, ici le sel bromure de strontium humidifié (hexahydrate de bromure de sodium), via un échangeur air-eau pour produire une réaction endothermique libérant de la vapeur d'eau, c'est la réaction dite de charge ou réaction de décomposition :



L'hiver, l'air frais humide extérieur (H₂O) va humidifier le réactif (sel de bromure de strontium) pour produire une réaction exothermique libérant de la chaleur sous forme d'air à 70°C, c'est la réaction dite de décharge ou réaction de synthèse. L'air réchauffé, vient céder sa chaleur à l'échangeur air-eau pour chauffer l'eau sanitaire d'une maison :



La densité énergétique brut du sel de bromure de strontium sous forme d'un bloc compact est de 628 kWh/m³. Cependant, plusieurs pertes sont à prendre en compte au cours du processus :

- 1^{ère} étape : Lors de transformation sous forme de lit granulaire, les porosités internes et externes des grains diminuent la densité énergétique de 36 % ;
- 2^{ème} étape : Puis, la densité énergétique restante dans le lit granulaire diminue de 47 % lors du passage dans les canaux aérauliques internes du réacteur ;
- 3^{ème} étape : Enfin, l'isolation thermique pénalise également la densité énergétique restante de 34 %.

Lors des saisons intermédiaires, ce type de chauffage peut tout de même être en partie régénérés et ainsi stocker plus d'énergie que sa capacité maximale instantanée. On peut alors estimer leur facteur d'utilisation à 126%.

Le projet StockHidens estime que 6000 kg d'hexahydrate de bromure de sodium sont nécessaires pour permettre de fournir 1580 kWh. On souhaite, grâce au projet, subvenir aux besoins en eau chaude sanitaire d'une maison québécoise consommant au total, en moyenne (habitation individuelle, avec climatisation sans piscine) 24 000 kWh. La proportion de l'eau chaude sanitaire est de 16 %.

QUESTIONS

Question 1 : Quelle doit être la taille du réservoir de sel de bromure de strontium pour pouvoir subvenir aux besoins en eau chaude sanitaire d'une maison québécoise durant l'hiver (en m³, arrondir à l'entier) ?

Question 2 : Quelle est la masse d'hexahydrate de bromure de sodium nécessaire pour fournir 3840 kWh (en kg, arrondir à l'entier) ?

RÉPONSES

Question 1 : Quelle doit être la taille du réservoir de sel de bromure de strontium pour pouvoir subvenir aux besoins en eau chaude sanitaire d'une maison québécoise durant l'hiver (arrondir à l'entier) ?

Tout d'abord un certain nombre de pertes doivent être prise en compte pour pouvoir déterminer la quantité d'énergie réel contenu dans le sel réactif. De plus le facteur d'utilisation élevé dû aux saisons intermédiaires permet de rehausser la valeur de la densité énergétique

$$\left\{ \begin{array}{l} E_{\text{brut}_{\text{réactif}}} = 628 \text{ kWh/m}^3 \\ \text{Pertes}_{\text{porosité}} = 0,36 \\ \text{Pertes}_{\text{canaux}} = 0,47 \\ \text{Pertes}_{\text{isolation}} = 0,33 \\ FU = 1,26 \end{array} \right. \Rightarrow E_{\text{net}_{\text{réactif}}} = 628 * (1 - 0,36) * (1 - 0,47) * (1 - 0,34) * 1,26 = 177 \text{ kWh/m}^3$$

On peut ensuite évaluer les besoins énergétiques en eau chaude sanitaire de la maison :

$$\text{Conso}_{\text{eau chaude}} = \text{Conso}_{\text{totale}} * \text{Proportion}_{\text{eau chaud}} = 24\ 000 * 0,16 = 3840 \text{ kWh}$$

En divisant cette consommation par l'énergie net du réactif, on retrouve le volume nécessaire de sel de bromure de strontium :

$$\frac{\text{Conso}_{\text{eau chaude}}}{E_{\text{net}_{\text{réactif}}}} = \frac{3840}{177} = 22 \text{ m}^3$$

Question 2 : Quelle est la masse d'hexahydrate de bromure de sodium nécessaire pour fournir 3840 kWh (arrondir à l'entier) ?

$$6000 \text{ kg pour } 1580 \text{ kWh} \Rightarrow \frac{6000 * 3840}{1580} = 14\ 582 \text{ kg pour } 3840 \text{ kWh}$$

En supposant une proportionnalité entre la masse de bromure de sodium et l'énergie fourni on retrouve une masse totale de 14 582 kg, une quantité conséquente.

Source :

<https://www.hydroquebec.com/residentiel/espace-clients/consommation/outils/utilisation-electricite.html>

<http://quanthomme.free.fr/qhsuite/2017News/imagesNews17/InstitutCarnotPage2015.pdf>

https://www.energiesdulfutur.eu/cms_viewFile.php?idtf=6450&path=Bilan-scientifique-2012-2013.pdf