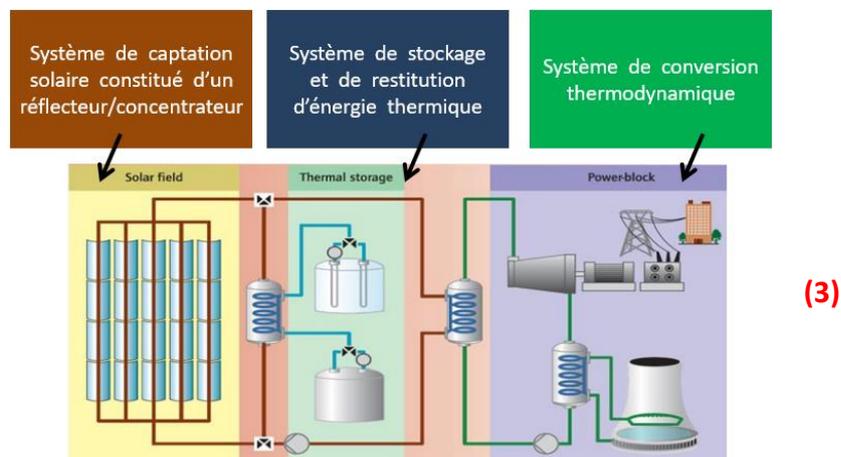


Corrigé type de l'examen final (16 Janvier 2024)

1. Donner une définition générale de l'énergie renouvelable : *L'énergie renouvelable se rapporte à la puissance développée par une source renouvelable c'est-à-dire, quand l'énergie est produite, la ressource n'est pas épuisée.* (0,5)
2. Pourquoi on a besoin d'un système de stockage d'énergie solaire? *Parce-que cette ressource est, de par sa nature, intermittente (jour/nuit), aléatoire (passages nuageux), diluée et décalée par rapport à la demande énergétique quotidienne ou saisonnière.* (1,5)
3. Actuellement, trois procédés de stockage permettent de stocker de la chaleur: *Stockage par chaleur sensible, par chaleur latente et le stockage thermochimique.* (0,75)
4. Dans les centrales solaires thermodynamiques, le stockage de l'énergie thermiquement est mieux que le stockage électrique puisque : *Le stockage thermique, a priori, bien moins onéreux que le stockage d'énergie électrique. Il existe un facteur 20 entre le coût des batteries lithium/ion et celui des solutions de stockage thermique par matériaux à changement de phase.* (1)
5. Une centrale solaire thermodynamique avec un système de stockage thermique passif.



6. Le seul procédé de stockage de chaleur qui permet de réaliser un stockage « inter-saisonnier » est : *le stockage thermochimique.* (1)
7. Dans le stockage thermochimique, les deux hydrures métalliques les plus utilisés sont : l'hydrures de magnésium (MgH_2) et l'hydrures de calcium (CaH_2), les températures opératoires pour chacun sont 950 et $1100^\circ C$ pour CaH_2 et 250 et $500^\circ C$ pour MgH_2 . (2)
8. Les critères de choix d'un matériau dans un système de stockage par chaleur sensible :
 - Le coût du média doit être faible ;

Dr. F. TAHROUR

- Les gammes de fonctionnement en termes de température et de pression doivent être adaptées au procédé ; (1.25)
- La conductivité thermique du média doit être élevée (diminution de l'inertie) ;
- La masse volumique et la chaleur spécifique du média doivent être élevées ;
- Le média doit être compatible avec les matériaux de construction ;
- Le média doit être stable dans le temps et résistant aux cyclages.

9. Les deux types de batteries utilisés le plus couramment dans les systèmes photovoltaïques sont : *les batteries au plomb-acide (Pb-acide) et les batteries au nickel-cadmium (Ni-Cd)*. La différence principale entre ces deux types de batteries est : *la tension de fonctionnement*. Alors qu'une cellule au plomb-acide fournit une tension nominale de 2,0 volts, la cellule au nickel-cadmium fournit une tension nominale de 1,2 volt. (1)

10. La technique de travail de la batterie plomb-acide (Pb-acide) est : une plaque positive, ou cathode, faite d'oxyde de plomb (PbO₂), et une plaque négative, ou anode, faite de plomb. Ces plaques sont immergées dans un électrolyte, l'acide sulfurique dilué (H₂SO₄). Quand une charge est connectée entre les deux plaques, l'oxyde de plomb de la plaque cathodique et le plomb de la plaque anodique sont convertis en sulfate de plomb en réaction avec l'acide sulfurique de l'électrolyte. Cette réaction amène un flux d'électrons entre les deux plaques au travers du circuit externe. La réaction chimique réversible est la suivante :



À mesure que la batterie se décharge, la concentration en eau dans l'électrolyte augmente et la concentration d'acide diminue.

Ex. 2.

1) Chaleur stockée pour changer la glace en de l'eau à 35°C :

$$Q = M.C.\Delta T_{17} + ML_{fusion} + M.C.\Delta T_{35} \quad (1,5)$$

$$\Rightarrow Q = (12 \times 4,18 \times 12) + (12 \times 333) + (12 \times 4,18 \times 35) = 6354 kJ$$

2) Chaleur supplémentaire

$$Q_{sup} = M.C.\Delta T_{65} + ML_{vap} + M.C.\Delta T_{120}$$

$$\Rightarrow Q_{sup} = (12 \times 4,18 \times 65) + (12 \times 2257) + (12 \times 4,18 \times 120) = 36,36 \times 10^6 J$$

(1,5)

3) Temps nécessaire pour stocker la partie de la chaleur latente :

$$Q_{latente} = ML_{fusion} + ML_{vap} = (12 \times 333) + (12 \times 2257) = 31,08 \times 10^6 J$$

$$\Delta t = \frac{Q_{latente}}{P} = \frac{31,08 \times 10^6}{1200} = 7 \text{ heures et } 12 \text{ min} \quad (2)$$