

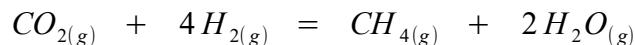
DM SCIENCES PHYSIQUES N°6

Le Power to Gas

Le *power to gas* est une technologie qui permet de convertir l'électricité excédentaire, souvent issue de sources renouvelables comme l'éolien ou le solaire, en gaz. Ce procédé se déroule en plusieurs étapes :

- 1- **Électrolyse de l'eau** : L'électricité est utilisée pour décomposer l'eau en dihydrogène et en dioxygène.
- 2- **Méthanation** : L'hydrogène produit est ensuite combiné avec du dioxyde de carbone pour produire du méthane.

La réaction modélisant la transformation ayant lieu au cours de la méthanation est la réaction de Sabatier :



Les conditions opératoires pour la méthanation sont cruciales pour optimiser le rendement de la réaction. Généralement, la réaction se déroule à des températures entre 200 °C et 400 °C, et sous une pression comprise entre 20 et 30 bars.

Le *power to gas* présente plusieurs avantages, tant sur le plan industriel qu'environnemental :

- **Stockage de l'énergie** : Il permet de stocker l'électricité excédentaire sous forme de gaz, qui peut être utilisé ultérieurement pour produire de l'électricité ou comme carburant.
- **Réduction des émissions de CO₂** : En utilisant le CO₂ capturé dans l'atmosphère ou issu de procédés industriels, le *power to gas* contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.
- **Intégration des énergies renouvelables** : Cette technologie facilite l'intégration des énergies renouvelables intermittentes (éolien, solaire) dans le réseau électrique, en offrant une solution de stockage flexible.
- **Diversification des sources énergétiques** : Le méthane produit peut être injecté dans le réseau de gaz naturel existant, diversifiant ainsi les sources d'approvisionnement en énergie.

- 1- Déterminer les valeurs de l'enthalpie standard de réaction et l'entropie standard de réaction pour la réaction de Sabatier à 298 K. Commentez les signes de ces grandeurs .
- 2- On suppose les enthalpies et entropies standard de réaction indépendantes de la température. Déterminer la valeur de la constante d'équilibre de cette réaction à $T_1=400\text{ }^{\circ}\text{C}$. Commenter.
- 3-Une augmentation de température favorise ou défavorise-t-elle le rendement de cette réaction ? En déduire que le choix de la température du milieu réactionnel résulte d'un compromis que l'on précisera.
- 4- En notant P la pression du milieu, établir l'expression du quotient réactionnel en fonction des quantités de matière en chaque gaz, de la pression et de la pression standard. Justifier alors la valeur choisie pour la pression à laquelle est faite la réaction de Sabatier .

- 5- On travaille maintenant à la température $T_2=700\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - a- Déterminer, à l'aide de deux méthodes différentes, la valeur de la constante d'équilibre à la température T_2 .
 - b- Déterminer quelle est la pression totale (maintenue constante) qui permet d'avoir un coefficient de dissociation en dioxyde de carbone égal à 0,6 lorsqu'on introduit les réactifs seuls en proportions stoechiométriques .

6- L'ajout de dioxyde de carbone favorise-t-il, quelque soit la composition du système, la réaction ?

Données :

→ Constante des gaz parfaits $R=8,31\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

→

Données thermodynamiques à 298 K :

	H ₂ (g)	N ₂ (g)	O ₂ (g)	CO ₂ (g)	CH ₄ (g)	H ₂ O(g)
$\Delta_f H^\circ$ en $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	0	0	0	-393,5	-74,6	-241,8
S_m° en $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$	130,7	191,6	205,2	213,8	186,3	188,8