

# Étude de l'impact environnemental

## Groupe 124.3

FRENYO Péter (6266-12-00)  
GILLAIN Nathan (7879-12-00)  
LAMINE Guillaume (7109-13-00)  
PIRAUX Pauline (2520-13-00)  
PARIS Antoine (3158-13-00)  
QUIRINY Simon (4235-13-00)  
SCHRURS Sébastien (7978-13-00)

17 décembre 2014

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Dimensionnement de la consommation énergétique</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Dimensionnement des productions de produits secondaires</b>	<b>2</b>
2.1	Le dioxyde de carbone . . . . .	2
2.2	Argon et autres produits . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Pistes pour améliorer l'empreinte écologique du procédé</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Conclusion</b>	<b>3</b>

Cette tâche a pour but de citer et dimensionner approximativement l'empreinte écologique du procédé. Nous commencerons par donner les consommations énergétiques de chaque parties de celui-ci puis nous continuerons avec les rejets de déchets (sous-entendu substances qui sont produites et inutiles dans la production) et enfin nous citerons quelques pistes afin d'améliorer le procédé.

## 1 Dimensionnement de la consommation énergétique

Afin de trouver la consommation énergétique du procédé, on cherche l'enthalpie d'une réaction à la température donné puis on la multiplie par le nombre de moles en quantité stoechiométrique. Nous avons pris des hypothèses pour simplifier le modèle et calculer une approximation plus facile à obtenir (mais toujours utile et fiable). Nous avons donc considéré que :

- Les matières premières sont pures et sans poisons catalytiques(souffre ou autre)
- Le système est en régime
- Les capacités calorifiques sont des polynômes de température et varient donc en fonction de celle-ci.
- L'énergie nécessaire pour la séparation entre le  $\text{CO}_2$  et l'eau est négligeable,
- Seul 75% de l'énergie produite par le four est réellement utilisée pour chauffer le reformage primaire
- Toutes les réactions sauf celles du reformage primaire sont complètes (ou quasi-complètes)
- La température du four est de 1000 K
- La production de  $\text{NH}_3$  est de 1500 t/d

Pour toutes ces hypothèses, voici les différentes consommations énergétiques des parties de la chaîne de production (dans l'ordre) :

- Reformage primaire(RF1) : 36343.48 k
- Four du RF1 : -48457.49 k
- Reformage secondaire(RF2) : -5578.73 k

- Water-Gas $shift(WGS)$  :  $-19602.05$  kJ
- Synthèse :  $-28573.18$  kJ

Nous remarquons que la partie la plus énergivore du procédé et la seule à demander de l'énergie est le réformage primaire. C'est pourquoi le four est nécessaire pour favoriser les réactions qui produisent du dihydrogène.

## 2 Dimensionnement des productions de produits secondaires

Ensuite, vient la production de produits non-désirés que nous devrons traiter ou relâcher dans la nature s'ils ne sont pas toxiques. Voici donc les productions des divers produits en commençant par le dioxyde de carbone.

### 2.1 Le dioxyde de carbone

Les hypothèses sont identiques à celles formulées dans la section du dimensionnement énergétique<sup>1</sup>. Voici donc les productions de  $CO_2$  par seconde :

- Reformage primaire(RF1) :  $99.34$  mol
- Four du RF1 :  $60.12$  mol
- Reformage secondaire(RF2) :  $0$  mol
- Water-Gas $shift(WGS)$  :  $352.36$  mol
- $Separation$  :  $0$  mol
- Synthèse :  $0$  mol

Nous observons que cette fois-ci la réaction la plus polluante est le Water-gas-shift. Elle est malheureusement la plus utilisée pour la production de dihydrogène. Notons que l'énergie du four peut provenir d'une autre source que la combustion de méthane.

### 2.2 Argon et autres produits

Ici, nous parlerons des autres produits comme l'argon ou les oxydes d'azotes produit dans le four par la combustion dans un espace fermé de méthane. L'argon provient de l'air et sa concentration est élevée est due à une hypothèse (très) simplificatrice : l'air est composé de 78% de diazote, de 21% de dioxygène et de 1% d'argon. Donc, nous avons que

- nombre de moles d'argon présent dans le système :  $6.55$  mol/s
- masse de  $NO_x$  (et surtout de  $NO_2$ ) présente : entre  $0.6$  et  $1.3$  t/s [1]

## 3 Pistes pour améliorer l'empreinte écologique du procédé

Cette section présente brièvement les pistes plausibles pouvant remédier aux problèmes. Certaines impliquent l'utilisation d'un autre procédé, d'autres un traitement des déchets. Voici donc nos pistes de solutions :

- Utiliser un procédé de production de dihydrogène moins polluant (électrolyse, oxydation partielle, ...)
- Chauffer le réformage primaire avec une source d'énergie verte
- Récupérer l'énergie dégagée par les diverses réactions exothermiques
- Reconvertir le  $CO_2$  et les autres déchets produits ou les vendre (par exemple : transformer le dioxyde de carbone en acide carbonique ou vendre le  $CO_2$  pour le conditionnement d'aliments,...)
- Utiliser d'autres matières premières pour la production de dihydrogène et de diazote et éviter les poisons catalytiques à traiter

## 4 Conclusion

En conclusion, notre procédé est fort polluant mais est le plus utilisé industriellement. Utiliser d'autres procédés de production est possible mais ils sont soit peu développés, soit industriellement pas viables. Nous avons donc une production de 1500 t/d de  $\text{NH}_3$  pour une température dans le reformage primaire de 1000 K. Au final, pour notre chaîne de production, la production d'une tonne d'ammoniac rejette 1.150 t, soit 1.725 t/d. Aussi, le four produit, entre autres, des oxydes d'azote très dangereux qui sont, notamment, à l'origine des pluies acides. Pour notre production journalière, nous produisons entre 0.9 et 1.95 t/d.

## Références

- [1] European Commission. Best available techniques for the manufacture of large volume inorganic chemicals - ammonia, acids and fertilisers, august 2007.