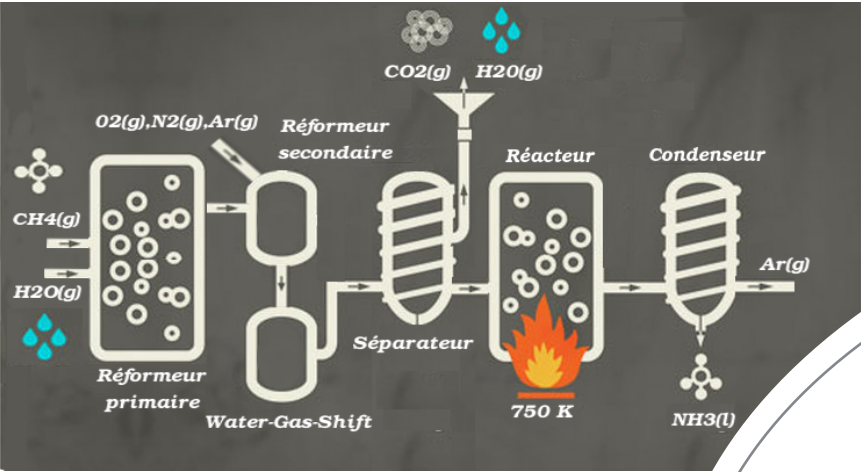


Tache 1: Bilan de masse

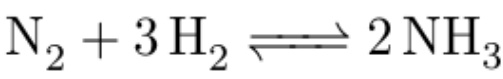
Schéma du procédé Haber-Bosch:



• **Nombre total de tuyaux** nécessaires dans le reformeur primaire: **229**

- A savoir:
- 78 pour le reformeur primaire
 - 151 supplémentaires pour le transport de l'eau

Résumé:



Organisation du groupe:

- Utilisation de Github
- Planification du travail
- Réservation de locaux en BST

Investir:

- Recherche dans la production d'hydrogène par les algues
- Développement dans le biogaz

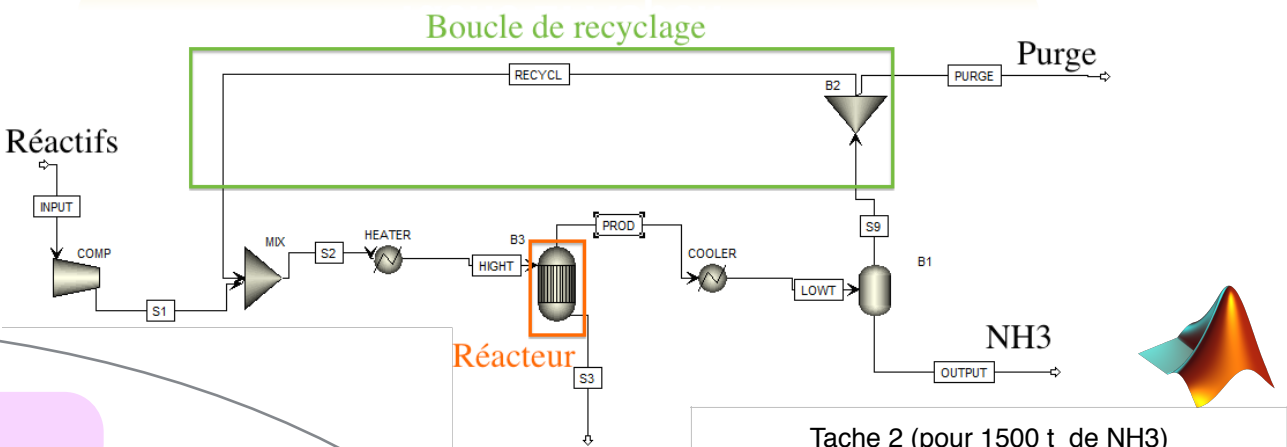
Tache 1

| Input | | Output | |
|----------|-------------|--------|-------------|
| H2 | 266 t/jour | NH3 | 1500 t/jour |
| N2 | 1233 t/jour | | |
| Pression | 26 bar | CO2 | 1921 t/jour |
| T | 1000 K | | |

- **Hazop:** réalisé principalement sur base de 3 composés jugés potentiellement dangereux:
 - Azote
 - Hydrogène
 - Ammoniac

| Probabilité | | | | | |
|-------------|------------------|----|---------------------|----|----|
| P5 | | | Risque inacceptable | | |
| P4 | | | | | |
| P3 | | | | | |
| P2 | Risque tolérable | | | | |
| P1 | | | | | |
| | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 |
| Gravité | | | | | |

Tache 2: Aspen



Tache 2 (pour 1500 t de NH3)

| Input | | Output | |
|----------|----------|--------|---------|
| H2 | 509 mol | NH3 | 152 mol |
| N2 | 1529 mol | | |
| Pression | 270 bar | | |
| T | 750 K | | |

Tache 3 & 8: Impact environnemental & Améliorations

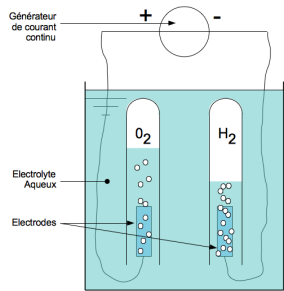
- **Photosynthèse:** pour absorber l'ensemble du CO2 produit, il faudrait environ l'équivalent de **100.000 hectares** de forêts



- **Algues:** Recherche dans la production d'hydrogène par les algues

- **Electrolyse:** pour produire assez d'H2 pour notre procédé, il nous faut **5,7 GW** d'électricité ce qui correspond à la production de 4 réacteurs nucléaires.

- **Biogaz:** produit par fermentation de matières organiques animales ou végétales composé à **60% de méthane**.



Tache 4 & 5: Hazop & Dimensionnement soupape

Dimensionnement de la soupape

| | |
|--|---|
| Pression normale de stockage | Avec le graphe de la pression en fonction de la température, nous trouvons: 7.5 barg soit 8.51 bar . |
| Pression de stockage à 30°C | Avec le même graphe, nous trouvons: 11 barg soit 12 bar . |
| Pression maximale de tarage de la soupape de sécurité | pression opératoire < pression de tarage max. < pression de design Pression max = 15 barg soit 16.01 bar |
| Pression durant la décharge | On considère la pression à 121% de celle de tarage (16 bar) soit 19.38 bar |
| Température du liquide durant la décharge | Via le graphique, on trouve 323.15K |
| Taille de la soupape | Nous avons trouvé une chaleur de 2.53*10^6W, ce qui nous a permis de trouver l'aire de l'orifice: 680*10^-6 m^2 |
| Effet de l'augmentation de la pression de tarage de 5 barg à 20 barg | Risque d'endommagement de l'équipement, car lorsque la soupape s'ouvre la pression ne diminue pas assez vite. |
| Influence d'isoler thermiquement le tank | La chaleur totale étant multipliée de 15%, on obtient une aire de 102*10^-6 m^2 |

Tache 1:

Afin de quantifier la matière première nécessaire à une certaine production d'ammoniac, nous avons élaboré un outil de gestion Matlab. Celui-ci trouve son origine dans les équations suivantes:

nous avons obtenu le bilan total suivant:

Ensuite, nous avons du calculer le nombre de tuyaux nécessaire dans notre reformeur primaire pour une production de 1500 t/jour d'ammoniac. En connaissant la vitesse à l'entrée du réacteur et le diamètre d'un tube, nous sommes arrivé à un total de 78 tuyaux pour le reformeur primaire. Par un raisonnement analogue, nous obtenons un besoin de 151 tuyaux supplémentaires pour le transport de l'eau. Cela nous donne un total de 229 tuyaux pour approvisionner notre reformeur primaire à la fois en CH₄ et en eau.

Tache 2 :

Cette tache se focalise exclusivement sur la synthèse du NH₃ et sa séparation. Nous avons étudié la manière qualitative, nous obtenons

Avec l'aide du principe énoncé par Le Chatelier et afin de favoriser la réaction produisant de l'ammoniac, nous tirons comme conclusion que les conditions théoriques optimales seraient une pression infinie et une température nulle. Ceci est techniquement irréalisable. D'un point de vue quantitatif et en considérant l'équation de Van't Hoff,

Notre réaction est exothermique, ce qui nous amène

Tache 4 et 5

La production d'ammoniac n'est pas sans danger, c'est pourquoi nous avons réalisé une étude HAZOP. Celle-ci nous a permis d'envisager l'ensemble des problèmes susceptibles d'avoir lieu ainsi que les différentes solutions à mettre en place. Trois composés ont attirés notre attention, l'azote, l'hydrogène ainsi que l'ammoniac.

Tout d'abord, l'azote pourrait diminuer le pourcentage en oxygène dans l'air provoquant l'asphyxie. Il faut donc le contenir pour ne pas qu'il affecte le site et la population en cas de rupture dans les tuyaux.

Ensuite, du point de vue de l'hydrogène il est primordial de réaliser une étude ALARP afin d'éviter quelconque danger car c'est un gaz à caractère explosif et corrosif.

Pour finir, l'ammoniac qui peut représenter un réel danger pour la santé en cas d'inhalation au-delà d'une certaine dose, à savoir entre 400 et 700 ppm. De plus, il peut également devenir explosif sous certaines conditions particulières de température et de pression.

Nous avons réalisé des calculs afin de dimensionner une soupape servant à sécuriser le tank sous l'effet d'une surpression.

Tache 8:

Pour notre analyse de l'impact environnemental du procédé, nous avons considéré plusieurs solutions.

1. **Récupération de l'eau de sortie de l'échangeur de chaleur** pour soit chauffer les bâtiments, soit chauffer le four, soit envoyer l'eau dans des turbines afin de produire du courant, ...
2. Diverses sources d'émission de CO₂ sont présentes dans notre dispositif, à savoir le four à méthane ainsi que la réaction dans le reformeur primaire et le water-gas shift. Nous avons élaboré diverses pistes afin de réduire cette émission. Tout d'abord, d'utiliser une autre source d'hydrogène soit par électrolyse de l'eau soit par gazéification à la vapeur de la biomasse. Puis, de remplacer le gaz naturel par du biogaz et enfin de capturer et stocker le CO₂.

Pour notre amélioration, nous avons envisagé plusieurs pistes:

1. **La photosynthèse**, nous obtenons qu'il nous faudrait plus de **100 000 hectares d'arbres** pour couvrir notre émission de CO₂ ce qui n'est pas réalisable.
2. **Le Biogaz**, est produit par fermentation de matières organiques animales ou végétales composé à 55% de méthane. Soit une étude de cas concret, nous avons trouvé une production théorique de 485,33*10⁶ m³ de CH₄ pour la Wallonie. Nous avons donc besoin de **53.3%** de cette production.
3. **L'algue verte C. reinhardtii**, elle constitue une alternative propre et renouvelable à la production d'hydrogène. Cependant la technologie en encore à ses débuts nous permettant pas de la considérer mais bien d'y entreprendre des recherches.
4. **L'électrolyse**, décompose l'H₂O en O₂ et en H₂ par le passage d'un courant électrique. Pour produire assez d'H₂ pour notre procédé, il nous faut **5,7 GW** d'électricité ce qui correspond à la production de 5 centrales nucléaires. Ce procédé n'est donc pas optimal.