

## Synthèse de l'ammoniac

Groupe 1254

Ecole polytechnique de Louvain-la-neuve

[A link to tex.ex](#)

Groupe 1254 (UCL)

Synthèse de l'ammoniac

1 / 18

## Démarche suivie

Nous allons vous présenter :

- 1 La tâche 3 : Etude environnementale
- 2 La tâche 8 : Comment diminuer notre rejet en  $\text{CO}_2$  ?
  - L'électolyse
  - Le Biogaz
  - Les Algues

[A link to tex.ex](#)

Groupe 1254 (UCL)

Synthèse de l'ammoniac

2 / 18

## Aspects énergétique

Points d'entrée et de sorties :

- Four à méthane
- Condensation du  $\text{CO}_2$  et de l' $\text{H}_2\text{O}$
- Refroidissement du réacteur à  $\text{NH}_3$
- Condensation de l'ammoniac

Amélioration possible :

- Réutilisation de l'eau rejetée

[A link to tex.ex](#)

Groupe 1254 (UCL)

Synthèse de l'ammoniac

3 / 18

## Rejets $\text{CO}_2$

Sources

- Four à méthane : 207 t de  $\text{CO}_2$ .
- Réformeur primaire + Réformeur secondaire + Water-gas shift : 1718 t  $\text{CO}_2$ .

Solutions

- Autre source d'hydrogène
- Le biogaz
- Capturer et stocker le  $\text{CO}_2$

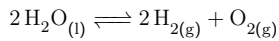
[A link to tex.ex](#)

Groupe 1254 (UCL)

Synthèse de l'ammoniac

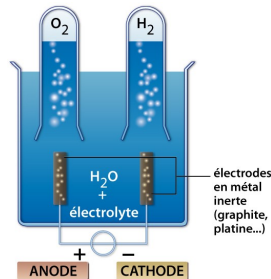
4 / 18

## Electrolyse de l'eau



Principaux avantages :

- Pas de rejet de  $\text{CO}_2$
- Coûts de transport diminués



[A link to tex.ex](#)

## Electrolyse de l'eau

Puissance requise pour produire 1500 [tonnes/jour] d'ammoniac

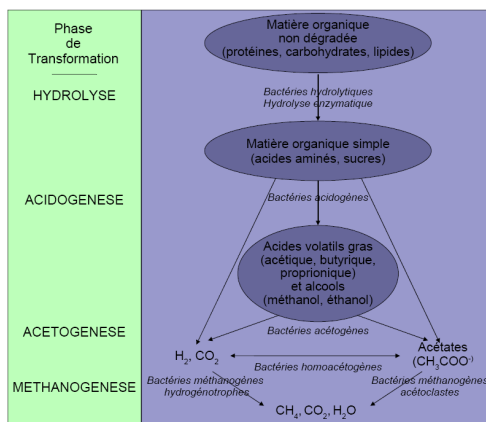
- $\simeq 5.7$  [GW]
- $\Rightarrow$  4 réacteurs nucléaires (d'une puissance de 1.5 [GW])
- $\Rightarrow$  2850 Ha de panneaux photovoltaïques (avec un rendement de 20 % pour un rayonnement d'une intensité 1000 [W/m<sup>2</sup>])

Principaux désavantages

- Consommation d'électricité
- Stockage de l'hydrogène
- Dangerosité de l'hydrogène

[A link to tex.ex](#)

## Biométhanisation

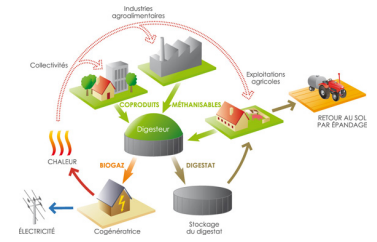


[A link to tex.ex](#)

## Biométhanisation

Composition :

- 50 à 70 % de  $\text{CH}_4$
- 15 à 45 % de  $\text{CO}_2$
- 5 % de  $\text{H}_2\text{O}$
- 0 à 2 % de  $\text{H}_2\text{S}$
- impuretés (négligeable)



[A link to tex.ex](#)

## Biogaz

### Avantages :

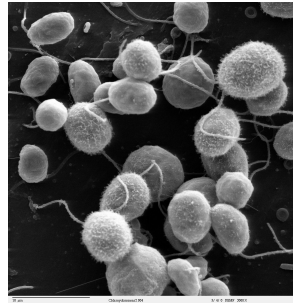
- Ecologique
  - $\text{CO}_2$
  - $\text{CH}_4$
- Réduction des problèmes liés au transport
- Réduction de la consommation d'énergie

### Faisabilité :

- Région wallonne : environ  $485.33 \cdot 10^3$  t/an de  $\text{CH}_4$  provenant de biogaz (potentiel)
- $1500 \text{ t/j de } \text{NH}_3 \Rightarrow 258.7 \cdot 10^3 \text{ t/an de } \text{CH}_4$
- Représente 53.3 % de la production en biométhane wallonne
- Impossibilité de remplacer le gaz naturel totalement par du biogaz

[A link to tex.ex](#)

## Chlamydomonas reinhardtii : l'hydrogène du futur ?



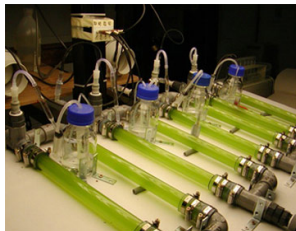
Mécanisme de production d'hydrogène découvert en 1990 à l'Université de Californie à Berkeley.

Privée de soufre, *C. reinhardtii* produit de l'hydrogène au lieu d'oxygène.

[A link to tex.ex](#)

## Avantages de la production d'hydrogène par des algues

- Pas d'impact  $\text{CO}_2$  direct
- Source renouvelable et extensible d'hydrogène
- Avantages de l'hydrogène (combustion propre, haute densité d'énergie)



[A link to tex.ex](#)

## Prédictions

Sur base des recherches actuelles, nous pouvons extrapoler :

- Pour produire  $1500 \text{ t/j}$  de  $\text{NH}_3$ , il nous faut  $266 \text{ t/j}$  d'hydrogène
- En Belgique, cela nécessite  $200 \text{ km}^2$
- $\approx 0.6 \%$  surface de la Belgique

### Coût de l'hydrogène

- À partir d'algues : entre 1 et 6 USD/kg
- À partir de gaz naturel :  $\sim 3 \text{ USD/kg}$

[A link to tex.ex](#)

## En conclusion

Beaucoup de potentiel mais aucune réelle alternative au gaz naturel aujourd'hui

⇒ investir pour le futur.

Slides supplémentaires

[A link to tex.ex](#)

Groupe 1254 (UCL)

Synthèse de l'ammoniac

13 / 18

[A link to tex.ex](#)

Groupe 1254 (UCL)

Synthèse de l'ammoniac

14 / 18

## Analyse du progrès du groupe

Organisation du groupe :

- Utilisation de Github.
- Planification par écrit des tâches.
- Réservation de Locaux en BST.

[A link to tex.ex](#)

Groupe 1254 (UCL)

Synthèse de l'ammoniac

15 / 18

## Le biogaz en Wallonie I

	Gisement ( $10^6$ t)	Productivité ( $m^3_{CH_4}/t$ )
Effluents agricoles	18.2	31.5
Résidus agro-industriels	1.15	60
Résidus organiques ménagers + déchets verts	1	65
Boues de STEP	0.07	230
Total	20.42	

A partir de ces données, nous pouvons faire une estimation de la production de biométhane en Wallonie :

$$18.2 \cdot 10^6 \cdot 31.5 + 1.15 \cdot 10^6 \cdot 60 + 1 \cdot 10^6 \cdot 65 + 0.07 \cdot 10^6 \cdot 230 = 729.4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

[A link to tex.ex](#)

Groupe 1254 (UCL)

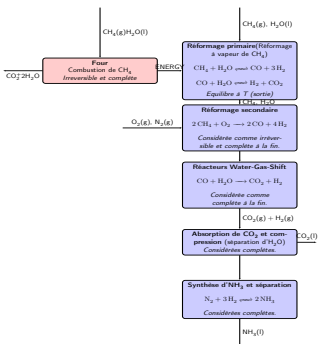
Synthèse de l'ammoniac

16 / 18

## Le biogaz en Wallonie II

en sachant que le masse volumique du  $\text{CH}_4$  est de  $0.6790 \text{ kg/m}^3$ , on obtient que la combinaison de ces 4 ressources, nous engendre une production de  $485.33 \cdot 10^3 \text{ t/an}$  de  $\text{CH}_4$ .  
Comme nous avons besoin de  $708.76 \text{ t/day}$  de  $\text{CH}_4$ , il nous faut  $258697.5 \text{ T/ans}$  de  $\text{CH}_4$ . Ce qui équivaut à  $53.3 \%$  de la production de biométhane en Wallonie.

## Flowsheet



[A link to tex.ex](#)

[A link to tex.ex](#)