

# Projet P3

Introduction au génie chimique : analyse du procédé de  
production d'ammoniac

## Groupe 124.3

Tutrice : Sophie Ryelandt

Ecole Polytechnique de Louvain

18 décembre 2014

# Plan de l'exposé

- 1 Introduction
- 2 Analyse de l'impact environnemental
- 3 Amélioration du procédé
- 4 Bilan de groupe
- 5 Conclusion

# Plan de l'exposé

- 1 Introduction
- 2 Analyse de l'impact environnemental
- 3 Amélioration du procédé
- 4 Bilan de groupe
- 5 Conclusion

# Analyse de l'impact environnemental

## Démarche

- Recherche des valeurs à quantifier grâce à un brainstorming ;
- Recherche des différentes températures des réacteurs ;
- Quantification des flux de produits secondaires grâce à l'outil de gestion ;
- Calcul de l'énergie dégagée/absorbée par les différentes réactions ;
- Pistes d'amélioration.

# Analyse de l'impact environnemental

## Résultats

Pour une production de 1500 t/d avec une température de 1000 K dans le reformage primaire, nous produisons pour tout le procédé :

- 1945.8 t/d de  $CO_2$  (228.56 du four et 1717.2 de la production) ;
- Entre 0.9 et 1.95 t/d de  $NO_x$  [6] ;
- $-4.644 \cdot 10^6$  MJ/d ;
- 22.6 t/d de  $Ar$ .

# Analyse de l'impact environnemental

## Pistes pour améliorer le procédé

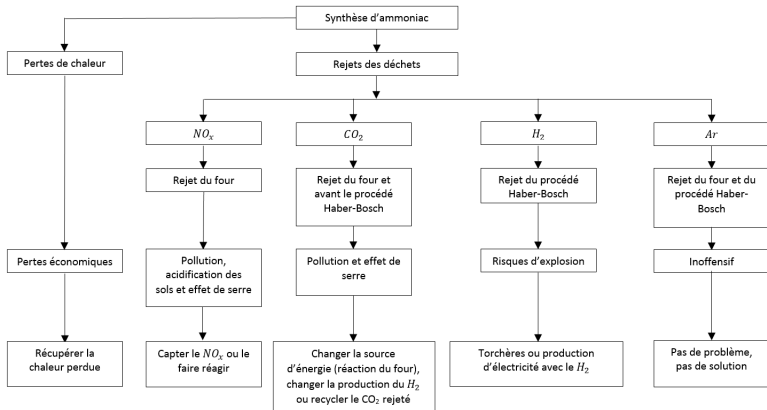
- Procédé moins polluant ;
- Source d'énergie verte ;
- Récupérer l'énergie dégagée ;
- Reconvertir les déchets ou les vendre ;
- Utiliser d'autres matières premières.

# Plan de l'exposé

- 1 Introduction
- 2 Analyse de l'impact environnemental
- 3 Amélioration du procédé**
- 4 Bilan de groupe
- 5 Conclusion

# Démarche

## Analyse des enjeux environnementaux





# Démarche

## Choix d'une source d'impact et pistes d'amélioration

Notre choix : le  $CO_2$ .

Deux possibilités : soit **réduire les émissions**, soit **recycler**.

Pour réduire les émissions :

- Changer le procédé de combustion ;
- Changer le procédé de création de dihydrogène.

Pour recycler :

- Produire du carburant à partir d'algues ;
- Recycler en matière première ;
- Revendre le  $CO_2$  à d'autres usines.

# Démarche

## Choix d'une source d'impact et pistes d'amélioration

Notre choix : le  $CO_2$ .

Deux possibilités : soit **réduire les émissions**, soit **recycler**.

Pour réduire les émissions :

- Changer le procédé de combustion ;
- Changer le procédé de création de dihydrogène.

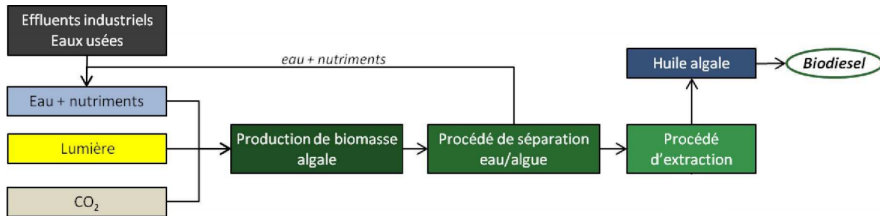
Pour recycler :

- **Produire du carburant à partir d'algues ;**
- Recycler en matière première ;
- Revendre le  $CO_2$  à d'autres usines.

# Notre proposition : l'algocarburant

## Fonctionnement du procédé

Fonctionnement général des micro-algues [9] :



# Notre proposition : l'algocarburant

## Facteurs importants pour le développement des micro-algues

- Luminosité (rayons UV) [11] ;
- Température ;
- Régulation des nutriments [4] ;
- Qualité du  $CO_2$  ;
- Types d'algues.

# Nos arguments

## Avantages...

### Micro-algues

- + Croissance [4] ;
- + Pas de compétition avec les cultures alimentaires ;
- + Rendement [11][7] ;
- + Faible empreinte environnementale ;
- + Facilité à cultiver [11].

### Algocarburants

- + Directement consommable par nos moteurs [1] ;
- + Rejets de  $CO_2$  moins élevés [1].

# Nos arguments

... mais aussi quelques inconvénients

- Faute de production en masse : prix élevé [11] ;
- Extraction de l'huile coûteuse et énergivore [2] ;
- Nécessité de rendre le  $CO_2$  propre à la consommation des algues ;
- Quantité élevée d'azote et de phosphore dans la biomasse [2].

# Nos arguments

## Etude quantitative

Notre production de  $CO_2$  : 710217 t par an.

- 187748 kg/ha de biomasse par an ;
- → 121104 kg/ha d'algocarburant par an [15][12] ;
- 1 kg de biomasse fixe 1.8 kg de  $CO_2$ .

Avec 246 ha d'algues, on produit environ 35084754 L de carburant par an et on recycle 83134 t de  $CO_2$  par an. C'est à dire 11.7% de nos émissions.

# Nos arguments

## D'un point de vue économique

- Les coûts de production de l'huile varient de 0.5 à 6 euros par tonne ;
- Il faut ajouter le coût des différentes étapes de raffinage de l'huile ;
- Le prix de revient de l'algocarburant est d'environ 5 euros par litre [9].

Le prix de vente du baril d'algo-carburant est encore beaucoup trop élevé :

→ nécessité de continuer le R&D sur les algocarburants.



# Plan de l'exposé

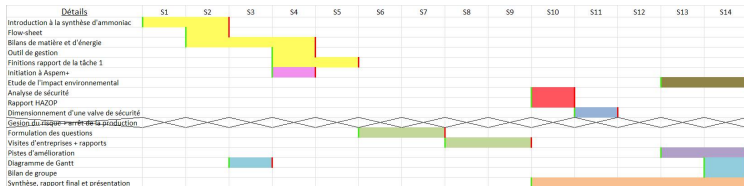
- 1 Introduction
- 2 Analyse de l'impact environnemental
- 3 Amélioration du procédé
- 4 Bilan de groupe**
- 5 Conclusion

# Bilan de groupe

## Point de progrès le plus marquant :

Amélioration de la régularité du travail en groupe.

- ① Réunion de travail hors cours une à plusieurs fois par semaine
- ② Gestion du projet via le site Github



# Plan de l'exposé

- 1 Introduction
- 2 Analyse de l'impact environnemental
- 3 Amélioration du procédé
- 4 Bilan de groupe
- 5 Conclusion

# Références I



## [TPE algocarburant.](http://tpealgotcarburant.blogspot.be/p/les-avantages-et-les-inconvenients_29.html)

[http://tpealgotcarburant.blogspot.be/p/les-avantages-et-les-inconvenients\\_29.html](http://tpealgotcarburant.blogspot.be/p/les-avantages-et-les-inconvenients_29.html), décembre 2014.



## [Olivier Bernard.](#)

Les carburants extraits de micro-algues.  
*Pour la science*, 375, 2009.



## [Bioénergie-promotion.](http://www.bioenergie-promotion.fr/17838/des-algues-combustibles-pour-recycler-le-co2-des-usines/)

<http://www.bioenergie-promotion.fr/17838/des-algues-combustibles-pour-recycler-le-co2-des-usines/>, décembre 2014.



## [Bulletins-electroniques.](http://www.gepea.fr/projets-de-recherche-17-recyclage-de-co2-issu-de-fum-es-industrielles-pour-la-production-contr-1.html)

<http://www.gepea.fr/projets-de-recherche-17-recyclage-de-co2-issu-de-fum-es-industrielles-pour-la-production-contr-1.html>, décembre 2014.



## [Carburant écologique.](http://carburantecologique.com/algocarburants/)

<http://carburantecologique.com/algocarburants/>, décembre 2014.



## [European Commission.](#)

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

## Références II



[Enpicbmed.](#)

<http://www.enpicbmed.eu/fr/communication/les-algues-seraient-elles-le-carburant-du-futur>, décembre 2014.



[Blog environnemental.](#)

<http://blog.environnemental.info/2009/05/seche-environnement-produit-un-eco-carburant-a-base-micro-algues-et-de-co2/>, décembre 2014.



[Vincent Feuillette.](#)

Micro-algues et biocarburant : quelles perspectives ?  
*Bioénergie internationale*, 15 :31-32, 2011.



[Gepea.](#)

<http://www.gepea.fr/projets-de-recherche-17-recyclage-de-co2-issu-de-fum-es-industrielles-pour-la-production-contr-1-1379302.html>, décembre 2014.



[Lexpansion-Lexpress.](#)

[http://lexpansion.lexpress.fr/high-tech/les-algues-solution-miracle-pour-recycler-le-co2\\_1379302.html](http://lexpansion.lexpress.fr/high-tech/les-algues-solution-miracle-pour-recycler-le-co2_1379302.html), décembre 2014.



[TPE microalgue.](#)

<http://tpemicroalgue.e-monsite.com/pages/la-transformation-en-biocarburant.html>, décembre 2014.

## Références III



[Le Parisien.](#)

<http://www.leparisien.fr/espace-premium/yvelines-78/des-algues-pour-recycler-le-co2-de-l-usine-20-03-2012-1913904.php>, décembre 2014.



[Quebec Huffington Post.](#)

[http://quebec.huffingtonpost.ca/2013/02/22/algocarburants-production-quebec\\_n\\_2743318.html](http://quebec.huffingtonpost.ca/2013/02/22/algocarburants-production-quebec_n_2743318.html),  
décembre 2014.



[Genève villes et champs.](#)

<http://www.geneve-villesetchamps.ch/wp-content/uploads/2014/09/Les-algues-comme-biocarburant.pdf>, décembre 2014.