

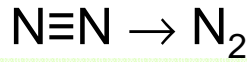
Energie de transformation de N₂ en NH₃ : Procédés biologiques vs industriels



L. JORDAN-MEILLE*, M. JOUMAS, M. GENIAUX, P. VINCENT

* Bordeaux Sciences Agro - 1 cours du Général De Gaulle - CS 40201 - 33175 Gradignan Cedex - lionel.jordan-meille@agro-bordeaux.fr

Le coût énergétique de la synthèse chimique des engrais azotés (procédé Haber-Bosch, 1913) est un des maillons faibles de l'agriculture moderne. Nous avons voulu le comparer à celui du procédé biologique de fixation symbiotique mis en oeuvre au sein des nodosités des légumineuses. On borne l'étude à la mise à disposition d'ammoniac à la racine.

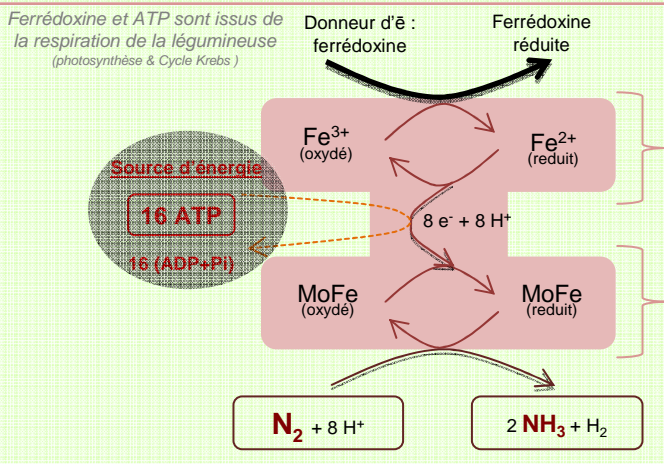
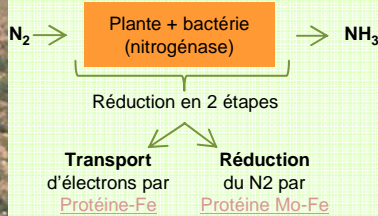


Fixation biologique

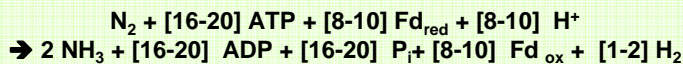
(Symbioses rhizobium – légumineuses)



Les légumineuses fixent l'azote atmosphérique grâce à une association symbiotique avec une bactérie possédant une protéine désignée par **COMPLEXE NITROGENASE**.

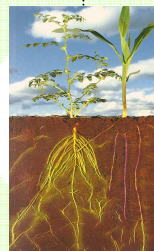


Effizienz énergétique de l'équation catalysée par la nitrogenase :



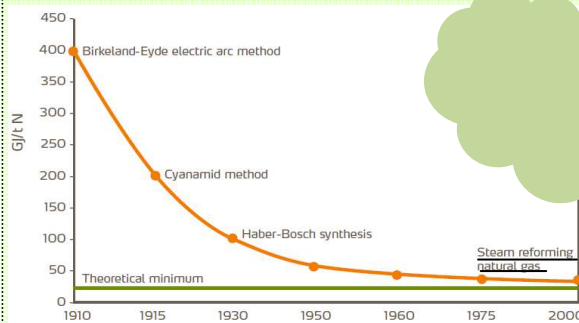
Conversion énergétique : 1 ATP = 30,5 kJ/mol

$$\begin{aligned} &\Rightarrow [18-22] \text{ GJ/tonne de N-NH}_3 \\ \times 2 \text{ (entretien des nodosités)} &= [36-44] \text{ GJ/tonne N-NH}_3 \end{aligned}$$

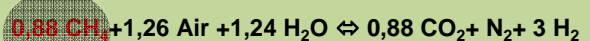


Craquage industriel

(procédés physico-chimiques)



1) Préparation des gaz de synthèse

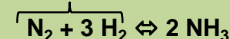


Energie de combustion du méthane : 56 kJ g⁻¹

2) Réaction Haber-Bosch

Température : 500 °C

Pression : 250 bars



3) Reformage de l'ammoniac à la vapeur (Steam reforming natural gaz)

$$1) + 2) + 3) \Rightarrow [35 - 40] \text{ GJ/tonne de N}$$



+ Transport usine - champ
[0,6-1] GJ /tonne N

+ Epandage
3 GJ /tonne N

[39-44] GJ/tonne N-NH₃

Concernant la réaction *sensu stricto* de transformation du N₂ en ammoniac, le meilleur taux revient aux processus biologiques. Cependant, si l'on prend en compte l'entretien des nodosités, la dépense énergétique "naturelle", issue des produits de la photosynthèse, serait du même ordre de grandeur que celle issue des procédés industriels, néanmoins issue de matières non renouvelables (méthane d'origine fossile).