

Decroissance des procédés Haber-Bosch

SCHNEIDER François

Auteur : François Schneider, Recherche & Décroissance,
www.degrowth.net

Email : francois@degrowth.net

Résumé

Une démarche réellement préventive face aux dégâts environnementaux liés aux produits azotés (algues vertes, nitrates dans les eaux potables, pluies acides, smog, pollution de l'air, destruction des paysages et des saveurs) impose de réduire à la source l'extraction industrielle de l'azote de l'air et l'importation d'ammoniac et d'engrais chimiques. Cette démarche impose de prendre en compte les consommations indirectes de produits azotés au cours du cycle de vie des produits. Elle nous entraîne à envisager une décroissance des unités industrielle de production d'ammoniac qui sont principalement basées sur le procédé Haber-Bosch.

Les activités humaines entraînent l'extraction du milieu naturel d'une quantité considérable de matière. On parle de plus de 50 milliards de tonnes¹. Ces extractions de matières sont à la source des problèmes environnementaux car elles se transforment à terme en déchets et pollution (après quelques rares recyclages). Elles sont à la base aussi de problèmes sociaux par l'inhomogénéité des niveaux de consommations. Une généralisation des modes de vie des pays riches et des classes riches du sud est inaccessible pour la grande majorité de la population mondiale à cause des limites de l'espace environnemental mondial. Des experts en environnement parlent ainsi depuis dix-quinze années de la nécessité de réduction globale d'un facteur 10 des extractions² directes, ou par l'intermédiaire de produits importés, des pays industrialisés.

Nous nous porterons tout particulièrement sur l'importance de réduire l'extraction de l'azote de l'air³, ou azote atmosphérique (N₂), extraction qui ne pose aucun problème de raréfaction de ressources (les réserves d'azote atmosphérique sont immenses), mais engendre par contre d'énormes problèmes environnementaux par le biais des dérivés azotés (ammoniac, nitrates, NO_x, N₂O...).

La pollution par les nitrates entraîne une eutrophisation des milieux (rivières, lacs et bords de mer) : les eaux sont tellement chargées en nutriments azotés que des algues vertes prolifèrent. Les teneurs en nitrates des eaux de surfaces et des eaux souterraines rendent l'eau impropre à la consommation. La Bretagne avec ses élevages industriels de cochons s'est rendue célèbre de ces types de pollution.

¹MOSUS, policy recommendations, Hinterberger, Giljum, Kassenberg and Swierkula, Dec 2005 www.mosus.net

²Friedrich Bio Schmidt-Bleek, The Fossil makers, 1993 ISBN 3-7643-2959-9 Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin

³Schneider F, Niza S, Development of Input indicators based on extraction equipments, Workshop Quo vadis, MFA? „Material Flow Analysis – Where do we go? Issues, Trends and Perspectives of Research for Sustainable, Resource Use“ Wuppertal, Germany, 9–10 October 2003

Notons au passage que les systèmes de traitement des eaux arrivent difficilement à des taux de dénitrification de plus de 50%⁴ quand un tel traitement est mis en place et fonctionne. Les flux de substances azotées amènent aussi une acidification des terres et des lacs (pluies acides). Un autre type de pollution lié à l'azote est l'augmentation des concentrations en gaz hilarant (N₂O) entraînant une moins risible contribution à l'effet de serre. Citons aussi la pollution de l'air par les NO_x créant de l'écotoxicité, notamment par leur contribution à l'oxydation photochimique produisant l'ozone troposphérique. Cet ozone entraîne maladies respiratoires et cardiovasculaires, effet de serre, dégâts aux cultures... De plus le transport, la production et le stockage de l'ammoniac et de nombreux dérivés pose des problèmes de sécurité aux conséquences tragiques. Tous ces problèmes sont de plus susceptibles de s'aggraver au niveau global si les modes de vie générant de tels flux d'azote (principalement au sein des pays industrialisés) se généralisent, ce qui est en phase de se produire.

L'azote atmosphérique N₂ compose 78% de l'atmosphère. Sous cette forme l'azote est totalement stable et sans impact. Il existe un cycle naturel de l'azote : les bactéries Rhizobium en symbiose sur les racines de légumineuses (haricots, fèves, soja, lentilles...)⁵ décomposent l'azote de l'air en composés ammoniacés transformés par les plantes pour produire des acides aminés (protéines) qui sont assimilés par les animaux qui les mangent. Lors du compostage des plantes ou des animaux morts, les bactéries dénitrifiantes transforment en retour les protéines en azote atmosphériques et la boucle est bouclée.

Or ce cycle naturel est rompu par l'arrivée de processus artificiels d'extraction de l'azote dont:

- Les combustions (liées aux transports, à l'industrie et à la production d'électricité, au chauffage), elles transforment de manière involontaire l'azote de l'air (N₂) en oxydes d'azote (NO_x) très polluants.
- Le procédé industriel, volontaire lui, « Haber-Bosch ».

Développé par Fritz Haber et Carl Bosch au début du siècle et commercialisé dès 1913, le procédé Haber-Bosch est considéré par certains comme la plus grande invention du 20ème siècle par sa contribution à l'agriculture industrielle et aux explosifs notamment militaires. Son arrivée sur le marché a permis de prolonger la première guerre mondiale de plusieurs années en renouvelant les stocks d'explosifs. Au niveau mondial, plus d'une centaine de millions de tonnes d'azote⁶ sont maintenant extraites de l'air par ce procédé. Ce processus industriel a supplanté tous les autres. Il a permis de doubler le taux de fixation de l'azote de l'air. Il a été évalué qu'un tiers de notre corps est maintenant composé d'azote de synthèse issu de ce processus industriel. Ce procédé produit de l'ammoniac (NH₃) à partir d'azote atmosphérique et d'une grande quantité d'énergie sous forme de gaz naturel. Le procédé Haber-Bosch

⁴Baccini P., Brunner P.H., Metabolism of the Anthroposphere, Springer 1991

⁵citons parmi les phénomènes naturels la formation de NO_x lors d'orages mais leur contribution aux flux azotés reste marginale

⁶Chiffre de 1996, Febre domene LA & Ayres RU (2000) Nitrogen's role in industrial systems, Insead working paper

consomme 1% de l'énergie dans le monde. L'ammoniac est à la base de toute la chimie de l'azote. Le procédé Haber-Bosch permet par l'intermédiaire de NH_3 de produire les engrais artificiels azotés (500 millions de tonnes par an), les explosifs ainsi que quelques menues applications comme des plastiques, des colorants et des herbicides/pesticides dont le méthyle isocyanate qui s'est rendu lors de l'accident de Bhopal en 1984. Ce procédé a même pu servir à produire le Zyklon B utilisé lors de la deuxième guerre mondiale, et le nitrate d'ammonium dont une partie des 300-400 tonnes stockées sur le site AZF ont explosé à Toulouse en 2001⁷. 85-90 % de l'ammoniac sert à produire des engrais chimiques.

D'après une étude hollandaise d'Ester van der Voet⁸, l'agriculture serait responsable pour 57% des pluies acides azotées et de 90% des nitrates dans les eaux souterraines. Pour les pollutions côtières par les nitrates, une large part, par contre, est à attribuer aux eaux usées domestiques. Mais si nous remontons aux « origines ultimes » des émissions azotées c'est à dire jusqu'aux extractions de l'azote de l'air, 52% des pluies acides azotées sont à attribuer au processus Haber-Bosch et 35% aux combustions (d'énergie fossiles principalement) ; 79% de la pollution des eaux souterraines est à attribuer au procédé Haber-Bosch et 7% aux combustions. Pour les pollutions côtières, 2/3 sont attribuables au procédé Haber-Bosch.

Nous le voyons, pour agir véritablement à la source des problèmes, il nous faut réduire l'extraction artificielle d'azote de l'air. Bien sûr, la mise en place partout de systèmes de compostage et de traitement biologique sont à favoriser. Ils permettent de relarguer en partie l'azote sous forme atmosphérique et sans dommages pour boucler le cycle de l'azote et d'autre part ils permettent d'éviter l'usage d'engrais artificiel en rendant une partie de l'azote à nouveau disponible pour les plantes. Cependant ces systèmes de dénitrification naturelle ne parviendront pas à endiguer l'apport massif d'azote artificiel. Une démarche préventive implique d'agir au niveau d'une réduction à la source de ces procédés Haber-Bosch dans une large part et au niveau des combustions dans une moindre part. Trop souvent les mesures palliatives ne sont que des transferts de problèmes consistant à stocker des déchets dans le temps ou à délocaliser les industries problématiques. L'azote finit alors par rejoindre le milieu sous une forme polluante.

Les installations Haber-Bosch existent lorsqu'il y a de la demande d'ammoniac. Mais comme ces gigantesques installations (il y en a cinq en France) doivent être utilisées à pleins régime pour être rentables, il semble important de réduire le nombre de ces installations dans le monde (et pas simplement de ne pas les vouloir « dans son jardin » tout en continuant à consommer des produits issus de l'agriculture conventionnelle). Une telle politique est-elle envisageable ? Cette décroissance des procédés Haber-Bosch et des importations d'engrais n'est malheureusement pas d'actualité, nous voyons au contraire ces installations se

développer dans les pays du tiers-monde. Un exemple récent est l'énorme installation déployée au Trinidad axée sur l'exportation. Une réduction de ces installations aurait de plus pour conséquence heureuse de diminuer la production d'autres extracteurs de ressources naturelles et d'armes : les explosifs (TNT...) ainsi que de nombreux produits chimiques problématiques tels les pesticides.

Pour réduire la demande deux mesures sont à prendre : réduire de manière importante l'utilisation d'engrais azotés et l'élevage intensif qui impose un apport massif de substances azotées et génère une grande inefficacité de l'agriculture en général. Ester van der Voet⁹ a ainsi montré que de telles mesures étaient les seules réellement efficaces pour réduire la demande en azote artificiel et notamment la pollution des eaux souterraines par les nitrates.

Cela implique de réduire la consommation de produits agricoles produits à partir d'engrais. Favoriser l'alimentation végétarienne.

Pour compléter le tableau, une action préventive au niveau des combustions implique une réduction de l'extraction et de l'importation des combustibles fossiles. Pour réduire la demande il s'agit de réduire

- le nombre de véhicules et les distances de transports
- les centrales thermiques et la consommation d'électricité
- l'utilisation de combustibles fossiles en général pour le chauffage notamment

Les démarches palliatives consistent à une amélioration des processus de combustion et un traitement des fumées, mais celles-ci n'empêchent pas un transfert de problème et un effet rebond¹⁰ (un accroissement de la combustion lié l'augmentation de l'efficacité de la combustion).

Conclusion

L'identification des « origines ultimes » des flux d'azote est fondamentale (combustions et procédés Haber-Bosch). Pour résoudre les problèmes de pollution liées à l'azote, les mesures prises doivent influencer les origines ultimes de manière directe ou indirecte : l'extraction artificielle d'azote doit décroître. Réduire l'extraction de l'azote par le procédé Haber-Bosch est d'une certaine manière assez simple en raison de la concentration extrême des lieux d'extraction.

Annexe

Voir le site bien fourni de la Société Française de Chimie : <http://www.sfc.fr/donnees/mine/nh3/texnh3.htm>

⁹Ester van der Voet (1996), Nitrogen pollution in the European Union.

¹⁰Schneider F, Mieux vaut débondir que rebondir, dans Objectif Décroissance, Ed Parangon, 2003 ; Schneider F, L'effet Rebond, l'Ecologiste, Edition française de The Ecologist, n°11 Octobre 2003, Vol 4, n°3, p45 ; Schneider F, Hinterberger F, Mesicek R, Luks F, ECO-INFO-SOCIETY: Strategies for an Ecological Information Society, 7th European Round Table for Cleaner Production (ERCP) 2001, Lund, Sweden

⁷D'après Domene & Ayres, 47 millions de tonnes de nitrate d'ammonium ont été produites en 1996 dans le monde, ce qui donne une petite idée de l'ampleur du danger que représentent ces substances en regard de la quantité stockée à Toulouse.

⁸Ester van der Voet (1996), Nitrogen pollution in the European Union, Chaper 8, In: Thèse de doctorat, Substances from cradle to grave: CML, Leiden, Pays-Bas.

1- Procédés Haber-Bosch en France.

Extraction d'azote atmosphérique en France : 1 120 000 tonnes de N₂.

Les procédés Haber-Bosch en France se concentrent dans cinq usines et trois compagnies (Yara, Grande Paroisse et BASF). Ces unités de production d'ammoniac extraient chacune les quantités suivantes d'azote atmosphérique (en tonnes de N de capacités annuelles).

Grand Quevilly (Grande Paroisse) : 328 000 t

Grandpuits (Grande Paroisse) : 330 000 t

Le Havre (Yara France) : 400 000 t

Ottmarsheim (Grande Paroisse et BASF) : 180 000 t

Pardies (Yara France) : 100 000 à 200 000 t, destiné en majeure partie à des applications hors engrais.

2- Importation directe ou « cachée » d'azote

Mais la France importe aussi 700 000 tonnes d'azote sous forme d'ammoniac. D'énormes quantités d'azote sont importées par l'importation de sous-produits contenant de l'azote (engrais notamment). De plus de nombreux produits importés, comme les légumes produits à l'autre bout de la planète mais consommés en France, contiennent ce qu'on appelle des « flux cachés » d'azote car leur production a nécessité sur place l'usage d'engrais azotés et a donc requis à l'origine de l'extraction artificielle d'azote atmosphérique.

Merci à Alain Marcom et Rose Frayssinet pour les remarques