

sivement pour atteindre dix millions de tonnes. Puis, dans les années 1960, les innovations techniques permirent de réduire de 90 pour cent les quantités d'électricité nécessaires pour cette synthèse, ce qui permit la construction d'usines plus grandes et plus rentables. L'augmentation exponentielle de la demande multiplia par huit les ton-

nages mondiaux d'engrais azotés de synthèse.

Ces engrais, qui n'étaient initialement utilisés que par les pays riches, furent également consommés par les pays en développement : les pays industrialisés employaient 90 pour cent des engrais azotés au début des années 1960, mais moins de 70 pour

cent dans les années 1980. Aujourd'hui les pays en développement utilisent plus de 60 pour cent de la production mondiale d'engrais azotés.

Quelle est l'importance réelle des engrais azotés de synthèse pour l'agriculture mondiale? Cette question géopolitique importante est difficile, car on connaît mal les entrées et les sorties



Dan Guravich, Photo Researchers, Inc.



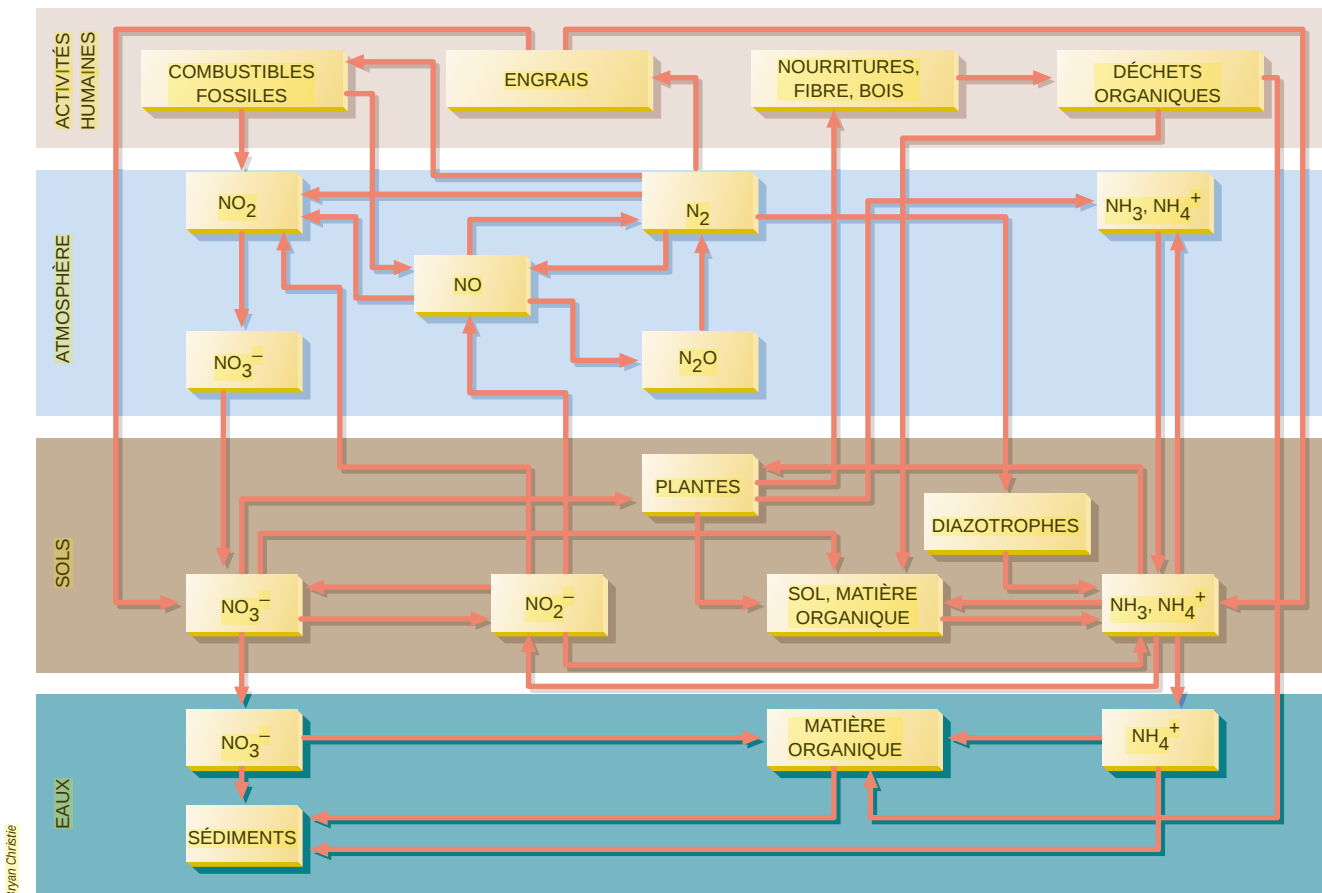
Jeremy Burgess SP/Photo Researchers, Inc.



Kenneth W. Fink, Bruce Coleman Inc.

4. LES BACTÉRIES FIXATRICES D'AZOTE, micro-organismes capables d'utiliser l'azote atmosphérique pour synthétiser des composés azotés assimilables, vivent dans des nodules, sur les racines des plantes

de la famille des légumineuses telles que le soja (a). On les rencontre également dans les fougères du genre *Azolla* (b), ainsi que dans les tiges de la canne à sucre (c).



Bryan Christie

5. L'AZOTE est présent dans des molécules différentes, selon qu'il se trouve dans l'eau, dans le sol, dans l'atmosphère ou dans la couverture végétale. L'azote s'échange constamment entre

ces diverses formes. L'avènement de la production industrielle des engrais azotés de synthèse a profondément bouleversé le cycle naturel de cet élément.



6. L'EUTROPHISATION des eaux trop enrichies en azote, en raison d'un lessivage de sols agricoles excessivement engraisés, se manifeste par une prolifération des algues ; leur décomposition absorbe l'oxygène dissous, ce qui tue les faunes aquatiques.

d'azote dans les champs. Toutefois une analyse détaillée des divers types d'apport permet d'estimer à quelque 175 millions de tonnes la quantité totale d'azote qui entre chaque année dans les sols ; la moitié de cette quantité est assimilée par les plantes cultivées. Les engrais de synthèse fournissent environ 40 pour cent de l'azote absorbé par ces cultures. Comme celles-ci fournissent – soit directement sous la forme de plantes, soit indirectement sous la forme d'aliments d'origine animale – 75 pour cent de l'azote présent dans les protéines consommées (le reste est fourni par le poisson, par la viande et par les produits laitiers produits par le pâturage), on estime qu'un tiers des protéines consommées par la population mondiale dépend des engrais azotés de synthèse.

Toutefois un tel calcul n'indique pas que tous les engrais azotés utilisés soient indispensables. Si l'on utilise tant d'engrais de synthèse en Europe et aux États-Unis, c'est surtout parce que l'on veut produire des aliments pour le bétail, dont on consomme la viande. Et même si l'on réduisait de moitié la quantité de protéines animales consommées par les Européens et par les Américains en les persuadant de manger moins de

viande, ces populations bénéficieraient encore d'une alimentation adéquate.

Inversement, on sous-estime l'importance des engrais azotés en observant simplement que la quantité de protéines consommées par la population mondiale dépend pour un tiers des engrais de synthèse : c'est l'existence même d'un certain nombre de pays à territoire limité et à population importante qui dépend de ces molécules. Avec la raréfaction des nouvelles terres, les agriculteurs de ces pays, qui consomment peu de viandes, doivent employer des quantités massives engrais azotés, pour produire suffisamment.

L'excès en tout, un défaut

L'introduction massive d'engrais azotés dans les sols et dans les eaux nuit à la santé des peuples comme à l'équilibre écologique du Globe. Des concentrations excessives en nitrates provoquent des syndromes graves, telle la méthémoglobinémie, ou « maladie des bébés bleus », et peut-être des cancers. En outre, le lessivage de ces sels solubles peut gravement polluer les eaux de surface et les nappes phréatiques, dans les zones où les engrais sont massivement épandus : depuis

une trentaine d'années, la pollution par les nitrates est devenue un grave problème écologique. Ainsi, l'eau de puits de nombreuses régions de la ceinture céréalière des États-Unis et l'eau de la nappe phréatique de nombreuses régions d'Europe de l'Ouest contiennent des concentrations en nitrates dangereusement élevées ; des concentrations bien supérieures aux limites légales sont mesurées dans les rivières qui drainent les zones cultivées, ainsi que dans de grands fleuves tels que le Rhin ou le Mississippi.

De surcroît, les engrais azotés qui s'écoulent dans les mares, lacs et baies côtières provoquent souvent leur eutrophisation : l'enrichissement des eaux en un nutriment qui était préalablement présent en quantité limitée suscite une croissance explosive des algues et des cyanobactéries, dont la décomposition ultérieure capte l'oxygène, qui vient alors à manquer aux autres créatures ; les poissons et les crustacés en meurent. La baie de San Francisco et de vastes parties de la mer Baltique souffrent d'eutrophisation ; dans le Queensland, en Australie, le lessivage des champs cultivés menace également certaines parties de la grande barrière de corail, qui risquent d'être recouvertes par les algues.

Si l'eutrophisation est due à la solubilité des nitrates, qui sont propagés par les eaux, la persistance localisée de certains composés riches en azote est également nuisible, car elle acidifie les sols (ceux-ci sont également acidifiés par des composés soufrés qui, libérés dans l'atmosphère par les combustions, reviennent dans les sols avec les précipitations). Dans les régions où l'on n'épand pas de chaux pour lutter contre cette acidification, les oligo-éléments et les métaux lourds du sol sont dissous, et ils polluent l'eau potable.

L'utilisation massive d'engrais azotés s'accompagne également d'un rejet de grandes quantités de monoxyde d'azote (NO) dans l'atmosphère. Les concentrations en ce gaz, qui est produit par l'action des bactéries du sol sur les nitrates, sont encore faibles, mais le composé participe à deux phénomènes inquiétants. Il contribue à la destruction de la couche d'ozone de la stratosphère ; aux altitudes inférieures, dans la troposphère, le monoxyde d'azote produit un effet de serre. Or, dans l'atmosphère, la durée de vie d'une molécule de monoxyde d'azote est supérieure à un siècle, et chaque molécule absorbe envi-