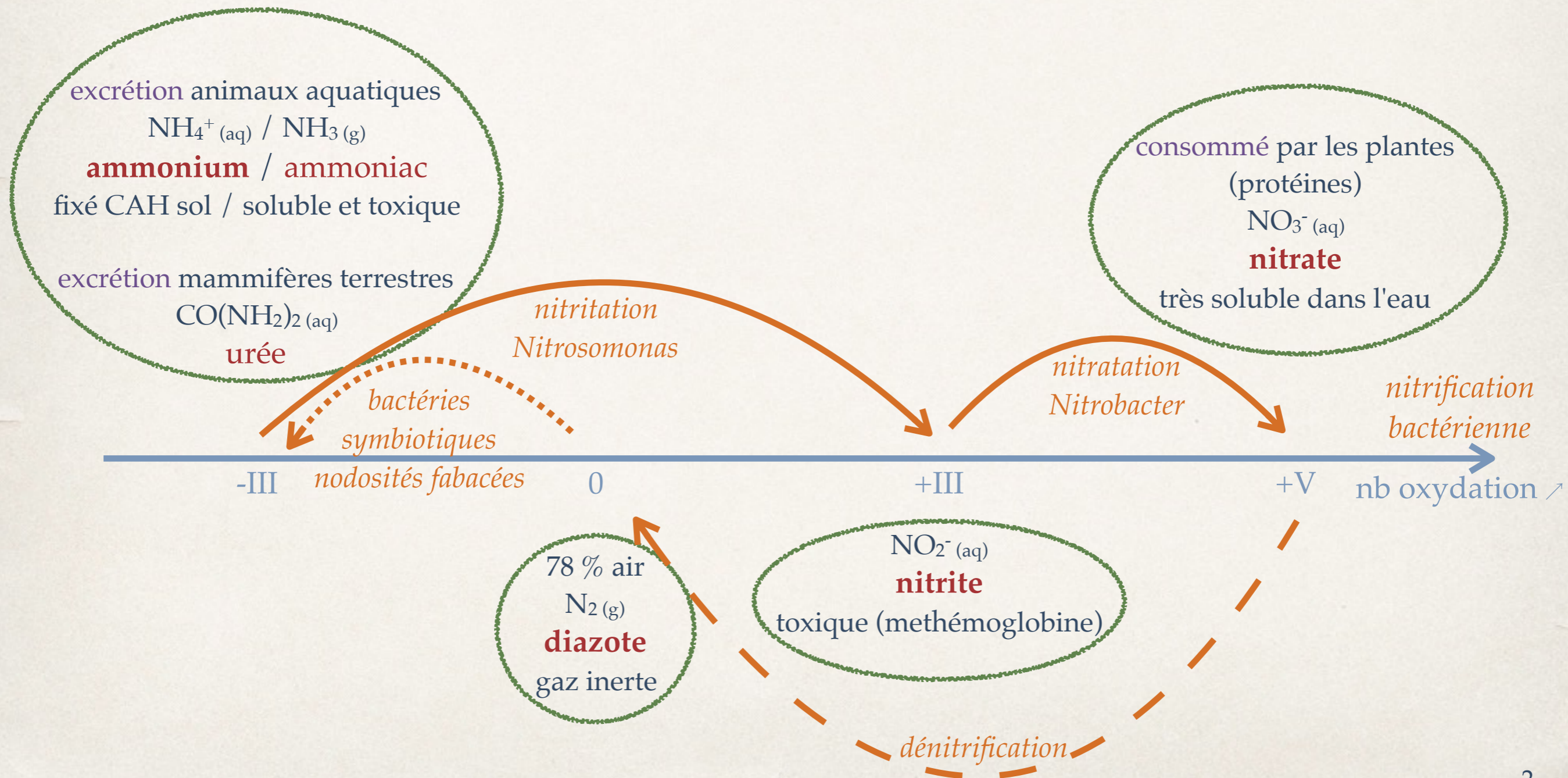


Cycle de l'azote

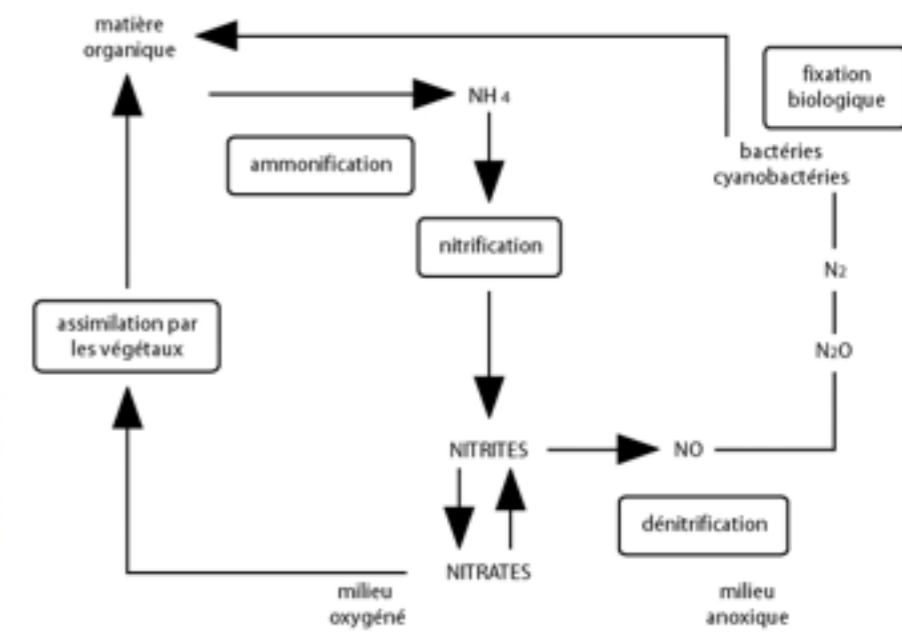
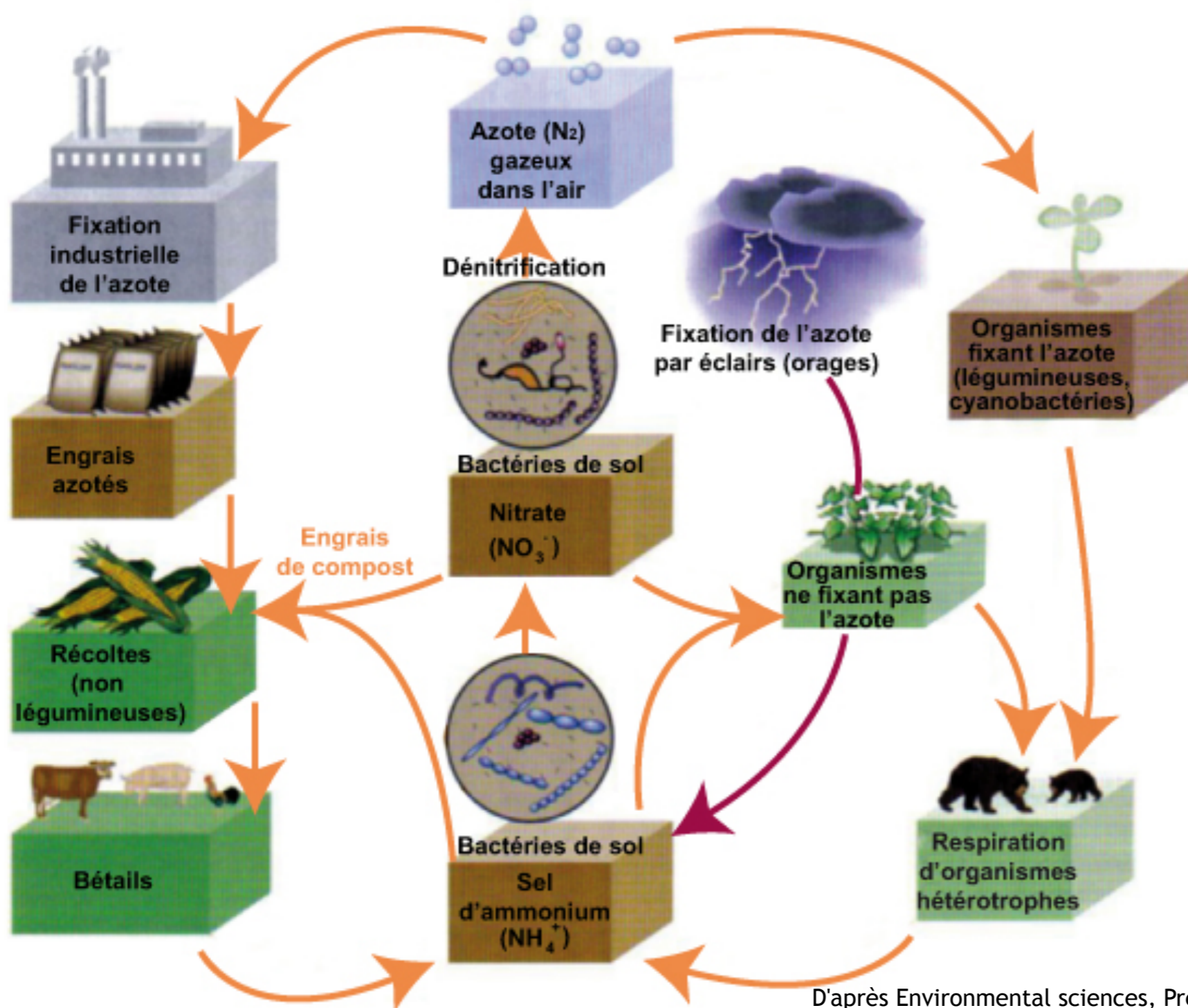
Oxydo-réduction

Btsa Gpn, Biotopes Aquatiques - B. Presson

cycle de l'azote en 1 schéma 😊

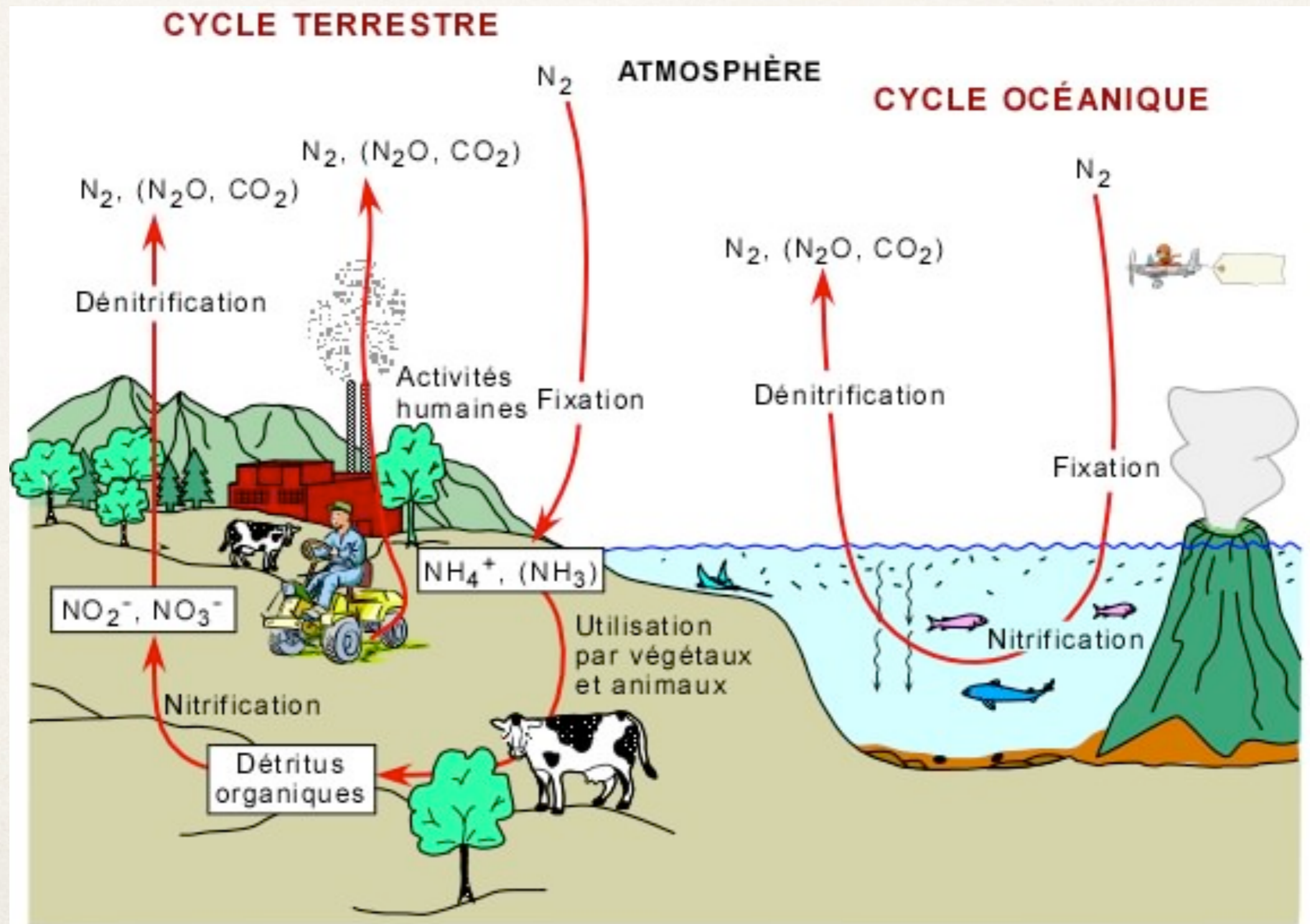


Cycle de l'azote



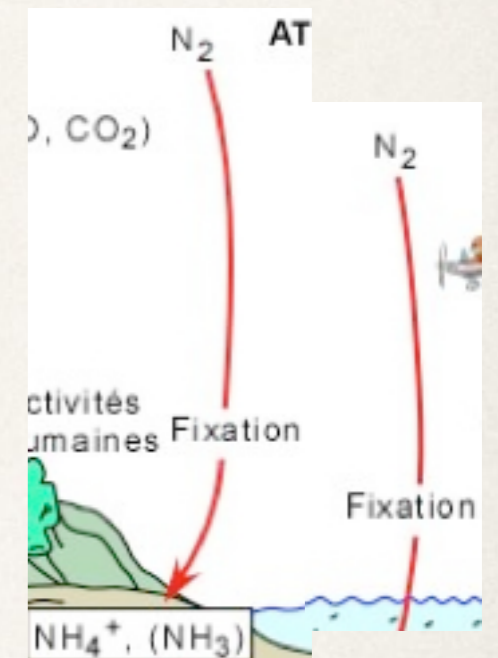
Equipe de production du CIRM

Cycle simplifié de l'azote



Fixation de l'azote atmosphérique

- ❖ La fixation de l'azote correspond à la conversion de l'azote atmosphérique en azote utilisable par les plantes et les animaux.
- ❖ Elle se fait par certaines bactéries qui vivent dans les sols ou dans l'eau et qui réussissent à assimiler le diazote N_2 . Il s'agit en particulier des cyanobactéries et de certaines bactéries vivant en symbiose avec des plantes (entre autres, des légumineuses) : elles réduisent le N_2 grâce à la matière organique $\{CH_2O\}$.
- ❖ $N_2 + \dots \{CH_2O\} \rightarrow \dots NH_4^+ + \dots CO_2$

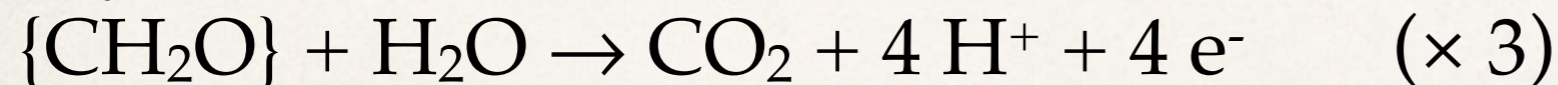


Fixation de l'azote atmosphérique

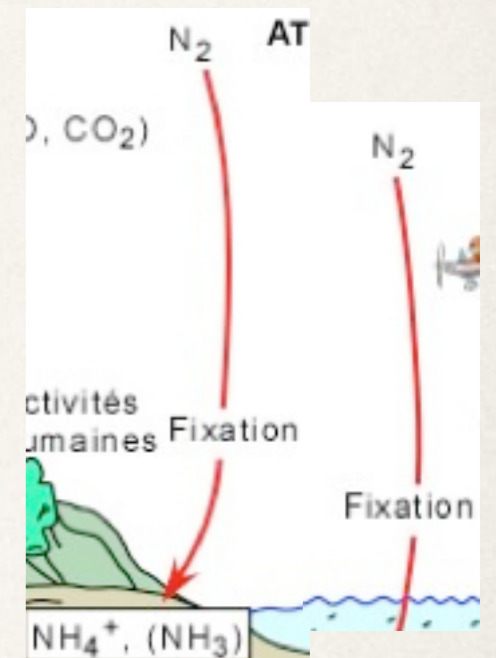
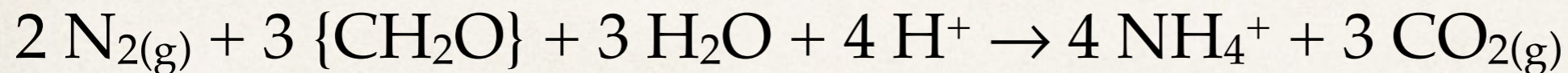
- ❖ Réduction de N_2 :



- ❖ Oxydation de la M.O. :



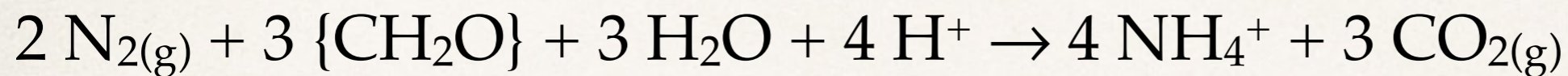
- ❖ Bilan en milieu acide :



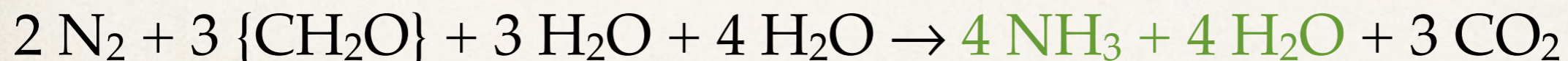
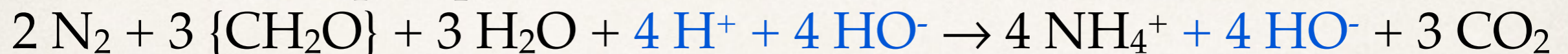
Fixation de l'azote atmosphérique

- ❖ Dans les sols où le pH est élevé (basiques), l'ammonium se transforme en ammoniac gazeux

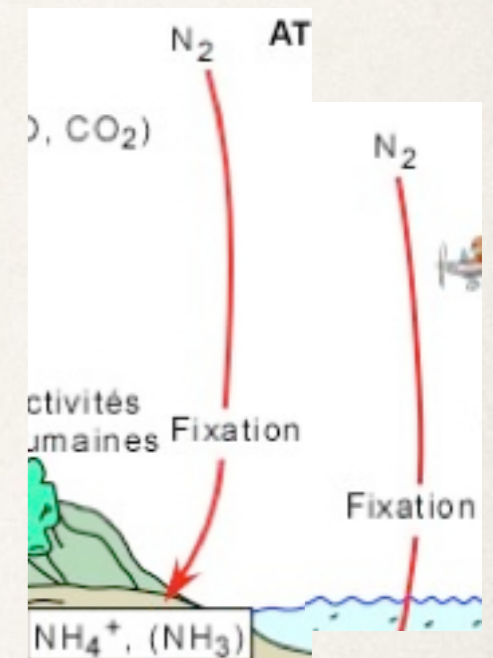
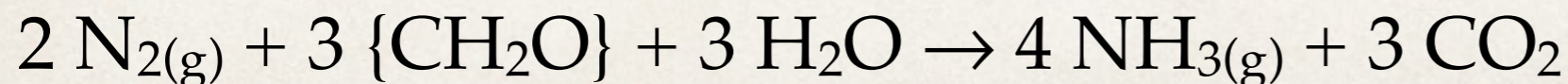
- ❖ Rappel : en milieu acide (présence de H^+) :



- ❖ En milieu basique (présence de HO^-) :



- ❖ Bilan en milieu basique :



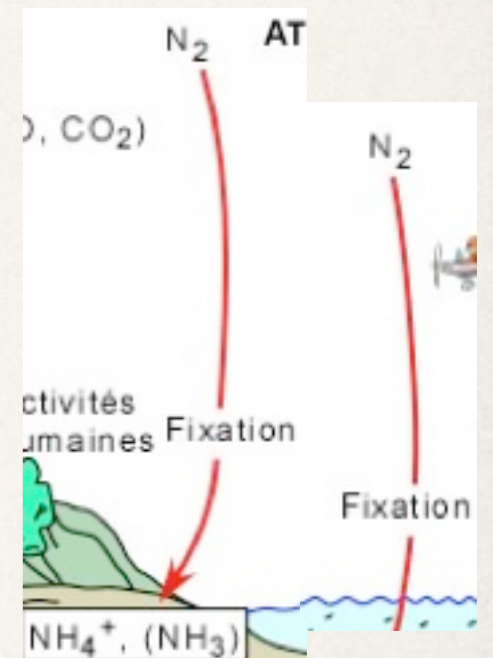
Fixation de l'azote atmosphérique

- ❖ Résumé :

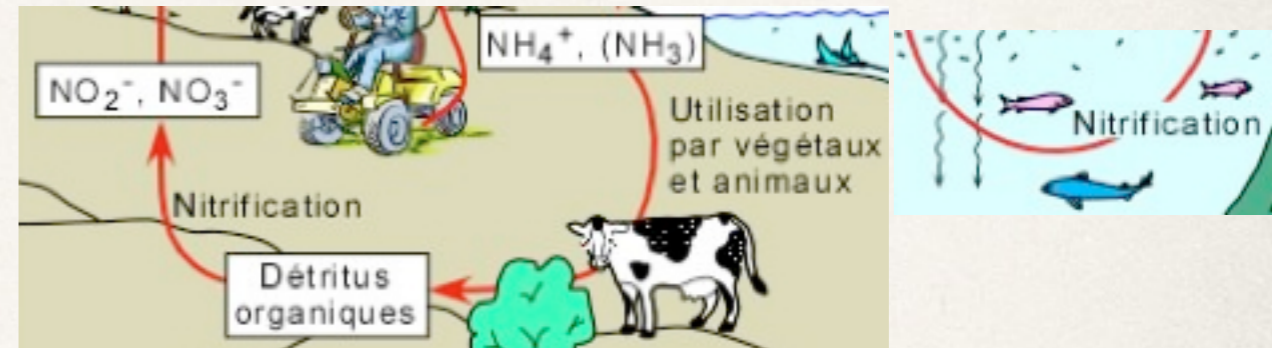
La réaction nécessite un apport d'énergie de la photosynthèse (cyanobactéries et symbiotes de légumineuses).

Cette fixation tend à produire des composés ammoniaqués tels l'ammonium NH_4^+ et sa base conjuguée l'ammoniac NH_3 .

Il s'agit ici d'une réaction de réduction qui se fait par l'intermédiaire de substances organiques

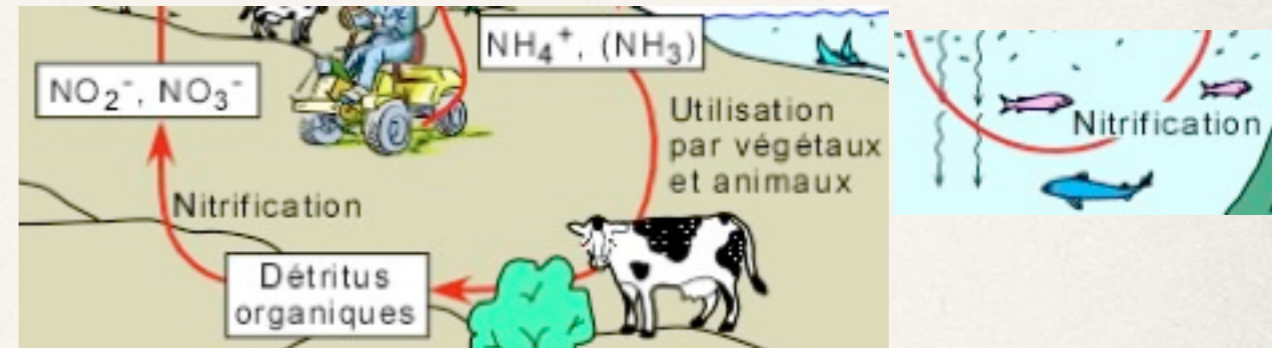


Nitrification



- ❖ La nitrification transforme les produits de la fixation (NH₄⁺, NH₃) en NO_x (soient NO₂⁻ et NO₃⁻), des nitrites et nitrates. C'est une réaction d'oxydation qui se fait par catalyse enzymatique reliée à des bactéries dans les sols et dans l'eau.
- ❖ NH₄⁺ ⇌ NO₂⁻ ⇌ NO₃⁻ : oxydation croissante

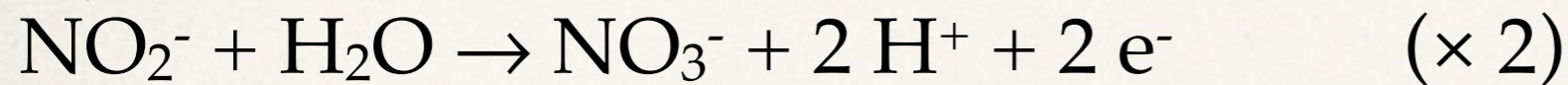
Nitrification



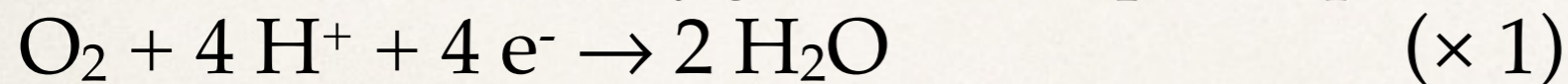
- ❖ Oxydation de NH₄⁺ en NO₂⁻ :
$$\text{NH}_4^+ + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_2^- + 8 \text{H}^+ + 6 \text{e}^- \quad (\times 2)$$
- ❖ Réduction du dioxygène atmosphérique :
$$\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} \quad (\times 3)$$
- ❖ Bilan en milieu acide :
$$2 \text{NH}_4^+ + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2^- + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{H}^+$$

Nitrification

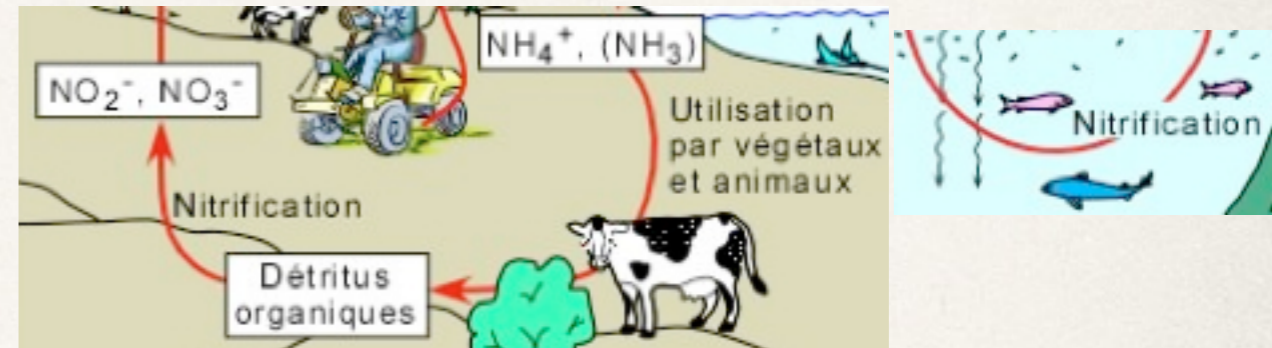
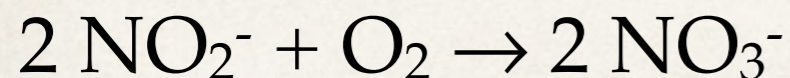
- ❖ Oxydation de NO_2^- en NO_3^- :



- ❖ Réduction du dioxygène atmosphérique :

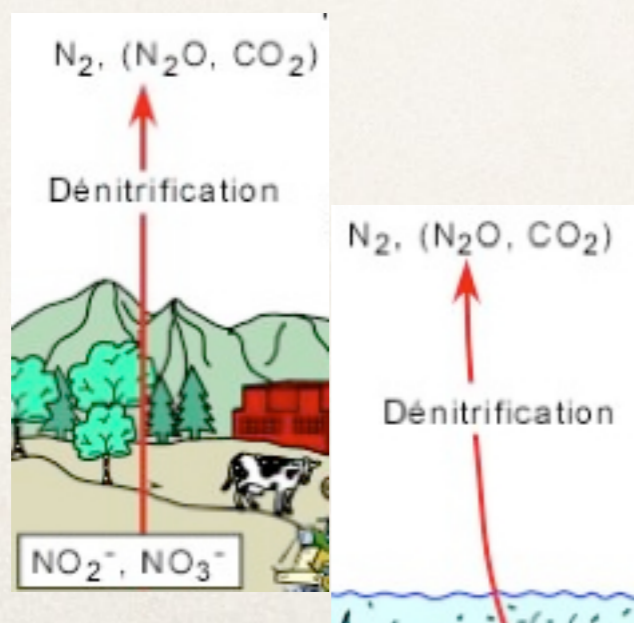


- ❖ Bilan en milieu acide :



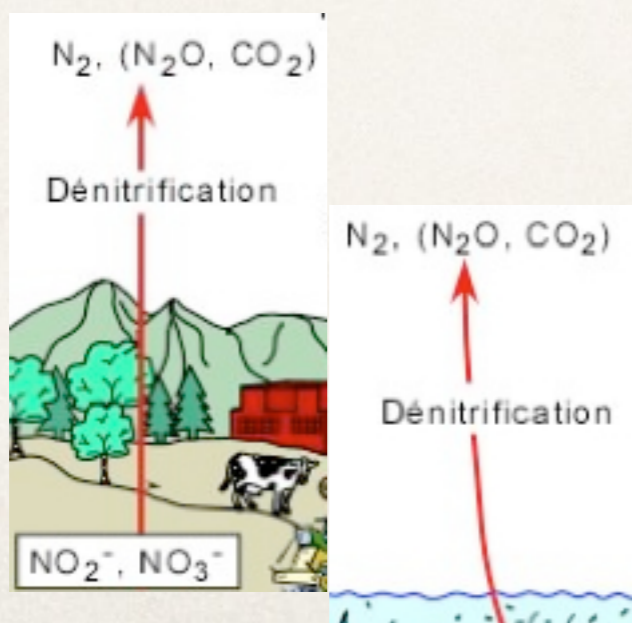
Dénitrification

- ❖ La dénitrification retourne l'azote à l'atmosphère sous sa forme moléculaire N_2 , avec comme produit secondaire du CO_2 et de l'oxyde d'azote N_2O , un gaz à effet de serre qui contribue à détruire la couche d'ozone dans la stratosphère.
- ❖ Il s'agit d'une réaction de réduction de NO_3^- par l'intermédiaire de bactéries transformant la matière organique.



Dénitrification

- ❖ Réduction de NO_3^- en N_2 :
$$2 \text{NO}_3^- + 12 \text{H}^+ + 10 \text{e}^- \rightarrow \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \quad (\times 2)$$
- ❖ Oxydation de la M.O. :
$$\{\text{CH}_2\text{O}\} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \quad (\times 5)$$
- ❖ Bilan en milieu acide :
$$4 \text{NO}_3^- + 5 \{\text{CH}_2\text{O}\} + 4 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{N}_{2(\text{g})} + 5 \text{CO}_2 + 7 \text{H}_2\text{O}$$

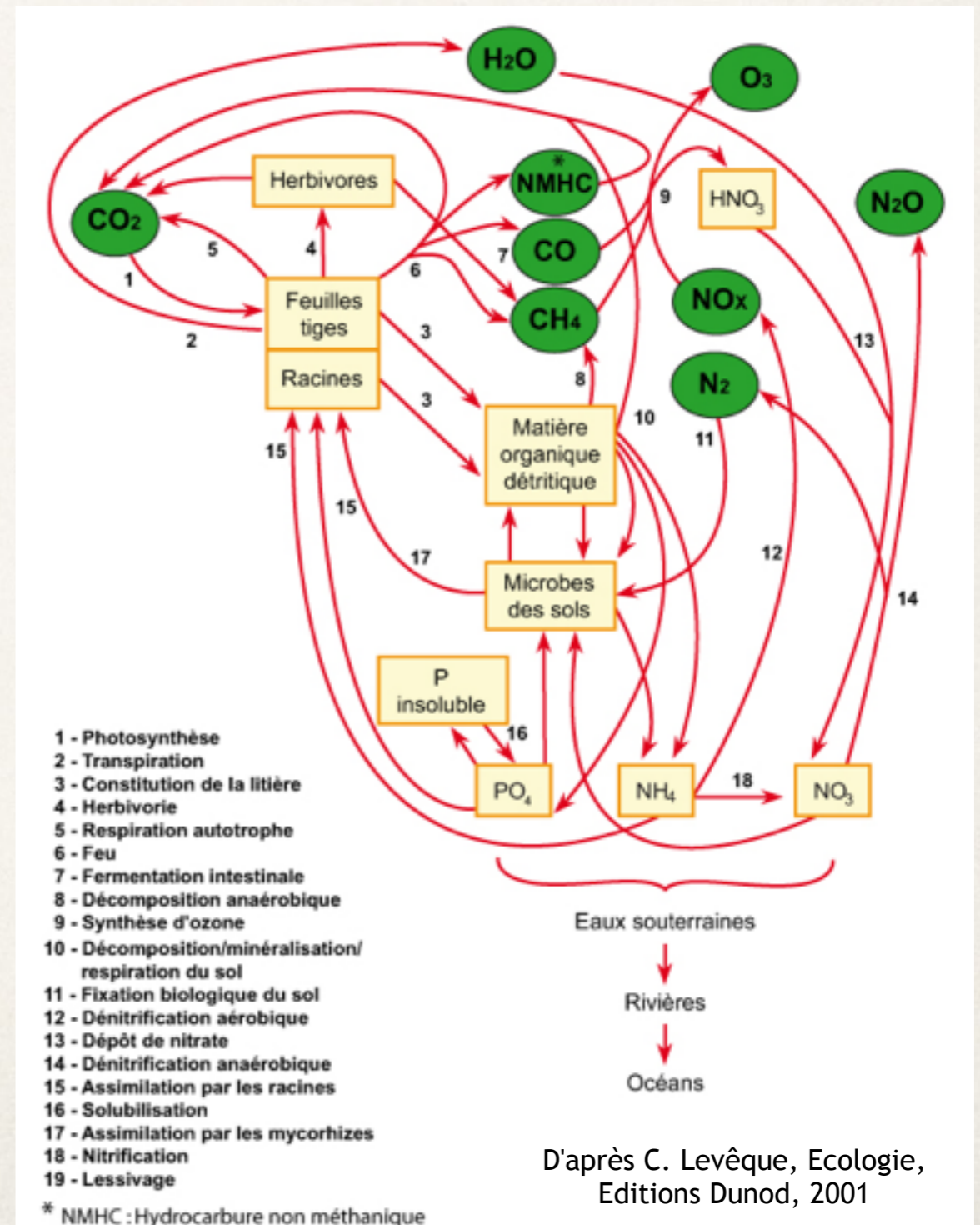


Cycle de l'azote et effet de serre

- * L'activité humaine contribue à l'augmentation de la dénitrification, entre autres, par l'utilisation des engrais qui ajoutent aux sols des composés ammoniacés et des nitrates.
- * L'utilisation des combustibles fossiles dans les moteurs ou les centrales thermiques transforme l'azote en oxyde d'azote NO_2 . Avec N_2 et CO_2 , la dénitrification émet dans l'atmosphère une faible quantité d'oxyde d'azote N_2O . La concentration de ce gaz est faible, 300 ppb (parties par milliard). Cependant, il faut savoir qu'une molécule de N_2O est 200 fois plus efficace qu'une molécule de CO_2 pour créer un effet de serre. On évalue aujourd'hui que la concentration en N_2O atmosphérique augmente annuellement de 0,3% et que cette augmentation est pratiquement reliée entièrement aux émissions dues à la dénitrification des sols. Les études des carottes glaciaires de l'Antarctique ont montré que la concentration en N_2O atmosphérique était de 270 ppb à la fin du dernier âge glaciaire (il y a 10 000 ans) et que cette concentration s'est maintenue à ce niveau jusqu'à l'ère industrielle où elle a fait un bond pour atteindre son niveau actuel de 300 ppb; une augmentation de 11%.

Interactions entre cycles

- ❖ Les différents cycles ne sont pas indépendants les uns des autres. Certains éléments jouant un rôle limitant dans la croissance des organismes, ils vont contrôler certaines parties d'un autre cycle. (ex : le phosphore peut limiter la croissance d'organismes, et donc l'utilisation des autres nutriments par ces mêmes organismes).
- ❖ D'autres réactions sont directement liées comme celles du carbone et de l'oxygène ou des nitrates dans les couplages de réactions avec la matière organique.



D'après C. Levêque, Ecologie, Editions Dunod, 2001