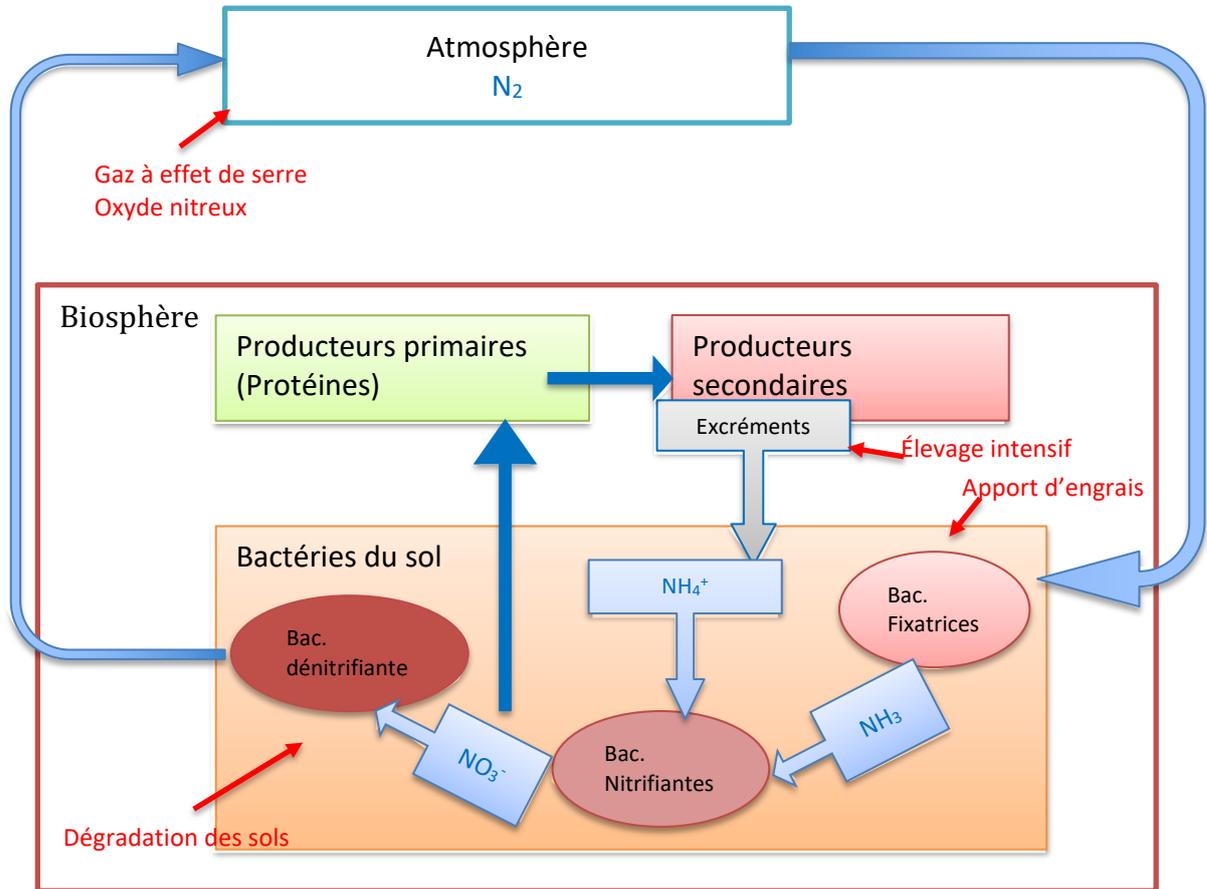


Le cycle de l'Azote (exercice 6 page 282, complété)

- 1 Shématissez le cycle de l'azote en notant les différents compartiments présentés (modèle de la correction du cycle du carbone)



2. Répondez à la question du livre **par un texte structuré en paragraphes**

Des informations complémentaires

Avec le phosphore (symbole chimique P) et le potassium (K), l'azote (N) est un des principaux éléments absorbés par les plantes pour assurer leur métabolisme et leur croissance (production de biomasse). L'azote est considéré comme le troisième facteur de croissance des plantes après l'eau et la lumière. Par exemple, environ 3kg d'azote sont nécessaires pour produire 100kg de blé. L'azote est indispensable à la qualité des produits agricoles, il entre en effet dans la composition des protéines végétales (or la nature et le taux de protéines est un indicateur de la qualité du végétal produit) ainsi que de la chlorophylle, pigment indispensable à la photosynthèse. Les plantes absorbent l'azote plus particulièrement **sous forme de nitrate NO_3^-** .

Introduction
Définitions

Comme d'autres éléments chimiques entrant dans la composition du vivant (CHONPS...), l'azote circule entre les réservoirs : atmosphère, hydrosphère, biosphère, lithosphère et constituant **un cycle biogéochimique**. Chez les êtres vivants il participe à la **synthèse des protéines** et débute chez les producteurs primaires qui l'absorbent sous forme de **nitrate (NO_3^-)**. Au sein de la biosphère les **microorganismes du sol** jouent un rôle prépondérant dans ce cycle.

Problématique

On cherche à montrer l'importance de ces microorganismes et à imaginer les conséquences de leur disparition.

Plan

Dans un premier temps, nous montrerons le rôle de ces microorganismes puis nous imaginerons les conséquences de leur disparition.

I/ L'importance des microorganismes du sol.

Le diazote (N_2) est le gaz le plus abondant de l'atmosphère. (78%), mais il n'est absorbable par les plantes que (principalement) sous forme de nitrates (NO_3^-).

Or l'N est un des éléments les plus importants pour la croissance des plantes (*les engrais sont essentiellement composés de N, P, K*).

La transformation du diazote en nitrates nécessite l'action d'une succession de bactéries

- Des bactéries **sont capables de fixer le diazote atmosphérique et de le transformer en ammoniac (NH_3)**

- L'ammoniac subit l'action **des bactéries nitrifiantes qui le transforment en nitrites (NO_2^-) puis nitrates (NO_3^-)** utilisables par les plantes qui les intègrent dans leurs protéines (matière végétale)

- Les nitrates sont retransformés en N_2 par les **bactéries dénitrifiantes, et restitué à l'atmosphère.**

L'azote intégré dans la matière vivante végétale et transformé en protéines est transféré aux consommateurs. Le métabolisme des organismes dégrade ces protéines et restitue l'azote sous forme d'ammoniac via les excréments, l'urine et la matière morte.

Cet azote est décomposé par les bactéries nitrifiantes qui reconstituent les stocks de nitrates.

Ainsi au niveau du sol une chaîne de réactions réalisées par des bactéries entretient un cycle de circulation de l'azote entre la biosphère et l'atmosphère.

II/ Les conséquences de la disparition des microorganismes du sol.

On sait que les sols sont des systèmes complexes et fragiles, fortement dégradés par les activités humaines.

Une perturbation de la microflore du sol (bactéries) se traduirait par une impossibilité à fixer l'azote atmosphérique dans le sol, à le transformer en nitrates et donc à limiter la production végétale.

Par ailleurs la décomposition de l'ammoniac provenant des matières organiques serait bloquée et celle-ci s'accumulerait dans le sol.

Or l'ammoniac (et les nitrites) à fortes doses sont très toxiques pour les êtres vivants.

Ainsi une disparition des bactéries qui entretiennent le recyclage de l'azote dans le sol se traduirait par un blocage de ce cycle, une diminution de la production végétale et une réduction de la biodiversité du sol, donc de son fonctionnement.

Conclusion

Le cycle biogéochimique de l'azote est déterminant pour le fonctionnement de la biosphère, grâce à l'activité des microorganismes du sol.

En perturbant la microflore des sols les activités humaines menacent l'équilibre global de la biosphère et la survie de notre espèce en limitant dangereusement la production végétale.

On peut se demander quelles sont les activités qui impactent ce cycle et comment en limiter les conséquences.

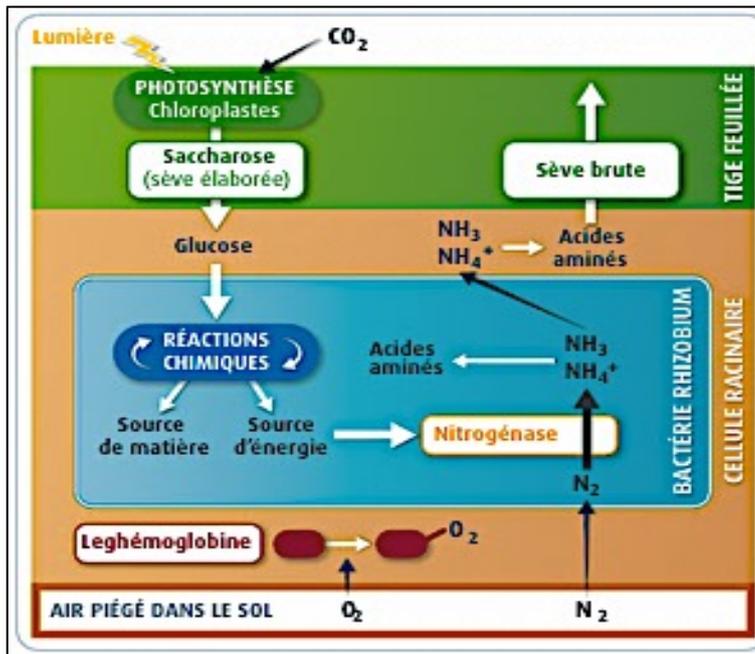
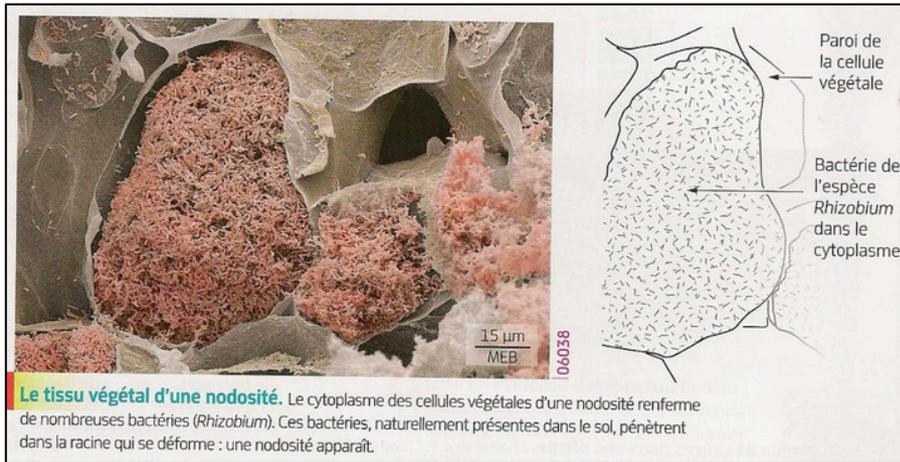
🧠 Allons plus loin :

Pour leur métabolisme, les végétaux ont besoin d'azote, qu'ils se procurent sous forme minérale, principalement à partir des ions nitrates (NO_3^-) présents dans le sol. La teneur en azote est souvent faible dans le sol des forêts tempérées, ce qui limite la production végétale. Afin d'améliorer la disponibilité des sols forestiers en azote sans recourir aux engrais azotés, des scientifiques ont envisagé la possibilité d'utiliser les propriétés particulières des plantes de la famille des fabacées.

En effet les racines des fabacées présentent des **nodosités**, structures racinaires capables de fixer directement l'azote moléculaire (N_2) présent à 78% dans l'atmosphère



Nodosités sur les racines de fabacées



Le fonctionnement des nodosités

Questions :

- Décrivez les conséquences, à l'échelle cellulaire, de l'infection bactérienne des plantes
- Caractériser le type de relation existant entre la plante et la bactérie
- Pourquoi utiliser les fabacées pour améliorer la disponibilité des sols en azote ?
-

◀ **Processus se déroulant dans une cellule végétale infectée par une bactérie du genre *Rhizobium*.** La nitrogénase est une enzyme bactérienne inactivée en présence de fortes concentrations en O_2 . La protéine leghémoglobine des cellules végétales permet de maintenir cette concentration à un niveau bas.

PB : On s'interroge sur l'utilité des fabacées en agriculture

- On voit que les cellules des racines de fabacées sont infectées par des bactéries de l'espèce *rhizobium*, à l'origine de la formation des **nodosités**. Dans les cellules ces **bactéries fixent l'azote atmosphérique (N_2)** grâce à une enzyme : la **nitrogénase** et le transforme en azote assimilable par la plante qui en fabrique des **acides aminés**, distribués ensuite à toute la plante via la sève. L'énergie nécessaire à l'activité de cette enzyme est fournie par la plante (glucose) et les conditions optimales de fonctionnement (faible taux d' O_2) est assurée par la **leghémoglobine** de la plante.

Donc on en déduit les bactéries permettent aux cellules racinaires de la plante d'utiliser directement l' N_2

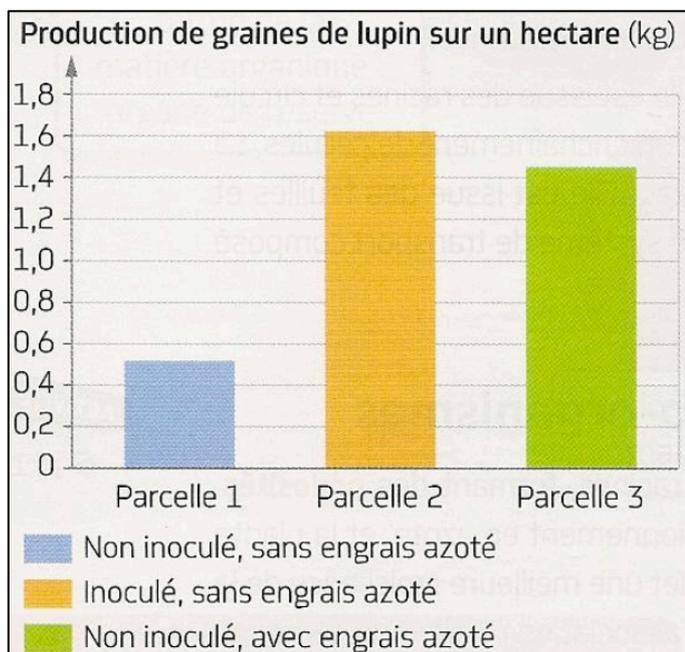
- La plante tire profit de l'infection bactérienne qui l'alimente en azote utilisable et les bactéries trouvent au sein des cellules les conditions idéales à son fonctionnement (énergie et faible taux d'O₂), **il s'agit d'une symbiose, d'une endosymbiose** puisque les bactéries vivent à l'intérieur des cellules racinaires

L'action de l'Homme sur le cycle de l'azote

Les chercheurs avancent que l'activité humaine pourrait être responsable de la plus grande modification qu'ait connue le cycle de l'azote depuis que les premiers micro-organismes sont apparus sur Terre il y a des milliards d'années.

Ils disent que l'emploi d'engrais azotés dans le monde a augmenté de 800 pour cent entre les années 1960 et 2000, et que l'azote qu'ils ont apporté a ensuite étouffé la vie aquatique et introduit des quantités significatives d'oxyde nitreux, un puissant gaz à effet de serre, dans l'atmosphère. Bien qu'à l'avenir les microorganismes puissent potentiellement aider à restaurer une espèce d'équilibre dans le cycle de l'azote, les chercheurs précisent qu'il a déjà été modifié à jamais par l'agriculture et l'industrie humaines. Ils recommandent des approches nouvelles, plus durables, pour faire baisser l'utilisation de l'azote dans le monde.

Expérience réalisée sur 3 parcelles de culture de lupin (fabacée)



* inoculé avec des bactéries Rhizobium

Le document représente la production de graines dans 3 parcelles placées dans des conditions expérimentales différentes d'inoculation par des bactéries rhizobium et apport d'engrais azoté.

On voit que **le maximum de production est obtenu avec inoculation et sans engrais azoté (1,6 Kg par hectare)**, avec engrais azoté et sans inoculation la production est moindre (1,4 Kg/ha)

J'en déduis que cette pratique permet de limiter l'apport d'engrais azotés tout en obtenant une forte production.

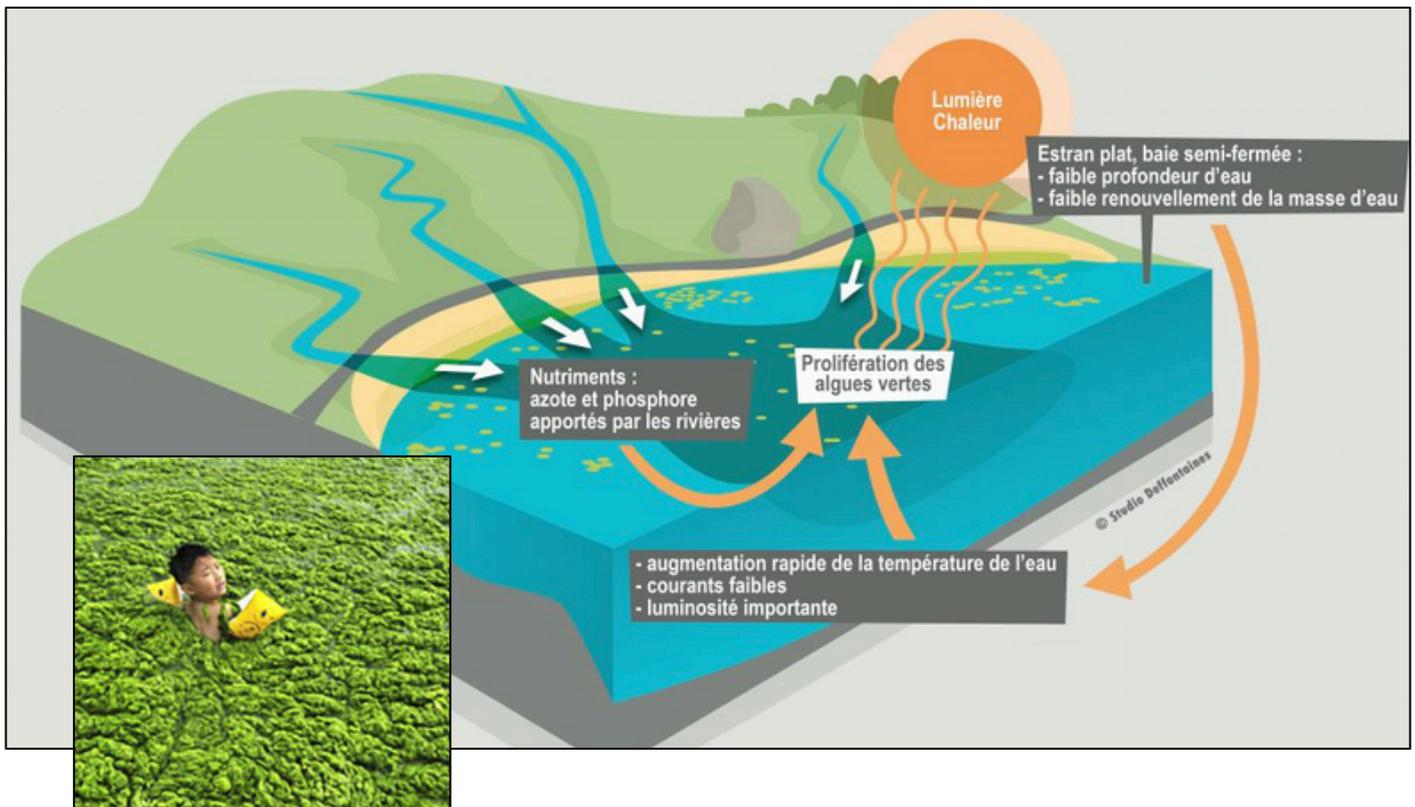
En fixant N₂ directement dans leurs racines grâce aux bactéries symbiotiques, les plantes peuvent se développer efficacement même dans un sol appauvri en microflore naturelle, sans apport extérieur d'engrais

D'autre part l'enfouissement des racines inoculées sur place après leur croissance peut représenter un apport significatif d'azote assimilable pour les plantes.

- L'excès d'utilisation des engrais azotés représente un danger pour l'environnement car, lessivés, par les précipitations, ils se retrouvent en milieu aquatique où ils favorisent l'explosion de la production végétale (marées vertes)

Questions

- Complétez votre schéma en ajoutant en rouge les perturbations d'origines humaines du cycle
- En quoi cette expérience, permet-elle d'imaginer une solution à la perturbation du cycle de l'azote ?



La décomposition de ces fortes productions végétales dégage des gaz toxiques et accentuant l'effet de serre

- D'autre part, alors qu'en l'absence de contamination, la teneur en nitrates des eaux souterraines varie de 0,1 à 1 milligramme par litre d'eau, elle dépasse souvent aujourd'hui 50 milligrammes par litre, **norme retenue pour les eaux potables par l'Organisation mondiale de la santé.**

Au-delà de cette concentration, les nitrates peuvent représenter un danger pour la santé humaine.