

Les conséquences des excès en Azote

séance

3

Séance 3

Les conséquences des excès en Azote

1 — Les conséquences de la synthèse d'azote minéral

annexe A

annexe B

3h

2 — Les pollutions liées à l'azote

annexe C

3 — Un des responsables de l'effet de serre : Le protoxyde d'azote

annexe D

annexe E

4 — Les oxydes d'azote et la respiration humaine

5 — Dosage d'un polluant dans l'eau

6 — Eutrophisation* et risques pour les écosystèmes

annexe F

annexe G

annexe H



Introduction : Quand trop d'azote rompt l'équilibre

Si la présence de l'azote dans un milieu est essentielle pour le développement de la Biodiversité qui le peuple, une surabondance peut s'avérer tout aussi néfaste qu'un manque.

La possibilité de synthétiser l'azote amène la question de la surabondance et de ses conséquences. L'azote peut alors devenir une pollution aussi bien pour son milieu, que pour le climat et même notre santé.

Face à ce risque, il est essentiel de doser la quantité d'azote afin de maintenir l'équilibre du milieu et d'éviter l'eutrophisation*.

Objectifs et notions abordées :

- Identifier les risques liés à une surutilisation de l'azote
- Retracer les différentes pollutions qui peuvent découler de son utilisation
- Mesurer la teneur en azote d'un milieu
- Diagnostiquer une surabondance d'azote dans un milieu

Tempête de cerveaux pour lancer la séance 3 :

pour faire émerger les représentations du groupe par des questions simples :

- Selon vous, que se passe-t-il si l'on injecte une quantité massive d'azote dans un milieu ?
- Est-ce que toutes les plantes ont les mêmes besoins en azote ?

Les conséquences de la synthèse d'azote minéral

Activité

1

Introduction

Au début du XX^e siècle, l'apparition des engrais azotés de synthèse change complètement les pratiques agricoles et permet un accroissement important de la productivité alimentaire.

Pourtant, la synthèse de tels engrais a aussi des conséquences sur notre environnement.

Comment l'industrie procède-t-elle pour produire ces engrais?

Quels gaz sont rejetés dans l'atmosphère par ce procédé chimique?

Matériel

- «Recette et fabrication de l'ammoniac» [annexe A](#)
- Les images des ressources [annexe B](#)
- Du scotch
- 4 sacs plastiques
- Une paire de ciseaux
- Une étiquette marquée «Énergie»
- Les pièces «atomes» voir [séance 1 activité 3](#) et leurs pics à brochette «liaisons»

Objectif

- Comprendre les principes basiques de la synthèse d'azote minéral à partir du diazote de l'air.
- Découvrir quels gaz sont rejetés dans l'atmosphère par la synthèse d'azote minéral.

Préparation

- Placer l'étiquette «énergie» sur les ciseaux
- Monter à l'aide des pièces «atomes» les molécules suivantes:
 - Une molécule de méthane (CH_4)
 - Une molécule de diazote (N_2)
 - Deux molécules d'eau (H_2O)
- Coller les images de ressources sur chaque sac plastique avec le scotch. (Pétrole, gaz naturel et air).
- Placer dans le sac plastique «lac» les deux molécules d'eau fabriquées avec les pièces atomes.
- Placer dans le sac plastique: «gaz naturel» la molécule de méthane.
- Placer dans le sac plastique «air» la molécule de diazote.
- Placer dans le sac plastique «Pétrole» la paire de ciseaux avec son étiquette marquée «Énergie».
- Ne pas laisser d'autres pièces «atomes» sur la table.

Déroulé



○ En suivant la recette de fabrication de l'ammoniac, **annexe A** se procurer les ressources nécessaires en devinant dans quel sac plastique on les trouvera.

○ Puis en respectant le nombre de liaisons possibles **voir séance 1 activité 3** utiliser les molécules et l'énergie afin de réaliser la réaction chimique pour fabriquer l'ammoniac (NH_3).

(Rappel du nombre de liaisons entre atomes: Hydrogène (H):1, Oxygène (O): 2, Carbone (C): 4, et Azote (N): 3.)

○ Tous les atomes doivent être au maximum de leur nombre de liaisons possibles.

○ Quels gaz sont rejetés dans l'atmosphère lors du processus de fabrication? On parle beaucoup d'un des ces gaz et des conséquences de son rejet excessif dans l'atmosphère. **Quel est ce gaz?**

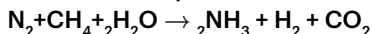
Explication



La synthèse artificielle d'ammoniac à partir du diazote de l'air nécessite une importante quantité d'énergie pour pouvoir couper la triple liaison de la molécule. Cette énergie peut provenir de la combustion du pétrole ou de l'électricité.

Le méthane est un gaz fossile présent dans le sol dans certaines régions du monde. C'est un **hydrocarbure***, comme le pétrole.

La formule simplifiée de la réaction chimique est donc:



Deux molécules d'ammoniac sont donc formées par la réaction.

Les gaz produits sont donc le dihydrogène (H_2) et le CO_2 (dioxyde de carbone).

Les rejets de dioxyde de carbone sont en partie responsables de l'augmentation de l'effet de serre dans l'atmosphère terrestre, causant le changement climatique actuel.



Pour aller plus loin

Le procédé se poursuit ensuite pour fabriquer le nitrate d'ammonium, de formule NO_3NH_4 .

Les réactions chimiques sont multiples pour arriver à ce résultat. Ces réactions rejettent de l'oxyde d'azote (NO) ce qui pollue l'atmosphère.

Le nitrate d'ammonium est instable à haute température. Si il est accidentellement chauffé ou si il subit un choc important, il peut provoquer une explosion violente. De nombreux accidents ont eu lieu, et le dernier en date, à Beyrouth au Liban, a causé en août 2020 207 morts et plus de 6500 blessés. Le souffle a été ressenti dans toute la ville et des maisons situées à plus de dix kilomètres ont été endommagées par l'explosion.

Les pollutions liées à l'azote

activité

2

Introduction

Les pratiques modernes d'agriculture entraînent souvent un épandage d'engrais de synthèse ou organique sur de grandes surfaces. Nous savons maintenant quelles sont les conséquences d'un appauvrissement des sols.

Mais que se passe-t-il lorsqu'une trop grosse quantité d'azote minéral est épandue dans un champ?

Dans nos sociétés, d'autres sources rejettent également d'importantes quantités d'azote minéral.

Quelles sont ces sources?

Sous quelle forme se retrouve cet azote?

Objectif

Découvrir les trois principales formes de pollution liées à l'azote minéral:

- **Lessivage*** des sols (Nitrates: NO_3^-)
- **Dénitrification*** (Protoxyde d'azote N_2O)
- Combustion (Oxydes d'azote: NO_x)

Préparation

- Mélanger une cartouche de colorant alimentaire dans un litre d'eau.
- Remplir le pulvérisateur avec ce mélange (ou directement avec du bissap).
- Placer la motte de terre dans une passoire puis placer le tout dans une bassine.
- A l'aide de la vrille, percer plusieurs petits trous dans le bouchon de la bouteille plastique, puis la remplir d'eau et revisser le bouchon.
- Inscrire « Bactéries dénitrifiantes » sur la maquette « Bactéries » et la placer sur la table.
- Insérer quelques jetons N_2O **annexe C** dans la partie « rejet » de la maquette « bactérie ».
- Placer les jetons Azote minéral sur la table.

Matériel

- Colorant alimentaire ou cartouche d'encre (ou bissap)
- De l'eau
- Un pulvérisateur d'eau
- Une motte de terre
- Une bassine en plastique
- Une passoire
- Une bouteille en plastique avec son bouchon vissable
- Une vrille
- La maquette bactérie voir **séance 1 activité 6**
- Les jetons « Azote minéral »
- Voir **séance 1 activité 6**
- Les jetons N_2O **annexe C**
- Une boîte d'allumettes.



Déroulé

Le déroulé de cette activité se compose de trois expériences distinctes qui abordent différentes conséquences des excès en azote.

o Le lessivage des sols

- La passoire avec la terre représente un champ.
- Le fond de la bassine représente le sol sous le champ.
- L'eau colorée représente de l'engrais.

Demander aux jeunes d'utiliser le pulvérisateur pour épandre de l'engrais en excès dans le champ.

→ Si on soulève la passoire, on remarque que l'engrais n'a pas atteint le sous-sol et est resté à la surface du champ.

Constat : Des analyses avec des bandelettes « nitrates »

voir séance 2 activité 2 bis

ont pourtant révélé la présence de nitrates dans les sous sols du champ et dans les cours d'eau autour

voir séance 3 activité 4

Formuler une hypothèse pour expliquer ce qui s'est passé.

- La bouteille en plastique remplie d'eau représente la pluie.

→ Verser de l'eau avec la bouteille marquée « pluie » sur le champ.
Observer le fond de la bassine.

Que remarque t'on ?

o La dénitrification: émission de N_2O

Certaines bactéries se nourrissent de l'azote minéral en excès présent dans les sols.

- Nourrir la maquette « bactérie dénitrifiante » avec l'azote minéral et observer la molécule rejetée.

Émettre une hypothèse sur la forme prise par cette molécule.

o Combustions: émission de NO_x dans l'air

- Craquer une allumette et observer la fumée qui s'en dégage.

L'allumette est en bois et contient donc de l'azote organique.

En cas de combustion, à ton avis que devient cet azote ?



Explication

2

Pour chacune des trois expériences :

L'utilisation excessive d'engrais entraîne la présence d'azote minéral en grande quantité dans les sols. L'azote minéral peut, à la suite de fortes pluies, s'écouler avec les eaux pluviales vers les rivières ou les nappes phréatiques. Ce phénomène s'appelle « **Le lessivage* des sols** ».

Quand il est présent en très grande quantité, l'azote minéral est aussi consommé par certaines bactéries du sol (**les bactéries dénitrifiantes**) qui le transforment en **protoxyde d'azote (N₂O)**. Ce phénomène s'appelle **la dénitrification***. Le protoxyde d'azote est un gaz qui rejoint l'atmosphère et a un effet de serre très puissant (300 fois plus que le CO₂) [voir Séance 3 Activité 3](#)

La combustion à haute température de matière d'origine organique provoque le rejet dans l'atmosphère d'atomes d'azote qui se combinent avec l'oxygène pour former **les oxydes d'azote**.

Les oxydes d'azote sont rejetés principalement par le trafic automobile (combustion de pétrole), certaines usines (combustion de pétrole ou de charbon), ou les feux de brousse et ont des conséquences sur la santé humaine.

[voir Séance 3 Activité 3](#)



Pour aller plus loin

Les risques de pollution par lessivage des sols et de rejet de protoxyde d'azote dans l'atmosphère par les bactéries sont donc liés à une présence trop importante d'azote minéral dans les sols. Cet excès d'azote minéral peut avoir pour cause l'épandage d'engrais de synthèse mais également le dépôt en trop grande quantité d'engrais organique tel que le fumier.

Lorsqu'on parle d'oxydes d'azote (NO_x) on parle principalement de deux gaz : le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces gaz sont nocifs pour la santé et peuvent produire indirectement des « particules fines » qui comme leur nom l'indique sont très petites et peuvent facilement se fixer dans les poumons.

Un des responsables de l'effet de serre: Le protoxyde d'azote

activité

3

Introduction

L'épandage excessif d'engrais provoque la production de protoxyde d'azote par des bactéries dénitrifiantes. Ce gaz est de plus en plus présent dans l'atmosphère et est un **gaz à effet de serre*** 300 fois plus puissant que le CO₂. Mais qu'est ce que l'**effet de serre*** et quelles sont les conséquences de son augmentation?

Objectif

- Comprendre et expérimenter l'**effet de serre***.
- Comprendre les conséquences de son augmentation.

Matériel

- Deux thermomètres
- Un saladier transparent (ou autre récipient transparent).
- Une source de chaleur: lampe chauffante ou lumière du Soleil directement
- Illustrations annexe D
- Schéma de l'effet de serre

annexe E

Déroulé



Poser les 2 thermomètres en extérieur, sur le sol au soleil.
Placer le saladier retourné sur un des thermomètres.

Attendre au moins 10 minutes (selon l'ensoleillement) pour observer les résultats de l'expérience.

Pendant ce temps, observer les images. **annexe D**

A partir du schéma en **annexe E** :

Qu'est ce que l'effet de serre*?

Quelle hypothèse peut-on formuler sur les températures affichées par les deux thermomètres de l'expérience?

A partir des images et des résultats de l'expérience, quelles sont les conséquences de l'augmentation de l'effet de serre*?

Explication



Une serre est une construction en plastique transparente posée sur certaines cultures dans les pays froids. Elle permet de piéger la chaleur apportée par les rayons du soleil pour augmenter la température quand elle est trop faible pour les cultures.

Dans l'expérience, le saladier agit comme une serre. La température augmente donc à l'intérieur.

Sur notre planète, l'atmosphère agit comme une serre et retient une partie des rayons du soleil. Sans cela, la température de la Terre serait d'environ -18°C ! Actuellement l'atmosphère terrestre a une moyenne de 15°C .

Le CO_2 est un gaz à effet de serre. Cela veut dire que plus il y a de CO_2 dans l'atmosphère, plus l'effet de serre est puissant.

Le protoxyde d'azote **voir séance 3 activité 2** est un gaz à effet de serre encore plus puissant (près de 300 fois).

Puisque la concentration de ces deux gaz dans l'atmosphère est en augmentation, l'effet de serre s'accroît sur notre planète.

Cela a pour conséquence un réchauffement global de la température à la surface de la Terre. C'est le réchauffement climatique.

Cela provoque de nombreux changements : plus de sécheresses, mais aussi parfois plus d'inondations, la fonte des glaces des pôles et des glaciers



Pour aller plus loin

Le protoxyde d'azote est produit principalement par les bactéries dénitrifiantes qui consomment les engrais déposés dans les sols. Mais d'autres sources existent.

L'augmentation des rejets de CO_2 est principalement due à la combustion d'énergie fossile comme le pétrole, le charbon et le gaz naturel. Mais aussi par le défrichement des forêts et certains procédés industriels (comme la fabrication d'engrais de synthèse [voir séance 3 activité 1](#)).

Au cours du XX^{ème} siècle, les émissions de gaz à effet de serre sont responsables de l'augmentation de la température globale de la planète de plus d'un degré. Au cours du XXI^{ème} siècle, le GIEC (Groupement International d'Etude pour le Climat) prévoit que si rien n'est fait pour maîtriser nos émissions de gaz à effet de serre, la température globale du globe pourrait augmenter dans les pires scénarios de 6°C à 7°C ce qui aurait des conséquences dramatiques sur les écosystèmes et nos conditions de vie.

Les oxydes d'azote et la respiration humaine

activité

4

Introduction

Les oxydes d'azote (NO_x) sont produits par la combustion à haute température de matière d'origine organique. Les principales sources de rejet dans l'atmosphère sont le trafic automobile (combustion de pétrole), certaines usines (combustion de pétrole ou de charbon), et les feux de brousse. **Mais quelles sont les conséquences de la présence de ces NO_x dans l'air que nous respirons ?**

Matériel

- Une bouteille en plastique
- Deux ballons de baudruche
- Des ciseaux
- De l'eau
- De la farine
- Une petite cuillère
- Deux grosses seringues de cuisine.

Objectif

- Comprendre le fonctionnement de nos poumons.
- Découvrir que certains polluants peuvent se fixer dans nos poumons.
- Comprendre l'impact des NO_x sur la santé humaine.

Préparation

Fabrication du faux poumon :

- Découper le fond de la bouteille en plastique
- Découper un des ballons de baudruche au niveau du col (jeter le col)
- Placer la partie restante du ballon sur le fond de la bouteille à la manière d'une membrane bien tendue
- Entrer par le goulot le second ballon dans la bouteille et replier le col de celui-ci sur le goulot.



Déroulé

o Étape 1:

- Tirer doucement sur la membrane en bas de la bouteille.
- Que se passe-t-il ?

o Étape 2:

- Verser une demi-cuillère d'eau et une demi-cuillerée de farine dans le ballon et secouer.
- Tirer la membrane à nouveau.
- La farine représente les oxydes d'azote.
- **Lorsqu'on actionne le faux poumon normalement, (sans appuyer sur la membrane) la farine ressort elle ?**



o Étape 3:

- Fixer un ballon à l'extrémité de chacune des deux seringues.
 - Les seringues et leurs ballons représentent également des poumons et le piston des seringues le diaphragme.
- Enlever le piston des seringues et Introduire une cuillerée de farine dans l'une d'elles.
- Remettre les pistons et les enfoncer complètement dans les seringues.
 - **Les ballons se gonflent-ils de la même manière?**
 - **Qu'illustre cette expérience quant à la présence des oxydes d'azote dans les poumons?**



Explication

Étape 1

Quand on tire la membrane, de la place se fait dans la bouteille et de l'air peut rentrer. Il va alors passer par la seule ouverture, le col du petit ballon, et le gonfler.

Les poumons fonctionnent de la même façon : un muscle, le diaphragme, est accroché aux côtes en dessous des poumons et s'étire ou se contracte, agrandissant ou réduisant la place pour l'air dans la cage thoracique.

Étape 2

La farine qui entre dans le ballon se mélange avec l'eau et reste collée aux parois du ballon. Elle reste ainsi partiellement piégée dans le faux poumon.

Lorsqu'on respire des oxydes d'azote, ils vont pénétrer profondément dans nos poumons, et les « particules fines » vont rester en partie fixées dans nos poumons.

Étape 3

Le ballon fixé sur la seringue dans laquelle il y a de la farine se gonfle moins que l'autre ballon. En effet, la farine empêche le piston de s'enfoncer jusqu'au bout.

Quand on respire des oxydes d'azote présents dans l'air, ils peuvent provoquer des difficultés respiratoires.



Pour aller plus loin

Les poussières microscopiques présentes dans l'air sous forme solide, liquide ou gazeuse (substances chimiques, micro-organismes, pollens, gaz...) sont en général rejetées par l'organisme. Mais certaines d'entre elles arrivent parfois à pénétrer dans les poumons ou à l'intérieur du corps, ce qui peut avoir des conséquences sur la santé.

Ainsi certaines maladies moins fréquentes il y a quelques décennies (allergie, asthme...) se sont développées avec l'accroissement des pollutions (industrielles, agricoles, domestiques) liées aux produits de synthèse qui nous entourent (pesticides, produits d'entretien, colles, plastiques...), ces derniers contenant des matières parfois dangereuses pour l'environnement et la santé.

Une courte exposition à fortes doses à un ou plusieurs polluants peut entraîner des irritations, des nausées, des intoxications... Une exposition longue durée à faible dose à certaines substances peut quant à elle entraîner des allergies ou des maladies respiratoires (asthme...), ou des risques de cancers.

Dosage d'un polluant dans l'eau

activité

5

Introduction

Lorsque trop d'engrais sont épandus dans les champs, le lessivage des sols (voir séance 3 activité 2) a parfois pour conséquence l'écoulement d'azote minéral dans les cours d'eau environnants. **Cette pollution est-elle toujours visible?**

Pour doser les nitrates dans les eaux, il existe des techniques de chimie (voir Séance 2 activité 2). Mais pour utiliser ces techniques, il faut faire preuve de précision et être méticuleux·se. Cette activité te propose de t'entraîner à utiliser ces techniques, puis de doser la concentration en nitrates dans des cours d'eau proche de chez toi.

Objectif

- Manipuler les techniques de base de chimie et de dosage.
- Observer qu'une pollution est parfois invisible.
- Observer et comparer la concentration en nitrates dans divers cours d'eau de la région.

Préparation

○ Étape 1

- Dans un récipient marqué «solution A» diluer le contenu d'une petite cartouche d'encre effaçable avec 20 mL d'eau bouillante.
- Dans les 6 petites bouteilles, verser respectivement 0, 1, 2, 3, 4, ou 5 mL de la solution A.
- Sur chaque bouteille, inscrire discrètement en petit les lettres A,K,W,A,B,A de la moins concentrée à la plus concentrée.

Matériel

- Cartouches d'encre effaçables (petit modèle standard).
- Une pince (ou de quoi ouvrir une cartouche d'encre)
- 8 petites bouteilles ou récipients transparents qui peuvent contenir de l'eau bouillante.
- Une vingtaine de petits récipients, bocaux...
- Un marqueur
- Des étiquettes
- Un verre doseur
- Des pipettes (ou seringues de cuisine capables de mesurer au moins 1 mL)
- Une bouilloire
- Du vinaigre blanc
- Différents produits du quotidien: huile, liquide vaisselle, sel...
- De l'eau du robinet
- Des échantillons d'eaux de rivière ou de lagune de la région.
- La boîte de «bandelettes nitrate» et sa notice d'utilisation (voir annexe D Séance 2 activité 2)

- Verser ensuite 100 mL d'eau bouillante dans chaque bouteille.
(Si la bouteille est en plastique, attention à ce que l'eau bouillante ne la fasse pas fondre).
- Le mélange va devenir translucide
(l'encre effaçable devient invisible au contact de l'eau bouillante).
- Ces 6 bouteilles contenant les 6 dilutions sont mises de côté et dans le désordre.
- Dans un autre récipient, verser 3 mL de solution A et 100 mL d'eau bouillante.
- Le mélange devient invisible.
- Sur ce récipient, inscrire à l'aide du marqueur : « Eau polluée ».
- Disposer les produits du quotidien sur la table (dont le vinaigre blanc) avec devant chacun d'eux un petit récipient vide.

○ Étape 2

- Disposer les échantillons d'eau, un récipient par échantillon à tester, un verre doseur, les bandelettes nitrate et leur notice sur une table.



Déroulé

Expliquer aux jeunes qu'il faut passer une épreuve de chimie pour pouvoir continuer (diplôme de chimiste débrouillard•e).

- *Demander aux jeunes de trouver, sur la table, un réactif permettant de révéler un polluant caché dans l'eau.*

— Pour cela, verser un peu d'eau « polluée » dans un bocal et tester un des produits du quotidien. *Attention au gaspillage et à la contamination des échantillons.*

Le réactif révélant le polluant est le vinaigre blanc (ou autre produit du quotidien qui peut être acide). En présence d'acidité, l'encre contenue dans le mélange apparaît.

- *En utilisant le vinaigre, proposer aux jeunes de classer les bouteilles en fonction de leur concentration en polluant.
(De la moins concentrée à la plus concentrée).*

○ Protocole :

- Verser dans un récipient transparent 20 mL du liquide d'une des six bouteilles à tester.
- Bien identifier de quelle bouteille il s'agit.
(Ecrire un chiffre sur le récipient et la bouteille pour les repérer)
- Ajouter 2 mL de vinaigre blanc (Pour un vinaigre à 7 degrés d'acidité.)
- Procéder de la même manière pour les 5 autres bouteilles.

- L'encre est réapparue au contact du vinaigre.
- En fonction de la couleur du mélange (du bleu très clair au bleu opaque), on peut classer les récipients du moins concentré au plus concentré.
- En mettant les bouteilles contenant le liquide transparent dans le même ordre, on peut les classer de la moins concentrée à la plus concentrée.

Lorsque les jeunes ont réussi à remettre les bouteilles, leur faire remarquer qu'il y a une lettre marquée sur chaque bouteille.

Une fois le mot «AKWABA» prononcé par les jeunes, annoncer que tout le monde a reçu son diplôme de chimiste débrouillard.e. (Akwaba est une formule de bienvenue en pays akan, utilisée en Côte d'Ivoire et au Ghana).

o Étape 2:

- Verser 20 mL d'eau issue de l'échantillon d'eau à tester dans un récipient.
- Suivre les instructions de la notice des bandelettes nitrate
- Observer, interpréter et comparer les résultats obtenus.

Séance 2 activité 2 Annexe D

Explication



On appelle pigments les éléments qui donnent leurs couleurs à des produits comme l'encre. Dans cette expérience, en ajoutant de l'eau bouillante, on a transformé le pigment bleu de l'encre, en le rendant incolore. Ce pigment change de couleur selon l'acidité: quand on ajoute un produit acide comme le vinaigre, le mélange devient acide, et le pigment redevient bleu.

Chaque bouteille contient une concentration différente d'encre mélangée à de l'eau. En se basant sur la couleur de la réaction, on a donc pu doser approximativement la concentration d'encre dans l'eau.

Les « bandelettes nitrate » fonctionnent de la même manière. Le nitrate va réagir plus ou moins fortement avec le réactif présent sur les bandelettes en fonction de sa concentration dans l'eau. La couleur plus ou moins foncée permet donc de déterminer la concentration de nitrates.



Pour aller plus loin

L'azote minéral présent dans les sols est donc emporté par les eaux de pluies vers les cours d'eau.

Ce phénomène est appelé « lessivage des sols ». Les petites rivières se jettent dans des plus grosses qui rejoignent des lacs ou des grands fleuves, ou l'azote minéral s'y accumule.

C'est pourquoi on peut trouver de grandes concentrations de nitrate dans de grands cours d'eau pourtant très loin des zones agricoles.

En France, plus de la moitié des cours d'eau et rivières possèdent des taux de nitrate en excès.

En Côte d'Ivoire, à la saison des pluies, la lagune Ebrié est fortement polluée par l'azote car elle est le lieu de déversement de nombreux cours d'eau.

Eutrophisation et risques pour les écosystèmes

activité

6

Introduction

Dans certains cours d'eau et dans certains milieux naturels, on retrouve de grandes concentrations en nitrates. Cet azote minéral est issu du lessivage des sols où de trop grandes quantités d'engrais ont été épandus. Il est également issu des retombées au sol des gaz azotés dégagés par l'industrie, l'agriculture et le trafic automobile. **Mais quel est l'impact sur la biodiversité et les équilibres écologiques de cet excès d'azote minéral dans les eaux et sur les sols ?**

Objectif

- Comprendre les effets des pollutions aux nitrates dans les écosystèmes.
- Comprendre les conséquences du déséquilibre des réseaux trophiques.

Matériel

- *Étape 1*
- La grille de jeu **annexe F**
- Les planches d'images de plantes **annexe G**
- 99 jetons azote
- voir Séance 1 Activité 6 **annexe P**
- *Étape 2*
- 2 bouteilles en plastique
- De l'engrais liquide et translucide
- De l'eau d'une rivière ou d'une lagune
- Les illustrations des conséquences de l'eutrophisation **annexe H**

Préparation

o Partie 1

- Découper les images de plantes **annexe G**
- Diviser les jeunes en 2 groupes
- Distribuer une grille à chaque groupe.
- Déposer sur les cases de la grille, 24 jetons azote aléatoirement.
- La grille représente un milieu aquatique (lagune, mare, océan...).
- Le milieu contient de l'azote présent naturellement («jetons azotes» disposés précédemment).
- Dans ce milieu poussent des plantes qui ont des besoins différents en azote.
- Les plantes marquées «1» ont besoin d'un jeton azote sur la grille pour pousser.
- Les plantes marquées «2» ont besoin de deux jetons azote sur la grille pour pousser.
- Certaines en diagonales (/) et d'autres en ligne (I)

L'objectif est d'observer l'impact de la présence de beaucoup d'azote sur la biodiversité dans le milieu en laissant les participants faire évoluer et constater par eux mêmes les changements sur le milieu.

Faire 4 équipes par groupe. Et distribuer un type de plantes par équipes.

○ Partie 2

Remplir au moins 10 jours avant l'animation 2 bouteilles d'un litre d'eau de mare ou de rivière. Il est important de laisser de l'air dans chaque bouteille.

- Verser 3 ml d'engrais dans la première bouteille.
- Ne rien ajouter dans la seconde

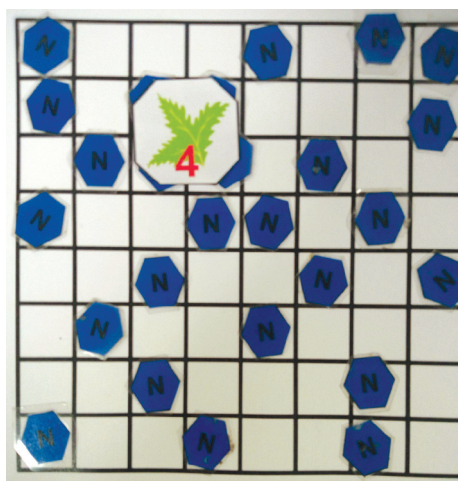
Déroulé

○ Partie 1

Tour 1

Demander aux équipes de placer leurs cartes plantes sur les jetons azote situés sur la grille en fonction de leurs besoins en azote. Les cartes plantes marquées « 4 » sont jouées en premier.

- On reprend les cartes « plantes » et on rajouter aléatoirement 12 jetons azote sur le plateau de l'équipe 1.



- Il faut donc 4 jetons azote regroupés pour poser la carte. Il faut placer autant de cartes que possible.
- Puis l'équipe possédant les cartes plantes marquées « 3 » joue et positionne toutes les cartes qu'elle peut.
- Puis l'équipe possédant les cartes plantes marquées « 2 »
- Et enfin l'équipe possédant les cartes plantes marquées « 1 »

Compter le nombre de cartes de chaque type posées par chaque équipe. C'est le bilan de biodiversité de la mare.

Tour 2

C'est le début de la saison des pluies. La mare du groupe 1 est dans une zone agricole et le lessivage des sols apporte beaucoup de nitrates dans les eaux

- La mare du groupe 2 est dans une zone peu agricole, il n'y a pas beaucoup de nitrates dans les eaux qui arrivent à la mare.
- Rajouter aléatoirement 5 jetons nitrate sur le plateau du groupe 1.
- Demander aux équipes de placer leurs cartes « plantes » comme pour le tour 1. Compter le nombre de cartes de chaque type posées par chaque équipe. (bilan de la biodiversité)

Tour 3

La saison des pluies continue et avec elle l'écoulement de nitrates vers les mares.

- Rajouter aléatoirement 12 jetons azote sur le plateau du groupe 1.
- Rajouter aléatoirement 5 jetons nitrate sur le plateau du groupe 2.
- Demander aux équipes de placer leurs cartes « plantes » comme pour le tour 1.
- Compter le nombre de cartes de chaque type posées par chaque équipe. (bilan de la biodiversité)

Que remarque t'on ?

Partie 2

Observer la couleur de l'eau de chacune des deux bouteilles.

Quelle hypothèse peut-on émettre pour expliquer ce phénomène ?

Explication

Partie 1:

On observe qu'au premier tour, on peut placer les quatre types de cartes sur le plateau. Il y a une biodiversité importante dans la mare.

Au tour 3, dans la mare du groupe 1 (mare en milieu agricole) on peut placer très peu de cartes plantes « 1 ». et qu'il n'y a presque plus que des cartes plante « 4 ». Certains types de plantes ont disparu. Il y a eu une perte importante de biodiversité.

Dans la mare du groupe 2, (mare dans un milieu peu agricole) on peut encore placer plusieurs types de plantes. La biodiversité est plus préservée.

Explication (suite)**Partie 2:**

Au bout de 10 jours, la bouteille d'eau de mare contenant 3ml d'engrais est devenue toute verte. Certaines algues présentes dans l'eau de la mare se sont développées très vite en consommant les nitrates présents dans l'engrais ajouté.

Certaines espèces ont besoin de beaucoup de nitrate pour pousser et ne se développent que peu dans certains milieux. Lorsqu'un apport d'azote intervient, elles vont proliférer et prendre toute la place.

Au contraire d'autres espèces ne supportent pas l'excès d'azote minéral et celui-ci a un effet négatif sur leur croissance. Elles vont donc être moins nombreuses, voire disparaître dans le milieu.

Les espèces étant interdépendantes, la prolifération ou la disparition de certaines espèces a un effet direct sur leurs prédateurs et indirectement sur toute la chaîne trophique.

**Pour aller plus loin**

Dans les milieux aquatiques pollués au nitrate, la prolifération de certaines algues voraces en azote minéral a deux conséquences. Elles sont tellement nombreuses à la surface des eaux que la lumière ne peut plus passer. Les algues et autres organismes présents au fond des eaux n'ont plus du tout de lumière et finissent par mourir. Elles sont tellement nombreuses qu'elles absorbent tout l'oxygène présent dans l'eau provoquant l'asphyxie de tous les organismes sous-marins: poissons, crustacés...

Ce phénomène s'appelle l'**eutrophisation*** annexe H

**Le
paradoxe
de
l'azote**

INSA

Integrated Nitrogen Studies in Africa