

La composition de l'air

Introduction.....	2
Difficultés éventuelles des élèves.....	2
Objectifs.....	2
Matériel pour toute la séquence.....	2
Mobilisation.....	3
1. La composition de l'air inspiré, air ambiant.....	3
1.1. Information sur la composition de l'air.....	3
1.2. Modéliser la composition de l'air inspiré, air ambiant.....	4
2. La composition de l'air expiré.....	5
2.1. Tester les effets de la respiration sur le taux de dioxyde de carbone dans l'air.....	5
2.2. Tester les effets de la respiration sur le taux de dioxygène dans l'air.....	6
2.3. Tester les effets de la respiration sur le taux de vapeur d'eau dans l'air.....	7
2.4. Modéliser la composition de l'air expiré.....	7
3. L'importance d'un air de qualité.....	8
3.1. L'importance d'un air de qualité pour la santé.....	9
3.2. Mesurer le volume d'air utilisé.....	9

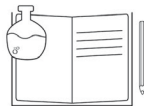
Objectifs :



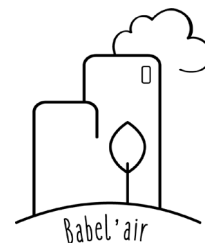
Matériel :



Traces au cahier de sciences :



Structuration:



Un projet sur la qualité de l'air à Bruxelles

Séquence 3

Les élèves et l'enseignant sont inscrits dans un projet visant à s'interroger sur la qualité de l'air intérieur et extérieur à Bruxelles. C'est l'opportunité d'introduire le thème de l'air :

« Qu'est-ce que l'air ? Qu'y a-t-il dans l'air ? »

La séquence précédente a permis de faire le point sur les connaissances des élèves et de construire la notion des propriétés de l'air.

Dans cette troisième séquence, les élèves vont s'intéresser à la composition de l'air et à la modification de cette composition par la respiration. Cette étape est importante pour prendre conscience de l'importance d'un air de qualité dans les classes et ensuite penser des actions efficaces pour améliorer la situation. C'est également un préalable intéressant pour aborder le système respiratoire.

Difficultés éventuelles des élèves :

Beaucoup d'élèves ignorent que l'air est composé de différentes matières. Ils n'envisagent pas que la composition de l'air peut varier.



Sur le plan de la démarche scientifique et des savoir-faire :

- Se poser des questions ;
- Recueillir des informations par l'observation, la manipulation, l'expérimentation, la lecture de documents, de vidéos et de modèles ;
- Repérer et noter une information issue d'un tableau, d'un graphique ou d'un schéma.

Sur le plan des savoirs : les enjeux d'apprentissage

Les élèves vont apprendre que :

- L'air est un mélange gazeux composé de diazote, de dioxygène et d'autres gaz dont le dioxyde de carbone ;
- L'air se modifie au cours du temps dans un local classe occupé et cette modification est liée à la présence humaine (la respiration) ;
- La composition de l'air inspiré est différente de celle de l'air expiré ;
- Les échanges gazeux (dioxygène et dioxyde de carbone) qui se déroule au niveau des alvéoles des poumons, sans entrer dans les détails de la respiration humaine.



Matériel à rassembler pour cette séquence :

Le matériel en vert est disponible dans la malle en prêt.

- Des bocaux en verre transparent identiques
- Des documents informatifs sur la composition de l'air (disponibles sur le site Babel'air)
- Des sachets de congélation
- Des bougies chauffe-plat
- Un récipient en plastique transparent d'environ 30 litres (la malle)
- Une bouteille de 5 litres graduée
- Un flexible (2 cm de diamètre et 1 m de long)
- Un détecteur de CO₂

La composition de l'air et sa modification par la respiration

Situation mobilisatrice

Un détecteur de CO_2 est installé dans la classe. L'enseignant explique aux élèves que ce capteur mesure le taux de CO_2 qui est un indicateur de la qualité de l'air. Il ne donne pas plus d'explications ; l'objectif étant d'amener les élèves à apporter une explication rationnelle à l'augmentation et à la diminution du taux de CO_2 dans la classe.

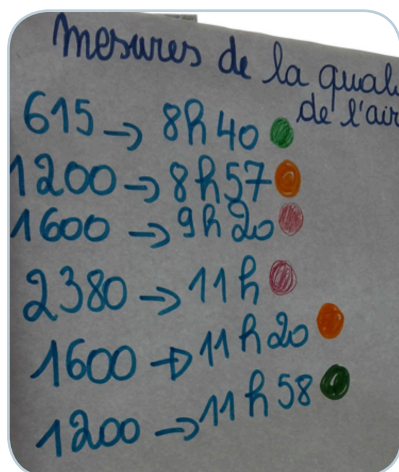
Pendant une demi-journée ou une journée, l'enseignant, ne changeant rien aux habitudes de la classe (ouverture ou non des fenêtres, des portes), crée des moments de relevés du taux de CO_2 .

Selon les conditions de la classe, le taux peut être très élevé à certains moments de la journée et le détecteur indique, par une alarme, un taux dépassant 1500 ppm (parts par million).

L'enseignant est attentif aux questions soulevées et garde une trace de celles-ci :

- « Le détecteur de CO_2 a sonné ! »
- « Cela veut dire qu'il a détecté du CO_2 ? »
- « C'est quoi le CO_2 ? D'où vient le CO_2 ? »
- « Comment se fait-il qu'il y ait plus de CO_2 maintenant ? »

À l'issue des relevés, l'enseignant lance alors une discussion sur une interprétation des résultats.



Voici, à titre d'exemple, les relevés effectués dans une classe et les questions posées :

- « Comment expliquer que le CO_2 double pratiquement de 8h40 à 8h57 ? »
- « Comment expliquer un pic atteint à 11h00 ? »
- « On note une belle diminution entre 11h00 et 11h20, pour quelles raisons à votre avis ? » etc.

Dans un premier temps, les élèves répondent individuellement à ces questions et tentent d'apporter des explications rationnelles aux différents relevés effectués.

Ensuite, l'enseignant mène une discussion argumentative en grand groupe afin d'entendre les avis de chacun sur cette réalité. Il est très probable qu'ils émettent l'idée que c'est leur présence et leur respiration qui influence le taux de CO_2 . L'enseignant annonce qu'il est important de connaître la composition de l'air afin de comprendre en quoi notre respiration pourrait influencer cette composition

1. La composition de l'air inspiré, air ambiant

1.1. Information sur la composition de l'air

But de l'activité :

Apprendre que l'air est composé de différents gaz et aérosols dont le CO_2 . Comprendre que le CO_2 est un des composants de l'air et qu'il est un indicateur de la pollution de l'air.



Un capteur de CO_2

Des documents informatifs sur la composition de l'air (textes, graphiques, tableaux, schémas)

Déroulement :

Rappel de ce que qui a été appris précédemment à propos de l'air. Retour au cahier de sciences pour relire les structurations réalisées en cours de démarche.

Proposer une lecture de documents informatifs sur les composants majoritaires de l'air. Ces documents peuvent avoir des formes diverses (graphiques, tableaux, textes,...).

Attirer l'attention des élèves sur les composants qui reviennent dans les différents documents : le diazote, le dioxygène, le dioxyde de carbone.



Chaque élève choisi un document qui illustre la composition de l'air et le colle dans son cahier.

Un échange est organisé pour énumérer les composants de l'air relevés dans les documents consultés.

« Ces composants sont-ils les seuls que nous trouvons dans l'air ? »
« Sont-ils tous présents à la même proportion ? »

Une discussion collective est gérée par l'enseignant, sur base des documents informatifs, pour construire une explication commune.



Exemple : L'air est un mélange gazeux qui est composé majoritairement de diazote (N_2), et de dioxygène (O_2). Ces deux gaz représentent 99 % de la composition de l'air sec. L'air est également composé de vapeur d'eau et d'autres gaz, comme le dioxyde de carbone (CO_2), en proportion plus faible.

L'air véhicule également des particules solides ou liquides appelés aérosols et diverses poussières.

1.2 Modéliser la composition de l'air inspiré, air ambiant

But de l'activité :

Créer une représentation visuelle de la composition de l'air pour comprendre les proportions des composants.



Un tableau avec les propositions des composants (en ml/litre d'air)
Une feuille quadrillée

Déroulement :

Les élèves reçoivent un tableau avec les propositions (en ml par litre d'air) des différents composants de l'air : le diazote, le dioxygène, le dioxyde de carbone et autres gaz, la vapeur d'eau et les aérosols. Ils sont amenés à convertir ces mesures en pourcentages pour la modélisation.

L'enseignant précise aux élèves que seuls ces composants sont considérés pour cette activité mais qu'il en existe d'autres. Ces derniers ont été sélectionnés pour leur proportion importante dans la composition de l'air.

Composition	Pour 1000 ml d'air	Pourcentages
Diazote	780 ml	
Dioxygène	210 ml	
Dioxyde de carbone	0,4 ml	
Autres gaz	0,6 ml	
Vapeur d'eau	Variable (de 0,005 à 0,030 ml)	
Aérosols (pollen, bactéries...)	Variable	

Sur une feuille quadrillée, de 10 cm de coté (soit 100 cm²), les élèves colorient des zones représentant les pourcentages de chaque composant selon une légende de couleurs.



- Diazote
- Dioxygène
- Autres gaz dont CO_2
- Vapeur d'eau et aérosols

2. La composition de l'air expiré

Lors de la mobilisation, les élèves ont supposé que la respiration humaine influence la composition de l'air (étant donné que le capteur de CO_2 sonne lorsqu'ils sont présents en classe depuis un certain temps). Dans les activités qui suivent, ils vont être amenés à vérifier l'influence de la respiration sur trois composants de l'air (le dioxyde de carbone, le dioxygène et la vapeur d'eau).

2.1 Tester les effets de la respiration sur le taux de dioxyde de carbone dans l'air

But de l'activité :

Cette expérience est proposée pour vérifier les effets de la respiration sur le taux de CO_2 dans l'air.



- Un détecteur de CO_2
- Une caisse transparente
- Un flexible

Déroulement :

Rappel des idées formulées lors de la situation mobilisatrice. Exemple : l'air expiré contient plus de dioxyde de carbone que l'air inspiré (ce qui expliquerait l'augmentation du taux de CO_2 lorsque nous sommes dans la classe).

Proposer aux élèves de concevoir un protocole (ou leur donner un protocole à suivre) pour vérifier

- Exemple de Protocole :**
- Allumer le détecteur de CO_2 (le matin ou après avoir renouveler l'air de la classe)
 - Noter le taux de CO_2 de l'air ambiant
 - Retourner la caisse transparente sur le détecteur
 - Placer une extrémité du flexible sous la caisse
 - Expirer plusieurs fois dans l'autre extrémité du flexible
 - Relever à nouveau le taux de CO_2

Après validation du protocole par l'enseignant, les élèves testent et gardent une trace des résultats obtenus.



Les élèves font un schéma de l'expérience réalisée et prennent note des résultats obtenus. Ils rédigent une conclusion en utilisant les mots : taux de CO_2 , air inspiré, air expiré.

L'enseignant donne aux élèves le tableau avec les composants de l'air utilisé précédemment en ajoutant la mesure du CO_2 pour l'air expiré.

Les élèves sont invités à comparer cette donnée avec leurs résultats et observations.

Composition	Pour 1000 ml d'air inspiré	Pour 1000 ml d'air expiré
Diazone	780 ml	
Dioxygène	210 ml	
Dioxyde de carbone	0,4 ml	50 ml
Autres gaz	0,6 ml	
Vapeur d'eau	Variable (de 0,005 à 0,030 ml)	
Aérosols (pollen, bactéries...)	Variable	

Une discussion collective est gérée par l'enseignant, sur base des observations faites par les élèves, les conclusions qu'ils ont rédigées et les informations du tableau pour construire une explication commune.

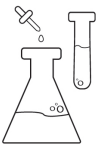


Exemple : Le taux de CO_2 augmente lorsque l'air expiré entre dans la caisse qui renferme le détecteur. L'air inspiré est modifié dans notre corps puisqu'il contient moins de CO_2 que l'air expiré. En effet, pour 1 L d'air, l'air inspiré contient 0,4 ml de CO_2 alors que l'air expiré en contient 50 ml

2.2. Tester les effets de la respiration sur le taux de dioxygène dans l'air

But de l'activité :

Cette expérience est proposée pour vérifier les effets de la respiration sur le taux de dioxygène dans l'air.



Deux bocaux identiques en verre transparent
Deux bougies chauffe-plat

Déroulement :

L'enseignant présente un protocole d'une expérience à suivre aux élèves et donne l'information qu'une bougie a besoin de dioxygène pour brûler.

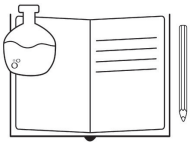
Les élèves doivent anticiper avant de tester :

« Sachant que la flamme de la bougie a besoin de dioxygène pour brûler, à ton avis que va t-il se passer si je réalise l'expérience suivante ? »

- Protocole :**
- Préparer deux bocaux en verre transparent et allumer deux bougies chauffe-plat
 - Deux élèves prennent chacun un bocal
 - > un élève aère son bocal pendant que l'autre élève expire 10 fois dans le sien
 - Simultanément, les élèves retournent leur bocal au dessus d'une bougie allumée
 - Chronométrer le temps que met chaque flamme avant de s'éteindre
 - Comparer les résultats



Après avoir répondu à la question individuellement, les élèves se mettent par groupe et réalisent l'expérience. Ils gardent une trace de leurs observations et tentent de rédiger une conclusion.



L'élève prend note de ses idées avant l'expérience.
L'élève prend note de ses observations et rédige une conclusion en utilisant les mots : dioxygène, air inspiré, air expiré.

Une discussion collective est gérée par l'enseignant pour construire une explication commune.



Exemple : La bougie s'éteint plus rapidement sous le bocal dans lequel on a expiré plusieurs fois que sous le bocal aéré.

La flamme, ayant besoin de dioxygène pour brûler, s'éteint plus rapidement dans l'air expiré que dans l'air ambiant.

L'air expiré contient moins de dioxygène que l'air inspiré.

2.3 Tester les effets de la respiration sur le taux de vapeur d'eau dans l'air

But de l'activité :

Cette expérience est proposée pour vérifier les effets de la respiration sur le taux d'humidité de l'air.



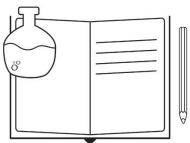
Sachet de congélation transparents

Déroulement :

Les élèves reçoivent le protocole d'une expérience à suivre. Ils réalisent l'expérience et gardent une trace de leurs observations.

Protocole :

- Capturer de l'air de la pièce dans un sachet de congélation,
- Observer les parois du sachet,
- Souffler plusieurs fois dans le sachet,
- Observer à nouveau les parois de celui-ci.



L'élève dessine la manipulation réalisée et prend note de ses observations.

Une discussion collective est gérée par l'enseignant pour construire une explication commune..



Exemple : Après avoir expiré plusieurs fois dans le sachet, nous avons observé la formation de fines gouttelettes sur les parois.

L'air expiré contient plus de vapeur d'eau que l'air inspiré.

2.4 Modéliser la composition de l'air expiré

Par les expériences précédentes, les élèves ont constaté que la respiration humaine influence la composition de l'air. L'air inspiré est modifié dans notre corps puisque sa composition en CO_2 , en O_2 et en vapeur d'eau est différente.

But de l'activité :

Créer une représentation visuelle de la composition de l'air expiré et comparer avec celle de l'air inspiré pour confirmer les constats des expériences précédentes.



Un tableau avec les propositions des composants (en ml/litre d'air)
Une feuille quadrillée





Déroulement :

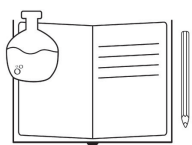
Le tableau complété est donné aux élèves.

Composition	Pour 1000 ml d'air inspiré	Pour 1000 ml d'air expiré
Diazote	780 ml	750 ml
Dioxygène	210 ml	140 ml
Dioxyde de carbone	0,4 ml	50 ml
Autres gaz	0,6 ml	0,6 ml
Vapeur d'eau	Variable (de 0,005 à 0,030 ml)	60 ml
Aérosols (pollen, bactéries...)	Variable	Variable

Comme pour la modélisation de l'air inspiré, les élèves transforment les mesures données en pourcentages. Sur base de ces pourcentages, une nouvelle représentation peut être réalisée sur une feuille quadrillée de 10 cm de côté (soit 100 cm²). Les élèves colorient des zones représentant les pourcentages de chaque composant de l'air expiré selon la légende de couleurs.



-  Diazote
-  Dioxygène
-  Autres gaz dont CO₂
-  Vapeur d'eau et aérosols



L'élève colle les deux modélisations réalisées (air inspiré/air expiré) avec la légende.

Une discussion collective est gérée par l'enseignant pour comparer ces deux modélisations et construire une explication commune.



Exemple : La zone représentant le CO₂ est plus étendue dans la modélisation de l'air expiré que dans celle de l'air inspiré. Cette représentation met en évidence le constat qu'il y a plus de CO₂ dans l'air expiré que dans l'air inspiré. Mais aussi, ce constat permet de comprendre que l'air inspiré est transformé dans notre corps puisque sa composition change.

3. L'importance d'un air de qualité

À travers les expériences précédentes, les élèves ont constaté l'influence de la respiration sur la composition de l'air. Dans la suite de cette séquence, ils vont réfléchir à l'impact de cette modification sur la qualité de l'air et prendre conscience de l'importance d'un air de qualité.

3.1 L'importance d'un air de qualité pour la santé

But de l'activité :

Réfléchir à la problématique de la pollution de l'air intérieur dans les écoles et comprendre l'impact sur les apprentissages, la santé et le bien-être.



Divers documents qui traitent de la problématique de la pollution de l'air dans les écoles et de l'impact sur la santé des élèves.

Exemple : les pages 7, 8 et 9 de la brochure de l'ONE « L'air de rien changeons d'air »

Déroulement :

Lecture de documents informatifs pour faire réfléchir les élèves à la problématique soulevée.

Suite aux lectures, une discussion est animée par l'enseignant.

- « Si nous considérons le CO₂ comme un indicateur de la pollution de l'air intérieur, quels sont les effets d'un taux de CO₂ trop élevé sur notre santé ? »
- « Comment peut-on agir pour éviter le problème ou pour améliorer la situation ? »

À travers cet échange, l'enseignant peut prendre en compte la compréhension des élèves et les mettre en projet de trouver des idées de solutions.



L'élève sélectionne un ou plusieurs document(s) informatif(s) et le(s) colle dans son cahier. L'élève tente de répondre aux questions et garde une trace de l'échange collectif et de ses idées de solutions.

3.2 Mesurer le volume d'air utilisé

But de l'activité :

Mesurer le volume d'air utilisé par élève par minute dans une classe en vue de mobiliser les élèves dans les actions qui amélioreraient la situation. Cette mesure permettra de mieux comprendre la nécessité du renouvellement d'air.



Une bassine remplie d'eau
Une bouteille de 5 litres graduée tous les 500 ml, remplie d'eau
Un flexible

Déroulement :

Rappel : nous avons lu et compris l'importance d'un air de qualité pour notre bien-être et notre santé. Pour mieux comprendre l'ampleur du problème, nous allons mesurer le volume d'air utilisé par élève par minute.

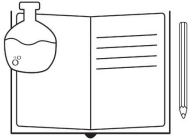
Pour connaître le volume d'air utilisé par élève chaque minute, chacun doit mesurer :

- Son volume pulmonaire (protocole à suivre)
- Le nombre d'expirations effectuées en une minute

Les élèves reçoivent un protocole à suivre pour mesurer leur volume pulmonaire. Puis, à l'aide d'un chronomètre, ils mesurent le nombre d'expirations effectuées par minute.

Protocole :

- Remplir la bouteille d'eau graduée;
- Retourner la bouteille et la plonger dans la bassine d'eau (le goulot plonge dans l'eau de la bassine);
- Insérer une extrémité du flexible dans la bouteille;
- Prendre une inspiration;
- Souffler dans l'autre extrémité du flexible;
- Observer la mesure du volume d'air expiré.



L'élève prend note des deux mesures réalisées (son volume pulmonaire et le nombre d'inspiration/expiration qu'il fait par minute)

En collectif, les élèves calculent les moyennes pour la classe.

Exemple :

Nous avons calculé les moyennes suivantes pour la classe :

- Volume pulmonaire d'un élève : 0,250 L
- Nombre d'expirations par minute : 10

À partir de ces données, nous pouvons mesurer le volume d'air utilisé dans une classe de 20 élèves chaque minute :

À chaque expiration, un élève rejette en moyenne 0,250 L d'air dans la classe donc 5 litres pour l'ensemble des élèves.

Si chaque élève fait 10 expirations, il rejette 2,5 litres d'air chaque minute

Donc :

- > Après une minute, 50 litres d'air sont inspirés et rejetés dans la classe.
- > Après deux minutes, 100 litres d'air sont inspiré et rejetés dans la classe.

Pour aller plus loin...

Sachant que pour 1 L d'air, 50 ml de CO₂ sont rejetés.

«Quelle est la quantité de CO₂ rejeté par minute et/ou par heure dans une classe de 20 élèves?»

Sur base de ces résultats, l'enseignant gère une discussion pour faire comprendre aux élèves l'importance d'un air de qualité au sein des classes et la nécessité du renouvellement d'air régulier.

Cf. séquence suivante : « L'aération »