



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

Introduction

Difficultés éventuelles des élèves

Objectifs

Matériel pour toute la séquence

Situation mobilisatrice

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

Activité 1.1. Information sur la composition de l'air

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

2. La composition de l'air expiré

Activité 2.1. Tester les effets de la respiration sur le taux de CO₂ dans l'air

Activité 2.2. Tester les effets de la respiration sur le taux de O₂ dans l'air

Activité 2.3. Tester les effets de la respiration sur le taux d'humidité dans l'air

Activité 2.4. Modéliser la composition de l'air expiré

3. L'importance du renouvellement d'air

Activité 3.1. Mesurer la quantité d'air expiré dans la classe en quelques minutes

Activité 3.2. Réflexion sur la problématique d'un taux de CO₂ trop élevé dans les classes

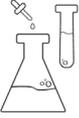
4. Synthèse



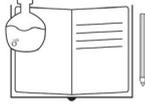
Objectifs :



Matériel :



Traces au cahier de sciences :



Structuration:



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

EN BREF

La séquence précédente a permis aux élèves de construire la notion de matérialité de l'air. Les activités proposées ci-dessous emmènent les élèves à la découverte de la composition de cette matière invisible. Aussi, sans entrer dans le fonctionnement des systèmes respiratoire et circulatoire, les élèves prendront conscience que leur respiration influence la composition de l'air.

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

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



- Un détecteur de CO_2 ;
- Documents informatifs sur la composition de l'air ambiant;
- Sachets de congélation;
- Cageot en plastique transparent d'environ 30 L;
- Un tuyau en pvc (flexible) de 2 cm de diamètre et de 1 m de long;
- Bougies chauffe-plat;
- Allumettes;
- 4 lots de 2 récipients en verre de même volume (vase, bocaux...).

Un détecteur de CO₂ est installé dans la classe. L'enseignant explique aux élèves que ce capteur mesure le taux de CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂.

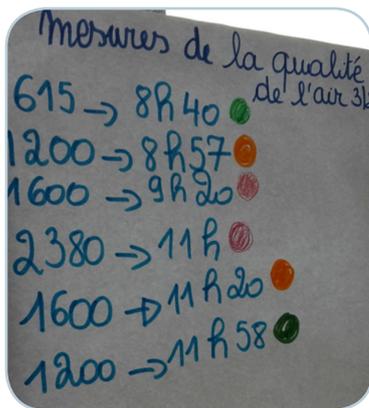
Selon les conditions de classe, le taux peut être très élevé à certains moments de la journée et le détecteur indique, par une alarme, un taux dépassant 1500 ppm (parts par million).

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

« Le détecteur de CO₂ a sonné! »
 « Cela veut dire qu'il a détecté du CO₂? »
 « C'est quoi le CO₂? D'où vient le CO₂? »
 « Comment se fait-il qu'il y ait plus de CO₂ 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 qui susciteraient des questions :



« Comment expliquer que le taux de CO₂ double pratiquement de 8 h 40 à 8 h 57? »
 « Comment expliquer un pic atteint à 11 h? »
 « On note une belle diminution entre 11 h et 11 h 20, 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. Ils posent l'hypothèse que c'est leur présence et leur respiration qui influencent le taux de CO₂. L'enseignant annonce qu'il est important de connaître la composition de l'air et de comprendre en quoi notre respiration influence cette composition.

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

1.1 Information sur la composition de l'air

But de l'activité :

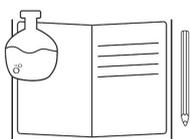
Les élèves découvrent les composants majoritaires de l'air : gaz et aérosols. Ils prennent conscience que le CO₂ est un constituant de l'air parmi d'autres.

Déroulement :

L'enseignant rappelle aux élèves que l'air est une matière. Il leur soumet des documents informatifs sur les composants majoritaires de l'air sous forme diverses (graphiques, tableaux, textes...)

Il attire l'attention des élèves sur les composants présents dans toutes les représentations : le diazote, le dioxygène, le dioxyde de carbone.

Ces composants sont-ils les seuls que nous trouvons dans l'air ?



Chaque élève choisit une des représentations de la composition de l'air et la colle dans son cahier de sciences.

L'enseignant suscite l'échange avec les élèves pour énumérer des éléments que l'on peut trouver dans l'air en plus des gaz énumérés. Exemples proposés par les élèves : du pollen, des poussières, de la pollution, du sable, des odeurs... Sur cette base, l'enseignant trie ces éléments selon qu'ils sont visibles ou non à l'œil nu.



L'enseignant conclut avec ses élèves que l'air est un mélange gazeux qui est composé majoritairement de diazote (N_2) et de dioxygène (O_2). À eux seuls, 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, en proportions faibles par rapport au dioxygène et au diazote, dont notamment le dioxyde de carbone (CO_2).

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

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

But de l'activité :

Par une modélisation, les élèves visualisent les pourcentages de 5 composants de l'air

Déroulement :

L'enseignant précise aux élèves que pour cette activité, seuls 5 composants sont considérés : le diazote, le dioxygène, le dioxyde de carbone, la vapeur d'eau et les aérosols.

Les élèves reçoivent le tableau suivant et sont amenés à convertir les mesures données en ml en pourcentages en vue de la modélisation.

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	

La représentation peut se faire sur une feuille quadrillée de 10 cm de côté (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

Activité 2.1 : Tester les effets de la respiration sur le taux de CO_2 dans l'air

But de l'activité :

Une expérience est proposée pour que l'élève prenne conscience que l'air expiré contient plus de CO_2 que l'air inspiré.

Les élèves font peu à peu le lien entre une augmentation de CO_2 dans un local et la présence humaine.

Déroulement :

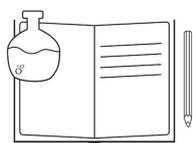
L'enseignant rappelle que le capteur installé dans la classe détecte le taux de CO_2 dans l'air.

L'enseignant engage une discussion avec les élèves sur des moyens à mettre en place, à l'aide d'un matériel suggéré (détecteur, flexible, boîte transparente) afin de savoir si l'air que nous expirons contient plus de CO_2 que l'air que nous inspirons.

En fonction de cette discussion, des manipulations sont proposées et testées par les élèves. L'enseignant propose également des idées.

Exemple de protocole

- Allumer le détecteur de CO_2 et attendez la mise au point,
- Noter le taux de CO_2 de l'air ambiant,
- Retourner la caisse transparente sur le détecteur de CO_2 ,
- Placer une des extrémités du flexible sous la caisse, de façon à ce que l'air expiré dans le l'autre extrémité du flexible entre à l'intérieur de la caisse,
- Expirer plusieurs fois dans le flexible,
- Relever à nouveau le taux de CO_2 .



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



Le constat est évident : le taux de CO_2 augmente lorsque l'air expiré entre dans la caisse qui renferme le détecteur. L'air expiré est modifié et contient plus de CO_2 que l'air inspiré, l'air ambiant.

L'enseignant fournit un tableau à compléter au fur et à mesure des activités de la séquence. Il leur donne la quantité de CO_2 présent en moyenne dans 1000 ml d'air expiré. Ces données confirment les constats et conclusions faits lors de la manipulation.

Composition	Pour 1000 ml d'air inspiré	Pour 1000 ml d'air expiré
Diazote	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	

Activité 2.2 : Tester les effets de la respiration sur le taux de O₂ dans l'air

But de l'activité :

Une expérience est proposée pour que l'élève prenne conscience que : l'air expiré contient moins de dioxygène que l'air inspiré.

Les élèves font peu à peu le lien entre une diminution du dioxygène dans un local et la présence humaine.

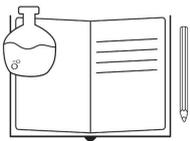
Déroulement :

L'enseignant présente le schéma de l'expérience et donne l'information qu'une bougie a besoin de dioxygène pour brûler. Les élèves, sur base de ces données, doivent anticiper le résultat et gardent une trace de leurs hypothèses dans leur cahier de sciences.

Les élèves sont disposés par groupe et chaque groupe va réaliser 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



L'élève prend note de ses hypothèses avant l'expérience
L'élève dessine un schéma de l'expérience réalisée et prend note des résultats.



La bougie, ayant besoin d'oxygène pour brûler, s'éteint plus vite dans l'air expiré que dans l'air ambiant car l'air expiré contient moins de dioxygène.



Activité 2.3 : Tester les effets de la respiration sur le taux d'humidité dans l'air

But de l'activité :

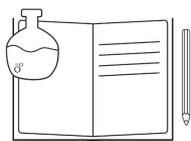
Une expérience est proposée pour que l'élève prenne conscience que l'air expiré contient plus de vapeur d'eau que l'air inspiré.

Déroulement :

Les élèves reçoivent des indications pour la mise en place de l'expérience

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



L'air expiré est plus humide que l'air inspiré. Cela se manifeste par la présence de fines gouttelettes sur les parois du sachet en plastique.

Activité 2.4 : Modéliser la composition de l'air expiré

Le tableau de comparaison entre la composition de l'air inspiré et l'air expiré peut être complété avec les élèves.

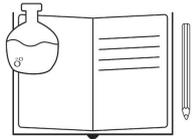
Composition	Pour 1000 ml d'air inspiré	Pour 1000 ml d'air expiré
Diazote	780 ml	750 ml
Dioxygène	210 ml	140 ml
Dioxyde de carbone	0,4 ml	50 ml
Autres gaz	0,6 ml	0,6 ml
Vapeur d'eau	Variable (de 0,005 à 0,030 ml)	60 ml
Aérosols (pollen, bactéries...)	Variable	Variable

Comme lors de l'expérience sur la modélisation de l'air inspiré, les élèves transforment les mesures données en ml d'air expiré en pourcentages.

Sur base de ces pourcentages, une nouvelle représentation peut se faire sur une feuille quadrillée, au départ d'un carré de 10 cm de côté (soit 100 cm²). Les élèves colorient des zones représentant les pourcentages de chaque composant, selon la légende de couleurs.



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



L'élève réalise la modélisation et la colle au cahier de sciences avec la légende.

Sur base des deux modélisations (celle de l'air inspiré et celle de l'air expiré), l'enseignant gère la discussion collective et construit une explication commune sur base de la comparaison de ces deux représentations.



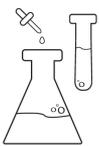
La zone représentant le CO_2 est plus étendue dans la modélisation de l'air expiré que dans celle de l'air inspiré, l'air ambiant. Ce constat confirme qu'il y a plus de CO_2 dans l'air expiré que dans l'air inspiré.

3. L'importance du renouvellement d'air

Activité 3.1 : Mesurer la quantité d'air expiré dans la classe en quelques minutes

But de l'activité :

Mesurer la quantité d'air expiré dans une classe d'une vingtaine d'élèves en quelques minutes pour comprendre de l'importance du renouvellement d'air.



- Une bassine remplie d'eau
- Une bouteille de 5 litres graduée tous les $\frac{1}{2}$ litres, remplie d'eau
- Un flexible

Déroulement :

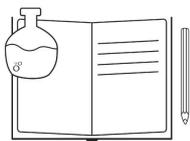
Les élèves reçoivent un protocole à suivre pour mesurer leur volume pulmonaire.

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.

Quelques élèves réalisent l'expérience et indiquent la mesure du volume d'air expiré. Lors de la mise en commun des mesures de chacun, ils effectuent une moyenne de la quantité d'air expiré par élève et mesurent également le nombre d'expirations par minute en moyenne.

Sur base de ces deux mesures (volume d'air expiré par élève et nombre d'expirations par minute), ils peuvent calculer la capacité d'air expiré par élève par minute.



L'élève prend note des mesures et moyennes réalisées et effectue le calcul dans son cahier de sciences.



Exemple pour une classe de 20 élèves :
A chaque inspiration-expiration un élève prélève-rejete 0,250 L d'air dans la classe donc 5 litres pour l'ensemble des élèves.

Si chaque élève fait 10 inspirations-expirations/minute → 2,5 L/élève → 50 L pour la classe

Après 2 minutes → 100 litres d'air sont prélevés-rejetés dans la classe

Pour aller plus loin, sachant que pour 1 L d'air, 50 ml de CO₂ sont expirés.
Mesurer la quantité de CO₂ expiré par minute et/ou par heure dans une classe de 20 élèves.

Activité 3.1 : Réflexion sur la problématique d'un taux de CO₂ trop élevé dans les classes

But de l'activité :

Suite aux données calculées dans l'activité précédente, les élèves sont amenés à prendre connaissance du problème et des conséquences possibles d'une trop grande pollution de l'air intérieur de la classe.

Déroulement :

Lecture des pages 7,8 et 9 de la brochure de l'ONE «L'air de rien, changeons d'air» et réflexion autour de la question :

«Quels sont les effets d'un taux de CO₂ trop élevé sur notre santé ?»

Les élèves lisent le texte. L'enseignant engage ensuite une discussion autour de la question pour prendre en compte leur compréhension de la problématique soulevée.

3. Synthèse

L'air est un mélange gazeux dont la composition peut varier. Dans cette séquence, les élèves ont constaté que la respiration influence la composition de l'air. L'air expiré contient plus de CO₂, plus d'humidité et moins de dioxygène que l'air inspiré, l'air ambiant. A partir de ces constats, ils ont réfléchi aux conséquences d'une mauvaise qualité de l'air intérieur.

Dans la séquence suivante, les élèves vont tester des actions possibles pour améliorer la qualité de l'air et optimiser le renouvellement d'air dans la classe par l'aération.