

Les effets de l'aération sur le taux de CO2 d'une classe

Introduction.....	2
Difficultés éventuelles des élèves.....	2
Objectifs.....	2
Matériel pour toute la séquence.....	2
Situation mobilisatrice.....	3
 1. Conception de protocoles pour étudier l'importance de certains facteurs dans l'aération d'une classe.....	4
1.1. Le nombre de fenêtres ouvertes.....	4
1.2. La position des fenêtres l'une par rapport à l'autre.....	6
1.3. Communication des résultats.....	7
2. Application des savoir-faire : analyser d'autres graphiques et en tirer des conclusions.....	7
2.1. Une fenêtre ouverte dans sa position oscillo-battant toute la journée.....	8
2.2. Deux fenêtres pendant 15 min durant la récréation et le temps de midi.....	8

Objectifs :



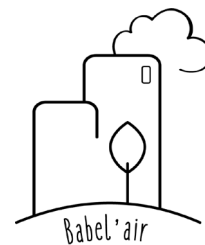
Matériel :



Traces au cahier de sciences :



Structuration :



Un projet sur la qualité de l'air à Bruxelles

Séquence 4

Dans la séquence précédente, les activités étaient centrées sur la composition de l'air et sur les effets de la respiration sur cette composition. À travers des lectures, les élèves sont sensibilisés aux effets d'un taux de CO₂ trop élevé sur leur santé et donc à l'importance du renouvellement d'air dans les classes. Dans cette séquence, ils seront amenés à tester différentes manières d'aérer et d'en évaluer l'efficacité.

Difficultés éventuelles des élèves :

Dans cette activité, les élèves sont amenés à concevoir eux-même un protocole. Ils doivent alors prendre en compte les différents facteurs qui interviennent dans la qualité de l'air intérieur. Ces facteurs sont multiples et peuvent être un biais dans l'analyse des données récoltées lors de l'expérimentation. En effet, il est difficile de ne faire varier qu'un seul de ces facteurs pour récolter des données fiables qui pourrait-être comparée avec celles des autres classes.

Facteurs intervenant dans la qualité de l'air de la classe dont il faut tenir compte mais qu'on ne peut pas faire varier :

- Le volume de la classe
- Le nombre de personnes présentes en classe (élèves, enseignant)
 - => Le volume d'air disponible par personne présente en classe
- Le nombre d'ouvertures et leur superficie
- La disposition des ouvertures (sur le même plan ou pas)
- Les conditions climatiques extérieures
- L'exposition de la classe
- Le système d'aération (ventilation mécanique ou non)



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

- Se poser des questions
- Proposer des moyens qui pourraient influencer la vitesse de retour à une bonne qualité d'air dans la classe ;
- Concevoir un protocole pour tester chaque facteur indépendamment d'un autre ;
- Faire des mesures et les traduire en graphique ;
- Analyser et critiquer les résultats obtenus ;
- Communiquer les résultats d'une recherche sous forme d'un rapport synthétique.

Sur le plan des savoirs : les enjeux d'apprentissage

- Une mauvaise qualité de l'air en classe peut avoir des répercussions sur la concentration et l'état de vigilance générale.
- L'aération, par la production d'un courant d'air « supportable », est une solution optimale pour améliorer la qualité de l'air intérieur d'un local.



- Un capteur de CO₂
- Un chronomètre

Les effets de l'aération sur le taux de CO₂ d'une classe

Situation mobilisatrice

Renouveler l'air en ouvrant une seule fenêtre

Remarque : la mise en place de cette expérience nécessite deux périodes de cours consécutives. L'idéal serait de la réaliser dès le matin pour avoir comme mesure de départ une bonne qualité de l'air dans le local (environ 500 ppm).

But de cette situation mobilisatrice :

Mesurer le temps nécessaire pour un retour à une bonne qualité de l'air en ouvrant une seule fenêtre. Ces mesures constitueront une référence pour comparer avec les résultats des expériences proposées dans la suite de la séquence.

Protocole

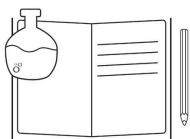
- Noter la valeur en ppm indiquée sur le capteur lorsqu'il a sonné
- Ouvrir une fenêtre **en grand** et démarrer le chronomètre
- Relever le taux de CO₂ en ppm toutes les 5 minutes
- Lorsque le taux affiche une valeur inférieure à 1000 ppm, arrêter le chronomètre
- Mesurer la durée qu'il aura fallu pour obtenir cette valeur

Déroulement :

Les élèves sont en classe, les portes et les fenêtres du local sont fermées. Le détecteur de CO₂ est installé. Lorsque le taux de CO₂ est trop élevé, il sonne. À partir de cet instant, on propose aux élèves d'ouvrir la fenêtre et de noter les concentration de CO₂ au fil du temps.

Exemple de mesures prises dans une classe d'environ 140 m³ avec 20 personnes : Les élèves entrent en classe à 8h55. Le détecteur affiche un taux de 448 ppm. L'enseignant ferme les fenêtres et la porte.

Heures	Taux de CO ₂
9h34	1600ppm
Le détecteur sonne Ouverture d'une fenêtre en grand	
9h35	1620ppm
9h40	1635ppm
9h45	1445ppm
9h50	1360ppm
9h55	1280ppm
10h00	1140ppm
10h10	1085ppm
10h15	1070ppm
Récréation	



L'élève colle le tableau avec les relevés des taux de CO₂

Sur base des résultats obtenus, l'enseignant gère la discussion collective et construit une explication commune.



Lorsque le capteur indique 1600 ppm, il sonne. Cette alarme indique un taux de CO₂ trop élevé. Il faut donc intervenir pour retrouver un air de qualité. En ouvrant une fenêtre en grand, il faut environ... minutes pour que le taux soit inférieur à 1000 ppm.

Remarque : il faut savoir que le CO₂ n'est pas le gaz «le plus polluant» ou «le plus nocif pour la santé». Toutefois, il est un bon indicateur de la présence d'autres polluants. Cela veut dire que si la concentration en CO₂ s'avère trop élevée, la concentration en ces autres polluants l'est également. On pourrait s'intéresser avec les élèves à ces autres polluants intérieurs et essayer d'en localiser certains dans la classe (solvants, moisissures, poussières, acariens,...)

1. Conception de protocoles pour étudier l'influence de certains facteurs dans l'aération d'une classe

La mise en situation vécue en classe précédemment montre qu'en ouvrant une fenêtre, juste après le signal d'alerte lancé par le détecteur de CO₂, il a fallu minutes pour revenir à une valeur de qualité de l'air acceptable située sous 1000 ppm. Suite à ce constat, on peut soulever la question suivante :

« Que pourrions-nous faire pour que le retour à une qualité de l'air suffisante (- de 1000 ppm) se passe plus vite après le signal d'alerte (1600 ppm) ? »

Déroulement :

Les élèves sont invités à proposer différents moyens d'aérer :

- On pourrait ouvrir, deux, trois fenêtres (situées dans le même plan) ;
- On pourrait ouvrir la porte ;
- On pourrait ouvrir une fenêtre et la porte ;
- On pourrait sortir de la classe ;
- On pourrait mettre un ventilateur ;
- ...

Remarque : chaque local-classe a ses particularités et il ne sera pas possible de tout tester. D'autres possibilités, non évoquées ci-dessus, existent aussi, comme la position oscillant-battant ou une porte donnant sur l'extérieur plutôt que sur un couloir.

Les élèves, par groupes, choisissent un moyen pour lequel ils écrivent un protocole d'expérience qui devra être validé par l'enseignant.

Le groupe classe, choisi un ou plusieurs protocoles qu'ils testeront effectivement.

À titre d'exemple ou pour l'enseignant qui préfère proposer directement un protocole à suivre à ses élèves, voici quelques expériences possibles.

Expérience 1.1 : Le nombre de fenêtres ouvertes

But de l'expérience :

Vérifier si le nombre de fenêtres ouvertes influence la vitesse de retour une bonne qualité de l'air.

Protocole

- Dès que le capteur de CO₂ détecte une valeur d'alerte de 1600 ppm et sonne, ouvrir deux fenêtres en grand.
- Mesurer le temps nécessaire pour que le capteur affiche à nouveau un taux inférieur à 1000 ppm.
- Refermer les fenêtres.
- Si la possibilité vous en est donnée le jour même ou au cours suivant, recommencer le processus en ouvrant 3 fenêtres.

Exemple de résultats :

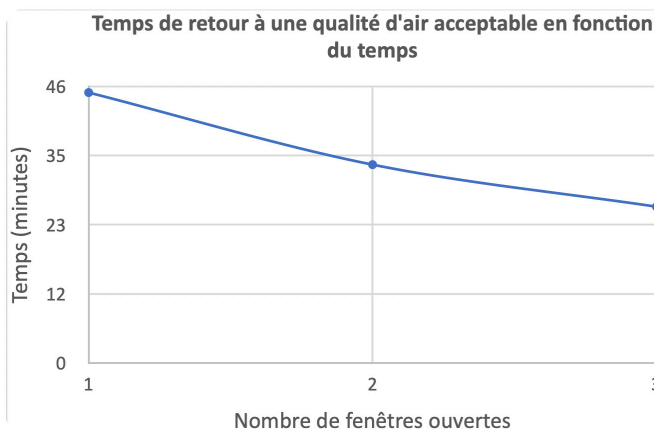
Nombre de fenêtres ouvertes	Temps de retour à la normale en minutes
Une fenêtre	45
Deux fenêtres	33
Trois fenêtres	26

Mise en graphique des résultats :

Les élèves construisent un graphique sur base des données récoltées. C'est l'occasion de voir ou de revoir les étapes de la construction d'un graphique scientifique (fiche technique en annexe).

Analyse des résultats :

Les élèves sont amenés à lire le graphique et à décrire sous forme d'un texte l'analyse des résultats qui constitue la structuration de cette activité.



La courbe obtenue est décroissante car plus il y a de fenêtres ouvertes moins il faut de temps pour que l'air de la classe revienne à une valeur de qualité. Cependant, après l'ouverture de la deuxième fenêtre, la courbe est moins inclinée. Cela signifie que l'ouverture de la troisième fenêtre n'offre pas la même efficacité que l'ouverture de la deuxième.

Variante : Au lieu d'évaluer la durée pour un retour à une concentration en CO₂ inférieure à 1000 ppm, des élèves pourraient proposer de fixer une durée (15 minutes) et de mesurer la concentration atteinte pendant cette durée. Cela aboutira à une autre présentation graphique.

Protocole

- Dès que le capteur de CO₂ détecte une valeur d'alerte de 1600 ppm et sonne, ouvrir deux fenêtres en grand.
- Mesurer la valeur de qualité de l'air affichée par le capteur toutes les 5 minutes pendant 15 minutes.
- Refermer les fenêtres
- Si la possibilité vous en est donnée le jour même ou au cours suivant, recommencer le processus en ouvrant 3 fenêtres

Exemple de résultats :

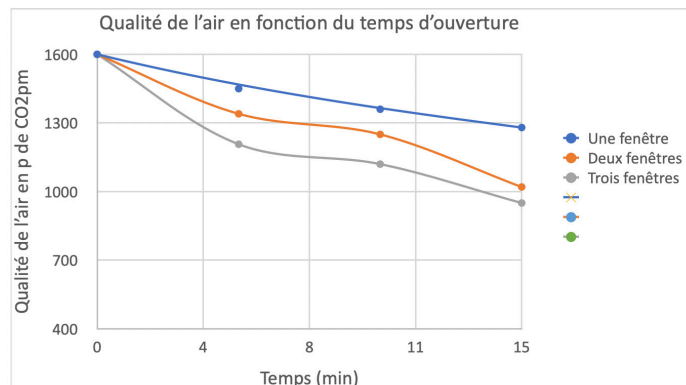
Nombre de fenêtres ouvertes	Valeurs de qualité de l'air en ppm			
	0 min	5 min	10 min	15 min
Une fenêtre	1600	1450	1360	1280
Deux fenêtres	1600	1340	1250	1120
Trois fenêtres	1600	1270	1120	950

Mise en graphique des résultats :

Les élèves construisent un graphique sur base des données récoltées. C'est l'occasion de voir ou de revoir les étapes de la construction d'un graphique scientifique (fiche technique en annexe)

Analyse des résultats :

Les élèves sont amenés à lire le graphique et à décrire sous forme d'un texte l'analyse des résultats qui constitue la structuration de cette activité.



Les courbes obtenues sont décroissantes car plus le temps passe plus la quantité de ppm de CO₂ diminue. Cependant, la courbe orange s'écarte davantage de la courbe bleue que ne le fait la courbe grise de la courbe orange montrant que l'ouverture de la deuxième fenêtre est plus efficace pour le renouvellement d'air. L'ouverture de la troisième fenêtre n'offre pas la même efficacité que l'ouverture de la deuxième mais elle est utile pour faire diminuer les valeurs plus rapidement.

Remarque pour l'enseignant :

Vous aurez compris que ces deux protocoles mènent aux mêmes résultats.

La première version est plus spontanée, elle correspond en outre à l'expérience mise en place dans la situation mobilisatrice. Cependant, on ne peut dire à l'avance combien de temps le retour à la normale va prendre et vous risquez de devoir arrêter avant le retour à la normale. Le test fait en classe montre qu'il faut disposer de deux périodes pour mener à bien cette expérience.

La deuxième version offre l'avantage d'être limitée dans le temps (15 minutes) mais elle ne permet pas le retour à la normale et elle nous oblige à comparer trois courbes sur le graphique (1 fenêtre, 2 fenêtres, 3 fenêtres).

Que vous choisissiez l'un ou l'autre protocole d'expérience, vous pouvez présenter les résultats de celui que vous n'avez pas testé et poser des questions aux élèves :

– Combien de fenêtres ont été ouvertes dans chaque expérience ?

Dans les deux expériences, une, puis deux, puis trois fenêtres ont été ouvertes.

– Quelle est la grandeur mesurée dans chaque expérience ?

Dans la 1^{re} : on mesure le temps (après combien de temps revient-on à une valeur < à 1000 ppm ?)

Dans la 2^e : on mesure le taux de CO₂ (quel est le taux de CO₂ atteint après 15 minutes ?).

– Quel est le facteur fixe dans chaque expérience ?

Dans la 1^{re} : on fixe le taux de CO₂ auquel on veut arriver (< 1000 ppm).

Dans la 2^e : on fixe le temps (15 minutes).

Ces exercices proposés permettent de travailler un savoir-faire en sciences (mise en graphique et lecture de graphiques) identifié comme peu acquis par les élèves lors des évaluations externes.

Expérience 1.2 : La position des fenêtres l'une par rapport à l'autre

But de l'expérience :

Vérifier si l'ouverture de fenêtres situées sur des murs différents influence la vitesse de retour à une bonne qualité de l'air.

Protocole

Etape 1 :

- Dès que le capteur de CO₂ détecte une valeur d'alerte de 1600 ppm et sonne, ouvrir deux fenêtres en grand situées sur le même mur.
- Mesurer la valeur de qualité de l'air affichée par le capteur toutes les 5 minutes pendant 15 minutes.
- Refermer les fenêtres.

Etape 2 :

- Dès que le capteur de CO₂ détecte à nouveau une valeur d'alerte de 1600 ppm et sonne, ouvrir une fenêtre sur un mur et une autre située sur un autre mur ou, à défaut, la porte de la classe si elle est située sur un mur différent de la fenêtre.
- Mesurer la valeur de qualité de l'air affichée par le capteur toutes les 5 minutes pendant 15 minutes
- Refermer les fenêtres

Exemple de résultats :

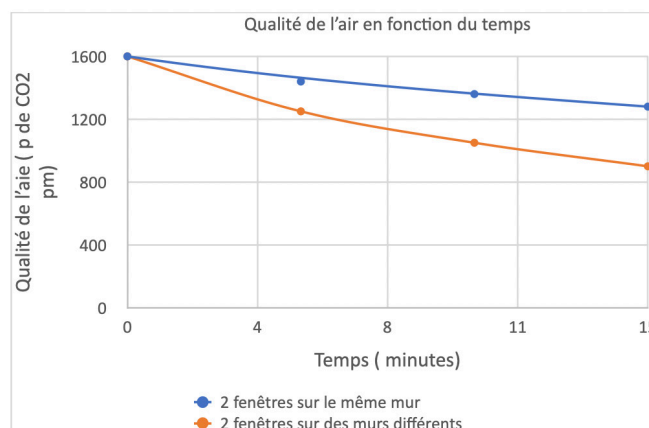
	Valeurs de qualité de l'air en ppm			
	0 min	5 min	10 min	15 min
Deux fenêtres situées sur le même mur	1600	900	800	720
Une fenêtre et une autre fenêtre, ou la porte, située sur un autre mur	1600	800	650	500

Mise en graphique des résultats :

Les élèves construisent un graphique sur base des données récoltées. C'est l'occasion de voir ou de revoir les étapes de la construction d'un graphique scientifique (fiche technique en annexe).

Analyse des résultats :

Analyse des résultats : Les élèves sont amenés à lire le graphique et à décrire sous forme d'un texte l'analyse des résultats qui constitue la structuration de cette activité.



Les courbes obtenues sont décroissantes car plus le temps passe plus la quantité de ppm de CO₂ diminue. Cependant, c'est la courbe orange qui est la plus inclinée montrant que l'ouverture d'une fenêtre (ou d'une porte) située sur un mur différent est plus efficace pour le renouvellement d'air. En effet, il se produit un courant d'air entre les deux ouvertures car elles donnent sur des parties de l'espace qui ont une température différente (mur plus ensoleillé, couloir, ..).

Activité 1.3 : Communication des résultats

Les élèves qui ont réalisé la recherche sur la meilleure aération de leur classe sont invités à communiquer leurs résultats à l'ASBL Hypothèse qui en fera écho sur le site.

Un document à compléter est disponible sur le site Abcd'air.be sur lequel, les élèves seront amenés à décrire deux expériences :

- L'expérience de la situation mobilisatrice et les résultats obtenus
- L'expérience choisie qui a les résultats les plus probants par rapport à la situation mobilisatrice et en lien avec l'objectif poursuivi (retour à une valeur de qualité de l'air acceptable située sous 1000 ppm)

Contact pour la communication des résultats : g.ferenc@hypothese.be

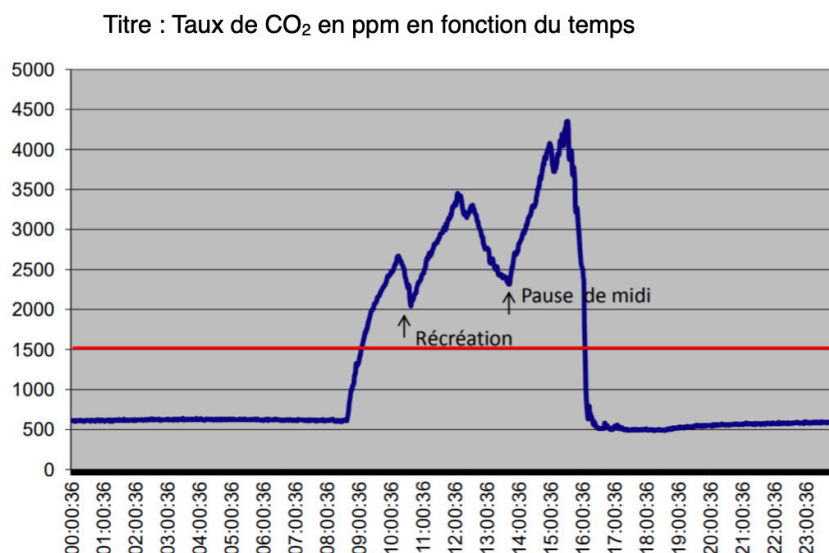
2. Application des savoir-faire : analyser d'autres graphiques et en tirer des conclusions.

Ces graphiques sont issus d'[une étude](#) menée sur la ventilation et qualité d'air dans les immeubles tertiaires. (Jacques Classens) Ils traduisent les valeurs mesurées en optant pour deux stratégies d'aération différentes.

Stratégie 2.1 : Laisser une fenêtre ouverte dans sa position oscillo-battant toute la journée

Analyse des résultats :

Les élèves, après 10 minutes de lecture doivent écrire (en phrases) ce qu'ils lisent sur ce graphique. Sur base de leurs propositions, l'enseignant construit une structuration collective.



« Pourquoi observe-t-on une diminution du taux de CO₂ lors de la récréation et de la pause de midi ? »

– Parce que les élèves ont quitté la classe. Il n'y a donc plus personne pour expirer du CO₂



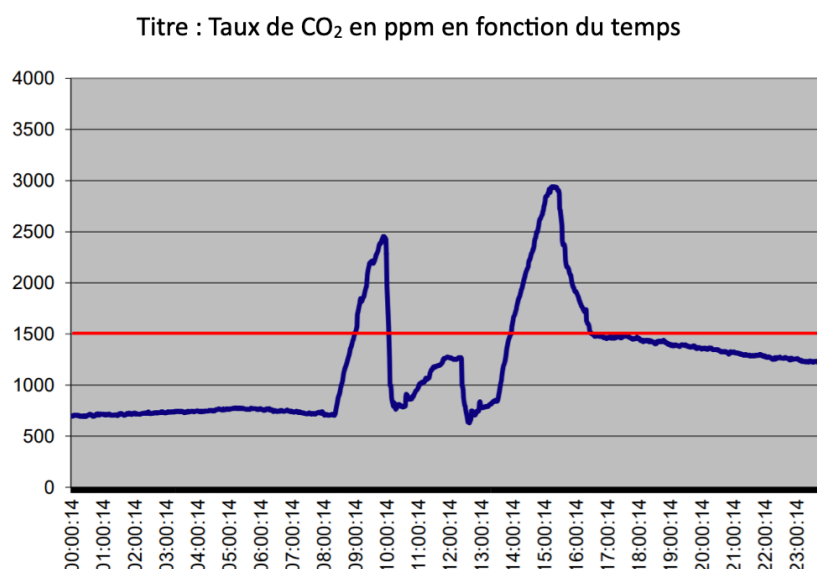
L'allure générale de la courbe est croissante de 9h00 à 16h30. On observe néanmoins une diminution importante du taux de ppm de CO₂ au moment de la récré et une diminution plus importante encore pendant la pause de midi mais ce taux ne redescend jamais sous le seuil de 1500 ppm, limite acceptable.

En fin de journée, quand les enfants sortent de la classe, la diminution très rapide est un peu inexplicable. On peut imaginer que la porte est restée ouverte longtemps pendant la sortie et bien sûr que la fenêtre n'a pas été refermée.

Stratégie 2.2. Ouvrir 2 fenêtres pendant 15 min durant la récréation et le temps de midi.

Analyse des résultats :

Les élèves sont invités à comparer la courbe de ce deuxième graphique avec la courbe du premier graphique. L'enseignant gère la discussion collective et construit une explication commune.



On obtient une courbe successivement croissante puis décroissante et cela à 3 moments de la journée.

- De 8h30 à 10h00, les élèves sont en classe. Le taux de CO₂ augmente et dépasse le taux limite de qualité de l'air (1500 ppm)
- De 10h00 à 10h15, les élèves sortent et on ouvre une fenêtre. Le taux de CO₂ diminue.

- De 10h15 à 12h15, les élèves entrent en classe, on ferme la fenêtre. Le taux augmente mais reste dans des valeurs de qualité de l'air acceptables.
- À 12h15, les élèves sortent, on ouvre une fenêtre pendant 15 minutes puis on la referme. Le taux diminue puis augmente très légèrement.
- À 13h15, les élèves entrent en classe. Le taux de CO₂ augmente et dépasse le taux limite de qualité de l'air (1500 ppm).
- À 15h30, les élèves quittent la classe. Le taux de CO₂ décroît rapidement jusqu'à 16h30 et puis diminue progressivement au cours de la soirée et de la nuit jusqu'à une valeur minimale de +/- 700 ppm.

Idées de questions pour alimenter le débat sur la lecture de graphiques :

Laquelle de ces deux stratégies est la plus efficace pour renouveler l'air ?

- La stratégie 1 offre l'avantage de retarder de 15 minutes le moment où le taux de CO₂ dépasse le seuil de 1500 ppm mais malgré l'ouverture permanente en oscillo-battant et malgré les moments où les élèves quittent la classe, le taux de CO₂ ne redevient jamais acceptable. Il atteint le maximum en fin de journée.
- Avec la stratégie 2, le seuil de 1500 ppm est plus vite atteint mais chaque fois qu'on ouvre la fenêtre en grand pendant 15 minutes, il redescend significativement en dessous de 1500 ppm. Après la récré, ce taux reste même à une valeur acceptable jusqu'à la pause de midi. Cette stratégie semble donc meilleure pour assurer aux élèves de longs moments pendant lequel l'air renouvelé par l'ouverture de la fenêtre durant 15 minutes, présente une qualité meilleure.