

Aération et Covid-19

Pourquoi utiliser un détecteur de CO₂ ?

Physique – Biologie –
Technologie /
Cycle 3

Table des matières

Introduction	2
Arrière-plan scientifique	2
Matériel	2
Activité 1 : L'aération et le CO ₂	3
Séance 1 : CO ₂ et aérosols	3
Phase 1 : Brainstorming sur l'aération, le CO ₂ , le virus	3
Phase 2 : Distinction entre les postillons et les aérosols	7
Phase 3 : Comment se protéger des gouttes qui sont dans l'air si quelqu'un est malade ?	8
Phase 4 : Conclusion	9
Séance 2 : Lien avec le CO ₂ et notion de marqueur	10
Phase 1 : Détection du CO ₂	11
Phase 2 : Activité pour bien comprendre la notion de « marqueur »	12
Phase 3 : Lien entre le CO ₂ et la présence de virus	14
Activité 2 : Se familiariser avec un capteur de CO ₂	14
Séance 1 : Premières mesures et notion de valeur de référence	15
Phase 1 : Faire des mesures à des endroits différents	15
Phase 2 : Réaliser une expérience qui produit du CO ₂ (optionnelle)	18
Séance 2 : mesures	18
Phase 1 : Mesurer le taux de CO ₂ dans une pièce à différentes hauteurs	19
Activité 3 (cycles 2 et 3) : Bien aérer en mesurant le taux de CO ₂ dans une classe	23
Activité transversale : réaliser un graphique avec les valeurs des mesures obtenues et l'analyser	29

Introduction

La ventilation des salles de classe est un élément majeur de la sécurité et du confort des élèves et des professeurs. D'un point de vue prophylactique, la présence d'agents pathogènes dans l'air est un vecteur de propagation de maladies (virus, polluants...). D'un point de vue du confort, l'augmentation du CO₂ est un facteur clé de perte d'attention ou de gêne (maux de tête...). Le CO₂ présent dans l'air d'un local ou d'une salle est un bon marqueur de l'état de confinement d'un lieu. Plus le taux de CO₂ est élevé, plus le lieu est confiné et plus, potentiellement, l'éventuelle charge virale produite par ses occupants est importante. Pour limiter les risques, il faut éviter de rester dans un lieu trop confiné et il faut donc aérer, en grand, régulièrement. C'est l'un des gestes « barrières » importants. Mesurer le taux de CO₂ est donc un moyen d'améliorer le confort et la sécurité des pièces et permet de suivre le niveau d'aération des locaux, en indiquant quand cela doit être réalisé.

Ce module a pour objectif :

- de sensibiliser et d'éduquer les élèves à la question de l'aération des locaux ;
- d'identifier le rôle de l'aération comme moyen de lutte contre la dissémination de la Covid-19 par voie aérosol ;
- de proposer des activités de classe liées aux domaines de la physique, de la biologie et de la technologie, en lien avec les programmes.

Thématiques traitées	Respiration – contamination par un virus – gouttelettes d'eau dans l'air – aération – mesure
Résumé et objectifs	Comprendre la contamination par aérosols. Faire le lien entre qualité de l'air et concentration en CO ₂ . Se familiariser avec un détecteur de CO ₂ . Utiliser un détecteur de CO ₂ pour bien aérer.
Disciplines engagées	Physique – Biologie – Technologie
Durée	3 ou 4 séances de 1 h

Arrière-plan scientifique

Tous les points scientifiques abordés dans cette séquence sont expliqués et détaillés dans le dossier pédagogique : [https://projetco2.fr/sites/default/files/2021-04/dossier_co2_v1\(4\).pdf](https://projetco2.fr/sites/default/files/2021-04/dossier_co2_v1(4).pdf).

Matériel

Choix et utilisation du capteur de CO₂ en classe.

Voir : <https://projetco2.fr/protocoleetablissement>

Acheter : <https://projetco2.fr/capteurs>

Fabriquer : <https://projetco2.fr/node/75>

Le reste du matériel est mentionné au début de chaque activité.

Activité 1 : L'aération et le CO₂

Objectif général : Comprendre la voie de contamination de la Covid par les aérosols, l'importance de la ventilation et le lien entre la qualité de l'air et la concentration de CO₂.

Résumé	
Disciplines	Physique – Chimie – Biologie
Déroulé et modalités	À travers des activités organisées en plusieurs étapes, le professeur aborde la présence d'aérosols dans la classe et les risques pour la santé. Il établit des règles pour limiter la propagation des virus.
Durée	1 h 10 à 1 h 30
Matériel	Pour l'ensemble de la classe : <ul style="list-style-type: none">• documentation sur le CO₂;• de grandes feuilles pour des posters. Par groupe d'élèves : <ul style="list-style-type: none">• 1 vaporisateur.
Message à emporter	
Les maladies se transmettent de différentes manières, notamment par les mains et les objets que l'on touche, mais également par l'air. Le virus de la Covid-19 est contenu dans des petites gouttes d'eau appelées aérosols, que l'on envoie vers l'extérieur quand on parle, on tousse, on crie, on souffle, on respire... Il existe plusieurs gestes qui permettent de lutter contre les contaminations : se laver les mains, porter un masque, aérer une pièce, désinfecter les surfaces, garder une distance avec les autres quand on n'a pas de masque.	

Séance 1 : CO₂ et aérosols

Phase 1 : Brainstorming sur l'aération, le CO₂, le virus

I – L'aération, c'est quoi ? (5 min)

L'enseignant indique aux élèves qu'ils vont travailler sur le thème de l'aération et, de surcroît, dans le contexte de la Covid.

- Il fait définir aux élèves ce qu'est pour eux l'aération :
Ouvrir une fenêtre, un ventilateur, de l'air, le même air, renouveler l'air, détecteur d'air...
- Il met l'accent sur le mot « détecteur » pour faire préciser ce que c'est :
Une machine qui détecte quelque chose.

L'enseignant peut préciser le vocabulaire : une machine « sensible » à quelque chose.
Il en fait nommer quelques-unes : détecteur d'humidité, de mensonges, de bruits.

L'enseignant annonce qu'au cours de la séquence entière de travail, on travaillera avec des détecteurs de CO₂.

II – D'où vient le CO₂ ? (15 min)

L'enseignant demande aux élèves s'ils savent ce qu'est le CO₂.

En lien avec le thème annoncé par l'enseignant en début de séance, les élèves apportent le plus souvent des réponses associées à l'air :

C'est de l'air, des particules, aérer, éjecter, expirer, une particule de carbone et deux particules d'oxygène, c'est la Covid 2...

Lister toutes les idées des élèves au tableau ou sur une affiche qui servira de trace.

Remarque

En CM1/CM2, en général, les élèves ont déjà entendu parler de CO₂. Certains savent déjà que c'est un gaz, d'autres savent qu'on en expire. Certains peuvent même déjà l'associer à des éléments en chimie (carbone et oxygène).

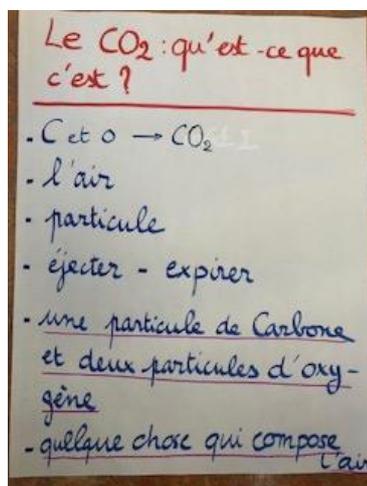
Attention, comme l'annonce du thème a été faite en lien avec la Covid, certains élèves peuvent voir dans CO₂ un acronyme : CO pour Covid > Covid 2.

L'enseignant pousse alors les élèves à exprimer d'où vient ce CO₂ et de quel type de composé il s'agit :
« D'où vient ce CO₂, alors ? »

Du gaz, de l'essence, du carbone, d'explosion, de réaction chimique, du bicarbonate de soude, de l'air, des arbres, quand on parle, quand on expire, du nez, de la bouche.

Les idées des élèves sont recueillies sur une affiche.

L'enseignant conclut avec les élèves que lorsque l'on expire, on ne voit pas le CO₂, mais on sait qu'il est dans la pièce, car on sait qu'on en recrache beaucoup ; donc l'air ambiant en est chargé.



Note : Cette séance peut être complétée par un projet sur la respiration/la circulation et les échanges gazeux, qui aura été traité avant ou par la suite.

L'enseignant peut, à ce stade, partager ou faire lire des documents donnant des exemples d'effets du CO₂ sur le bien-être et la santé : perturbation de la concentration, mal de tête... Il amène les élèves à la conclusion qu'il est important d'aérer une pièce, d'en renouveler l'air.

Note : Certains élèves pensent que lors de l'aération, le CO₂ que les personnes recrachent en milieu extérieur rentre dans la pièce et se substitue à celui qui s'y trouve.

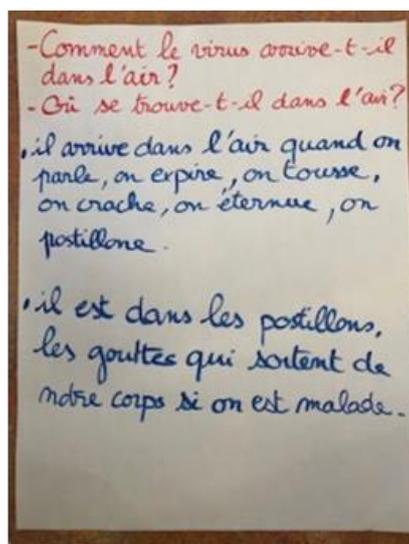
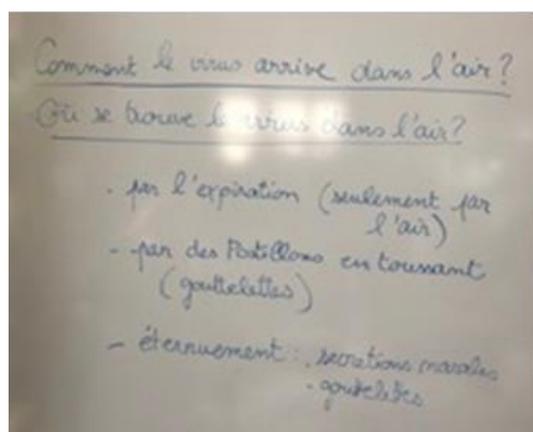
L'enseignant peut expliquer que le CO₂ est un gaz, qu'il prend tout l'espace qui lui est donné, et donc qu'à l'extérieur, la quantité de CO₂ recrachée par les personnes est diluée dans tout l'espace, et que l'air entrant dans la pièce ne contient donc que très peu de CO₂, dans tous les cas, bien moins que celui qui est dans la pièce fermée.

III – Où se trouve le virus quand il est dans l'air ? (15 min)

L'enseignant annonce alors qu'on s'intéresse à l'expiration du CO₂ en lien avec la Covid.

Il recueille les idées des élèves sur le sujet. Il pose la question : « Comment le virus arrive-t-il dans l'air ? »

Quand on respire ; Quand on expire ; Le virus sort de notre corps, de nos poumons...



Recueil des idées des élèves et affichage réalisé.

Il est important ici de préciser et de faire retenir le vocabulaire avec des moyens mnémotechniques liés aux préfixes in- et ex- : inspirer (intérieur)/expirer (extérieur).

Il se peut que certains élèves fassent le lien instinctivement entre l'expiration « souillée » et la transmission de pathogènes respiratoires :

Ça va rendre les personnes malades.

L'enseignant peut alors partir de là et faire préciser : « Où se trouve le virus dans l'air ? »

Il peut aussi poser cette question, même si les élèves n'ont pas fait de lien avec une transmission possible par aérosols.

Note : Dans le cas de la Covid, des élèves savent qu'on peut intuber les malades. Il est important, si la question ou la remarque est posée, d'expliquer ce qui est fait au patient et pourquoi, et de rassurer les élèves : ça ne fait pas mal, car on endort les patients pour qu'ils souffrent moins et cela leur permet de mieux respirer.

Les élèves arrivent rapidement à décrire les symptômes qu'ils connaissent quand ils sont malades : *On a de la morve* (> sécrétions nasales, un terme à introduire par l'enseignant), *de la toux, on crache, on postillonne ; c'est un mélange de maladies dans l'air.*

L'enseignant peut alors insister et poser la question suivante : « Pensez-vous que le virus est uniquement dans l'air ou dans quelque chose qui est dans l'air ? »

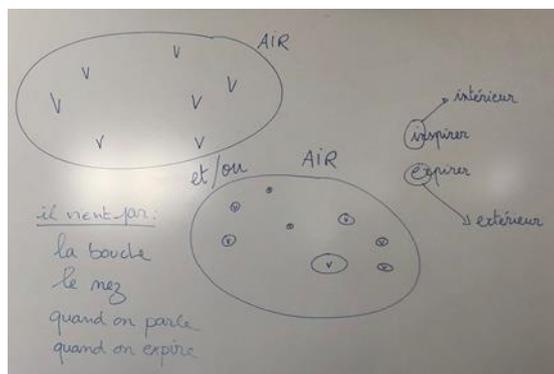


Schéma réalisé par l'enseignant sous la dictée des élèves.

Remarque

L'enseignant peut faire imaginer le chemin du virus dans le corps jusqu'à sa sortie. Il arrive alors facilement à faire dire qu'il y a des postillons pleins de virus qui sortent de notre bouche.

Les élèves concluent ensemble qu'il y a beaucoup de postillons qui sortent de notre corps (nez et bouche), qu'on soit malade ou pas et que, si virus il y a, il est certainement dans ces postillons. Les élèves le savent, car ils ont déjà observé le phénomène, que les postillons tombent rapidement au sol : *Mais ils tombent ! ; Si on est tout prêt et qu'on les reçoit sur nous, alors on peut tomber malade. Mais si on est loin ?*

L'enseignant pose alors la question suivante : « Mais ces postillons sont-ils alors vraiment la cause de la transmission du virus ? »

Phase 2 : Distinction entre les postillons et les aérosols

Durée 15 min

Matériel : un vaporisateur par groupe d'élèves

L'enseignant explique aux élèves qu'ils vont essayer de comprendre, d'observer comment ces « postillons » peuvent se transmettre d'une personne à l'autre. Il explique qu'ils ne vont pas s'amuser à postillonner, mais qu'ils vont avoir un vaporisateur à leur disposition pour modéliser les postillons.

Chaque groupe d'élève a pour mission de trouver un moyen de savoir si les gouttes envoyées par le vaporisateur peuvent jouer ce rôle de transmetteur de maladie respiratoire. Il s'agit là de faire observer aux élèves qu'il existe différents types de gouttelettes produites par le vaporisateur et de faire le lien entre leur taille, la distance qu'elles parcourent et la possibilité de transmettre un agent pathogène.

Laisser les élèves expérimenter. Au début, ils vont jouer. Insister rapidement sur le fait qu'il faut observer et décrire ce qui sort du vaporisateur.

Rapidement, les élèves :

- Voient *des grosses gouttes qui tombent direct tout près, des moyennes qui tombent un peu plus loin et des petites qui restent plus longtemps dans l'air.*

- Font le lien entre taille et poids : *Les plus grosses, c'est les plus lourdes et elles tombent tout de suite ; Les plus petites, c'est les plus légères et elles tombent lentement.*

- Font le lien entre les aérosols et la transmission possible de maladies respiratoires : *Les petites, elles flottent dans l'air ; Oui, et si on est dans la même classe, on les respire et on tombe malade.*

L'enseignant apporte ici le vocabulaire spécifique : « Ces petites gouttelettes qui restent en suspension dans l'air s'appellent des aérosols. »



À ce stade, il récapitule avec les élèves les différents éléments trouvés depuis le début de la séance : on expire, on parle... on recrache du CO₂, des postillons et des aérosols. Ces derniers portent du virus si on est malade. Ils flottent dans l'air longtemps et peuvent être inspirés par d'autres personnes. Les élèves souvent expriment l'idée d'ouvrir les fenêtres pour changer l'air de la pièce.

Phase 3 : Comment se protéger des gouttes qui sont dans l'air si quelqu'un est malade ?

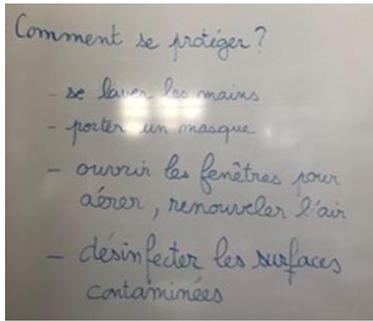
Durée : 10 min

L'enseignant peut alors demander si les aérosols sont le seul moyen de contamination. Il peut poser la question suivante : « En dehors de l'air, y a-t-il d'autres endroits où l'on peut trouver du virus ? »

Les élèves se rendent compte rapidement que les postillons peuvent atterrir sur tout objet (porte, table, habits...).

L'enseignant demande alors quels sont les moyens de se protéger contre la Covid-19.

Les règles sanitaires majeures sont citées par les élèves en général (se laver les mains, porter un masque, désinfecter les surfaces contaminées, aérer...).



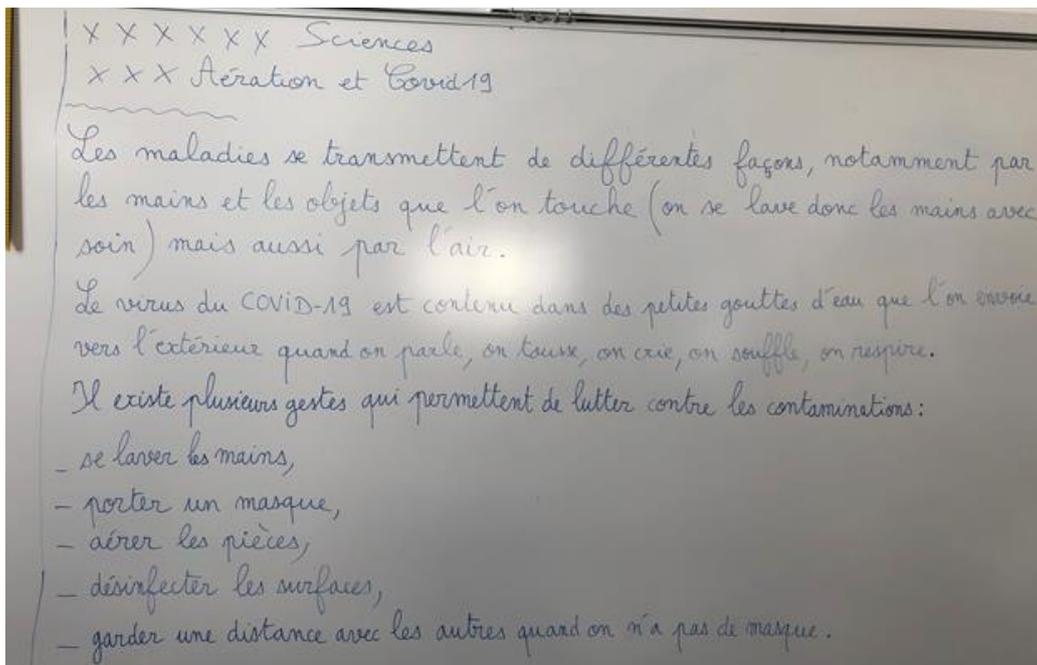
Si les élèves en oublient, l'enseignant peut projeter une affiche des pictogrammes correspondant aux diverses règles.



Phase 4 : Conclusion

Durée : 10 min

L'enseignant échange avec la classe sur ce qui semble important à retenir de ce brainstorming et de cette activité. Ils notent ces conclusions dans leur cahier de sciences (voir exemples ci-dessous).



Le masque permet de filtrer l'air des petites gouttelettes d'eau qu'il contient (aérosols). Sans masque, ces gouttes de différentes tailles et poids peuvent aller très loin pour les plus petites et atteindre facilement d'autres personnes.

L'enseignant peut annoncer ce qui sera fait à la séance suivante : le lien entre le CO₂ et la Covid.

Séance 2 : Lien avec le CO₂ et notion de marqueur

Résumé

Discipline

Physique – Chimie – Biologie

Déroulé et modalités

Les élèves utilisent les connaissances acquises lors de la séance précédente pour faire le lien entre détection du CO₂ et niveau d'aération. Armés des documents proposés par l'enseignant, et forts de diverses expériences qu'ils réalisent et analysent, ils comprennent ce qu'est un marqueur. Guidés par l'enseignant, ils font le lien entre taux de CO₂ et quantité de virus présent dans l'air.

Durée

1 h

Matériel

Par groupe d'élèves :

- 4 verres transparents remplis d'eau plus ou moins sucrée ;
- 4 verres transparents remplis d'eau avec des concentrations plus ou moins élevées de sirop de grenadine ;
- 2 tubes à essai sur portoir (l'un avec de l'eau, l'autre avec de l'eau de chaux), 1 paille ;
- 1 capteur de CO₂.

Message à emporter

Un marqueur permet de révéler la présence de quelque chose (un gaz, un virus) que l'on ne voit pas en temps normal.

Phase 1 : Détection du CO₂

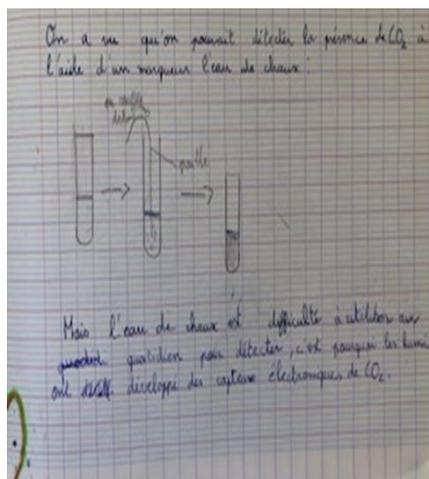
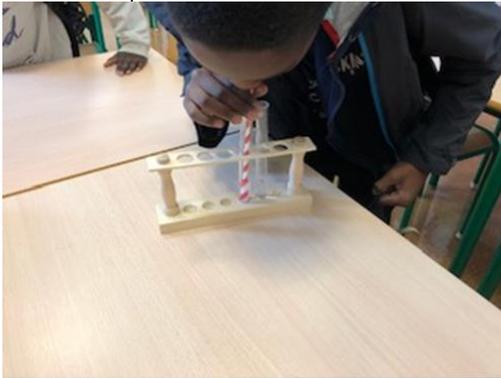
Rappel de la séance précédente par les élèves (5 min) : quand on expire, parle, tousse... on dégage du CO₂ et, en même temps, on produit des gouttelettes (aérosols) qui peuvent rester longtemps en suspension dans l'air. Si elles sont chargées en virus (si quelqu'un est malade), elles peuvent être à l'origine de la transmission de la Covid-19. Il faut aérer la pièce pour renouveler l'air.

L'enseignant pose alors la question suivante : « Comment faire pour savoir quand il faut changer l'air d'une pièce ? »

Les élèves peuvent répondre de façon évasive ou faire le lien avec le CO₂: *Lorsque l'air de la pièce n'est plus « bon » ou trop différent de l'air extérieur ; Quand il y a trop de CO₂ dans la salle.*

À ce stade, l'enseignant rebondit sur le fait qu'on ne voit ni ne sent le CO₂. Les élèves peuvent proposer différentes solutions plus ou moins farfelues qui ne sont pas retenues. L'enseignant peut alors proposer aux élèves un court texte expliquant qu'un produit chimique, l'eau de chaux, devient trouble en présence de CO₂. À l'issue de cette lecture, il propose aux élèves d'élaborer un protocole utilisant de l'eau de chaux pour détecter le CO₂.

Les élèves arrivent facilement à dire qu'il faut souffler dans l'eau de chaux pour voir le CO₂. Ils font l'expérience avec une paille, des tubes à essai et de l'eau de chaux. Certains peuvent se rendre compte que plus ils soufflent, plus l'eau de chaux devient blanche.



Expérience à l'eau de chaux. L'élève souffle dans le tube qui devient plus opaque. Il constate que le tube témoin reste transparent. Classe de Roman Raucoules – CM1/CM2 – École Cavé, Paris 18^e.

Conclusion de l'expérience : L'eau de chaux permet de visualiser le CO₂ présent dans l'air. On dit que l'eau de chaux est un marqueur du CO₂.

Remarque

Les élèves pourront, sur leur cahier de sciences, dessiner leur expérience, la légender et écrire la phrase de conclusion.

Phase 2 : Activité pour bien comprendre la notion de « marqueur »

Il s'agit de comprendre comment on peut déduire la présence d'une substance en détectant une autre substance, lorsque l'on sait que les deux sont présentes ensemble.

Note : Si, dans cette activité, on fait goûter aux élèves, leur dire dès le début qu'on peut goûter, car les solutions sont comestibles et qu'on a pu vérifier les éléments qui les composent, comme à la maison

Présentation : Dans cette expérience, on modélise le CO₂ par du colorant rouge et les virus par du sucre. Cela correspond à la situation d'une personne qui est contaminée et qui émet en même temps du CO₂ et des particules contenant des virus. Les personnes qui ne sont pas contaminées émettent juste du CO₂ et pas de virus. On a donc : air émis par une personne contaminée = sirop. Air émis par une personne non contaminée = eau pure + colorant alimentaire rouge (mais pas de sucre).

Expérience 1 :

L'enseignant pourra proposer quatre verres :

- eau du robinet ;
- eau sucrée avec un demi-morceau de sucre ;
- eau sucrée avec un morceau de sucre ;
- eau sucrée avec un morceau et demi de sucre.

Point de vigilance

S'assurer que chaque solution sucrée est bien transparente (non saturée).

L'enseignant demande aux élèves, par la suite, comment ranger les quatre verres du moins sucré au plus sucré sans les goûter.

Les élèves se rendront compte qu'à l'œil nu, ce ne sera pas possible. L'enseignant pourra leur dire que le sucre est présent dans trois verres, pourtant, on ne le voit pas. C'est pareil pour le CO₂ ou le virus, ils peuvent être présents sans qu'on ne s'en rende compte.

Expérience 2 :

Préparer à l'avance plusieurs verres de sirop de grenadine avec des concentrations différentes. Le morceau de sucre est ainsi remplacé par une cuillère à café de sirop de grenadine. Dans ce cas, on peut déterminer le goût à l'œil, parce que l'on sait que plus il y a de colorant, plus il y a de sucre.

Demander aux élèves s'ils peuvent « à vue d'œil (sans goûter) » désigner quel verre est le plus sucré, lequel est le moins sucré, et enfin les classer. En principe et sauf exception, les élèves savent que plus il y a de sirop, plus la couleur est foncée et plus il y a de sucre...



Les élèves remettent les verres de grenadine du moins sucré au plus sucré.
Classe de Roman Raucoules – CM1/CM2 – École Cavé, Paris 18^e.

Demander aux élèves, ensuite, comment ils ont fait et s'ils ont vu le sucre qui est dans les verres. En fait, ce qu'ils voient, c'est le colorant, qui n'a pas de goût sucré. Dans le sirop, il y a à la fois du colorant et du sucre. Donc, quand on met du sirop dans un verre, plus on met de sucre, plus on met de colorant. Et ensuite, quand on mélange, les deux se mélangent de la même façon dans l'eau. Donc la couleur du colorant nous informe sur la présence de sucre.

Conclusion : Le colorant du sirop de grenadine est un marqueur de la présence de sucre.

Point de vigilance

Les élèves dessinent les expériences et écrivent la conclusion dans leur cahier de sciences.

Phase 3 : Lien entre le CO₂ et la présence de virus

Quand les élèves ont bien assimilé la notion de marqueur, l'enseignant revient sur le CO₂ et le virus : quand quelqu'un est malade, en soufflant, il émet en même temps du CO₂ et des gouttelettes avec des virus. Et quand ça se mélange dans l'air de la pièce, ça se mélange de manière similaire.

À ce stage, l'enseignant demande aux élèves de faire le lien entre toutes les réflexions et expériences qu'ils viennent de faire. Il peut poser la question : « Quel serait le marqueur du virus ? »

Les élèves doivent facilement arriver à la conclusion que le marqueur du virus est le CO₂. Puis les échanges doivent conduire à remarquer que plus il y a de personnes dans une salle :

- plus la quantité de CO₂ dans l'air sera élevée ;
- plus il y aura de gouttelettes fines dans l'air ;
- plus il y aura de virus associé à ces gouttelettes fines lorsqu'il y a des personnes contaminées.

La conclusion est écrite dans le cahier de sciences.

Activité 2 : Se familiariser avec un capteur de CO₂



Objectif général : Se familiariser avec le fonctionnement d'un détecteur de CO₂ et l'utiliser dans différentes situations.

Résumé	
Discipline	Physique – Chimie
Déroulé et modalités	Les groupes d'élèves se familiarisent avec le capteur de CO ₂ . Au cours de la séance, ils font des mesures de façon libre dans la classe, puis de façon guidée par l'enseignant. Les résultats obtenus sont discutés avec l'ensemble de la classe. Le concept de valeur de référence est discuté avec le groupe classe et explicité ensuite par l'enseignant.

Durée	1 h
Matériel	Par groupe d'élèves : <ul style="list-style-type: none"> • 1 capteur de CO₂ et le cahier de sciences.
Message à emporter	
<p>Un capteur de CO₂ est un appareil permettant de mesurer le taux (la concentration) de CO₂ dans une pièce.</p> <p>- À l'extérieur, le taux de CO₂ est faible, mais pas nul. Dans la classe, le taux de CO₂ est plus élevé et il augmente vite si on est nombreux.</p> <p>- Le taux de CO₂ mesuré à l'air libre correspond à la valeur de référence.</p>	

Séance 1 : Premières mesures et notion de valeur de référence

Phase 1 : Faire des mesures à des endroits différents

Mesurer le taux de CO₂ dehors, dans plusieurs pièces différentes, à différents endroits d'une même pièce.

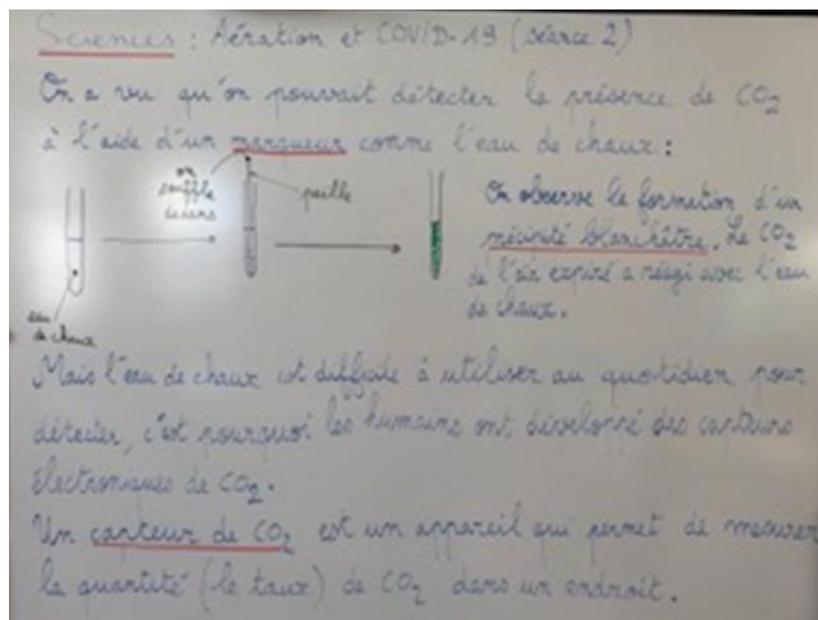
Prérequis : Savoir ce qu'est un gaz/Avoir des notions sur les échanges gazeux au niveau des poumons et savoir qu'on expire du CO₂/Être sensibilisé aux effets néfastes du CO₂ sur la santé.

Contextualisation : Nous savons que nous rejetons du CO₂ dans l'atmosphère quand nous expirons. Nous savons aussi que le CO₂ est néfaste pour notre santé s'il est en grande quantité.

Problématique : Comment peut-on savoir s'il y a beaucoup de CO₂ autour de nous, dans la classe ou ailleurs ?

Hypothèses : Laisser les élèves émettre leurs hypothèses. Parmi les réponses attendues, sans doute sortira celle d'utiliser un appareil pour mesurer (sinon l'enseignant fera un parallèle avec des activités faisant intervenir des mesures de distances, par exemple).

=> Présentation du capteur de CO₂ par l'enseignant/explication sur son utilisation.



Note : Pour les élèves de cycle 2, selon l'âge, si le fait de réaliser des mesures n'est pas approprié, on pourra utiliser un capteur avec code couleur (vert : bon air/orange : air de qualité moyenne/rouge : air de mauvaise qualité = trop chargé en CO_2). Néanmoins, si l'enseignant le souhaite, une approche des grandeurs et mesures pourra être amorcée, d'une part en couplant avec les séances du module *Esprit scientifique, esprit critique* (« De l'impression à la mesure » et « Mesurer des feuilles d'arbres ») et, d'autre part, en utilisant un capteur qui fournit des valeurs numériques (par exemple en empruntant un à une classe qui en disposerait).

Demander aux élèves ce qu'ils feraient pour répondre à la problématique grâce au capteur.

Expérimentation 1 : Laisser faire des mesures de façon libre (fenêtres fermées).

Dans cette phase, les élèves s'approprient le capteur : ils repèrent les divers endroits du capteur qui captent le CO_2 , les divers boutons...

> Sans se poser de questions sur les conditions de mesure, les élèves observent immédiatement le taux de CO_2 indiqué par le capteur. Ils le voient augmenter dans la classe. Les valeurs peuvent augmenter très vite selon l'effectif. Exemple : pour une classe de 15 élèves étant en classe depuis 10 minutes, 1053 ppm à $T = 0$ min, puis 1433 à $T = 1$ min, puis 1745 à $T = 2$ min).

Par ailleurs, les élèves vont très vite souffler directement dessus (par amusement, mais aussi en faisant le lien avec les séances précédentes, dans lesquelles les discussions avaient tourné autour du CO_2 expiré). Les valeurs sont alors très élevées et les impressionnent.

L'enseignant peut alors discuter des résultats obtenus. Les échanges doivent mener au fait que les résultats sont différents selon les groupes, car les mesures sont faites à des endroits différents, ne sont pas prises sur une même durée...

Revenir sur la problématique et demander aux élèves ce qu'ils feraient pour y répondre grâce au capteur. Insister sur « dans la classe ou ailleurs ».

Expérimentation 2 : Refaire des mesures dans des conditions précises.

Brainstorming pour savoir où prendre les mesures et dans quelles conditions.

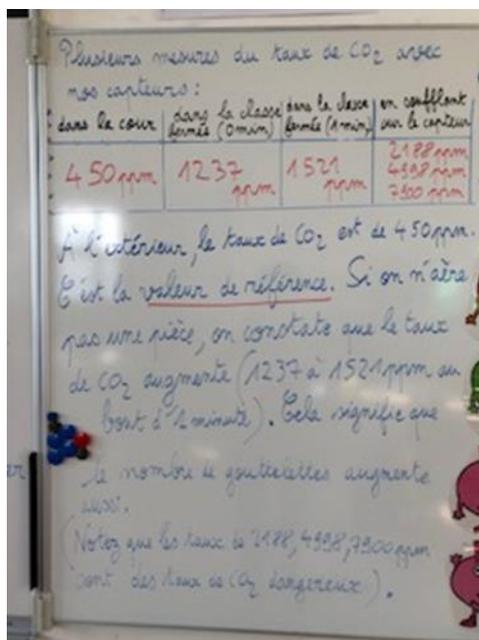
Laisser les élèves expérimenter.

Il faudra penser à distribuer aux élèves un tableau à deux colonnes : sur la première figure, les lieux où seront effectuées les mesures et, dans la seconde, la valeur mesurée. On peut également, avant d'effectuer ces mesures, leur demander de préciser le lieu où ils pensent trouver la valeur la plus élevée et celui où elle sera la plus faible. Une fois qu'ils ont noté cela sur leur feuille ou leur cahier de sciences, ils pourront procéder aux mesures et comparer par la suite leurs hypothèses avec les mesures relevées. Les résultats peuvent ensuite également être discutés pour comprendre le lien entre des valeurs élevées et la présence de plusieurs personnes dans une salle mal aérée. Les élèves mesurent le taux de CO_2 à différents endroits (dans la cour ; dans la salle de classe, fenêtres fermées, sans les élèves et en leur présence ; au niveau du bureau de l'enseignant, au fond de la classe ; au réfectoire (avant et après le repas) ; dans la salle des maîtres ; dans le préau...). Ils prennent des traces écrites des mesures relevées.

- détecteur de CO_2 : indique la quantité de CO_2 dans une pièce

lieu	cour	classe fermée (0min)	classe fermée (1min)	on souffle sur le capteur
taux de CO_2 (ppm)	450	1237	1521	2188, 4998, 7900

Mise en commun :



1- Comment a-t-on fait pour mesurer le taux (la quantité) de CO_2 ? Les élèves expliquent où ils ont placé le capteur et comment ils s'en sont servis.

2- Que nous disent les résultats obtenus ? Les élèves analysent les relevés qu'ils ont faits dans les différents endroits : chaque groupe d'élèves explique à l'oral où il a fait la mesure et ce qu'il a trouvé. L'enseignant peut préparer un tableau (au tableau noir) dans lequel chaque groupe écrira sa mesure. Une comparaison des mesures à différents endroits pourra ainsi être réalisée. L'enseignant pourra alors

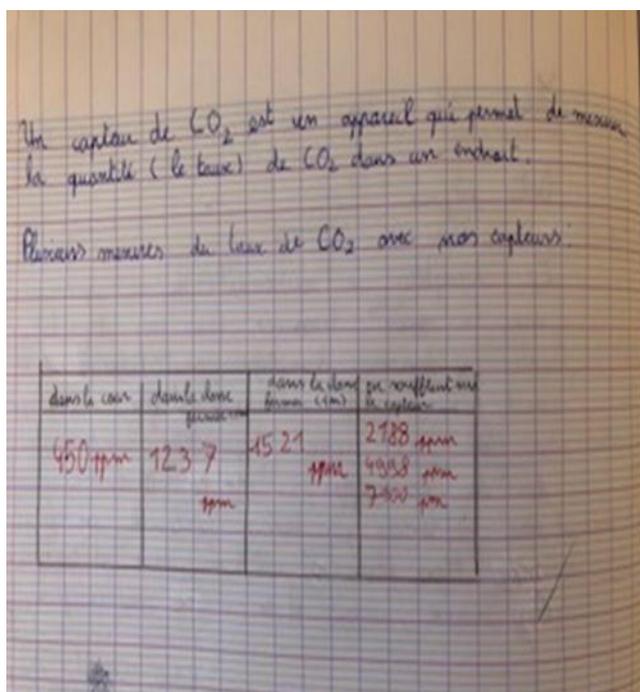
mettre en exergue la mesure du CO₂ à l'extérieur, qui deviendra la mesure de référence pour toutes les comparaisons.

Conclusion et trace écrite :

Un capteur de CO₂ est un appareil qui permet de mesurer le taux (la quantité) de CO₂ dans un endroit (voir illustration ci-dessous).

On pourra compléter la conclusion selon les conditions de mesures : à l'extérieur, le taux de CO₂ est de ... ; dans la classe, fenêtres fermées et avec tous les élèves de la classe, le taux de CO₂ est de... ; dans la cantine vide (avant le repas), le taux de CO₂ est de ... et, après le repas, de ... ; etc.

Pour savoir si le taux de CO₂ dans une pièce est élevé, on le compare au taux de CO₂ à l'extérieur. On dit que le taux de CO₂ à l'extérieur est la valeur de référence.



Phase 2 : Réaliser une expérience qui produit du CO₂ (optionnelle)

Cette phase, si elle est réalisée, confortera l'expérience faite immédiatement par les élèves, lorsqu'ils reçoivent le capteur, de souffler dessus.

Par exemple : récupérer dans un sac le gaz qui sort de la bouteille d'une boisson gazeuse ou faire réagir du vinaigre avec du bicarbonate de soude. On peut aussi se procurer un siphon utilisé pour la pâtisserie. Si l'on a du CO₂ pur (boisson effervescente, gaz de siphon...), on peut effectuer des mélanges entre un volume connu de CO₂ et de l'air ambiant, et ainsi vérifier que l'augmentation du taux correspond bien à la quantité de CO₂ apportée.

Séance 2 : mesures

Phase 1 : Mesurer le taux de CO₂ dans une pièce à différentes hauteurs

Pour aller vite, on peut faire : au niveau du sol, à 1 mètre de hauteur, au niveau du plafond. Pour faire une étude plus précise, mesurer tous les 50 centimètres. On peut associer ces mesures à des mesures de température.

Complément d'information scientifique pour l'enseignant : L'air expiré est plus chaud que l'air ambiant ; il est donc moins dense et a tendance à monter. C'est pour cela qu'en général le taux de CO₂ est plus important en haut d'une pièce qu'en bas. De plus, l'air qui entre dans la pièce est en général plus froid, il ira donc en bas. À ces effets, s'oppose le mélange créé par les circulations d'air dans la pièce, qui vont avoir tendance à rendre homogène la concentration. Par ailleurs, on gardera en tête la limitation liée à la précision du capteur.

Prérequis : Savoir qu'on expire du CO₂ et que celui-ci est un gaz/Connaître les propriétés des gaz (en particulier un gaz occupe tout l'espace et l'air chaud est moins dense, donc il monte)/Savoir que l'on peut mesurer la quantité de CO₂ grâce à un capteur/Savoir utiliser le capteur de CO₂.

Déroulé possible

Pour introduire cette séance, l'enseignant peut contextualiser ainsi : « Quand nous sommes dans la classe, fenêtres fermées, et que nous expirons, le CO₂ se concentre dans la classe. Mais nous sommes tous à des endroits différents de la salle, certains d'entre nous sont plus grands (ou plus petits) que d'autres. »

L'enseignant peut alors poser la problématique : « Où se trouve, dans ce cas, le CO₂ que vous avez rejeté dans la classe en respirant ? »

Laisser alors les élèves émettre des hypothèses :

Dans l'air ; Dans la classe ; Autour de nous ; Dans les différents coins de la classe...

Il est possible que les élèves ne relèvent pas dans la question de l'enseignant qu'il a mentionné la taille de différents individus. Le professeur peut alors reformuler la problématique en insistant sur la taille des individus. Il peut également, s'il perçoit que les élèves ne réagissent pas, faire venir des élèves de différentes tailles, leur demander de s'aligner et faire dire par leurs camarades à quel niveau ils expirent du CO₂.

Le professeur peut, dans cette situation, montrer avec la main les hauteurs d'expiration en fonction des tailles des élèves.

Il peut alors reposer la question : « Où est localisé le CO₂ expiré par les différents élèves ? »

Elève : *Là* (en montrant la tête d'un des élèves) ; *Au niveau de la bouche et du nez de X.*

Le professeur doit insister auprès des élèves sur la précision du langage à employer pour définir ces positions. Il peut par exemple demander : « Comment pourrait-on dire précisément là ou là ? » (En montrant avec la main les différentes hauteurs.) Ou bien : « Quelle différence y a-t-il entre là ou là ? » (En montrant avec la main les différentes hauteurs.)

Les élèves répondent rapidement : *C'est plus haut ; C'est plus bas.*

Professeur : « Donc comment allons-nous faire pour mesurer les taux de CO₂ ? »

Elève : On prend un capteur et on le met à côté de la tête de X.

Professeur : « Oui. Mais pourrait-on trouver quelque chose de plus facile à faire, car tenir à hauteur de tête pour mesurer, ce n'est pas simple ? »

Elève : On le pose sur le vidéoprojecteur ; Oui, ou sur l'armoire ; Sur le bureau...

Les élèves proposent alors beaucoup d'autres possibilités.

En amont de l'expérimentation, la classe se met alors d'accord pour définir les hauteurs auxquelles sera placé le capteur.

Expérimentations : Les élèves travaillent par groupe. Chaque groupe place un capteur à un endroit et à une hauteur différente dans la classe, puis réalise des mesures de CO₂. Les élèves prennent note des mesures pour pouvoir les comparer ensuite. L'enseignant aura veillé à ce que les capteurs soient correctement étalonnés en vérifiant qu'ils indiquent sensiblement les mêmes valeurs quand ils sont placés à l'extérieur.

Attention, ne faire les mesures qu'à des endroits accessibles, sans danger pour les élèves. Pour une hauteur importante, l'enseignant peut proposer de tenir lui-même le capteur à bout de bras.

Note : En ce qui concerne les temps auxquels les élèves feront leurs mesures, l'enseignant peut soit laisser le libre choix aux différents groupes d'élèves, soit définir avec eux les intervalles de temps. Dans l'exemple ci-dessous, tous les groupes d'élèves ont réalisé spontanément des mesures toutes les minutes pendant 20 minutes.

Mise en commun : Les résultats sont présentés groupe par groupe. Un tableau peut être fait au tableau noir pour regrouper les résultats de toutes les mesures et faciliter la comparaison. Une courbe peut également être réalisée (lien avec les maths).

The image shows a handwritten table with two parts. The top part has columns for time (T in minutes) from 1 to 13 and rows for different sensor heights: 'capteur sol 1', 'capteur niveau métalleux 2', 'capteur TBI 3', and 'capteur niveau plafond 4'. The bottom part has columns for time from 14 to 26 and rows for sensor heights: '1 sol', 'niveau sol', 'TBI', and '4 sol'. The data shows a clear upward trend in CO2 concentration over time and with increasing height.

T (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
capteur sol 1	554	569	610	622	625	691	717	738	741	769	783	789	797
capteur niveau métalleux 2	623	653	673	670	677	688	708	711	725	789	807	796	824
capteur TBI 3	601	646	707	734	752	776	788	802	806	837	847	864	890
capteur niveau plafond 4	649	655	660	664	690	707	727	743	771	780	800	819	839

T	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1 sol	805	822	844	858	857	860	864	879	884	895	896	911	
niveau sol	829	867	900	883	889	891	928	954	1019	1008	1002	969	
TBI	904	922	941	952	966	965	976	990	1008	1039	1046	1053	
4 sol	856	869	882	899	911	948	952	970	994	1010			

Note : Les élèves ont tendance à nommer l'endroit où ils ont pris leurs mesures. Afin de pouvoir faire des comparaisons avec la rigueur scientifique qui s'impose et d'objectiver l'étude, l'enseignant pourra demander aux élèves de mesurer la distance du capteur au sol.

À la suite de ces mesures, l'enseignant demande aux élèves ce qu'ils peuvent conclure de leurs mesures.

Les élèves observent les données chiffrées et expliquent que le taux de CO₂ augmente au cours du temps :

Les chiffres montent plus le temps est long ; La quantité de CO₂ monte plus le temps passe ; La quantité de CO₂ monte avec le nombre de minutes qui passent ; Plus c'est long, plus il y a de CO₂.

À ce stade, l'enseignant peut insister sur le contexte énonciatif et inciter les élèves à utiliser un vocabulaire plus précis.

Professeur : « Comment pourrait-on dire autrement que "ça monte" ? On est en sciences, quel mot, quel vocabulaire pourrait-on utiliser qui soit plus approprié ? »

Elève : *La quantité de CO₂ augmente plus le temps s'écoule.*

Certains élèves comparent également les données à T = 1 min.

Points de vigilance

- Dans ce cas-ci, pas de mesures effectuées à T₀.
L'enseignant peut alors faire un aparté pour signaler que T = 1 min n'est pas vraiment la valeur de référence. Il peut faire le parallèle avec ce qui a été défini à la séance 1. Il fait alors émerger par les élèves le fait qu'il aurait fallu faire une mesure à T = 0 min.
- Les élèves voient déjà une différence à T = 1 min entre le capteur placé au sol et ceux placés plus haut, quelle que soit la hauteur. Leur analyse les amène à conclure immédiatement qu'ils voient une différence.

Il est important à ce stade de leur faire observer si cette différence disparaît (simples variations), ou bien si elle est pérenne dans le temps ou même s'accroît.

Pour faire le lien avec les mathématiques et faire émerger la nécessité de faire un graphique (qui n'est pas perçue immédiatement par les élèves), l'enseignant peut demander : « Il y a beaucoup de données dans ce tableau ; il est difficile de bien analyser les résultats et de visualiser s'il y a une différence aux différentes hauteurs. Comment pourrions-nous faire pour analyser ces mesures et voir facilement s'il existe une différence entre la mesure au sol et les mesures en hauteur ? »

Note : Il est intéressant d'utiliser ici le vocable de la vision (voir, visualiser) afin d'inciter les élèves à penser à un élément visuel, donc le graphique.

Si les élèves n'y pensent toujours pas, le professeur peut alors insister : « Comment de telles données sont traitées en mathématiques autrement qu'avec un tableau ? »

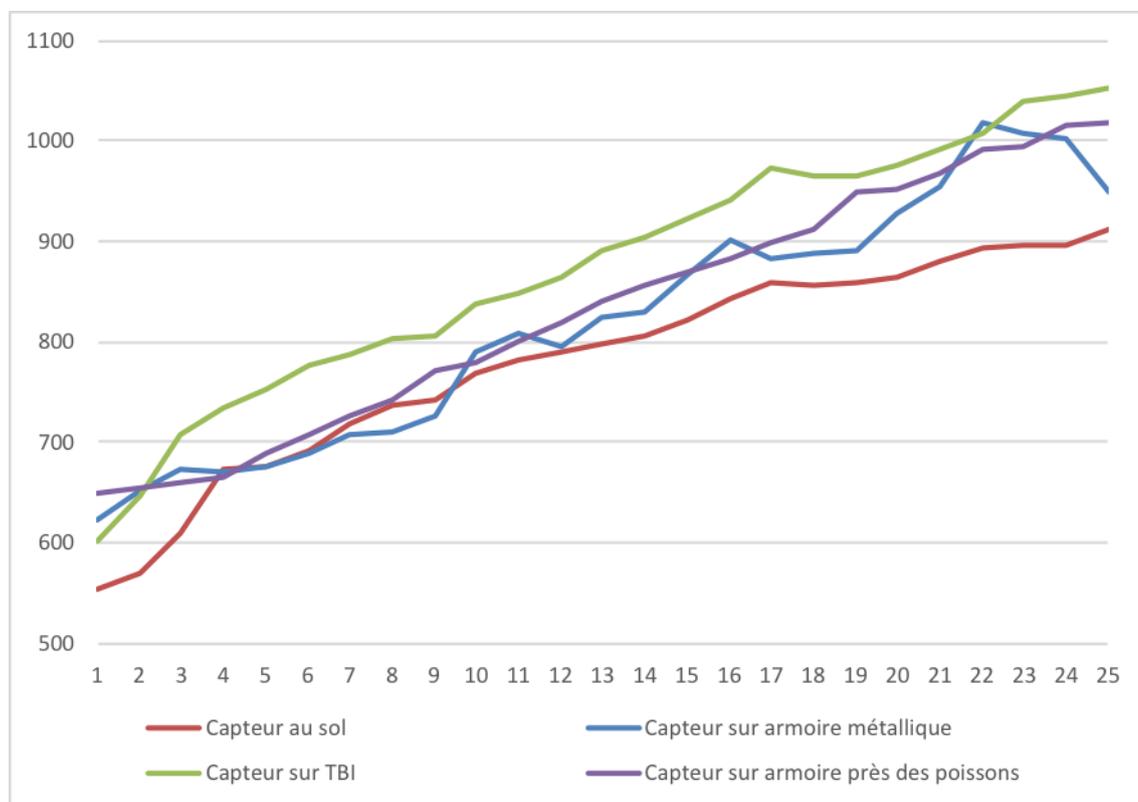
La mobilisation des connaissances en mathématiques invite rapidement les élèves à penser au graphique.

L'enseignant peut alors laisser les élèves faire leur graphique.

Il pourra, dans le cadre de ce travail, initier à l'utilisation d'Excel pour la saisie des données numériques, voire à leur traduction graphique, si les élèves sont à l'aise.

	1	5	10	15	20	25 T (min)
Capteur au sol	554	675	768	822	864	911
Capteur sur armoire métallique (1m98)	623	677	789	867	928	949
Capteur sur TBI (2m09)	601	752	837	922	976	1053
Capteur sur armoire près des poissons (1m75)	649	690	780	869	952	1019

Le professeur peut en parallèle faire lui-même le graphique, le présenter et l'analyser avec les élèves sur l'ENT.



Conclusion et trace écrite : Le taux (quantité) de CO₂ est plus élevé en haut qu'en bas de la classe.

Explication : quand nous expirons du CO₂, il sort de notre corps à une température de quelques degrés inférieurs à 37 °C. Il est donc plus chaud que l'air ambiant et donc moins dense (moins lourd). Tout comme l'air chaud, le CO₂ expiré chaud monte dans la salle de classe, alors que l'air ambiant plus froid reste en bas.

Activité 3 (cycles 2 et 3) : Bien aérer en mesurant le taux de CO₂ dans une classe

Cette activité peut être proposée aux élèves de cycle 3 sous forme d'une notice d'utilisation rédigée à destination d'enfants de leur âge. Cette fiche pourra être distribuée à la classe à l'issue de la problématisation : comment savoir combien de temps il nous faut garder les fenêtres ouvertes pour bien aérer la classe ?



Objectif général : Comprendre qu'une atmosphère trop chargée en CO₂ est délétère pour la santé. Utiliser le détecteur de CO₂ pour faire des mesures permettant de déterminer la fréquence et la durée d'aération d'une pièce pour avoir un air « sain ».

Résumé	
Disciplines	Physique – Chimie – Biologie
Déroulé et modalités	Les élèves sont amenés à réfléchir sur ce qu'il se passerait si le taux de CO ₂ était élevé dans la classe. Ils prennent connaissance, par l'étude de document, de la valeur sanitaire imposée par les autorités sanitaires. Ensuite, guidés par l'enseignant, les groupes d'élèves définissent le protocole à réaliser pour faire des mesures de CO ₂ qui permettront de définir la fréquence et le temps d'aération de la classe pour être dans un environnement sain.
Durée	1 h 15 à 1 h 30
Matériel	Par groupe d'élèves : <ul style="list-style-type: none">○ 1 capteur de CO₂ ;○ 1 chronomètre ;○ 1 tableau pour noter les mesures (et conditions) ;

- o le cahier de sciences.

Message à emporter

La valeur sanitaire de référence donnée par les autorités sanitaires est de 800 ppm. Si cette valeur est dépassée, alors il est nécessaire d'aérer la pièce afin que le taux de CO₂ diminue et revienne à une valeur acceptable.

La fréquence et la durée d'aération d'une pièce dépendent du nombre de personnes présentes dans la pièce.

Note : Ce protocole permet de déterminer combien de temps et à quelle fréquence ouvrir les portes et fenêtres, pour un nombre d'occupants donné.

- Diminuer le temps de rafraîchissement de l'affichage du capteur si c'est possible.
- Aérer la pièce au maximum en ouvrant les portes et les fenêtres. Cette opération peut se faire en l'absence des élèves. Le mieux est de partir d'une valeur faible en CO₂, par exemple 500 ppm.
- Placer le capteur et noter l'heure et les minutes correspondant à cet instant h1. Fermer les portes et fenêtres.
- Observer que la valeur augmente. Elle peut fluctuer un peu, à cause des mouvements d'air de la pièce et des composants électroniques du capteur.
- Noter l'heure et les minutes correspondant à l'instant h2 pour lequel la valeur affichée par le capteur dépasse 800 ppm. En déduire la durée maximale d1 entre deux aérations, qui est la différence entre les instants h2 et h1.
- Ouvrir à nouveau les portes et fenêtres. Noter l'heure et les minutes correspondant à l'instant h3 pour lequel la valeur affichée par le capteur est inférieure à 500 ppm (par exemple). La durée d2 entre les instants h3 et h2 donne le temps d'aération nécessaire.

Remarque

Ce protocole peut ensuite être appliqué même sans capteur, si on ne peut pas ouvrir les fenêtres en permanence. Il suffit d'ouvrir les portes et fenêtres pendant une durée d2, puis de les fermer pendant une durée d1, et de recommencer. En général, d1 est de l'ordre de 20-30 minutes, et d2 de l'ordre de 5 minutes.

Les élèves peuvent proposer des protocoles similaires. Certains anticipent les mesures qu'ils vont obtenir par des calculs faits à partir des valeurs de l'expérimentation 1.

Les élèves réalisent les expériences et prennent des notes (couleurs ou mesures observées avec le capteur) en fonction du temps.

Note : Dans cette configuration, la notion de témoin nécessaire pour faire la comparaison des mesures ressortira. Quel témoin : l'air extérieur, l'air ambiant de base de la classe (en début de journée avant que les élèves n'y soient entrés) ?

L'enseignant doit faire un retour sur la valeur de référence.

Mise en commun : Les élèves comparent leurs données, font une analyse critique de leurs expériences et résultats, et tirent des conclusions.

	temps (minut)	fenêtre fermée 0	fenêtre ouverte 1min	2min	3min	4min
détecteur à au moins 5m de la fenêtre	Suzanne	1092	966	1157	785	878
	Yvan-luc	1112	1106	850	821	795
détecteur sur le côté fenêtre	Robin	1030	1135	869	991	776
détecteur à 1m de la fenêtre	Davidson	1320	832	817	695	704

Prise de mesures à différents endroits.



Prise de mesures directement à la fenêtre.



Côté bureau (près d'une fenêtre).



Côté aquarium (coin « fermé », peu aéré).



Coin bibliothèque (aéré et non loin d'une fenêtre).



Côté porte.

Point de vigilance

Lors de la prise de mesures, les élèves peuvent avoir envie de changer de place pour prendre les mesures. L'enseignant peut laisser faire et engager une discussion sur ces conditions de mesures, afin d'arriver à la conclusion que pour connaître le taux de CO₂ dans un endroit précis, il faut mesurer pendant toute la durée de l'expérience sans changer de place le capteur.

LIEUX	Point	Temps (minutes)	Valeur de CO ₂ (ppm)
Taux de CO ₂ (ppm)	450		

valeurs sanitaires **800ppm**

Trouver les endroits où il y a le plus de CO₂.

Fenêtres fermées

Temps	0	2	4	6	8	10	12	14	16
petit courant d'air passant sous la porte	582	594	583	632	658	705	717	810	849
au niveau du bureau près d'un groupe d'élèves et d'une fenêtre	423	517	542	575	603	666	709	765	802
dans le coin bibliothèque	531	531	627	674	700	763	810	835	850
coin spacieux	705	582	648	710	774	811	906	913	945

Prises de mesures fenêtres fermées, à des temps donnés (jusqu'à 16 min), à des endroits précis de la classe (à côté de la porte > petit courant d'air passant sous la porte, au niveau du bureau près d'un groupe d'élèves et d'une fenêtre, dans le coin bibliothèque > coin spacieux, à côté de l'aquarium > coin peu aéré).

Fenêtres ouvertes

Temps	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
coin spacieux	993	657	681	677	577	570	559	566	562	560
coin peu aéré	950	990	695	709	660	677	627	611	572	
au niveau du bureau	7079	695	1024	978	880	810	795	719	735	766
coin spacieux	1012	1024	967	976	916	770	746			

Prises de mesures fenêtres ouvertes, à des temps donnés (jusqu'à 9 min), aux mêmes endroits de la classe.

Lors de l'analyse des résultats, l'enseignant peut proposer la lecture d'un texte officiel dans lequel les élèves chercheront la valeur sanitaire au-delà de laquelle il est nécessaire d'aérer la pièce (800 ppm). Pourront suivre un échange sur les valeurs de CO₂ obtenues par les groupes d'élèves lors de la séance et l'expression des conclusions à tirer sur la durée d'aération nécessaire pour atteindre cette valeur sanitaire.

Par ailleurs, l'enseignant insistera sur les valeurs obtenues selon les conditions du jour : effectif de la classe, temps sec ou humide, venteux ou non, localisation de la salle de classe par rapport à d'autres salles...

Les élèves proposeront rapidement de faire de nouvelles mesures dans des conditions variées incluant ces facteurs. La notion de condition expérimentale est alors bien comprise par les élèves.

Activité transversale : réaliser un graphique avec les valeurs des mesures obtenues et l'analyser

Résumé	
Disciplines	Physique – Chimie
Déroulé et modalités	Les élèves sont amenés à réfléchir sur la meilleure représentation des données qu'ils ont (ils utilisent les mesures réalisées et notées dans la séance précédente) pour pouvoir les analyser de façon simple. Guidés par l'enseignant, ils réalisent un graphique (lien entre sciences et langages mathématiques) sur du papier millimétré, puis analysent l'évolution du taux de CO ₂ au cours du temps.
Durée	1 h 30
Matériel	Par groupe d'élèves : <ul style="list-style-type: none">○ le tableau des données obtenues lors de la séance précédente ;○ du papier millimétré, 1 crayon, 1 gomme... ;○ le cahier de sciences.
Message à emporter	
Les représentations graphiques sont plus visuelles et permettent de voir rapidement l'évolution du taux de CO ₂ au cours du temps.	

Tracer de graphique

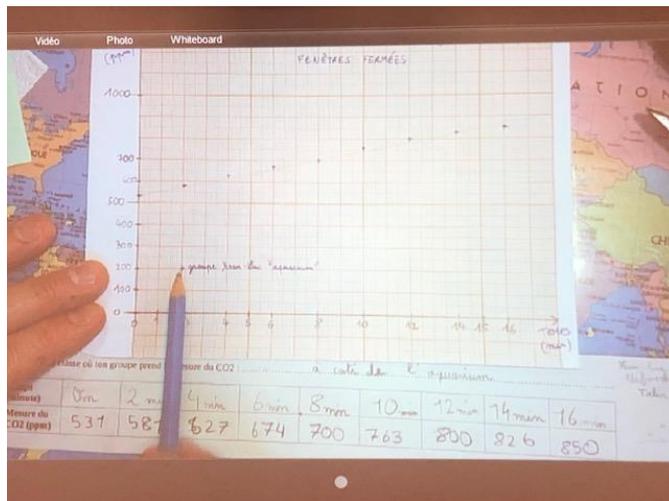
L'enseignant repart des mesures de CO₂ faites dans différentes conditions et inscrites dans le tableau.

Il demande aux élèves s'il est facile de voir l'évolution des relevés avec tous les chiffres.

Comment pourrait-on faire pour mieux voir et comprendre les résultats de nos mesures ? Visuellement ?

Les élèves arrivent assez facilement à penser au graphique.

L'enseignant leur dit qu'ils vont en construire un, ensemble. Il distribue du papier millimétré aux élèves et grâce à l'ENT montre aux élèves comment construire le graphique (tracé des axes, unités, position des points).



Il est difficile pour les élèves de placer les valeurs des axes de façon correcte. L'enseignant doit les mener pas à pas à travers ce processus.

Première étape :

- > Décrire ou faire décrire le papier millimétré (lignes foncées, grands carrés, petits carrés).
- > Prendre en compte le nombre de petits carrés dans chaque grand carré (un grand carré est constitué de dix petits carrés).
- > Faire positionner par les élèves ou positionner (l'enseignant) le zéro à l'intersection des deux axes et expliciter pourquoi.
- > Faire positionner par les élèves ou positionner (l'enseignant) la première valeur (par exemple 100 au premier grand carré), et annoncer que c'est arbitraire et pourquoi on fait ce choix.
- > Faire déterminer la valeur d'un petit carré si on positionne 200 au deuxième grand carré (un petit carré a une valeur de 10). Faire émerger par les élèves qu'à partir de là, on peut placer toutes les autres valeurs sur les axes de façon régulière.

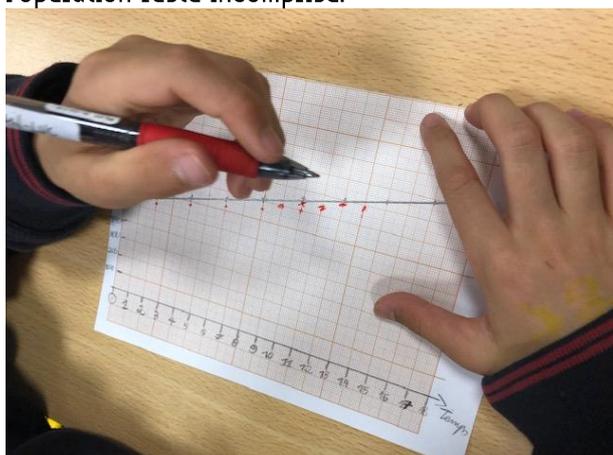
Après ces explications, faire tracer les axes par les élèves sur le papier millimétré.



Deuxième étape :

Si les élèves n'ont pas l'habitude de tracer des graphiques, il est nécessaire de faire un travail préparatoire avec eux, en les faisant venir un par un (comme un jeu) placer les points des mesures sur un graphique tracé au

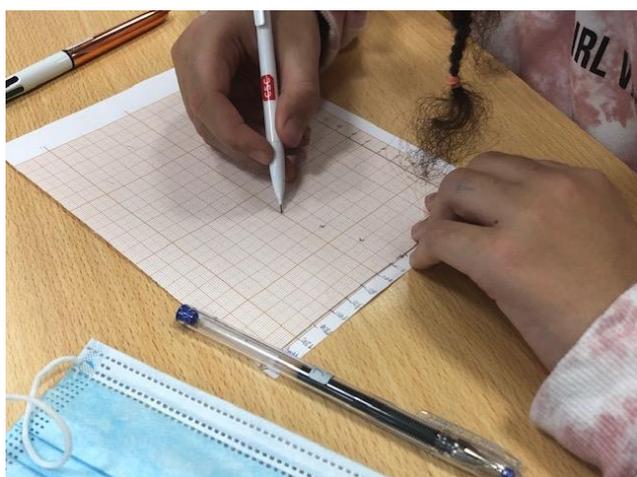
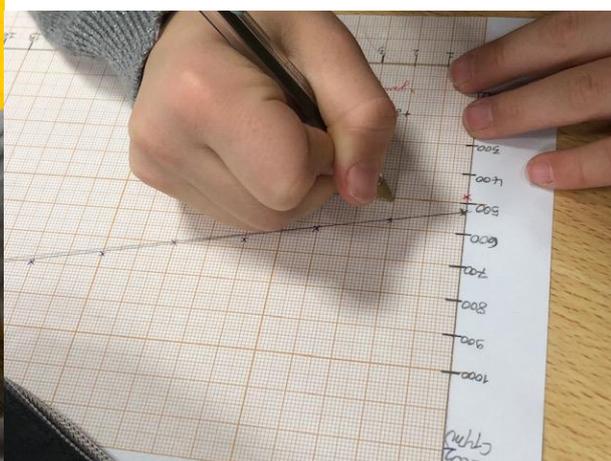
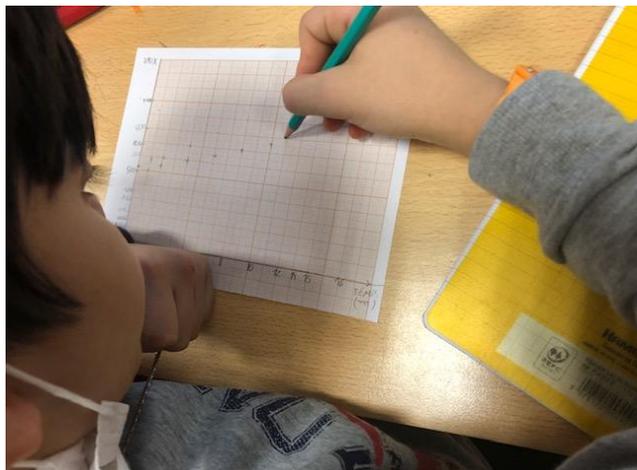
tableau noir. Il est nécessaire également de leur faire justifier leur placement afin de valider ou de réexpliquer si l'opération reste incomprise.



Exemple d'élève ayant eu du mal à placer certains points.

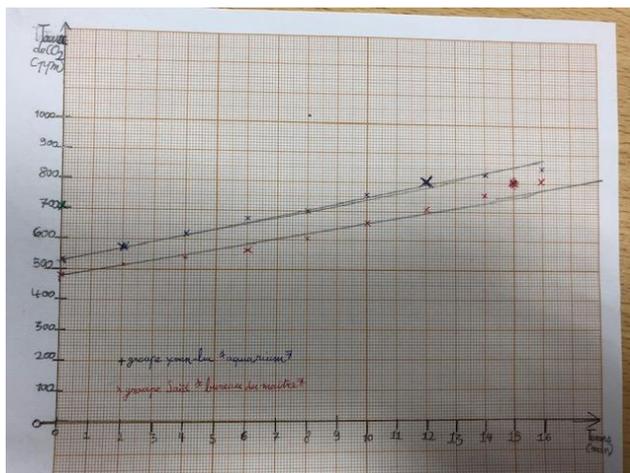
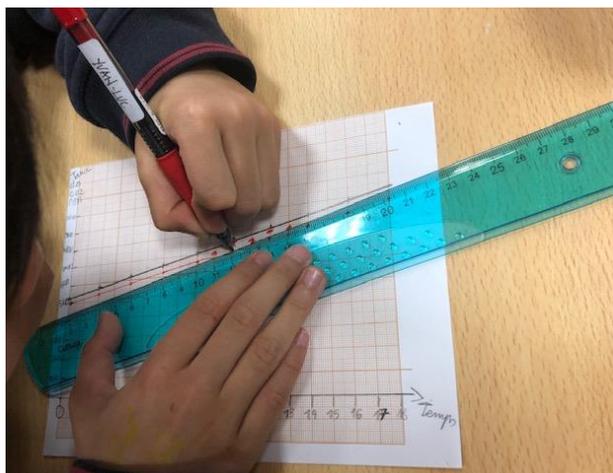
Troisième étape :

Laisser les élèves tracer le graphique des mesures de CO₂ réalisées sur leur papier millimétré.



Quatrième étape :

Faire relier les points.



Analyse des graphiques tracés

Revenir sur les graphiques et des droites (ou courbes) tracées. Permettre aux élèves d'énoncer ce qu'ils observent et faire émerger le fait :

- que l'analyse des mesures est plus simple, car plus visuelle ;
- que l'on voit (dans cet exemple) des droites presque parallèles signifiant une augmentation du taux de CO_2 régulière dans le temps ;
- s'il s'agit de courbes, faire expliciter ce à quoi cela correspond (par ex. : une augmentation faible au départ, puis de plus en plus rapide et forte au cours du temps).

Auteurs

Jean-Michel COURTY, Michelina NASCIMBENI, Benoît SEMIN, François PETRELIS

Remerciements

Les autres membres du projet CO₂ : Florence ELIAS, Sylvain FAURE, Bertrand MAURY, Pascal MORENTON, Jean-Louis ROUBATY et Fabien SQUINAZI, ainsi que les relecteurs Said BOUCH, David JASMIN, Jean-Paul ROSSIGNON, Didier ROUX et Béatrice SALVIAT.

Date de publication

Mai 2022

Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'utilisation commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

www.fondation-lamap.org

