

La qualité de l'air au lycée français de Lomé

Nous respirons environ 15 000 L d'air par jour. Il y a de quoi être soucieux de ce qu'il se passe dans notre nez et notre bouche, puis dans notre machine à respirer : les poumons qui permettent les échanges gazeux avec le sang.

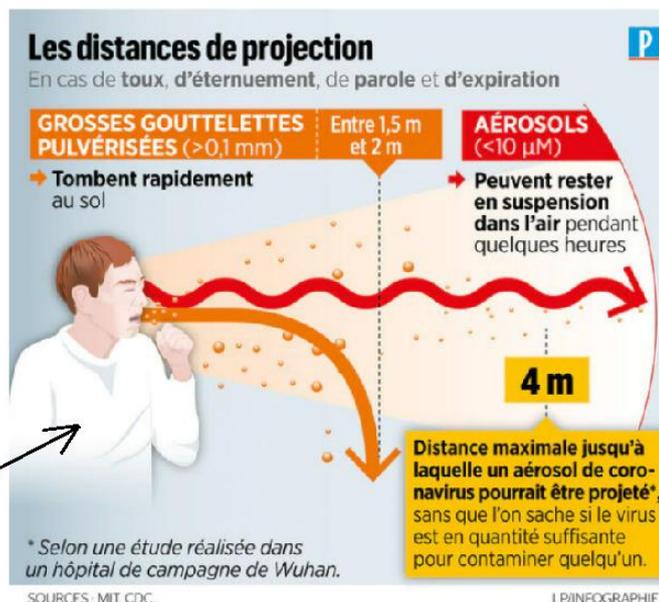
Nous restons la plupart de la journée enfermés dans les salles du lycée. Les peintures et les produits d'entretien contiennent des particules qui se volatilisent et que l'on appelle COV (Composés Organiques Volatils). Le dioxyde de carbone CO_2 et les fines particules d'aérosol (fines gouttelettes d'eau pouvant contenir des virus) expulsés par notre respiration polluent aussi l'air ambiant.

Lors de nos premières recherches, plusieurs images véhiculées par les médias ont retenu notre attention et nous ont permis de formuler notre problématique.

Journal de 20h TF1: dégâts causés par le coronavirus



Source: journal "Le Parisien"



Nous avons alors défini notre problématique :

Comment s'assurer que l'air est sain dans les salles de notre lycée ? Que pouvons-nous mettre en place pour nous protéger ?

Le club sciences et technologie relève le défi !!!

Quelques recherches de définitions avant de débiter

CARTE D'IDENTITE DU DIOXYDE DE CARBONE	LA MESURE DE LA CONCENTRATION EN CO ₂
Nom : Dioxyde de carbone Nom courant : Gaz carbonique Etat : Gazeux dans les CNTP Couleur : incolore Odeur : inodore Densité : Plus dense que l'air Solubilité : Soluble dans l'eau Test d'identification : Trouble l'eau de chaux Dangerosité : Non toxique mais asphyxiant	Le taux de dioxyde de carbone dans une pièce se mesure en ppm : partie par million (un taux de 800 ppm de CO ₂ signifie que sur 1 million de molécules composant l'air, 800 sont des molécules de dioxyde de carbone). - Le taux moyen de CO ₂ en extérieur est d'environ 400 ppm - Taux de CO ₂ < 800 ppm recommandé pour lutter contre la CPVID-19 dans les lieux où le masque est requis - 800 ppm < Taux de CO₂ < 1760 ppm correspond à une faible qualité de l'air - Taux de CO ₂ > 1760 ppm correspond à une mauvaise qualité de l'air

Hypothèses de départ

Pour s'assurer que l'air est sain, il faudrait mesurer le « taux de Covid » et le taux de gaz polluants.

Mesurer directement le taux de Covid nous apparaît impossible. Par contre, **le taux de CO₂ peut nous renseigner sur la qualité de l'air**. En effet si ce taux est important, l'air n'a pas été renouvelé et comporte certainement des **aérosols et d'autres gaz**.

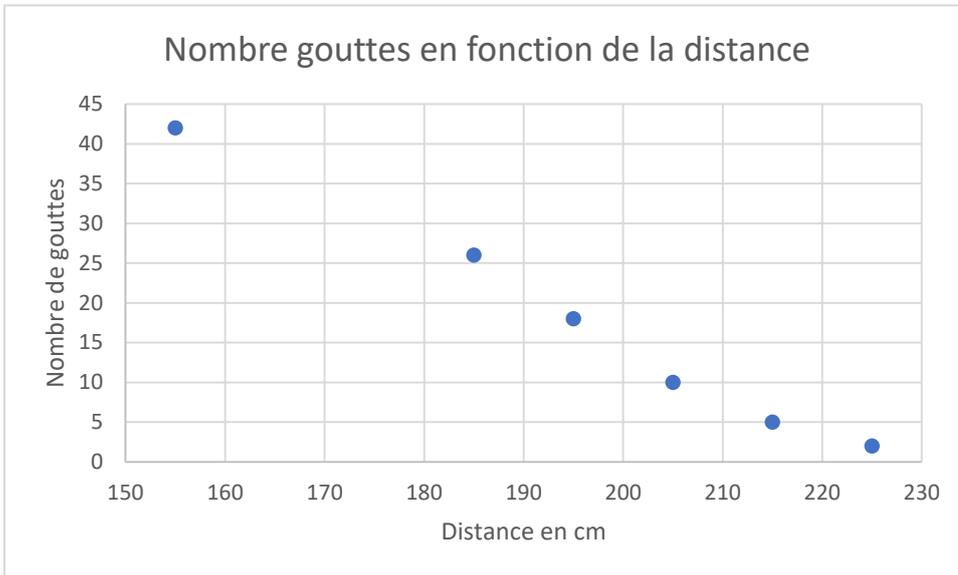
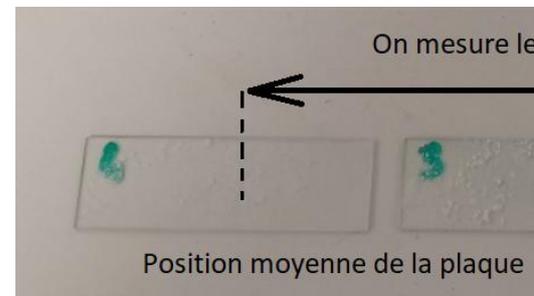
Nous pensons donc mesurer la quantité de CO₂ présent dans l'air d'une pièce et vérifier si les gouttelettes expulsées par la toux se propagent aussi loin qu'il est dit dans le journal.

Expérimentations

1. Mesurons la distance de propagation d'un aérosol

A l'aide d'un pulvérisateur nous avons cherché à recréer les gouttelettes expulsées par la toux. Nous avons mesuré le nombre de gouttes se retrouvant sur une lame de microscope en fonction de la distance moyenne d (distance de la lame de microscope).

Pour mettre en évidence les gouttelettes nous avons utilisé du sulfate de cuivre anhydre qui devient bleu en présence d'eau.



2. Analyse des résultats :

Nous retrouvons bien la distance d'environ 2 m correspondant à la propagation maximale des « grosses gouttelettes ».

Nous avons essayé d'observer si au delà de 2 m, les microgouttelettes de l'aérosol sont visibles.

Nous avons fait des observations avec la loupe binoculaire. On observe de très petites gouttes mais nous n'avons pas pu mesurer leur taille faute de matériel adapté.



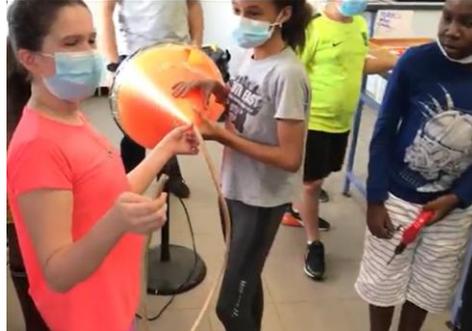
Distance (en cm)	Nombre gouttes
155	42
185	26
195	18
205	10
215	5
225	2

3. Détectons le dioxyde de carbone présent dans la pièce

L'eau de chaux se trouble en présence de dioxyde de carbone.



A l'aide d'un ventilateur, nous avons tenté d'aspirer et de faire barboter l'air de la pièce dans un bécher contenant de l'eau de chaux.



Nous remarquons que l'eau de chaux se trouble ce qui indique la présence de CO_2 dans l'air.



4. Les problèmes rencontrés :

Le dispositif est encombrant ; il ne donne pas de mesure de la qualité de l'air, il indique uniquement la présence de CO_2 et pas des autres gaz ...

Nous proposons alors comme solution de construire un **appareil de mesure**

Mise en place d'un cahier des charges pour construire l'appareil de mesure

- ⇒ L'appareil doit mesurer la qualité de l'air : taux de CO_2 et COV (composés organiques volatils présents dans les peintures par exemple)
- ⇒ Il doit être portatif et autonome en énergie.
- ⇒ Il devra aussi recueillir et afficher les quantités mesurées.
- ⇒ Il doit pouvoir nous alerter en cas de dépassement des seuils minimum garantissant la qualité de l'air.

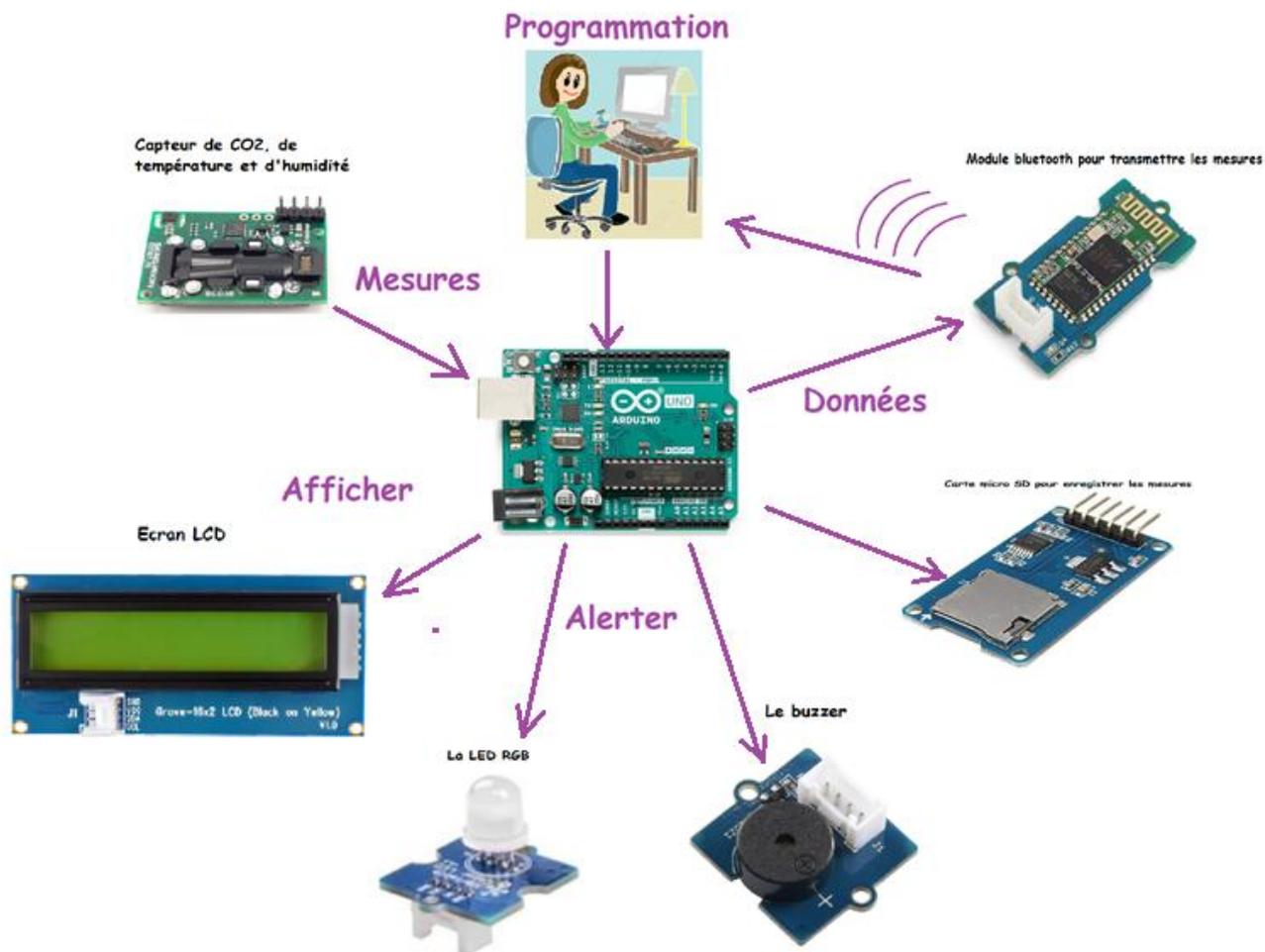
Principe de la chaîne de mesures utilisée

Notre appareil de mesure devra à la fois enregistrer le taux de CO_2 au cours du temps et prévenir si ce taux dépasse les valeurs acceptables. Il doit fonctionner de façon « autonome ».

Nous allons créer un signal sonore avec un buzzer et un signal visuel avec une DEL.

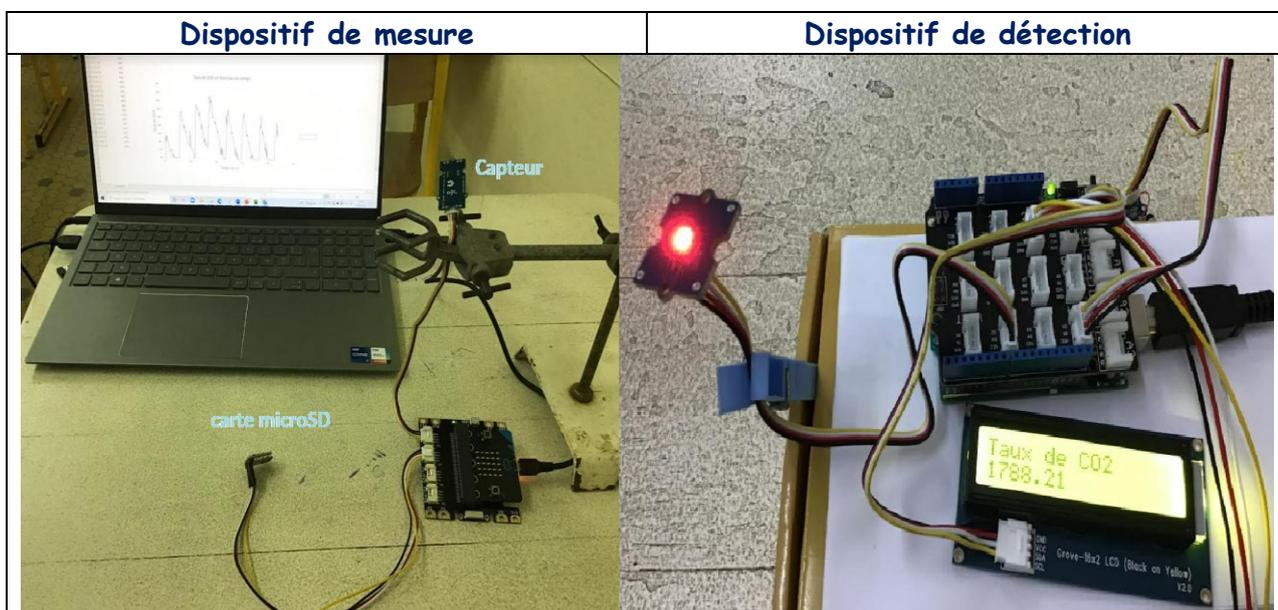
Notre appareil sera donc programmable. Nous allons utiliser un langage de programmation par blocs que nous avons utilisé en technologie.

La chaine de mesure



Le dispositif câblé

Nous avons choisi d'utiliser deux dispositifs. L'un capable d'enregistrer les mesures dans une carte microSD. C'est le dispositif de mesure. L'autre sera contenu dans le boîtier de détection du CO₂ dont nous équiperons les classes. C'est le dispositif de détection.



Les programmes testés

Nous avons testé deux programmes.

Le premier pilotera le dispositif de détection. Il permettra d'afficher les valeurs du taux de CO_2 et, d'indiquer par l'allumage de DEL, dans quelle plage de valeurs se situe le taux de CO_2 .

Le second, téléversé dans le dispositif de mesure permet d'enregistrer les mesures du temps et du taux de CO_2 dans une carte microSD.

Programme d'alerte

Boucle qui fixe l'allumage de la DEL et du buzzer en fonction du taux de CO_2

```
graph TD
    subgraph "Au démarrage"
        A[assigner à CO2 la valeur [Capteur SCD30] dioxyde de carbone (CO2) (ppm)]
    end
    subgraph "Répéter indéfiniment"
        B[si CO2 ≠ 0 alors]
        C[si CO2 < 800 alors]
        D["[Neopixel] contrôler toutes les LED à [LED verte] sur la broche D2"]
        E[sinon si CO2 < 1760 alors]
        F["[Neopixel] contrôler toutes les LED à [LED jaune] sur la broche D2"]
        G[sinon]
        H["[Neopixel] contrôler toutes les LED à [LED rouge] sur la broche D2"]
        I["[Buzzer/Speaker] contrôler à l'état HAUT (1) sur la broche D2"]
        J["[LCD] adresse 0x3e (Grove) afficher le texte créer le texte 'Taux de CO2' sur la ligne 0 position 0"]
        K["[LCD] adresse 0x3e (Grove) afficher le texte créer le texte CO2 sur la ligne 1 position 0"]
        L[attendre 1 seconde(s)]
    end
    A --> B
    B --> C
    C --> D
    D --> E
    E --> F
    F --> G
    G --> H
    H --> I
    I --> J
    J --> K
    K --> L
    L --> B
```

Au démarrage

initialise le chronomètre

Enregistrement et écriture des mesures dans une carte microSD

Répéter indéfiniment

[Openlog] écrire dans la carte SD

avec la carte 4800 sur les broches RXI P0 TXO P14

Données créer le texte valeur du chronomètre en [s] [Capteur SGP30] gaz Dioxyde de carbone (CO2) (ppm)

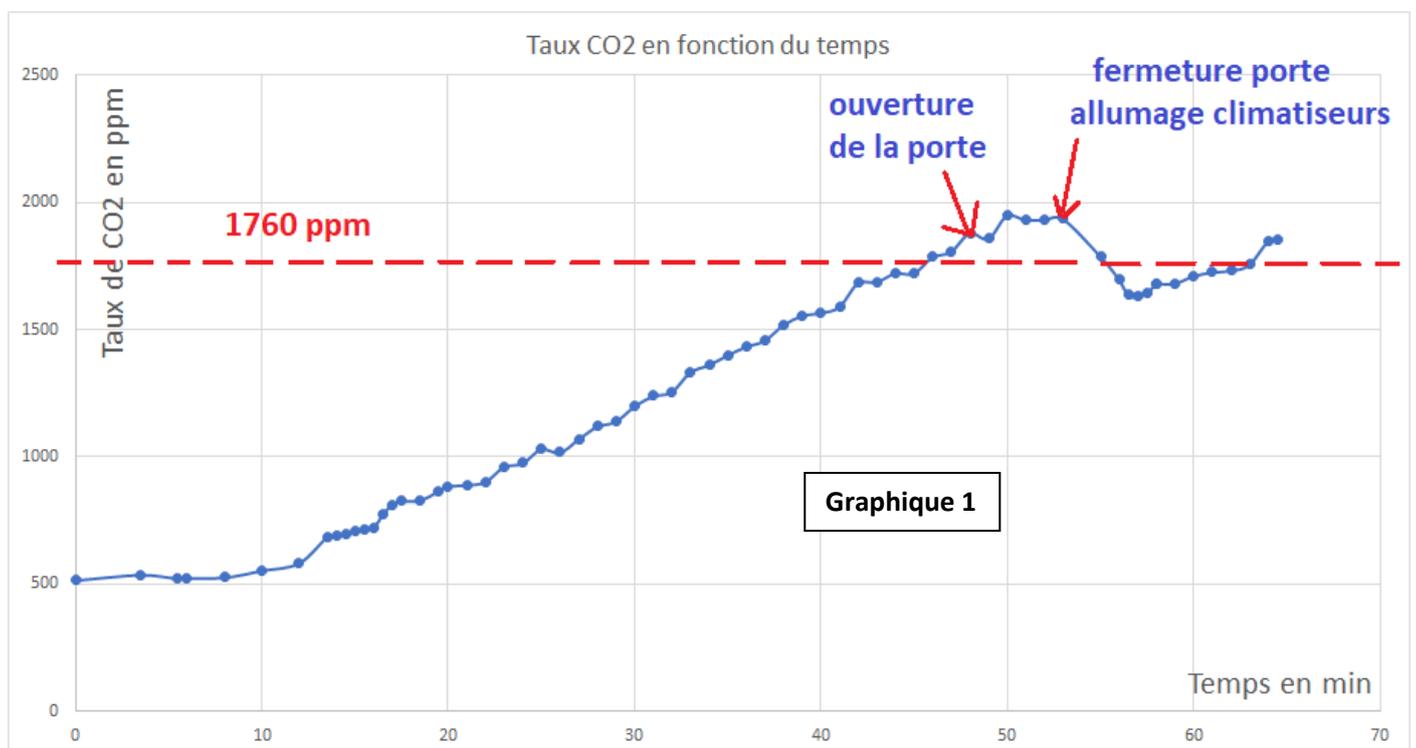
attendre 1 seconde.s

Notre protocole de mesures et nos résultats

Nous avons décidé de réaliser les mesures dans des salles dont nous connaissons le volume, le nombre d'élèves et la température. Nous effectuons des tests avec et sans la mesure sans climatisation.

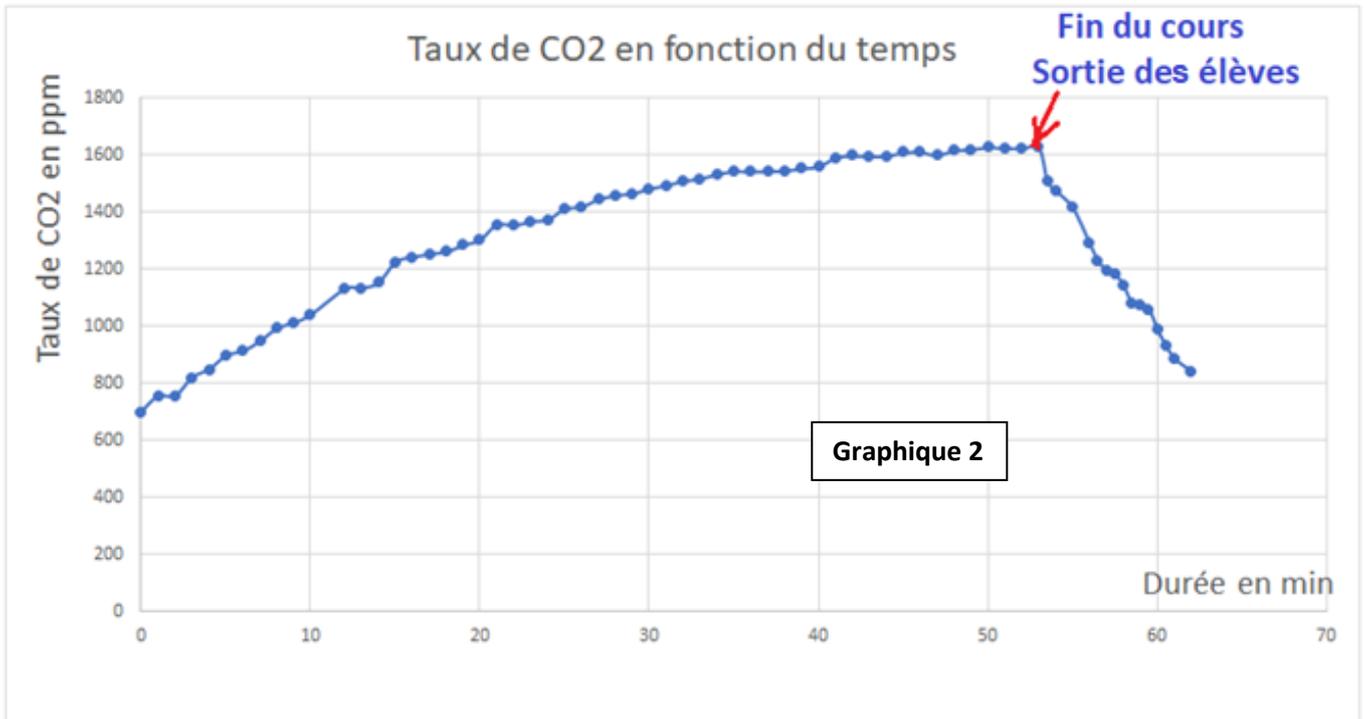
Mesure dans une salle de 60 m³ avec 22 personnes (20 élèves et 2 adultes)

Température = 29°C ; début : 7h30 du matin ; pas de climatisation



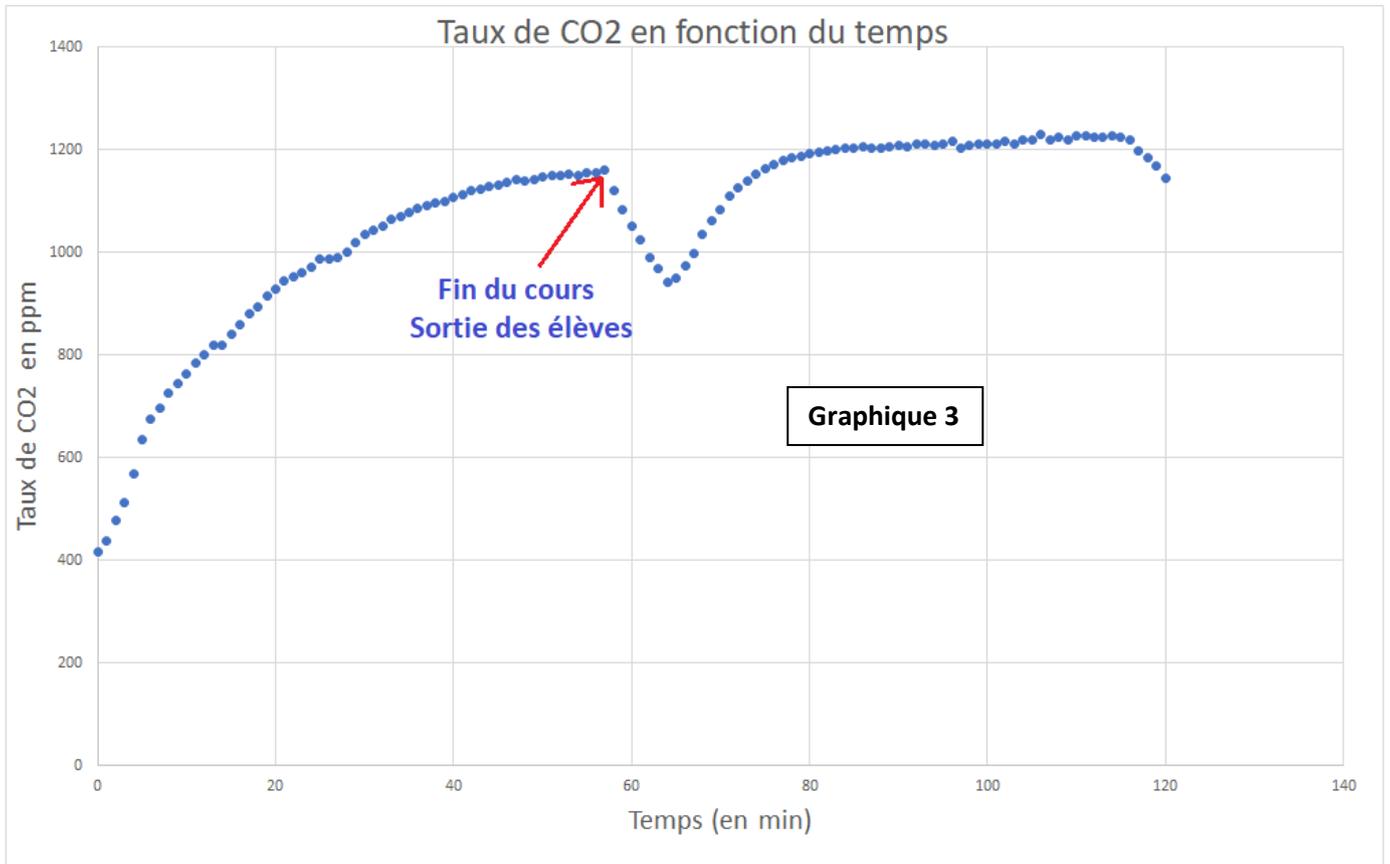
Mesure dans une salle de 60 m³ avec 22 personnes (20 élèves et 2 adultes)

Température = 23°C ; début : 8h30 du matin ; avec climatisation



Mesure dans une salle de 80 m³ avec 19 personnes (19 élèves et 1 adulte)

Température = 24°C ; début : 7h30 du matin ; avec climatisation



L'analyse des résultats

Nous remarquons dans tous les cas, que lorsque des personnes sont enfermées dans une salle de classe, **le taux de CO_2 augmente**.

Dans le **premier graphique** ce taux a dépassé la quantité maximale de 1760 ppm correspondant à une mauvaise qualité de l'air. Lorsqu'on ouvre la porte de la classe, cela ne suffit pas à « vider » l'air malsain !

Par contre nous avons remarqué qu'en mettant en route la climatisation, le taux de CO_2 diminue d'un coup pour réaugmenter au bout de 3 min (graphique 1).

Dans le **second graphique**, nous observons qu'en changeant un seul paramètre (la climatisation), le taux maximal de dioxyde de carbone est plus faible !

Dans le **troisième graphique**, nous avons à peu près le même nombre de personnes et nous climatisons. Nous changeons uniquement la salle qui est plus grande et qui possède une porte de plus.

Nous remarquons que le taux maximal de CO_2 est moins grand.

Interprétations possibles :

La climatisation a un effet certain. Celle-ci a pour effet de ventiler l'air de la salle et donc de le mélanger. Dans la première expérience sans climatisation, le CO_2 s'est accumulé en bas de la salle (niveau du capteur) car il est plus dense que l'air. Lorsque la climatisation s'est mise en route, cela a dilué le dioxyde de carbone dans l'air de la salle et le taux a baissé.

Nous pensons aussi que, même si la salle est fermée, de l'air est échangé sous les portes des classes. Lorsqu'il y a de la ventilation dans la classe, l'air est brassé et peu « sortir » plus facilement.

Apparemment le volume de la salle a aussi un effet sur le taux maximum. Nous pensons que, pour pousser notre analyse un peu plus loin, nous devrions tenir compte du rapport volume/nombre de personnes présentes dans la classe.

Il nous reste encore des expériences à faire, mais nous pouvons déjà donner quelques préconisations.

Nos préconisations pour assurer la qualité de l'air dans les salles

- Il faut installer un appareil qui mesure le taux de CO_2 et qui prévienne si ce taux dépasse 1760 ppm. Le club sciences et robotique va relever le défi d'ici la fin de l'année !
- La climatisation ne suffit pas. Cependant, elle dilue le CO_2 dans l'air et l'empêche de stagner au niveau du sol.
- Il faut vraiment aérer la salle en ouvrant les fenêtres et en mettant en route des brasseurs d'air. La durée d'aération tient compte du volume de la salle (il faudra faire des mesures à ce sujet).
- Dans la salle de permanence, lors des devoirs surveillés de 2 h, les élèves respirent un air chargé en CO_2 . Leur sang étant moins oxygéné, cela peut nuire à leur performance.

Nous rédigerons une **charte d'aération des salles**.

La suite du projet...

Nous allons écrire une charte qui sera présentée au conseil des éco-délégués.

Nous allons aussi faire intervenir notre partenaire SG2D Togo pour une opération de sensibilisation aux rejets de CO₂ dans notre environnement.

Nous venons de rédiger un journal dans lequel nous expliquons comment détecter le Covid et qui parle de la nécessité d'améliorer la qualité de l'air.

Enfin, nous allons aussi construire notre appareil « anti-CO₂ » avec des boîtiers recyclés.

C'est avec plaisir que nous vous ferons partager les résultats de nos recherches.

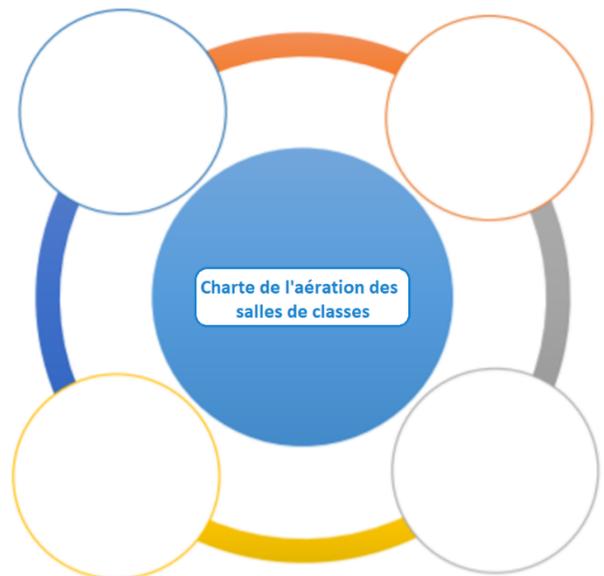


Nos futur-e-s ingénieur-e-s sont déjà au travail pour construire l'appareil « anti-covid ».

Sg2dTogo



Notre partenaire qualité de l'air - Action développement



Les petits reporters du club sciences et technologie

Quelle est la qualité de l'air au lycée français de Lomé ?

Nous respirons environ 15 000 L par jour. Il y a de quoi être soucieux de ce qu'il se passe dans notre nez et notre bouche, puis dans notre machine à respirer : les poumons.

Nos poumons permettent les échanges gazeux avec le sang.

Nous restons la plupart de la journée enfermés dans les salles du lycée. Les peintures et les produits d'entretien contiennent des particules qui se volatilisent et que l'on appelle COV (Composés Organiques Volatils). Le dioxyde de carbone CO₂ et les fines particules d'aérosol (fines gouttelettes d'eau pouvant contenir des virus) expulsés par notre respiration polluent aussi l'air ambiant.

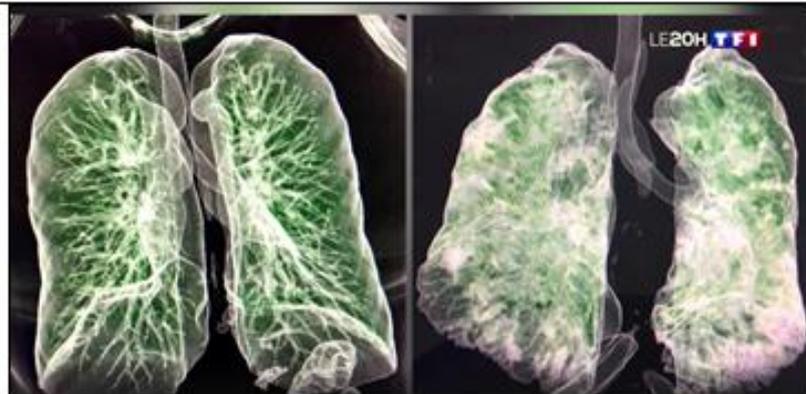
Comment faire pour nous débarrasser de ces polluants ?

Le club sciences et technologie relève le défi !!!

En effet, encadrés par ses professeurs de technologie (M. Vieles) et de physique-chimie (M. Sogard), un groupe d'élèves motivés de 5^{ème} et de 6^{ème} va mettre en place la démarche de projet suivante :

DEMARCHE DE PROJET

- 1) Le besoin du projet
- 2) Quels sont les facteurs mesurables de l'air liés à la propagation de la COVID ?
- 3) Comment mesurer ces facteurs ?
- 4) Quel protocole pour mesurer la qualité de l'air ?
- 5) Analyse des résultats.
- 6) Préconisations pour assurer la qualité de l'air dans les salles



Légende de l'image : dégâts causés dans les poumons d'un patient par le coronavirus

Le scoop du jour : le club sciences et technologie envisage de construire un détecteur de COVID !

Les dernières actualités pour rester informés

La programmation d'un microcontrôleur au service de la Science !

