

Air pur ? Air pourri ?

La qualité de l’air, comment ça se mesure ?



Intervenant : Mme Lemeur, ingénieur à Air Normand

Choisir un sujet

On s'est réuni en salle informatique et on a discuté sur quel projet on allait se lancer. Il y a eu plein de propositions : les robots, les bonbons, les volcans... Quelqu'un a proposé : la pollution. On lui a répondu : « Ici, à Gisors, on est à la campagne, l'air n'est pas pollué ». Et c'est comme ça que tout a commencé.

Plein de questions posées étaient sans réponse : la pollution, est-ce que ça se voit ? Qu'est-ce qui pollue l'air ? Pourquoi la pollution reste dans l'air et ne tombe pas par terre comme la poussière ? Avec quels appareils on mesure la pollution ?

Et nous, est-ce qu'on pourrait mesurer la pollution ?

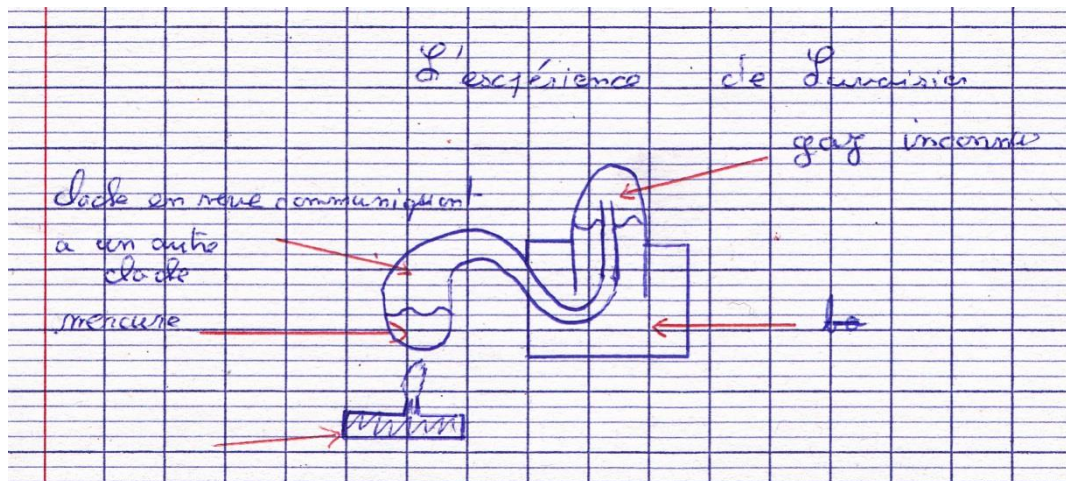
Chacun sa mission

On a formé trois groupes, et chaque groupe a eu un sujet à travailler.

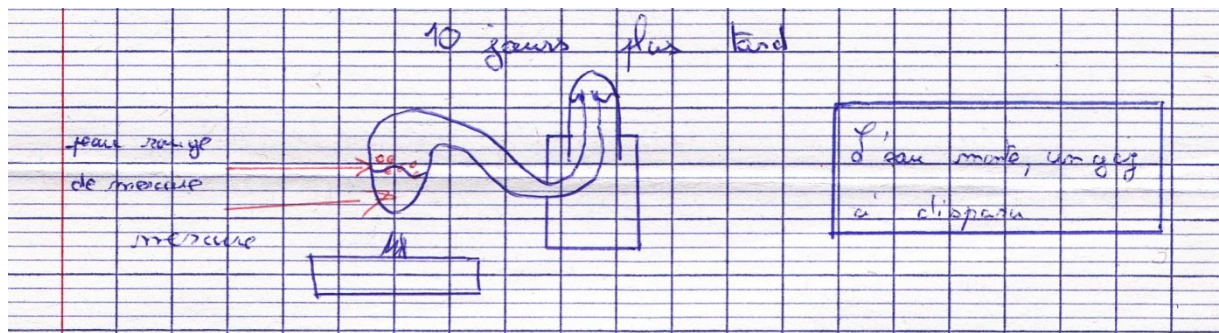
Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Les expériences historiques autour de la composition de l'air	Quels sont les polluants de l'air ?	Comment mesure-t-on la qualité de l'air ?

Compte-rendu du groupe 1

Les expériences historiques autour de la composition de l'air.



En 1776, Lavoisier a réalisé une expérience célèbre qui a prouvé que l'air n'était pas un élément mais était composé de deux gaz.



En effet, après avoir chauffé le mercure il remarque une peau rouge sur le mercure, que l'eau monte et donc qu'un gaz a disparu. **La théorie phlogistique est donc fausse.** Brûler quelque chose ne relâche pas une substance appelée « *phlogiston* » !

Ce qui reste dans la cloche n'est plus de l'air, car quand on place un oiseau dedans il meurt. Lavoisier va appeler le gaz qui reste dans la cloche le gaz azote, qui signifie sans vie en grec. Le gaz qui a disparu, Lavoisier l'appelle le gaz vital, car c'est donc celui qui nous permet de respirer.

Conclusion

Depuis 1776, grâce à Lavoisier, on sait que l'air est composé de différents gaz.

En 4^{ème} on apprend que l'air est composé de 78% de diazote, de 21% d'oxygène et de 1% d'autres gaz.

Mais ça ne nous dit pas où sont les polluants et d'où ils viennent.

Compte-rendu du groupe 2

Quels sont les polluants de l'air ?

Notre travail s'est basé sur le site Air Normand, en particulier la rubrique « L'air : le b a – ba ». Nous avons donc appris que dans l'air il y a des polluants qui sont :

- des gaz
- des particules en suspension.

Ces gaz et ces particules sont principalement des produits de toutes les combustions qui se produisent dans les usines, dans les maisons ou dans les moteurs de voiture. Ces gaz sont :

- le dioxyde de soufre SO_2

- Les NOx, les oxydes d'azote
- l'ozone O₃
- le monoxyde de carbone CO (étudié en classe)
- les particules en suspension d'un diamètre inférieur à 10µm, les PM10.

Bilan

Nous avons appris que l'indice ATMO de qualité de l'air se calcule sur la base de mesures de 4 polluants : le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, l'ozone et les particules en suspension.

Questions : mais alors est-ce qu'on peut avoir confiance en l'indice ATMO si il ne mesure que 4 polluants ? L'idée nous est vite venue de rencontrer le personnel d'Air Normand pour lui poser la question. Finalement, c'est Air Normand qui est venu à nous.



Mme Lemeur d'Air Normand a répondu à toutes nos questions et nous a donné des idées pour la suite de nos travaux. En plus elle nous a présenté les métiers de la qualité de l'air et les études qu'il faut faire.

1. D'abord, elle a répondu à la question de la confiance qu'il faut avoir à l'indice ATMO. C'est un indice qui évolue. Si il y a une alerte pour un autre produit, Air Normand cherche tout de suite des manières de le mesurer (**c'est ce qui s'est passé pour**

la fuite de mercaptan à Rouen).

2. Elle nous a parlé du problème des déchets et de la manière pour s'en débarrasser : ou bien on les enterre, ou bien on les brûle, mais cela produit de la dioxyne qui est un polluant. Elle a insisté sur les particules en suspension qui étaient très dangereuses pour la santé.
3. Pour travailler dans la qualité de l'air, on peut devenir ingénieur. Il faut un bac +5, université ou grandes écoles, et se spécialiser en physique, chimie ou biochimie. On peut aussi être technicien pour faire le travail de maintenance. Il faut un bac + 2 électronique, mesure physico-chimique. On peut également être cartographe,

informaticien ou statisticien. Tous ces métiers nous ont donné envie de nous renseigner sur la spécialité « Mesures physiques » à l'université.

Enfin, le 3^{ème} groupe a présenté l'exposé à Mme Lemeur, ingénieur à Air Normand, sur « Comment mesure-t-on la qualité de l'air ».

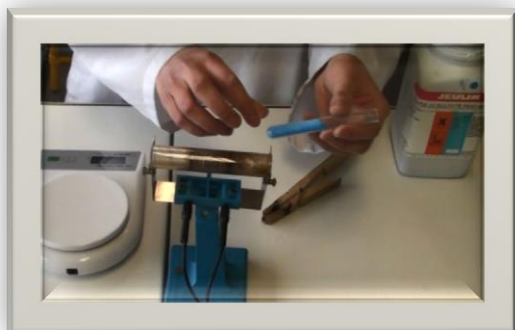
Compte-rendu du 3^{ème} groupe

Comment mesurer la qualité de l'air

D'après nos recherches, il y a deux manières principalement pour mesurer la qualité de l'air. Il y a la méthode optique et la méthode par gravimétrie. La méthode optique consiste à faire passer un faisceau de lumière et regarder le noircissement. Moins il y a de lumière qui traverse l'air, plus il est pollué.

La méthode par gravimétrie.

Cela consiste à effectuer deux mesures de pesée et à comparer ces mesures. Par exemple, on pèse un filtre propre, on le dépose quelque part pendant plusieurs jours, on le récupère et on le pèse à nouveau. On sait la masse de pollution qui s'est donc déposée sur le coton.



Application :

Mesure par gravimétrie de la masse d'eau contenue dans 4,6g de sulfate de cuivre pentahydraté.



On le déshydrate en le chauffant

Déshydraté il devient tout blanc

3g de sulfate de cuivre anhydre

Conclusion :

4,6g de sulfate de cuivre pentahydraté contient 1.6g de molécules d'eau. Ce résultat est obtenu par gravimétrie.

La méthode par gravimétrie est utilisée dans les stations d'Air Normand. Nous avons essayé de faire nos propres mesures et de l'appliquer à la pollution des gaz d'échappement.

Protocole :

- Prendre un tissu de coton propre.
- Le peser
- Le tenir à 10cm d'un pot d'échappement de voiture pendant 3 minutes
- Noter le type de moteur et l'année de la voiture
- Peser le morceau de tissu sali par les gaz d'échappement.



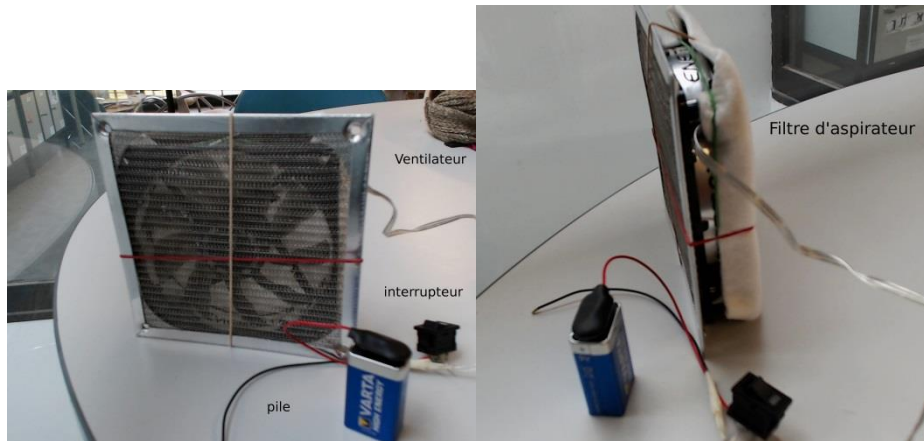
Résultat :

Impossible de conclure. Nos balances ont une **résolution** de 0,1g, ce qui n'est pas assez précis pour une masse très petite. Mme Lemeur nous a dit que les balances d'Air Normand sont au moins 1000 fois plus précises que les nôtres.

Nous avons alors essayé de mesurer « avec les yeux » en comparant les cotons utilisés, un placé derrière un pot d'échappement de voiture à essence, l'autre placé derrière un pot d'échappement de voiture diesel. Là encore, il nous a été difficile de conclure et de vérifier que les voitures diesel sont plus polluantes que les voitures à essence.

Nous n'avons pas réussi à mesurer une masse de pollution. Mme Lemeur nous a en plus expliqué que c'est très difficile car il faut faire attention de ne pas mesurer l'eau présente dans l'humidité. Il faudrait maintenir l'appareil de mesure toujours à la même température pour que le résultat **signifie quelque chose**.

Nous travaillons encore à améliorer notre protocole. Nous avons décidé de comparer des voitures de la même année avec des pots catalytiques. L'un de nous est chargé de fabriquer un appareil de mesure « maison » à partir de ventilateur d'ordinateur et de filtres d'aspirateurs. On a décidé que l'appareil ressemblerait à un porte-voix. Résultats à venir au mois de mars.... Voici quelques images du prototype :



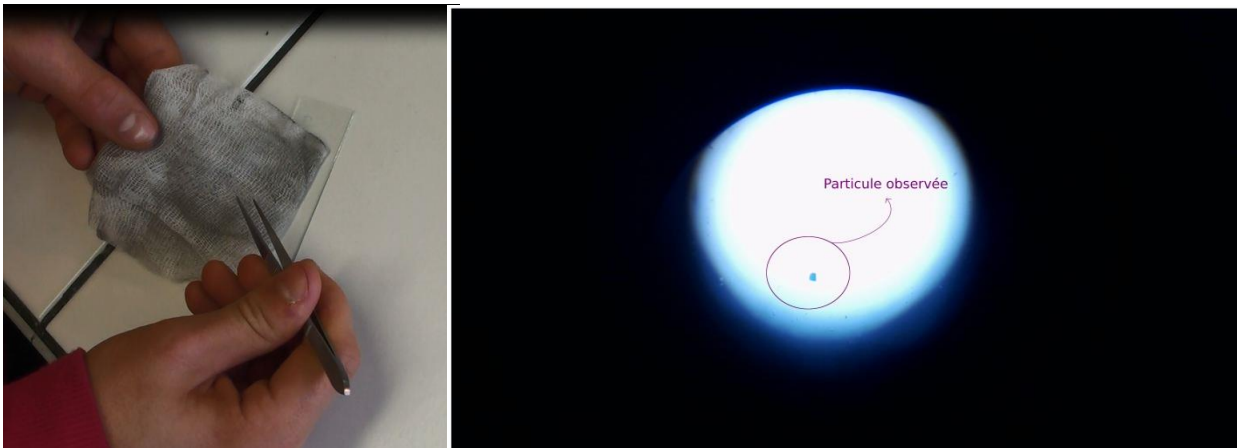
Nous avons alors décidé d'essayer de **mesurer la taille** des particules qui se sont déposées sur nos bouts de tissus.

Mesurer la taille des particules en suspension et des poussières.

Idée : regarder les tissus avec les microscopes du collègue.

Problème : Les tissus ont beaucoup de reliefs et l'observation au microscope doit se faire sur quelque chose le plus plat possible.

Solution : Prélever la pollution déposée sur le tissu la déposer sur des plaquettes en verre très propres et prendre des images avec une webcam au-dessus de l'oculaire.

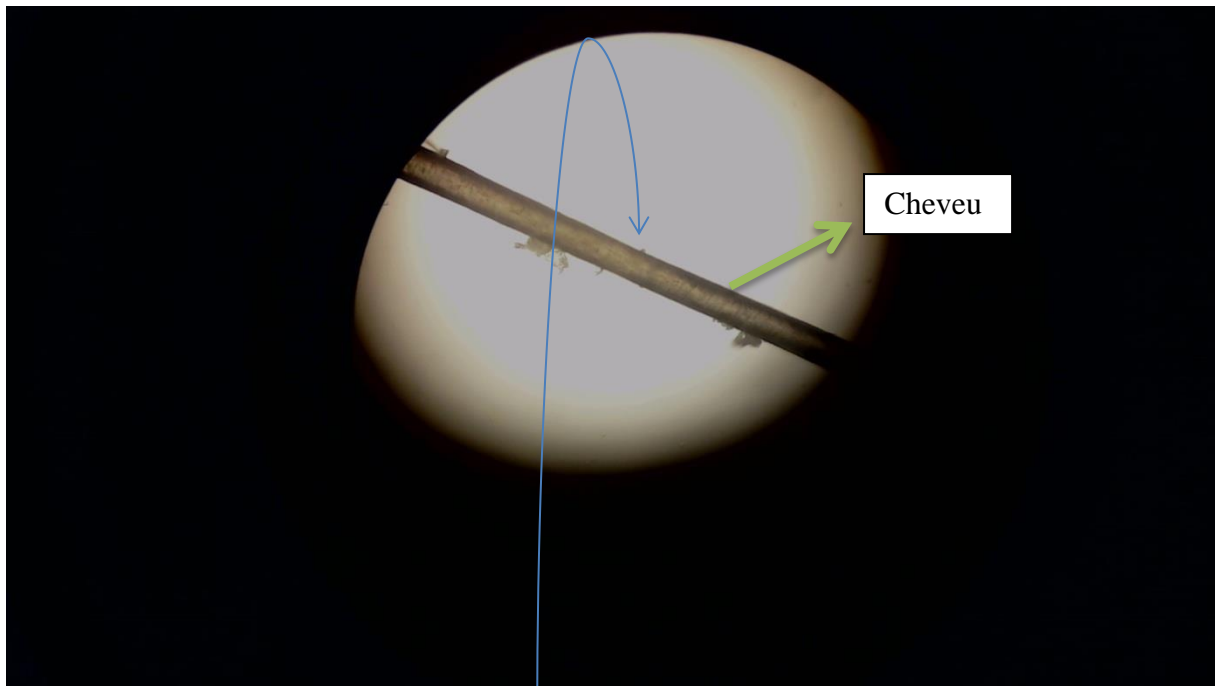


Problème : Comment mesurer ce qu'on voit ?

Idée : On a placé une règle à côté de la particule, mais comme le microscope grossit 150 fois, même un millimètre c'est très grand sur l'image et c'est très grand par rapport à la particule.

Autre idée : On place à côté de la particule un objet très petit dont on connaît la taille. Comme ça, on va pouvoir comparer les tailles.

Choix de l'objet : on a eu l'idée d'un cheveu. Sur internet, on a vu que le diamètre d'un cheveu était compris entre 50 et 100 μ m (Wikipedia). On a fait une photo du résultat :



On voit sur l'image que la plus petite particule est à peu près 10 fois plus petite que le diamètre du cheveu.

Conclusion :

Les particules du pot d'échappement ont un diamètre compris entre $\frac{50}{10} \mu\text{m}$ et $\frac{100}{10} \mu\text{m}$, donc entre 5 et $10 \mu\text{m}$.

Les particules qui sortent du pot d'échappement sont donc bien des **PM10** d'après ces mesures.



Peut-on être encore plus précis dans les mesures de la taille ?

A l'aide du logiciel gratuit *Mesurim* on a appris à mesurer un objet à partir de son image en le plaçant à côté d'un **objet étalon**.

Pour apprendre à utiliser ce logiciel on s'est donc tous mesuré à partir d'une photo en posant avec un objet de 1m à côté de soi.

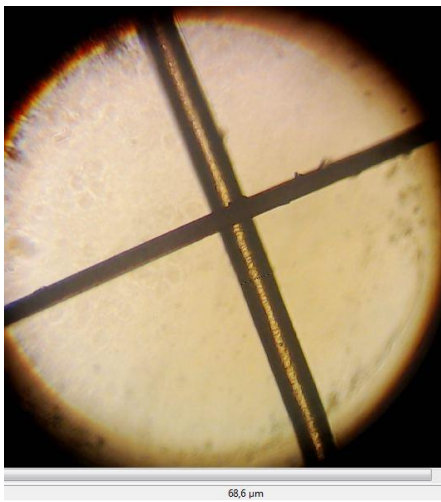
On voit ici que Victor mesure 1,41m par cette méthode. On trouve presque la même taille avec

un mètre ruban. Il faut bien faire attention où on clique avec la souris pour être précis et utiliser les zoom sur l'image !

Problème : quel est l'étalon qu'on va utiliser pour placer à côté des particules du pot d'échappement ?

Idée : M. Fonvielle nous a proposé d'utiliser des « fils calibrés » Jeulin. D'après la notice, on connaît leurs diamètre avec une incertitude de 3%. Le fil le plus petit a un diamètre de $40\mu\text{m}\pm 1,2\mu\text{m}$.

C'était très difficile de placer en même temps la diapositive Jeulin avec le fil et des particules sur le microscope. On a donc choisi de mesurer le cheveu qu'on avait utilisé pour faire la première mesure approximative.



Le cheveu mesure $68.2\mu\text{m}$



La particule mesure $6,77\mu\text{m}$

La deuxième mesure est plus précise que la première. La première, on a dit que la particule était à peu près 10 fois plus petite, mais ça pouvait être 15 fois ou 8 fois. Dans la deuxième, quand on clique en deux points tout près de l'image, la taille varie de deux ou trois μm. On pense donc que la taille de la particule mesurée est entre $3,77\mu\text{m}$ et $9,77\mu\text{m}$.

Il s'agit donc bien d'une PM10.

Conclusion, bilan et prolongements



- Ces travaux nous ont permis de comprendre les questions de pollution qui sont d'actualité. On a lu et étudié des articles du *Monde* sur la pollution de l'air dans la ville de Pékin et on a vu que c'était très important d'avoir un organisme comme Air Normand qui fait des mesures en qui on peut avoir confiance.
- On a été intéressé par les études sur les mesures en physique et on va se renseigner sur les DUT et les universités qui ont cette spécialité.
- On a beaucoup réfléchi sur les problèmes de mesure et on a compris une chose très importante, c'est que **mesurer c'est comparer**.
- On a gardé contact avec Nicolas Lepelley, ingénieur à Air Normand qui suit nos travaux et qui va nous prêter un vrai filtre à particules en suspension pour l'introduire dans notre machine que Maxime et Antoine sont en train de fabriquer.

On a prévu de travailler sur la mesure des mailles des filtres pour faire comme Air Normand, et récupérer seulement des PM10 et pas ce qui est plus gros. Nous allons faire à la rentrée des mesures avec un LASER en utilisant la diffraction....

Enfin, Mme Lemeur nous a distribué une plaquette sur les lichens qui sont des bio-indicateurs car ils absorbent la pollution, notamment les particules en suspension qui nous intéressent. Nous avons donc prévu d'organiser une sortie en forêt pour regarder les lichens autour de Gisors et autour de la sucrerie d'Etrepigny...