

Suivi des poussières atmosphériques à Pau



Sarah Bernet

Séraphin Lescanne

Alexandre Longhi

Corentin Sablé

Collège Marguerite de Navarre PAU

25/03/2011

Sommaire

Introduction

Le problème

L'Historique

Le Principe de fonctionnement du capteur
Sa mise en place

Le protocole de mesures

La mise en forme des résultats
à partir des filtres relevés

Les premiers résultats

Conclusions et perspectives.

Suivi des poussières atmosphériques à Pau

Introduction

Notre projet s'inscrit dans le travail de l'atelier scientifique ayant pour sujet l'atmosphère et lié aux projets éducatifs CALISph'air et GLOBE. Ces projets fournissent aux étudiants « chercheurs » des expériences pour « explorer » et apprendre au sujet de la Terre à travers un réseau réservé aux étudiants, professeurs et scientifiques. Les projets du Globe se déroulent dans de vraies sciences associées à des bases de collectes de données, avec des actions collaboratives.

Depuis plusieurs années, notre groupe étudie les aérosols. Les aérosols revêtent une importance de premier ordre dans la mesure où ils peuvent agir sur le climat, la fonte des neiges, la santé humaine... Il est donc utile de connaître leur nature et leur quantité au sol.

Nous nous sommes interrogés sur la répartition annuelle des poussières à Pau et la façon de les mesurer et de les identifier. Si la pollution varie au cours de l'année, des capteurs de poussières nous permettraient d'évaluer cette présence dans les basses couches de l'atmosphère.

Après une première phase de construction du capteur, nous sommes actuellement dans la phase opérationnelle. Le capteur est en place et fonctionne. Nous récupérons des poussières sur les filtres, et nous faisons, par tâtonnement, évoluer le système et les protocoles. Les poussières captées sont observées régulièrement.



Clichés jn Puig

LE PROBLEME

Quelle est notre motivation?

Les aérosols sont des «poussières» en suspension dans l'air. Ils ont des natures différentes selon leurs origines et sont :

- soit d'origine naturelle, tempête de sable, éruption volcanique, pollen ou feu de forêt.
- Soit proviennent des activités humaines, fumées d'usine, gaz d'échappements...

Les aérosols atmosphériques dont font partie les poussières, sont une source de pollution en liaison avec le développement de maladies, asthme, allergies ... Ils sont responsables de modifications du bilan radiatif de la Terre. Ils modifient l'albédo des surfaces qu'ils couvrent, facilitant la fonte des neiges en assombrissant leur surface. Ils agissent également comme noyaux facilitant la formation de gouttes d'eau.

Le problème qui se posait à nous était de mesurer ou d'estimer la quantité de poussières atmosphériques présentes sur Pau. Nous souhaitons avoir une idée sur leur quantité et leur répartition annuelle. Y a-t-il plus de suie en hiver ? Quand reçoit-on le plus de sable en provenance du Sahara ?...

Comment peut-on étudier, connaître, prévoir, leur présence dans la basse atmosphère?

Pour mener à bien cette problématique, nous avons d'abord fait des recherches sur Internet afin de mieux connaître les particules atmosphériques. Cela allait nous permettre aussi de bien connaître les limites de notre travail, ce que nous pouvions dire et les réserves qu'il faudrait avoir.

Nous nous sommes limités aux particules solides, les poussières, la suie, les grains de pollens et autres, en abandonnant les aérosols liquides qui, eux aussi, jouent un rôle non négligeable, mais auraient demandé des mesures et des dispositifs plus complexes.

L'HISTORIQUE

Depuis plusieurs années, l'atelier scientifique du collège porte un intérêt particulier aux aérosols. Tout d'abord, les nuages de poussières qui parcourent la planète ont été suivis et étudiés.

Par la suite, durant quelques années, les élèves du collège ont construit «l'aéroatmolux», un appareil destiné à mesurer l'absorption de lumière par les différents types d'aérosols. Enfin plus récemment, un groupe s'est questionné sur les particules dans les basses couches de l'atmosphère. Dans une première phase, ce groupe a recherché quel était le système le plus adapté pour capturer les particules, système basé sur le principe de l'aspirateur. Faire fonctionner un aspirateur en permanence aurait été beaucoup trop efficace et les filtres auraient été rapidement encrassés.

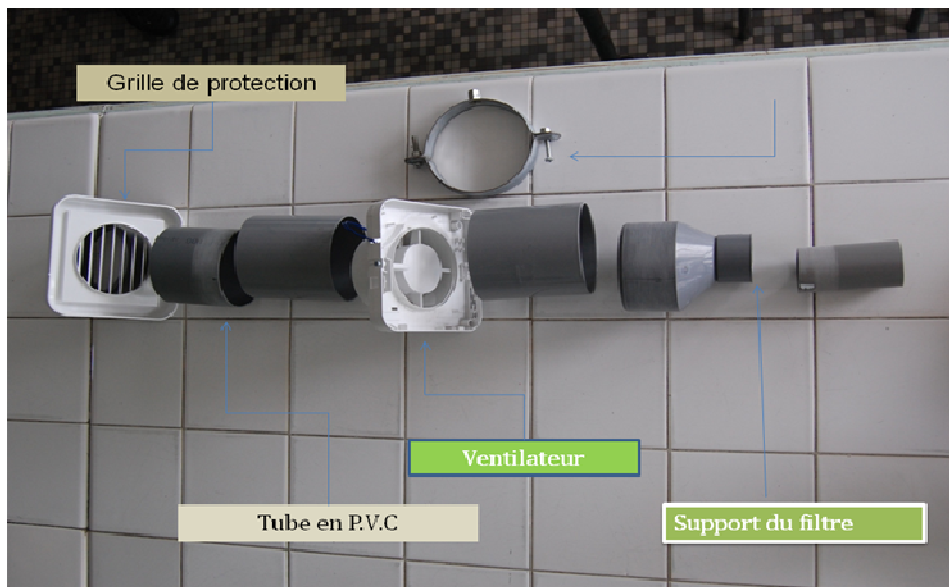
LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU CAPTEUR

Ce capteur sert à piéger des particules, poussières, fumées, sables, pollens... en suspension dans l'atmosphère : les aérosols. Ce piégeage se fait par aspiration de l'air extérieur au travers d'un filtre. Il permet ainsi d'étudier les aérosols solides et de suivre leur évolution au cours de l'année.

La construction

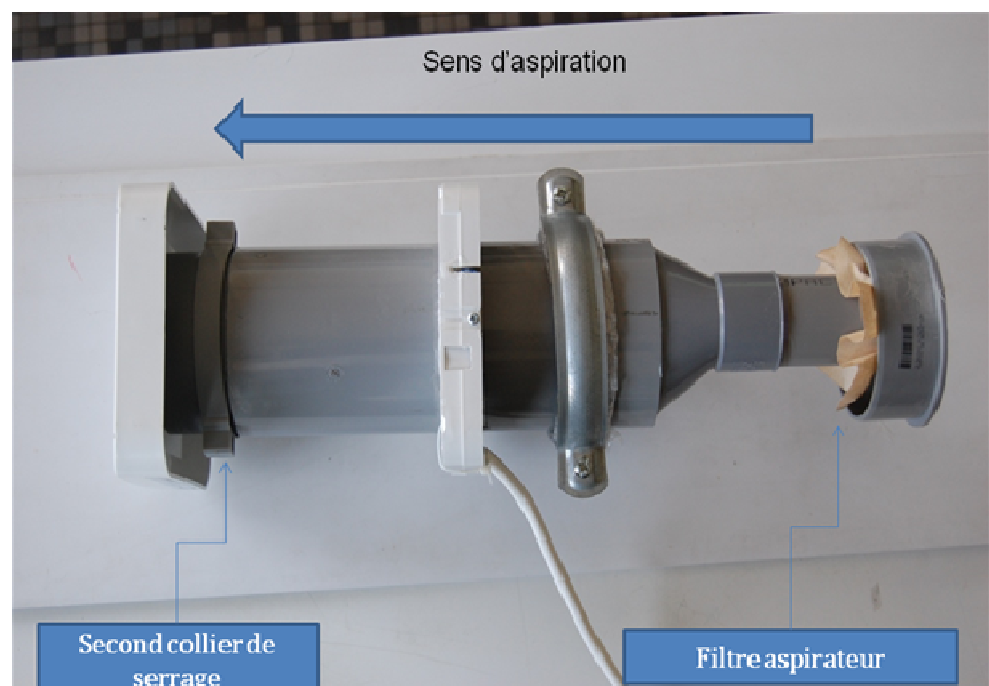
Tous les composants du capteur sont faits en matières plastiques, il comprend :

- Une boîte de protection transparente en P.V.C de Longueur: 47.5 cm; largeur: 22 cm; hauteur: 19.5cm épaisseur: 0.5cm.
- Un tuyau PVC (longueur: 26cm; Diamètre embouchure: 5 cm; diamètre sortie: 10 cm).
- Un filtre papier.
- Un ventilateur type aération de salle de bains d'un débit de: 100 m³/ heure.



Vue éclatée Cliché A Deville

Le capteur une fois monté
Cliché A Deville





Le capteur en place
sous sa protection en
PVC transparent *cliché*
A.Abadie

La protection en PVC transparent assure une bonne visibilité et permet une bonne protection face aux épisodes pluvieux. Nous avons pu constater son efficacité : le filtre n'est jamais mouillé, le moteur est bien protégé de la pluie car, même s'il est étanche, sa protection est préférable.

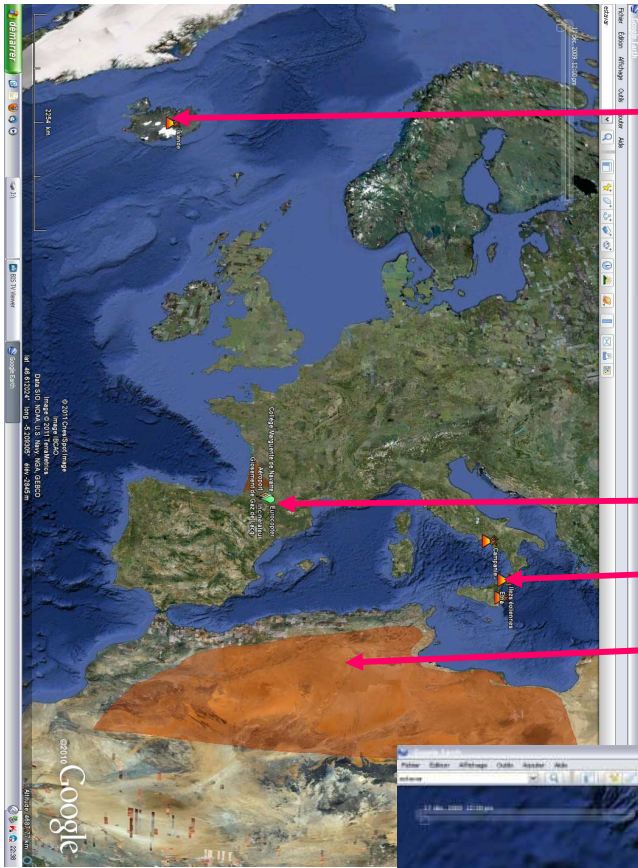
La mise en place

Nous avons réalisé ces mesures avec le capteur d'aérosols à Pau, ville située dans le Sud-ouest de la France, dans le département des Pyrénées Atlantiques. Ces mesures consistant à évaluer le taux de poussières atmosphériques et chercher à identifier leur nature.

La mise en place s'est faite en extérieur, dans un lieu découvert mais proche d'un bâtiment, afin de disposer d'une alimentation électrique. Nous avons choisi de le placer de préférence en hauteur et dans un lieu protégé, le jardin des sciences du collège.

Provenance des vents :

Nous avons pu enregistrer la présence de différents vents grâce à la station météo installée par M. Puig venants de la forêt des Landes (du Nord), d'autres venants du Sud : le foehn, qui nous apporte des particules du désert saharien, puis des plateaux espagnols dans la région des « Barderas ».



Volcanisme d'Europe du nord

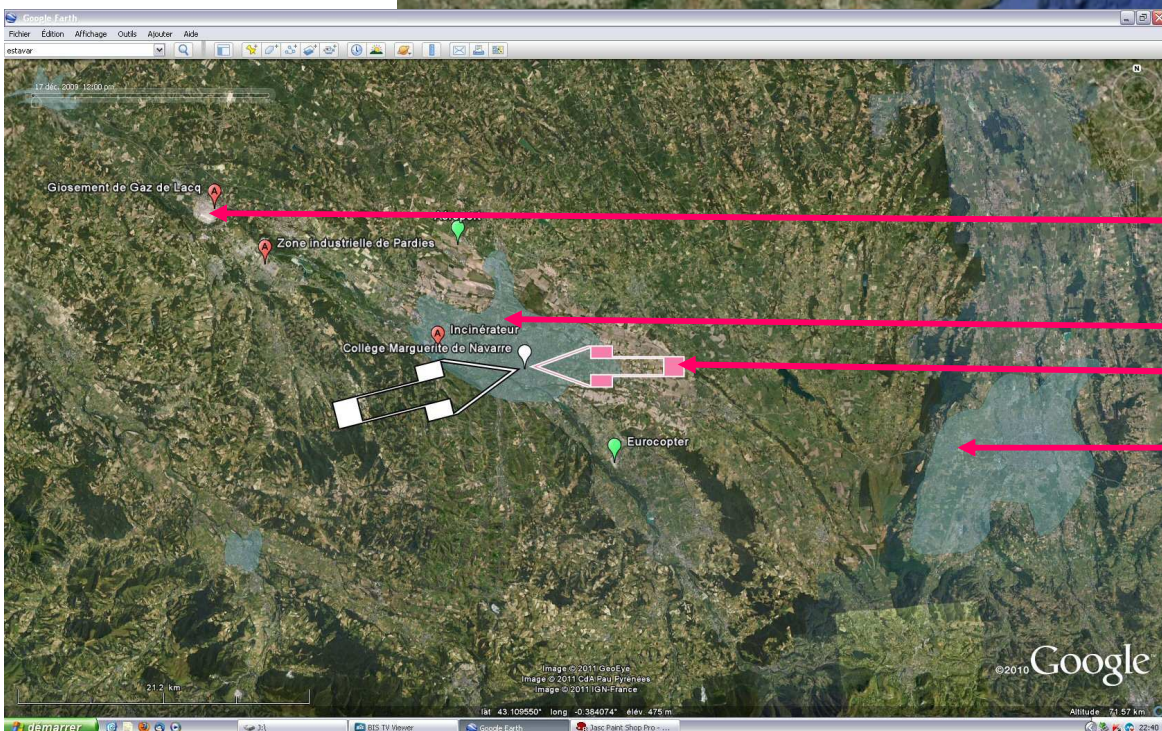
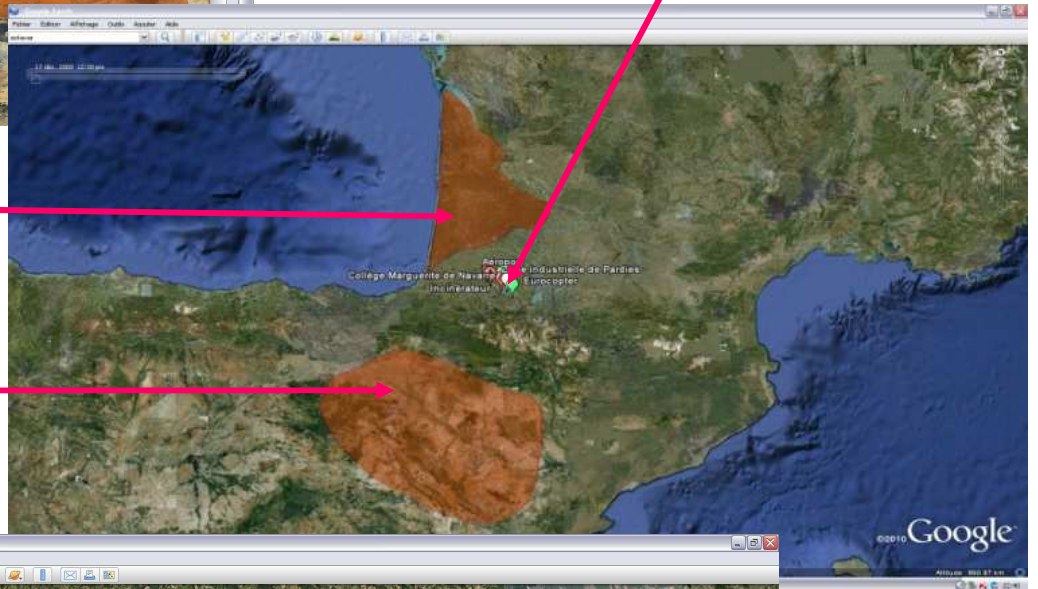
Situation du capteur d'Aérosols

Volcanisme d'Europe du sud

Désert du Sahara

Forêt des Landes

Zone désertique des Bardenas



Lacq, zone industrielle

Agglomération de Pau
VENTS DOMINANTS

Agglomération de Tarbes

LE PROTOCOLE DE MESURES

Nous avons choisi de réaliser les mesures avec une fréquence d'un filtre par semaine. A l'heure actuelle, nous travaillons avec des filtres de microns environ et de 2-3 microns pour nous mettre un peu en rapport avec les mesures des offices de surveillance de l'air, en l'occurrence AIRAQ pour notre région. De plus, ces filtres seront blancs et donc plus faciles à lire. Ainsi toutes les semaines, nous prenons tout d'abord en photo le filtre. Cette photo sera le témoin. Elle permet de compter les particules qui déjà pourraient être présentes sur le filtre. En fait, nous prenons huit photos au hasard du même filtre. Pour réaliser ces photos, nous utilisons un microscope muni d'une caméra vidéo.



cliché A. Longhi

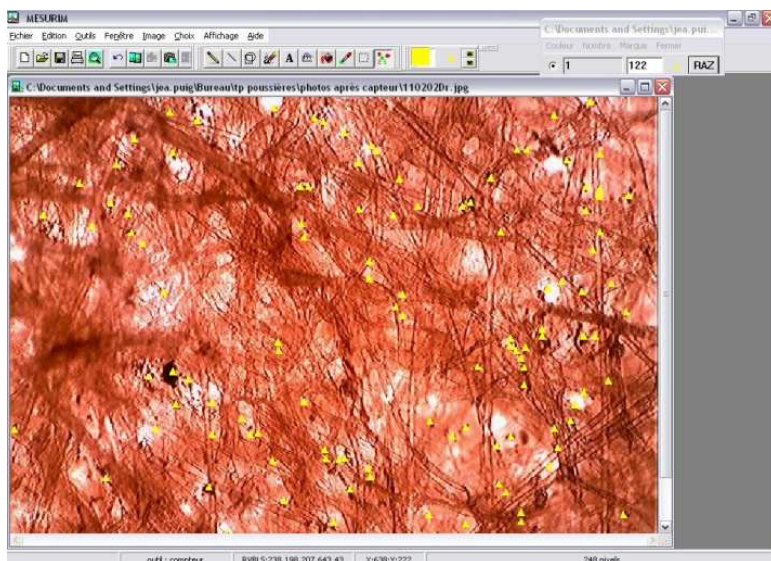
Partie en extérieur:

Nous plaçons le nouveau filtre sur l'embouchure du capteur, dans le jardin. Puis, nous attendons une semaine et le retirons en prenant soin de ne pas le toucher avec les doigts ni de le faire tomber. Il est placé dans une pochette protectrice. Un nouveau filtre est alors mis en place pour la semaine à venir.

Clichés jn Puig



LA MISE EN FORME DES RESULTATS A PARTIR DES FILTRES RECOLTES



Vitesse moyenne du vent en km/h et direction

Partie au laboratoire:

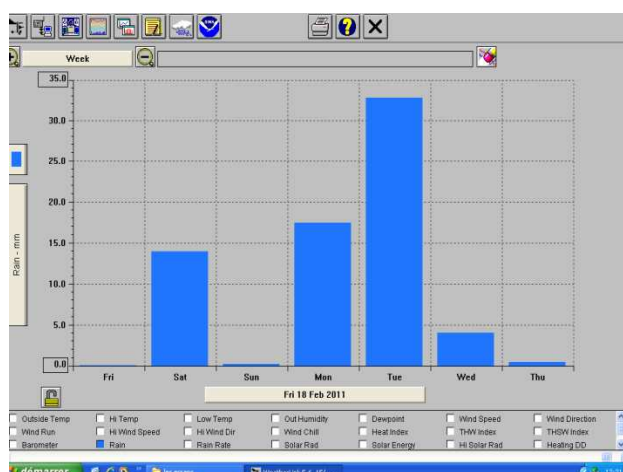
Nous utilisons le microscope pour effectuer à nouveau 8 photos ainsi que le logiciel «mesurim». Ceci nous permet de compter le nombre de particules d'aérosols. Nous comparons ce comptage à celui des photos-témoins du filtre. L'ensemble de ces valeurs est traité par un tableur.

Cliché s. Bernet

De la même façon, nous plaçons dans le classeur les données météorologiques de la semaine pour établir une relation entre aérosol et météo dans notre bilan.



Vitesse moyenne du vent en km/h et direction



Précipitations en mm *Clichés s. Bernet*

Mesures de la taille des aérosols



De plus, le logiciel mesurim permet également de mesurer la taille des aérosols récoltés grâce à son système d'échelle. Ainsi, une fois l'échelle fixée en pointant un diamètre de la particule il est possible d'estimer sa dimension ici sur l'image environ 10.1µ.

Principe de l'enregistrement des données :

- _ Pour un relevé hebdomadaire, chaque papier filtre est photographié à l'aide d'un microscope, relié à une caméra, elle-même reliée à un ordinateur (utilisation du logiciel « Scope Photo »)
- _ Le papier filtre est photographié 8 fois avant exposition, comptage des particules.
- _ Et après exposition le papier filtre est photographié 8 fois, comptage des particules.
- _ Comptage des particules effectué avec le logiciel « mesurim » à l'aide ce logiciel nous pouvons connaître environ le nombre de particules qu'il y a sur le filtre.
- _ Avec le résultat obtenu sur « Mesurim », nous rentrons les données dans le tableau de comptage Excel et grâce à une formule de calcul (qui comprend la moyenne du nombre de particules, la surface observée, la surface du filtre exposée et le débit d'air en mètre cube durant la période d'exposition) nous pouvons connaître le nombre moyen de particules qu'il y a sur le filtre par mètre cube durant la période.

Formule de calcul du débit du Dust-Tracker:

On assimile le capteur à un cylindre

On calcule la section (en m²) du cylindre

Pour cela, on mesure le diamètre de l'embouchure : **D = 4,5 cm**

Le rayon est : **R = 4,5 : 2 = 2,25 cm = 0,0225 m**

Section de l'embouchure (aire du disque) : **S = π R²**

$$S = \pi \times (0,0225)^2 \approx 1,59 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

2) On mesure la vitesse de l'air (en mètres / seconde) passant dans le filtre avec l'anémomètre.

On effectue plusieurs mesures et on prend la vitesse moyenne :

$$v \approx 1,7 \text{ m/s}$$

3) On calcule le débit d'air passant à travers le filtre avec la formule simplifiée :

Débit (en m³/ s) = vitesse de l'air (en m/s) x section (en m²)

$$\text{Débit} = 1,7 \times 1,59 \times 10^{-3} = 2,703 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{soit } 2,7 \text{ litres par seconde})$$

4) On calcule ensuite la quantité d'air ayant traversé le filtre pendant une semaine

1 semaine = 7 jours 1 jour = 24h 1h = 60 min 1 min = 60 s

Donc 1 semaine = 7 x 24 x 60 x 60 = 604 800 s

En une semaine, la quantité d'air ayant traversée le filtre est :

$$(2,703 \times 10^{-3}) \times 604\,800 \approx 1\,635 \text{ m}^3$$

Remarque : cela correspond à 9,7 m³ / h avec le filtre.

5) A l'aide du microscope, on observe une partie de la surface totale du papier filtre et on compte le nombre de particules sur le papier :

surface observée : 1,13 mm² (soit 1,13 x 10⁻⁶ m²) avec 40 particules

Remarque : à partir de nos mesures , ce nombre peut varier de 20 à 100

Petit calcul de proportionnalité :

Donc, si pour 1,13 x 10⁻⁶ m² , il y a 40 particules

pour la surface du filtre 1,59 x 10⁻³ m² , il y a (1,59 x 10⁻³) x 40 : (1,13 x 10⁻⁶) ≈ 56 000 particules

On en déduit la quantité de particules par m³ (avec des approximations) sachant qu'en une semaine d'exposition, le filtre a été traversé par 1635 m³ d'air :

$$56\,000 : 1635 \approx 35 \text{ particules !!!!!} \text{ par m}^3 \text{ d'air en moyenne pendant cette semaine.}$$

LES PREMIERS RESULTATS

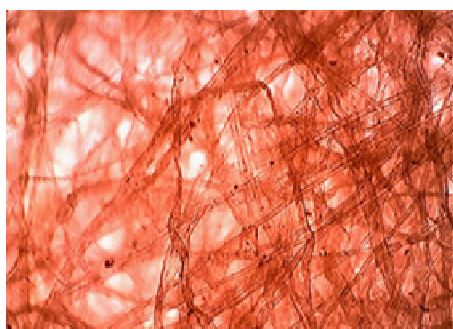
Les particules solides restent en suspension dans l'air sans cible probable, aucune courbe précise. Mais nous savons que des phénomènes comme la pression atmosphérique, la vitesse du vent, l'altitude et le poids peuvent influencer sur la distance parcourue

Semaine du: 4 février 2011

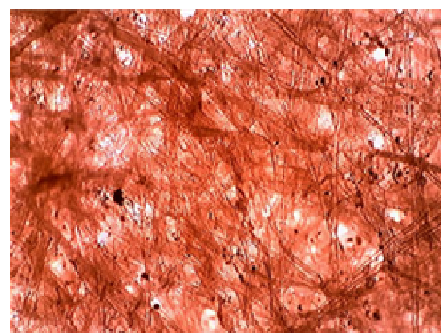
Météo: Vent fort et climat sec

Filtre n°:1

Filtre photo témoin:



Filtre photo d'une
semaine sèche et
venteuse

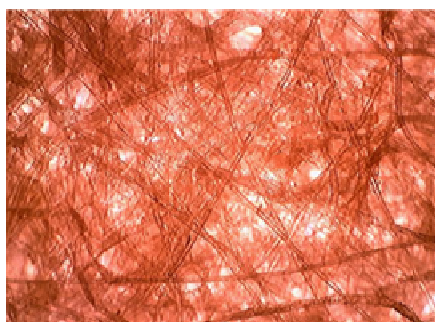


Semaine du: 18 février 2011

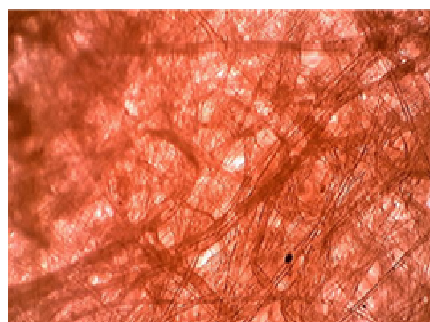
Météo: Fortes précipitations

Filtre n°:2

Filtre photo témoin:



Filtre photo d'une
semaine pluvieuse



Lors de nos premières mesures qui ont débuté il y a plusieurs mois (qui ont débuté en janvier 2011), nous avons déjà pu remarquer quelques points particuliers. D'abord, la présence d'aérosols est très variable. Leur nombre aujourd'hui peut varier de 1 à 13 par mètre cube selon les conditions météorologiques. Dans l'exemple donné ci-dessus, nous avons

Dates	N° photos des Filtres	Avant passage au capteur	Après passage au capteur	moyennes observées	Particules dénombrées	surface de la zone observée $1,11 \times 10^{-6} \text{m}^2$	Surface du filtre exposée $1,59 \times 10^{-3} \text{m}^2$	débit en m^3 durant la période	nombre moyen de particules par m^3 durant la période
11 10 08	A	1	15	2,75	5,63	1,11264E-06	0,00159	1635	5
	B	5	2						
	C	4	9						
	D	0	5						
	E	2	11	8,38					
	F	3	5						
	G	1	6						
	H	6	14						
11 10 14	A	3	1	1,88	1,13	1,11264E-06	0,00159	1635	1
	B	1	0						
	C	2	7						
	D	3	1						
	E	2	7	3,00					
	F	2	2						
	G	2	4						
	H	0	2						
11 10 21	A	0	5	0,25	5,88	1,11264E-06	0,00159	1635	5
	B	0	10						
	C	0	6						
	D	1	8						
	E	0	4	6,13					
	F	0	5						
	G	0	4						
	H	1	7						
11 11 10	A	1	7	0,38	9,00	1,11264E-06	0,00159	1635	8
	B	1	13						
	C	0	12						
	D	0	27						
	E	0	3	9,38					
	F	0	8						
	G	1	4						
	H	0	1						
11 11 18	A	1	0	0,50	0,25	1,11264E-06	0,00159	1635	0
	B	0	1						
	C	1	0						
	D	1	1						
	E	0	1	0,75					
	F	0	0						
	G	1	0						
	H	0	3						
11 11 25	A	1	0	0,38	1,50	1,11264E-06	0,00159	1635	1
	B	2	2						
	C	0	2						
	D	0	1						
	E	0	1	1,88					
	F	0	3						
	G	0	2						
	H	0	4						
11 12 02	A	1	1	0,63	5,88	1,11264E-06	0,00159	1635	5
	B	2	3						
	C	1	1						
	D	0	3						
	E	0	3	6,50					
	F	0	2						
	G	0	37						
	H	1	2						
11 12 09	A	1	5	0,38	8,25	1,11264E-06	0,00159	1635	7
	B	0	6						
	C	1	10						
	D	0	12						
	E	0	8	8,63					
	F	0	9						
	G	0	10						
	H	1	9						
12 01 06	A	0	3	0,00	4,75	1,11264E-06	0,00159	1635	4
	B	0	5						
	C	0	7						
	D	0	5						
	E	0	1	4,75					
	F	0	6						
	G	0	3						
	H	0	8						
12 01 13	A	0	0	0,25	10,00	1,11264E-06	0,00159	1635	9
	B	0	0						
	C	1	25						
	D	1	1						
	E	0	5	10,25					
	F	0	6						
	G	0	39						
	H	0	6						
12 01 20	A	0	5	0,50	3,00	1,11264E-06	0,00159	1635	3
	B	0	3						
	C	1	3						
	D	0	4						
	E	2	3	3,50					
	F	1	2						
	G	0	4						
	H	0	4						

12 02 03	A	0	4	0,00	7,00	1,11264E-06	0,00159	1635	6
	B	0	6						
	C	0	6						
	D	0	7						
	E	0	4	7,00					
	F	0	7						
	G	0	10						
	H	0	12						
120210	A	2	2	1,00	0,88	1,11264E-06	0,00159	1635	1
	B	1	6						
	C	1	0						
	D	2	0						
	E	0	1	1,88					
	F	0	2						
	G	2	3						
	H	0	1						
120217	A	1	3	0,63	14,75	1,11264E-06	0,00159	1635	13
	B	2	5						
	C	1	6						
	D	0	5						
	E	0	58	15,38					
	F	0	36						
	G	0	6						
	H	1	4						
120309	A	2	24	0,75	11,75	1,11264E-06	0,00159	1635	10
	B	1	15						
	C	1	13						
	D	1	12						
	E	0	14	12,50					
	F	1	8						
	G	0	8						
	H	0	6						
120316	A	0	5	0,50	4,38	1,11264E-06	0,00159	1635	4
	B	0	5						
	C	3	4						
	D	0	4						
	E	0	6	4,88					
	F	1	4						
	G	0	5						
	H	0	6						
120323	A	0	3	0,25	3,13	1,11264E-06	0,00159	1635	3
	B	1	4						
	C	0	5						
	D	0	2						
	E	0	4	3,38					
	F	0	4						
	G	0	2						
	H	1	3						

constaté que la présence de vent augmente la quantité d'aérosols alors que lors des épisodes météorologiques pluvieux, la pluie d'aérosols diminue fortement et les aérosols sont soustraits de l'atmosphère et plaqués au sol. Il s'agit donc d'aléas naturels modifiant la pluie d'aérosols.

Il semble que le vent peut soulever des aérosols mais qu'il peut aussi en transporter sur de longues distances. La direction du vent peut aussi jouer un rôle important selon qu'ils proviennent d'un lieu producteur de poussières ou non. Nous devons donc nous pencher sur les circulations atmosphériques et les espaces proches et lointains autour de notre capteur.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES : (

Nous pouvons dire aujourd'hui de nos travaux sont en bonne voie et productifs. Le dispositif « capteur d'aérosols » que nous avons construit, fonctionne bien. Cependant, Il serait utile de développer une banque d'image de différents types d'aérosols de façon à les déterminer plus facilement. Nous disposons des sources et nous allons construire cette base. Nous sommes en train de développer un système simple de filtrage de l'eau de pluie avec les mêmes filtres de façon à récolter les aérosols lessivés par la pluie.

Dans un avenir proche: poursuivre nos mesures, nos analyses sur plusieurs mois, en prenant mieux en compte les paramètres météorologiques locaux et planétaires. Nous réaliserons ceci grâce à Google Earth et aux données de Météo France ; ceci nous permettra de retracer les circulations atmosphériques, de localiser les sources d'aérosols. Enfin nous utiliserons les données satellitaires des satellites de l'A-Train pour visualiser les aérosols dans l'atmosphère proche lorsque l'orbite des satellites permet une acquisition proche de notre localisation.

Grâce aux nouvelles technologies (microscope, caméra, ordinateur et logiciel), nous arriverons à émettre des conclusions, à mieux comprendre la Nature ...

Dans un avenir plus lointain, nous espérons pouvoir échanger avec d'autres établissements européens dans le cadre d'un projet Comenius, leur proposer de réaliser les mêmes expériences avec notre capteur d'aérosols, afin de comparer nos données suivant les lieux, les climats ... et un jour peut être de se rencontrer...

