

CASPA 2019



Session 3 : Usages et territoires

# APOLLINE : RÉSEAU LILLOIS DE MINI-CAPTEURS

SUZANNE CRUMEYROLLE



# APOLLINE : le réseau lillois de mini-capteurs

## Deux expériences (opportunistes) de science participative

**Benjamin Hanoune**

[benjamin.hanoune@univ-lille.fr](mailto:benjamin.hanoune@univ-lille.fr)

S. Crumeyrolle, R. Rouvoy, R. Kassi, ...



**Colloque National  
Capteurs et Sciences  
Participatives**

1 - 4 Avril 2019



- **Développer des instruments miniatures, fiables, peu onéreux**
- **Déployer un réseau de mesure de polluants en air intérieur et extérieur**
- **Déterminer les paramètres influant sur les niveaux de pollution**
- **Développer les recherches en atmo, et tous les autres domaines : santé, environnement, économie, urbanisme...**
- **Eduquer et sensibiliser tous les publics à la pollution atmosphérique**

# APOLLINE – les partenaires universitaires lillois

- **Laboratoire Physicochimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère (PC2A)**  
UMR 8522 CNRS/U Lille



- **Laboratoire d'Optique Atmosphérique (LOA)**  
UMR 8518 CNRS/U Lille



- **Centre de Recherche en Informatique, Signal et Automatique de Lille (CRISTAL)**  
UMR 9189 CNRS/U Lille/INRIA

- **Institut de Recherche sur les Composants logiciels et matériels pour l'Information et la Communication Avancées (IRCICA)**  
USR 3380 CNRS/U Lille



- **Institut d'Electronique, de Microélectronique et de Nanotechnologie (IEM)**  
UMR 8520 CNRS/U Lille



# APOLLINE – les autres partenaires

- Les étudiants : thèse, M2, M1, ingénieurs, ....

- ULCO – LISIC, LPCA



- IMT Lille Douai - SAGE



- Rincent Air



- Collectivités : MEL, Lille, Lomme



- Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique – APPA



## APOLLINE – les financeurs



Nombreux projets déposés, refusés ou en attente...

# The July 2018 indoor nodes

T, RH, P, light, motion

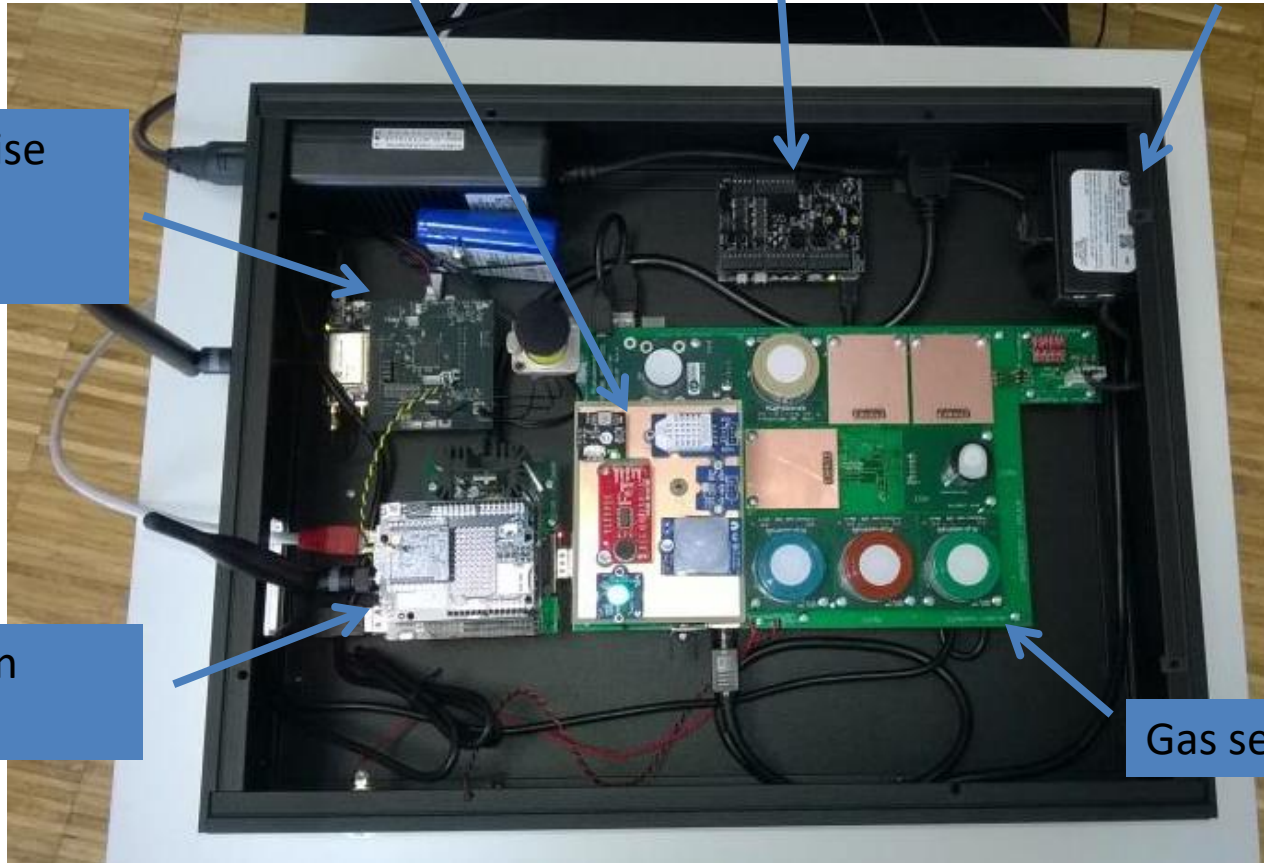
MOS sensors

PM counter

Advanced noise analysis  
(wavely.fr)

Communication module

Gas sensors

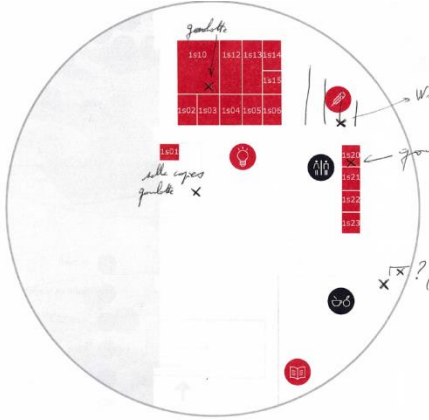


42 x 33 x 9 cm (16 ½ x 13 x 3 ½ in)

4.5 kg (9 lb)

~3000 €

# APOLLINE – les déploiements fixes en cours



[lilliad@univ-lille.fr](mailto:lilliad@univ-lille.fr)





# Capteurs autonomes de particules



HK-A5 Laser PM2.5/10  
6 canaux, 0.3-10 microns

Fin 2017



Début 2018

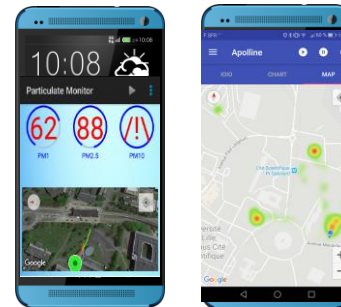


Fin 2018



**Hardware** : Système autonome et optimisé en terme de poids/encombrement

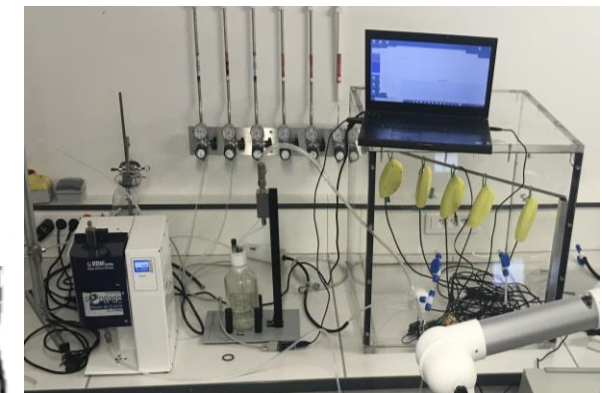
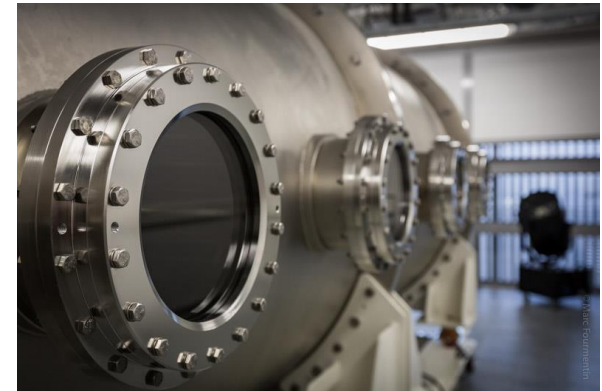
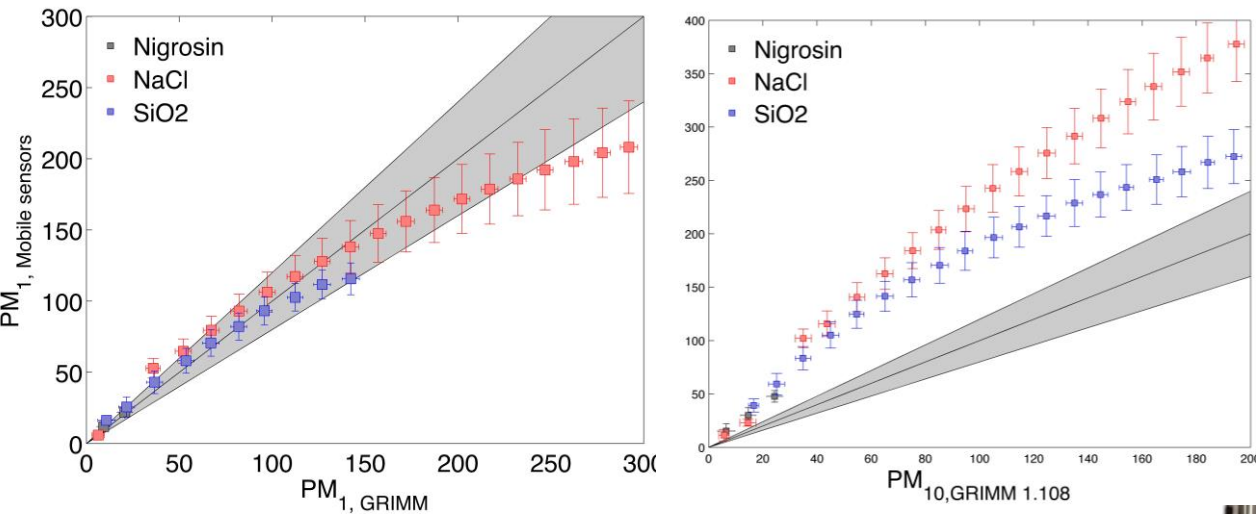
**Software** : Appli fonctionne pour android (assez énergivore)



# Metrologie des capteurs

LIMONADE (CPER IRENE - 2017)  
Thèse E. Assy

Comparaison avec mesures de référence  
influence T, RH, P, ...  
influence du déplacement



Work in progress...  
Caractérisation de la chambre en cours  
Mesures complémentaires sur la plateforme du LOA



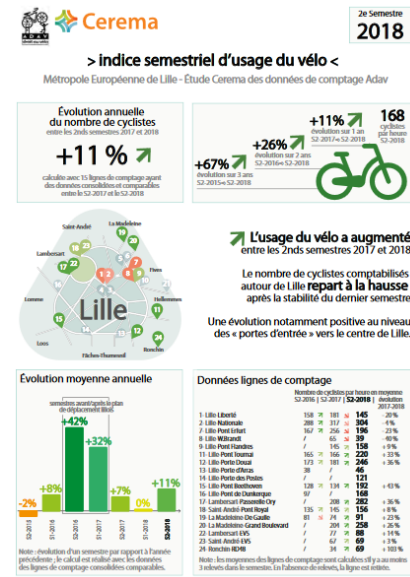
# Pourquoi des mesures avec l'ADAV ?

- Point d'entrée : des universitaires sont parfois des cyclistes pratiquants
- Demande en parallèle de l'ADAV à l'APPA
- Objectifs pour l'ADAV :
  - Connaissance de l'exposition : que respirent les cyclistes ?
  - Cartographie : par où doivent-ils passer ?
  - Politique : comment intégrer des considérations qualité de l'air dans la définition de la politique de déplacement ?



# Déroulé de la campagne

- 2018 : quelques mails et rencontres avec responsable de l'ADAV
- 6 juillet 2018 : mise au point de la campagne avec responsable ADAV : les mesures se feront en statiques, lors des comptages de cyclistes
- 27 septembre 2018 : BH et APPA à l'ADAV devant une dizaine de volontaires. Présentation qualité de l'air. Formation à l'utilisation des capteurs. Installation du soft sur le téléphone des participants.
- Expérience toujours en cours

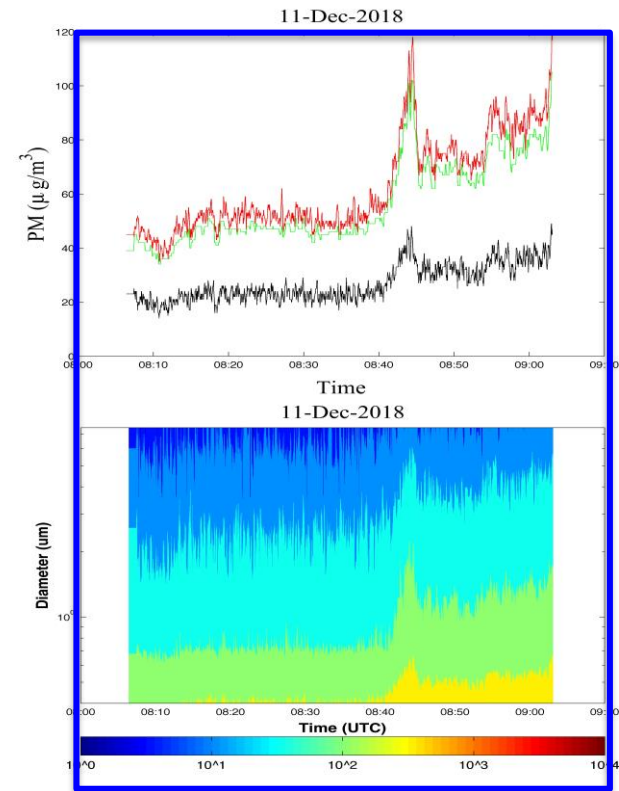
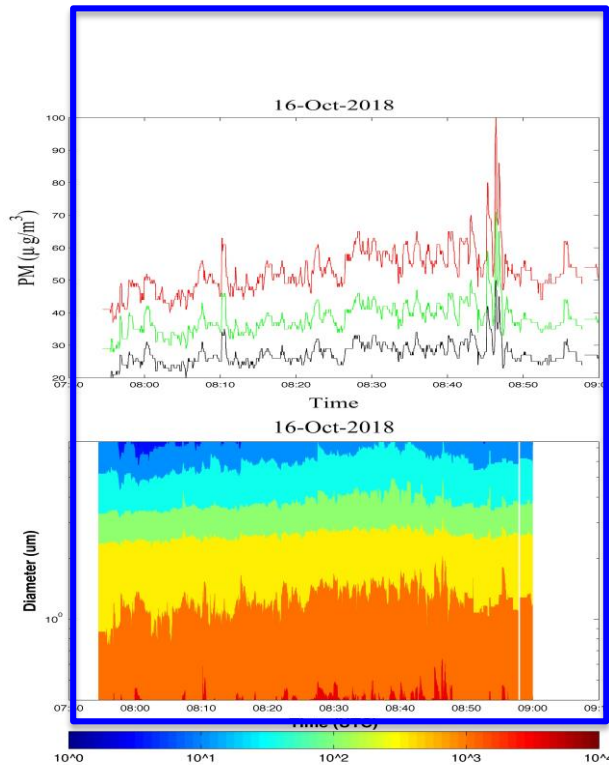


# Mode opératoire

- Porter le capteur avec soi, ou près de soi, pendant les comptages de cyclistes.
- Faire des photos.
- Ne pas oublier de le charger quand on est chez soi.
- On ne met pas le capteur dans sa poche, dans son sac.
- Ni dans la douche, le bain, sous la pluie...
  
- Envoyer les données stockées sur le smartphone au référent de l'ADAV, en même temps que les données de comptages de cyclistes. Avec les photos.
- L'ADAV met les données à notre dispo sur un serveur. Fichier texte. Aucune info personnelle.
- Les participants voient entre eux ou avec l'ADAV s'ils veulent se transmettre les capteurs.
  
- Visualisation en temps réel.



# Quelques mesures



**Peu de mesures : 11 heures de mesure en 6 mois**  
**Aucune info de contextualisation**  
**Pas vraiment un succès...**



# La suite



Un projet en cours de co-construction (U Lille et BdS)

Mesures pendant trajet des cyclistes

Pas le même type de participants (+ jeunes, + technophiles...)

Pas le même capteur. Envoi direct des données vers notre serveur.

# Pourquoi des mesures à Lomme ?

- Point d'entrée : Pôle des Arts et Cultures Numériques
- Déjà des contacts entre Lomme et U Lille pour visualisation, agrégation, usage des données...
- Aucun intérêt particulier pour la pollution de l'air
- Sauf un enseignant (techno) d'un collège
- Objectifs :
  - Pour nous : un premier essai de mesure en aveugle avec capteur bleu, avec des volontaires peu avertis
  - Pour Lomme : des données en plus.
  - Pour les élèves : je ne sais pas.



# Déroulé de la campagne

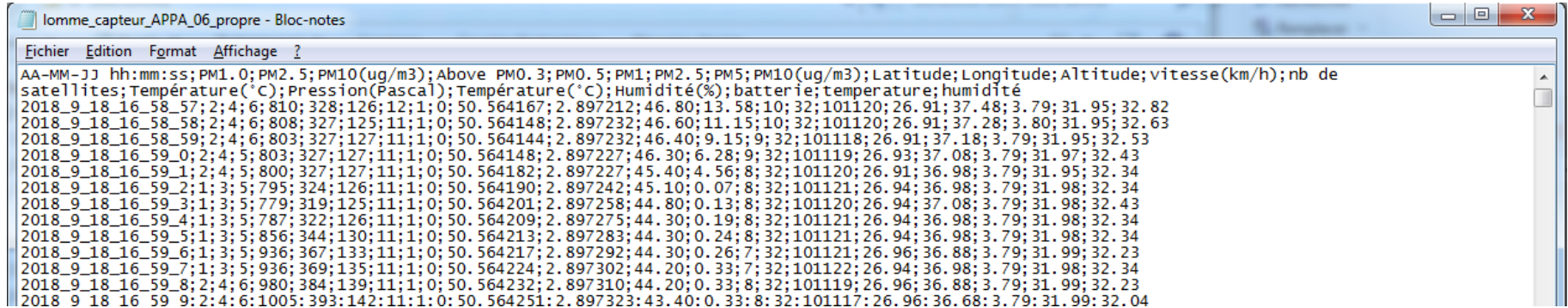
- Janvier-juillet 2018 : deux-trois réunions avec la ville
- 18 septembre : deux heures dans la classe. Qu'est-ce que la recherche? Distribution de 3 capteurs. Formation à leur utilisation.
- 25 septembre : récupération des capteurs
- 4 décembre : deux heures dans la classe. La pollution de l'air, et quelques résultats.



# Mode opératoire

- Porter le capteur avec soi, ou près de soi, pendant 24 heures.
- Faire des photos.
- Ne pas oublier de le charger quand on est chez soi.
- On ne met pas le capteur dans sa poche, dans son sac.
- Ni dans la douche, le bain, sous la pluie...
  
- Le ramener au collège le lendemain et le donner au volontaire suivant.
- La rotation des capteurs entre les élèves a été organisée par l'enseignant.
- On ne force personne à participer. Ceux qui n'ont pas de chargeur compatible (1 sur 25), ou ceux qui ne veulent pas participer à l'expérience (1/25), ne participent pas.
  
- Pas de visualisation des données en temps réel.
- Confidentialité des données, anonymat, déclaration RGPD... RIEN.
- Mise en garde des élèves : je peux connaître leurs trajets, leur domicile, certaines de leurs activités...

# APOLLINE – Lomme

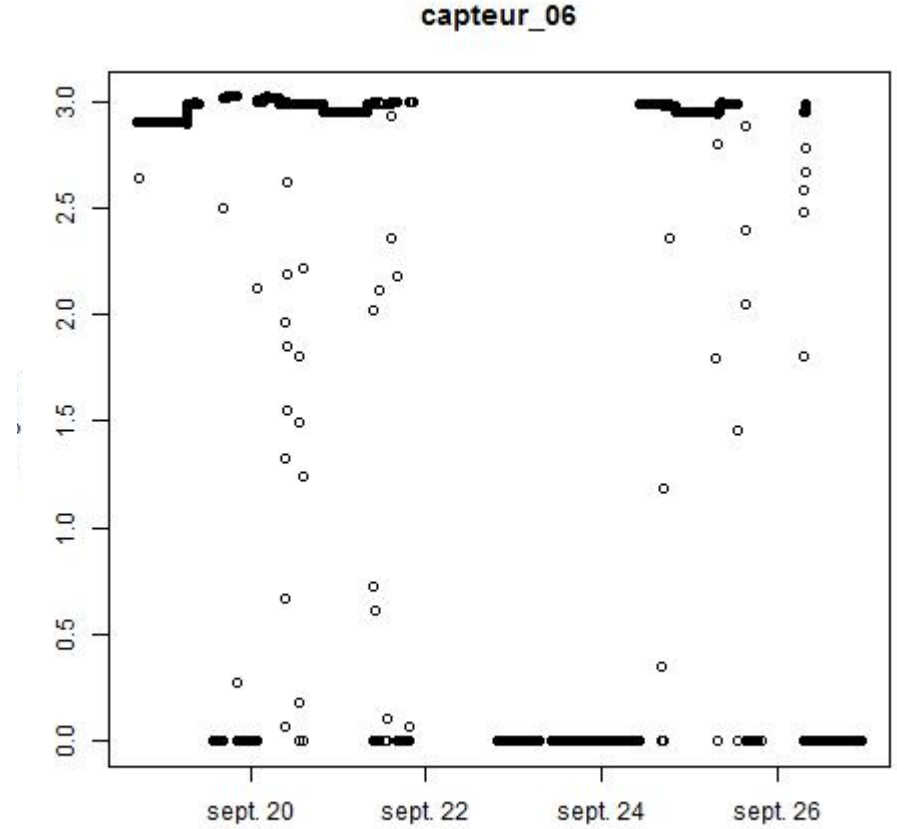
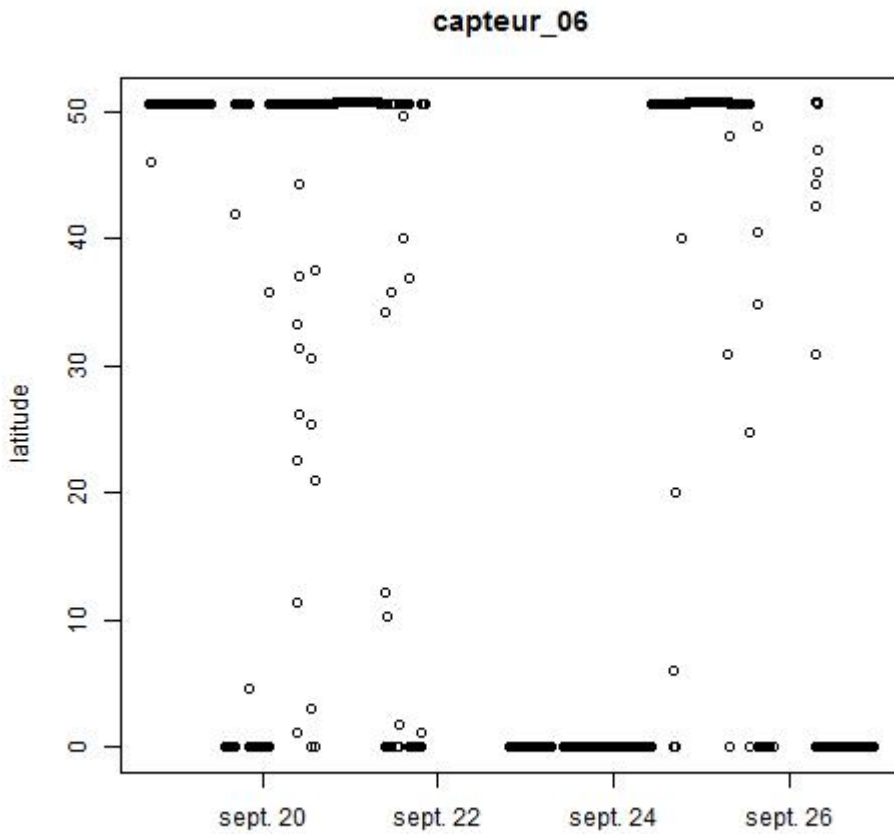


```
lomme_capteur_APPA_06_propre - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
AA-MM-JJ hh:mm:ss;PM1.0;PM2.5;PM10(ug/m3);Above PM0.3;PM0.5;PM1;PM2.5;PM5;PM10(ug/m3);Latitude;Longitude;Altitude;vitesse(km/h);nb de
satellites;Température(°C);Pression(Pascal);Température(°C);Humidité(%);batterie;temperature;humidité
2018_9_18_16_58_57;2;4;6;810;328;126;12;1;0;50.564167;2.897212;46.80;13.58;10;32;101120;26.91;37.48;3.79;31.95;32.82
2018_9_18_16_58_58;2;4;6;808;327;125;11;1;0;50.564148;2.897232;46.60;11.15;10;32;101120;26.91;37.28;3.80;31.95;32.63
2018_9_18_16_58_59;2;4;6;803;327;127;11;1;0;50.564144;2.897232;46.40;9.15;9;32;101118;26.91;37.18;3.79;31.95;32.53
2018_9_18_16_59_0;2;4;5;803;327;127;11;1;0;50.564148;2.897227;46.30;6.28;9;32;101119;26.93;37.08;3.79;31.97;32.43
2018_9_18_16_59_1;2;4;5;800;327;127;11;1;0;50.564182;2.897227;45.40;4.56;8;32;101120;26.91;36.98;3.79;31.95;32.34
2018_9_18_16_59_2;1;3;5;795;324;126;11;1;0;50.564190;2.897242;45.10;0.07;8;32;101121;26.94;36.98;3.79;31.98;32.34
2018_9_18_16_59_3;1;3;5;779;319;125;11;1;0;50.564201;2.897258;44.80;0.13;8;32;101120;26.94;37.08;3.79;31.98;32.43
2018_9_18_16_59_4;1;3;5;787;322;126;11;1;0;50.564209;2.897275;44.30;0.19;8;32;101121;26.94;36.98;3.79;31.98;32.34
2018_9_18_16_59_5;1;3;5;856;344;130;11;1;0;50.564213;2.897283;44.30;0.24;8;32;101121;26.94;36.98;3.79;31.98;32.34
2018_9_18_16_59_6;1;3;5;936;367;133;11;1;0;50.564217;2.897292;44.30;0.26;7;32;101121;26.96;36.88;3.79;31.99;32.23
2018_9_18_16_59_7;1;3;5;936;369;135;11;1;0;50.564224;2.897302;44.20;0.33;7;32;101122;26.94;36.98;3.79;31.98;32.34
2018_9_18_16_59_8;2;4;6;980;384;139;11;1;0;50.564232;2.897310;44.20;0.33;8;32;101119;26.96;36.88;3.79;31.99;32.23
2018_9_18_16_59_9;2;4;6;1005;393;142;11;1;0;50.564251;2.897323;43.40;0.33;8;32;101117;26.96;36.68;3.79;31.99;32.04
```

Entre 300000 et 500000 lignes par fichier:

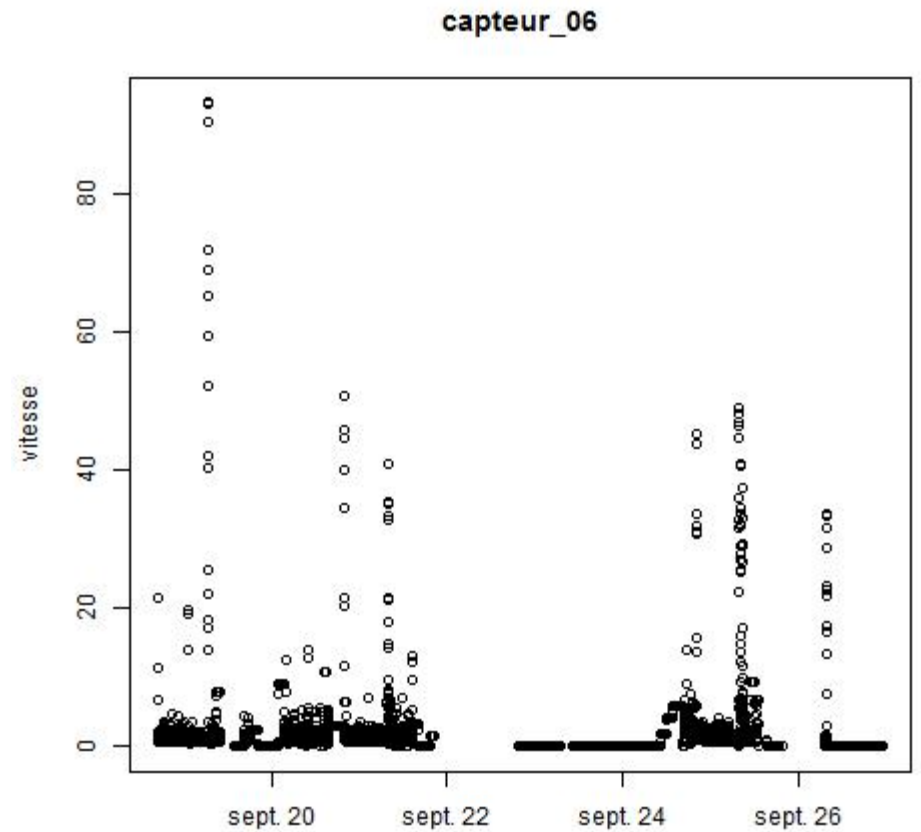
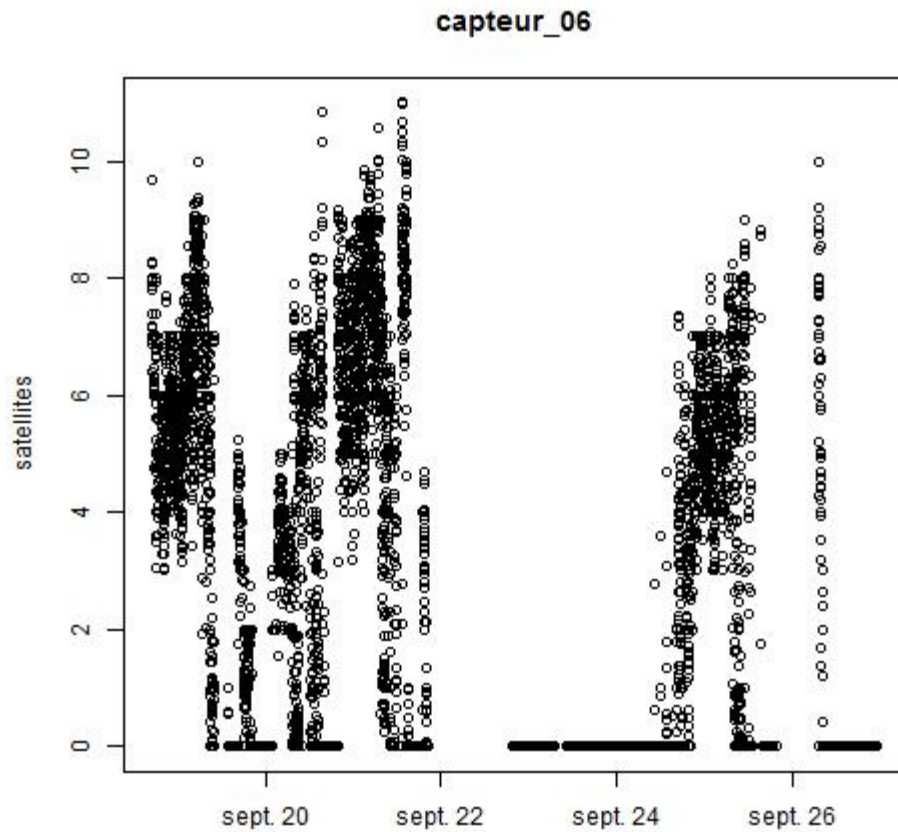
- Vous avez bien fait fonctionner (et rechargé) les capteurs comme je vous avais demandé.
- Est-ce que j'ai vraiment besoin de prendre un point par seconde ?
- Des problèmes de transfert entre capteur et ordi ?

# APOLLINE – Lomme - localisation

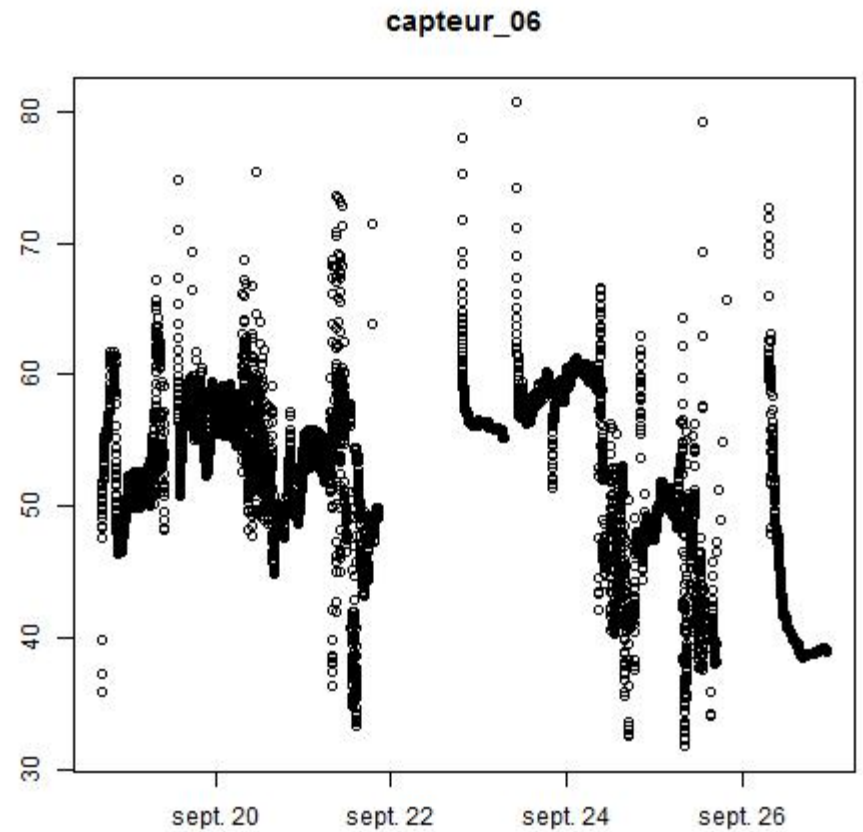
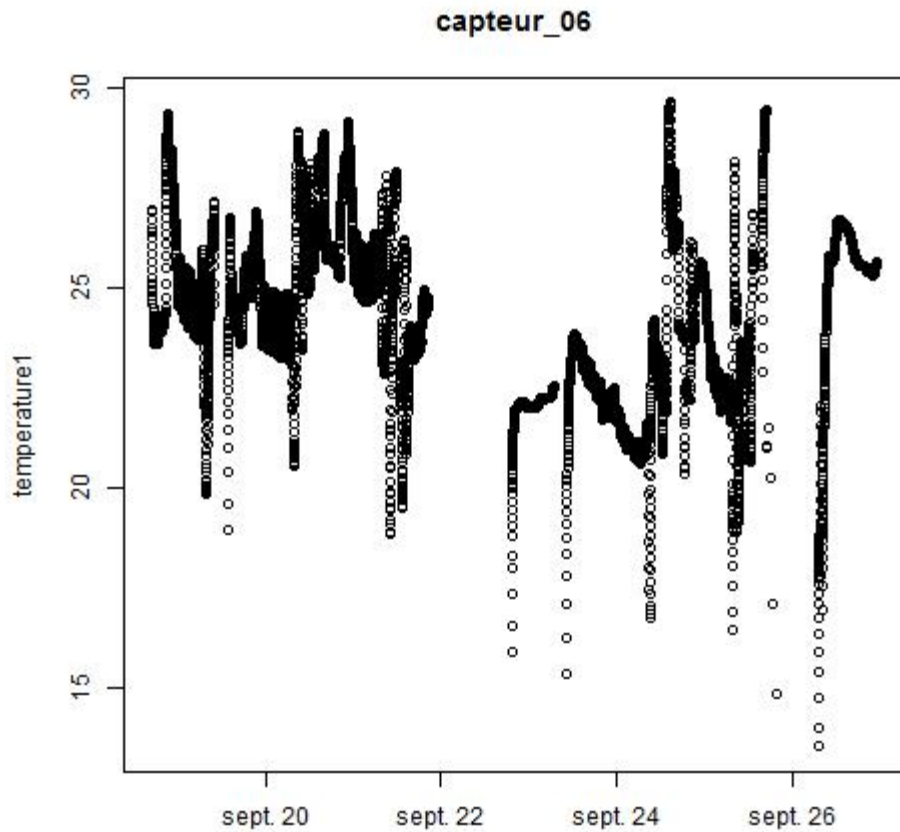


Google Maps devenu payant – je n'ai pas de cartes...

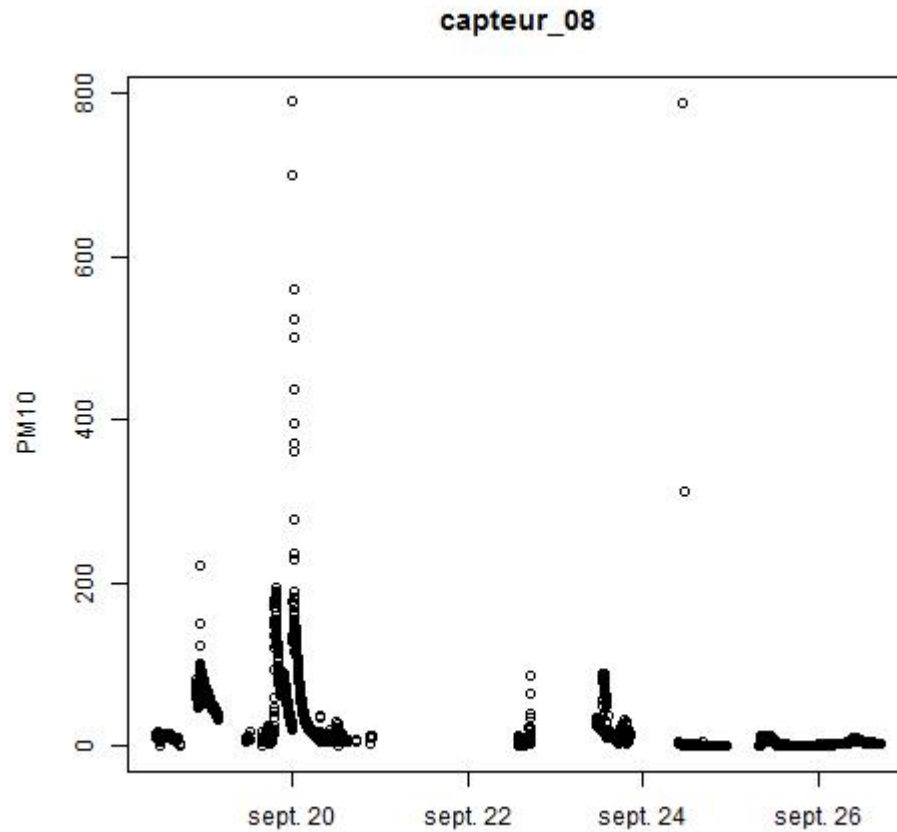
# APOLLINE – Lomme – satellite et vitesse



# APOLLINE – Lomme – température et humidité

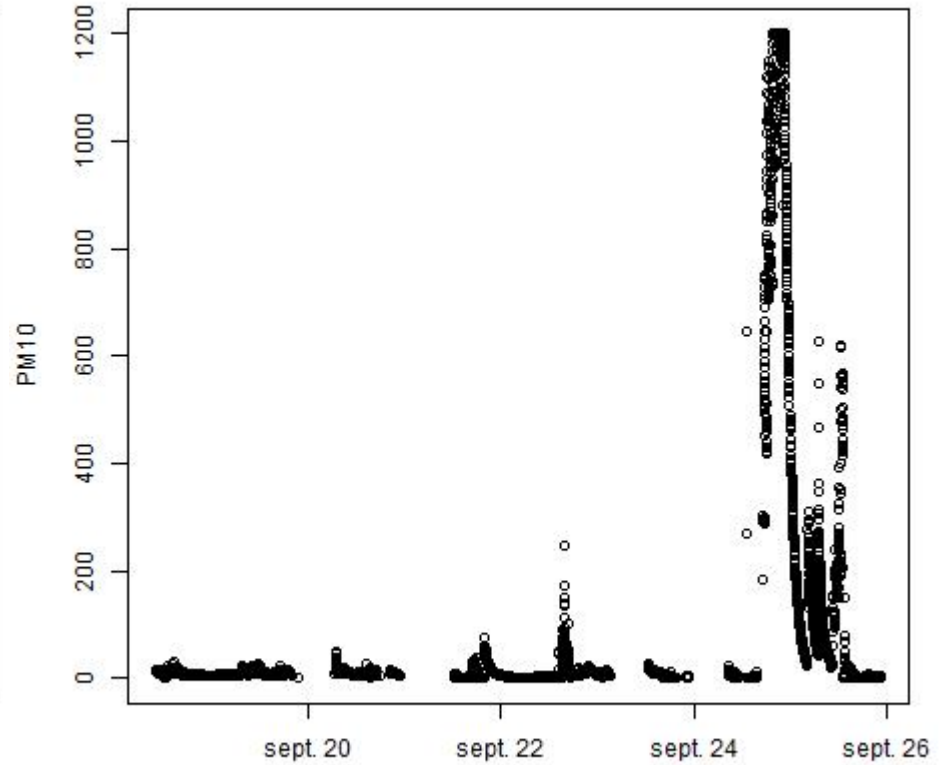
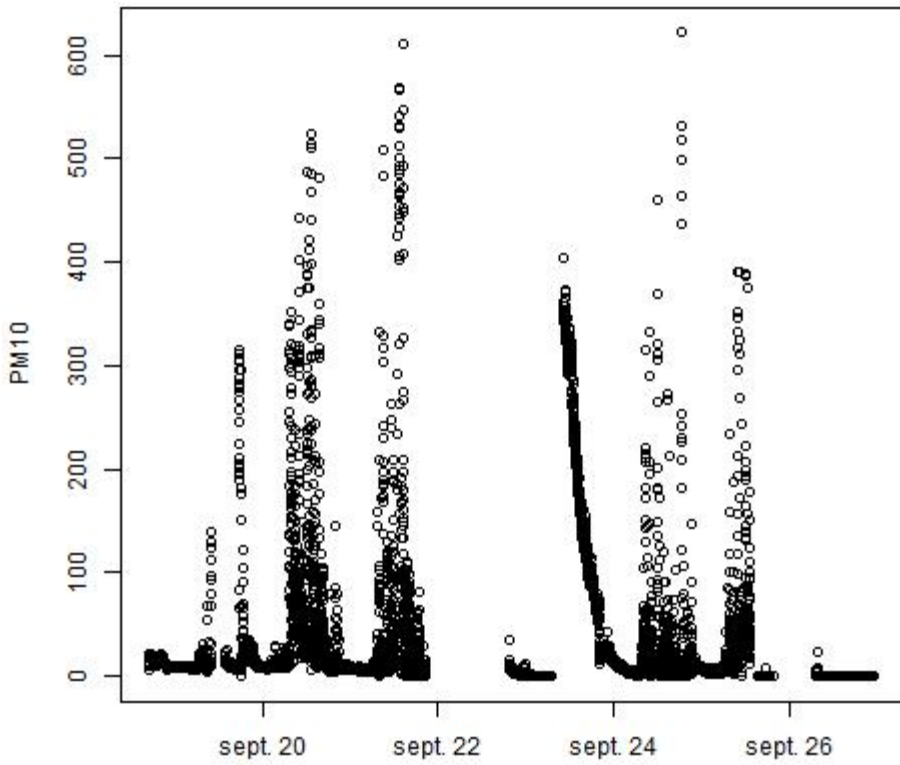


# A POLLINE – Lomme – PM10

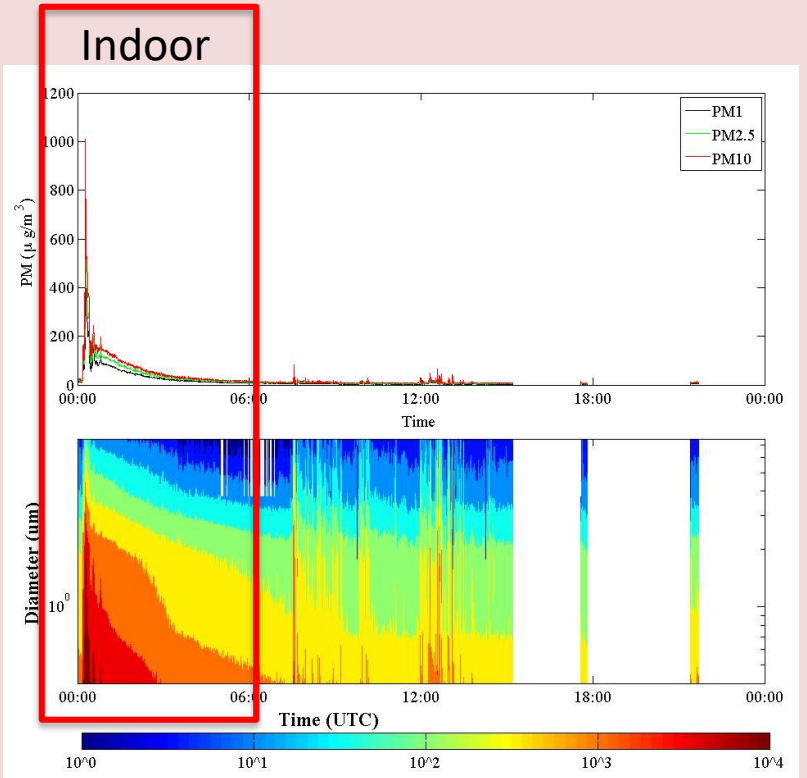
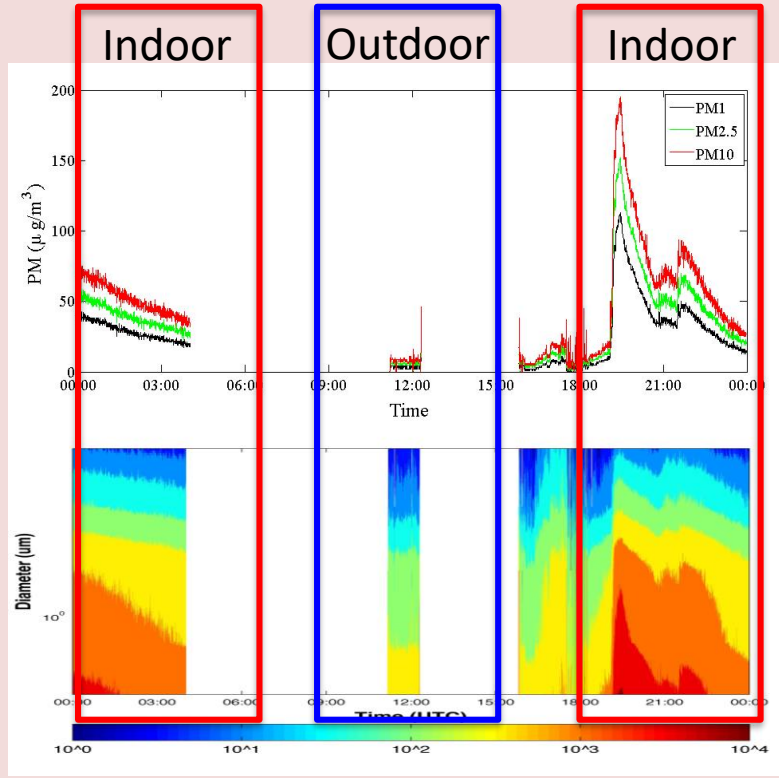


capteur\_06

capteur\_04







# Bilan



8 journées de mesures, 24/24

Materiel parfaitement utilisable “en aveugle”.

Rotation des capteurs entre élèves : ok.

Contextualisation (photos) : rien.

Intérêt pour les élèves : aucune idée. Qu’en ont-il retenu ou appris ?

Niveaux de pollution à l’intérieur très importants.

- Essentiellement des particules fines : méthode de chauffage ?
- Est-ce qu’on sous-estime encore la pollution en milieu au domicile ?

Besoin de recommencer ce genre de campagne, car seul accès aux domiciles !

# La suite



Ville de Lomme nous pousse à recommencer.

Ville de Lomme va nous aider à construire les capteurs suivants (Fab Lab, ateliers citoyens).

L'enseignant veut recommencer.

Mais dans quel but?

- Pour nous, cartographie de la ville, QAI, BET, autres environnements
- Pour la ville : data, data, data
- Pour les élèves ?

Autre groupe intéressé à Lomme: une association de tricoteuses veut lever des fonds pour la recherche.

# Conclusions

- Enorme potentiel de la science participative pour l'étude de la qualité de l'air
- Différentes voies d'entrée pour faire se rejoindre chercheurs et participants (individus, collectivités, associations, boutiques de sciences, démonstrateurs, fêtes de la science, parfois même des initiatives universitaires, FP9 open science...)
- Divers niveaux d'intérêt pour les participants. Démarche de recrutement opportuniste. Bien choisir les participants !
- Nécessité d'avoir du matériel et un mode d'emploi et un protocole simple: acquisition des données, entretien du matériel, transmission des données, chemin de l'information, référent local et référent universitaire
- L'expérience n'est pas toujours un succès...

# Capteurs et sciences participatives ?

- Un capteur n'est pas un objet parfait. Un instrument de référence non plus. Que peut-on faire avec des instruments non calibrés ? Suivant le but recherché...
- Pas toujours d'objectif commun entre études de type chimie atmo, exposition... et socio, comportement... Dans un cas l'objet d'étude est le résultat de la mesure, dans l'autre l'objet d'étude est l'humain.
- Plusieurs niveaux de participation à la science, allant de la personne comme objet d'étude, comme porteur de l'instrument (plus proche de internet des objets), jusqu'à la personne comme co-chercheur ou comme acteur public.
- Une étude SHS sur ceux qui font des études capteurs / sciences participatives ?
- Où sont les science de l'info, de la communication, les juristes, les sciences politiques... ?