



Capteurs et sciences participatives : retour d'expériences, verrous à lever, enjeux actuels

Sébastien Payan

LATMOS - Sorbonne Université & CNRS

Approches participatives pour l'environnement

- Pour compléter les mesures standard ?
- Pour diminuer les coûts des réseaux ?
- Pour favoriser la « conscience » environnementale des citoyens?
- Pour favoriser l'acquisition de connaissance des citoyens?
- Pour initier des études nouvelles, transdisciplinaires?

→ Démarche mise en œuvre depuis longtemps par Vigie Nature, concernant le suivi de la biodiversité

→ Testée dans des programmes H2020 « GEO » depuis plusieurs années

Une approche dans l'air du temps...

Citi-sense



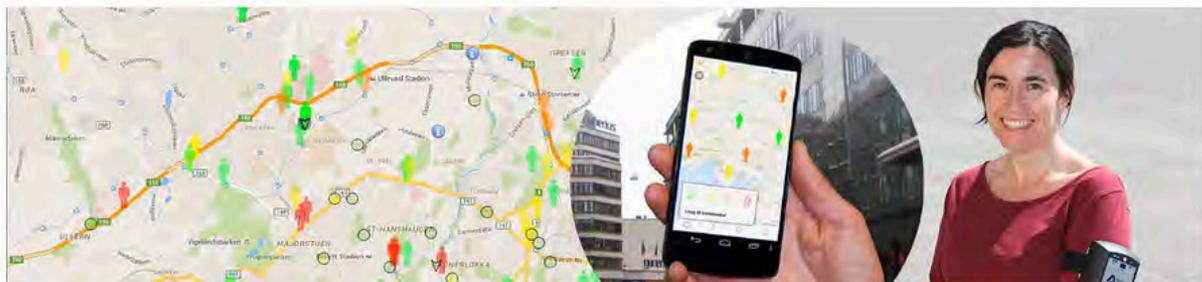
Tell me and I will forget.
Show me and I will remember.
Involve me and I will understand.
Ancient Chinese proverb

Search...

Login

HOME THE PROJECT CITIZENS' OBSERVATORIES TOOLBOX USE EXAMPLES FAQs USEFUL LINKS CONTACT US

You are here: Home



The Citizens' Observatories of Air

With the emergence of new low-cost sensor technologies, monitoring air pollution is in the hands of everyone. These novel sensor technologies open up the opportunity to monitor air quality at spatial resolutions not possible with traditional monitoring systems. Low-cost sensors are small, portable and easy to use. Citizens like you can now contribute to monitoring the environment. In the next years, low-cost sensors will transform the way we understand and interpret air pollution.

The CITI-SENSE Citizens' Observatories Central Web Portal is designed to enable citizens to access not only to real-time environmental information provided by a wealth of Sensor and sensor platforms (including portable sensors and static sensors, mobile apps and different types of air pollution perception surveys), but also to provide a forum for discussion, debate and sharing of your own personal observations. Your contributions are important and the Citizens' Observatories Toolbox (COT) is yours! Here you can find out what our COT can do for you and what you can do with our COT.

Find all the information you need in our COT on our [Product brochure](#) and [Publications](#).





L'appel à projets d'expérimentation vise à explorer de manière innovante trois champs de problématiques au service d'une amélioration de la qualité de l'air métropolitaine

LA MESURE

Vers de nouvelles formes de monitoring urbain pour une modélisation de la qualité de l'air en temps réel

LA SENSIBILISATION

Vers une information perceptible, personnalisée, ciblée, contextualisée sur la qualité de l'air pour sensibiliser

L'IMPLICATION DES ACTEURS

Vers des services qui incitent au changement de comportement et à la mise en action



AirCitizen

Mesures citoyennes de la qualité de l'air

INNOVATION : POLLUTRACK ! une première Mondiale !



C'est une première mondiale : Avec POLLUTRACK, la Ville de PARIS va disposer de la première flotte mobile de capteurs de pollution qui iront « pollutracker » les particules fines à travers les rues de la capitale, directement à hauteur de respiration



du piéton, de l'enfant, du cycliste, du jogger...



La **flotte de véhicules** fournira chaque jour plus de 100 000 valeurs permettant de comparer le niveau de pollution d'un arrondissement, d'un quartier, d'une rue à l'autre.

Cette nouvelle technologie de micro-capteurs laser embarqués #POLLUTRACK

va dorénavant permettre d'identifier toutes les sources locales et les points de concentration de ces particules dangereuses pour l'individu : axes de circulation à dominante diesel (voitures, bus, cars, utilitaires, camions de livraison...), carrefours chroniquement embouteillés, chantiers urbains, sorties des bouches d'aération du métro ou de parking souterrain notamment près des crèches, des écoles, des bâtiments publics, etc.



La Ville de Paris aura ainsi la possibilité de s'attaquer avec précision aux sources récurrentes ou exceptionnelles de pollution locale, et d'y apporter dans nombre de cas toute réponse adéquate.

Lancement de l'expérimentation de Tohu-Bahut : l'appli qui veut sensibiliser les élèves au bruit



Un environnement trop bruyant peut être source de stress pour les élèves. *Tohu-Bahut* s'est donné pour objectif de sensibiliser les collégiens et lycéens à la pollution sonore. Cette application mobile permet aux élèves de mesurer le bruit dans

SoundCity, l'application de mesure individuelle et collaborative de la pollution sonore



Inria a le plaisir d'annoncer aujourd'hui le lancement de l'application de mesure de la pollution sonore SoundCity, avec le soutien de la ville de Paris, mission ville intelligente et durable, sous le patronage de la Ville de Paris, représentée par Bernard Jomier, adjoint à la Mairie de Paris chargé de la santé, du handicap et des relations avec l'Assistance Publique - Hôpitaux de Paris.

l'exposition

l'impact des ondes par les téléphones ou le Bluetooth est un

ELECTROSMART exposition
3G protéger FAQ Wifi mesurer trouvez

Comment mesurer objectivement son exposition afin de prendre individuellement des dispositions en fonction de sa sensibilité face à la multiplication des sources d'émission et pouvoir éventuellement s'en protéger ?

Une nouvelle application développée pour Android par une équipe autour d'Arnaud Legout (chercheur Inria de l'équipe-projet DIANA chez Inria Sophia Antipolis- Méditerranée), ElectroSmart répond à ce besoin

CASPA 2019

- Cette présentation s'appuie beaucoup sur les attendus du premier colloque « Capteurs et Sciences Participatives » organisés en avril 2019 à Paris.
- Les résumés, les supports et les vidéos des présentations sont disponibles sur le site web du colloque.
- caspa.sciencesconf.org



Objectifs

- Etablir un état des lieux des initiatives en France
- Partager les bonnes pratiques
- Permettre lorsque c'est possible de mutualiser les outils, les développements, les méthodes, à favoriser l'échange de connaissances
- Construire une communauté dont les activités concernent le développement de capteurs environnementaux et/ou leur mise en œuvre dans le cadre de programmes de sciences participatives
- Permettre de produire une synthèse publique des informations majeures à retenir sur ce que l'on sait, et ce qui doit encore faire l'objet de recherches dans ce domaine

Les projets présentés

- **Vigie Chiro** : suivi des populations de chauve-souris en France par l'inventaire et la reconnaissance acoustique
- **SeismoCitizen** : déploiement d'un réseau de capteurs sismiques low-cost hébergé par des citoyens à Strasbourg et Mulhouse
- **NanoEnvi** : mesure des nanoparticules magnétiques issues du trafic routier toulousain à l'aide de capteurs passifs, couplée à une étude sociologique destinée à estimer la perception du risque lié à ces particules par les habitants
- **UrPolSens** : caractérisation de la pollution de l'air avec une granularité spatiale fine grâce à l'utilisation de réseaux de capteurs sans fil à Lyon
- **Mobicit'Air** : évaluation des performances de micro-capteurs couplée à une étude sociologique sur la perception de la pollution de l'air dans le cadre d'une campagne participative de mesure des particules fines dans la région Grenoble-Alpes Métropole
- **CheckBox** : mesure des émissions de particules fines émises par le chauffage au bois dans la région Grenoble-Alpes Métropole
- **Ambassad'Air** : opération portée par la Ville de Rennes et la Maison de la consommation et de l'environnement visant à mobiliser les habitants sur la qualité de l'air à Rennes
- **OpenSense** : intégration des mesures sur la qualité de l'air en provenance de sources hétérogènes et crowdsourcées afin d'étudier les impacts sanitaires de l'exposition à la pollution et créer des cartes urbaines de la pollution de l'air de haute résolution, à Lausanne et Zürich

Les projets présentés

- **Polluscope** : système de crowdsensing mobile dédié à l'exposition à la pollution de l'air permettant une évaluation fine des risques sanitaires induits au niveau individuel en France
- **3M'Air** : mesures citoyennes mobiles et modélisation de la qualité de l'air et des îlots de chaleur à Lyon
- **Application Météo France** : saisie de phénomènes météorologiques locaux observés par les utilisateurs et consultation des observations postées par les autres utilisateurs pour la France
- **eHorizon Weather** : partenariat Météo France / Continental portant sur l'agrégation des informations issues des capteurs des véhicules avec des données météo sur la France
- **AirCitizen** : ateliers de sensibilisation des citoyens aux mesures environnementales participatives et aux mesures de qualité de l'air en particulier en région parisienne
- **Respirons mieux dans le 20^{ème}** : initiative votée au budget participatif de la ville de Paris, permettant d'apporter des mesures fines de la qualité de l'air dans l'arrondissement, de développer une information locale et personnalisée sur la qualité de l'air et d'impliquer les habitants et les usagers de l'arrondissement dans les processus d'observation de la qualité de l'air
- **Calisph'Air** : projet éducatif piloté par le CNES permettant aux élèves de faire des mesures locales de la qualité de l'air afin, entre autres, de les comparer à des données satellites
- **Apolline** : système de suivi, avec des capteurs miniatures, de la QAI (qualité de l'air intérieur) dans divers bâtiments situés sur le campus de Lille 1
- **Particip'Air** : développement d'une métrologie citoyenne à partir de la collecte de plantes en déterminant les concentrations de polluants atmosphériques et l'origine de la pollution, et co-construction d'une cartographie haute résolution dynamique de dispersion des polluants pour intégration dans la construction des politiques publiques, dans la région de Montpellier
- **Pollin'Air** : réseau de botanistes professionnels et amateurs, signalant et géolocalisant en temps réel l'arrivée des pollens allergisants en région Grand Est et Hauts de France

Premier bilan

- Des projets Top-Down, pluridisciplinaires qui couvrent un spectre large :
 - développement de capteurs, métrologie, cal/val, transfert, stockage, analyse de données, application/visualisation, formation/accompagnement (des utilisateurs), déploiement/campagnes de mesures, ..
- Des objectifs variés :
 - Augmenter/compléter les mesures pour améliorer la précision de del QA
 - Faire des mesures à la place des chercheurs / remplacer des RH manquantes
 - Sensibiliser, former, ..
 - Centre de gravité : le labo de recherche, ou l'humain, et entre les deux.
- Des stratégies variées pour les capteurs en fonction de l'usage :
 - Capteurs développés aux labo, achetés, co-développés, Spinoff
 - Challenges AirParif
 - Le multi-capteur QA idéal n'existe pas métrologiquement (polluscope + Opensense)

Premier bilan

- Importance des applications/siteweb qui accompagnent l'acquisition des données
 - Ex : comment rendre compte de l'exposition à partir de la donnée ?).
- Difficultés de la calibration/validation :
 - d'un grand nombre de données, hétérogénéité (plusieurs paramètres, spatial et temporelle).
 - Difficile de sortir du laboratoire, challenge de la mesure en mobilité → métrologie bien maîtrisée en fixe, mais nécessaire (PlumeLab va au Lisa, Polluscope LSCE)..
 - Quid de la dérive dans le temps des capteurs ?
- Données :
 - Besoin de fusionner des données hétérogènes.
 - Besoin de jeux de données communs (réels ou simulés) pour comparer les différents travaux.
 - Importance du choix de la métrique : résultats très différents en fonction de la métrique !
 - Données = aussi questionnaires

Premier bilan

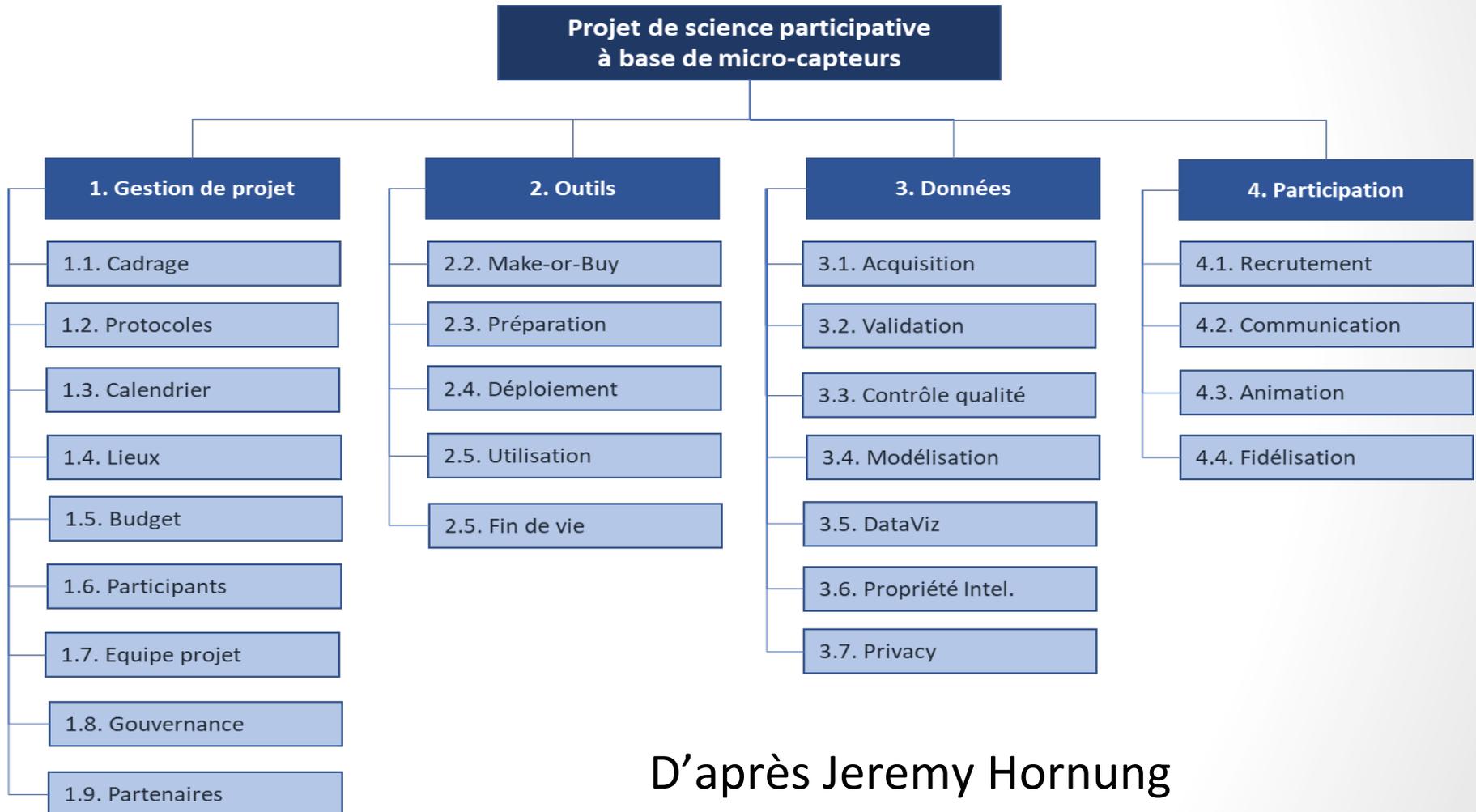
- Diversité des « utilisateurs » :
 - crowdsensing (difficile de recruter).
 - flotte véhicule d'entreprise, utilisateur « éclairés », partenariat industriel
 - Feux de circulations (combien en mettre et où) ?
 - Consommateurs
- Vie privée :
 - l'anonymisation ne suffit pas, la position du domicile permet parfois de remonter à l'identité. Il existe des solutions (floutage).
 - Comment allier utilité et confidentialité ?
- Différent type de réception de l'information :
 - transparence de l'information (comme elle est crédible, vérifiée) et implication citoyenne.
 - Importance de l'assimilation ou du moins mélange mesures/modèle
- Rétroaction = un utilisateur informé ne mesure pas la même chose qu'un utilisateur non informé ! Il ne perçoit pas la même chose.

En résumé :

- Verrou principal :
 - cal/val mesures en validité
 - traiter un grand volume de donnée temps réelle
 - Faire un retour efficace aux collaborateurs/utilisateurs.
- Evolution technologique :
 - micro-capteurs, micro-balance, nanosciences, ...
 - amélioration des capteurs, miniaturisation.
- Marché à venir important des capteurs qualité de l'air.
- Besoin de référence/norme
 - Besoin de norme et/ou d'un cadre réglementaire (LCSQA) des capteurs
 - Intercomparaison difficile – pas de référence
 - Peu de mutualisation des protocoles, matériels, logiciels, bonnes pratiques
 - Animation de la communauté

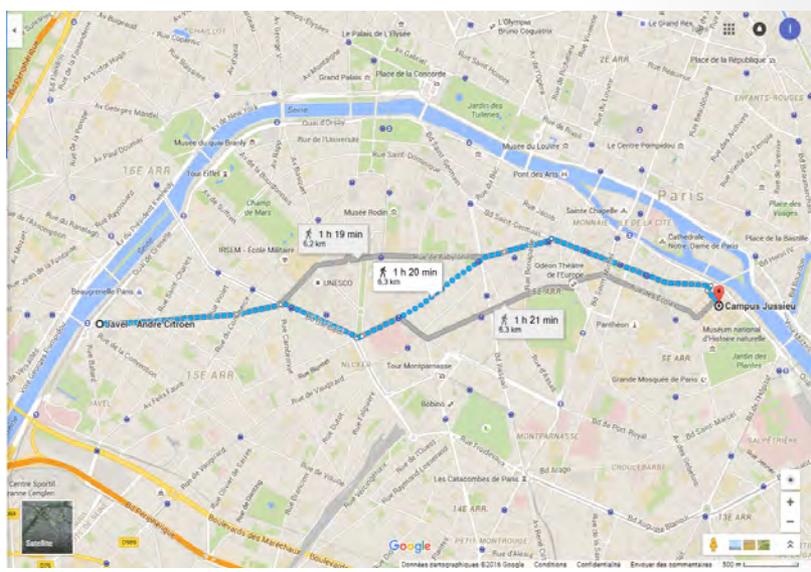
Work Breakdown Structure (WBS)

- décomposition hiérarchique du périmètre du projet en unités manipulables.

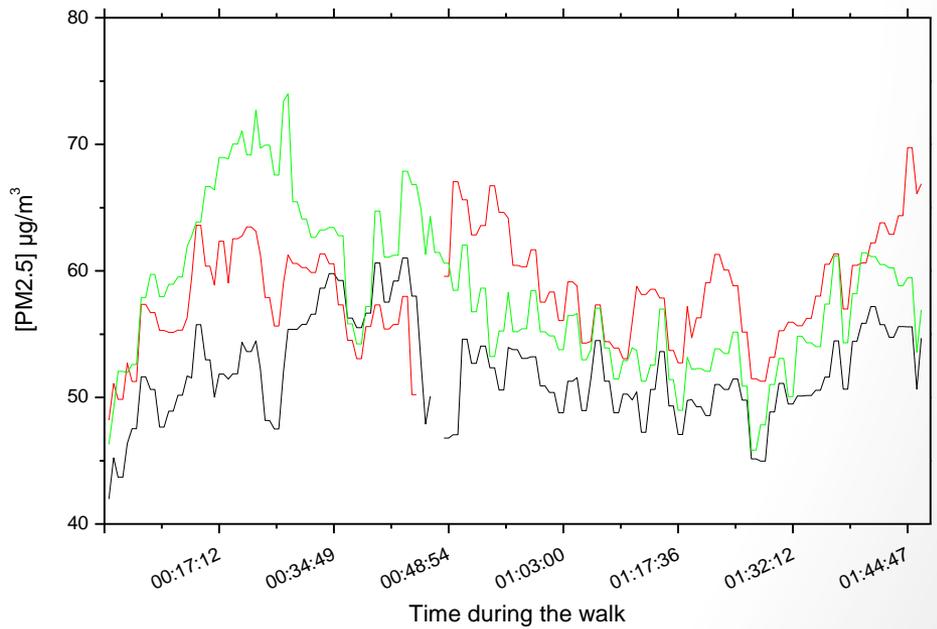


D'après Jeremy Hornung

Individual sensors : so simple ?



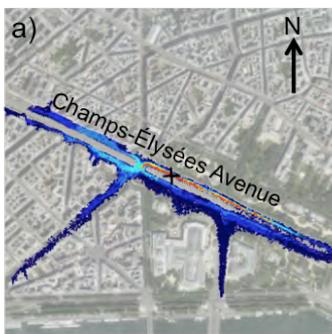
IdF pollution event monitoring measurements contribution : Walking measurements itinerary - 21 January 2016 – 3 people holding PM sensors and walking one next to the other



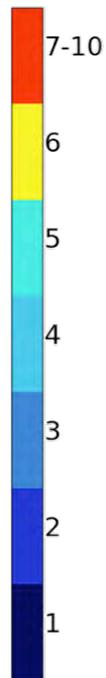
NO_x

PM₁₀

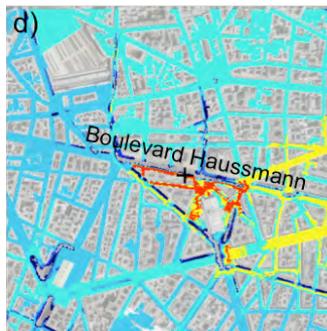
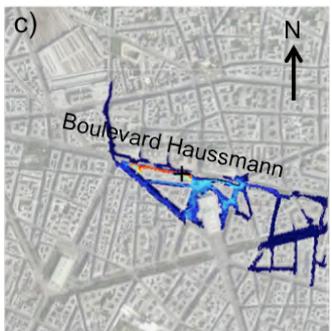
ELYS



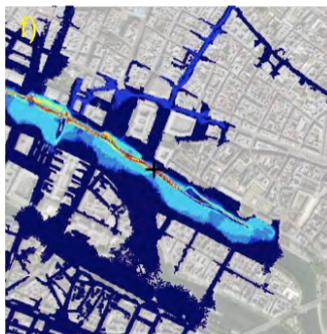
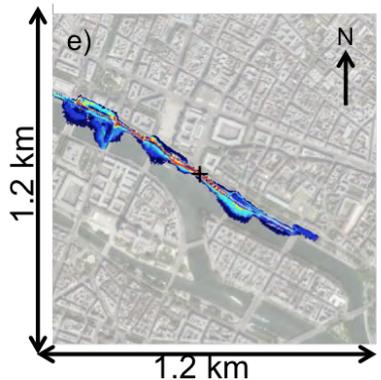
Nombre de jours



HAUS

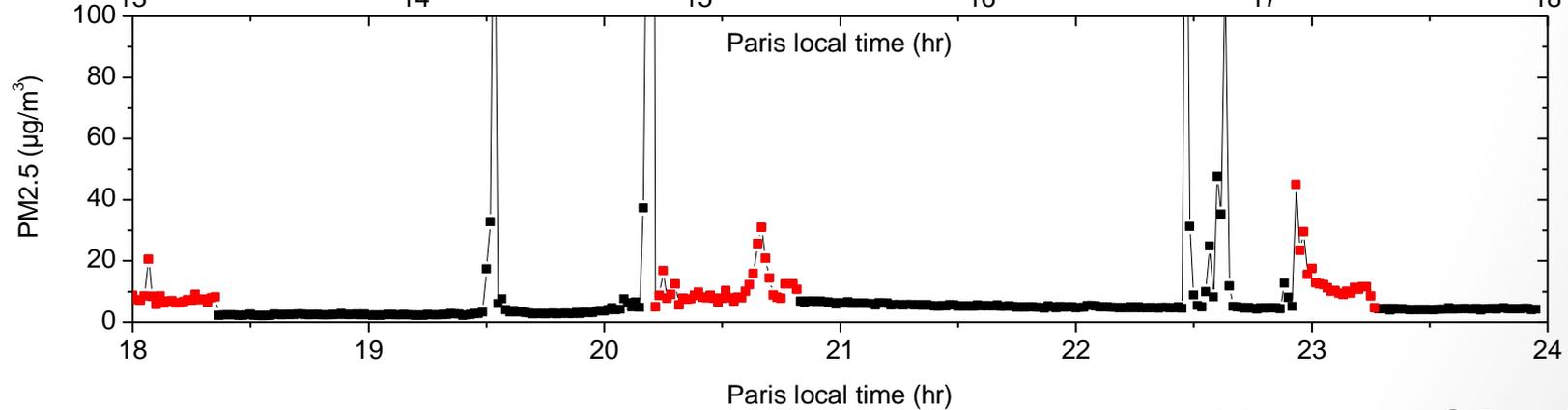
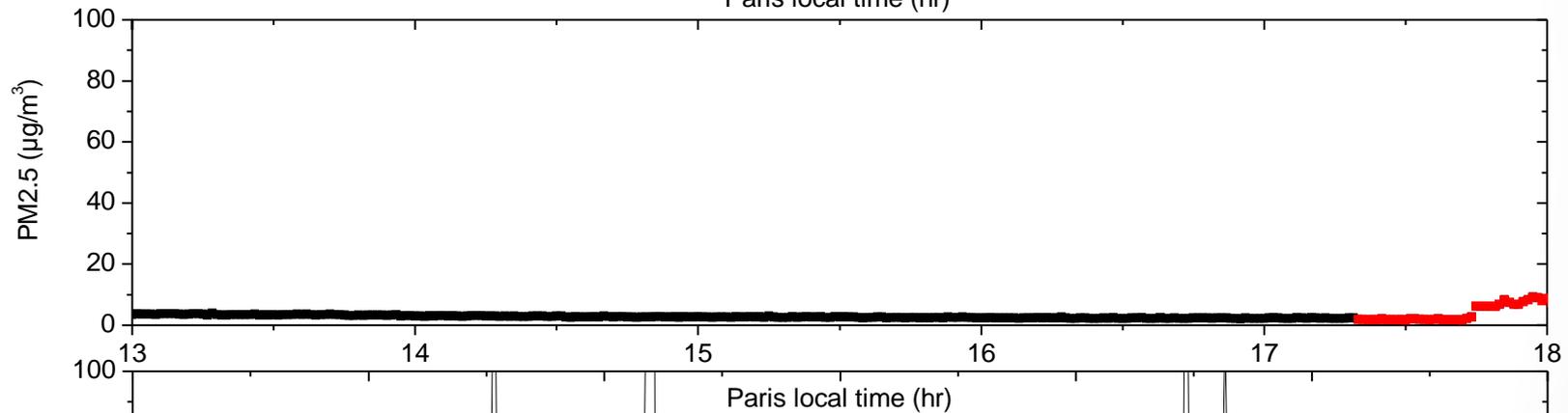
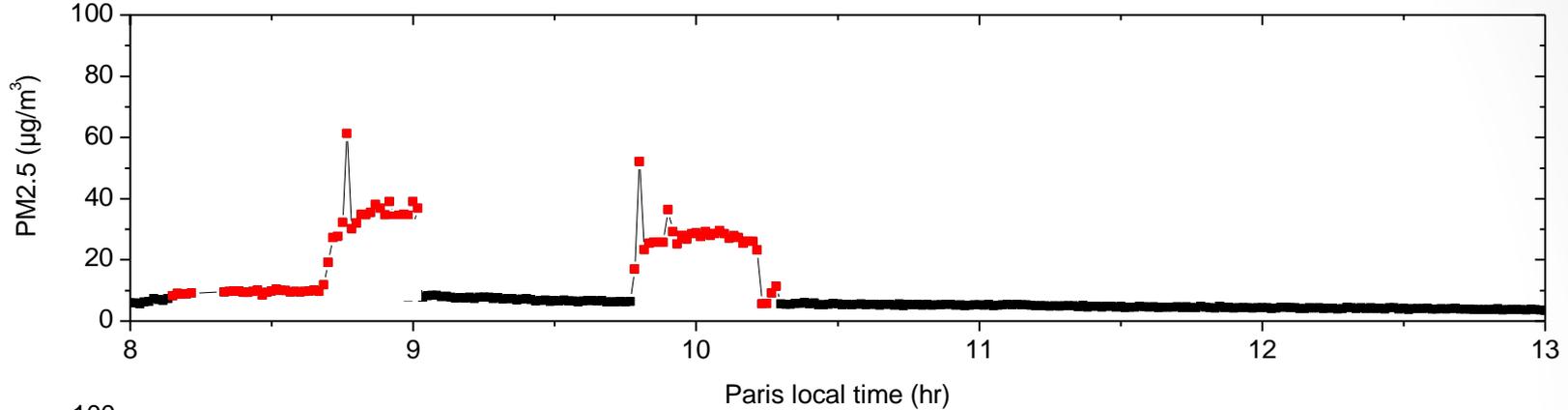


CELES_v



D. Rodriguez *et al.* 2019, Atmospheric Environment :X , « On the spatial representativeness of NO_x and PM₁₀ monitoring sites in Paris, France »,

What data to deliver to user ?

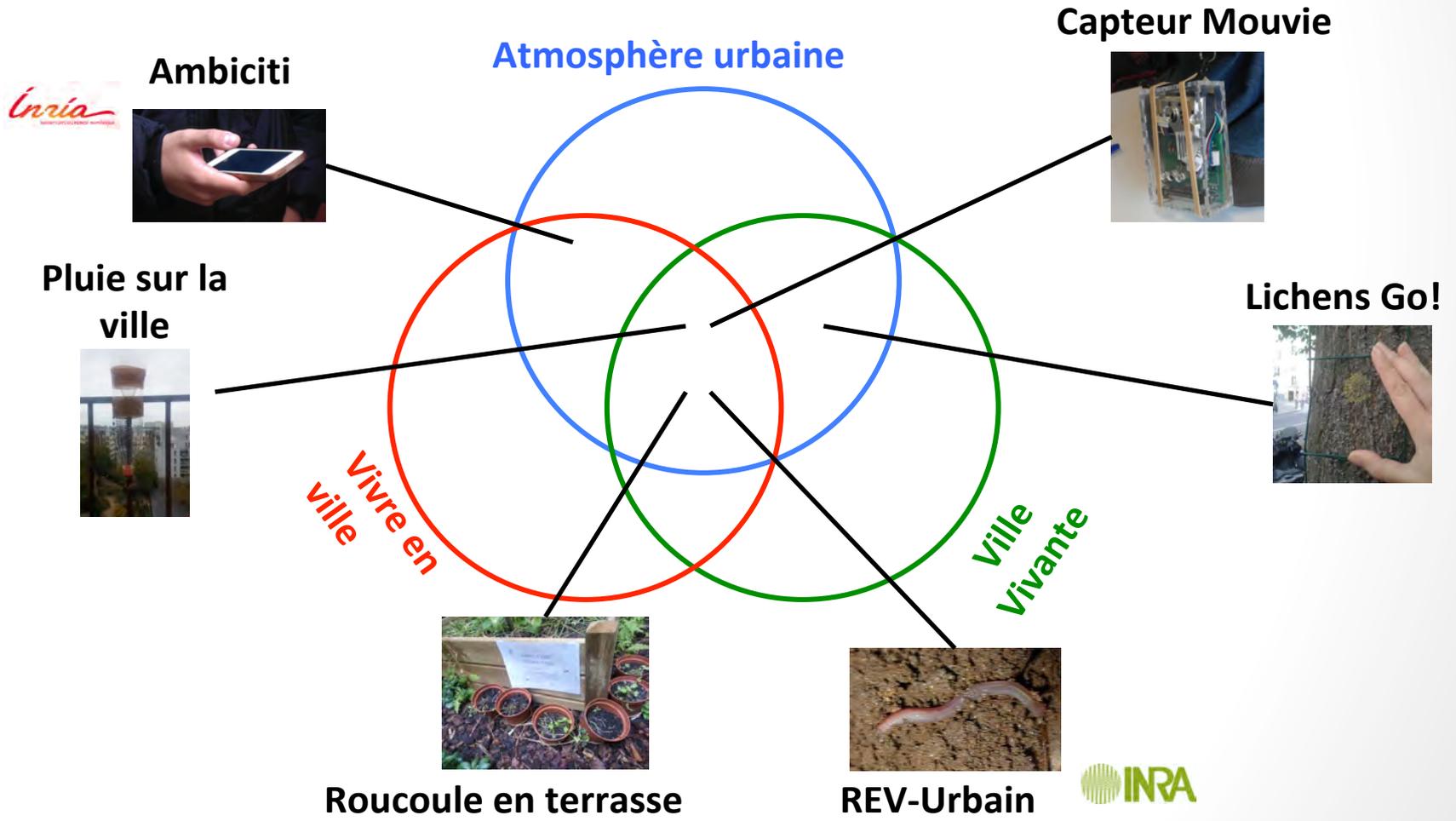


Moyenne = $6.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

PartiCitaE

Observatoire participatif de l'environnement urbain

- Développer des observatoires à l'interface de plusieurs disciplines



Envie de participer ?

- Contact : sebastien.payan@sorbonne-universite.fr

Premier bilan

- Le capteur idéal pour les sciences participatives n'existe pas
- Difficulté des mesures en mobilité
- Difficulté de faire des retours aux utilisateurs quand ils sont devenus nombreux + quelle restitution aux participants
- Les projets de sciences participatives sont en constantes augmentation ces dernières années, surreprésentation de l'Europe
- Projets multi-objectifs / Multi-organismes / Public-Privé
- Biais social
- Sociologie de quand et comment est faite la mesure et biais induit par l'Intention du participant
- Risques et conséquences
- RH
- IA / big Data : jeu de données de référence

Questions ouvertes

→ quel capteur / quelle utilisation pour quel objectif?

- Surveillance de l'exposition de personnes sensibles ?
- Quantification de la pollution dans l'habitacle d'un véhicule?
- Cartographie et suivi de la pollution dans les quartiers ?
- Travaux épidémiologiques?
- Incitation à la réduction des émissions?

→ Mesures fixes ou en mobilité?

- Porteur éclairés / non éclairés : implication active des participants
- Importance du protocole de mesure : standardisation possible?

→ Quelle exploitation et qualification des données?

- Utilisation de méthodes d'apprentissage automatique (technique de machine learning)?
- Quelles informations, et avec quelles fréquences, délivrer au porteur de capteurs ?
- Précision des capteurs, dérive dans le temps → étalonnage régulier
- Pilotage de l'ensemble des capteurs : quel cadre?

Questions ouvertes

- Quel capteur / quelle utilisation pour quel objectif ?
- Quelles mesures/ avec quelle qualité ?
- Quelles techniques et méthodes pour l'utilisation des données ?
- Quel intérêt / attente pour les participants ?
- Quels usages des capteurs par les citoyens ?
- Quels besoins de fédération ?

Premier bilan

- Des disciplines variées depuis les sciences de l'ingénieur, aux sciences humaines et sociales en passant par les sciences physiques et chimiques
- Une surreprésentation des chercheurs par rapport aux associatifs ou aux entreprises. Le pari était de s'intéresser aux initiatives et aux systèmes d'acteurs réunis autour de microcapteurs plutôt qu'une approche par produit ce qui aurait favorisé les entreprises.
- Une approche qui ménage de la place pour les solutions humaines et pas seulement techniques à la question de la captation d'information sur ce que véhicule l'air : présence d'un exposé sur les sons reconnus à l'oreille, Vigie Chiro exposé sur le ressenti visuel de la météo, et aussi un exposé sur les odeurs et les nez humains.
- Une approche qui n'est pas que liée à la pollution de l'air même si c'était l'essentiel : des exposés sur la sismologie ou sur le son.
- Une approche qui reprend toutes les dimensions des dispositifs techniques embarqués, depuis la calibration des microcapteurs, leur certification, jusqu'aux interfaces visuelles sous la forme d'appli smartphone et les plateformes web, leur ergonomie, jusqu'à leurs usages et la créativité du public autour des informations données in situ.
- Une définition des microcapteurs extensibles depuis ceux embarqués dans les voitures et les bus, jusqu'à ceux fixes dans les maisons des particuliers ou les capteurs mobiles sur les personnes.
- Une approche qui porte aussi bien sur la réflexion sur l'exactitude et la reproductibilité des mesures que sur les conventions de lecture, les attitudes face au changement etc.
- La partie SHS du colloque arrive en premier dans le déroulé du colloque et imprime une dynamique d'évaluation des solutions in vivo et non pas seulement in labo.



PartiCitaE

Observatoire participatif de l'environnement urbain

- Objectif : acquérir une connaissance systémique de l'environnement urbain

Observatoire scientifique : protocoles de collecte de données standardisées sur le long terme

- Intérêts de la démarche participative :

- Émergence d'enjeux de recherche venant de la société
- Accompagnement la transition environnementale
- Acquisition d'un grand nombre de données



- Diffusion de l'expertise en sciences participatives de l'écologie aux autres disciplines des sciences de l'environnement



Quels capteurs, pour quelle mesure de la pollution?

- Cadre chaire fondation UPMC MOUVIE :
 - Recherche de capteurs pour mesurer l'exposition d'enfants
 - Critères:
 - Autonomie
 - Masse et volume
 - Enregistrement / transmission des données
 - mesures (position, T, P, U, O₃, NO_x, COV, PM)
 - Robustesse en mobilité
 - Sensibilité / fiabilité et précision
 - Après un an de tentatives infructueuses de collaboration avec entreprises, décision de développement en collaboration avec Fablab de l'UPMC

Nitrogen analyser



Turnkey Instrument Ltd.
OSIRIS

