

M. PETIT Philippe, CIAT Research & Innovation Center,
Health and hygiene laboratory manager
700 Avenue Jean Falconnier, 01350 CULOZ
Phone Nr : +33(0)479424368 – Fax : +33(0)479424013
Email : p.petit@ciat.fr

VAICTEUR AIR² ⁽¹⁾ project : for a healthy AIR, a comfortable AIR, a “Low Energy” AIR.



with the support of



1 Introduction :

How to integrate the new legal environmental requirements for energy reduction and for indoor air quality in the buildings? How to find efficient solutions to Human Health and comfort in indoor environments in which he spends 85% of his time? How to consider those new technical and health challenges where the issue of indoor air quality will increase with the “Low Energy” buildings? CIAT and its partners have come together to work on a comprehensive and systemic approach of buildings in an attempt to answer these questions: it is the birth of Vaicteur AIR2 project officially launched in November 2008, with the support of OSEO and ADEME.

2 Presentation of Vaicteur AIR² project in few words :

- ✓ Purpose: Develop new innovative components for both HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning) and IAQ technology, heat pumps coupled or not with renewable energy sources, efficient heat exchangers, air broadcasters and distributors, line sensors and air cleaning technologies.
- ✓ Schedule : 2008/2014
- ✓ Partners : industrials CIAT, CAIRPOL, FAURE QEI,TECSOL
public laboratories CSTB, LaSIE (University of La Rochelle), CEA, IUSTI, INERIS
- ✓ R&D budget : 25M€ , financial help : 10M€

3 Presentation of results in the tasks dedicated to IAQ :

- ✓ **Transports, transfers, deposits:** Develop knowledge on the mechanisms and physical elementary phenomena determining the transfer of particulate, chemical or biological pollutants in ambient atmospheres and in the different components of the air handling units. Translate this knowledge into software modules of type input / output representing the behavior of pollutants in the system or the type of atmosphere targeted

One of the main results of this work is the realization of a model, coupled with TRNSYS, which simulate the spread of different types of pollutants between the outdoor and the indoor of a building such as offices buildings or hospitals (eg a hospital room).

¹ Vie de l'homme dans les Ambiances Intérieures Contrôlées. Traitement par Energies Utiles et Renouvelables. Apport d'Innovations Récurrentes et/ou de Rupture

- ✓ **Biologic sensor** : Develop an original sensor for the detection of targeted microorganisms in the air (bacteria, viruses).
This sensor is mainly dedicated for the fight against nosocomial infections. The specifications have been made in this direction. CEA-Leti, the main actor of this task has developed the sensor in three modules: the sample collection, sample preparation and finally the sample analysis by PCR which allows identification and quantification of target species in almost real-time.

- ✓ **Particulate sensor** : Realization of a sensor which can be integrated into ventilation systems and can monitor the air quality. Integration of the sensor into a ventilation system and real tests. Software development using the sensor coupling to the ventilation system. This sensor must allow continuous monitoring of PM10 and PM2.5 levels in indoor environments. This task is mainly carried by the CAIRPOL company

- ✓ **Health Impact**: Develop and implement a method to target priority pollutants in terms of health issues, and integrate these selected pollutants in all stages of the project process to ensure the protection of people living in the indoor environments studied.

This task, mainly driven by INERIS and LaSIE has allowed the development of a methodology for prioritization of pollutants in living spaces, according to their dangerousness and their frequency, determining in particular, indices of acute and chronic risks. This methodology thus completes a database called PANDORE (a compilation of pollutant emissions from indoor air) enriched during this work. It is freely available on the website of LaSIE (<http://leptiab.univ-larochelle.fr/Presentation-PANDORE.html>)

- ✓ **Demonstrators**: Returns of experience in real conditions on the use of equipment and control systems developed. A new commercial building BBC (second half of 2012), will be specifically instrumented to monitor IAQ, depending on the occupation, activity, particulate and chemical purification systems driven by control algorithms specifically developed. The monitoring campaign must be held between 1 and 2 years.

4 Conclusions and prospects:

The Vaicteur AIR2 project, currently midterm, has already allowed to see a number of achievements both in the field of energy optimization of buildings and in the area of IAQ. Advancement of knowledge, development of equipments or software tools for forecasting, dedicated sensors, are all results of this work.

ADEME has confirmed its confidence by launching, early this year, a second phase of work dedicated to residential buildings



Projet Vaicteur AIR²

Vie de l'homme dans les **Ambiances Intérieures Contrôlées**
Traitement par **Energies Utiles et Renouvelables** Apport
d'Innovations **Récurrentes** et/ ou de **Rupture**

Philippe PETIT
CIAT Centre de Recherche & Innovation
Laboratoire Qualité des Ambiances Intérieures
01350 CULOZ
p.petit@ciat.fr



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Sommaire

- Introduction – contexte du projet
- Présentation du projet
- Présentation de résultats obtenus dans les tâches dédiées à la QAI
 - Impact sanitaire
 - Transfert, transport, dépôt
 - Détecteur biologique
 - Capteur particulaire
 - Démonstrateurs
- Conclusions et perspectives



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Contexte initiateur du projet

- L'être humain passe plus de 85% de son temps dans des ambiances intérieures.
- Comment envisager des solutions efficaces pour garantir son confort et sa santé au sein de ces espaces, tout en diminuant la consommation énergétique des systèmes CVC (Chauffage, Ventilation, Conditionnement d'air) ?

C'est le défi relevé par CIAT et ses partenaires grâce au projet Vaicteur AIR²



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Amélioration de la Qualité des ambiances intérieures

Diminution de la consommation d'énergie liée à CVC

Un AIR SAIN

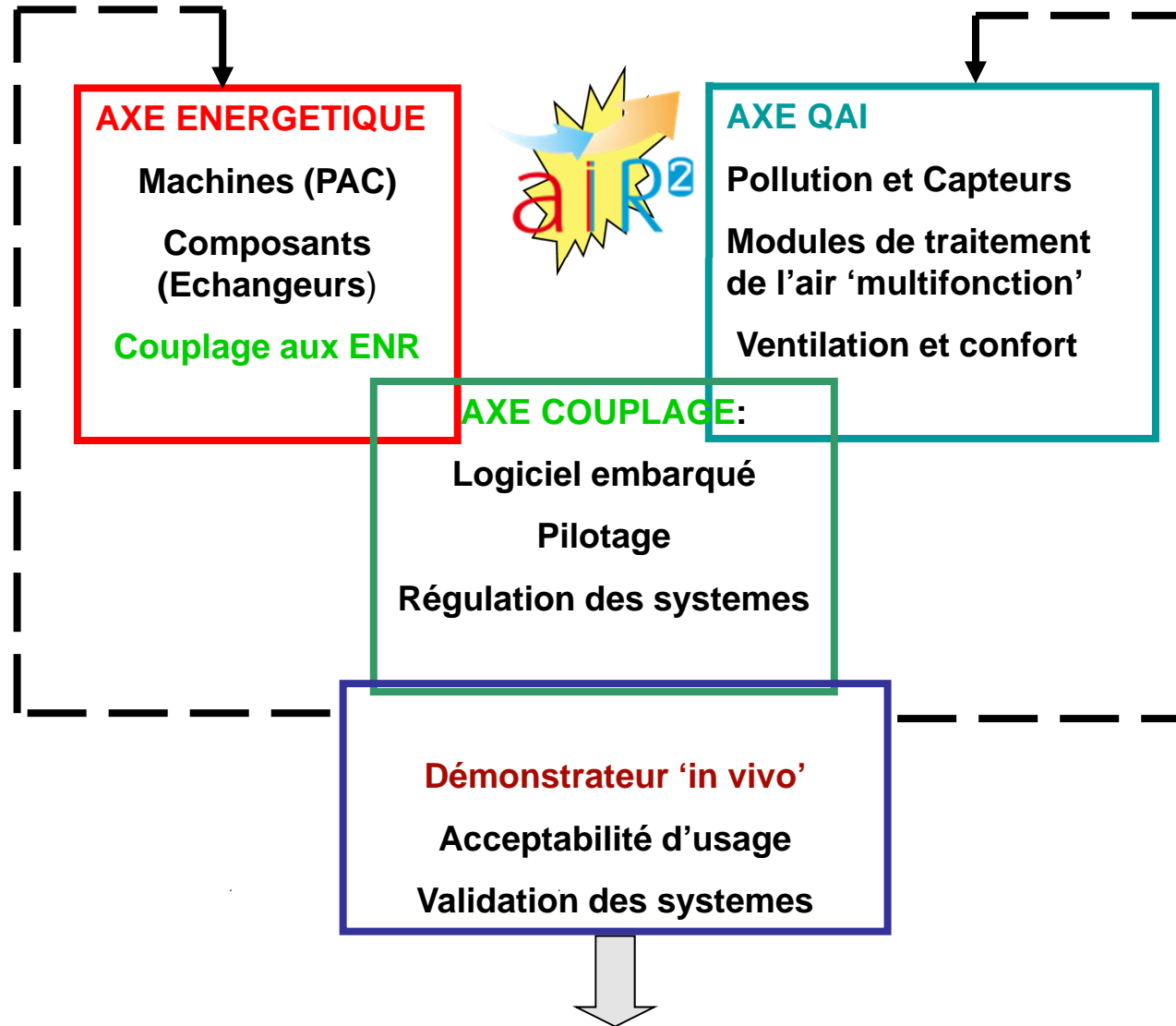
Un AIR CONFORTABLE

Un AIR Energétiquement Econome



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Nouvelles offres systèmes-produits-composants

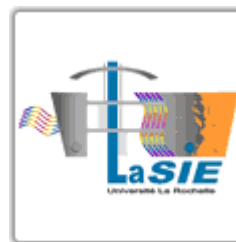


Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Les partenaires du projet



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Chiffres clés

- Durée : 2008 à 2014
- Effort de R&D : 25 M€ - aide 10 M€

Avec le soutien de :



et



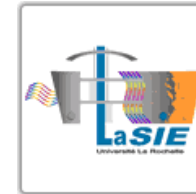
Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Résultats : impact sanitaire

Acteurs principaux de la tâche



- Développer et appliquer une méthode visant à sélectionner les polluants prioritaires en termes d'enjeux sanitaires
- Les hiérarchiser dans une base de donnée en fonction de:
 - la fréquence de leur présence dans les lieux ciblés
 - la toxicité aiguë (moins de 15 jours d'exposition)
 - la toxicité chronique (plus d'un an d'exposition)
 - la classification cancérogène, mutagène et reprotoxique (CMR) suivant les 3 classifications reconnues (Union Européenne, CIRC et US EPA)
- Intégrer les polluants retenus dans l'ensemble des processus et étapes du projet afin de veiller à la protection des populations fréquentant les ambiances intérieures étudiées.



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Résultats : impact sanitaire

- Base de données PANDORE (une comPilAtion des émissioNs Des pOlluants de l'aiR intériEur)
- Elle est en accès libre sur le site du LaSIE :

<http://leptiab.univ-larochelle.fr/Presentation-PANDORE.html>

Abadie M.O., Blondeau P. 2010. PANDORE : une comPilAtion des émissioNs Des pOlluants de l'aiR intériEur, version 1.1, disponible sur <http://leptiab.univ-larochelle.fr/Presentation-PANDORE.html>.



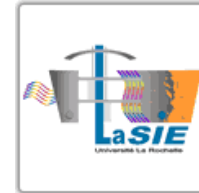
Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Résultats : Transport, transfert, dépôt

Acteur principal : Université de La Rochelle

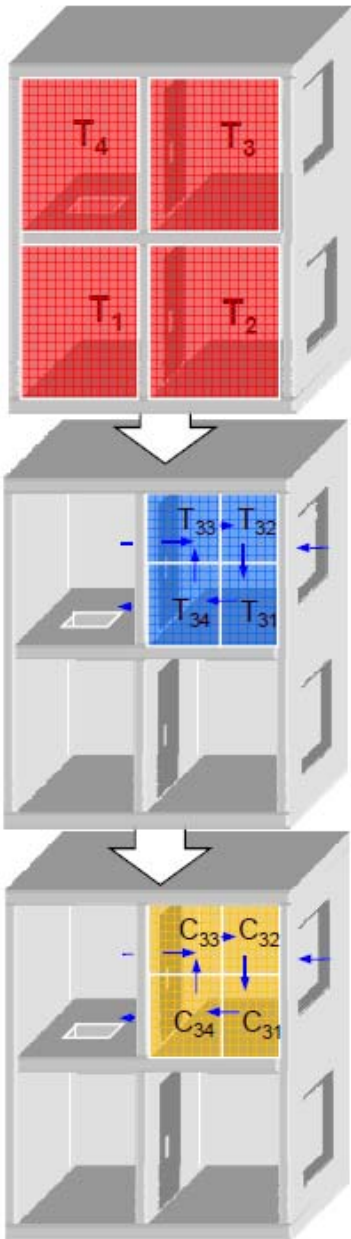


- Développer les connaissances sur les mécanismes et les phénomènes physiques élémentaires de transfert et d'interaction avec les matériaux des polluants (particules, polluants chimiques, microorganismes) dans l'ambiance et dans les composants des centrales de traitement d'air.
- Traduire ces connaissances sous forme de modules informatiques de type entrée / sortie représentant le comportement des polluants dans le système ou le type d'ambiance ciblé (bâtiments tertiaires bureaux et hospitaliers)
- Un des résultats principaux de cette tâche est la réalisation d'un modèle, couplé à TRNSYS, permettant de simuler la diffusion des différents types de polluants, entre l'extérieur et l'intérieur d'un bâtiment tertiaire de type bureaux ou hospitalier (exemple d'une chambre d'hôpital)



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Etapes d'une modélisation



1- Simulation nodale du bâtiment dans son intégralité (24h → 1 an)

Consommation d'énergie

Fonctionnement de l'installation

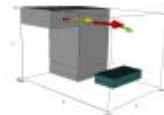
$$Q_{\text{air}}, T_{\text{soufflage}} = f(t)$$

Fichier texte

Températures de surface = $f(t)$

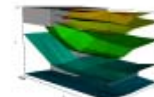
Point de départ possible simulation QAI

2- Simulation thermo-aéraulique zonale d'une pièce (24h)



Ecoulement d'air dans la pièce = $f(t)$

Champ de températures = $f(t)$
⇒ confort



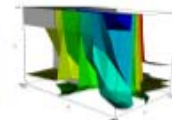
Fichier texte



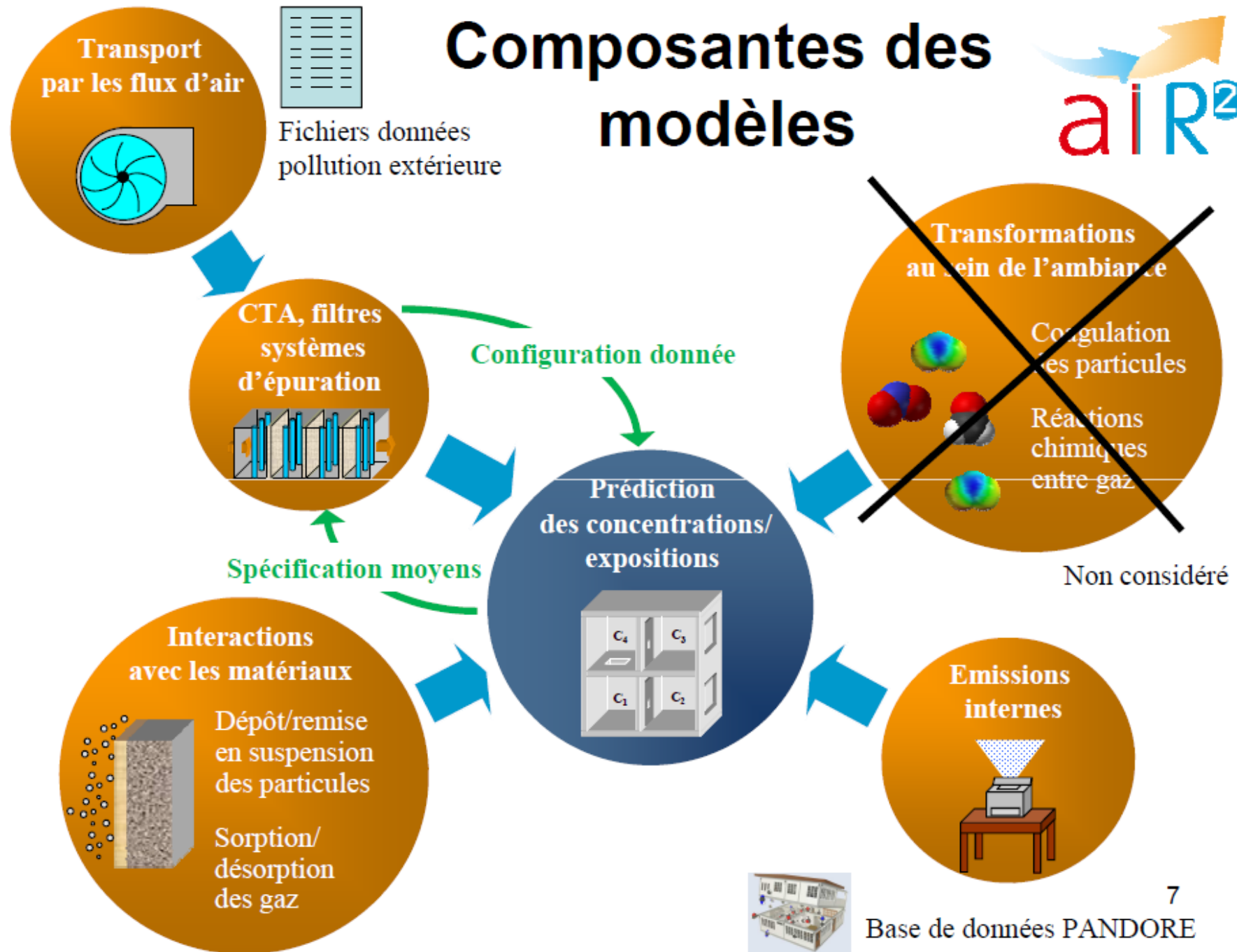
3- Simulation zonale de la QAI dans la pièce (24h)

1 simulation / polluant

Champs de concentrations = $f(t)$ ⇒ Exposition



Composantes des modèles

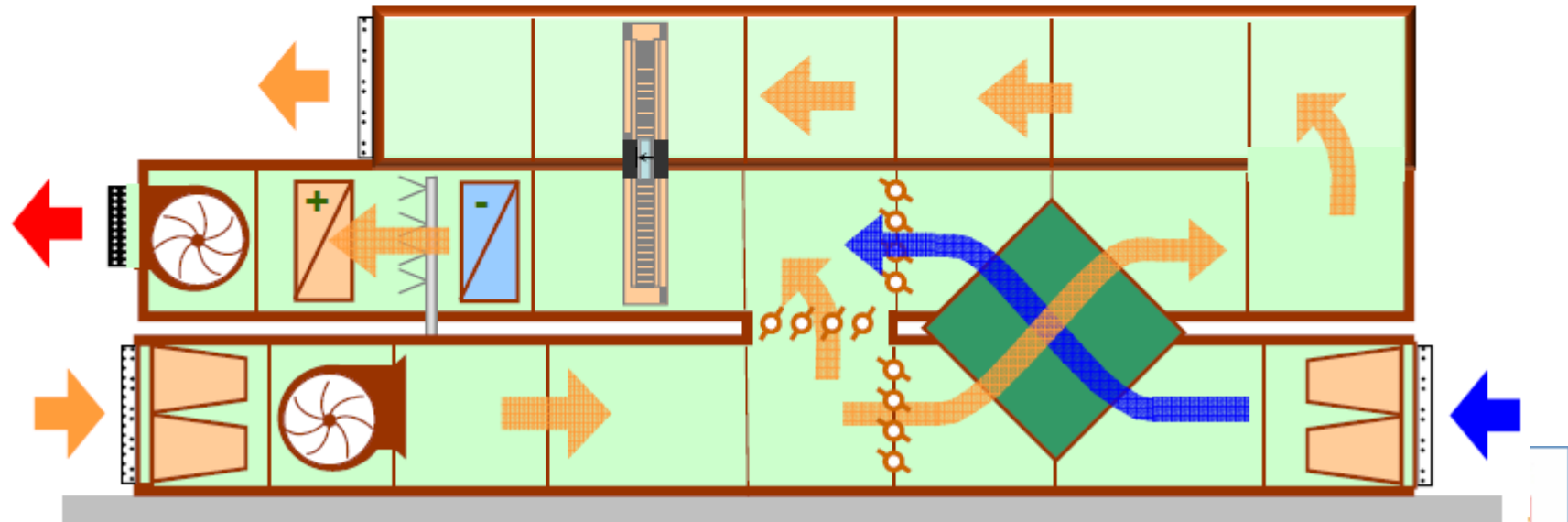




Résultats : Transport, transfert, dépôt

Modélisation des transferts dans la CTA et le réseau de ventilation

Particules





Résultats : Transport, transfert, dépôt

Exemple d'une chambre d'hôpital

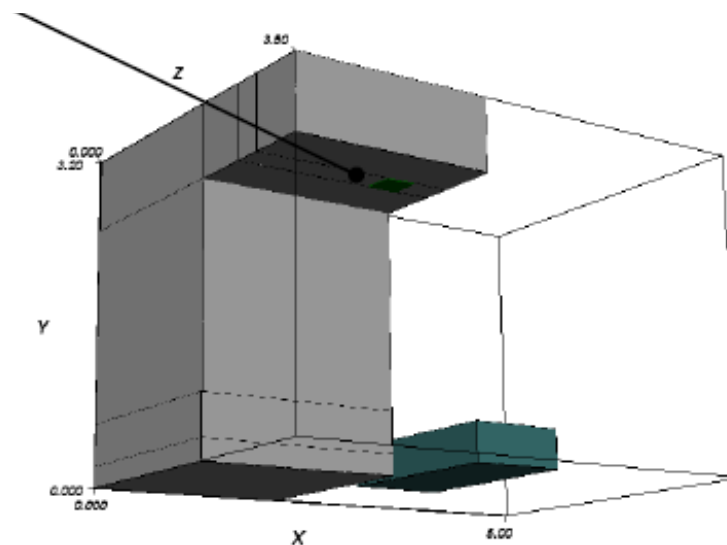
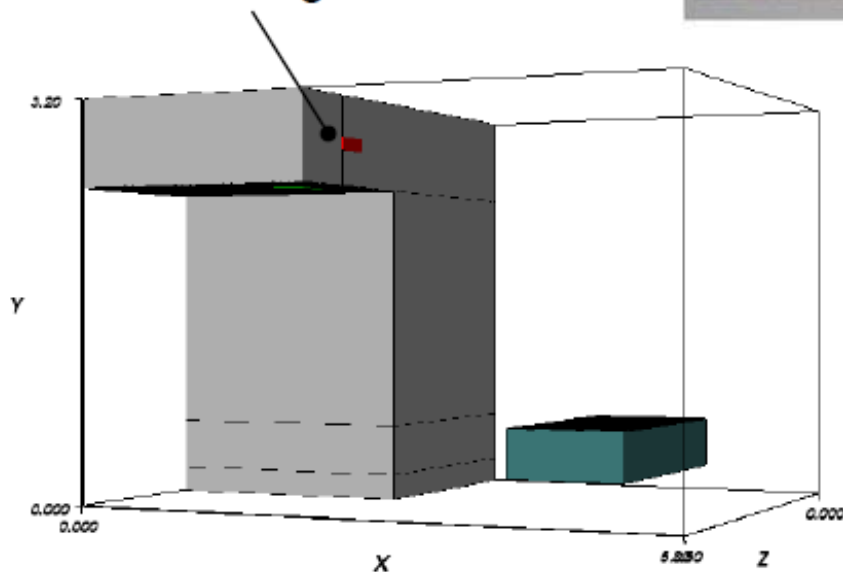
Volume : 56 m³

Mobilier / cloisons:

- Bloc toilettes - SDB
- Lit
- Table de chevet
- Fauteuil



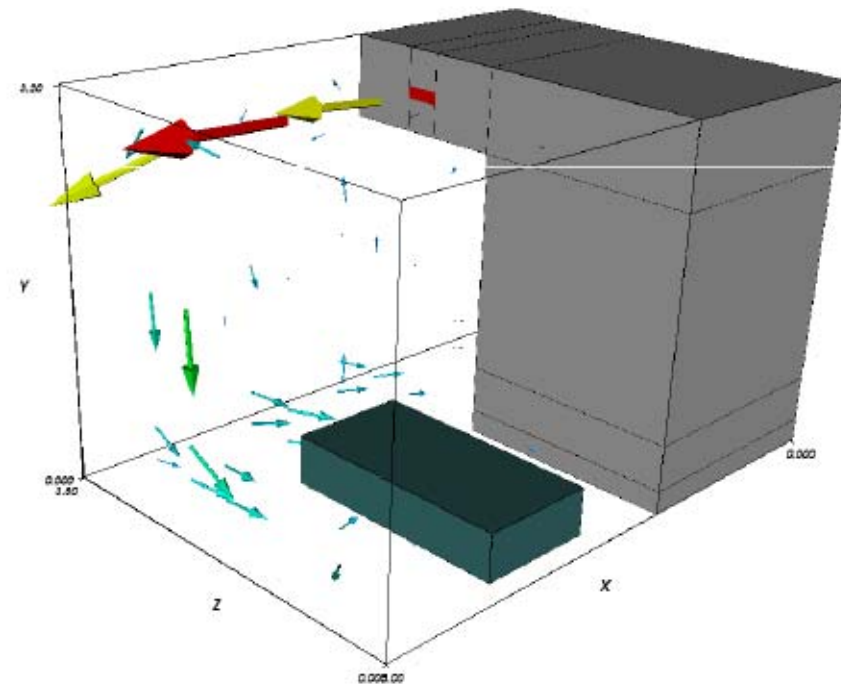
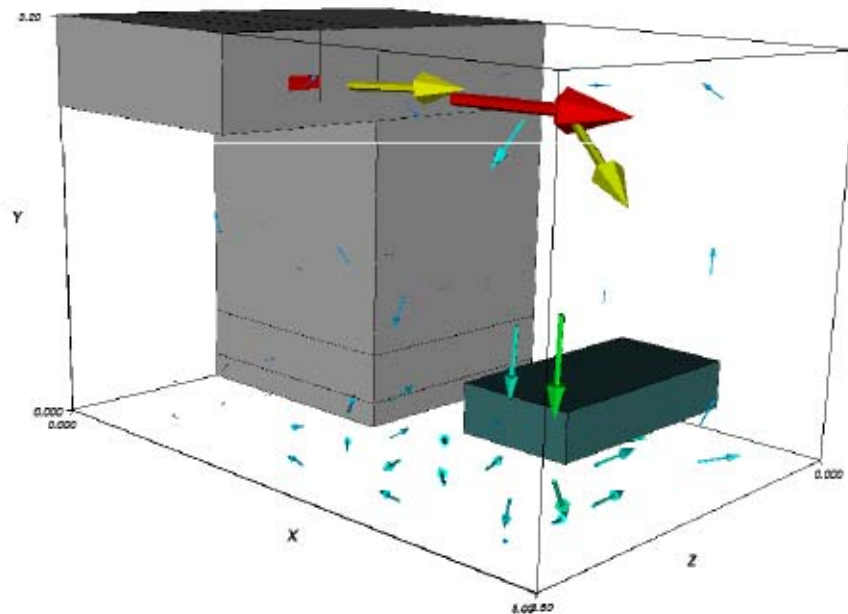
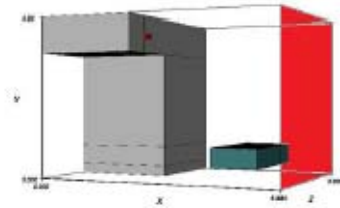
Soufflage





Résultats : Transport, transfert, dépôt

Champ de Vitesses :
 $Q=18 \times 5 \text{ m}^3/\text{h}$, $T_{\text{souf.}}=12^\circ\text{C}$, $T_{\text{EST}}=30^\circ\text{C}$

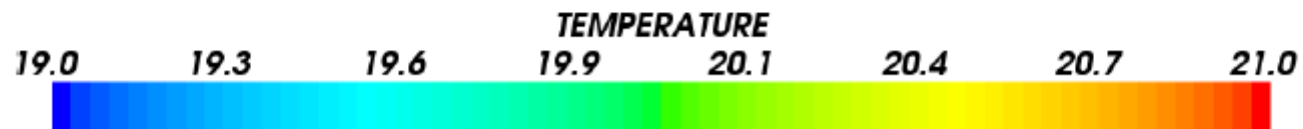
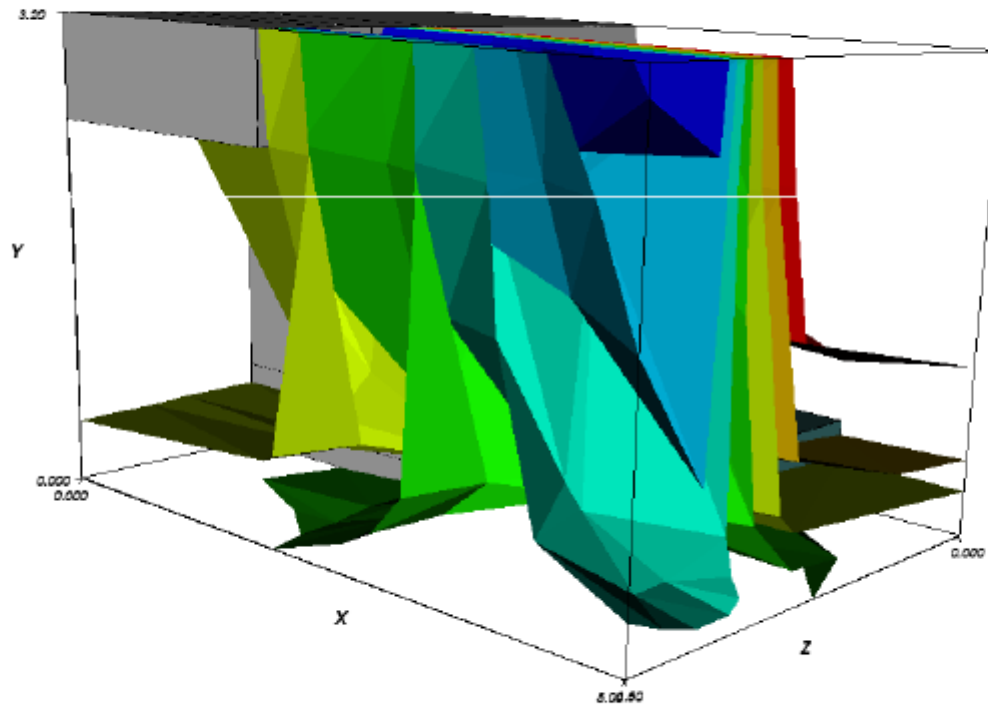
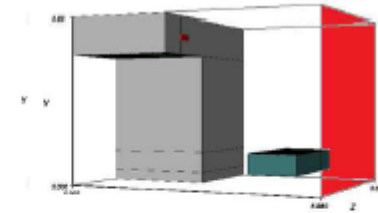




Résultats : Transport, transfert, dépôt

Champ de températures :

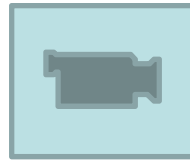
$Q=18 \times 5 \text{ m}^3/\text{h}$, $T_{\text{souf.}}=12^\circ\text{C}$, $T_{\text{EST}}=30^\circ\text{C}$





Résultats : Transport, transfert, dépôt

- Visualisation dispersion de particules de 5 μ m





Résultats : Transport, transfert, dépôt

Valorisation des travaux



- ABADIE M.O., BLONDEAU P. A new set of TRNSYS Types designed to model indoor airflow and air quality using the zonal approach. *Proceedings of IAQVEC 2010, 7th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in Buildings*. Syracuse (NY), United States, August 15-18, 2010. CD Rom
- ABADIE M.O., BLONDEAU P. PANDORA database: a compilation of indoor air pollutant emissions. *Proceedings of IAQVEC 2010, 7th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in Buildings*. Syracuse (NY), United States, August 15-18, 2010. CD Rom
- ABADIE M.O., BLONDEAU P. PANDORA database: a compilation of indoor air pollutant emissions. *A paraître dans HVAC & R*
- ABADIE M.O., DE CARMARGO M.M., MENDONCA K.C, BLONDEAU P. Improving the Prediction of Zonal Modeling for Forced Convection Airflows' in Rooms. *A paraître dans Building & Environment*



Résultats : Détecteur biologique

Acteur principal : 

- Le besoin : lutter contre les maladies nosocomiales à l'hôpital
- Objectif : détecter bactéries et virus en continu dans l'air, véritable laboratoire intégré de la collecte à l'analyse

- Collecter
- Concentrer, purifier
- Analyser
- Alerter

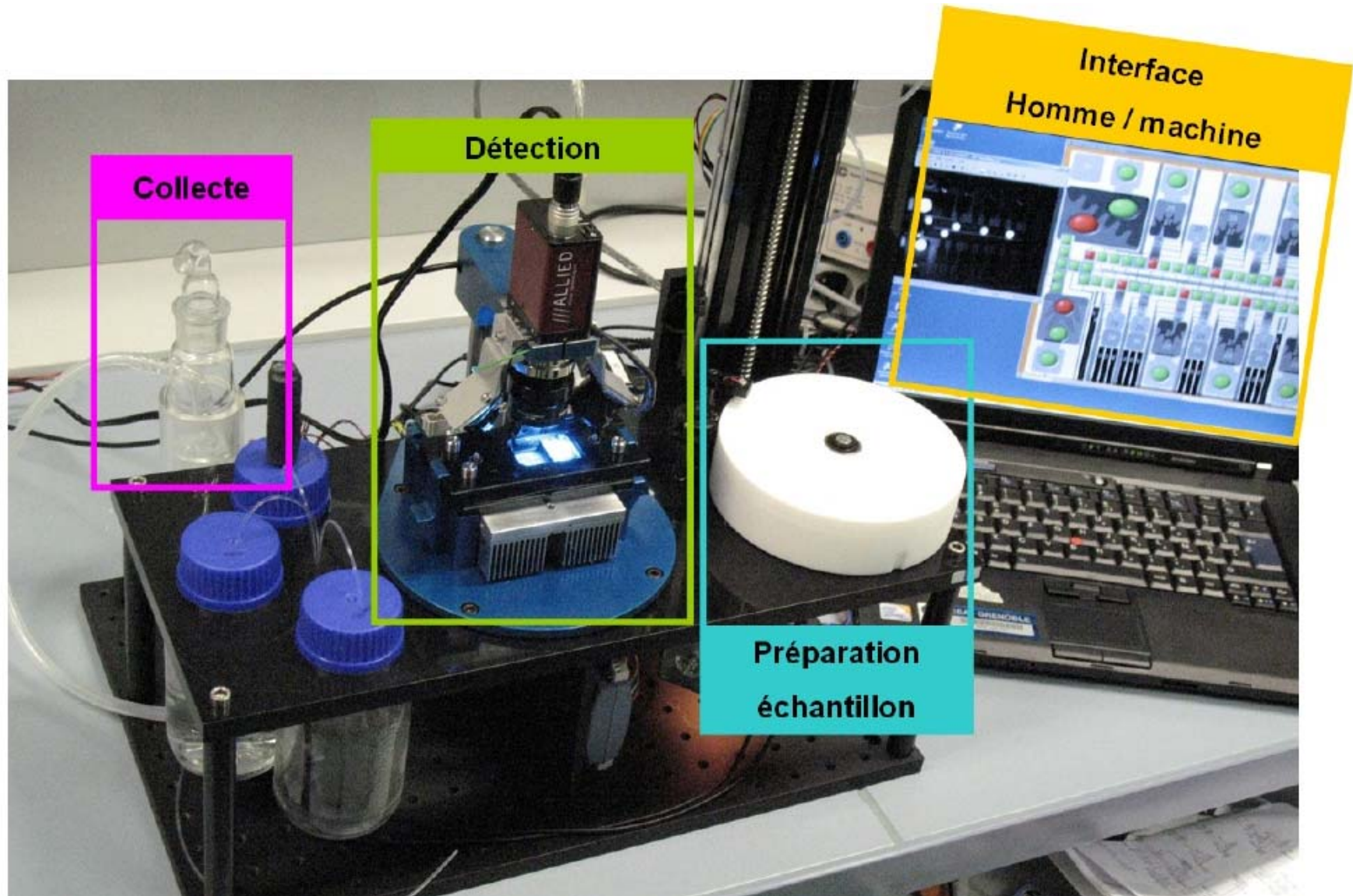


Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON



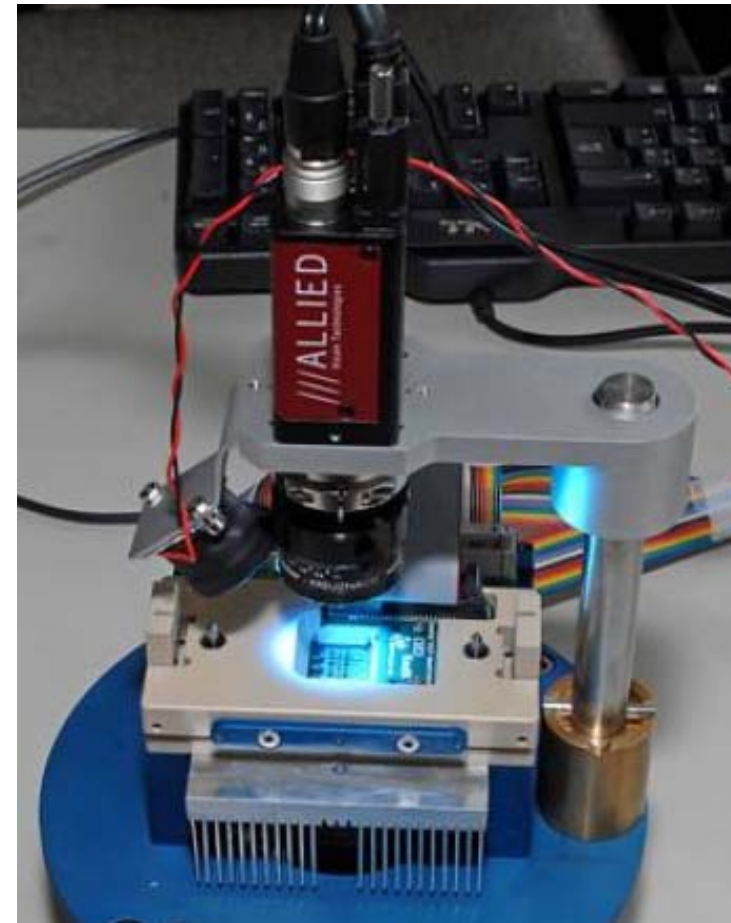


Résultats : Détecteur biologique





- consommable en silicium, notamment muni d'un réseau d'électrodes et embarquant les réactifs biologiques sous forme séchée
- Il est totalement packagé et scellé ce qui permet à l'utilisateur de le manipuler aisément
- 13 points PCR* sont réalisables dans la version actuelle



Instrumentation qui permet :

- l'actuation automatique des électrodes,
- le cyclage en température du consommable (pour réaliser la PCR*),
- la lecture en fluorescence du résultat

* *Polymerase Chain Reaction*



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Résultats : capteur particulaire

Tâche sous la responsabilité de la société



- Réalisation d'un capteur particulaire pouvant être intégré aux systèmes de ventilation et pouvant surveiller la qualité de l'air.
- Développement d'un logiciel couplant l'utilisation du capteur à celui du système de ventilation.
- Ce capteur doit permettre un suivi en continu des niveaux de PM10 et PM2.5 dans les ambiances intérieures.

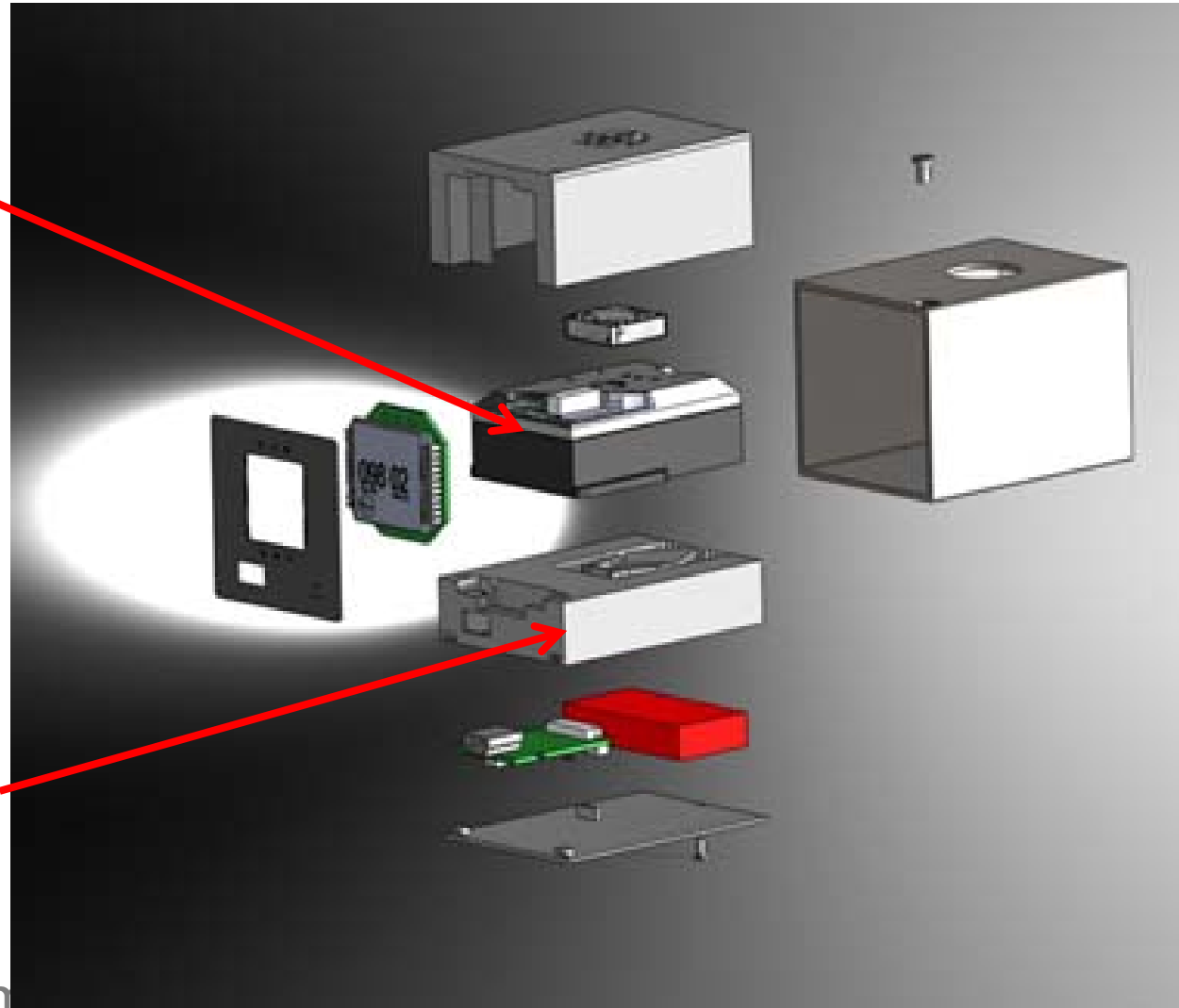
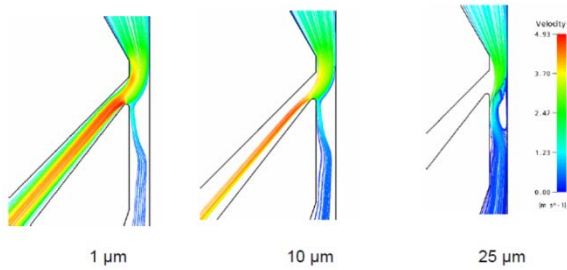


Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON

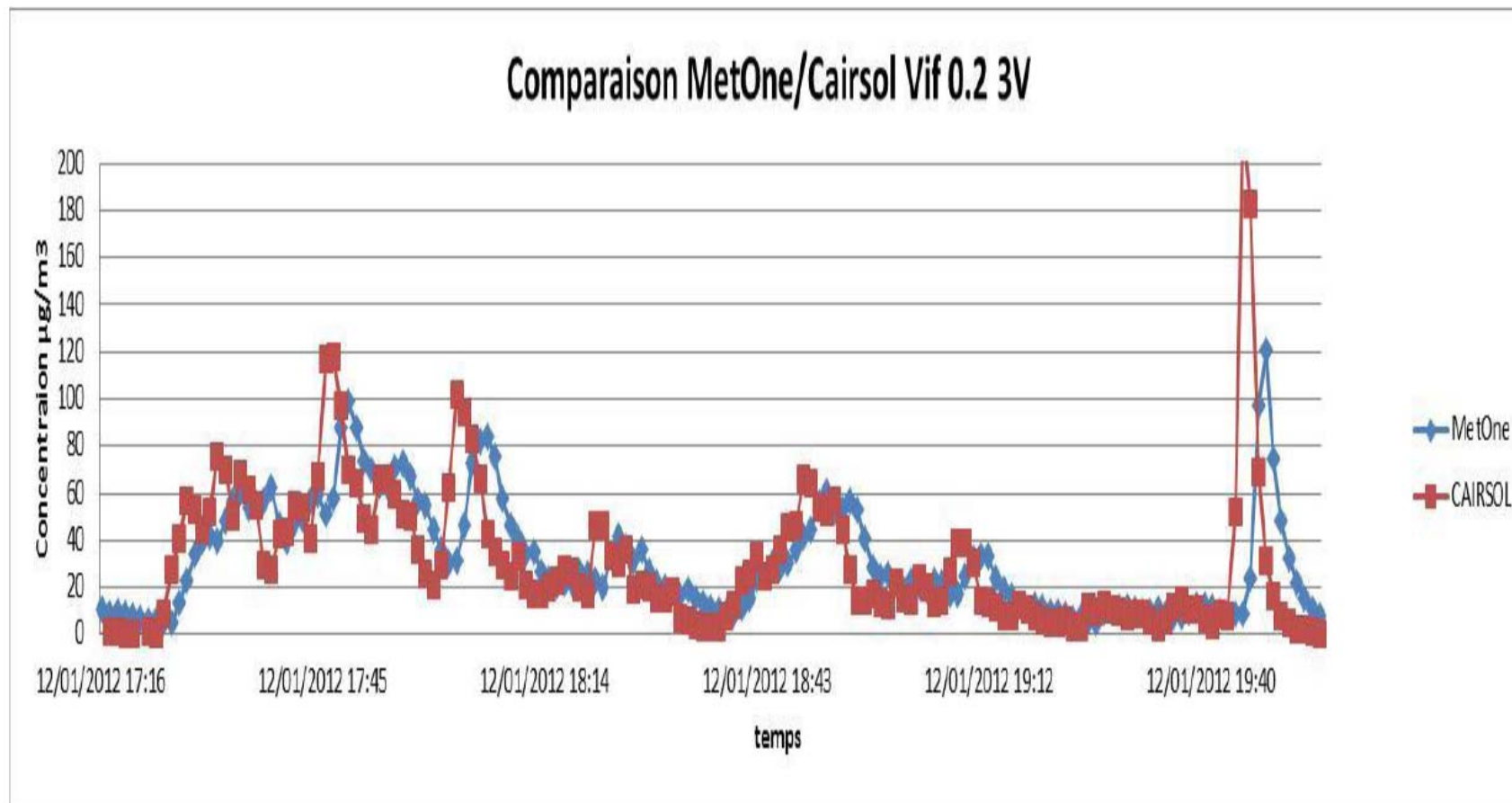


Résultats : capteur particulaire

Néphélomètre bas coût disponible sur le marché



Résultats : capteur particulaire





Résultats : bâtiment démonstrateur



Avec le concours de la Co.RAL et du BET ITF

- Démonstrateur tertiaire bureaux, bâtiment neuf BBC, Communauté de communes de la région d'Albertville (Co.RAL)
 - Bureaux
 - Salles de réunions
 - Salles de répétitions (danse, musique,...)



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Résultats : bâtiment démonstrateur

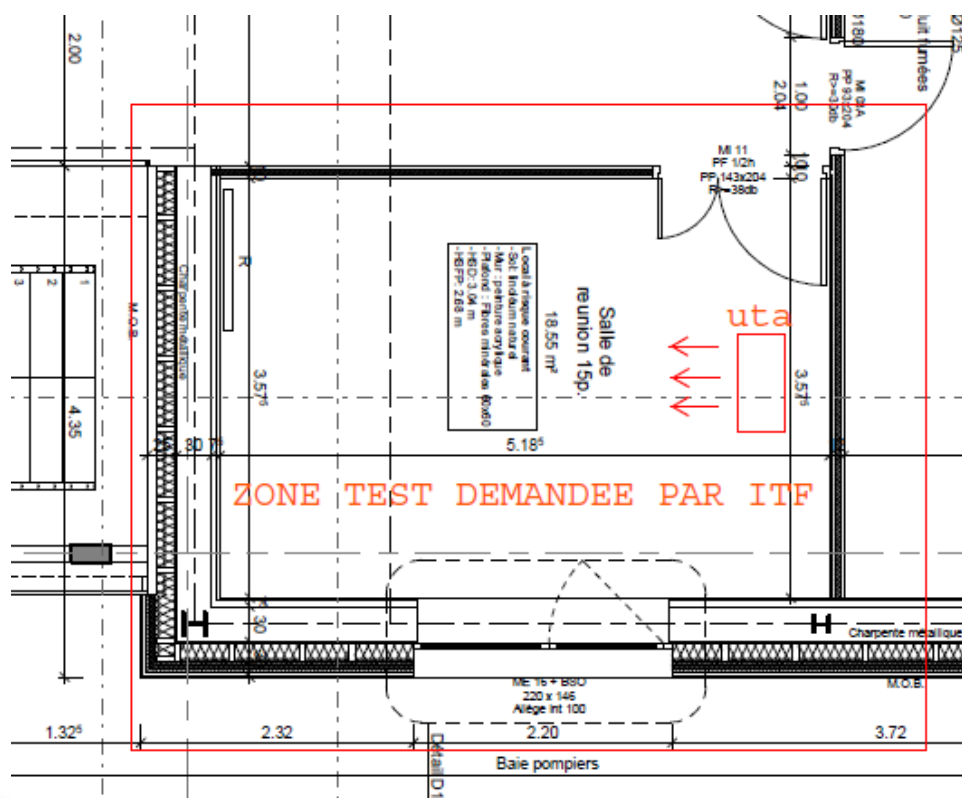
- Monitoring pendant 1 à 2 ans de la qualité de l'air intérieur en lien avec le suivi énergétique du bâtiment
- Différents locaux instrumentés :
 - Compteurs d'occupants
 - Capteurs de CO2
 - Capteurs de particules
 - Capteurs de température et d'humidité
 - Mesures de COV
 - Station météo
- Tests d'épurateurs passifs ou dynamiques développés dans le cadre du projet



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON

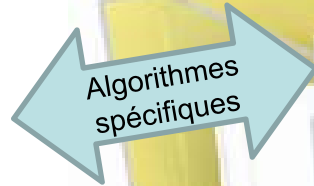
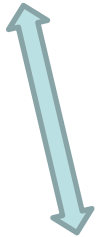


- Développement d'algorithmes de régulation spécifiques pour un fonctionnement optimal conciliant consommation d'énergie et QAI.





Résultats : bâtiment démonstrateur



Algorithmes
spécifiques



Un AIR Sein, Confortable et Energétiquement Economique



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





Conclusions & Perspectives

- Le projet Vaicteur AIR² actuellement à mi-parcours a déjà permis de voir aboutir un certain nombre de réalisations tant dans le domaine de l'optimisation énergétique des bâtiments que dans le domaine de la QAI.
 - Avancée des connaissances,
 - développements d'équipements (systèmes d'épuration)
 - outils logiciels de prévision,
 - capteurs dédiés,
- L'ADEME a confirmé sa confiance en lançant dès le début de 2012 une deuxième phase de travaux dédiés aux bâtiments résidentiels.



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON





MERCI de votre attention



Atmos'Fair 26-27 septembre 2012 LYON

