

# Aérodynamique Interne et Qualité de l'air

## Simulation numérique 3D (CFD) - Qualification dans SENSE-CITY

G. VATON, C. SOUPRAYEN, A. TRIPATHI

FLUIDYN France, 7 boulevard de la Libération, 93200 Saint-Denis contact@fluidyn.com  
http://www.fluidyn.com

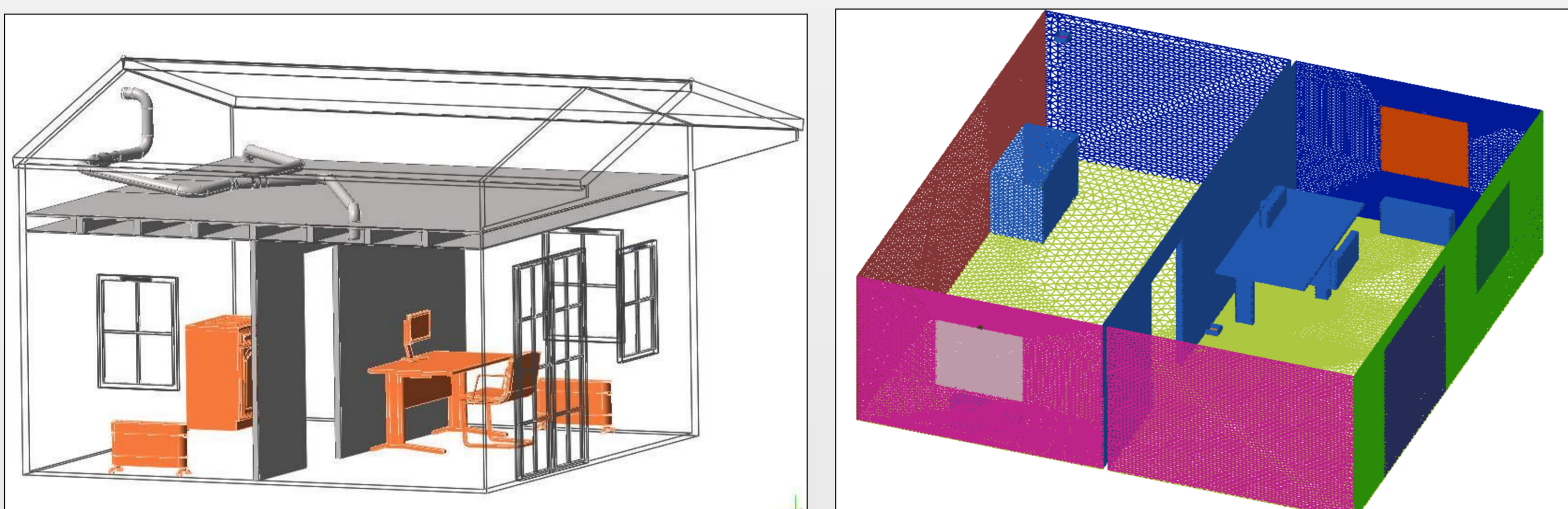
fluidyn  
FRANCE

### SOLUTION APPLICATIVE CFD DEDIEE

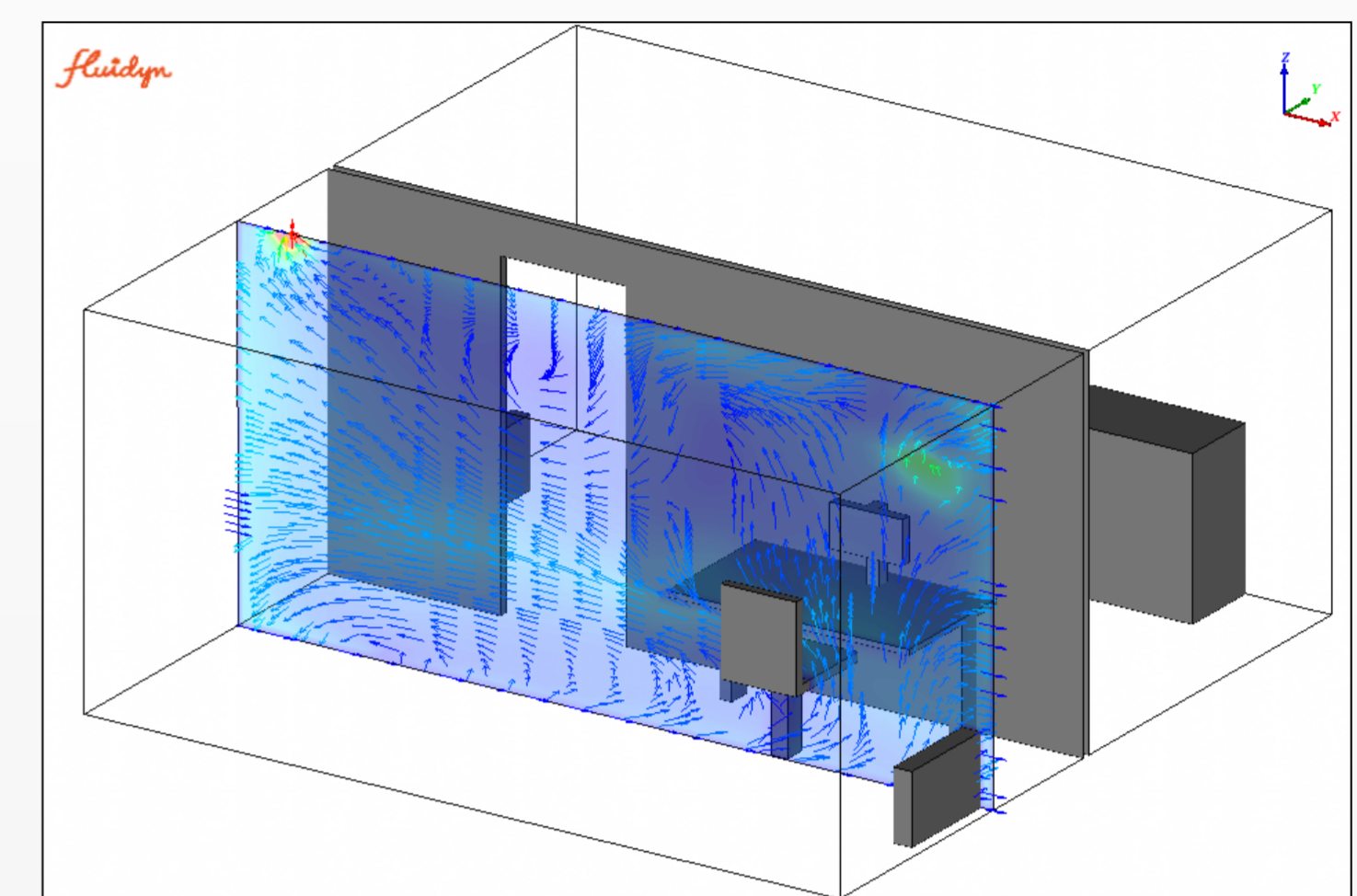
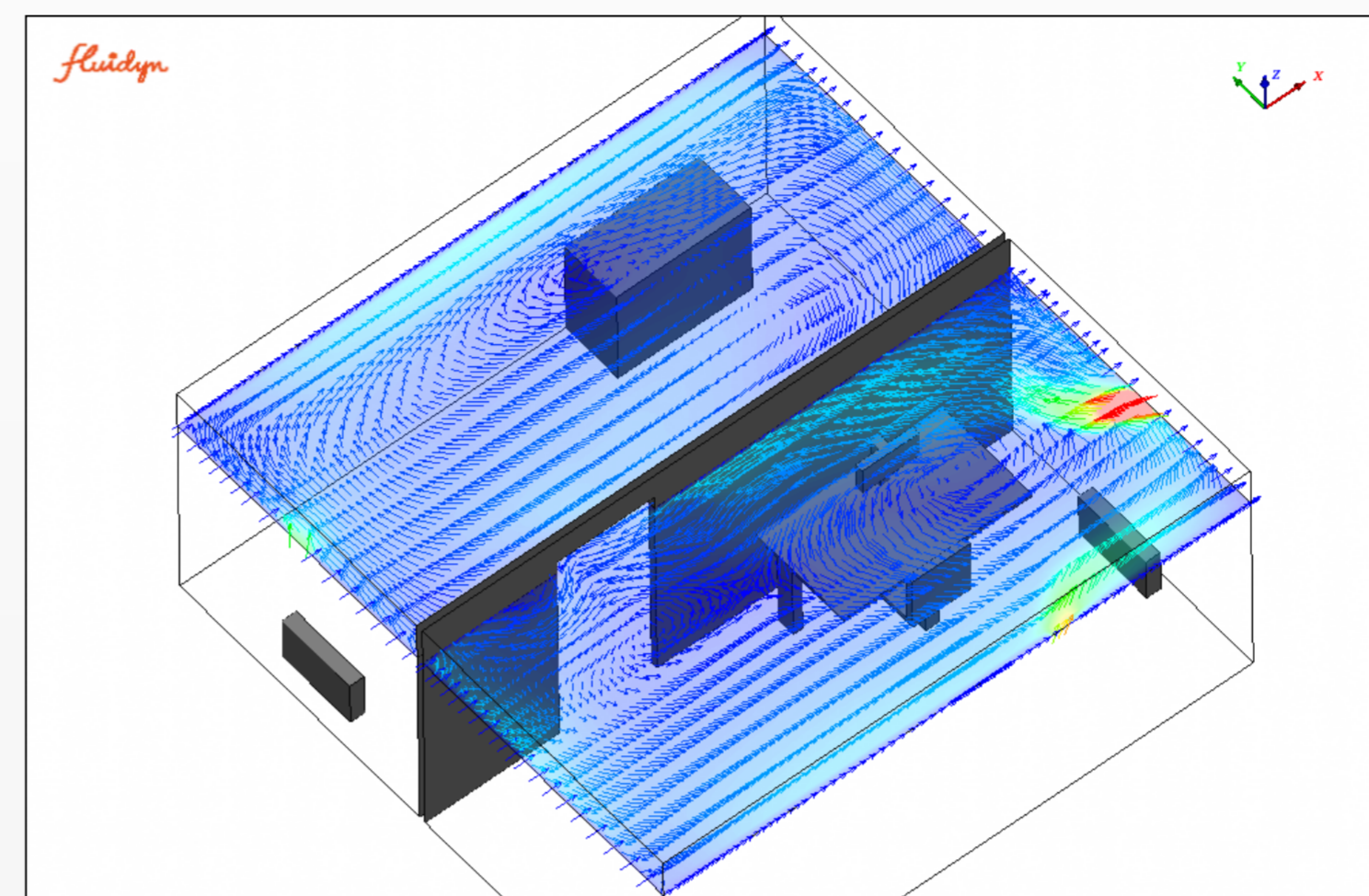
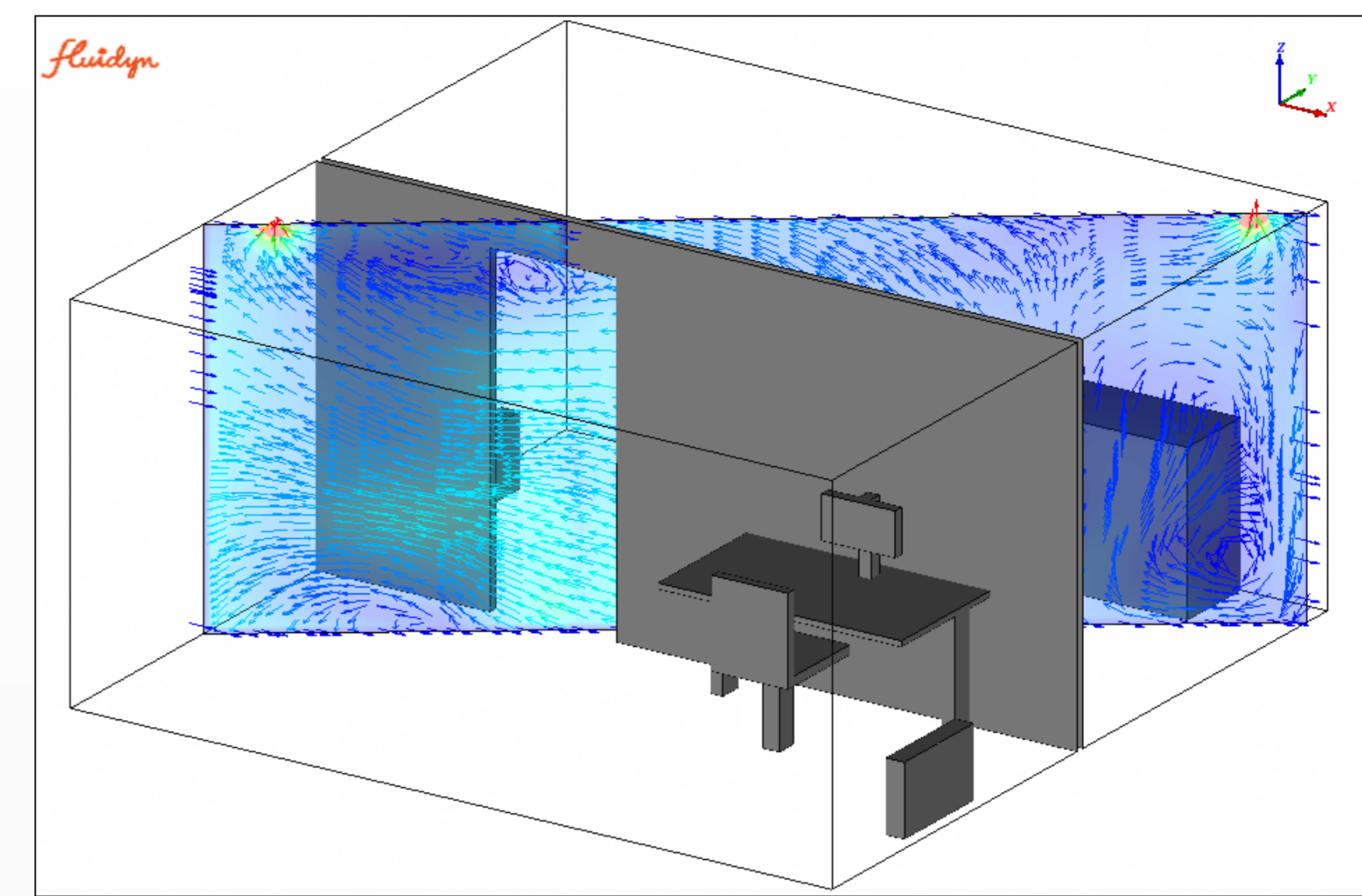
Appliquée aux bâtiments, la modélisation de l'aérodynamique peut être déployée rapidement en situation de diagnostic de la qualité de l'air QAI, (préparation des campagnes et audit) et pour le déploiement pérenne de capteurs destinés à une surveillance continue de contamination. Ce prototypage rapide est possible dans des outils dédiés dont Fluidyn-VENTIL. L'outil interfacé propose en effet des menus et bibliothèques d'objets (parois, portes, mobilier, occupation, équipements de ventilation (soufflage extraction) ou de chauffage...) et une modélisation aérodynamique 3D rapide.



Chalet étudié SENSE-CITY, France



Modèle numérique d'un des chalets et maillage tétraédrique



Exemple d'écoulement dans le chalet : coupes par les bouches d'extraction et d'admission

### INNOVATION ET ENJEUX AU SEIN DE L'EQUIPEX SENSE-CITY

Dans le cadre d'un projet de R&D engagé avec l'IFSTTAR, le problème de l'interprétation de mesures par capteurs distribués dans le bâtiment est étudié pour réaliser des cartographies 3D de contaminants dans l'air et de leur sources. Des technologies initialement développées pour le milieu extérieur (météorologie, dispersion atmosphérique) ou pour les réseaux d'assainissement sont proposées à l'étude.

La transposition au bâtiment exploite la simulation 3D-CFD (méthode Reynolds Average, RANS) pour les équations du mouvement (aérodynamique) et pour les équations de transport de contaminants (modèle directe et adjoint).

Les modèles inverses pour la localisation des sources à partir de lots de mesures sont de 3 types:

- Une approche stochastique bayésienne: L'espace des positions et débits de sources est explorée par chaîne de Markov avec une reconstruction des distributions de probabilités de la source.
- Une approche par assimilation de données qui s'appuie sur la théorie du contrôle optimal: déterminer les paramètres de contrôle du modèle physique, i.e. position et amplitude du terme source qui minimise une fonctionnelle d'écart entre simulation numérique et mesure, avec un algorithme de descente opérant sur l'état adjoint
- Une approche par projection renormalisée sur l'espace des champs adjoints: une fonction d'éclairage permet de modifier la métrique de l'espace tel que perçu par les capteurs. La carte de source projetée présente son maximum sur la position de la source.

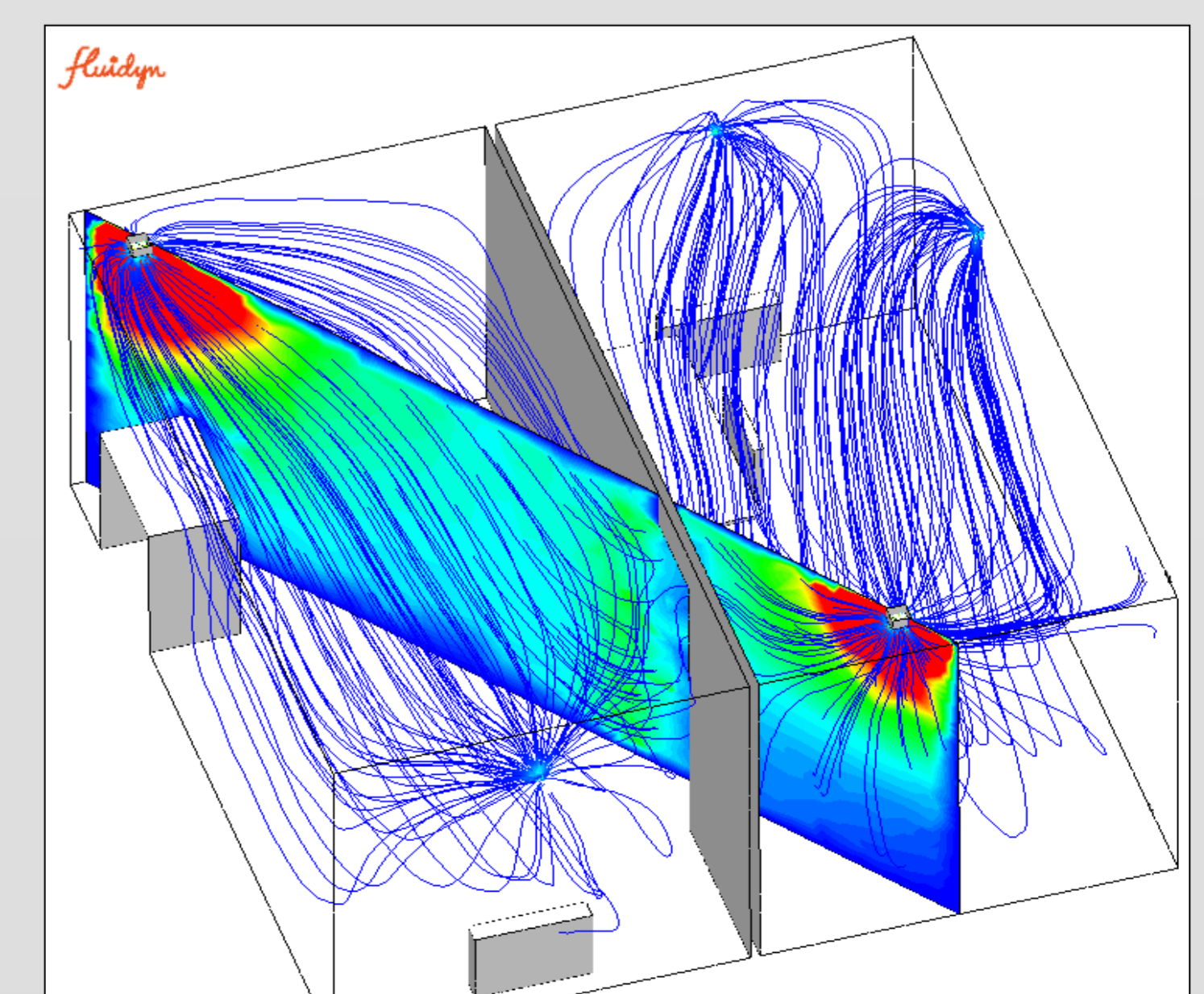
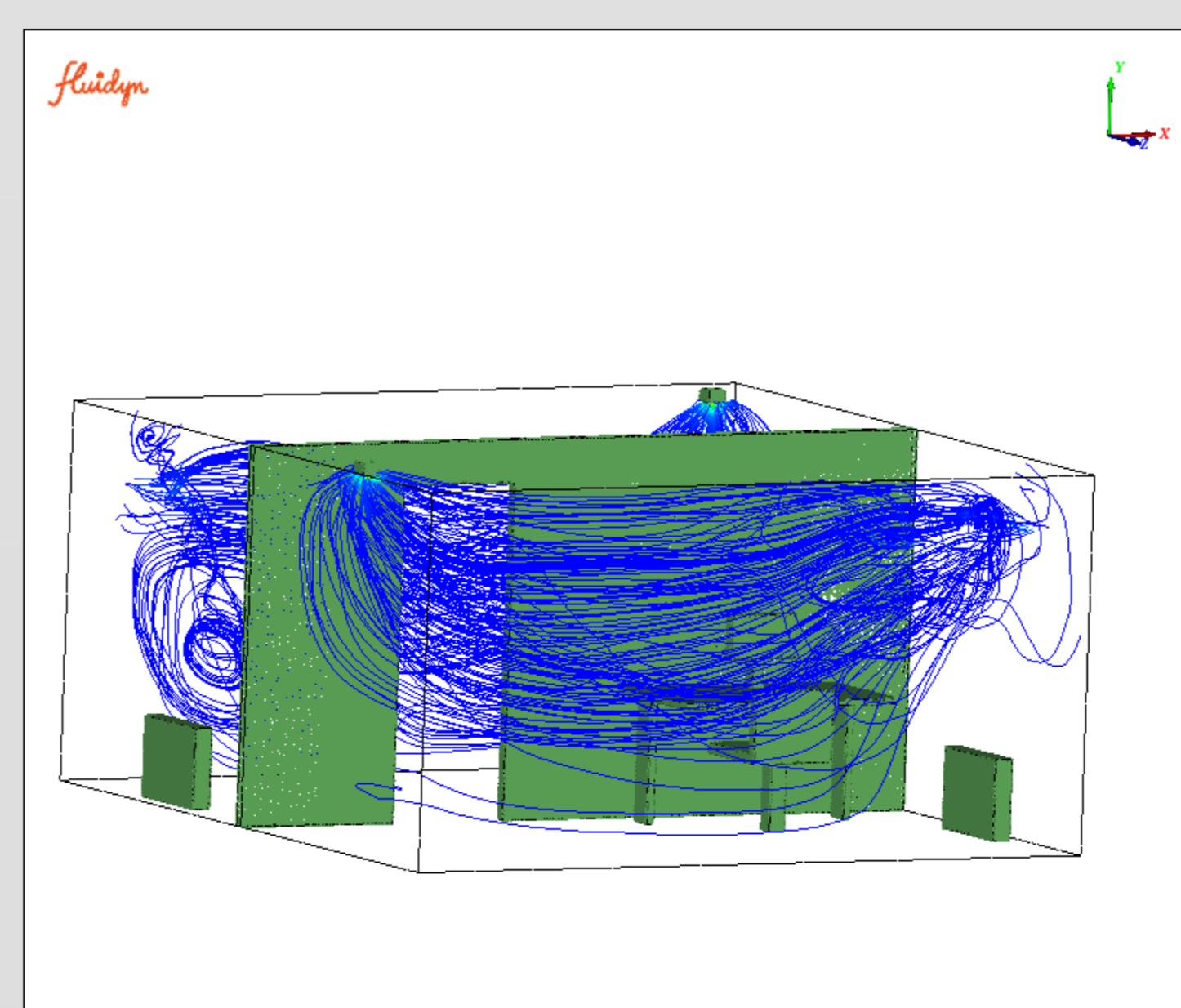
### MISE OEUVRE EXPERIMENTALE PROJETEE

La modélisation CFD RANS propose plusieurs fermetures pour la turbulence (proche paroi, aux jets de soufflage/extraction), dont dépend la qualité de représentation des écoulements moyens, du transport et du mélange des contaminants dans les volumes du bâtiment.

Une partie de l'étude vise à examiner et optimiser les choix de ces modèles sur la base de comparaisons avec les expériences menées dans les bâtiments (chalets) construits au sein de l'Equipex Sense-City. L'aérodynamique du chalet est induite par une extraction au plafond et des entrées d'air frais par des bouches d'aération au dessus des portes et fenêtres. Deux phases sont projetées:

- La première phase d'expérimentation portera sur l'aérodynamique seule avec un déploiement d'anémomètres 3D dans un des chalets: directions et vitesses moyennes, (éventuellement turbulence et flux)
- La deuxième phase d'expérimentation inclura une émission de traceur (un composé volatil) et des mesures par capteurs réparties dans les 2 pièces du chalet pour la composante transport et les modèles inverses.

**SENSE-CITY fournit le cadre de démonstration et de qualification des solutions développées.**



Visualisation de lignes de courant