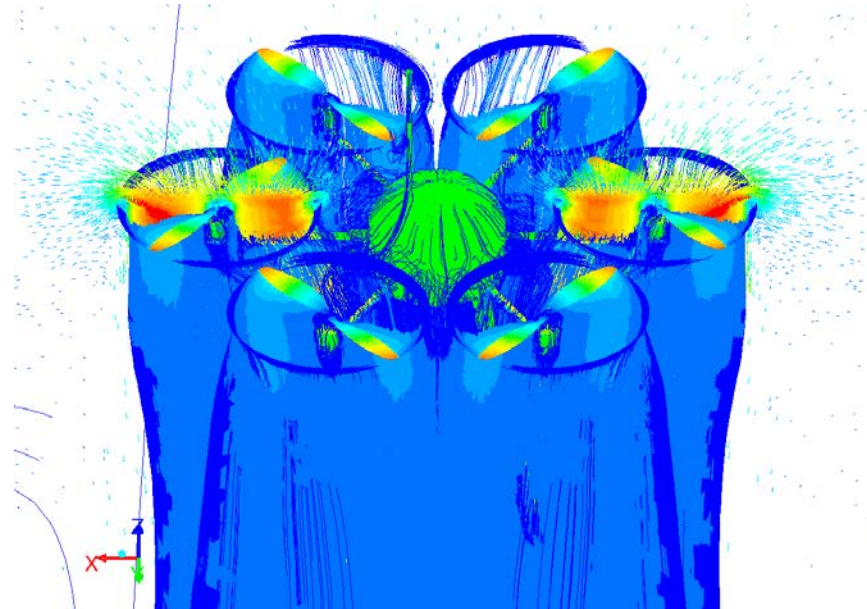


AERODYNAMIQUE D'UN DRONE HEXACOPTERE POUR LA MESURE DE LA POLLUTION URBAINE

Patrick Haas, Hasret Peköz, Christophe Balistreri



L'avenir est à créer

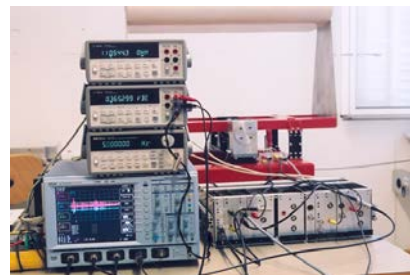
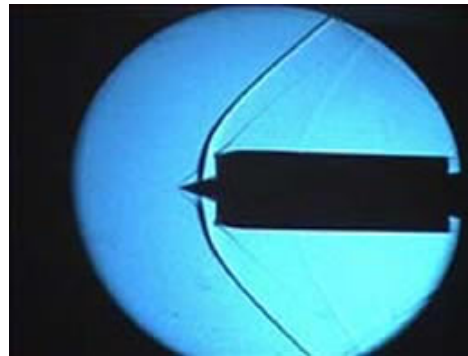
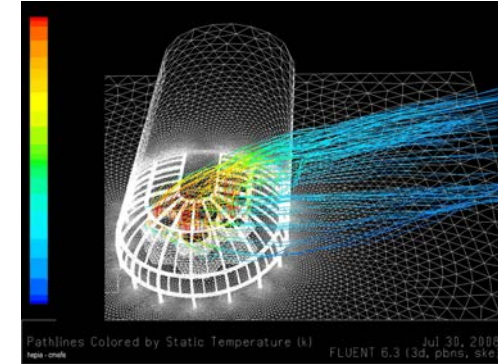
PROJET CLEANCITY : ETUDE DE LA DIFFUSION DE POLLUANTS EN MILIEU URBAIN

*Mise en place une méthodologie de détermination
de la diffusion de polluants dans une ville, un quartier*

- Utilisation du cadastre tridimensionnel (SITG)
 - Modélisation CFD sur un cluster de calcul
 - Essais en soufflerie sur maquette en prototypage rapide
 - Mesures in-situ (drone et « pots »)
-
- 10 prof. HES et 10 assistants de recherche (Sites de Genève, Fribourg, Sion, Yverdon) sur 2 ans
 - Financement HES-SO et des sites HES (écoles)
 - Valorisation par 2 sociétés privées et les services de l'Etat concernés



LE GROUPE DE MECANIQUE DES FLUIDES HEPIA - CMEFE



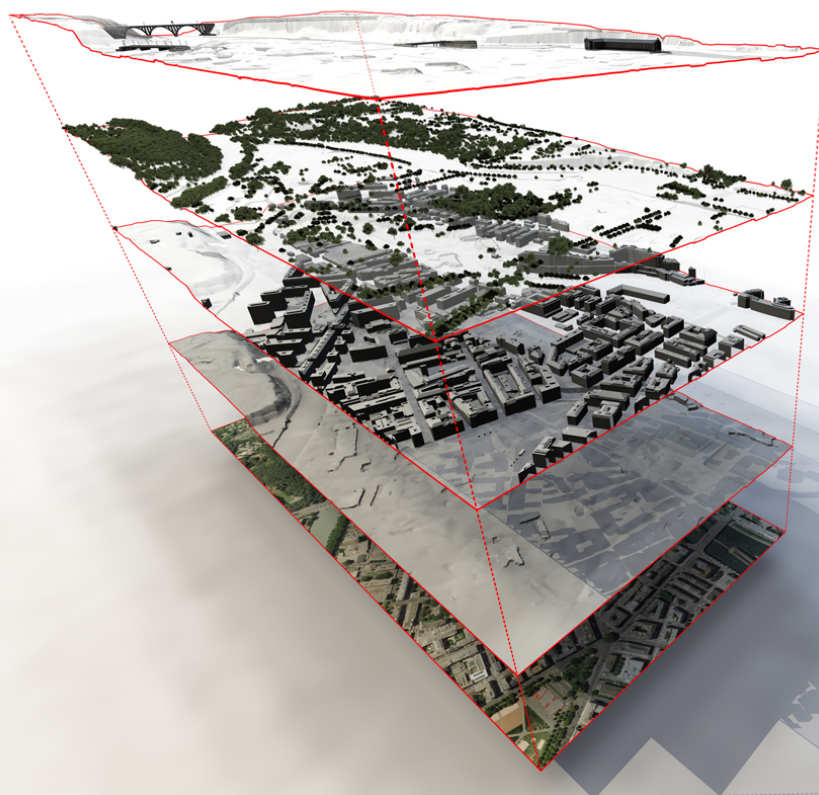
www.cmefe.ch

L'avenir est à créer

h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève

SITG : CADASTRE TRIDIMENSIONNEL



ouvrages d'art + bâtiments remarquables

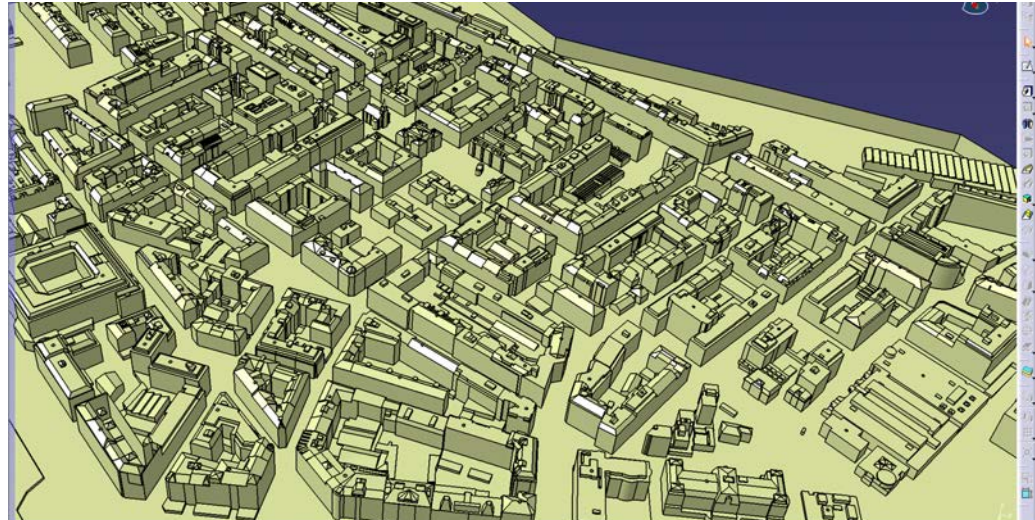
inventaire cantonal des arbres + couche végétation

bâtiments 3D

modèle numérique de terrain

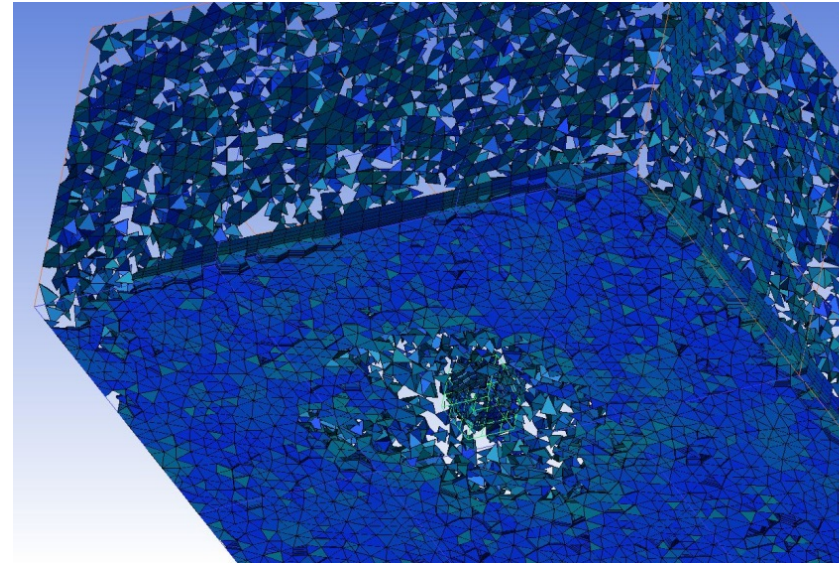
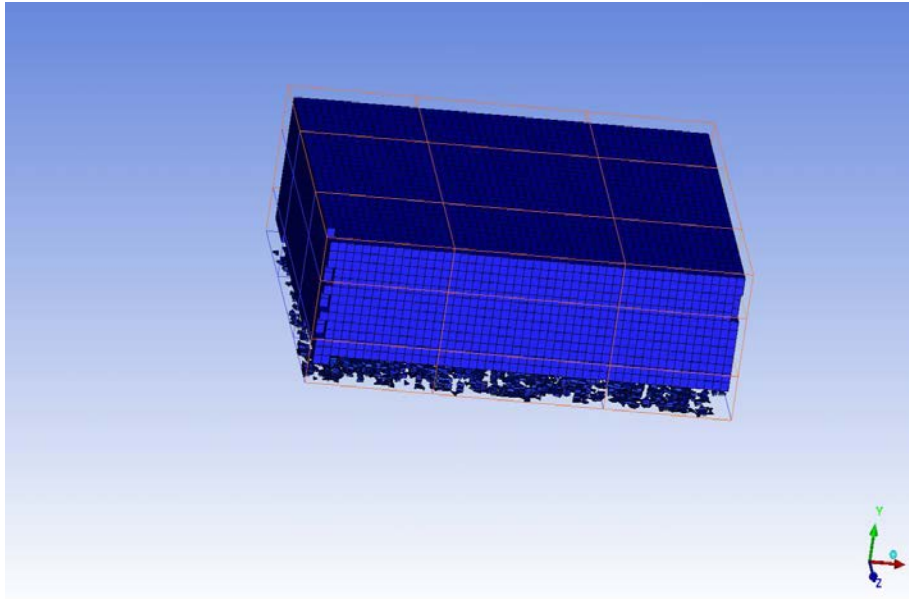
orthophoto

MODELISATION A PARTIR DU SITG



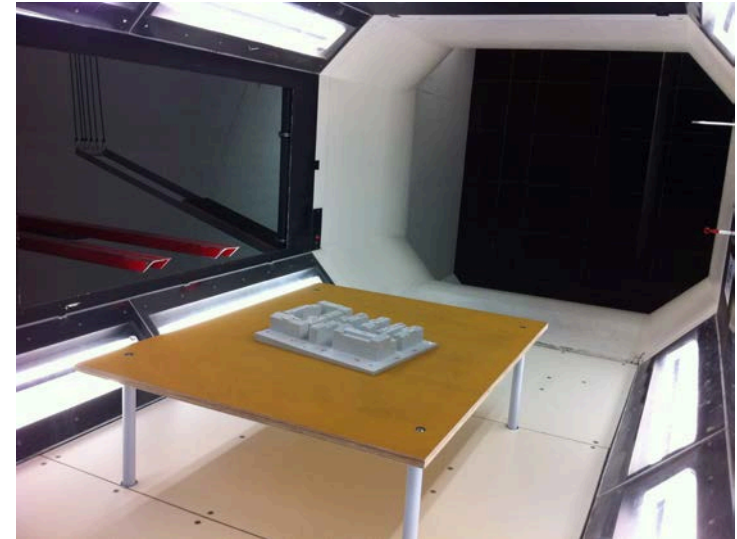
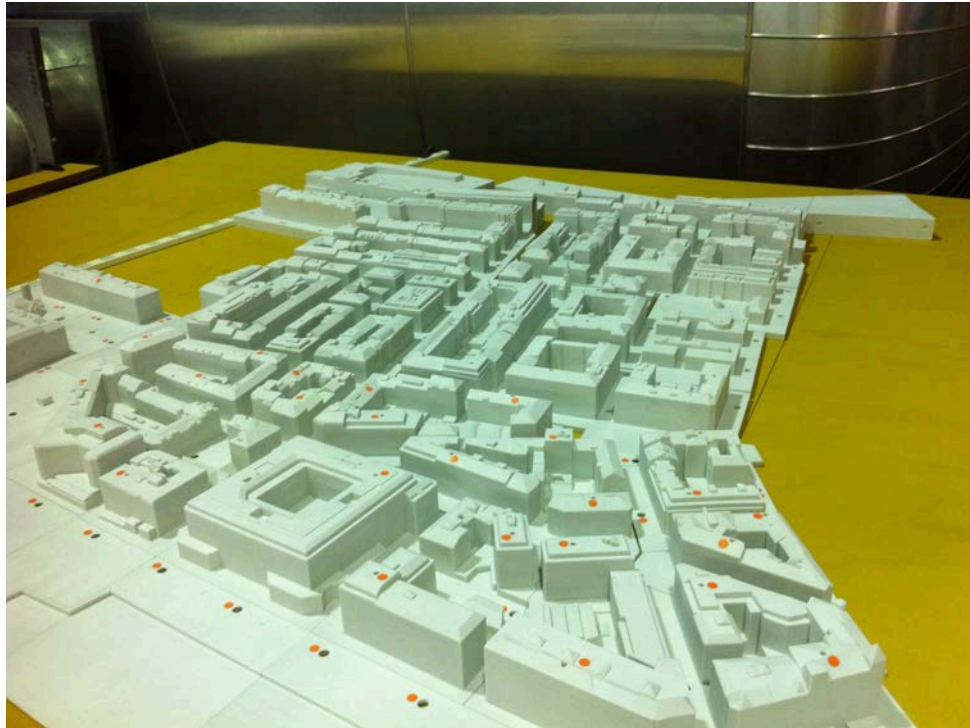
- Extraction des couches géométriques
- Réalisation d'un modèle CAO
- Correction des problèmes géométriques
- Simplifications souhaitées

MAILLAGE DU QUARTIER



- Transfert dans ICEM
- Maillage patch independent (Octree)
- Hexacore
- 50 millions de cellules
- FLUENT, air + gaz de combustion

MAQUETTE POUR L'ETUDE EN SOUFFLERIE



- Validation du modèle CFD
- Sonde Pitot 7 trous
- Fils chauds
- Robot portique 3 axes

DRONE DE MESURE HEPIA



Problématique rencontrée dans le projet Clean City :

Détermination des conditions aux limites des modèles CFD !

- Surveillance de niveaux de pollution à différentes altitudes
- Compréhension des phénomènes (pas seulement au niveau du sol)
- Validation des modèles CFD
- Drone hexacoptère géo-référencé
- Masse 2.2 Kg sans nacelle
- 1.2 Kg charge utile (nacelle)

NACELLE DE MESURE



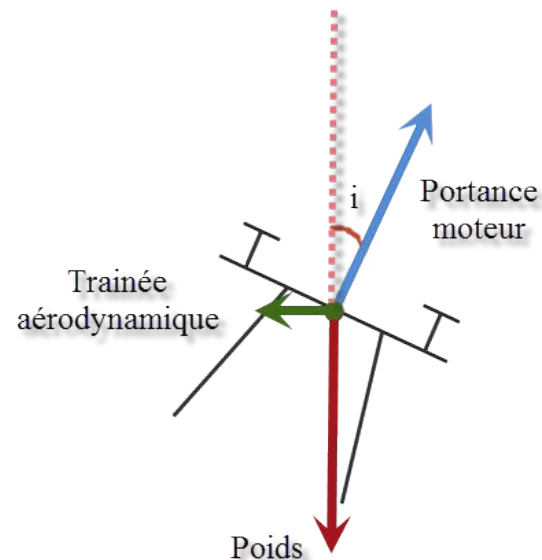
- Mesures de NO₂, O₃, PM₁₀
- Données du système de pilotage (position, altitude, angles, vitesses)
- Convertisseur 16 bits
- Lien radio des données vers la station de base GCS

AERODYNAMIQUE DU DRONE

- Etude du comportement du drone (mécanique du vol)
- Mesure du vent à l' aide du drone
- Volume d'air brassé par le drone

Vol stationnaire :

Angle i et vitesse du vent sont liés



Possibilité de donner au drone la consigne de rester fixe en un point de l'espace

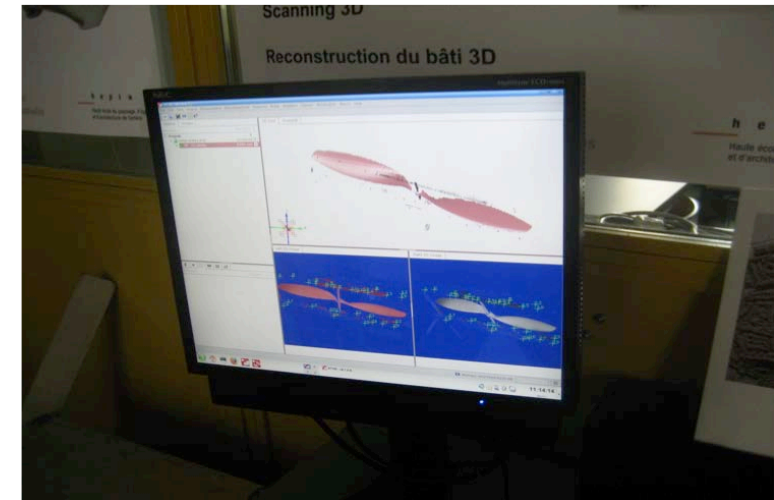
VOL INSTATIONNAIRE

- Situation complexe non-linéaire
- Nécessité de travailler sur un grand nombre de paramètres
- Représentation du système à l'aide de matrices
- Nombre d'analyses importantes

→ Etude du cas stationnaire



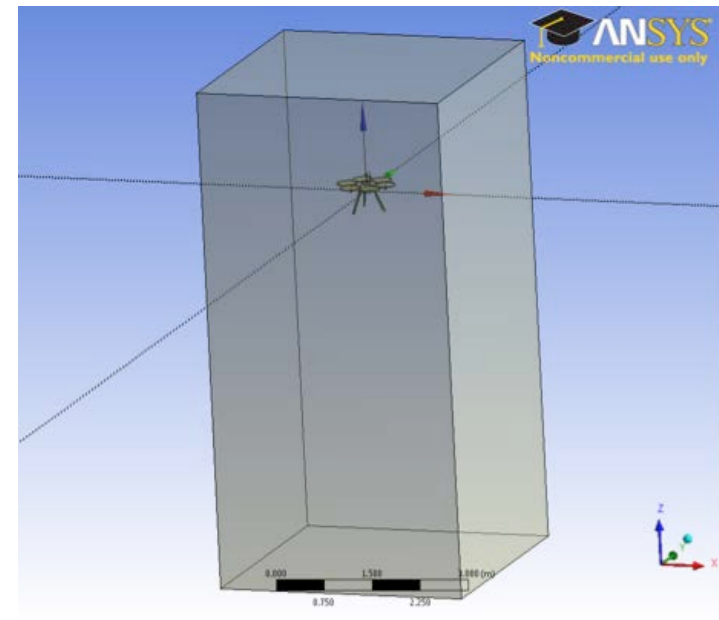
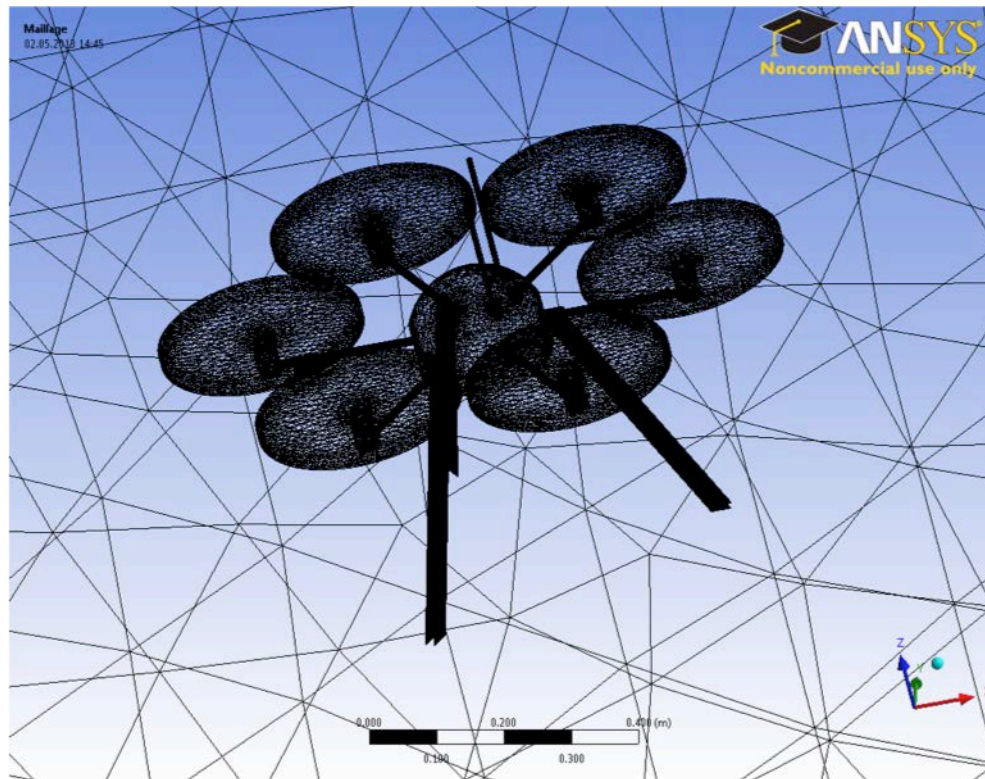
ANAYLSE CFD : SCAN DES HELICES



- Scan 3D
- Création d'un fichier stl

ANAYLSE CFD : MAILLAGE

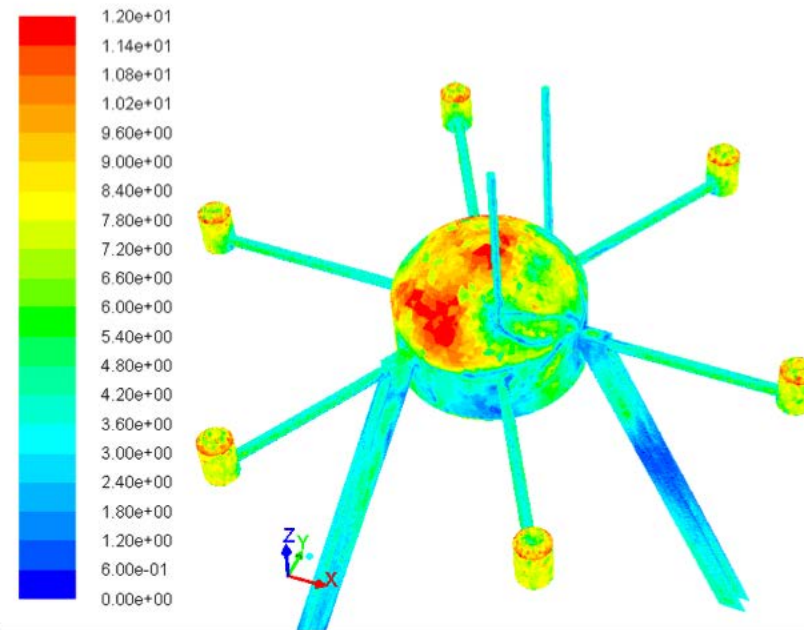
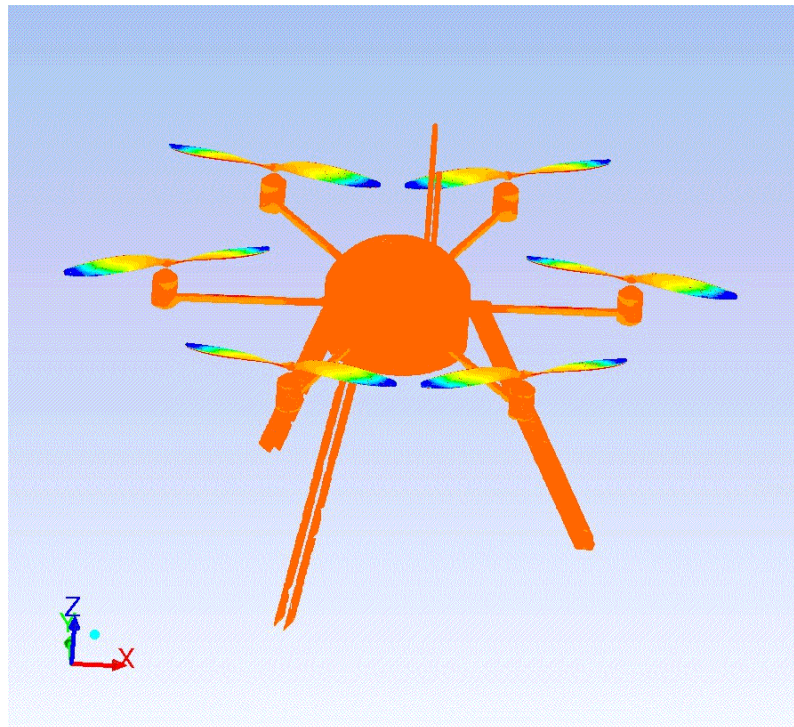
- ICEM, méthode *patch independent* depuis le stl et la CAO du drone
- Pas de reconstruction des surfaces à partir du scan des hélices
- Maillages avec interfaces aux frontières des galettes tournantes



$$\begin{aligned} -4 \text{ m} < x < 4 \text{ m} \\ -4 \text{ m} < y < 4 \text{ m} \\ -6 \text{ m} < z < 4 \text{ m} \end{aligned}$$

L'avenir est à créer

ANAYLSE CFD : MAILLAGES MOBILES

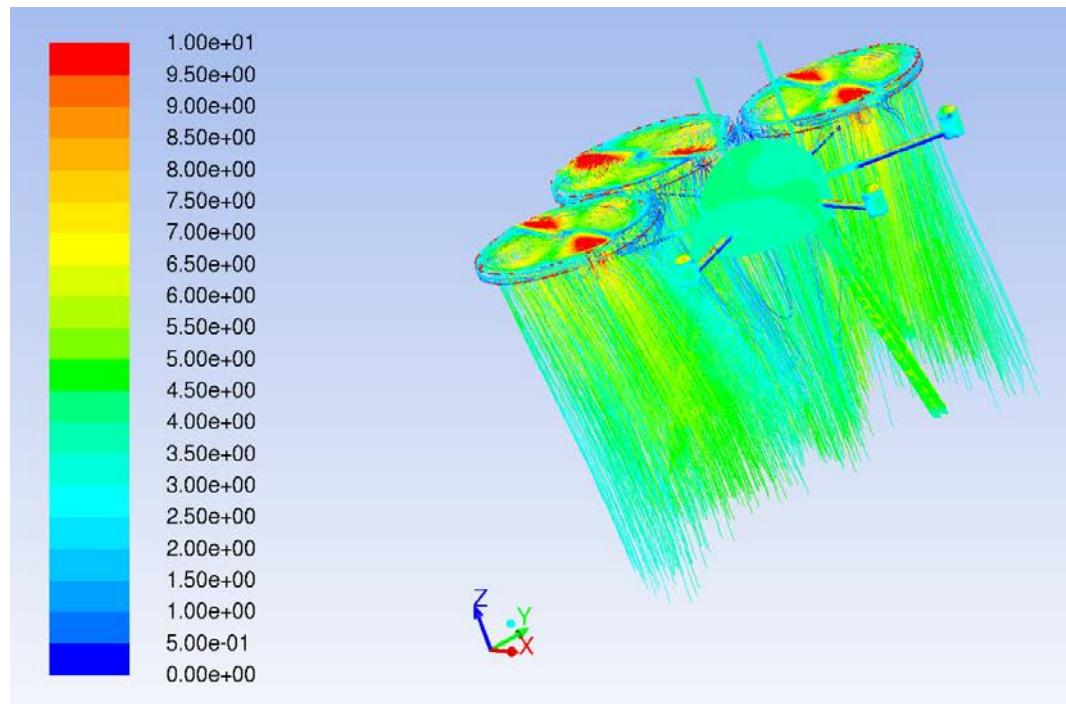


Contours of Wall Yplus

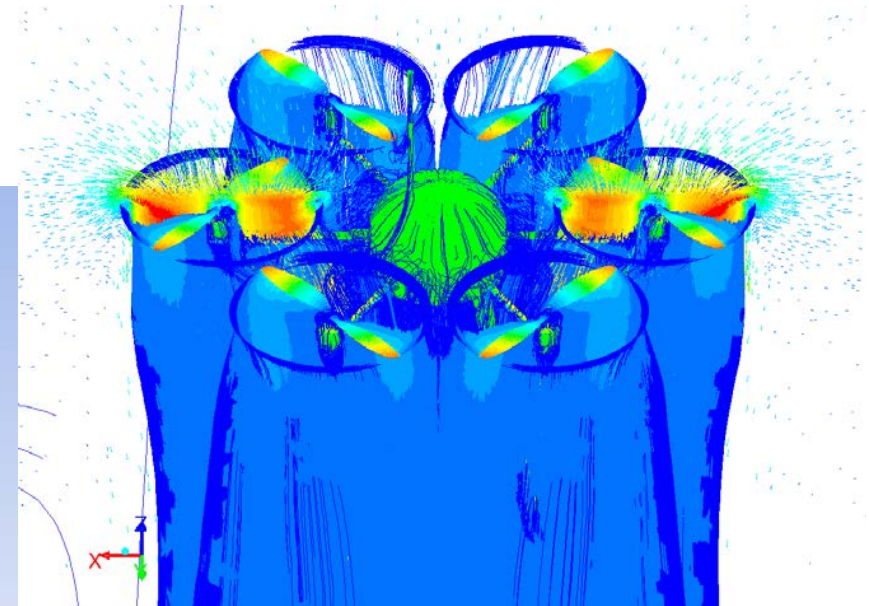
May 29, 2013
ANSYS FLUENT 13.0 (3d, dp, pbns, S-A)

- Vérification du fonctionnement des interfaces
- Valeurs des y^+

CHAMP DE VITESSES

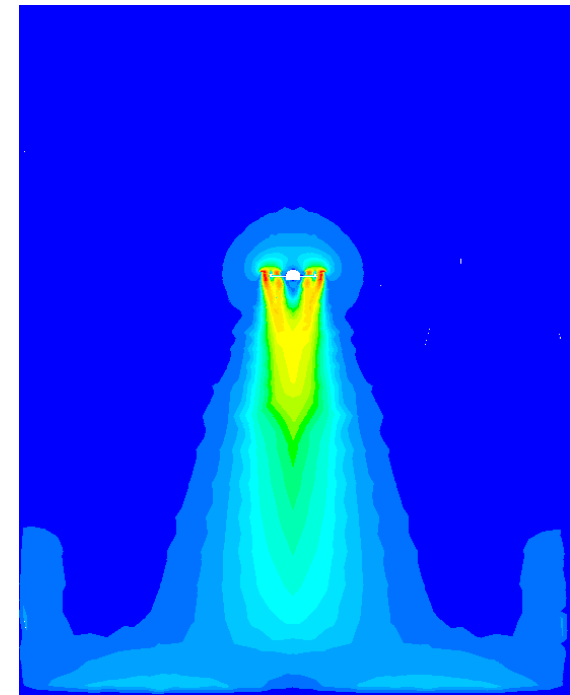
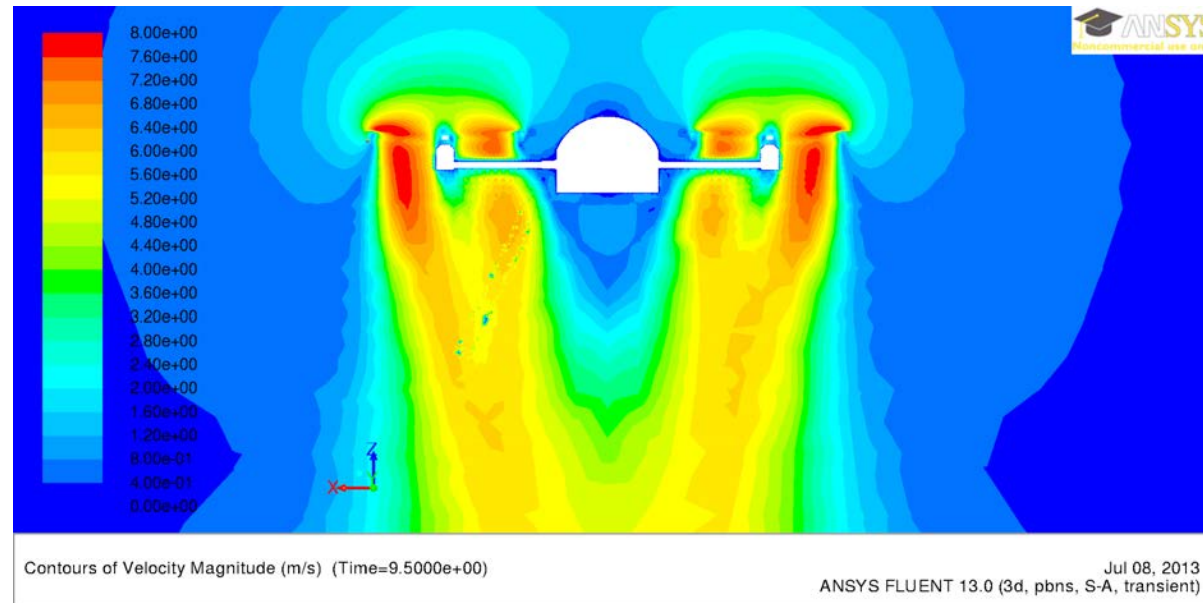


Pathlines Colored by Velocity Magnitude (m/s) (Time=2.0000e+00)



Jun 10, 2013
ANSYS FLUENT 13.0 (3d, pbns, S-A, transient)

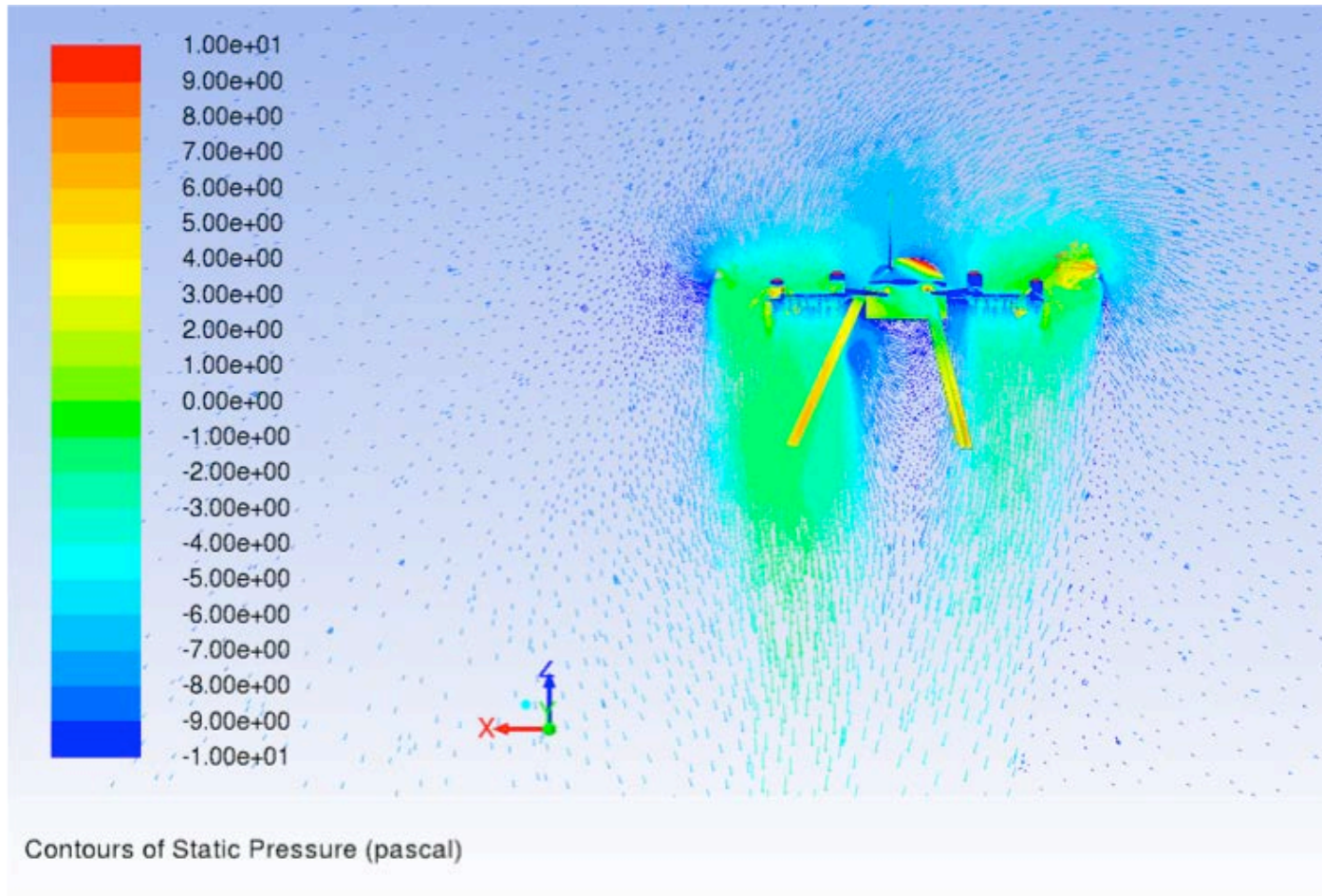
CHAMP DE VITESSES



- Détermination du volume d'air brassé par le drone (résolution spatiale des mesures) :
Cylindre de rayon 2 m
Au-dessus : 2 m
Au-dessous : 6 - 8 m
- Réaliser des vols ascendants!

CHAMP DE PRESSIONS

Vent de 2 m/s

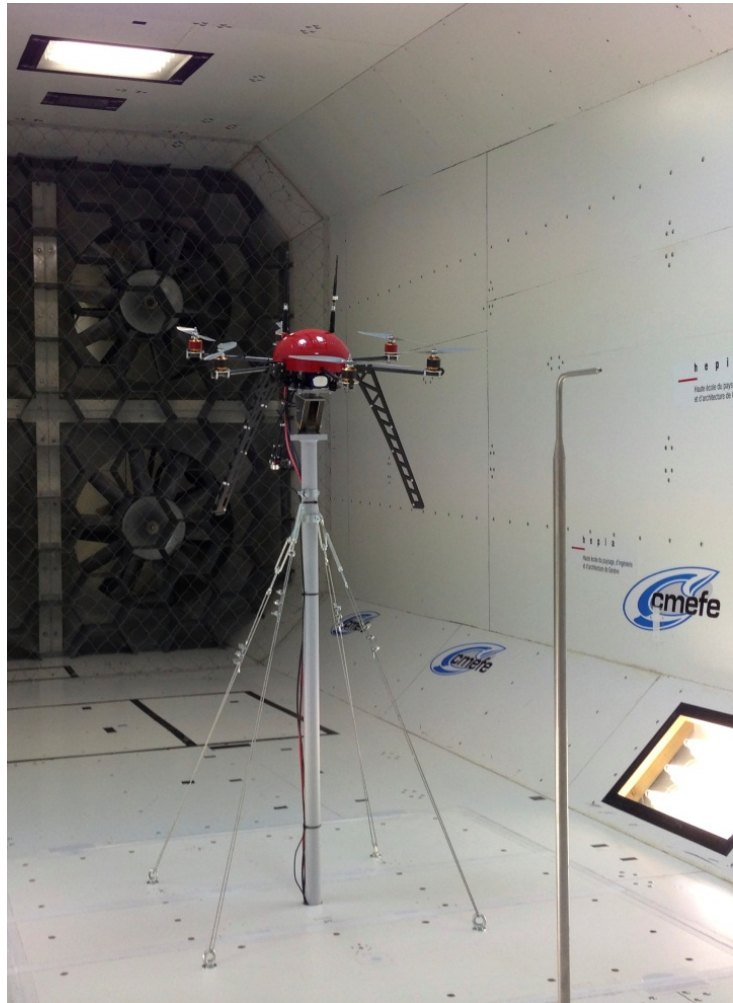


SITUATIONS ETUDIEES

Réf.	Inclinaison i (°)	Vitesse de rotation des hélices (rad/s) (tour/min)		Temps (s)	Fz (N)
1	0	400	3810	4.30 8.00	10.9 10.8
2	0	440	4202	4.20 9.20	12.2 12.7
3	0	480	4584	5.00 9.50	15.4 15.1
4	0	520	4966	5.00 7.50 8.20 8.40 8.60	16.2 15.9 16.0 16.3 16.1
5	0	560	5348	5.00 6.80 9.00	16.0 15.8 16.0
6	0	600	5730	4.70 5.00 7.00 9.40	24.0 21.8 22.2 24.7
7	0	640	6112	9.60	35.8
8	4	400	3810	5.00	-

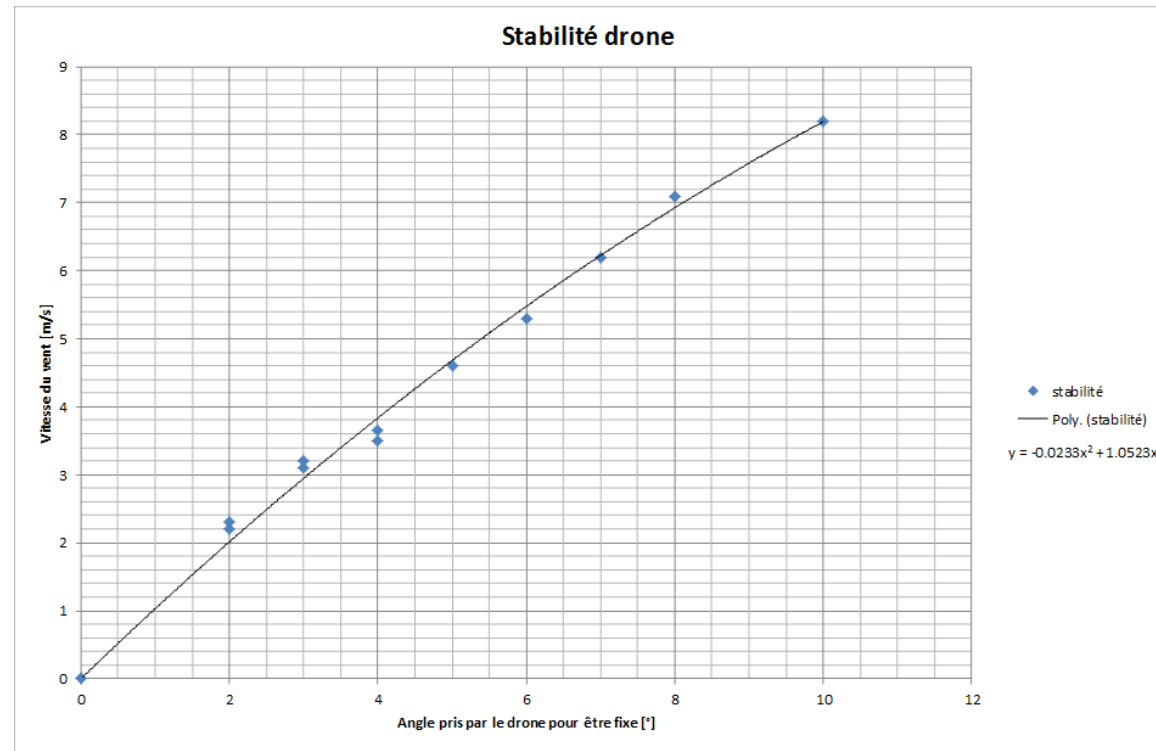
L'avenir est à créer

CAMPAGNE D'ESSAIS EN SOUFFLERIE - VALIDATION



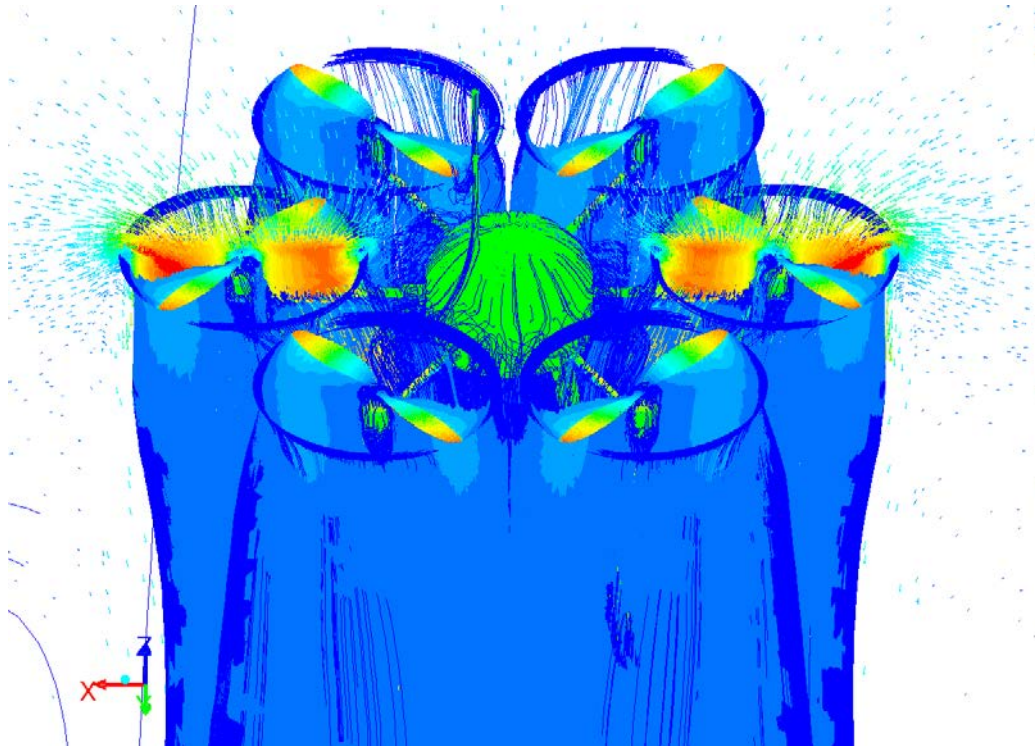
- Validation des simulations CFD sur la base d'une campagne d'essais en soufflerie
- Travail en cours

CAMPAGNE D'ESSAIS EN SOUFFLERIE - VALIDATION



→ Mesure de la vitesse du vent

QUESTIONS ?



Patrick Haas, Prof. HES

hepia

Filière de génie mécanique