

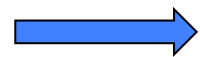


AÉRODYNAMIQUE DE LA MOTO2 SUISSE, QUEL DÉFI POUR HEPIA ?

Patrick Haas, Prof. HES

LES HAUTES ÉCOLE SPÉCIALISÉES

- 7 HES
- + 2 privées
- 80' 000 Étudiants



www.hes-so.ch

LES SPORTS MÉCANIQUES A HEPIA

- Egli Motorradtechnik (1985), travail de Bachelor
- Motos ROC Annemasse (1992), travail de Bachelor
- ASM Formula 3 (2006)
- Eco-marathon Shell : Consomini (2003-05), Biomobile.ch (2005 - actuel)
- Motostudent PoliTo Turin (2011-12)
- Moto2 NCS Rapid Inside Modena (2011)



Motostudent PoliTo



PoliTo CIV Misano 2016

LES SPORTS MÉCANIQUES A HEPIA (SUITE)

- Audit des teams de Formule 1 (2010 – 2013)
- MotoGP Akira Kawasaki (2014 - actuel)
- Moto2 Tech3 (2014)
- Vyrus 986 M2 Wings (2016)
- Moto2 KTM (2016 – 2017)
- Moto2 Garage Plus et Technomag CarXpert : Suter et Kalex (2014 - actuel)



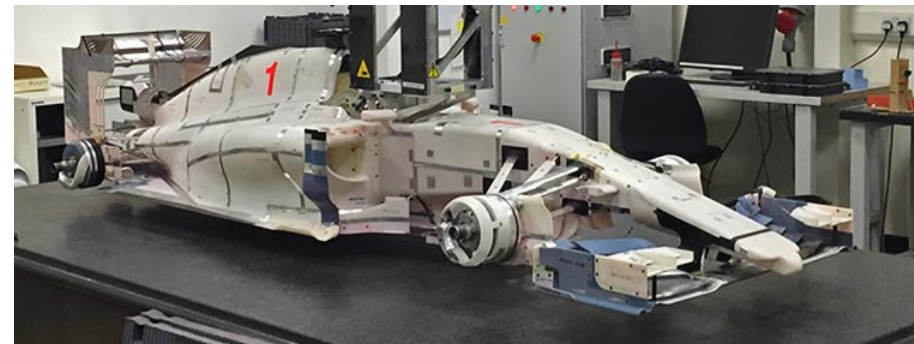
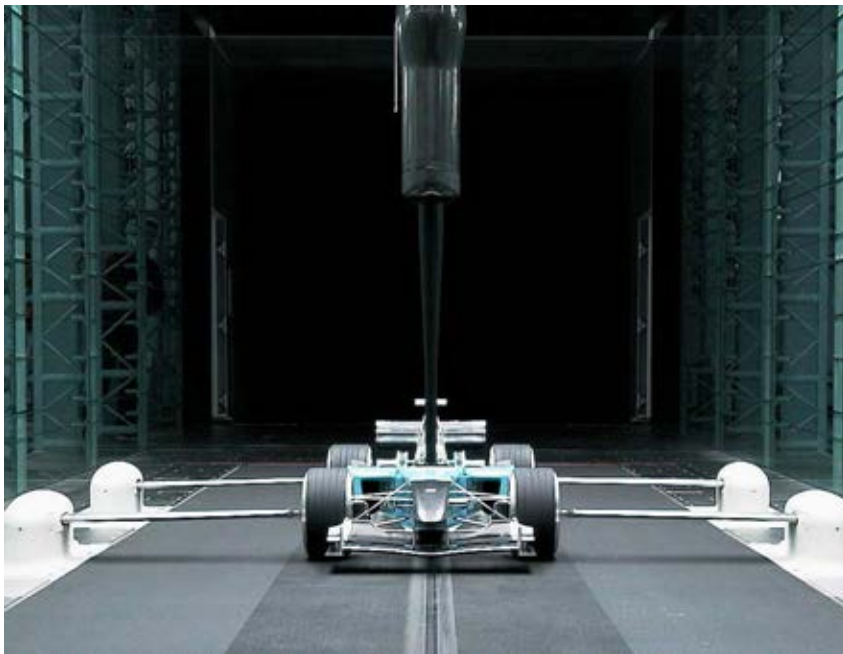
Moto2 Tech 3 Mistral

AUDIT DES TEAMS DE FORMULE 1

- P. Haas et R. Putzu (hepia) en charge d'auditer les teams (2010 – 2013)
« *Aerodynamic testing and CFD simulation Regulation* »
- Visites régulières des souffleries et des centres de calculs



Formula One Teams
Association

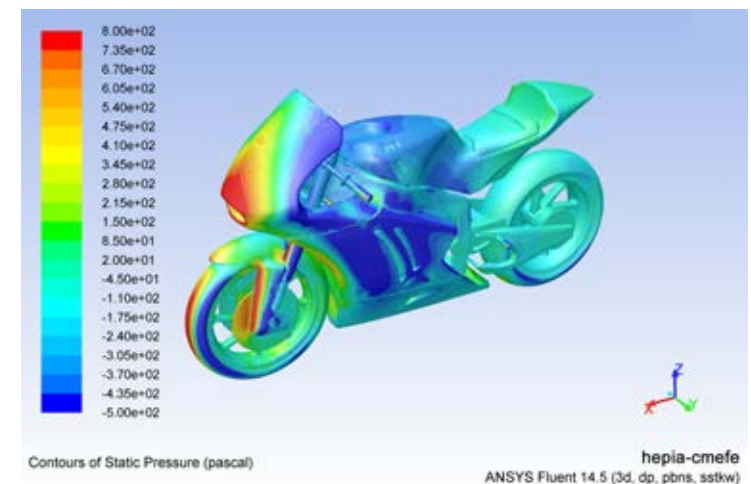


Modèle à l'échelle 60% Marussia

Soufflerie Toyota à Cologne

LE PROGRAMME AÉRODYNAMIQUE MOTO2 DE HEPIA

- 1. Tests en soufflerie à pleine échelle**
 - Essais avec les pilotes, définition de la selle
 - Validation des simulations (CFD)
 - Continuité avec l'expérience acquise (comparaison avec des résultats connus)
- 2. Tests en soufflerie sur modèle à 50%**
 - Disponibilité du modèle tout au long de l'année
 - Taille de la soufflerie (rapports de section modèle / section d'essais)
 - Coûts
- 3. Simulations (CFD)**
 - Compréhension de l'écoulement
 - Nouvelles idées, définition des essais
 - Refroidissement du moteur, thermique



LE PROGRAMME AÉRODYNAMIQUE MOTO2 DE HEPIA

4. Mesures aérodynamiques sur piste

- Pleine échelle
- Moto complète en champ libre
- Mesure du couple en sortie de boîte à pleine vitesse
- Travail réalisé avec une MotoGP pour comprendre les effets du rapport de blocage en soufflerie

5. Analyse des mesures en course

- Etude des valeurs obtenues en course par la centrale électronique de gestion de la moto



- Reconnaître chaque méthode pour ses forces et faiblesses.
- Mettre en place une méthodologie de travail efficace ayant pour seul objectif d'obtenir un gain sur la piste !



Italy Grand Prix 2015

LES MOYENS D'ESSAIS DE HEPIA



Grande soufflerie du Pont-Butin (GE) :

- Section essais : 2.0 m x 1.5 m
- Vitesse max : env. 280 km/h
- Equipée de balance pour la mesure des forces et moments

SOUFFLERIE HEPIA AU PONT-BUTIN



SOUFFLERIE HEPIA AU PONT-BUTIN



LES MOYENS DE CALCUL DE HEPIA



Baobab : Intel Sandy Bridge, 2'500 coeurs, 10 To RAM, infiniband

Gordias : ClusterVision, 224 coeurs, 448 Go RAM, infiniband

EoleC1-5 : Oracle SUN, 44 coeurs, 132 Go RAM

EoleC6 : Dell, 96 coeurs, 256 Go RAM

Unités de stockage (NAS) : 2 x 70 To = 140 To

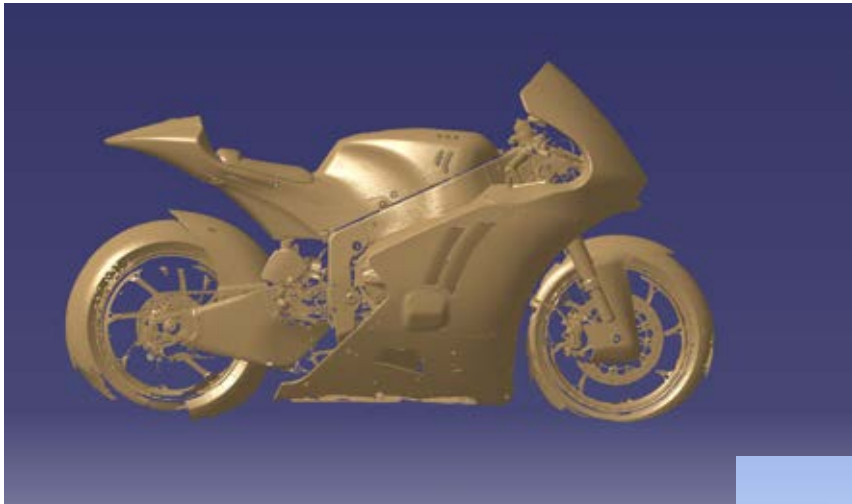
Logiciels de simulation (CFD) : ANSYS CFD, OpenFOAM

ESSAIS A PLEINE ÉCHELLE

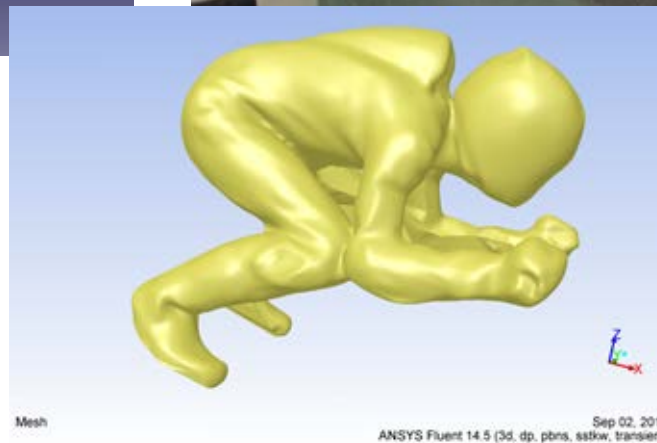
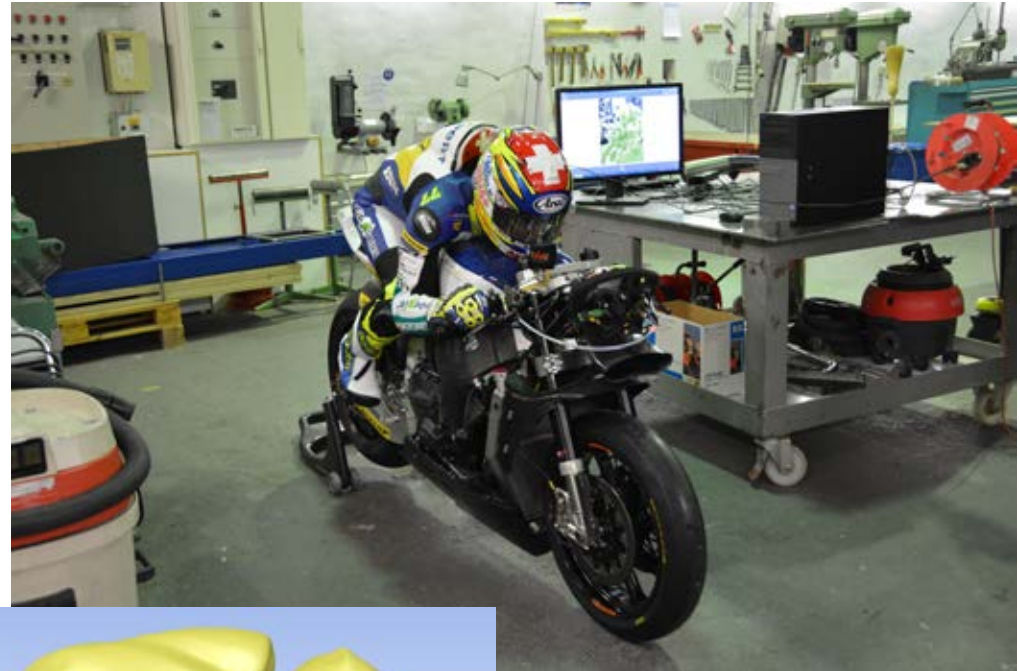


ESSAIS A ÉCHELLE 1:2

Développement du modèle



*Scan 3D et production en impression
3D pilote et carénages*



ESSAIS A ECHELLE 1:2

Production de la maquette et instrumentation



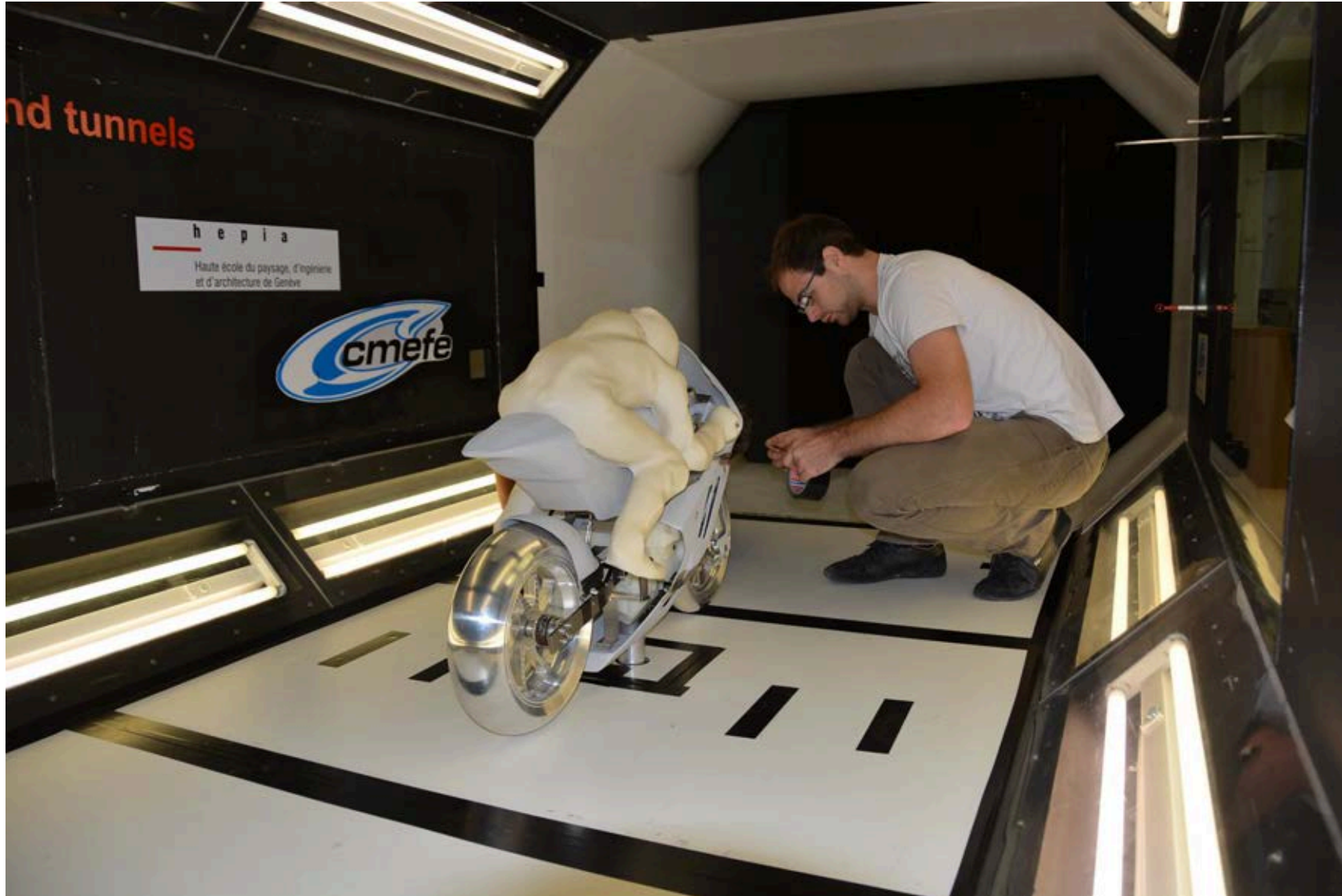
Carénages



Squelette

Roues usinées en aluminium

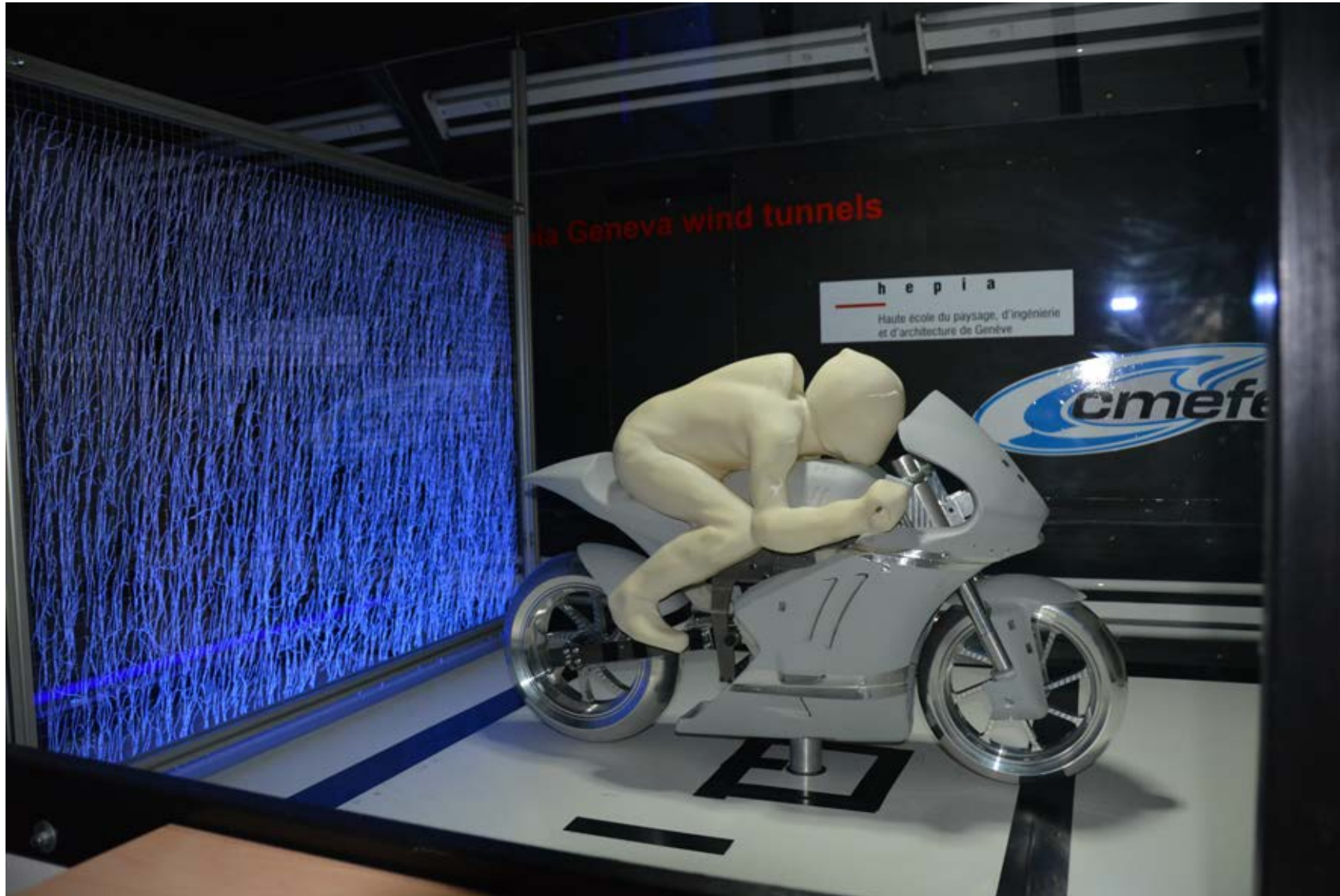
ESSAIS A ÉCHELLE 1:2



ESSAIS A ÉCHELLE 1:2



ESSAIS A ÉCHELLE 1:2

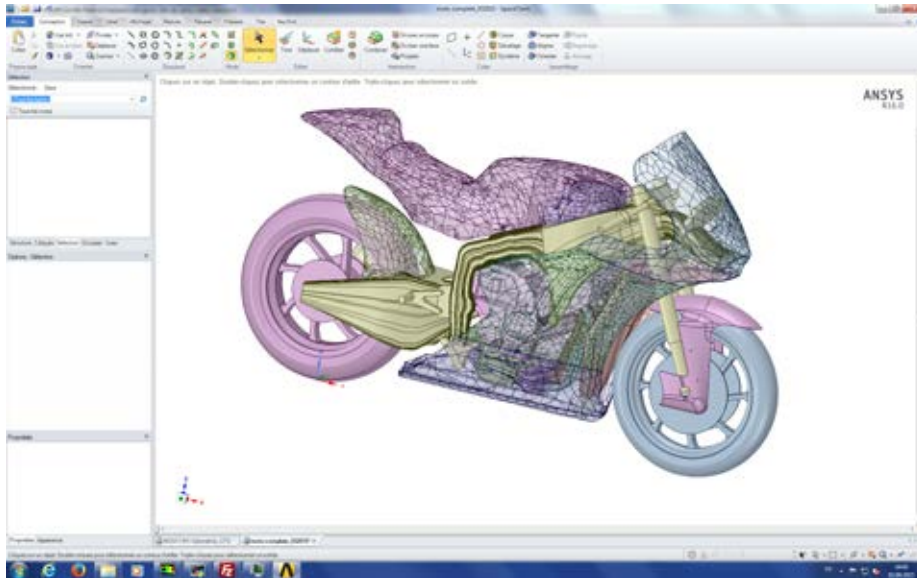


ESSAIS A ÉCHELLE 1:2



hepia-cmefe, Ing. C. Balistreni, Prof. P. Haas

SIMULATIONS (CFD)

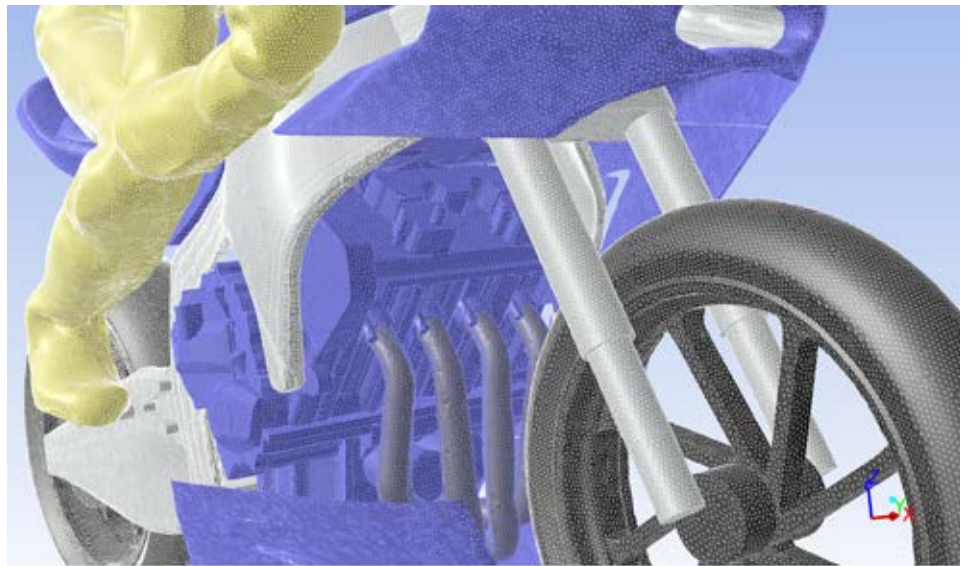


CAO

- Catia V5
- ANSYS SCDM (Space Claim Design Modeler)

Mailleur

- ANSYS ICEM
- Workstation 16 coeurs, 126 Gb RAM
- 30 millions cells

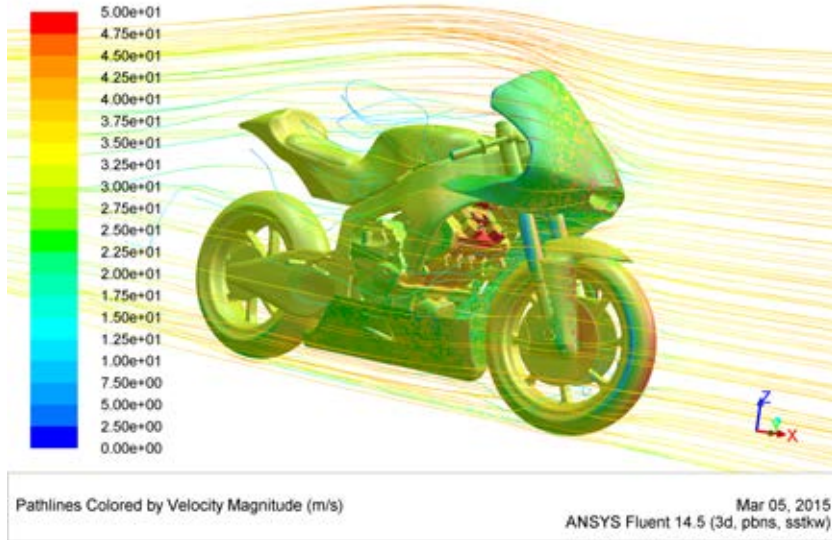


Mesh

hepia-cmefe
Sep 02, 2015

ANSYS Fluent 14.5 (3d, dp, pbns, sstk, transient)

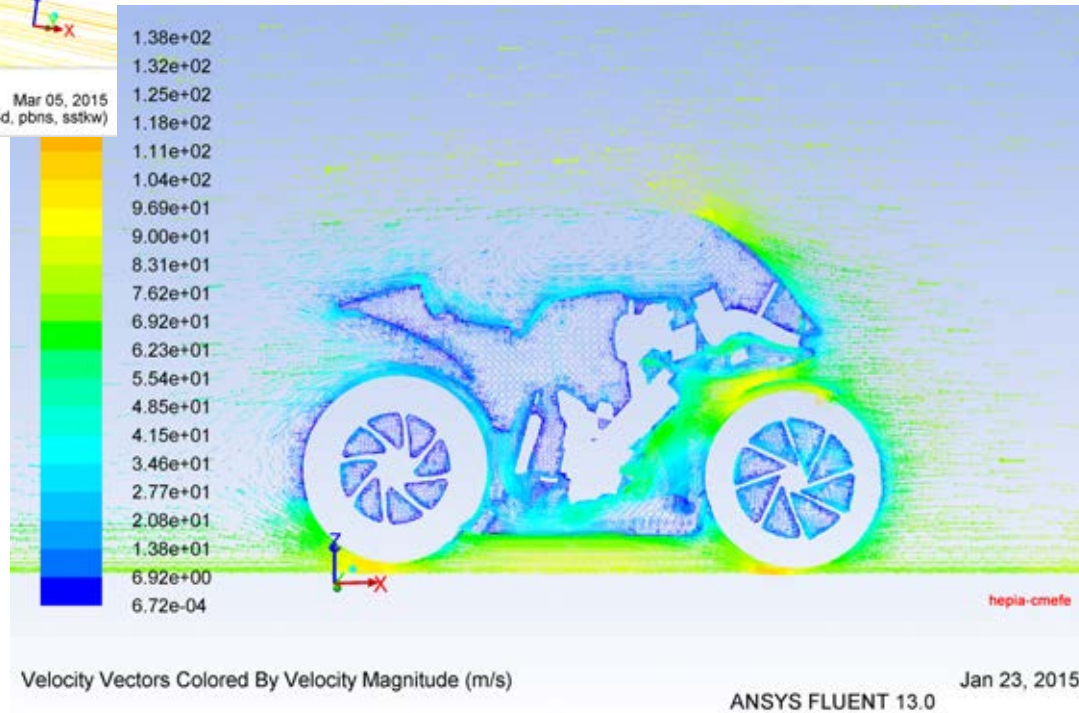
SIMULATIONS (CFD)



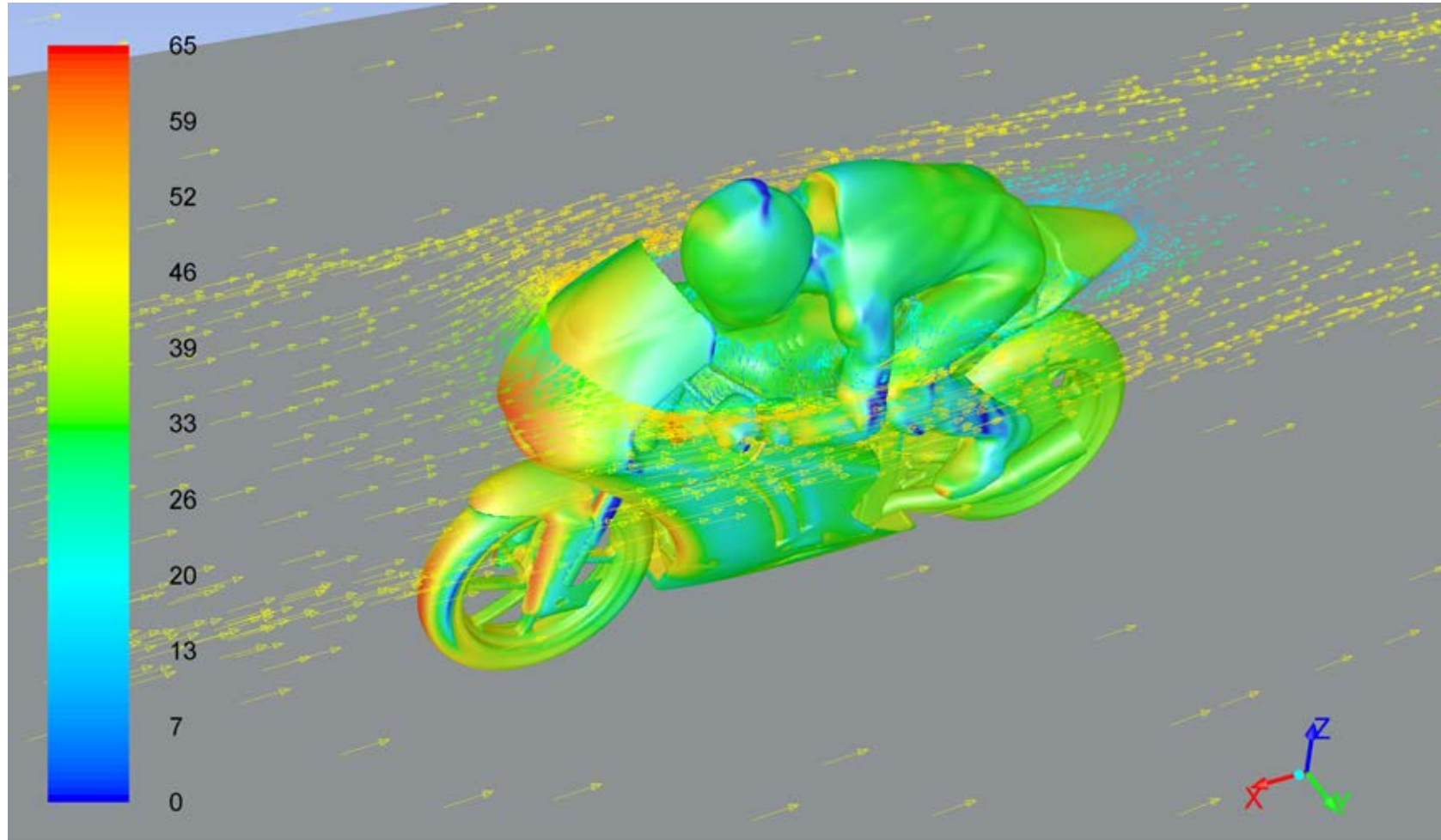
- Radiateur comme un milieu poreux anisotropique
- Roues en rotation

Objectifs

- Aérodynamique externe et interne
- Optimisation de la trainée
- Refroidissement du moteur, thermique



SIMULATIONS (CFD)



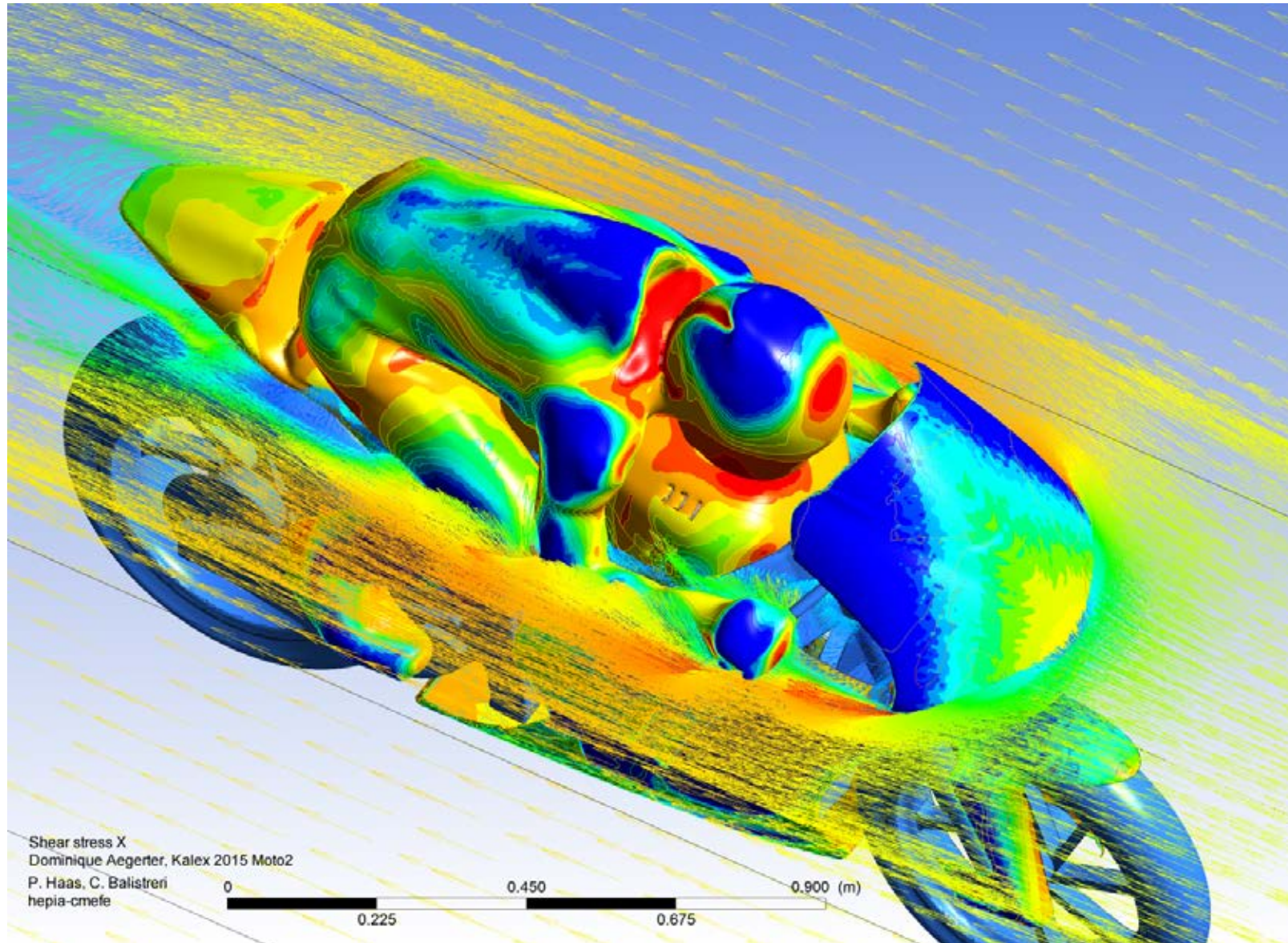
Velocity Vectors Colored By Velocity Magnitude (m/s)

hepia-cmefe

Apr 28, 2015

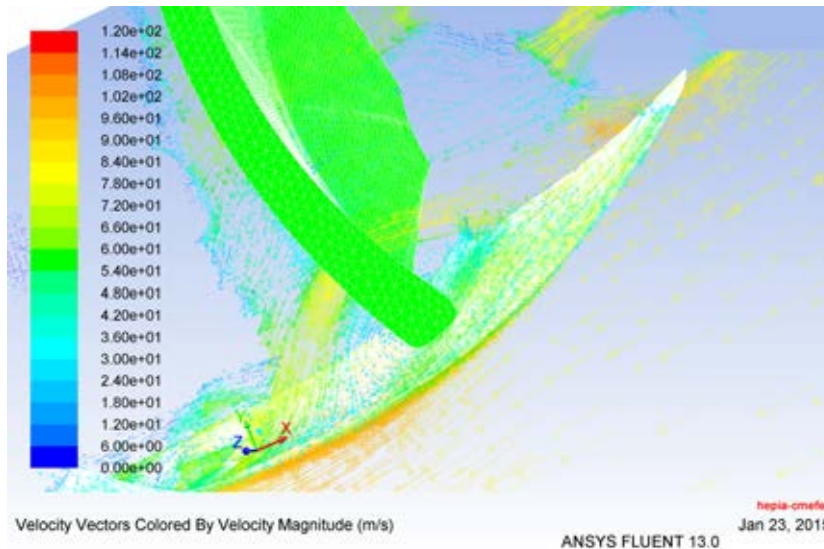
ANSYS Fluent 14.5 (3d, dp, pbns, sstk, transient)

SIMULATIONS (CFD)



SIMULATIONS (CFD)

- Compréhension de l'écoulement, aussi dans des parties complexes de la moto
- Calcul des forces agissant sur chaque composant de la moto



*Interaction entre le carénage
et le radiateur*

Compréhension de l'écoulement



Nouvelles idées



Importance de la CFD

RÉSULTATS

Résistance aérodynamique :

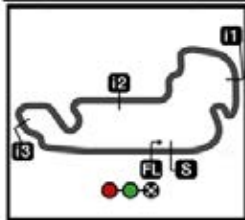
$$F_x = \frac{1}{2} \rho S C_x V^2$$

		SCx
Moto2 Kalex Aegerter 2015 (avec travail à hepia)		
Simulations CFD	:	0.230
Soufflerie pleine échelle (corrigée)	:	0.252
Moto2 Kalex Aegerter 2015 (originale)	:	0.279
Moto2 Kalex Aegerter 2016 (avec travail hepia)	:	< 0.245
Moto2 Kalex Aegerter 2016 (originale)	:	0.269
Moto2 Suter Aegerter 2014 (avec travail à hepia)	:	0.262
Moto2 NCIS 2011 originale	:	0.320

SUR LA PISTE...

- La moto suisse est régulièrement la moto la plus rapide du paddock en vitesse de pointe

anapolis Motor Speed



4170 m.

Results and timing service provided by TISSOT

RED BULL INDIANAPOLIS GRAND PRIX

After the Race

Event Best Maximum Speed

Moto2

33



Rider	Nation Team	Motorcycle	Km/h
12 Thomas LUTHI	SWI Derendinger Racing Interwetten	KALEX	290.0 Race
77 Dominique AEGERTER	SWI Technomag Racing Interwetten	KALEX	289.3 Free Practice Nr. 1
25 Azlan SHAH	MAL IDEMITSU Honda Team Asia	KALEX	288.7 Race
11 Sandro CORTESE	GER Dynavolt Intact GP	KALEX	287.6 Free Practice Nr. 3
73 Alex MARQUEZ	SPA EG 0,0 Marc VDS	KALEX	286.9 Race
21 Franco MORBIDELLI	ITA Italtrans Racing Team	KALEX	286.8 Race
1 Tito RABAT	SPA EG 0,0 Marc VDS	KALEX	286.8 Race
39 Luis SALOM	SPA Paginas Amarillas HP 40	KALEX	286.3 Qualifying
40 Alex RINS	SPA Paginas Amarillas HP 40	KALEX	286.0 Race
36 Mika KALLIO	FIN Italtrans Racing Team	KALEX	285.9 Race
07 Yonny HENRI	SPA Tech 3	TECH 3	285.0 Race

LES AILES EN MOTO...



SUR LA PISTE...

Illustration de la vitesse de pointe : Mugello 2015



Tito Rabat (1) n'est pas capable de passer Dominique Aegerter (77) malgré l'aspiration.

QUESTIONS ?



Patrick Haas, Prof. HES
Christophe Balistreri, Ing.
Christophe Cerutti, Technicien

 **hepia mécanique**