



Kick-Off Meeting Jeudi 14 Avril 2022

Lieu: Amphi & Terrasse Michelin - CentraleSupélec

- 14h: Ouverture par les **Directions des tutelles** (B. Sainjon – ONERA, L. Buchaillet – CNRS, M. Guidal – UPSaclay, P. Maitre – ENS Paris-Saclay, O. Gicquel – CentraleSupélec)
- 14h30: Présentation de **PSIA2** par le Bureau Exécutif et le Comité de Pilotage
- 15h: Présentation du **Pôle de compétitivité AsTech** (S. Coupé)
- 15h15: Présentation du **CMQ Aérospatial d'Ile de France** (S. Uhl)
- 15h30-16h: Pause Café & Forum des Partenaires
- 16h: Exposé de **Mme Sandra Bour-Schaeffer**, Responsable des démonstrateurs d'Airbus, PDG d'Airbus UpNext « Les défis de l'Aérospatiale aujourd'hui »
- 16h30: Exposé de **M. Christophe Laux**, ERC 2020 & laboratoire EM2C, professeur CentraleSupélec « Plasma-combustion de H₂ et des SAF pour la transition énergétique »
- 17h: Cocktail & Forum des Partenaires

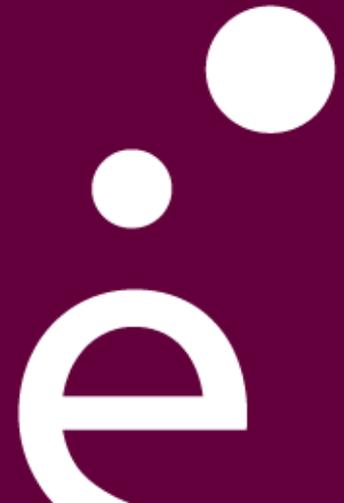
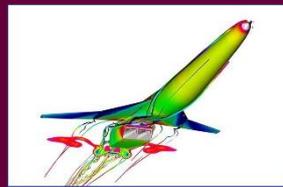
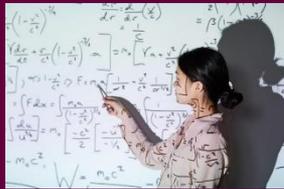


INSTITUTE OF
AERONAUTICS AND
ASTRONAUTICS

université
PARIS-SACLAY

*A scientific institute for innovative concepts
and environmental impact studies*

<http://www.universite-paris-saclay.fr/psia2>



Enjeux et thématiques de l'Institut PSIA2



L'institut d'Aéronautique et Astronautique de Paris-Saclay a pour objectif principal de *fédérer* et de *mettre en visibilité* les activités sur l'Aérospatiale et ses Impacts au sein de UPSaclay

- Par exemple, sur la modélisation des systèmes **engins aéronautiques et spatiaux**, leurs propriétés, leur conception, leurs usages, les commandes et systèmes de vol
- Développer des modes innovants de propulsion à **empreinte environnementale et climatique réduite** et en cartographier **les impacts sanitaires et environnementaux**
- Questionner les possibilités de **mise en œuvre** par le biais de leur **impact sociétal**
- Via une **approche globale pluridisciplinaire** pour faire converger recherche et ingénierie, grâce à la formation et la mise en place d'espaces d'échanges et de collaborations

A scientific institute for innovative concepts and environmental impact studies

Porteurs du projet



Sébastien DUCRUIX
CNRS, EM2C



Pierre-Alain BOUCARD
ENS Paris-Saclay, LMPS



Anne TANGUY
Direction Scientifique Générale

Organisation et Fonctionnement



UPSaclay

Tutelles

Bureau Exécutif

P.A. Boucard, ENS Paris-Saclay
S. Ducruix CNRS, CentraleSupélec
A. Tanguy DSG - ONERA

SEAB

Industriels

Communication: Sylvain Gaultier **ONERA + com' Université Paris-Saclay** + poste ouvert **GS SIS**

Recherche : 3 Axes et une thématique transverse

Propulsion/Energie

Benoit Fiorina (*EM2C, CS*)
Cornelia Irimiea (*ONERA*)
David Kréher (*ILV, UVSQ*)
Jean-Philippe Renault (*CEA*)

Fluides/Structures/Matériaux

Frédéric Magoulès (*MICS, CS*)
Olivier Marquet (*ONERA*)
Caroline Nore (*LISN, UPSay*)
Denis Solas (*ICMMO, UPSay*)

Commandes/Systèmes

Ouriel Grynzspan (*LISN*)
Dalil Ichalal (*IBISC, UEVE*)
Sihem Tebbani (*L2S, CS*)

Impacts Sociétaux et Environnementaux

Formation:

Naïma Ait Oufroukh (*IBISC,,UEVE*)
Samir Bouaziz
(*Polytech'Paris-Saclay*)
Vincent Correia (*IDEST*)
Bich-Lien Doan (*LRI, CS*)
Aurélien Génot (*ONERA*)
Frédérique Laurent (*EM2C, CNRS*)
Jean-Paul Maréchal (*IDEST*)
Rachel Meallet-Renault
(*ISMO, UPSay*)
Éric Savin (*ONERA*)

Valorisation & Relations Industriels:

Séverine Coupé (*ASTech*)
Sophie Uhl (*CMQ*)

Nicolas Guérineau (*ONERA*)
Frédéric Laurin (*ONERA*)

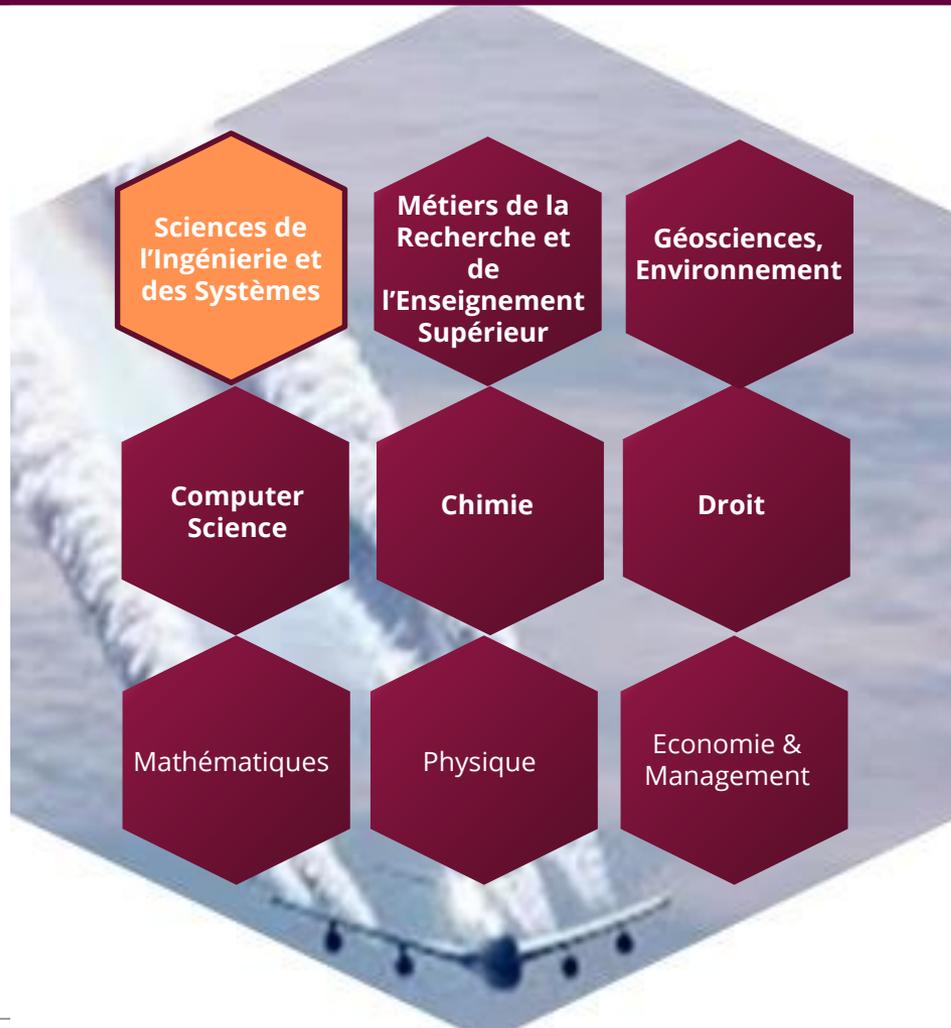
Bernard Yannou (*GS SIS*)

GS SIS – GS Chimie – GS Géosciences – GS Métiers de la recherche – GS Computer Science
GS Maths – GS Physique - GS Economie & Management - GS Droit - EU 1^{er} cycle Laboratoires / Formations

Graduate Schools **partenaires** sur UPSaclay



 GS Gestionnaire



Réseau de **partenaires** de l'OI PSIA2



Un acteur fédérateur incontournable à l'échelle régionale

UPSaclay

ONERA / CEA / INRIA / CNRS

30 mentions de Master

ENS Paris-Saclay, Univ. Evry, UVSQ
Centrale Supélec, Polytech Paris-Saclay
Faculté des Sciences d'Orsay

Equipex/Labex/GIS

MATMECA, LaSIPS, CHARMMMAT
AFH, GIS LARTISSTE, GIS HEAD

PSIA2

35 équipes de recherche

AAA, MAS, MPE, DOTA, TIS, LEM, ...
LMPS, EM2C, L2S, DAVID, ...
LISN, FAST, LMO, LMV, MICS, LATMOS, ...
CPPS: LAMBE, NIMBE, ISMO, ICP
SPMS, SCCME, ICMMO, ILV
IBISC, SATIE

CNES, DGA, DGAC

Partenaires Industriels

Safran, ArianeGroup, Airbus,
Dassault, pôle AsTech

Ecoles Doctorales

2MIB, DEM, EDMH, EDOM,
SEIF, SMEMAG, STIC

Formations

IUT / Licences / Masters / Ecoles d'Ingénieurs /
Masters des GS SIS, Chimie, Computer Science, Maths, Géosciences, Droit, Economie

Enjeux et thématiques de l'OI PSIA2



Un monde en pleine mutation



L. De Vinci (Xve)



Volocopter (2019)



21 000 km/h



(2021)



Wright Flyer III (1905)



Zeva zero (2020)



Lilium jet (2015)



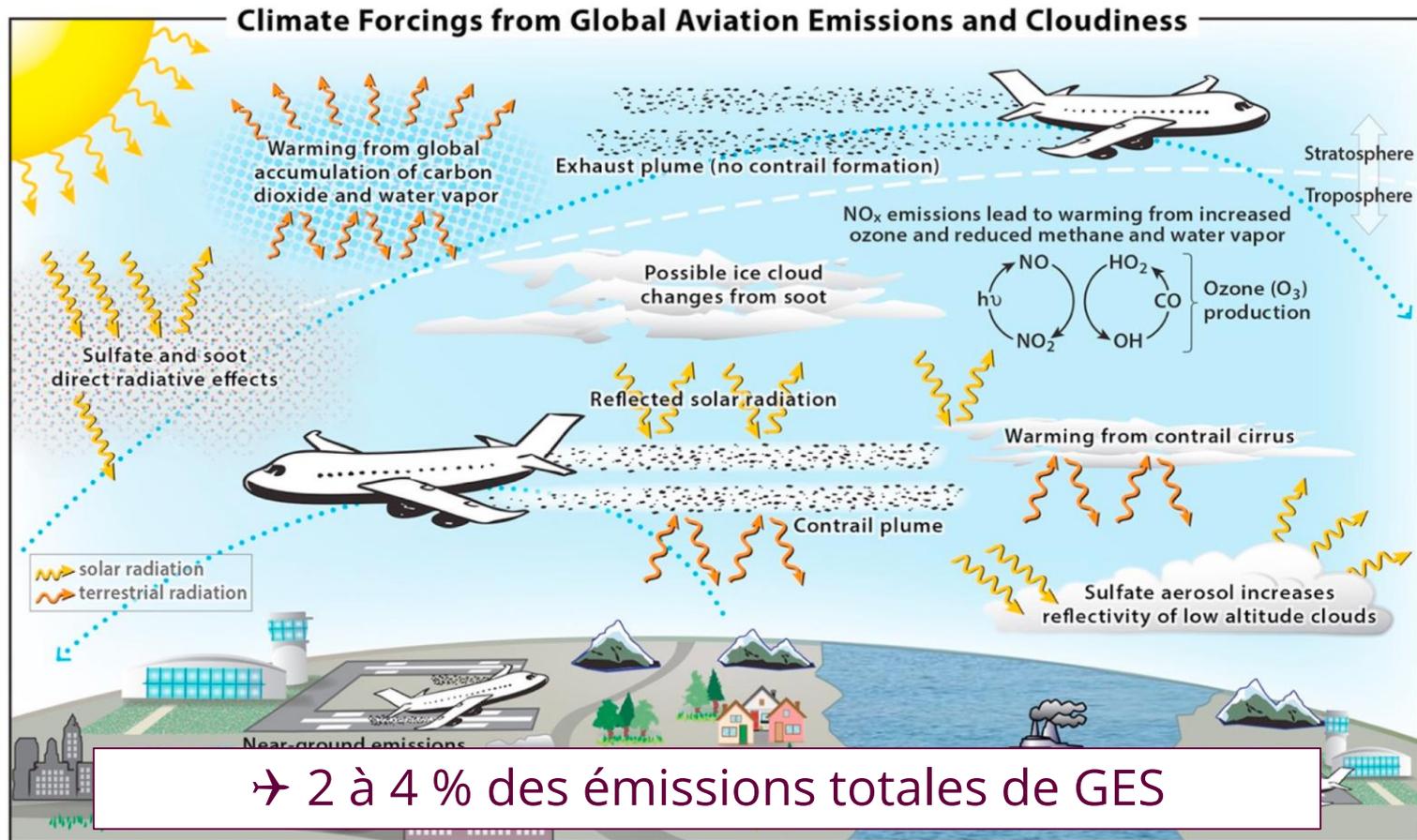
Développement de Nouveaux moyens de **Mobilité Aérienne Urbaine** (UAM / ADAV)

Re.Invent Air Mobility



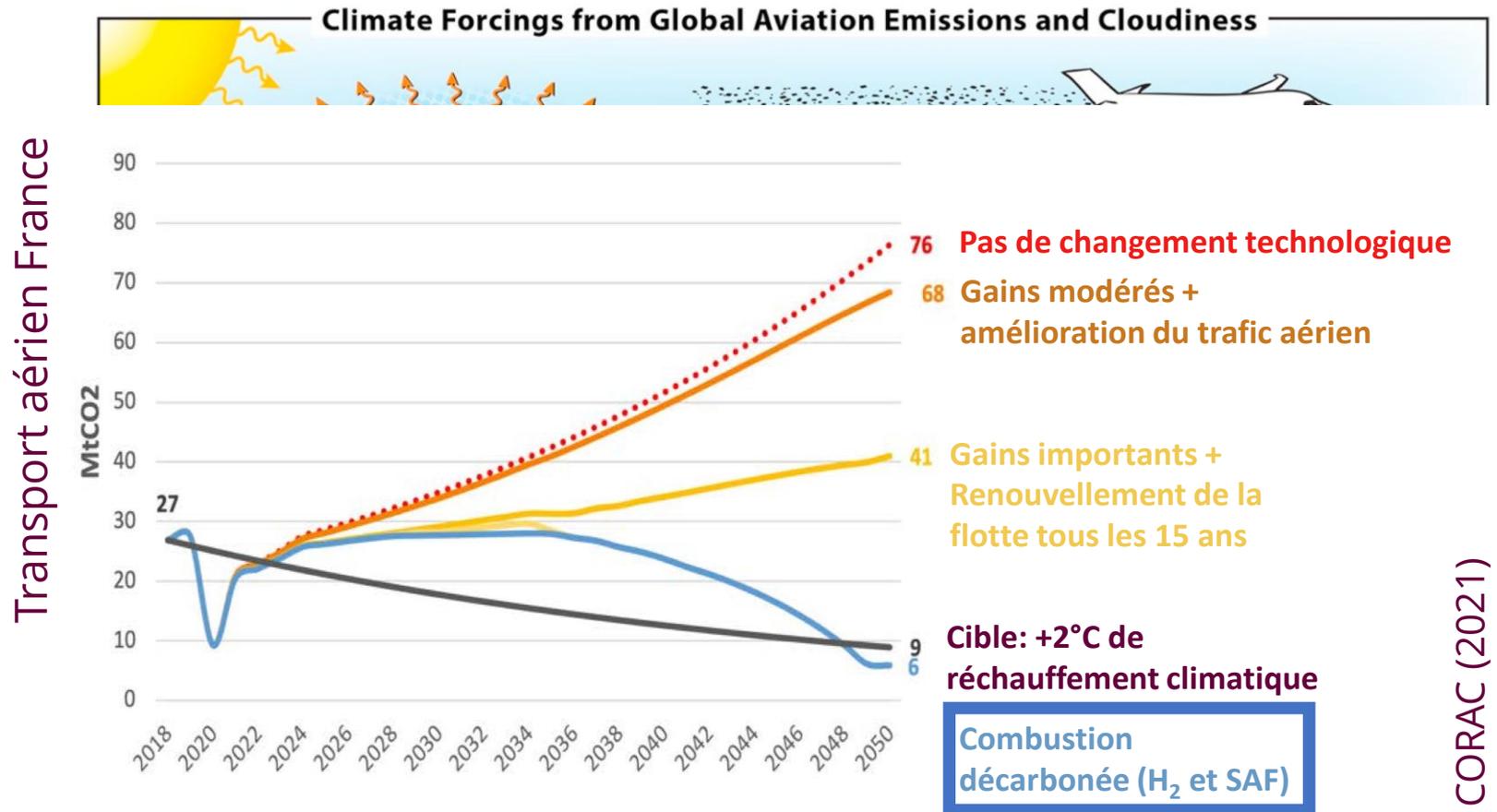
Quelles conséquences **sanitaires, sociétales, environnementales** ?

Contexte environnemental



D.S. Lee et al. (2021)

Contexte environnemental

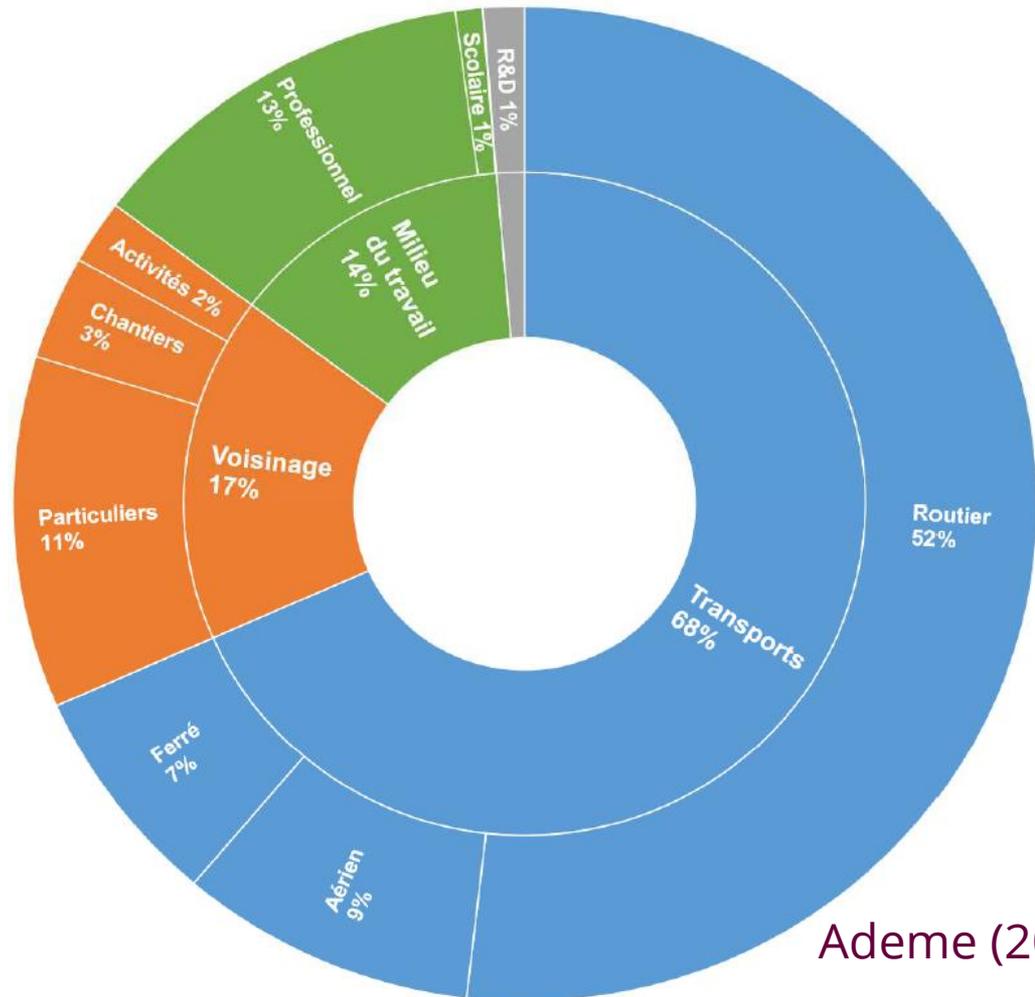


Source: <https://theshiftproject.org/article/quelle-aviation-dans-un-monde-contraint-nouveau-rapport-du-shift/>

Contexte environnemental



Le trafic aérien représente 9% du « cout social du bruit » en France, soit 14 milliards euros/an

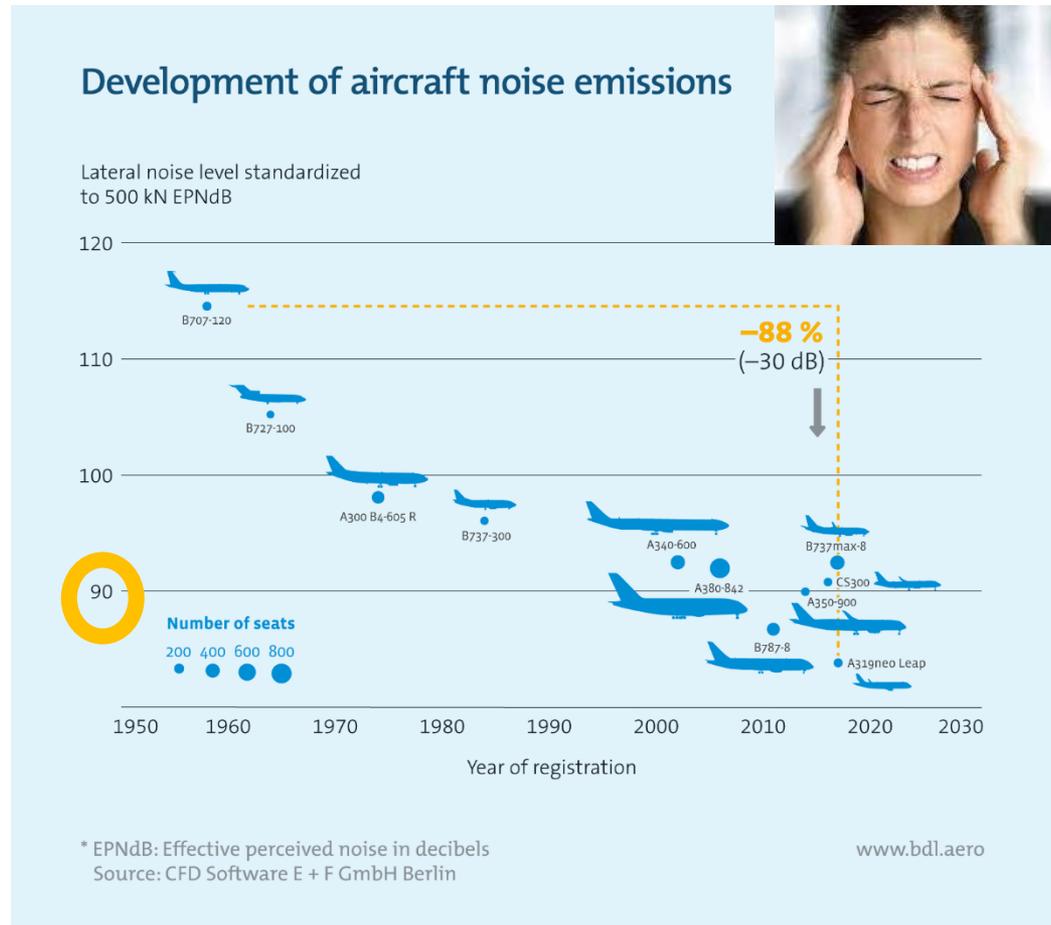


Ademe (2021)

Contexte environnemental



Le trafic aérien représente 9% du « cout social du bruit » en France, soit 14 milliards euros/an

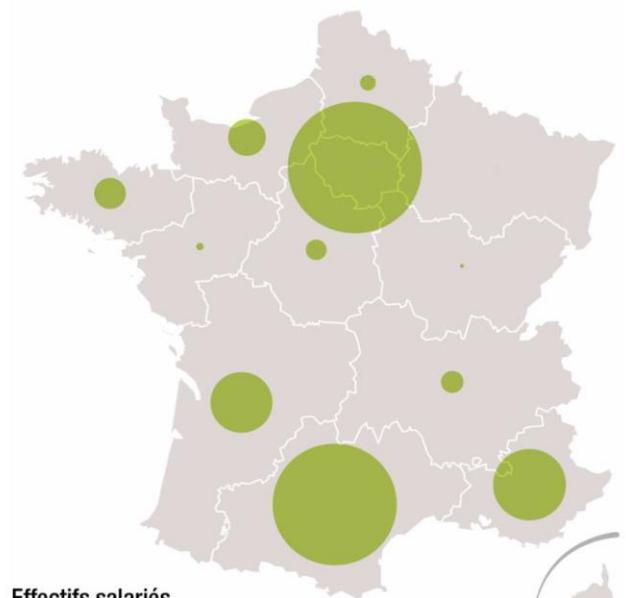


PSIA2 en Région Ile de France

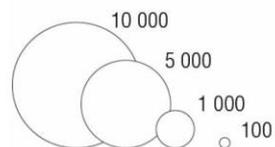


LES PRINCIPAUX ÉTABLISSEMENTS
DE L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE FRANCILIENNE

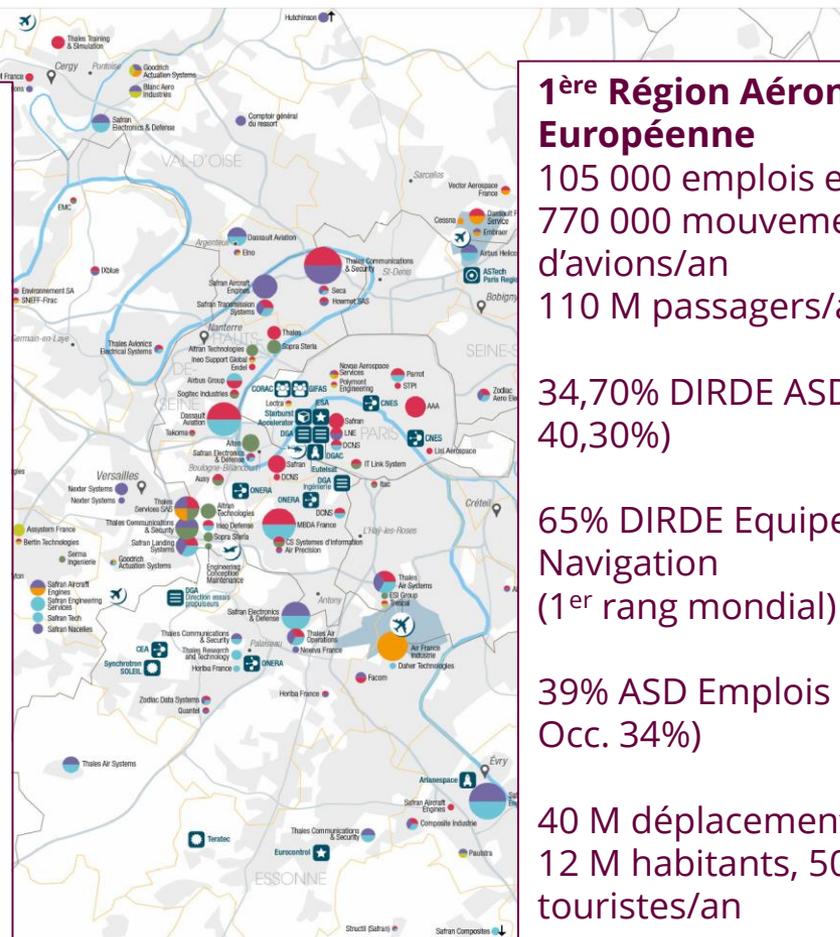
Effectifs de recherche ASD 2013



Effectifs salariés



© IAU idF 2017
Source : MENESR 2013
Traitement IAU idF



1^{ère} Région Aéronautique Européenne

105 000 emplois en 2019

770 000 mouvements

d'avions/an

110 M passagers/an

34,70% DIRDE ASD (< Occitanie
40,30%)

65% DIRDE Equipements de
Navigation
(1^{er} rang mondial)

39% ASD Emplois Recherche (>
Occ. 34%)

40 M déplacements quotidiens
12 M habitants, 50 M
touristes/an

Contexte International



International actors



NASA

17 000 personnes

Collaborations avec
9 universités sur
la thématique des
Nanosats

NASA Florida Space
Grant Consortium



Association of European Research
Establishments in Aeronautics



DLR

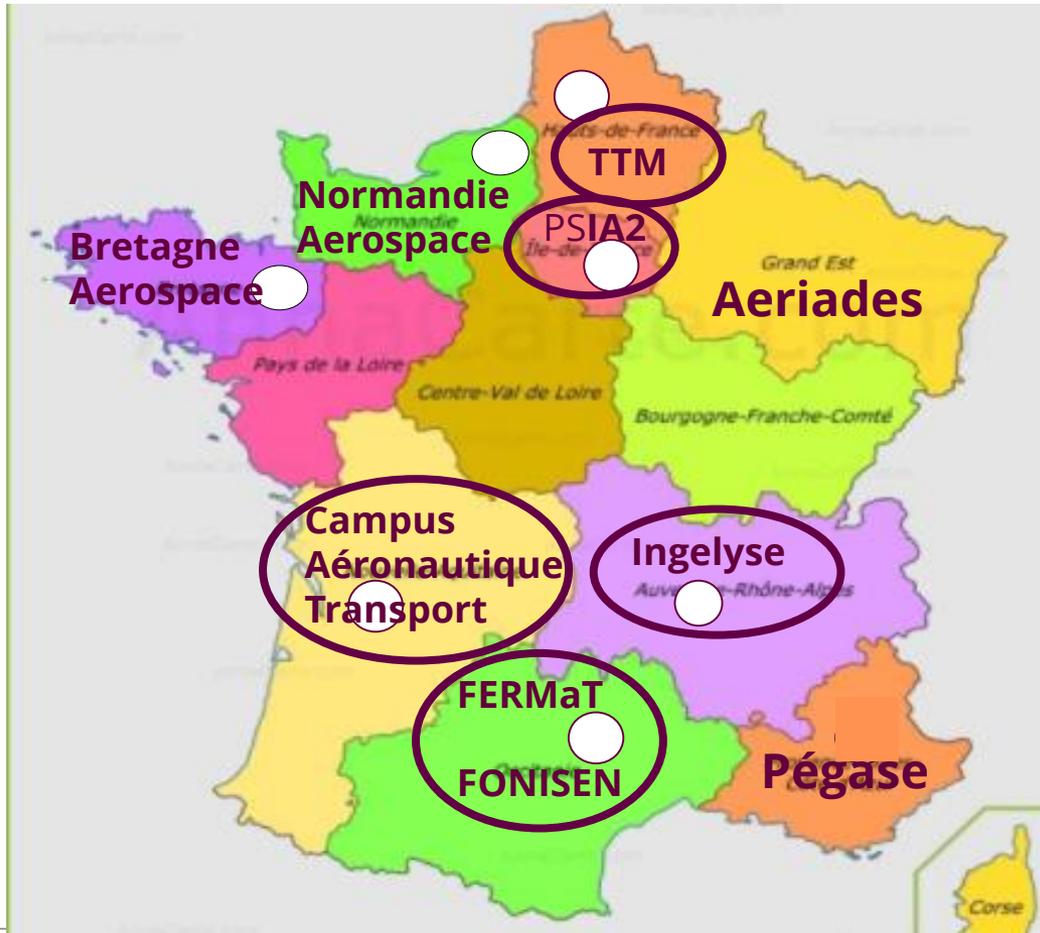
8 200 personnes
20 sites

10 DLR School Labs
mises en place dans
10 universités

Positionnement Régional / National



Réseau National d'Acteurs



Avec une forte implication des Laboratoires académiques



Des **enjeux** technologiques, sanitaires, législatifs,
économiques, géographiques, stratégiques, environnementaux

Un secteur en **mutation**

Une imbrication entre les **sciences** et la **société**

Une recherche **innovante** porteuse de technologies de rupture,
via une approche globale pluri-disciplinaire

Moyens d'Action de l'OI PSIA2



- Promouvoir les **activités de recherche collaboratives** dans le domaine aérospatial (publications scientifiques communes, réponses concertées aux AAP, séminaires) et les rendre visibles auprès des **partenaires socio-économiques**
- Promouvoir la mise en place **de thèses applicatives** dans le domaine aérospatial constituant des partenariats entre UR de Paris-Saclay et ONR (établissements financeurs) et créer un **label** pour rendre ces thèses attractives
- Construire / labelliser des **parcours de formation**, par combinaison d'offres de cours existants, afin de fournir les **compétences élargies** nécessaires aux experts qui devront piloter les équipes projet du domaine.
- Proposer des **projets/stages par équipes** de compétences complémentaires
- **Mutualiser** certains moyens numériques (outils logiciels, moyens de calcul) ou expérimentaux (plateformes) à l'instar du mésocentre CS/ENS/UPS par exemple

<http://www.universite-paris-saclay.fr/psia2>

Formation



UPSaclay

Tutelles

Bureau Exécutif

P.A. Boucard, ENS Paris-Saclay
S. Ducruix CNRS, CentraleSupélec
A. Tanguy DSG - ONERA

SEAB

Industriels

Communication: Sylvain Gaultier *ONERA + com' Université Paris-Saclay* + poste ouvert *GS SIS*

Recherche : 3 Axes et une thématique transverse

Propulsion/Energie

Benoit Fiorina (*EM2C, CS*)
Cornelia Irimiea (*ONERA*)
David Kréher (*ILV, UVSQ*)
Jean-Philippe Renault (*CEA*)

Fluides/Structures/Matériaux

Frédéric Magoulès (*MICS, CS*)
Olivier Marquet (*ONERA*)
Caroline Nore (*LISN, UPSay*)
Denis Solas (*ICMMO, UPSay*)

Commandes/Systèmes

Ouriel Grynzspan (*LISN*)
Dalil Ichalal (*IBISC, UEVE*)
Sihem Tebbani (*L2S, CS*)

Impacts Sociétaux et Environnementaux

Formation:

Naïma Ait Oufroukh (*IBISC, UEVE*)

Samir Bouaziz

(*Polytech'Paris-Saclay*)

Vincent Correia (*IDEST*)
Bich-Lien Doan (*LRI, CS*)
Aurélien Génot (*ONERA*)
Frédérique Laurent (*EM2C, CNRS*)
Jean-Paul Maréchal (*IDEST*)
Rachel Meallet-Renault
(*ISMO, UPSay*)
Éric Savin (*ONERA*)

Valorisation & Relations Industriels:

Séverine Coupé (*ASTech*)
Sophie Uhl (*CMQ*)

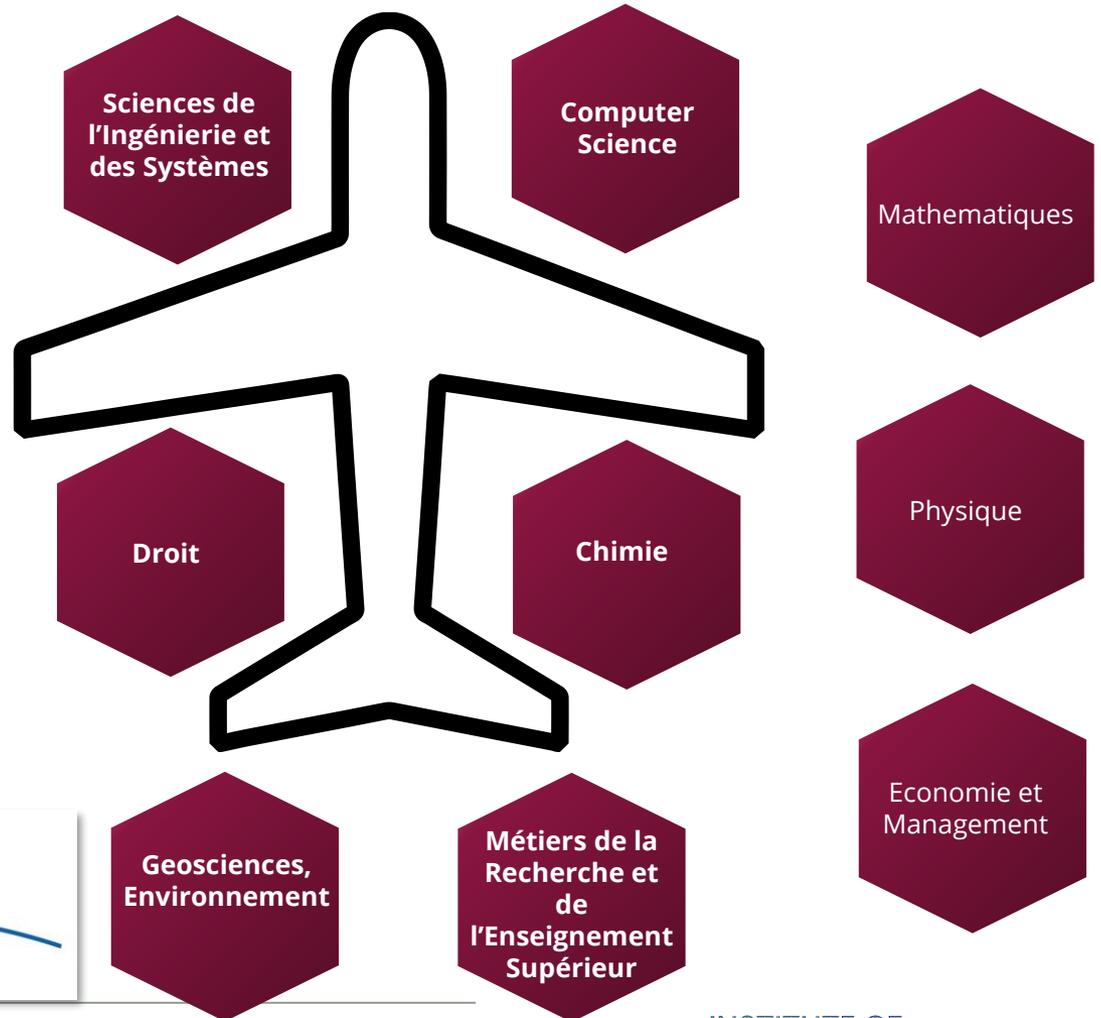
Nicolas Guérineau (*ONERA*)
Frédéric Laurin (*ONERA*)

Bernard Yannou (*GS SIS*)

GS SIS – GS Chimie – GS Géosciences – GS Métiers de la recherche – GS Computer Science
GS Maths – GS Physique – GS Economie & Management – GS Droit – EU 1^{er} cycle Laboratoires / Formations

Formation

Les partenaires



Formation

Les projets et éléments de formation



Premier cycle: licences de sciences, droit ou économie

2 écoles d'ingénieurs:

Polytech Paris-Saclay

CentraleSupélec

30 mentions de Master:

Mécanique, Physique, Chimie,
Mathématiques, Numérique,
Géosciences, Droit, Economie

7 Ecoles Doctorales:

2MIB, DEM, EDMH, EDOM, SEIF, SMEMAG, STIC

4 parcours spécialisés:

- Industrie Aéronautique,
Navigabilité (Systèmes Complexes)

- Ingénierie des Systèmes
Aéronautiques et Spatiaux (EEA)

- Aéronautique et spatial: mécanique,
automatique, énergétique (Energie)

- Droit des activités Aérospatiales

- Promouvoir la **transversalité** des cursus (stages, séminaires, cours d'option, ...)
- **Labelliser** des parcours pour leur donner une visibilité Aérospatiale
- Créer de nouveaux parcours **pluridisciplinaires**
- Mettre en lien les étudiants et les **employeurs** (stages, forums, offres d'emploi...)

Formation

Exemples de réalisations



Projet Airship (3,5m)



Simulateur Dynamique DR400



Simulateur Cockpit A320



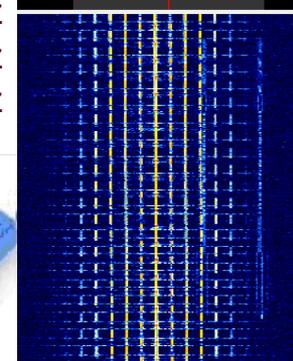
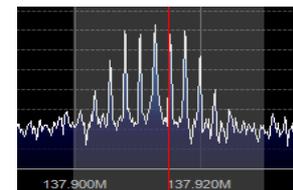
ERASMUS+Cockpit ZLIN, projet BUS CAN Aéro



Réception de « Signal » SAT

NOAA Reception

- NOAA 15 – 137.6200 MHz
- NOAA 18 – 137.9125 MHz
- NOAA 19 – 137.1000 MHz





UPSaclay

Tutelles

Bureau Exécutif

P.A. Boucard, ENS Paris-Saclay
S. Ducruix CNRS, CentraleSupélec
A. Tanguy DSG - ONERA

SEAB

Industriels

Communication: Sylvain Gaultier *ONERA + com' Université Paris-Saclay* + poste ouvert *GS SIS*

Recherche : 3 Axes et une thématique transverse

Propulsion/Energie

Benoit Fiorina (EM2C, CS)

Cornelia Irimiea (ONERA)

David Kréher (ILV, UVSQ)

Jean-Philippe Renault (CEA)

Fluides/Structures/Matériaux

Frédéric Magoulès (MICS, CS)

Olivier Marquet (ONERA)

Caroline Nore (LISN, UPSay)

Denis Solas (ICMMO, UPSay)

Commandes/Systèmes

Ouriel Grynzspan (LISN)

Dalil Ichalal (IBISC, UEVE)

Sihem Tebbani (L2S, CS)

Impacts Sociétaux et Environnementaux

Formation:

Naïma Ait Oufroukh (IBISC,, UEVE)

Samir Bouaziz

(Polytech'Paris-Saclay)

Vincent Correia (IDEST)

Bich-Lien Doan (LRI, CS)

Aurélien Génot (ONERA)

Frédérique Laurent (EM2C, CNRS)

Jean-Paul Maréchal (IDEST)

Rachel Meallet-Renault

(ISMO, UPSay)

Éric Savin (ONERA)

Valorisation & Relations Industriels:

Séverine Coupé (ASTech)

Sophie Uhl (CMQ)

Nicolas Guérineau (ONERA)

Frédéric Laurin (ONERA)

Bernard Yannou (GS SIS)

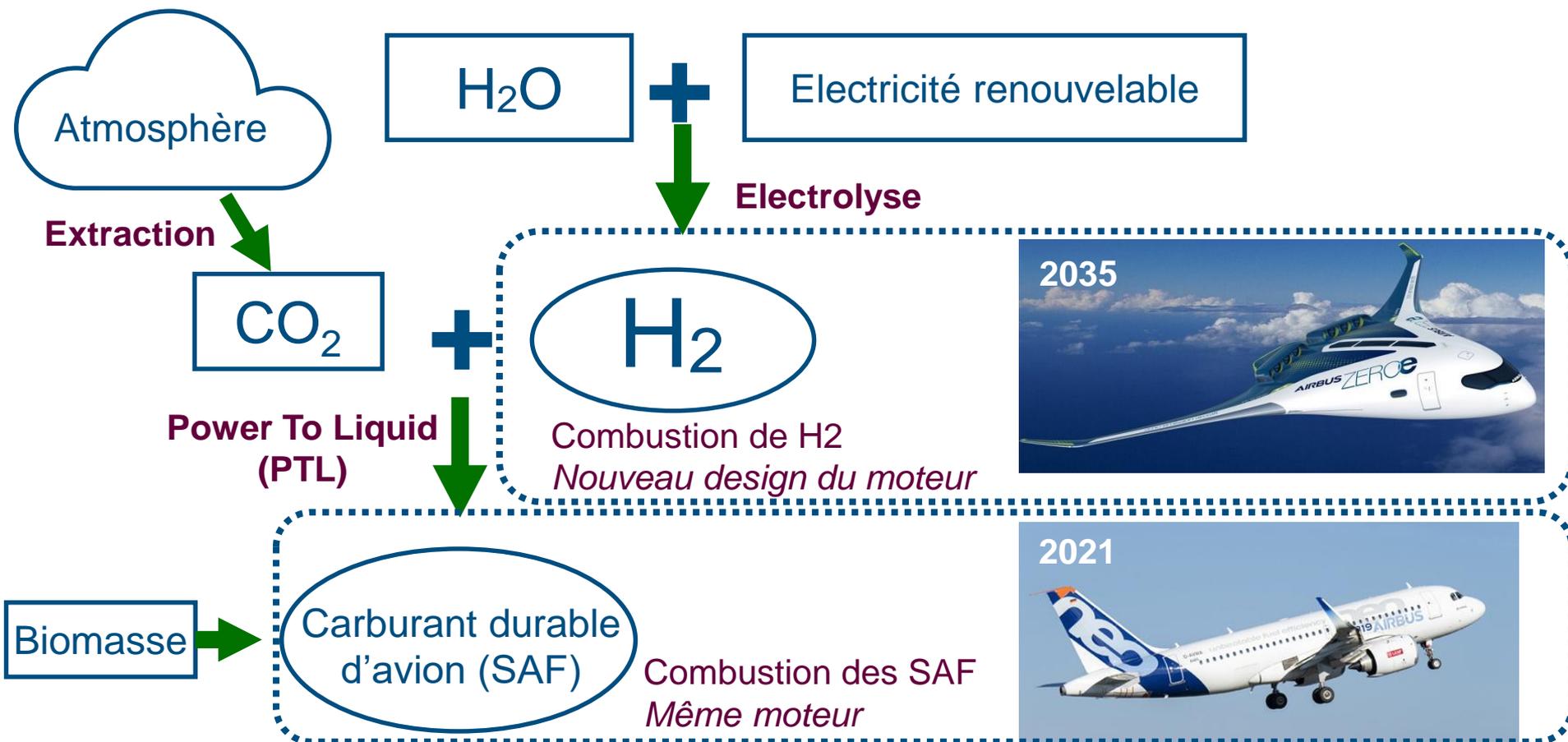
GS SIS – GS Chimie – GS Géosciences – GS Métiers de la recherche – GS Computer Science
GS Maths – GS Physique – GS Economie & Management – GS Droit – EU 1^{er} cycle Laboratoires / Formations

Recherche, Axe 1: Propulsion/Energie

Benoît Fiorina (EM2C, CS), Cornelia Irimiea (ONERA)
David Kréher (ILV, UVSQ), Jean-Philippe Renault (CEA)



Urgent de décarboner la propulsion aéronautique



Recherche, Axe 1: Propulsion/Energie

Les enjeux technologiques et environnementaux



« Eco » matériaux
(production, usure,
vieillessement, recyclage)

Nouveaux systèmes
de combustion pour
e-carburants

Synthèse des
e-carburants



Propulsion aérobie



Moteurs fusées

Contrôle de la
combustion
(allumage, extinction,
stabilité)

Impact des
traînées de
condensation

Matériaux adaptés à
des environnements
extrêmes

Réduction des
émissions polluantes
(NOx, CO, suies, etc.)

Propulsion
hybride

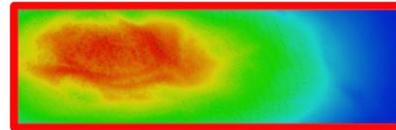
Efficacité
énergétique

Recherche, Axe 1: Propulsion/Energie

Les défis scientifiques



SAF: même design de chambre de combustion

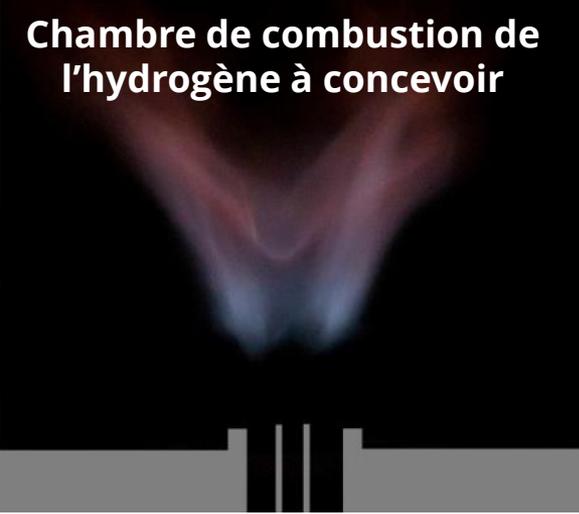


Matériaux soumis à de fortes contraintes thermiques

```

ELEMENTS
H O N
END
SPECIES
H2 O2 OH O H H2O H02 H2O2 N N2 NO
END
REACTIONS
H2+O2=OH+OH 1.700E13 0.0 47700.
H2+OH=H2O+H 1.170E09 1.30 3626.
H+O2=OH+O 5.130E16 -0.816 16607.
O+H2=OH+H 1.800E10 1.0 8626.
H+O2+M=HO2+M 2.100E18 -1.0 0.
H2/3/3/ O2/0./ H2/0./ H2O/21.0/
H+O2=O2+H 6.700E19 -1.42 0.
H+O2+N2=HO2+N2 6.700E19 -1.42 0.
OH+H2=H2O+H 5.000E13 0.0 1000.
H+HO2=OH+OH 2.500E14 0.0 1000.
O+HO2=O2+OH 4.800E13 0.0 1000.
OH+OH=O2+H2O 6.000E08 1.3 0.
H2+M+H+H 2.230E12 0.5 92600.
H2/3/ H/2./ H2O/6.0/
O2+M+O+H 1.850E11 0.5 95560.
H+OH+M=H2O+M 7.500E23 -2.6 0.
H2O/20.0/
H2+H=H2+O2 2.800E13 0.0 700.
H2O+H2O=H2O2+O2 2.000E12 0.0 0.
H2O2+M=OH+OH+M 1.300E17 0.0 45500.
H2O2+M=H2+H2O 1.400E12 0.0 3800.
H2O2+OH=H2O+HO2 1.000E13 0.0 1800.
END
    
```

REACTANTS



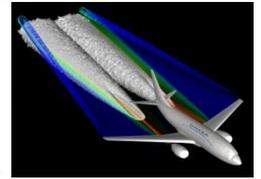
Chambre de combustion de l'hydrogène à concevoir

PRODUCTS

Vitiated Air :
N₂, O₂, A.

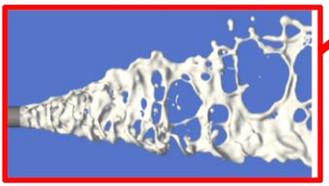
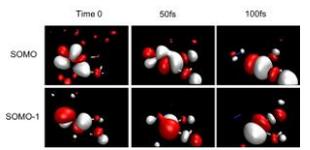
Complete Combustion Products : CO₂, H₂O.

Pollutants : CO, HC, NO, NO₂, Smoke (C).

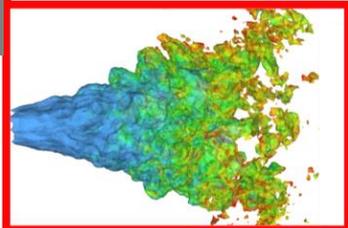


Les polluants se dispersent et réagissent dans l'environnement

La chimie est complexe



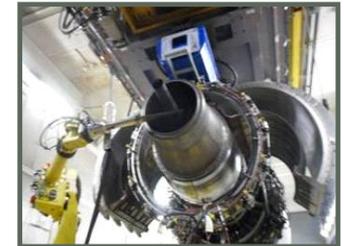
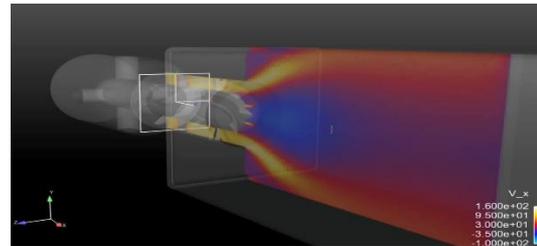
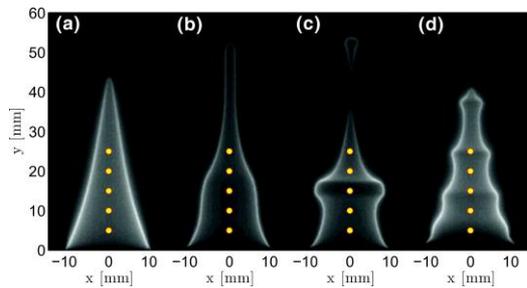
Le combustible liquide est atomisé



La flamme est turbulente

Recherche, Axe 1: Propulsion/Energie

Les moyens



Etudes
fondamentales

Configurations
semi-industrielles

Banc d'essais
industriels

Expériences haute-fidélité



Diagnostics LASER non-intrusifs

Calculs Haute-performance



Recherche, Axe 2: Fluides/Structures/Matériaux



Frédéric Magoulès (MICS, CS), Olivier Marquet (ONERA)
 Caroline Nore (LISN, UPSay), Denis Solas (ICMMO, UPSay)

Réduire l'impact environnemental des avions
 en maintenant un haut niveau de fiabilité/durabilité/sécurité

Aérodynamique

Réduire les émissions polluantes (CO₂) en améliorant les performances aérodynamiques des avions

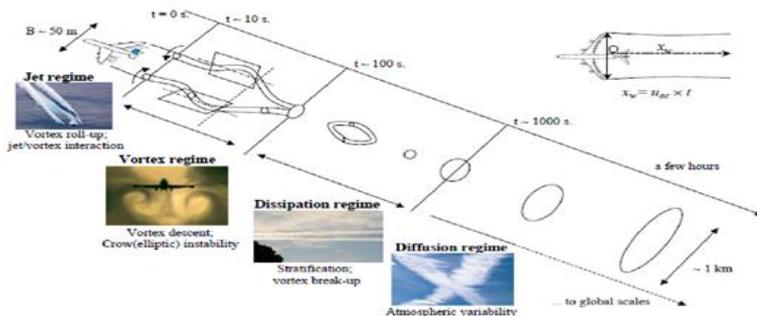


Aile haubanée/laminaire

BLI

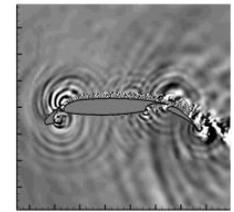
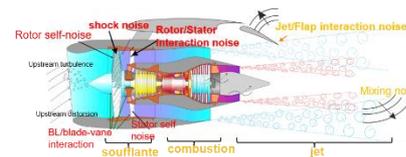
Soufflante

Quantifier l'impact environnemental des avions



Aéroacoustique

Réduire le bruit des avions et la gêne occasionnée



Source multiples (bruit de moteur)

Bruit d'extrémités de volet

Bruit de profil hyper-sustenté

Aéroélasticité

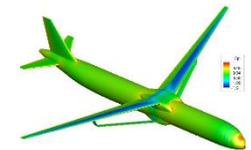
Certifier la stabilité aéroélastique des nouveaux avions



gyroscopique



propulsions distribuées



ailes haubanées



Les enjeux et défis

Réduire l'impact environnemental des aéronefs
en maintenant un haut niveau de fiabilité/durabilité/sécurité

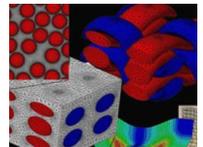
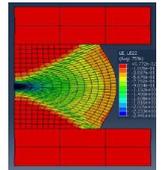
Structures

- Alléger la masse des structures, en optimisant la forme et le comportement des architectures
- Concevoir des structures adaptées au transport sécurisé des nouveaux carburants
- Diminuer la force de traînée en jouant sur la souplesse et la forme des ailes
- Intégrer des liners acoustiques pour diminuer les bruits de cellule



Matériaux

- Analyse thermomécanique et design des alliages à haute résistance
- Conception éco-compatible de matériaux légers
- Revêtements innovants pour les barrières environnementales, chimiques et thermiques
- Matériaux recyclables et auto-réparables

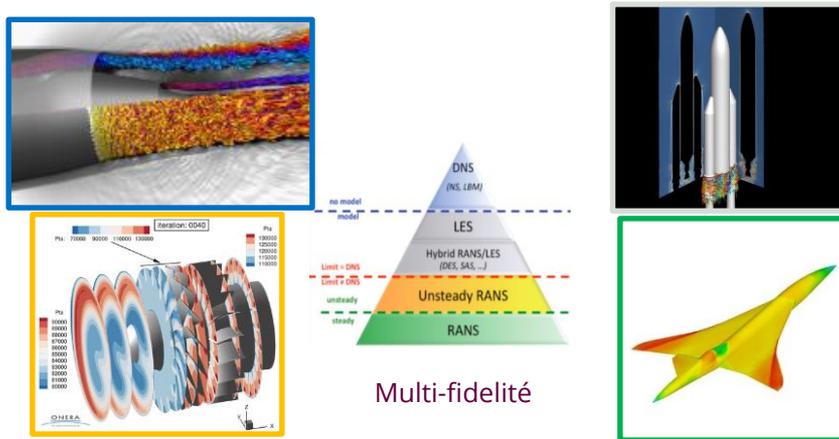


Recherche, Axe 2: Fluides/Structures/Matériaux

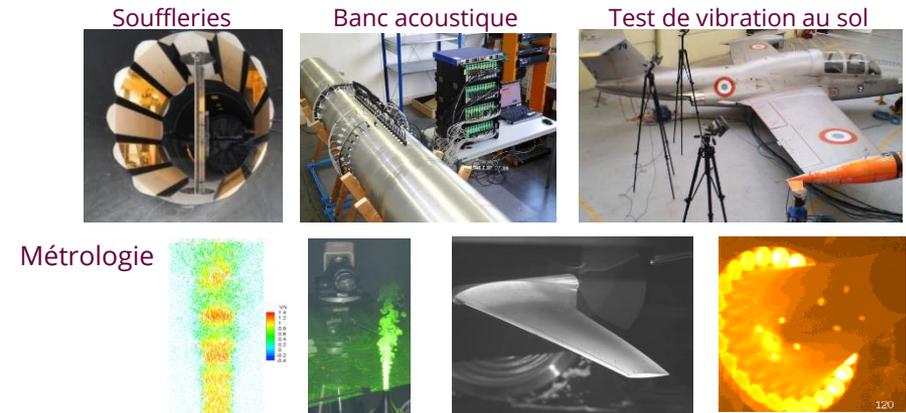


Les moyens

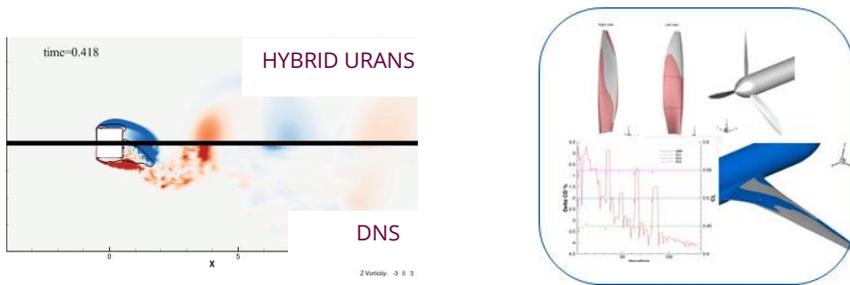
Simulation numérique



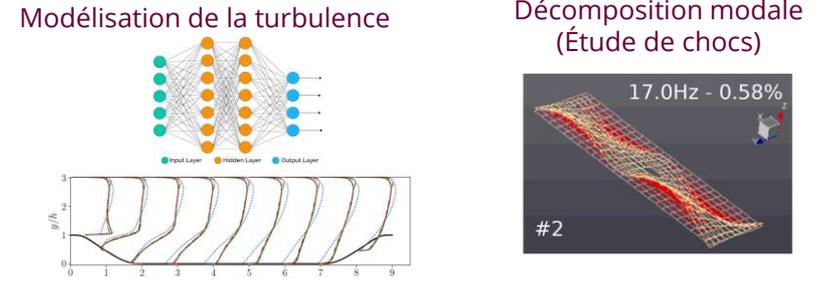
Expérimentation



Hybridation / MDO



Théorie/Modélisation



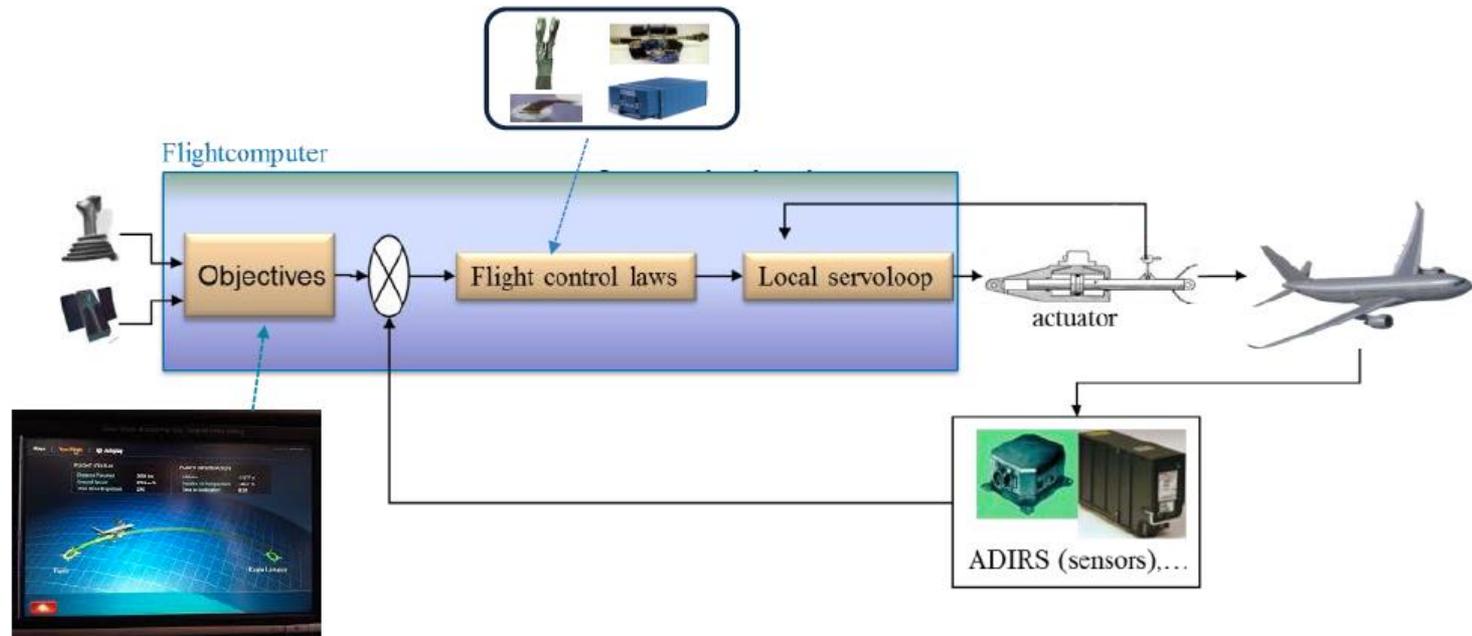
Recherche, Axe 3: Commande/Systèmes

Ouriel Grynzspan (*LISN*), Dalil Ichalal (*IBISC, UEVE*), Sihem Tebbani (*L2S, CS*)



Conception de systèmes embarqués pour l'aérospatiale :

Verrous scientifiques / Impacts environnementaux / Sécurité et sûreté / Conditions de vol / Pilote dans la boucle

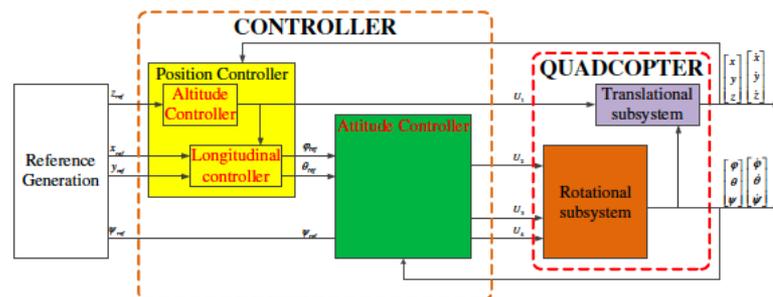
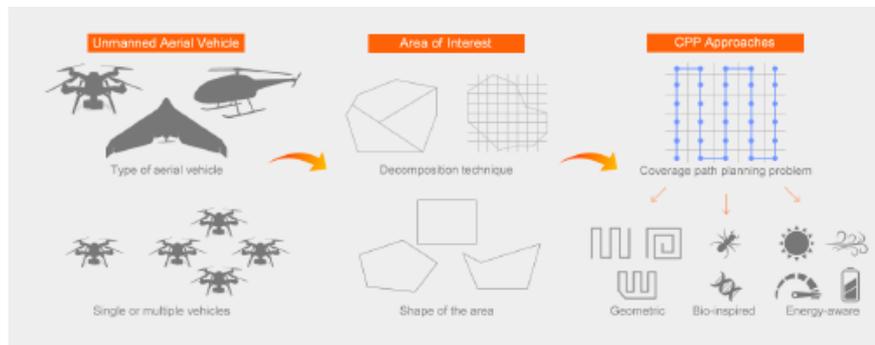
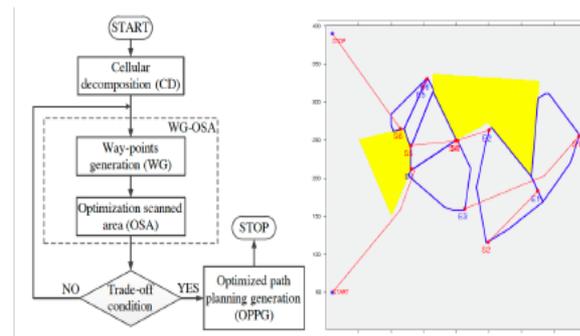


Modélisation, planification et génération de trajectoires, perception, observation, contrôle, diagnostic, tolérance aux défauts, sûreté de fonctionnement, ...

Recherche, Axe 3: Commande/Systèmes



Exemple de projet passé : Drones pour l'agriculture de précision et supervision



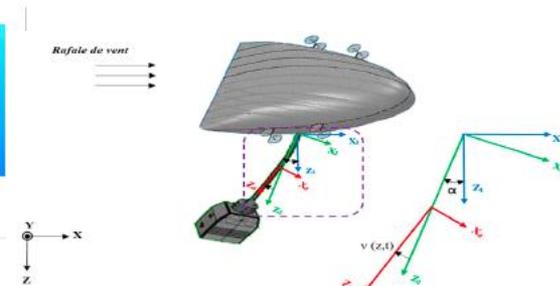
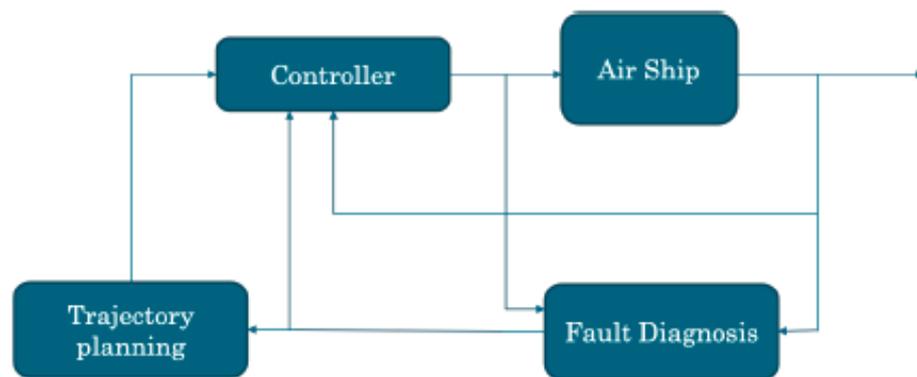
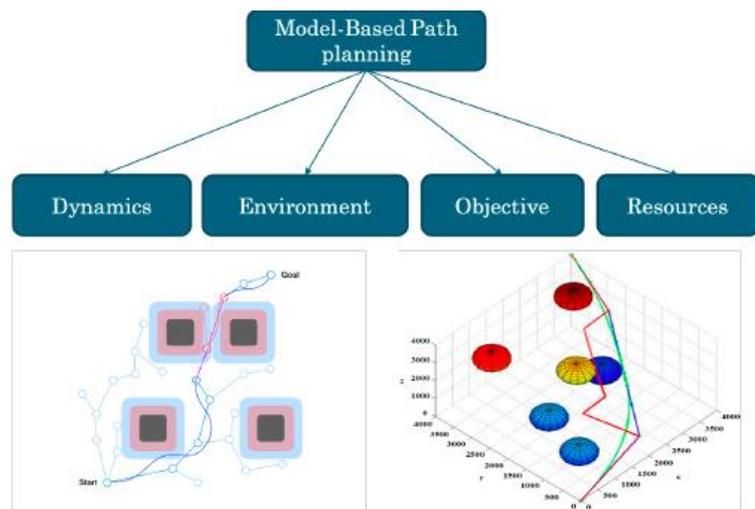
Collaboration entre IBISC-L2S: Thèse de doctorat de Y. Bouzid, 2018: Guidance and control system for autonomous aerial vehicles navigation

Suivie par une collaboration internationale entre IBISC et le gouvernement Vietnamien: Thèse de doctorat de Hung Pham, 2021 (eDrone project, ERASMUS+ Program).

Recherche, Axe 3: Commande/Systèmes



Exemple de projet en construction : Dirigeable pour le transport de fret



ONERA-IBISC-LMEE-Flying Whales

Thématique Transverse: Impacts Sociétaux et Environnementaux

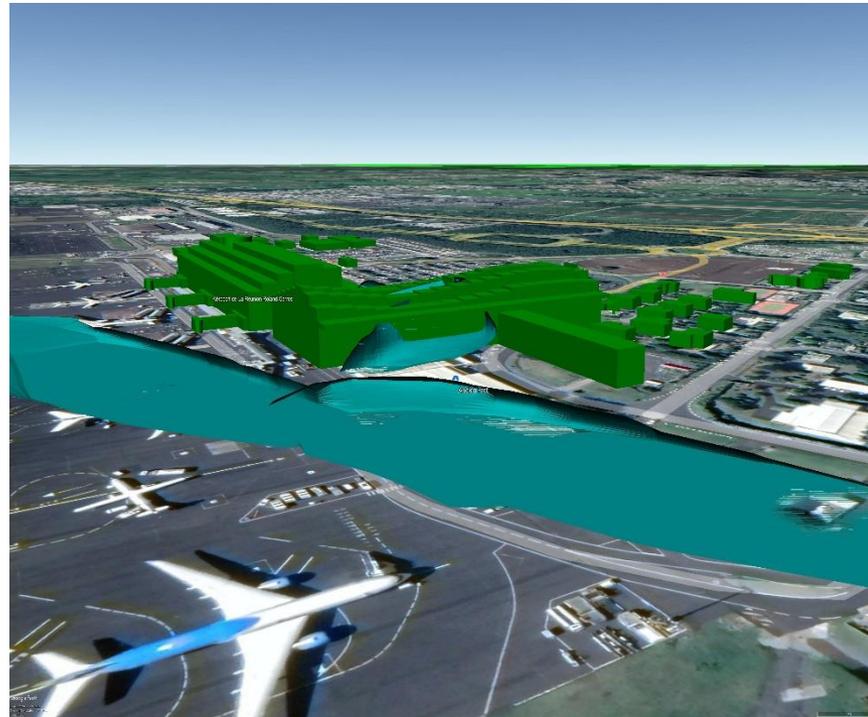


Développements
technologiques →

Impact des
émissions, du bruit
et de la pollution →

Légiférabilité
et risques →

Environnement
et
territoires →



fluidyn
CFD Software and Services

Contribution
collective au
développement
raisonné
des **mobilités** et
de leurs **usages**
pour une
insertion apaisée
dans leur
environnement

Valorisation, Relations aux Industriels



Présentation du **Pôle de compétitivité AsTech** (S. Coupé)

Présentation du **CMQ Aérospatial d'Ile de France** (S. Uhl)

Forum des Partenaires **Incubateur BLAST** (N. Guérineau & T. Quiguer)



Merci à ...



école _____
normale _____
supérieure _____
paris-saclay _____



CAMPUS
DES MÉTIERS
ET DES
QUALIFICATIONS

Aéronautique et spatial : conception,
production, maintenance 4.0
Île-de-France



université
PARIS-SACLAY

ONERA

THE FRENCH AEROSPACE LAB



CentraleSupélec



GIFAS

