

Impact du Transport Aérien sur l'Atmosphère et le Climat

Février 2009 – Février 2013

Coordinateurs et Animateurs: D. Cariolle – Ingénieur général des Ponts et Chaussées ; O.Eiff – Professeur.

Animateurs: B. Cuenot – Senior Scientist; R. Paoli – Senior Scientist; H. Teyssède – Ingénieur des travaux de la Météorologie

Un doublement du trafic aérien est attendu d'ici à l'horizon 2020. Il s'accompagnera d'un accroissement des émissions atmosphériques globales gazeuses et particulaires, dont les effets environnementaux sont très incertains. **Réduire ces incertitudes présente un enjeu industriel majeur** en vue des futures **réglementations européennes** en matière de rejets et de la mise en place du « ciel unique » européen, qui devra prendre en compte la minimisation de l'impact environnemental **dans la gestion du trafic**. Il est donc essentiel que les constructeurs aéronautiques puissent se baser sur des résultats scientifiques pour prendre en compte **les évaluations d'impact dans la conception des futurs avions**.

Dans ce but, ce projet traite des mécanismes de formations des émissions dans les moteurs, leur transformations dans le sillage de l'avion, leur dilution dans l'atmosphère et de leurs impacts globaux à grande échelle. De plus, pour la première fois les principales équipes toulousaines à la pointe sur ces sujets sont rassemblées au sein d'un même projet pour travailler toutes ensemble et confronter leurs approches. Cette collaboration permettra de proposer des solutions

Premiers résultats

Volet 1



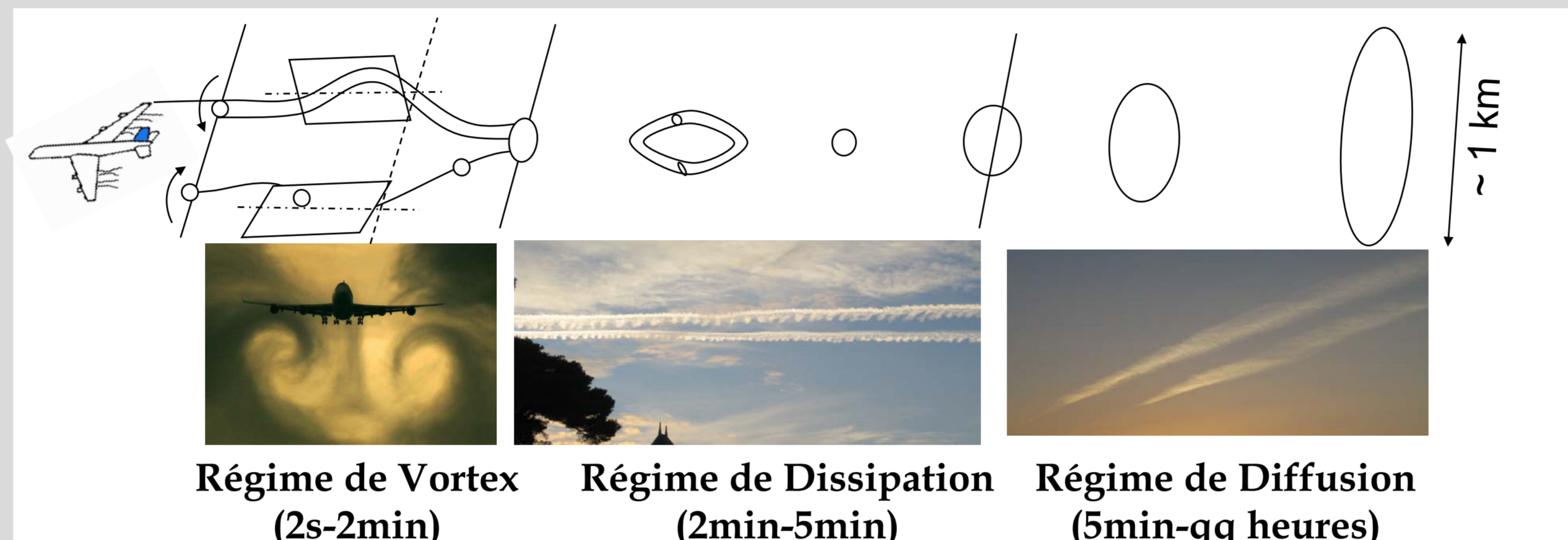
Objectifs

- Améliorer la prédiction des émissions générées dans les moteurs.
- Améliorer la compréhension de l'écoulement autour de l'aile de l'avion et de son interaction avec les jets issus des réacteurs.

Réponses du projet

- Développer une chaîne de simulations qui permettra une prédiction des suies en sortie de moteur.
- Développer une chaîne de simulations qui permet une bonne résolution des écoulements autour de l'aile et de son interaction avec les jets.

Volet 2



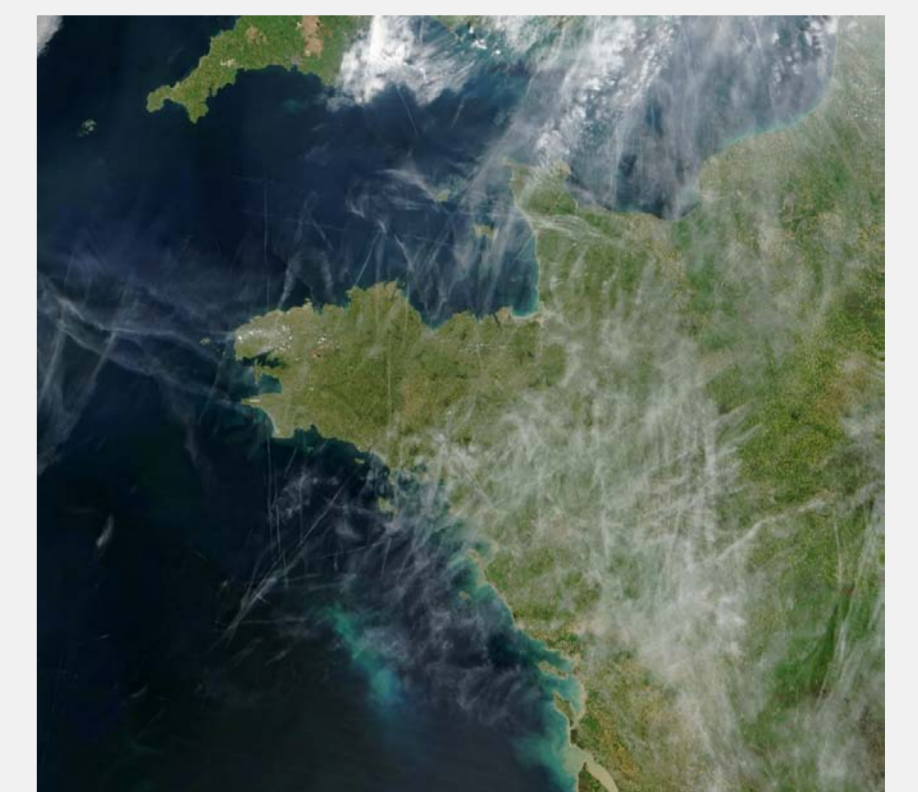
Objectifs

- Identifier les processus dynamiques qui contrôlent l'évolution du sillage.
- Modéliser et résoudre les processus dynamiques, radiatifs et physico-chimiques qui ont lieu dans le régime jet, vortex, dissipation et dispersion.

Réponses du projet

- Approche combinée de simulations numériques et de mesures physiques en canal hydraulique stratifié.
- Simuler le sillage proche et lointain en utilisant les données du volet 1 pour l'initialisation du modèle.
- Valider les simulations à partir des expériences faites en veine hydraulique stratifiée.

Volet 3



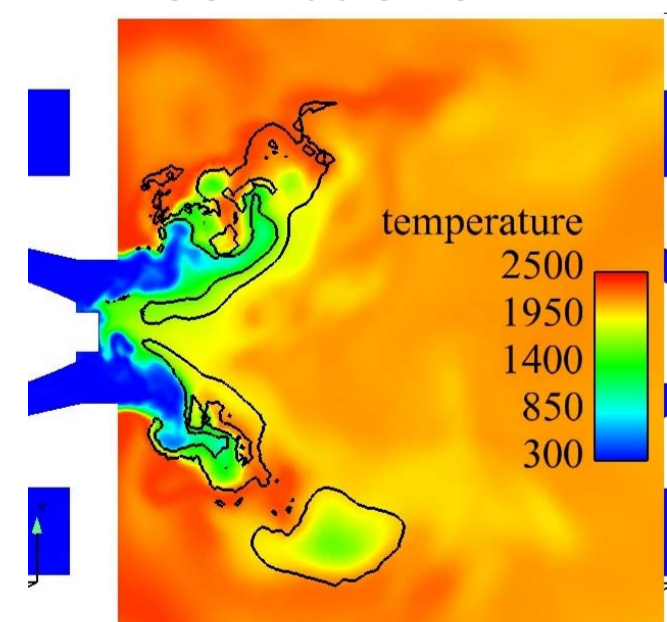
Objectif

- Evaluer les effets des perturbations générées par les cirrus induits dans les modèles de prévision climatique.

Réponses du projet

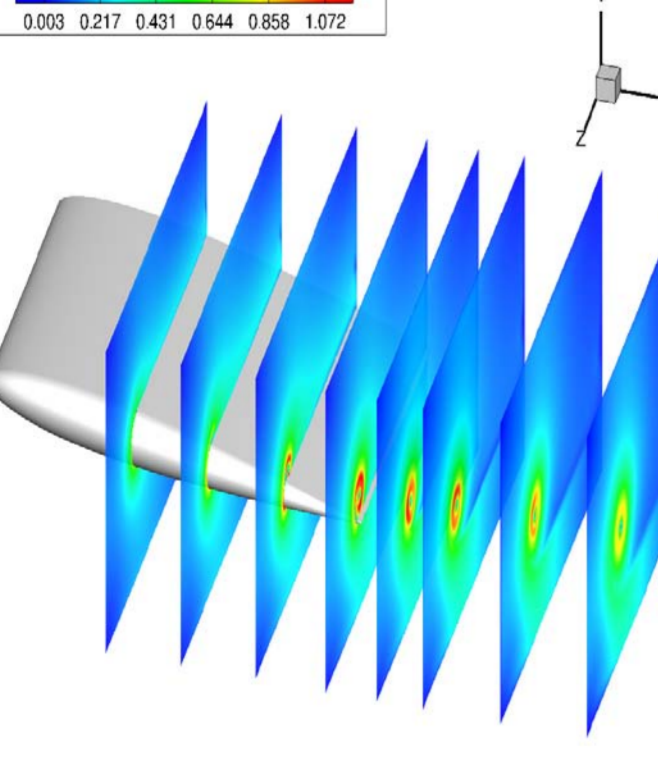
- Déterminer les propriétés optiques et microphysiques des cirrus induits à partir des résultats du volet 2.
- Evaluer les effets climatiques régionaux et globaux de l'aviation en effectuant des simulations climatiques qui porteront sur le XXIe et le XXIe siècles.

Champ de température dans un plan de coupe de la chambre de combustion.



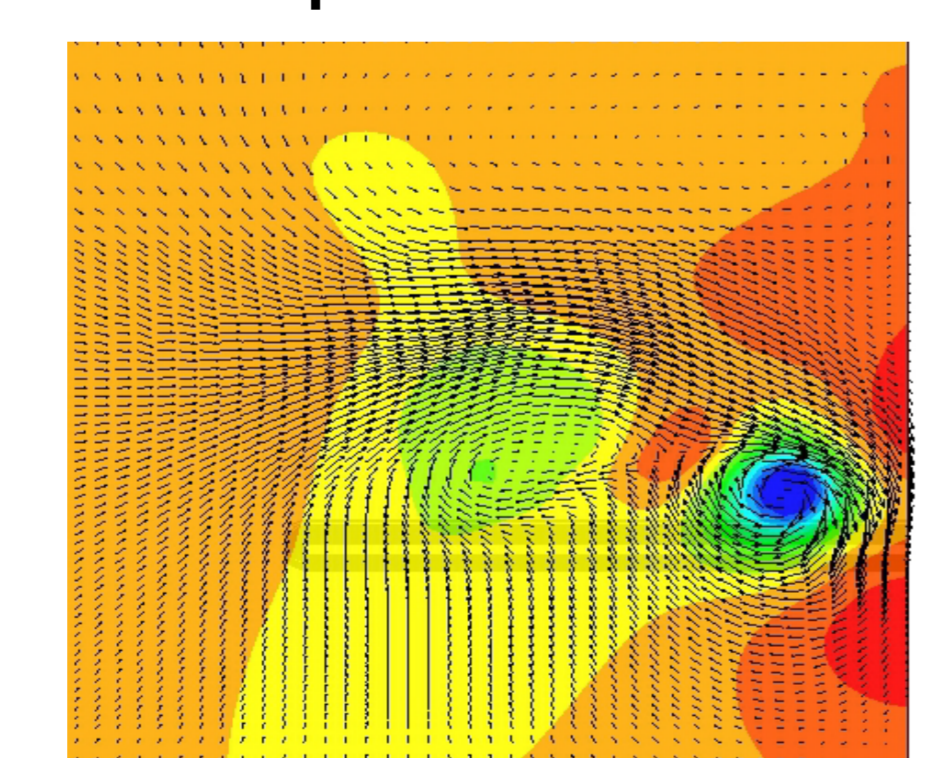
Iso-lignes noires: zones où les réactions sont les plus actives.

Écoulement derrière une aile NACA0012



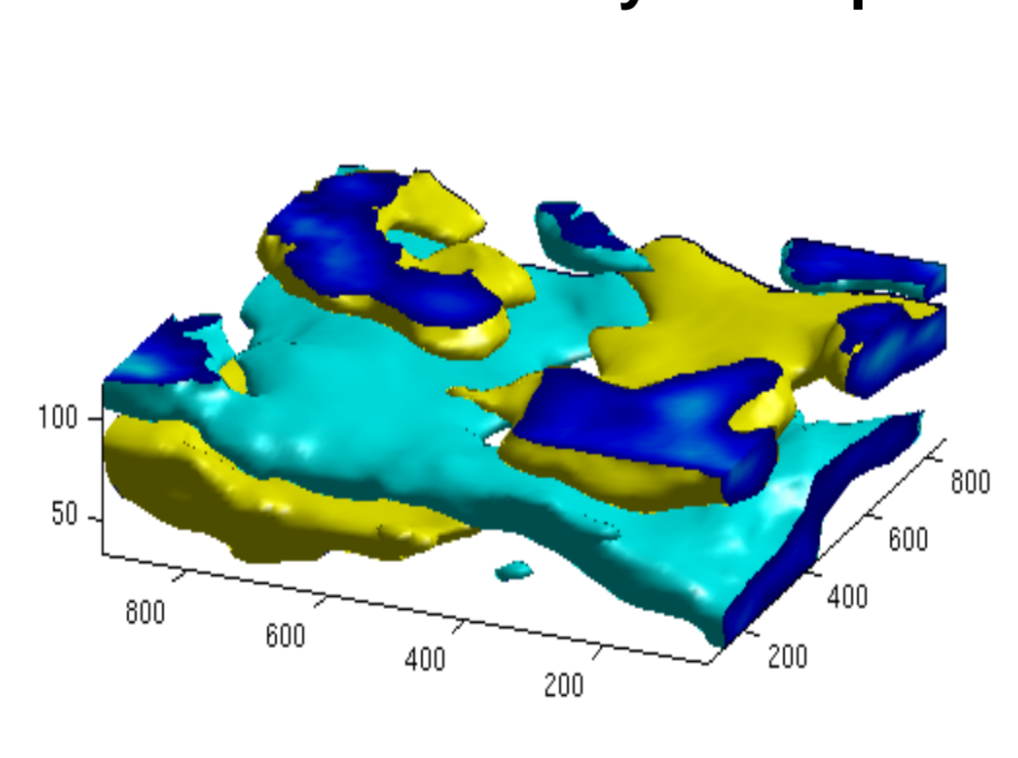
Valeur absolue de la vitesse dans les plans perpendiculaires à la direction de l'écoulement.

Étude numérique des tourbillons de sillage générés par une aile



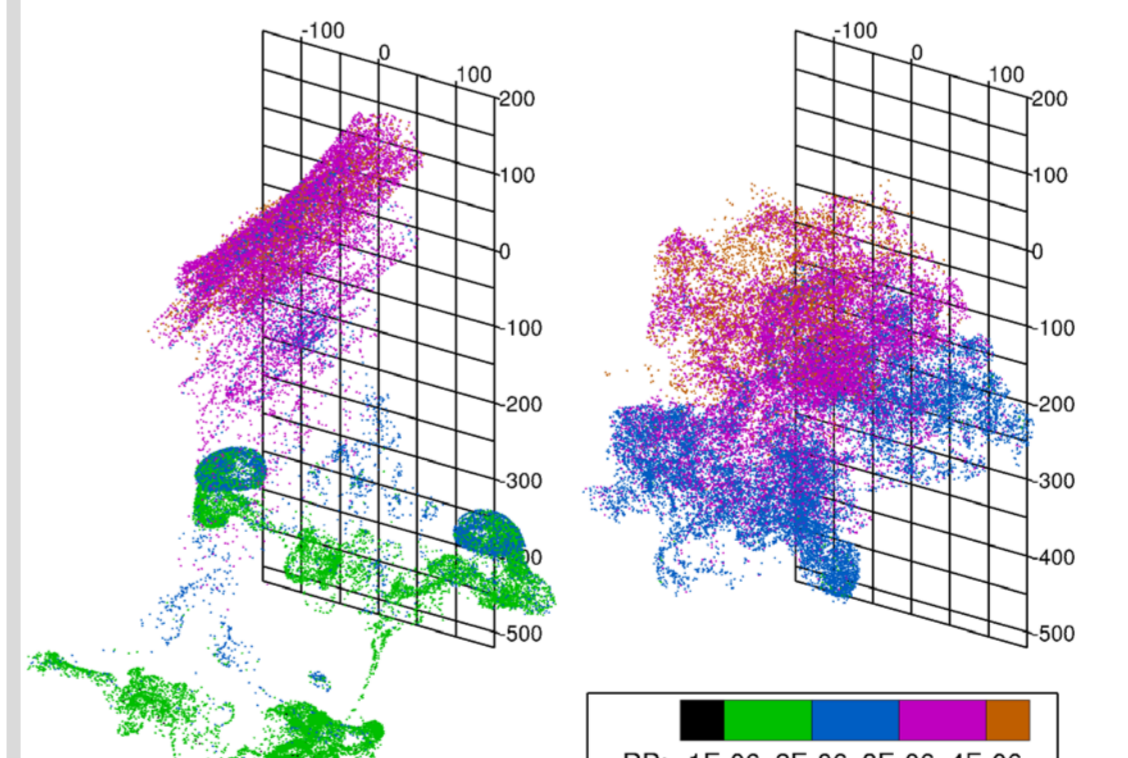
Anomalie à la pression hydrostatique et champ de vitesse dans le plan transverse à la direction de l'aile.

Turbulence en régime fortement stratifié générée par une grille tractée en canal hydraulique.



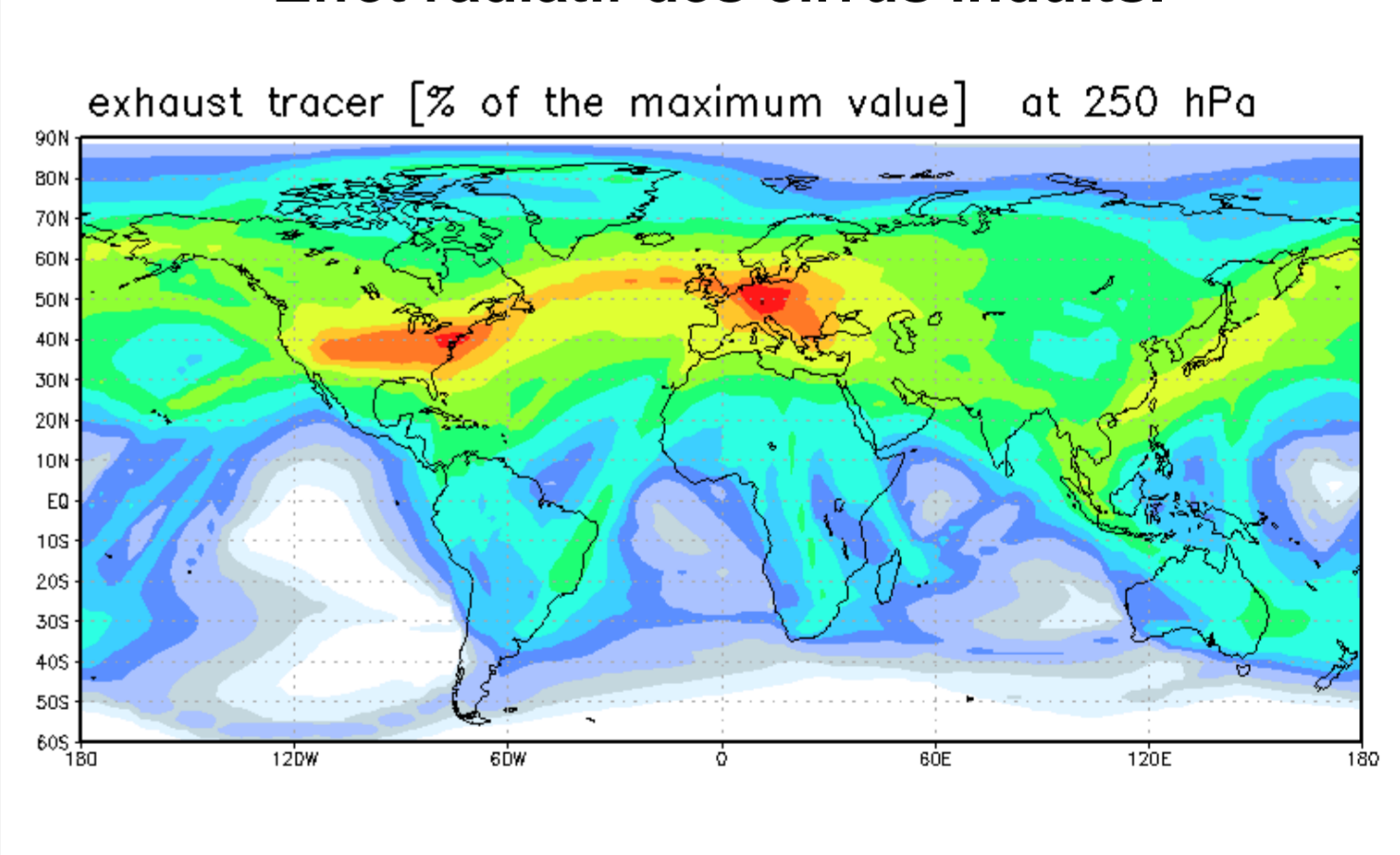
Champ de vorticité longitudinal issu de mesures par PIV-3D/3C. $Re_M=10^4$

Effet de la turbulence sur la dispersion d'une traînée de condensation



Sans turbulence: Répartition et rayon des particules de glace 5 minutes après le passage de l'avion

Effet radiatif des cirrus induits.



Variation du bilan radiatif due à une perturbation de la concentration en particule de glace

Perspectives

Durant la première phase du projet, les outils numériques nécessaires à sa réalisation ont été développés. La chaîne de simulations mise en place va permettre de prendre en compte toute **l'évolution des émissions de leur formation jusqu'à leur impact climatique**. Ces développements ont été effectués en assurant une cohérence entre les différents volets. Ceci est crucial pour rendre compte des processus complexes et intrinsèquement non-linéaires qui ont lieu dans le sillage ainsi que dans la descente d'échelles. Les **résultats innovants** attendus concernent la **méthodologie générale**, les **études fines des processus** rentrant en jeu, et **l'amélioration de la prédiction de l'impact sur le climat**.

La partie amont à caractère académique et technique du projet donnera lieu à des publications dans des revues à comité de lecture, les aspects liés aux méthodes pourront être repris et adaptés par les industriels et les organismes de régulation.