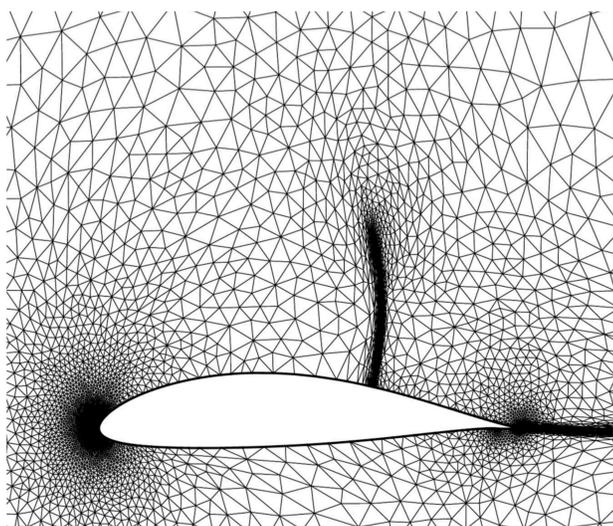




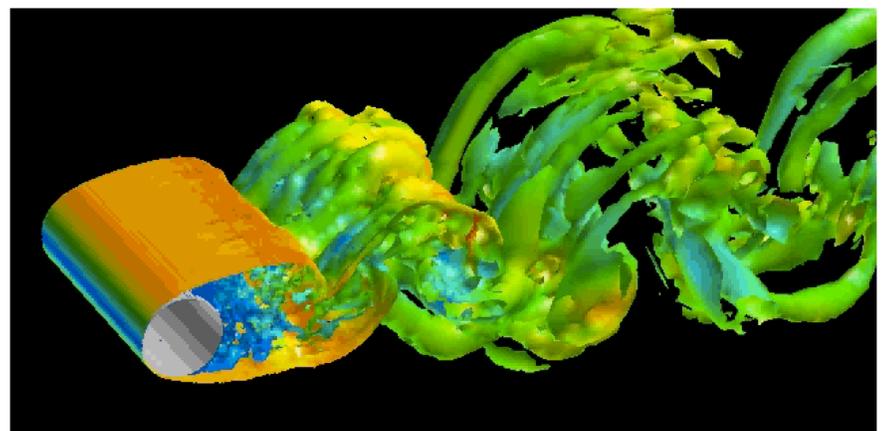
3. Explication par Navier-Stokes :

$$\rho \left(\frac{\partial}{\partial t} + \vec{u} \cdot \vec{\nabla} \right) \vec{u} = -\vec{\nabla} p + \eta \Delta \vec{u} + \left(\xi + \frac{1}{3} \eta \right) \vec{\nabla} (\vec{\nabla} \cdot \vec{u}) + \vec{f}_{ext}$$

Cette équation contient beaucoup d'informations (elle se base sur la conservation de la masse, de la quantité de mouvement et de l'énergie), mais, de part sa complexité, elle ne permet pas de résolutions explicites de problèmes non idéaux. Elle présente toutefois l'intérêt de permettre des résolutions numériques de grande qualité avec ordinateurs.



Sur ce schéma est représenté un modèle d'aile, partitionné en "zones de calculs" (maillage). Dans chacun des triangles sera effectué une estimation numérique des différents paramètres étudiés. Si l'on voulait avoir des résultats pertinents pour l'équation de Navier-Stokes, il faudrait gérer des modèles comprenant Re^7 zones de calculs, où Re est le nombre de Reynolds (rapport entre les forces d'inertie et les forces de frottements), qui se situe entre 100.000, et 10.000.000, autour d'une aile d'avion.



Voici une image d'un régime turbulent dans le sillage d'un cylindre (étude utile, par exemple, pour les cheminées). Cette image a été tirée d'une animation qui provient de l'institut Von Karman de dynamique des fluides.

Mais alors, ... Comment ça vole ?

Si le principe de Bernoulli et de la conservation de quantité de mouvement (Newton) sont souvent utilisés (sur internet et dans des livres de vulgarisation), c'est parce qu'ils sont simples à illustrer et à expliquer. Mais le phénomène de portance et de traînée n'est en fait pas descriptible par de telles équations. Ceci est dû au fait que les flux autour de l'aile sont très complexes (ils sont exprimés mathématiquement par une équation différentielle non linéaire). Même si les phénomènes cités ci-dessus entrent bien en compte dans l'origine de ces forces (portance et traînée), ils ne sont pas suffisants pour décrire complètement le phénomène. De plus, ils ne sont pas cumulatifs dans le sens où :

$$\vec{F}_{totale} \neq \vec{F}_{Bernoulli} + \vec{F}_{Newton}$$

Etant donné les problèmes de résolution mathématique, les études sont également effectuées en soufflerie.