



Les contributions majeures



NEWTON Isaac

NAVIER Claude

LERAY Jean

EULER Leonhard

STOKES George

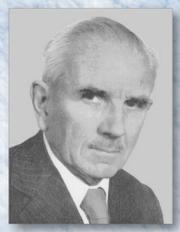
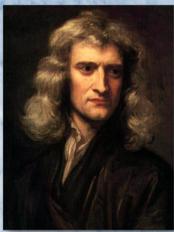
NEWTON

EULER

NAVIER

STOKES

LERAY



Mathématicien et physicien anglais.

Mathématicien et physicien suisse

Ingénieur et scientifique français

Mathématicien et physicien irlandais

Mathématicien français

Principe fondamental de la dynamique :

Equations d'Euler pour les fluides parfaits :

Equations Navier-Stokes pour les fluides visqueux :

Étude des fluides visqueux

Existence et unicité de la solution des équations Navier-Stokes
Stabilité par rapport aux conditions initiales

$$\sum_i \vec{F}_i = m \vec{a}$$

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} + \nabla p = 0$$

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} - \nu \Delta \vec{u} + \nabla p = 0$$

Simulations numériques

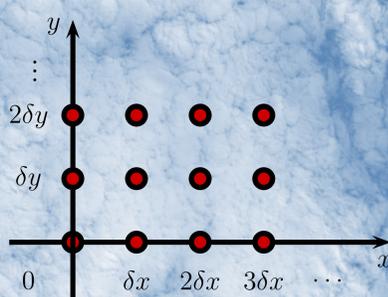
Discrétisation des équations

Nous nous intéressons ici à la simulation d'écoulements **visqueux incompressibles** autour d'obstacles. L'évolution de ces écoulements est **modélisée** par les équations de Navier-Stokes. En général, on ne sait pas calculer la **solution exacte** de ces équations. C'est pourquoi une **méthode numérique** doit être employée.

Puisqu'il est **impossible** de trouver la vitesse \vec{u} et la pression p en tout point (x, y) et en tout temps t , nous en cherchons des **approximations** aux temps $n\delta t$ et aux points $(i\delta x, j\delta y)$, où δt , δx et δy sont des réels strictement positifs donnés et n , i et j sont des entiers.



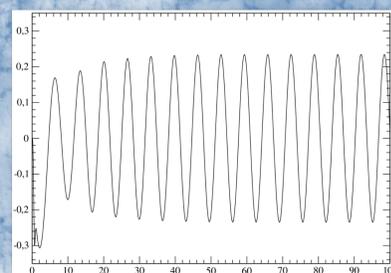
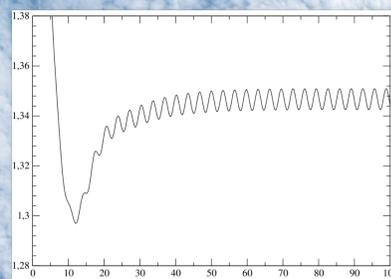
À chaque pas de temps, les approximations de la vitesse et la pression sont **solution d'un système linéaire**.



Plus δt , δx et δy sont petits, plus ces approximations se rapprochent de la réalité.

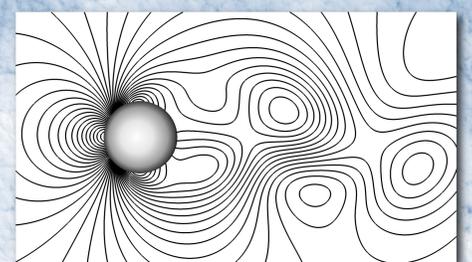
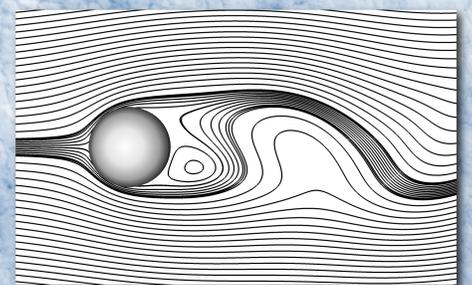
Exemple de simulation

Nous simulons l'écoulement d'un fluide visqueux autour d'un disque, le **nombre de Reynolds** de l'écoulement vaut 80. Nous utilisons pour cela un maillage à 1024 points dans chaque direction.



Ci-dessus, nous avons tracé l'évolution des forces de **trainée** et de **portance** induites par cet écoulement. Ces forces sont dues aux **contraintes de pression et de frottement** qui s'exercent respectivement perpendiculairement et parallèlement à la paroi.

Le code de simulation est écrit en langage **FORTRAN** et exécuté sur une machine **monoprocesseur**. Le temps de calcul par itération est de 1,6 seconde et la mémoire allouée est d'environ 300 Mo.



Ci-dessus, quelques **lignes de niveau** de la fonction de courant et de la pression. La vitesse du fluide est **tangente** aux lignes de niveaux de la fonction de courant. Nous observons des tourbillons ainsi que des zones de **surpression** en amont et de **dépression en aval**.