

Mécanique des Fluides 2018-2019

Marc Fermigier
ESPCI Laboratoire PMMH

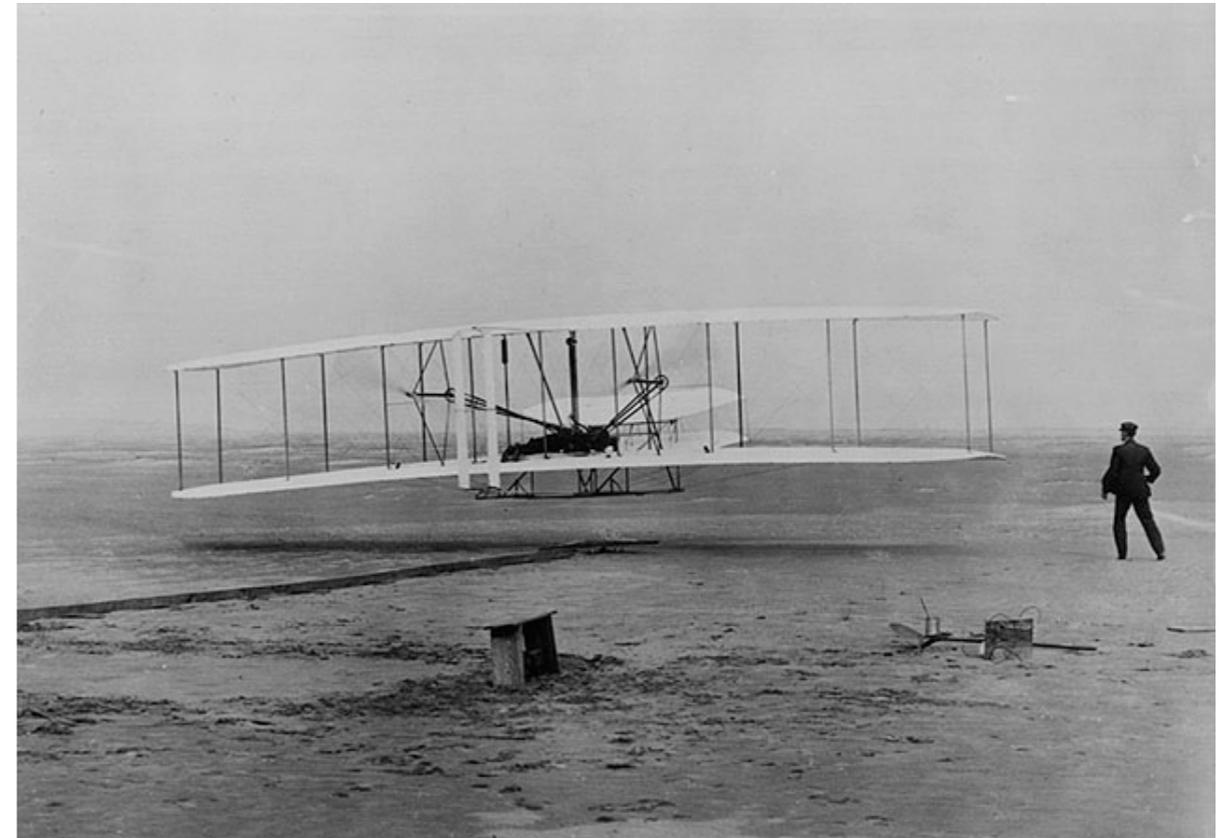
Nikita Kavokine
ENS, LPS

- Y a-t-il une industrie de la mécanique des fluides ?
- Y a-t-il des industries sans mécanique des fluides ?
- Une science du 19^{ème} siècle, reste-t-il des questions fondamentales ?

L'aéronautique, une industrie de la mécanique des fluides



Otto Lilienthal 1894



vol des frères Wright 1903

Premiers succès empiriques

Une technologie aboutie ?

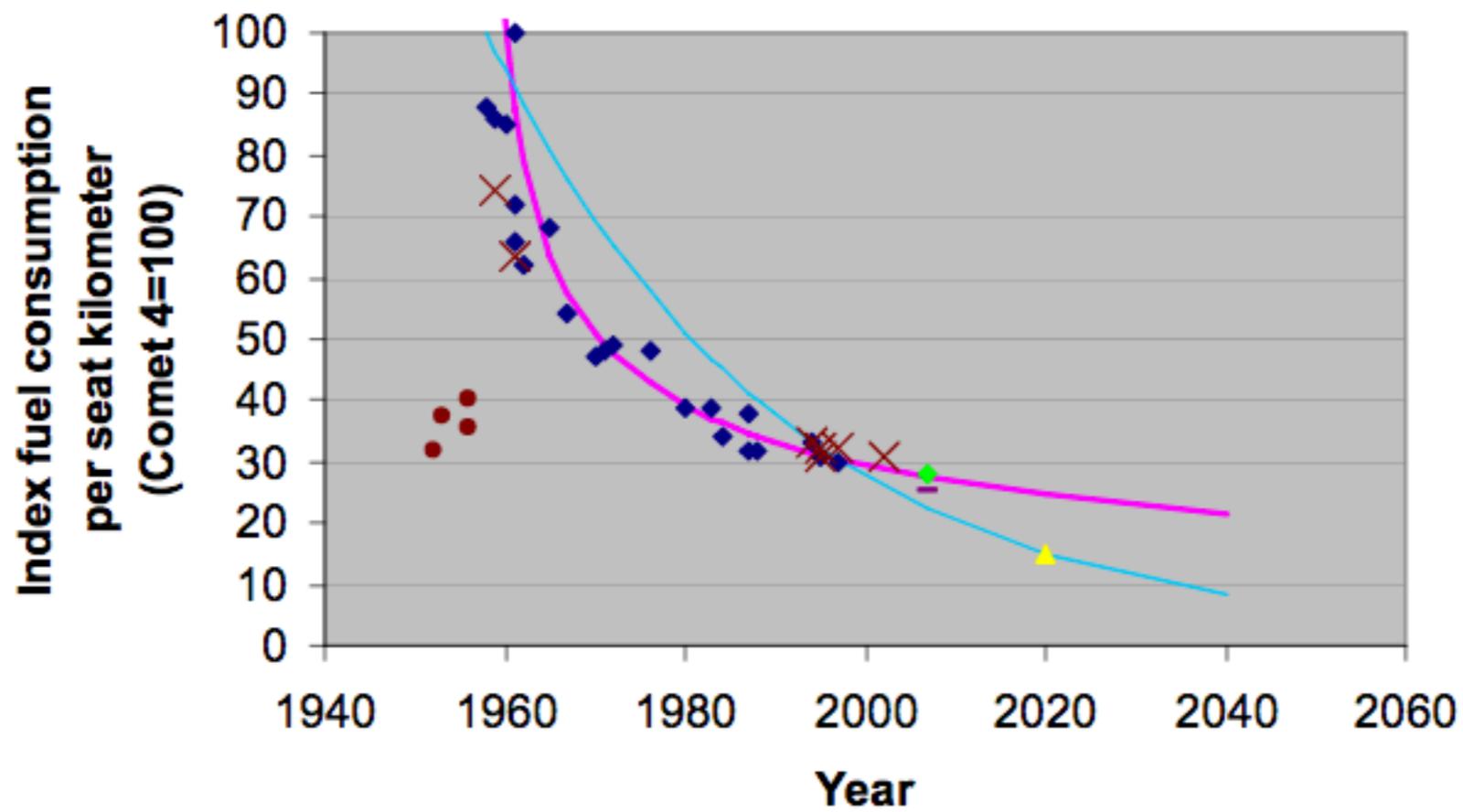
Boeing 707
1954



Boeing 787
2009



Fuel efficiency jet aircraft



- ◆ IPCC values
- ▲ Research target
- A380 optimum wing
- × Jets micro analysis
- IPCC regression curve
- ◆ A380
- Piston airliners
- Const. ann. reduction of 3%

Northrop XB35
1946



Nasa X48B
2007



Des véhicules plus efficaces ?



$T = \rho V^2 S C_x$ 50 km/h en ville
25l / 100 km

$C_x = 0,26$
50 km/h en ville
4l / 100 km



Projet Loremo $C_x = 0,20$
50 km/h en ville
< 2l / 100km

Assez d'énergie dans le vent ?



Energie cinétique :

$$\frac{1}{2} \rho_{air} V^2$$

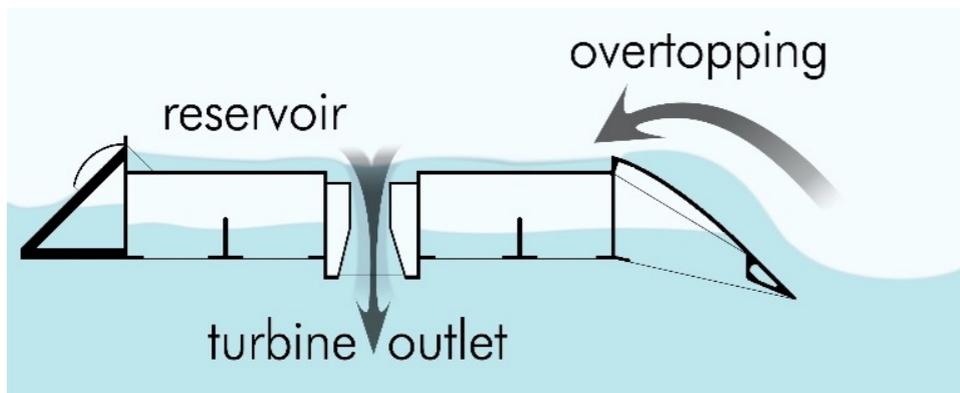
Puissance disponible :

$$\frac{1}{2} \rho_{air} V^2 S V$$

$$V \approx 10\text{m/s}, S \approx 7500\text{m}^2, \rho_{air} \approx 1\text{kg/m}^3$$

$$P = 3 \text{ MW} = 2000 \text{ fers à repasser}$$

ou dans les vagues ?

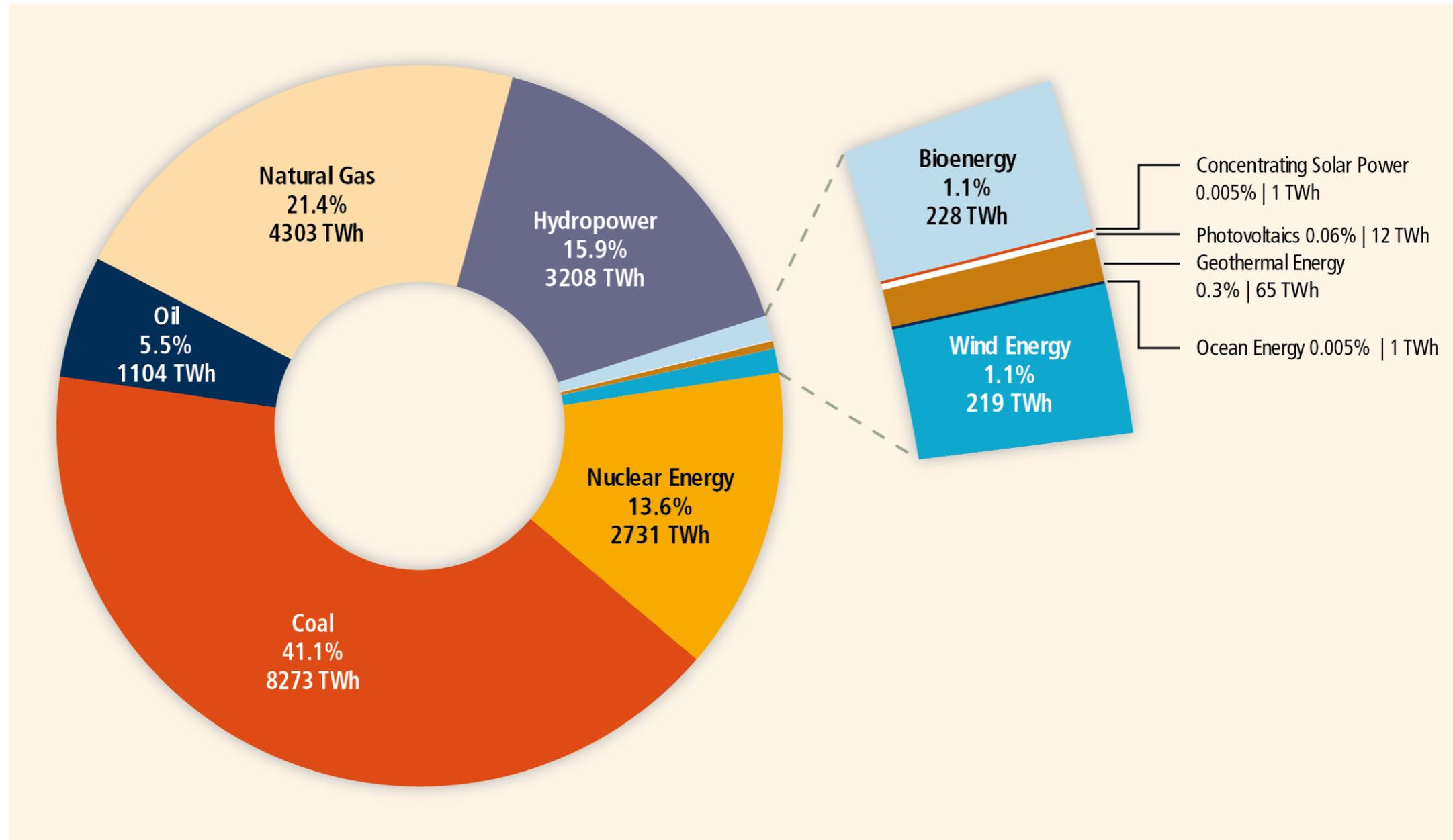


Projet danois WaveDragon



Projet britannique Pelamis

La production énergétique mondiale



Une vieille science, mais toujours active

Quelques repères historiques :

1700 : [Newton](#) Notion de frottement fluide

1740 : [Bernoulli](#), [Euler](#) Mouvement de fluide parfait

1820 - 1845 : [Navier](#), [St Venant](#), [Stokes](#) Description du mouvement avec viscosité

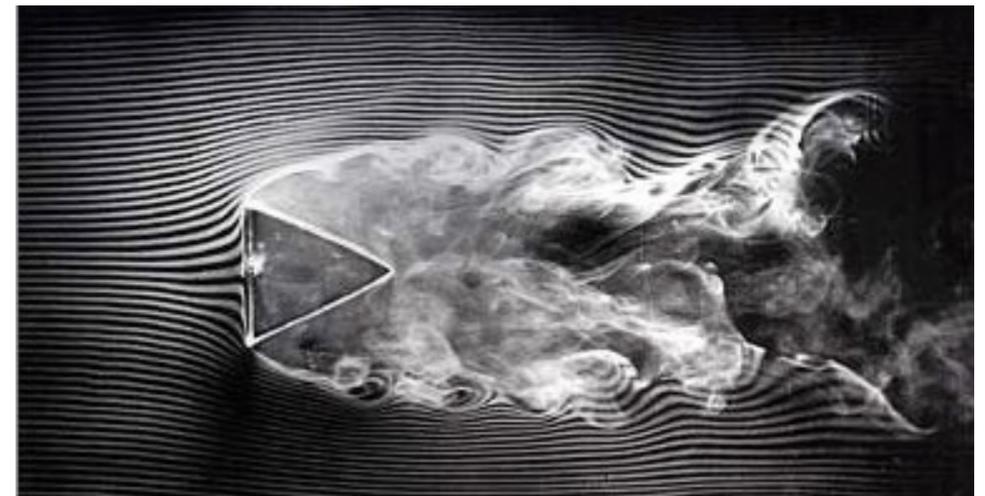
1844 : [Poiseuille](#), [Hagen](#) Ecoulement de fluide visqueux dans un tube

1875 : [Boussinesq](#) Premières théories sur la turbulence

1900 : [Prandtl](#) Notion de couche limite

[Eiffel](#) Souffleries

[Marey](#) Chronophotographie, cinéma



Quelques axes de recherche modernes

Echelles nanoscopiques

Turbulence et simulation numérique

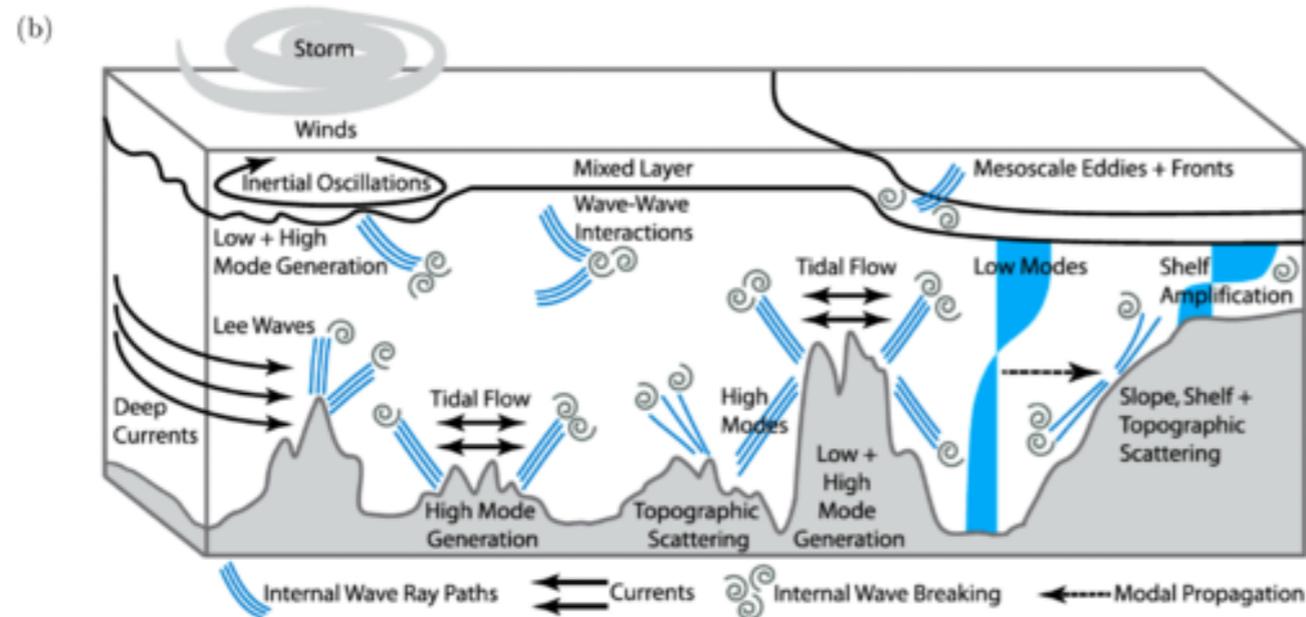
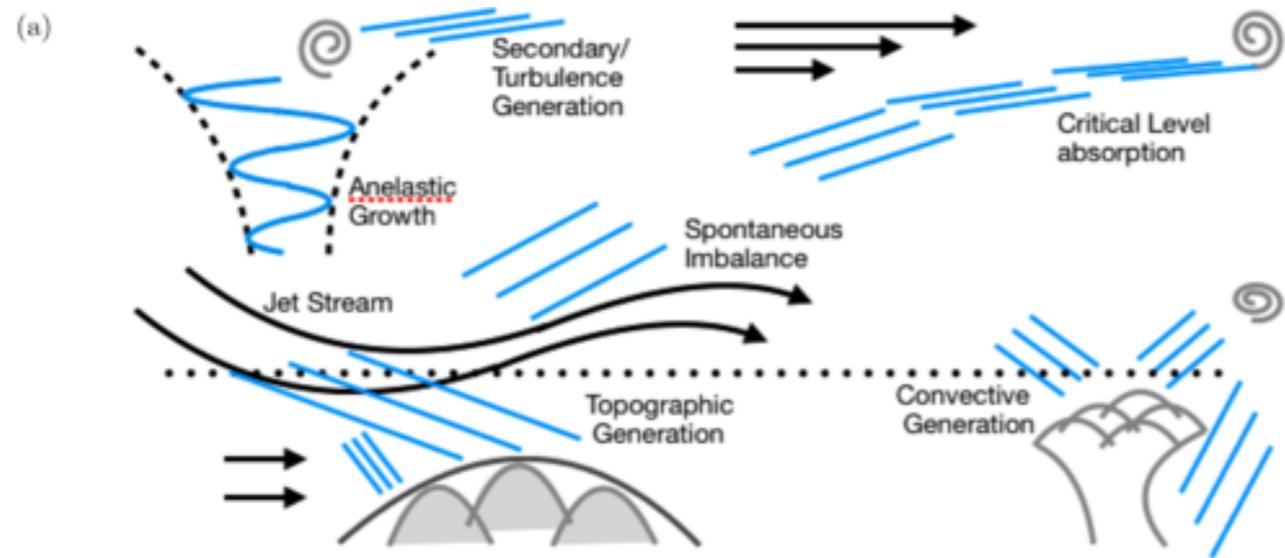
Interfaces (au sens large) :

Biophysique (par ex. vol instationnaire)

Géophysique externe : dynamique atmosphérique et océanique

Interactions fluides/structures

Dans le dernier numéro de [Physical Review Fluids](#) :



Recent progress in modeling imbalance in the atmosphere and ocean

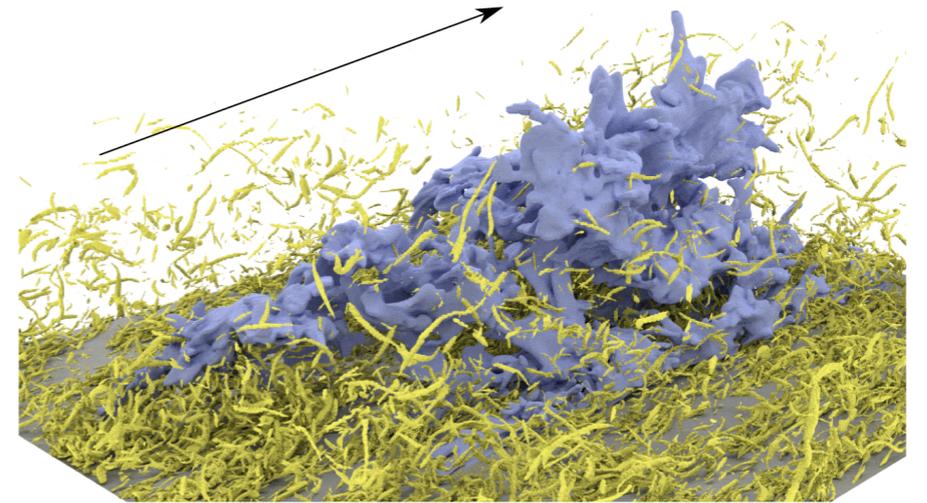
Imbalance refers to the departure from the large-scale primarily vortical flows in the atmosphere and ocean whose motion is governed by a balance of Coriolis, pressure-gradient, and buoyancy forces and can be described approximately by quasigeostrophic theory or similar balance models.

Dans le dernier numéro de [Journal of Fluid Mechanics](#) :

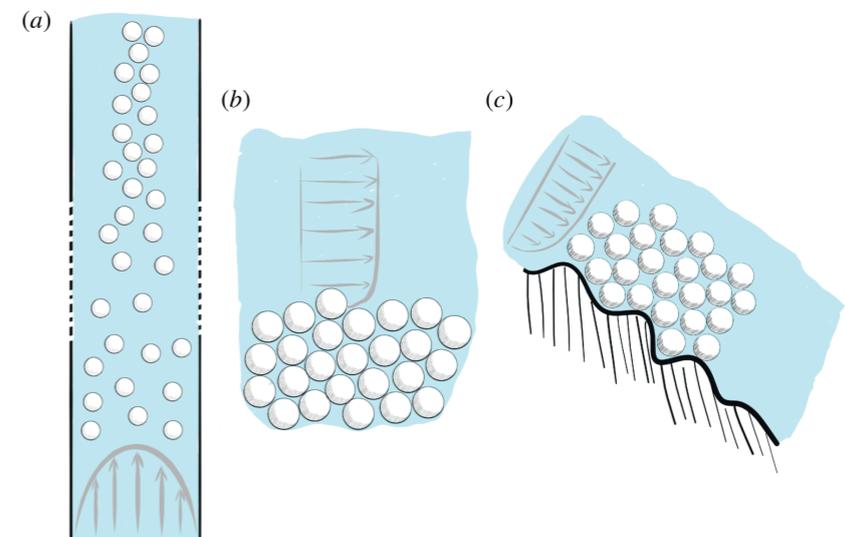
Articles de revue :

Theoretical perspective on the route to turbulence in a pipe

Coherent structures in wall-bounded turbulence

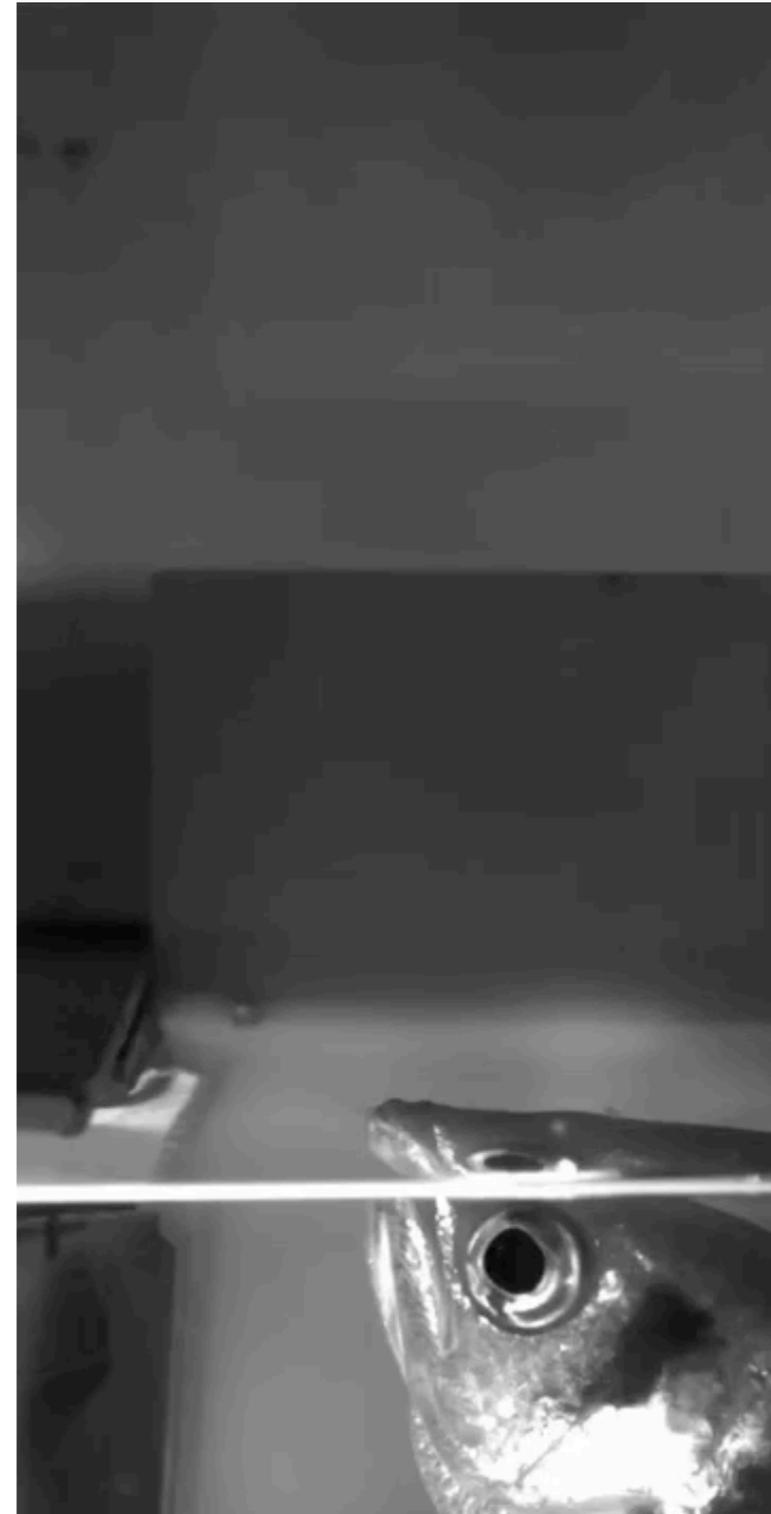


Rheology of dense granular suspensions

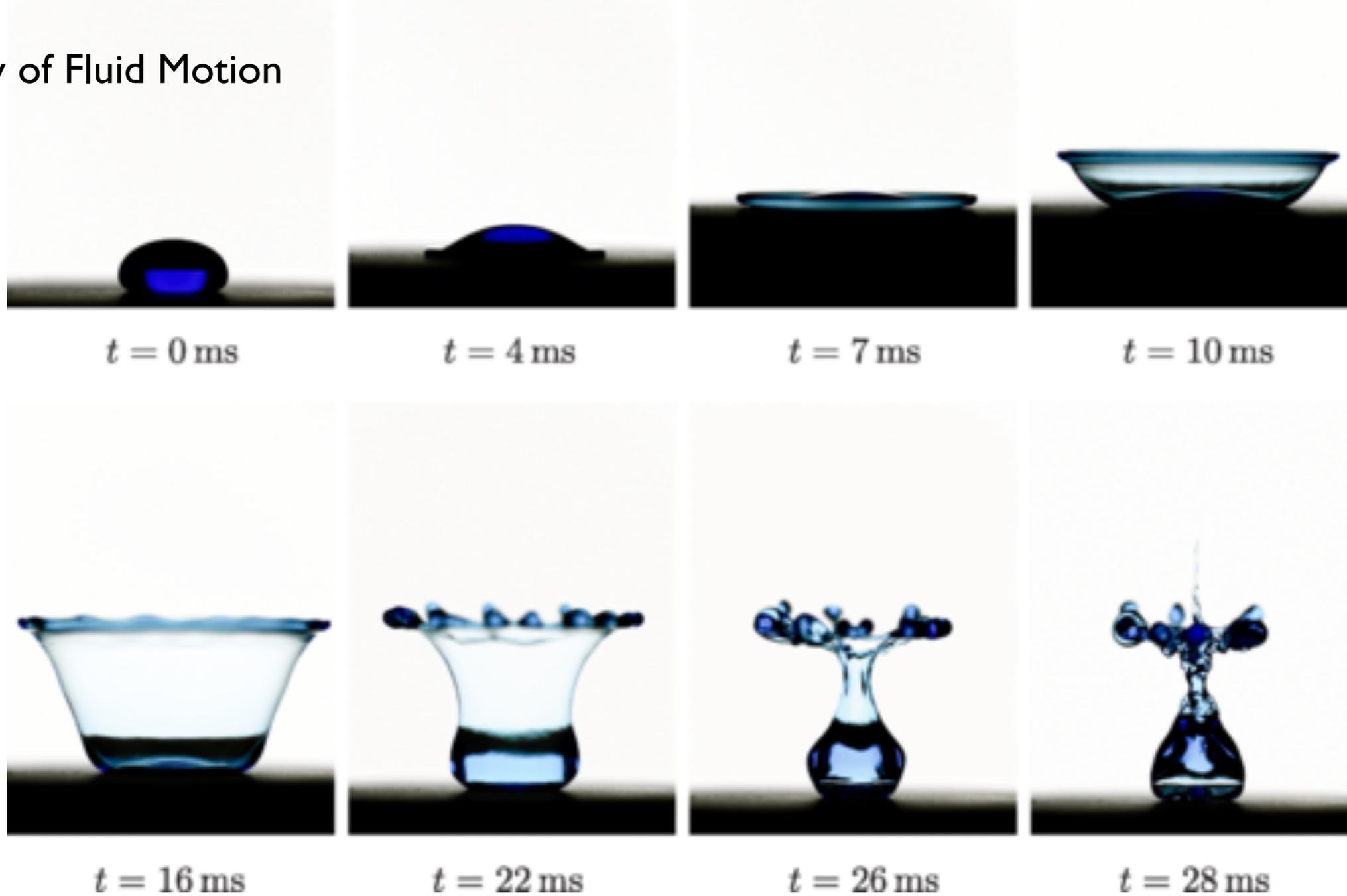


Dans le dernier numéro de [Journal of Experimental Biology](#) :

Hunting in archerfish – an ecological perspective
on a remarkable combination of skills
Stefan Schuster



Gallery of Fluid Motion



Kicked drops

Pierre Chantelot, Martin Coux, Lucie Domino, Benoît Pype, Christophe Clanet, Antonin Eddi, and David Quéré

Phys. Rev. Fluids 2018



Des références :

Guyon, Hulin, Petit « Hydrodynamique physique »

Batchelor « An introduction to fluid dynamics »

Tritton « Physical fluid dynamics »

Films du National Committee for Fluid Mechanics Films :

<http://web.mit.edu/hml/ncfmf.html>,

YouTube ncfmf fluid mechanics videos

Gallery of Fluid Motion <https://gfm.aps.org/>

Site du cours : <https://blog.espci.fr/marcfermigier/mecanique-des-fluides/>