

UN SEMESTRE DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE À L'UNIVERSITÉ PARIS DIDEROT

Michael Berhanu, Adrian Daerr, Julien Derr, Matthieu
Labousse, Sébastien Rodriguez, Drazen Zanchi

&

Alexandre Di Palma, Frédéric Filaine

&

~ 40 étudiantEs de L3

Janvier à Mai 2015

-1. RÉUNION DE RENTRÉE : DISCUSSION DES SUJETS



un “bon” sujet ?

- motivant
- pas trop balisé (mais un peu ... 1 article ?)
- faisable

-1. RÉUNION DE RENTRÉE : DISCUSSION DES SUJETS

- Pétrissage à la main
- Propulsion MHD
- Formes de films de savon
- Panache thermique
- Brosse de polymères
- Mouvement brownien (2)
- Cataracte du poisson
- Mort d'un front de flamme
- Stalagmites
- Corde de guitare
- Faraday dans des gouttes
- Ballotement...
- Le bozo-bozo
- Ecorce et crack
- Redressement des arbres
- Vagues/bulles
- Fleurs de glace
- Chaos bing-bing
- Fontaine de grains
- Métronomes
- Gel d'une goutte
- Avions en papier
- Entonnoir cosmique
- Sac de nœuds
- Cerceau polynésien
- Fontaine de granite
- Fontaine submergée

0. PREMIÈRE SÉANCE (PRÉSENTATION DES SUJETS)

0. PREMIÈRE SÉANCE (PRÉSENTATION DES SUJETS)

Pétrissage à la main

Le pain pétri manuellement est souvent plus apprécié que celui pétri à la machine. Pourquoi ? Pour répondre, nous voulons reproduire les deux modes de pétrissage, cuire les pains et quantifier la texture du pain dans les deux cas.

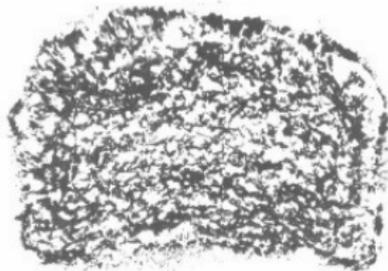


Figure 8 - Impression of the crumb prepared with the final starch mixture

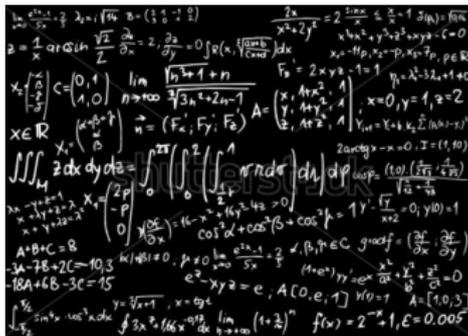
Référence : B.J. Dobraszczyk, The physics of baking: rheological and polymer molecular structure–function relationships in breadmaking, J. Non-Newtonian Fluid Mech. 124 (2004) 61–69

0. PREMIÈRE SÉANCE (CHOIX DES SUJETS)

0. PREMIÈRE SÉANCE (CHOIX DES SUJETS)

- Propulsion MHD
- **Panache thermique**
- Vagues/bulles
- **Fleurs de glace**
- **Chaos bing-bing**
- **Fontaine de grains**
- **Métronomes**
- **Gel d'une goutte**
- **Avions en papier**
- Entonnoir cosmique
- **Sac de nœuds**
- **Cerceau polynésien**
- Fontaine de granite
- **Fontaine submergée**

1. ETUDE THÉORIQUE (~ 3 PREMIÈRES SEMAINES)



- biblio
- physique sous-jacente
- questions
- ordres de grandeurs

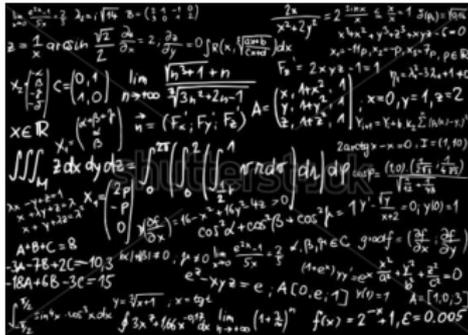
→ proposer un plan de travail
(bâti expérimental, technique de mesure)

Evaluation :

→ rapport "théorique" (wiki)

→ soutenance "théorique" (oral de 15 minutes, tirage au sort de l'ordre des orateurs)

1. ETUDE THÉORIQUE (~ 3 PREMIÈRES SEMAINES)



- biblio
- physique sous-jacente
- questions
- ordres de grandeurs

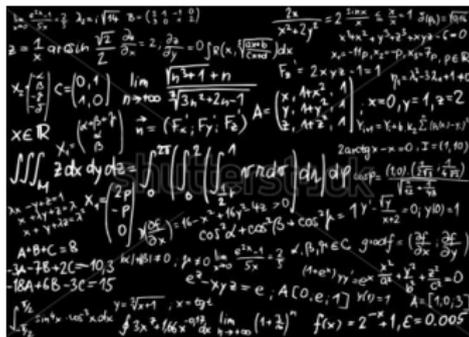
→ proposer un plan de travail
(bâti expérimental, technique de mesure)

Evaluation :

→ rapport "théorique" (wiki)

→ soutenance "théorique" (oral de 15 minutes, tirage au sort de l'ordre des orateurs)

1. ETUDE THÉORIQUE (~ 3 PREMIÈRES SEMAINES)



- biblio
- physique sous-jacente
- questions
- ordres de grandeurs

→ **proposer un plan de travail**
(bâti expérimental, technique de mesure)

Evaluation :

→ rapport "théorique" (wiki)

→ soutenance "théorique" (oral de 15 minutes, tirage au sort de l'ordre des orateurs)

1. ETUDE THÉORIQUE (EXEMPLE : AVIONS EN PAPIER)

2. Etude de l'aérodynamisme d'un avion

2.1 Bilan des force sur l'aile d'un avion:

Quatre forces peuvent être prises en compte dans notre problème (voir figure 4) :

- La *Poussée* \vec{T} : c'est l'impulsion donnée à l'avion, soit par un moteur, soit dans le cas d'un avion en papier, par l'impulsion donnée initialement.
- Le poids de l'avion $\vec{P} = M\vec{g}$
- La *force de portance* notée \vec{F}_p : c'est elle qui permet à l'avion de voler, nous verrons par la suite comment celle-ci apparaît. Si cette force est supérieure au poids, l'avion peut voler.

$$\vec{F}_p = \frac{\rho V^2 S}{2} * C_d$$

C_d : constante de portance

V : vitesse d'écoulement à l'extérieur de la couche limite en $m.s^{-1}$

ρ : masse volumique de l'air en $Kg.m^{-3}$

S : surface de l'aile projetée perpendiculairement au déplacement de l'avion en m^2

- La *force de trainée* notée \vec{F}_t : c'est la force qui s'oppose au mouvement de l'avion, c'est une force nuisible, plus elle est grande plus l'avion aura du mal à voler

$$\vec{F}_t = \frac{\rho V^2 S}{2} * C_t$$

C_t : coefficient de trainée

S : surface de l'aile projetée perpendiculairement au déplacement de l'avion

Ces quatre forces sont appliquées en un point appelé *centre de poussée*.

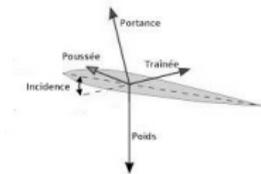
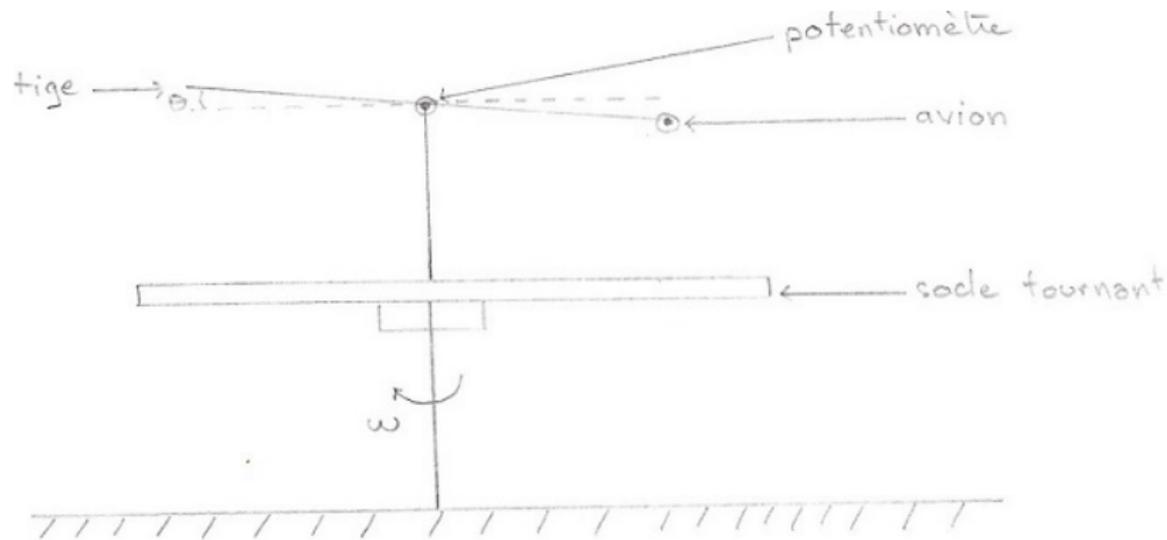


figure 4

[SOURCE](#)

2.2 Origine de la portance:

1. ETUDE THÉORIQUE (EXEMPLE : AVIONS EN PAPIER)



2. MONTAGE DE LA MANIP

Moyens matériels : (~ k€, dons, héritage)

- Supports, matériaux, aquariums...
- moteurs, alims, GBF, HP...
- capteurs (micros, photodiodes, fourches optiques, débimètres...)
- caméras (dont une caméra rapide)
- oscillos et cartes d'acquisition (et **Arduino!**)
- optique (lasers...)



Moyen humains :

- Alexandre Di Palma, mécanicien
- Frédéric Filaine, ingénieur
- 6 enseignants (8h/semaine)

2. MONTAGE DE LA MANIP

Moyens matériels : (~ k€, dons, héritage)

- Supports, matériaux, aquariums...
- moteurs, alims, GBF, HP...
- capteurs (micros, photodiodes, fourches optiques, débimètres...)
- caméras (dont une caméra rapide)
- oscillos et cartes d'acquisition (et **Arduino!**)
- optique (lasers...)



Moyen humains :

- Alexandre Di Palma, mécanicien
- Frédéric Filaine, ingénieur
- 6 enseignants (8h/semaine)

2. MONTAGE DE LA MANIP

Moyens matériels : (~ k€, dons, héritage)

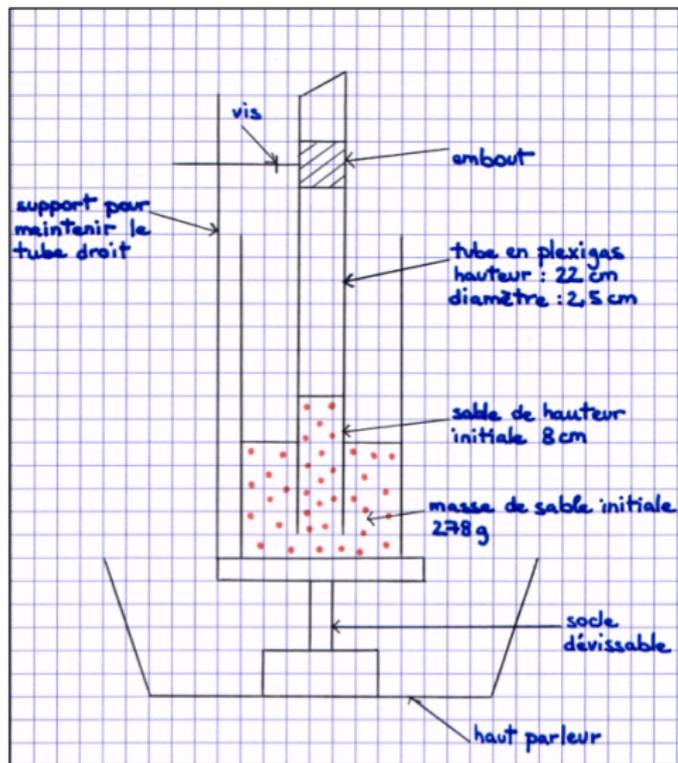
- Supports, matériaux, aquariums...
- moteurs, alims, GBF, HP...
- capteurs (micros, photodiodes, fourches optiques, débimètres...)
- caméras (dont une caméra rapide)
- oscillos et cartes d'acquisition (et **Arduino!**)
- optique (lasers...)



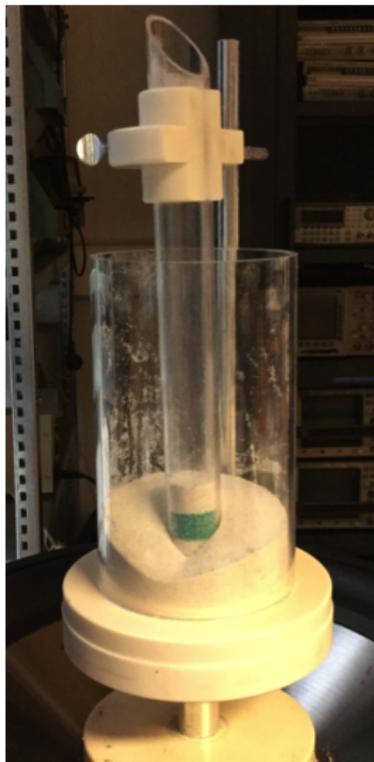
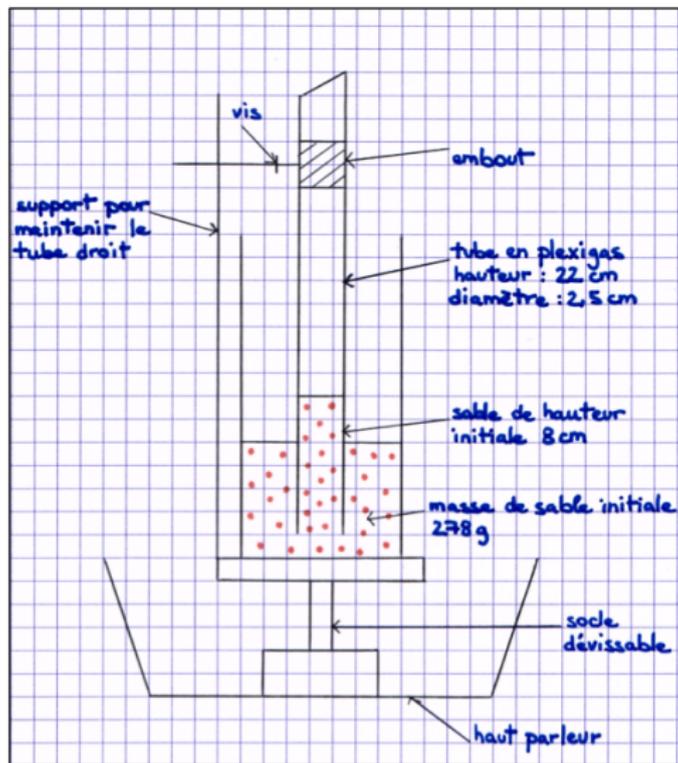
Moyen humains :

- Alexandre Di Palma, mécanicien
- Frédéric Filaine, ingénieur
- 6 enseignants (8h/semaine)

2. MONTAGE DE LA MANIP (EXEMPLE: FONTAINE DE GRAINS)



2. MONTAGE DE LA MANIP (EXEMPLE: FONTAINE DE GRAINS)



3. EXPÉRIENCES

- ① Mise en place du dispositif
- ② observation / mesure
- ③ traitement des données
- ④ optimisation de la manip (retour en 1 ...)

→ traitement d'image (imageJ...)

→ analyse de données (matlab, **python**...)

3.EXPERIENCES (OBSERVATION VISUELLE)

**exemple de la fontaine
de grains**



`./figures/FGV0.jpg`

aussi,
fontaine submergée,
panache thermique

...

3. EXPÉRIENCES (OBSERVATION DE PHÉNOMÈNES RAPIDES)

(+) vol libre d'un avion en papier



3. EXPÉRIENCES (OBSERVATION DE PHÉNOMÈNES RAPIDES)

(++) mécanique du “cerceau polynésien”



Credits: M. Mbengue and A. Henry
Contact : matthieu.labousse@univ-paris-diderot.fr

3. EXPÉRIENCES (OBSERVATION DE PHÉNOMÈNES RAPIDES)

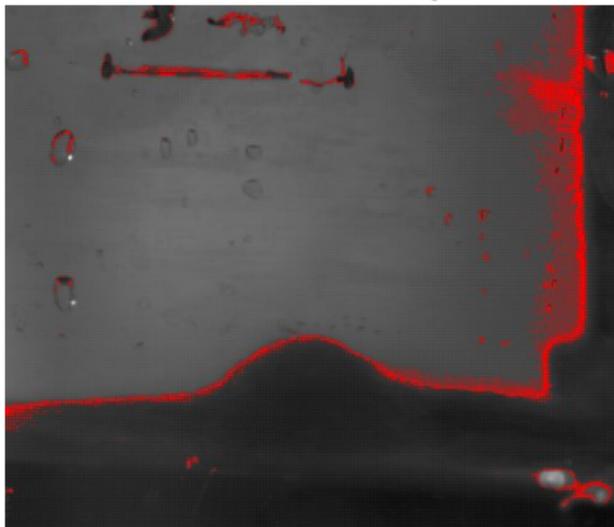
(+++)
gel d'une goutte ($> 2\text{kHz}$)



16/04/2015 10:42:03
17549 -4126,0
160x216, 2373 Hz, 419

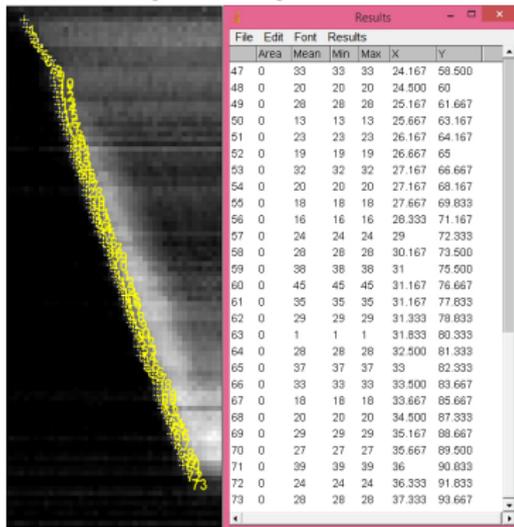
3. EXPÉRIENCES (ANALYSE IMAGES)

fontaine submergée



(contour de la médiane)

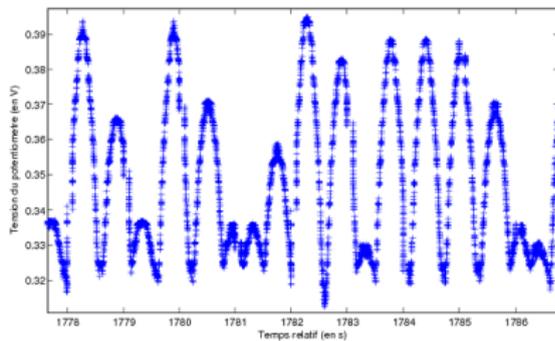
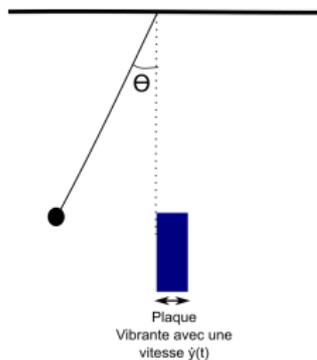
gel de goutte



(diagramme spatio-temporel)

3. EXPÉRIENCES (MESURES PHYSIQUES)

“Chaos bing bing” : tension d’un potentiomètre



- ... **microphones** (métronomes)
- ... **sonde laser de distance** (fontaine de granite)
- ... **photodiode** (cerceau polynésien)
- ... **potentiomètre** (avions en papier)
- ... **fourche optique** (chaos bing bing)

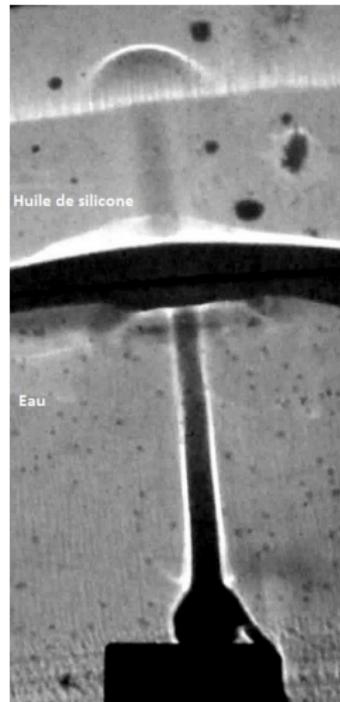
4. RÉSULTATS

- interprétation des manip
- conclusions
- mise en forme

Evaluation :

- compléter le wiki
- soutenance finale (oral de 15 minutes, tirage au sort de l'ordre des orateurs)
- participation (implication/motivation/assiduité, questions?)

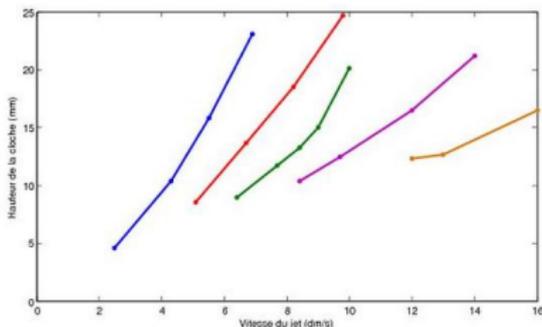
4. RÉSULTATS (+/- CONCLUANTS?)



4. RÉSULTATS (EXEMPLES +/- CONCLUANTS?)

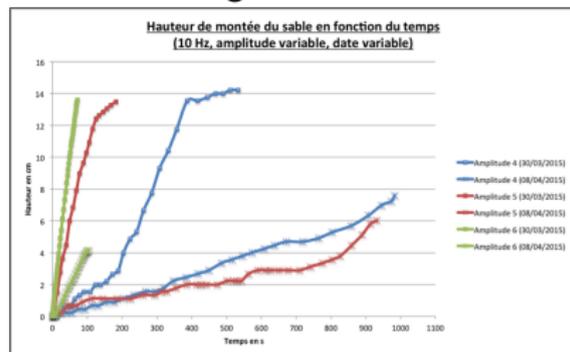
résultats intéressants mais inachevés...

fontaine submergée



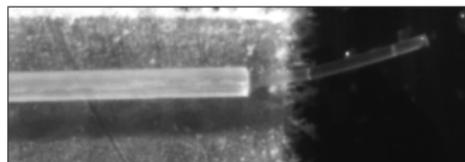
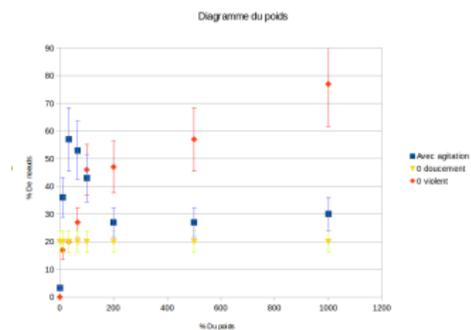
collapse en fonction
de la profondeur ?

fontaine de grains



influence de
l'humidité de l'air

4. RÉSULTATS (EXEMPLES +/- CONCLUANTS?)



CONCLUSIONS/AMÉLIORATIONS?

- (+) un formidable labo
- (+) des manip qui tournent !
- dosage du coté exploratoire du sujet
- interprétations ? (temps de montage important)

- (-) plus de feedback ? (double soutenance ?)
- encourager les questions (relecture du wiki d'un autre groupe ?)
- partage des travaux ?
(<http://www.msc.univ-paris-diderot.fr/phyexp/pmwiki.php>)

CONCLUSIONS/AMÉLIORATIONS?

- (+) un formidable labo
- (+) des manip qui tournent !
- dosage du coté exploratoire du sujet
- interprétations ? (temps de montage important)

- (-) plus de feedback ? (double soutenance ?)
- encourager les questions (relecture du wiki d'un autre groupe ?)
- partage des travaux ?
(<http://www.msc.univ-paris-diderot.fr/phyexp/pmwiki.php>)