

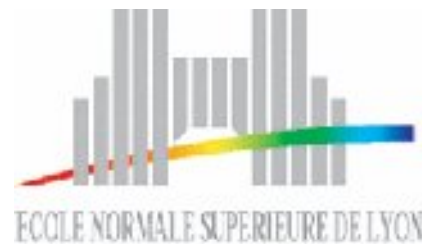
# La balance de Cavendish

*Georges Paturel, Observatoire de Lyon  
Comité de Liaison Enseignants et Astronomes*

---



**Formaterre: 23-24 octobre 2006**



# Expérience quotidienne de la gravitation

---





# La gravitation universelle

---

Newton (1642-1727) comprend que tous les corps s'attirent deux à deux. C'est l'histoire de la pomme qui attire la Terre (idée développée en 1665-1667 pendant la terrible épidémie de peste à Londres).

# La force de gravitation

---

- La force d'attraction dépend de la masse des corps, et du carré de la distance qui les sépare.

$$F = G \frac{Mm}{d^2}$$

Grâce à cette expression de la force, Newton retrouve les lois de Kepler pour expliquer le mouvement des planètes et de la Lune.

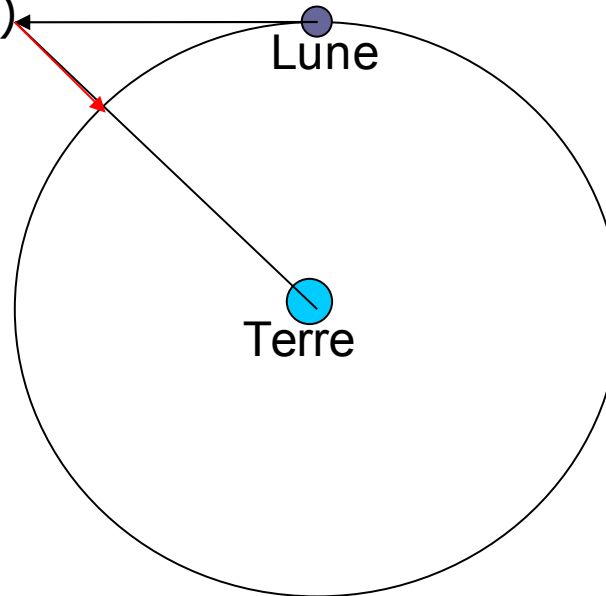
Newton pense qu'on n'arrivera jamais à mesurer cette force pour des objets ordinaires !

# La Lune « tombe »

---

- En 1 seconde la Lune tombe sur la Terre de 1,35 mm. Dans le même temps, sur Terre, un corps tombe de 4905 mm, soit un rapport de  $60 \times 60$ , exactement comme le rapport du carré des distances ( $400000/6500$ )

- (voir calcul)



# Pesons la Terre

---

- La constante G est inconnue de Newton
- Cavendish réalise une expérience pour «peser » la Terre. Cette mesure va en fait conduire à la détermination de G

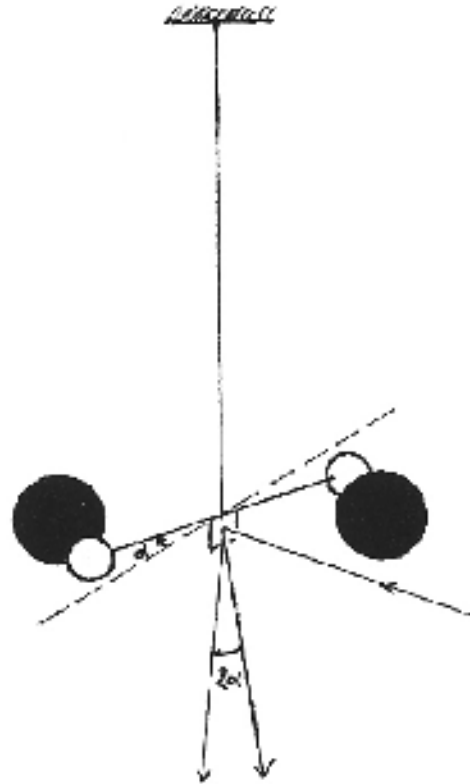
$$Poids = \frac{GM_T m}{R_T^2}$$

$$Force = \frac{GMm}{d^2}$$

$$Rapport(P / F) = \frac{M_T}{M} \left( \frac{d}{R_T} \right)^2$$

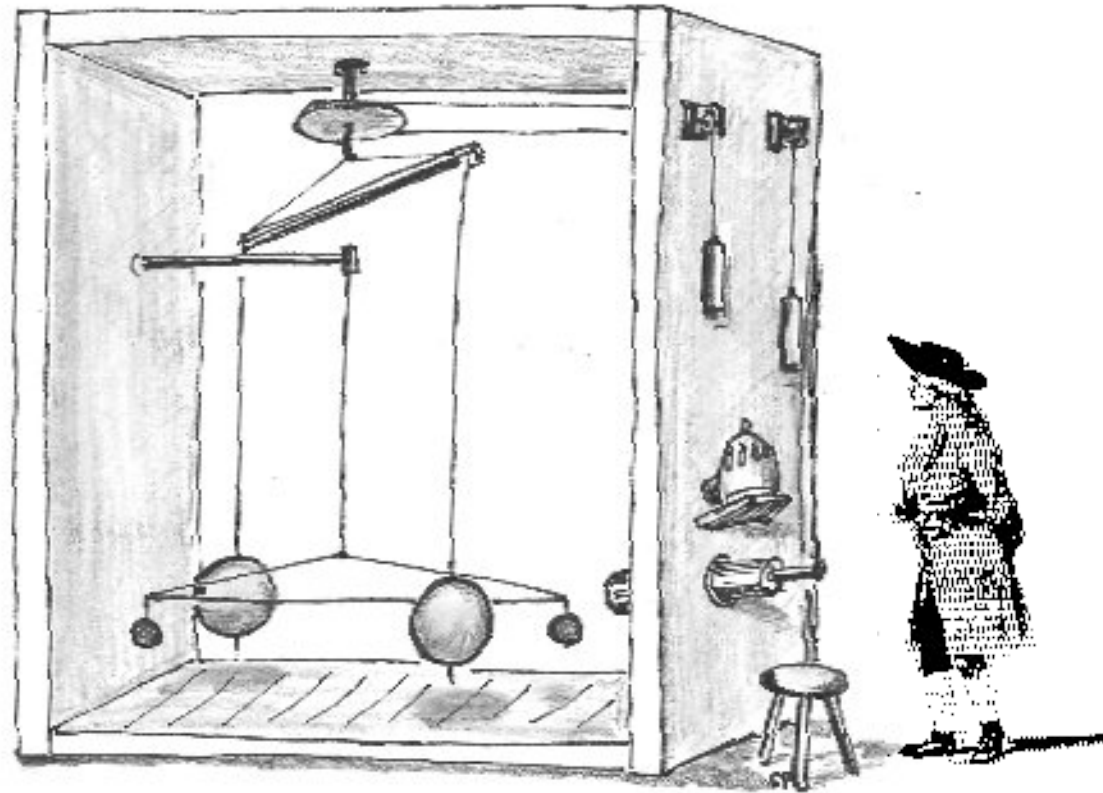
# Le principe de la balance

---



# L'expérience de Cavendish 1798

---

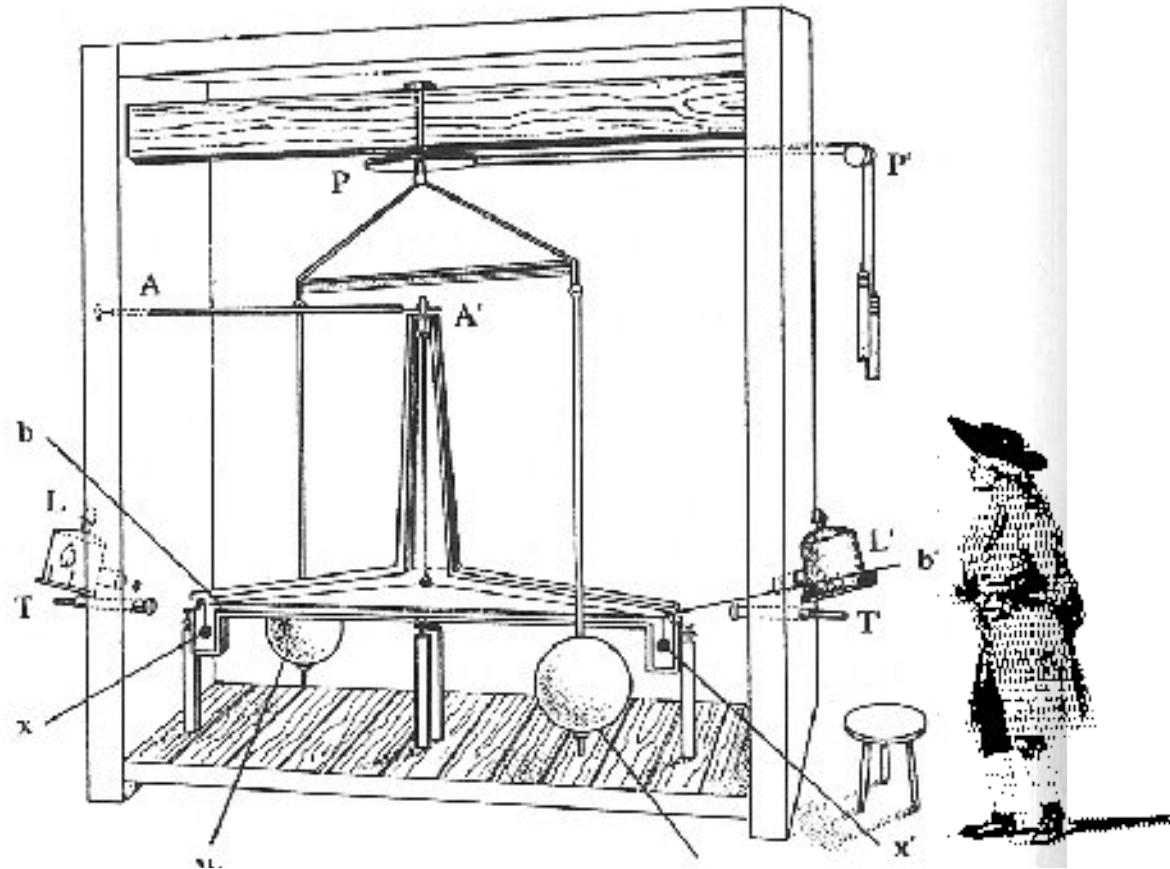




# L'expérience de Cavendish 1798

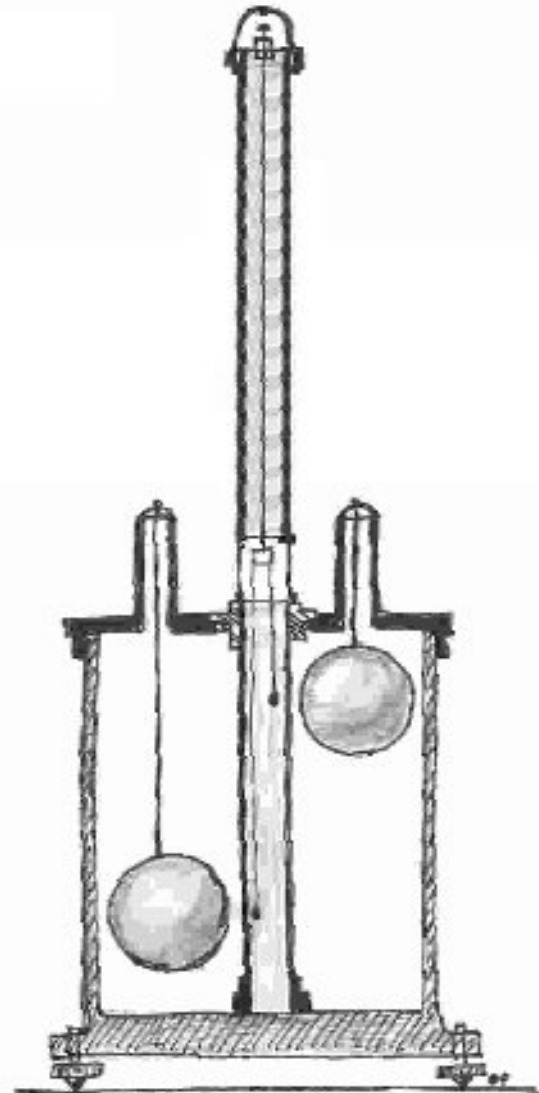
Le fil de suspension  
a un diamètre de  
50 microns

Les grosses sphères  
pèsent 160 kg



# L'expérience de Boys 1895

---

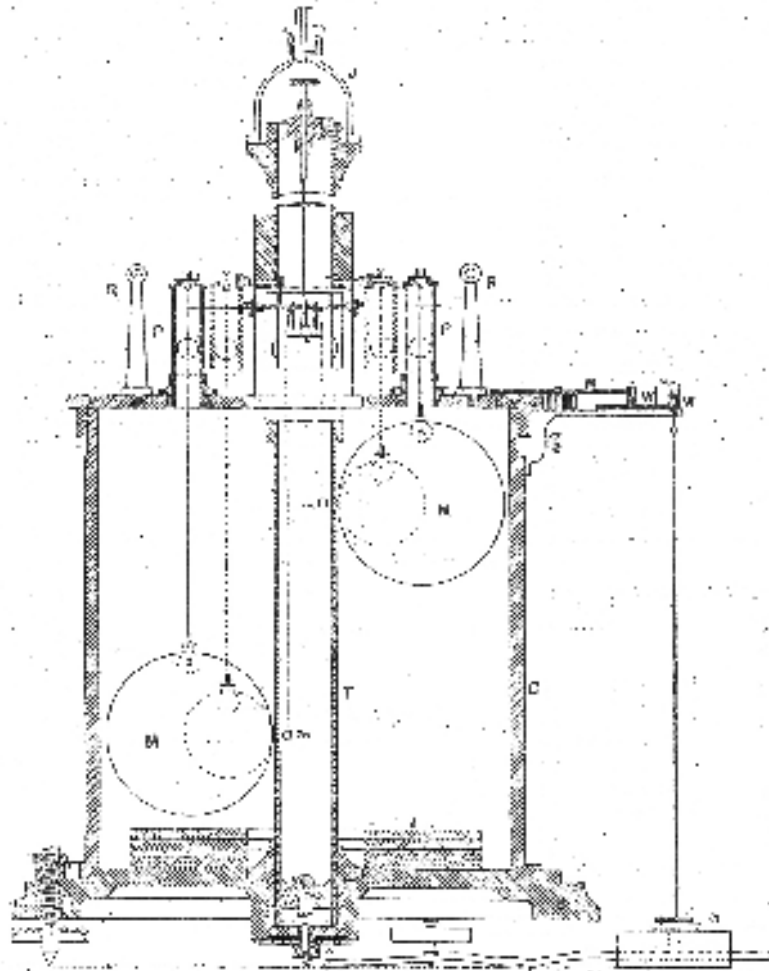


# L'expérience de Boys 1895

---

Le fil de suspension  
a un diamètre de  
2 microns

Les sphères pèsent  
7,5 kg



# Les difficultés de l'expérience

---

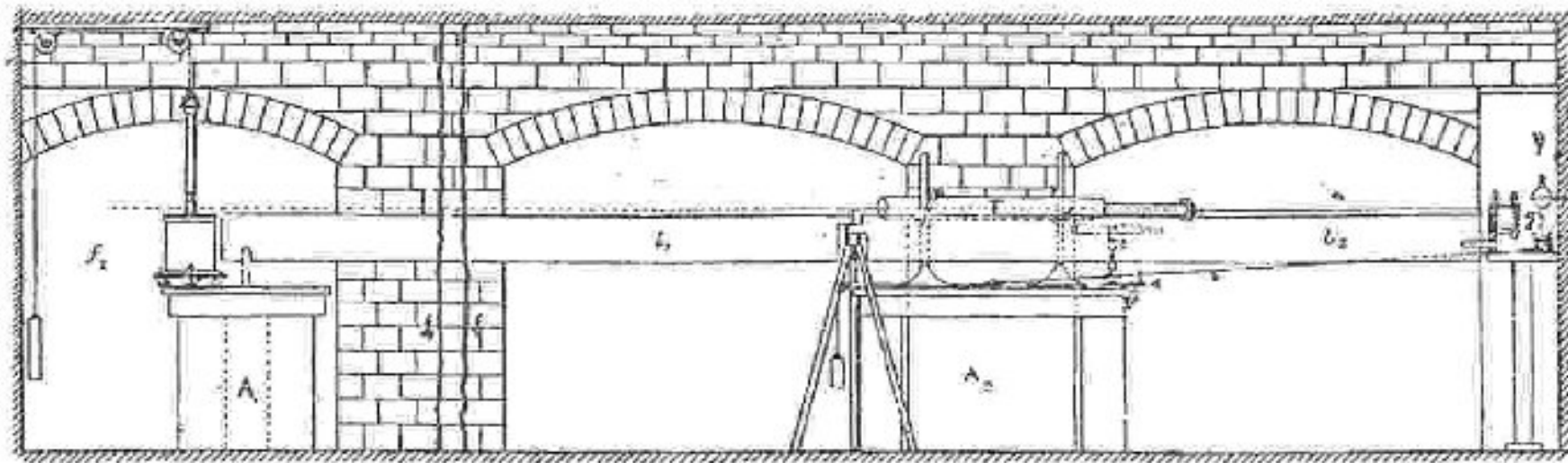
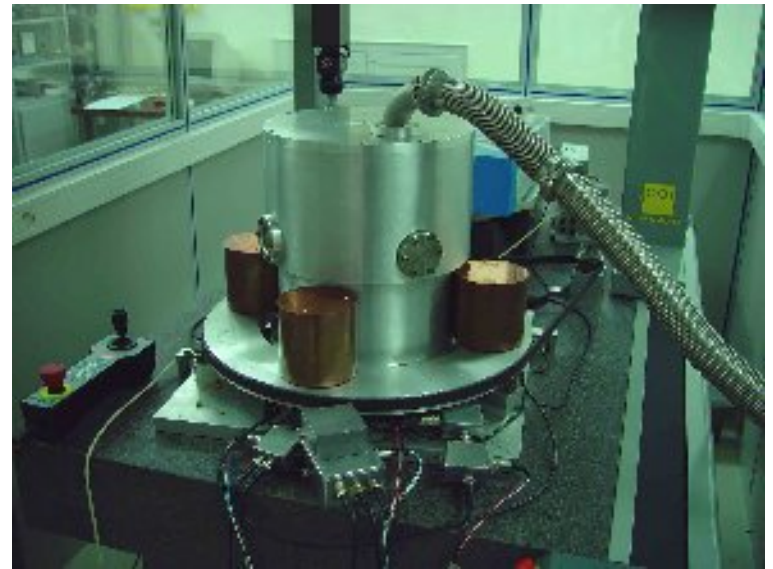


Fig. 3. — *Élévation du laboratoire.*

Grande sensibilité aux vibrations

# expérience en cours

---

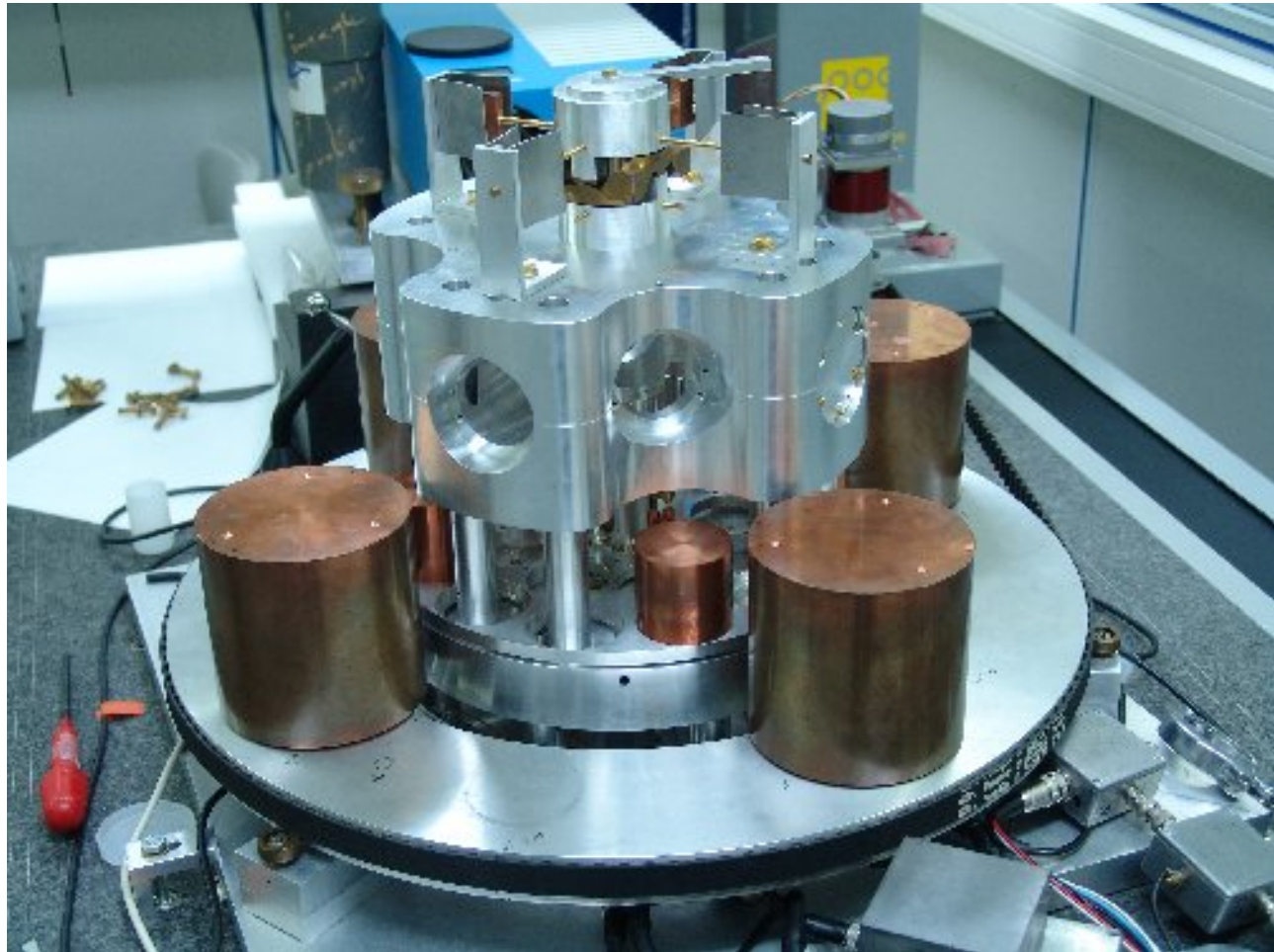


Balance du BIPM



**BIPM** : La nouvelle balance qui reprend les grandes lignes de la balance de Cavendish... en bien plus précis

---

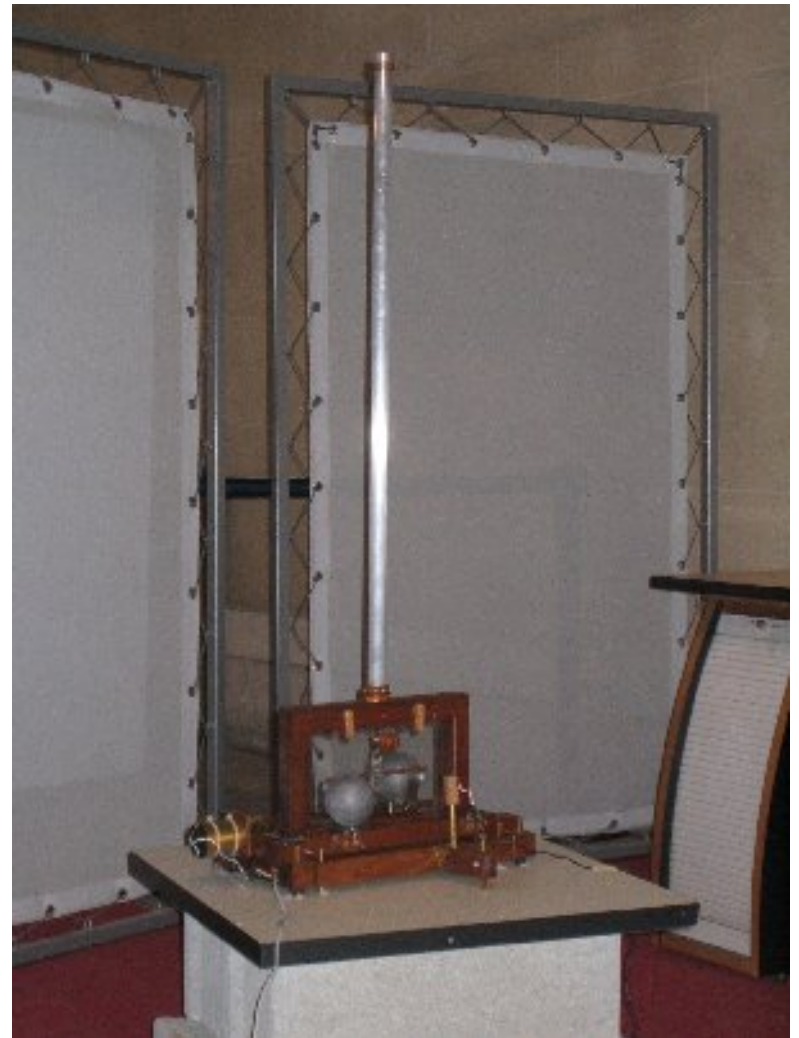
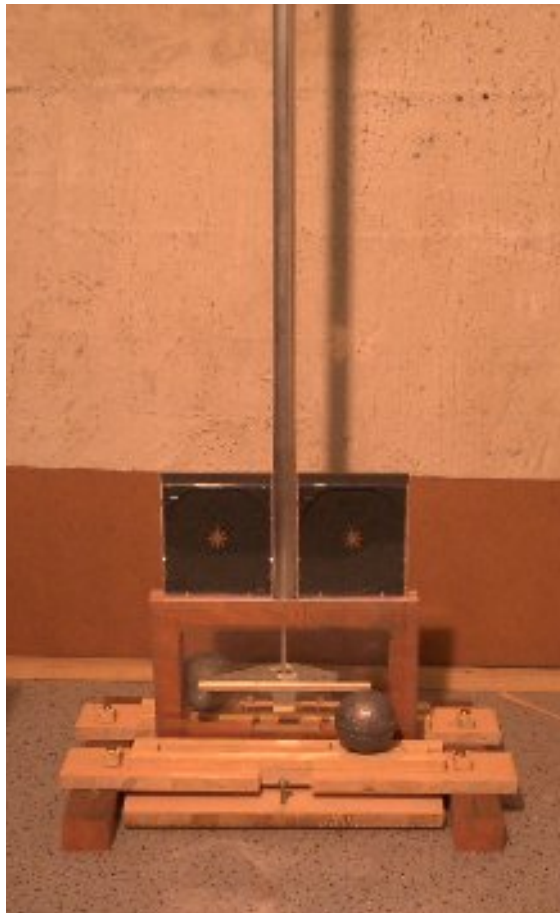


BIPM : D'infinies précautions pour faire les mesures



# Expérience du CLEA

---





# la fabrication

---



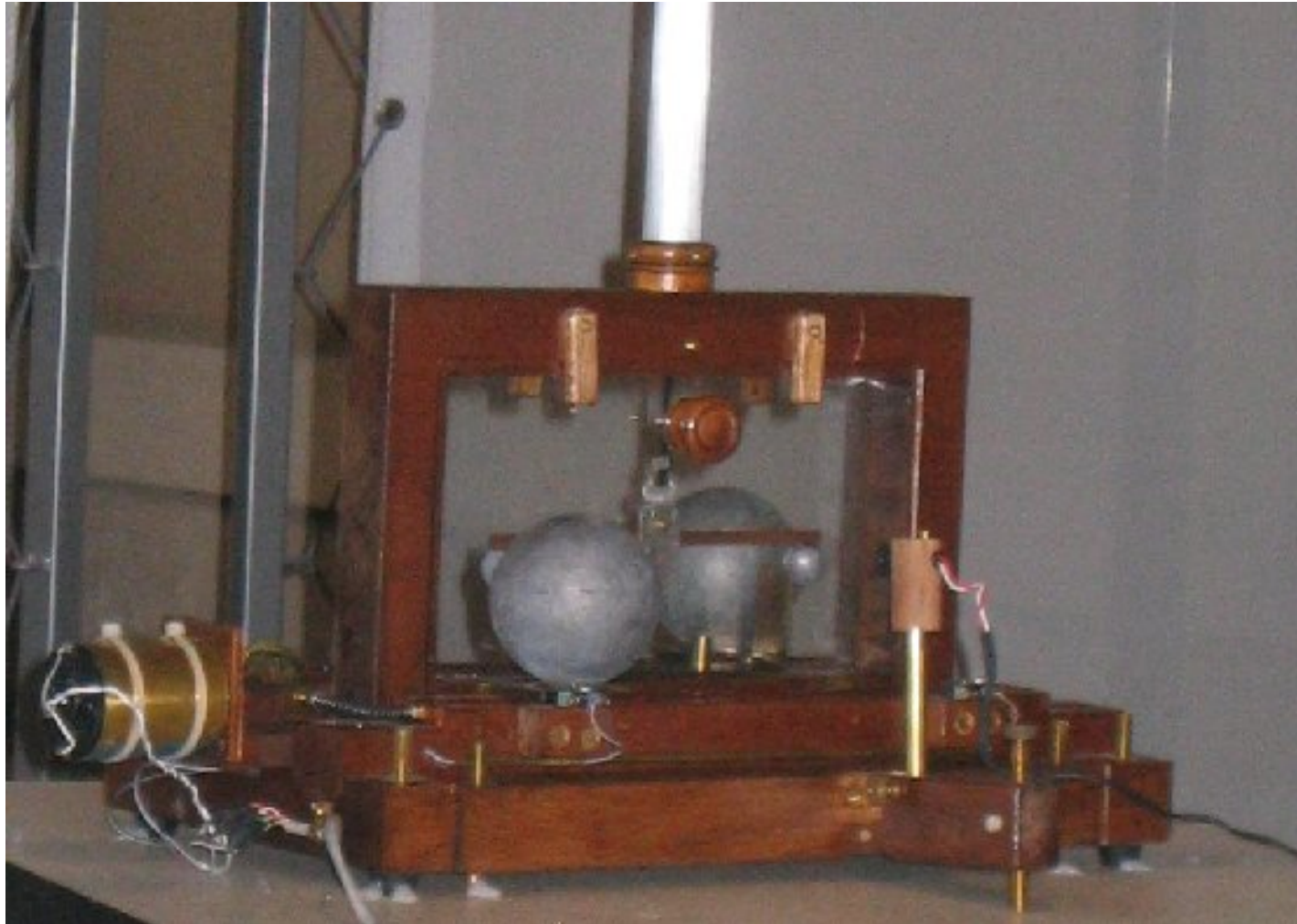
# la fabrication (suite)

---



# vue rapprochée

---





# le fléau et le miroir

---





# Les calculs

---

- le mode statique
- le mode dynamique
- Le mode dynamique amélioré