

# PETITE HISTOIRE DE LA PHYSIQUE NUCLÉAIRE

Alain Bouquet

Laboratoire AstroParticule et Cosmologie

CNRS - Université Denis Diderot - CEA - Observatoire de Paris

# PROGRAMME POSSIBLE

1. État des lieux – 1895
2. Röntgen et Becquerel
3. Les Curie
4. Radioactivité et biologie
5. Rutherford:  $\alpha$ ,  $\beta$ , transmutations
6. Rutherford: le noyau atomique
7. De A à Z: Soddy et Moseley
8. Neutron et structure nucléaire
9. Radioactivité « artificielle »
10. Fermi, neutrons et transuraniens
11. Techniques expérimentales
12. Théories du noyau et fission
13. Joliot-Curie et la fission
14. Britanniques et Allemands
15. Neptunium, plutonium..
16. Fermi et la réaction en chaîne
17. Programme Manhattan
18. Oppenheimer et Los Alamos
19. Hiroshima, guerre froide et «Super»
20. Graphite-gaz ou eau pressurisée?
21. Réacteurs civils, *Atoms for Peace*
22. PWR, BWR, RBMK... et déchets
23. Questions d'énergie aujourd'hui
24. Radioactivité au quotidien

# PETITE HISTOIRE DE LA PHYSIQUE NUCLÉAIRE

## 1 – ÉTAT DES LIEUX - 1895

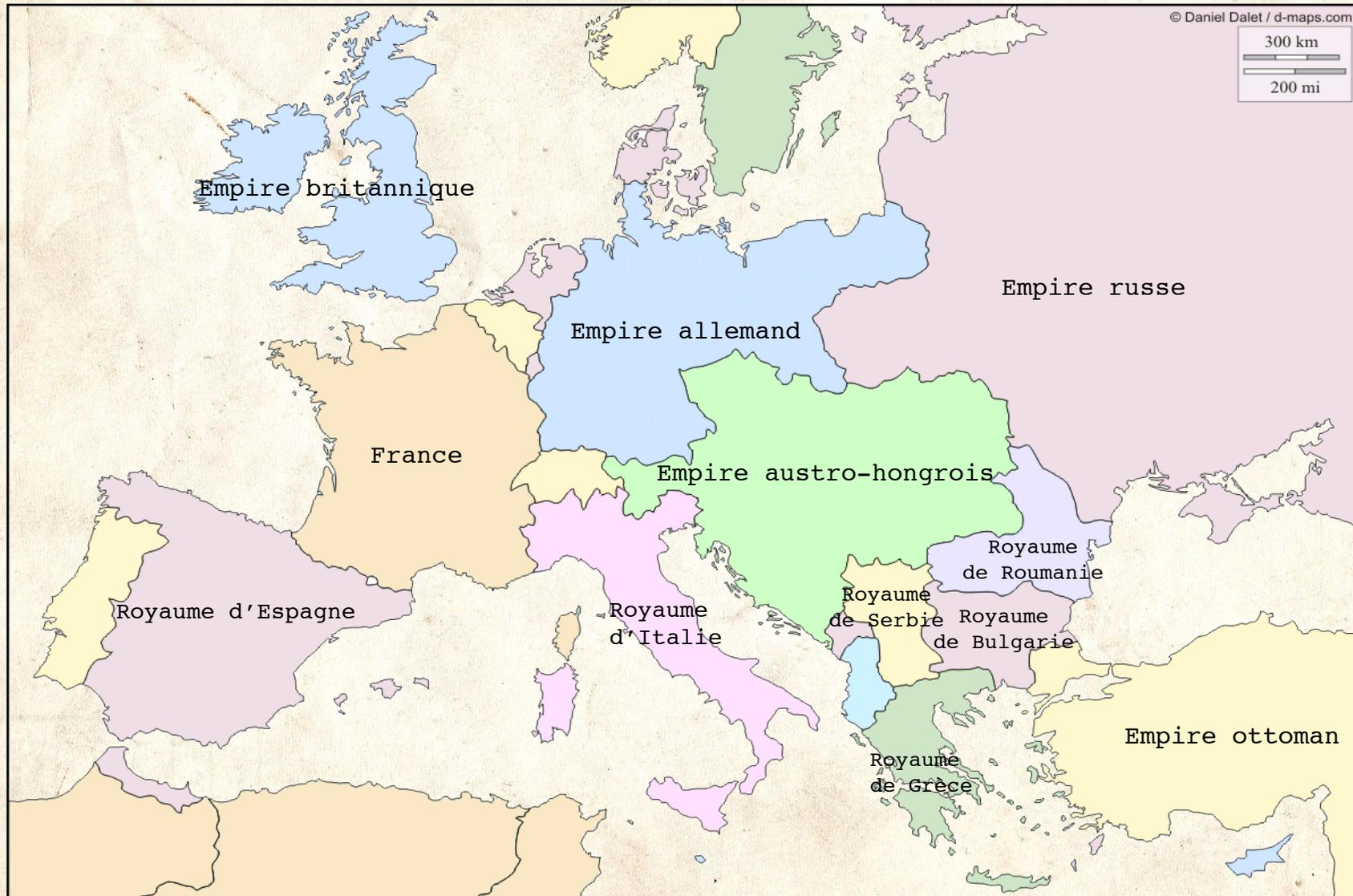
Alain Bouquet

Laboratoire AstroParticule et Cosmologie

CNRS - Université Denis Diderot - CEA - Observatoire de Paris

# LE CONTEXTE SOCIAL

# L'EUROPE EN ~~1895~~ 1914



# LA SOCIÉTÉ DE LA « BELLE ÉPOQUE »

**1% possède 99%**

- Une aristocratie dont l'influence s'estompe
- Une grande bourgeoisie triomphante

• → Tensions croissantes

- Une industrialisation qui s'accélère, surtout au Royaume-Uni, aux USA, en Allemagne, et en France



La comtesse Greffulhe en 1900

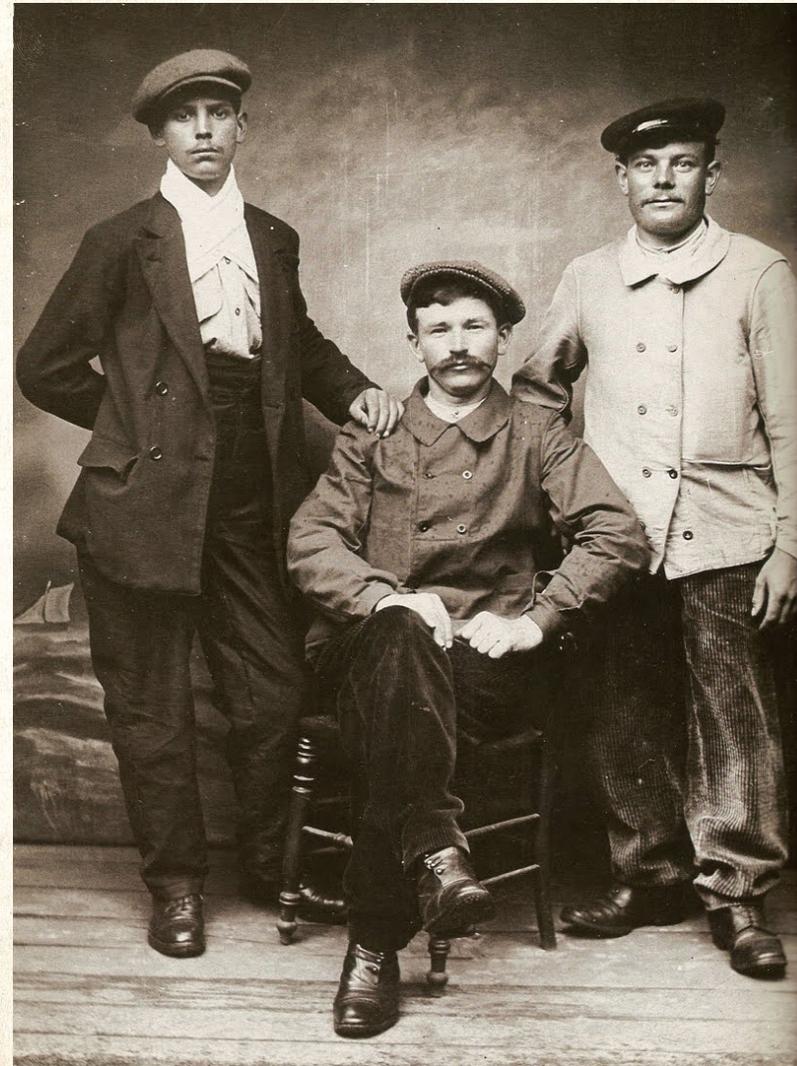
Aciéries Carnegie (Ohio, 1910)



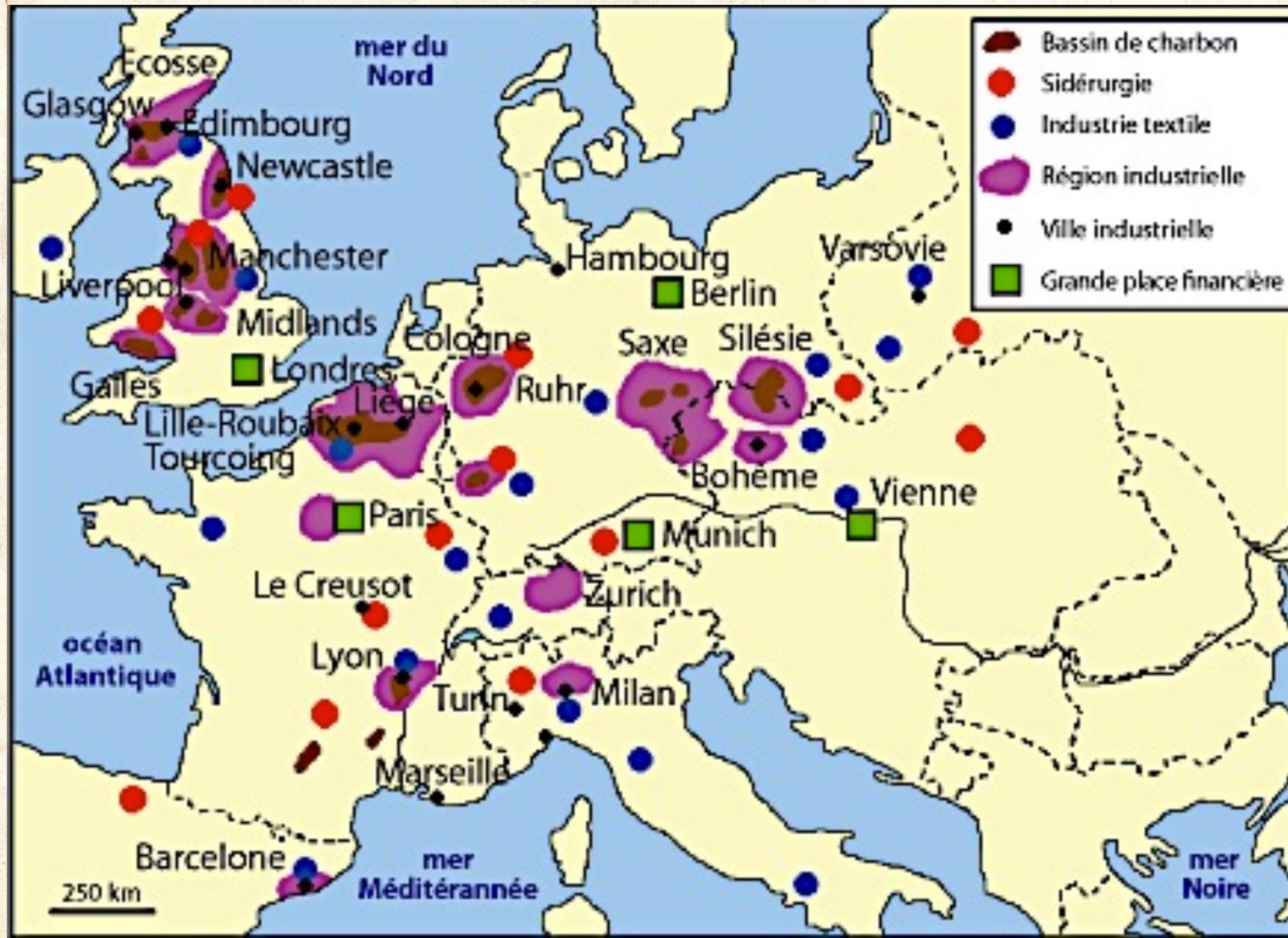
# LA SOCIÉTÉ DE LA « BELLE ÉPOQUE »

## 99% possèdent 1%

- Une paysannerie en diminution
  - 80% en Russie
  - 55% en France et aux USA
  - 40% en Allemagne
  - 22% en Grande-Bretagne)
- → Un prolétariat en rapide augmentation
  - Grèves très violentes
  - Montée du socialisme
  - Crispations du pouvoir
- Une petite bourgeoisie (employés, fonctionnaires) croissante



# L'EUROPE INDUSTRIELLE VERS 1900



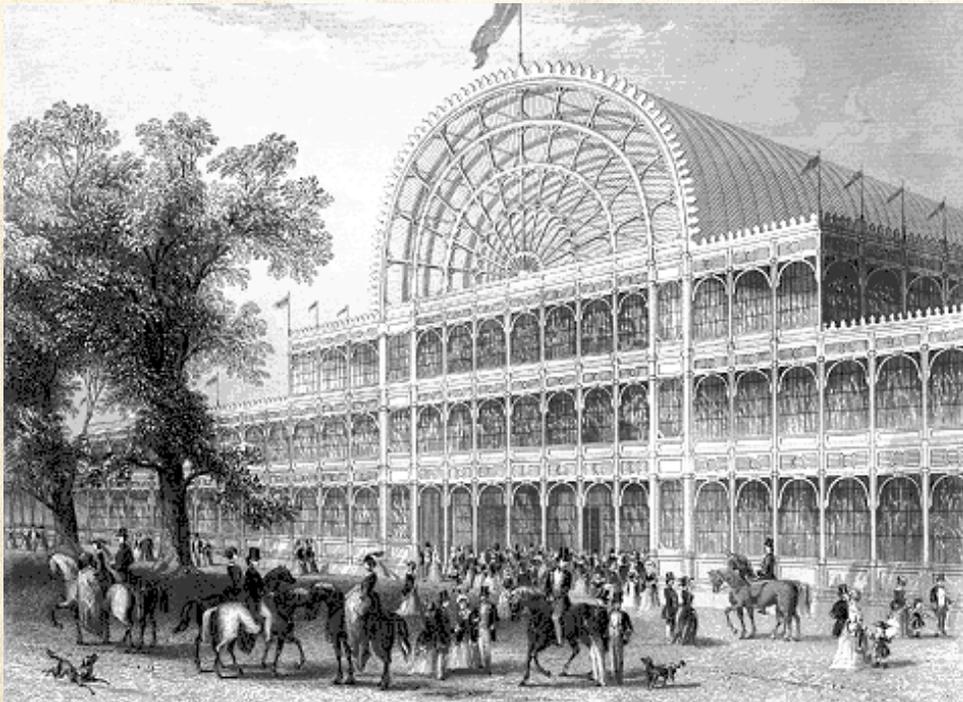
© Audrey Longprés-Raillot

*« Le monde a plus changé entre 1880 et 1914 que depuis les Romains (Charles Péguy) »*

# **LE CONTEXTE TECHNIQUE**

# ÂGE DU (DE) FER

○ Architectures en fer



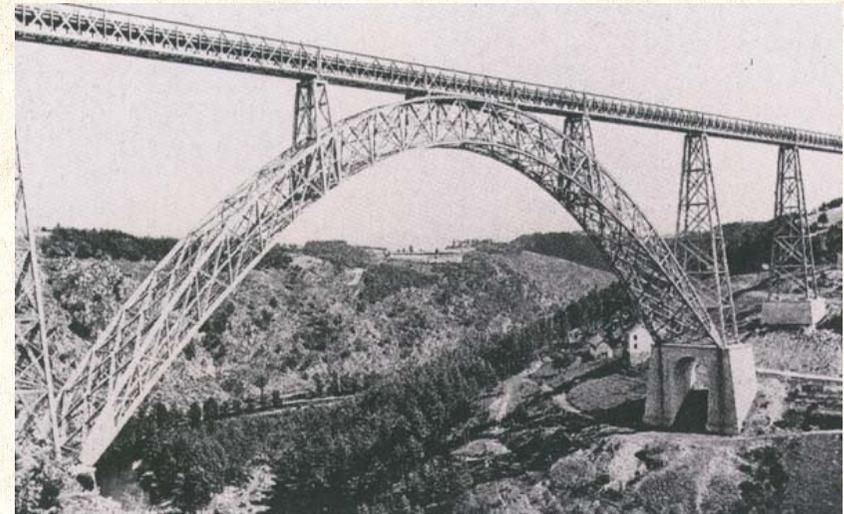
Le *Crystal Palace* de l'exposition de Londres (1851)

○ Navires, chemins de fer...

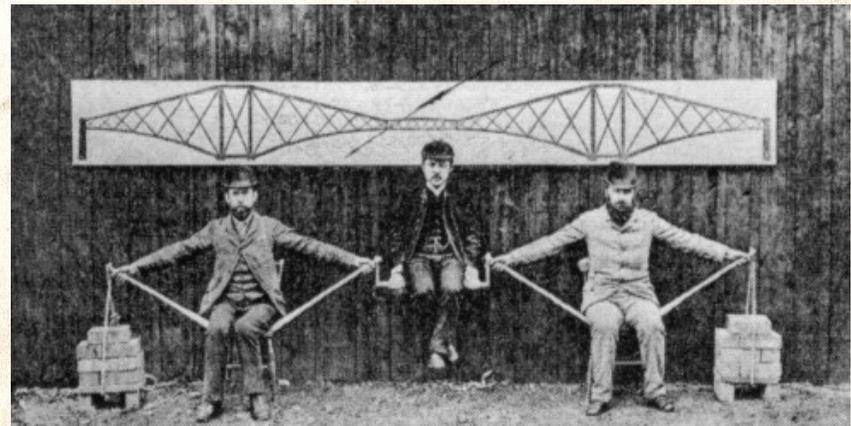
○ Canons...

20 octobre 2011

○ Ponts



Viaduc de Garabit (Eiffel, 1884)



Principe du pont cantilever (Firth of Forth 1890)

# ÂGE DU CHARBON

- Production (Grande-Bretagne)
  - 1800: 5 millions de tonnes
  - 1850: 50 millions de tonnes
  - 1900: 240 millions de tonnes
- 1900: USA 350 Mt, Allemagne 125 Mt, France 40 Mt

1. Vapeur
2. Coke
3. Chauffage
4. Gaz de ville

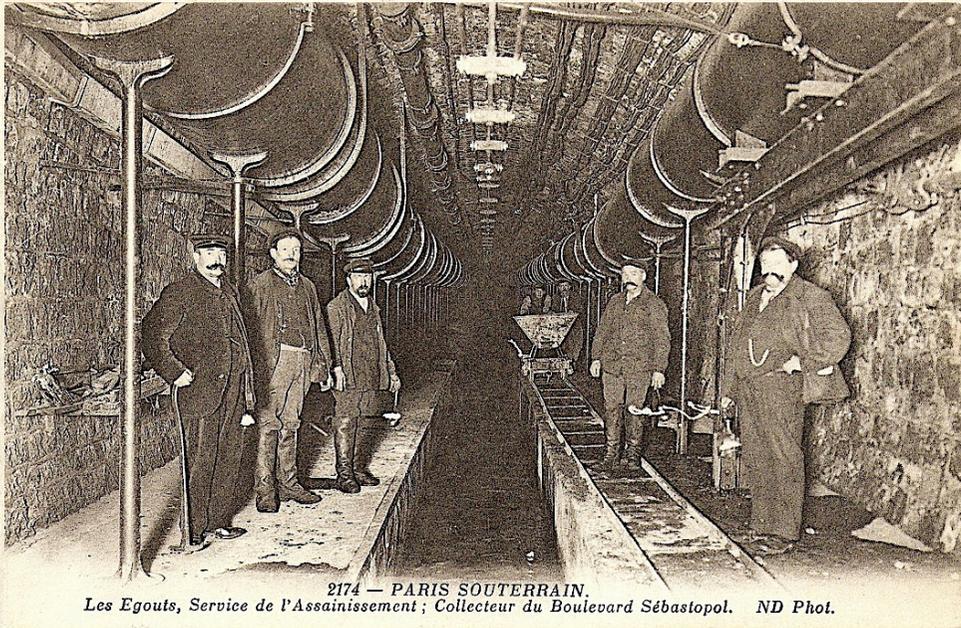


Abattage du charbon (France 1900)

# EAU ET GAZ À TOUS LES ÉTAGES

○ Égouts, eau courante... et WC

○ Gaz de ville

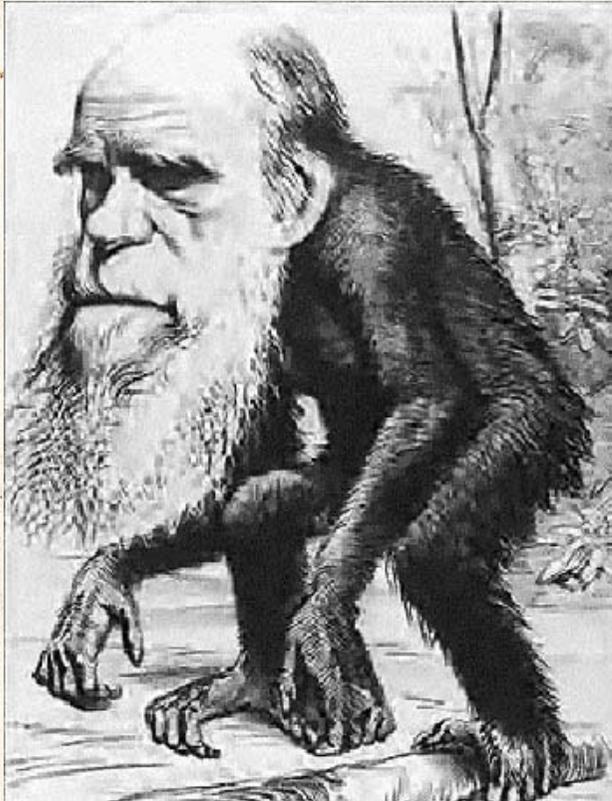


2174 — PARIS SOUTERRAIN.  
Les Egouts, Service de l'Assainissement ; Collecteur du Boulevard Sébastopol. ND Phot.



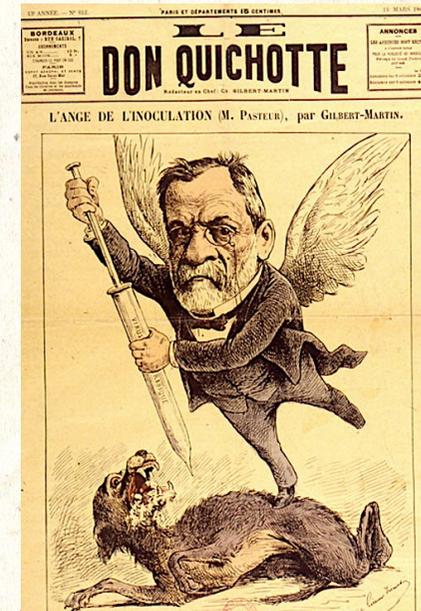
# BIOLOGIE ET MÉDECINE

## ○ Darwin



- → Spencer et le « déclin de l'Occident »
- → Racisme « scientifique »

- Maladies contagieuses dues aux « germes » (bactéries, virus, parasites)



- Asepsie, antiseptisme, hygiène, vaccins → diminution rapide de la mortalité (surtout infantile)
- Anesthésie → progrès en chirurgie

# PÉTROLE

- Bitume

- Calfatage des bateaux en bois
- Routes (McAdam 1816)

- Pharmacie ???

- Éclairage

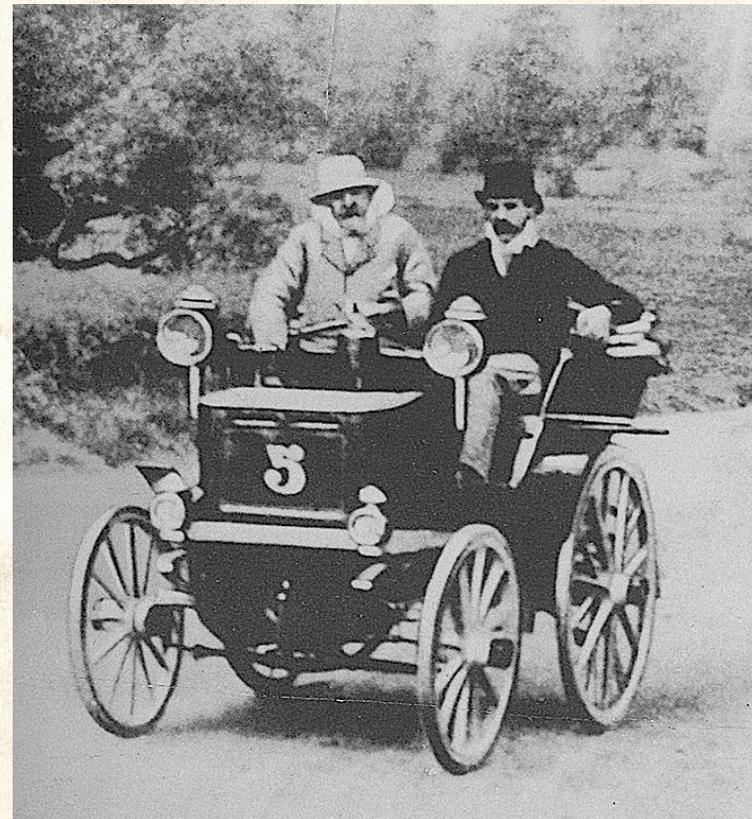
- Pétrole lampant (kérosène)
- Remplace l'huile de baleine

- Production mondiale

- 1880: 30 M barils/an
- 1890: 77 Mb/an
- 1900: 149 Mb/an
- 1910: 328 Mb/an
- Première raffinerie à Ploesti (Roumanie) en 1857

- Moteurs à essence (de pétrole)

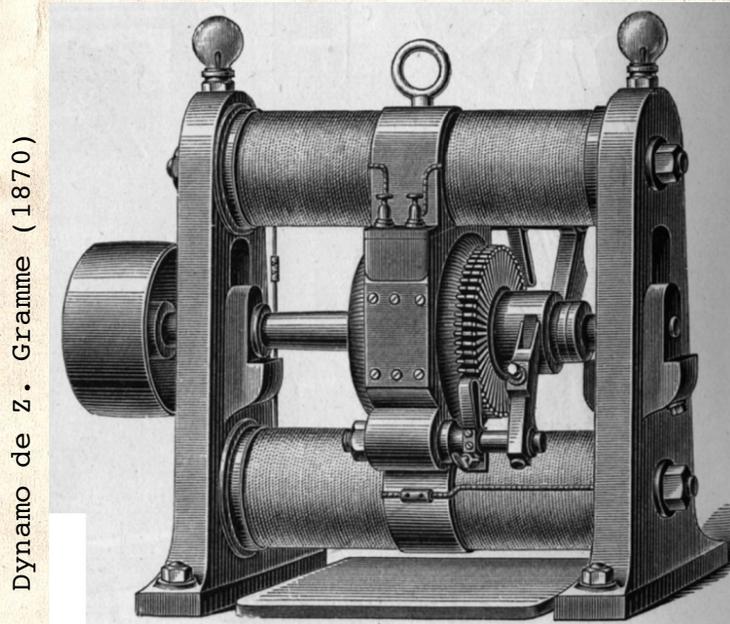
- Beau de Rochas (1862) – Otto (1867) – Daimler (1885) – Diesel (1893)
- 1891: Panhard-Levassor



Panhard-Levassor (course Paris-Bordeaux 1895)

# LA « FÉE ÉLECTRICITÉ »

- Générateurs et moteurs à courant continu (Gramme 1870)



Dynamo de Z. Gramme (1870)

- Générateurs et moteurs à courant alternatif (Westinghouse 1886)
- Courant polyphasé (Tesla 1887)

- Locomotives électriques

- Métro de Londres (1890)
- Tramway de Zürich (1894)
- Ligne Berthoud-Thoune en Suisse (1899)

- Automobile



- Électroménager

- Fer à repasser électrique (1888)
- Cuisinière électrique (1893)
- Aspirateur (1906)

# ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

- Lampes à arc (Davy 1809)

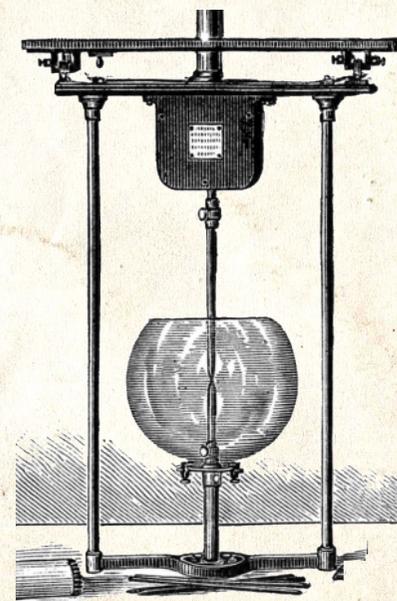


Avenue de l'Opéra, à Paris, illuminée par des « bougies Jablochkoff » en 1878 alimentées par des dynamos Gramme

- **Ampoule à incandescence**

- Swan (1878), Edison (1878)

- Plus tard: lampes fluorescentes (E. Becquerel 1859, Hewitt 1901), lampes au néon (Claude 1910), lampes au sodium (1932)



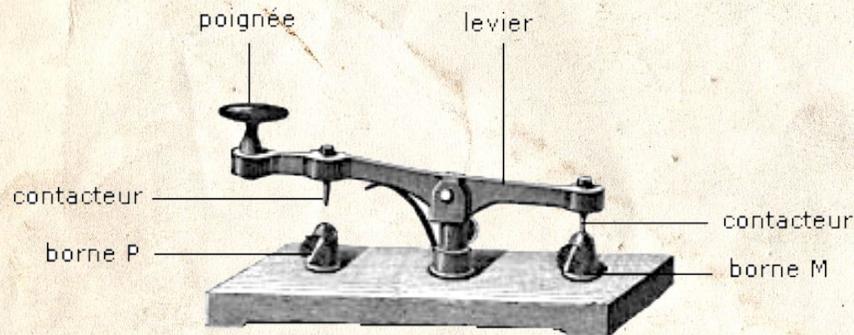
Lampe à arc  
Brush (1881)



Ampoule incandescence  
Edison (1879)

# TÉLÉCOMMUNICATIONS

## ○ Morse (1837)



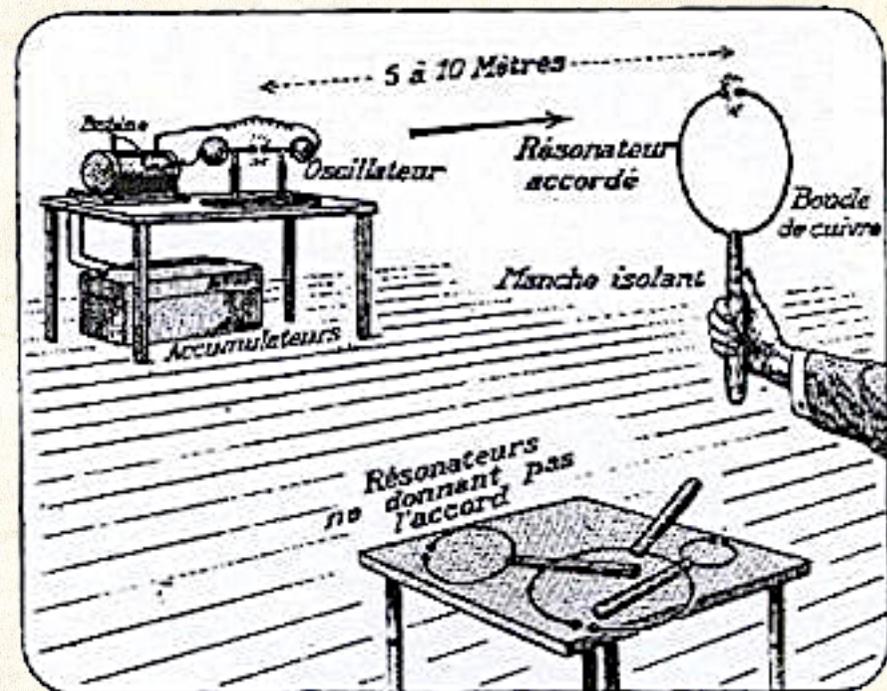
○ Très vite, réseaux télégraphiques continentaux

## ○ Câbles sous-marins

- 1851: France-Angleterre
- 1853: Angleterre-Irlande
- 1858: Irlande-Canada
- 1871: Inde-Australie-Hong-Kong
- 1902: USA-Hawaii-Philippines

## ○ Hertz (1887)

- Équations de Maxwell → ondes électromagnétiques



## ○ Marconi (1895) : la TSF

# PHYSIQUE VICTORIENNE

# TRÈS BRÈVE SOCIOLOGIE DES « SAVANTS »

- Image généralement positive
  - (quoique...)



Le savant Cosinus (Christophe 1893)

- Le savant travaille presque toujours **seul** (avec un ou deux assistants cependant)
- Il s'agit *très* rarement d'une femme

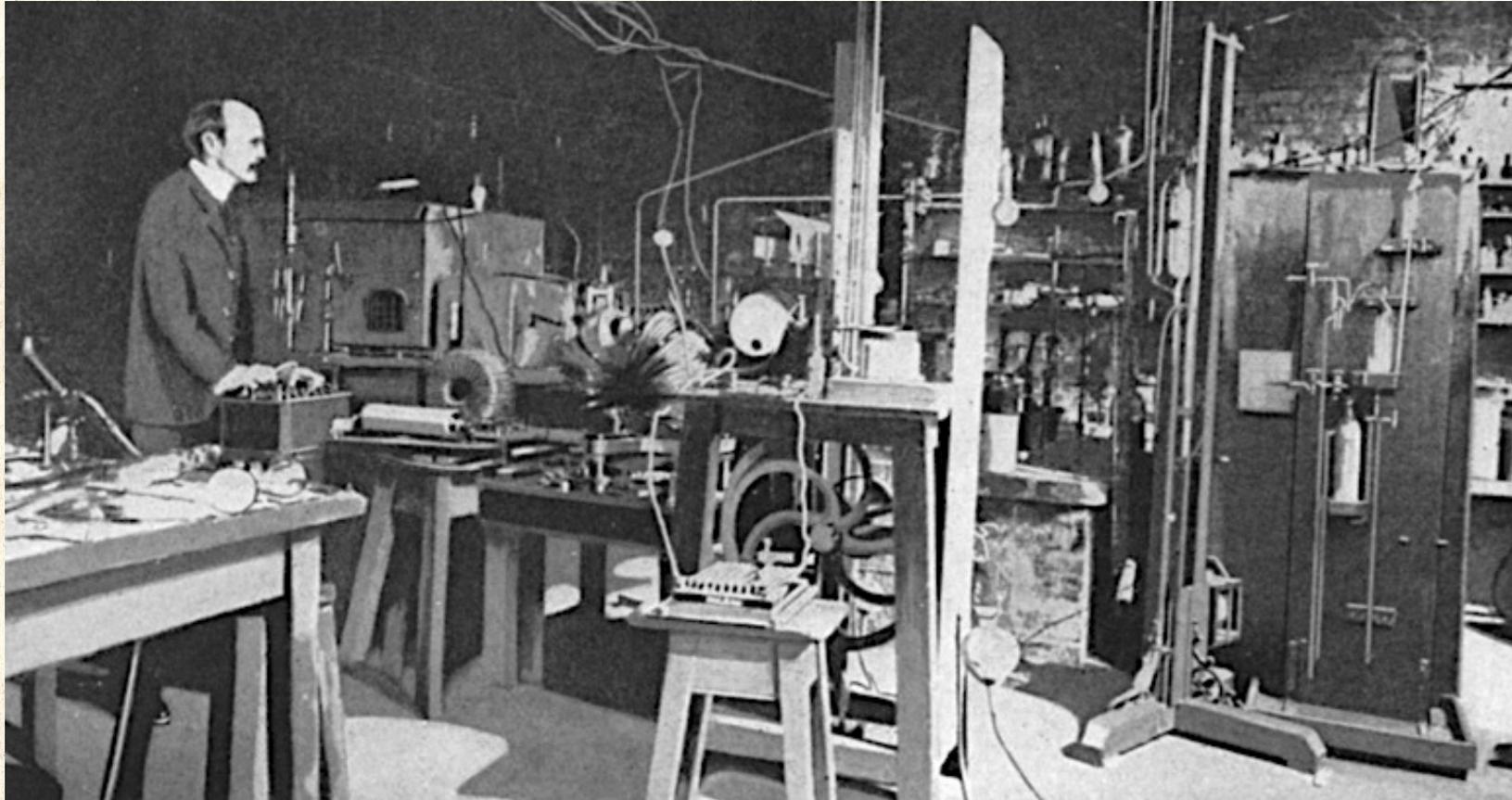
- Il est souvent universitaire, ou professeur dans une école d'ingénieurs, et membre d'une institution savante (*Royal Society, Académie des Sciences...*)



La Sorbonne en 1895

- Premier « gros » laboratoire: le **Cavendish à Cambridge (1874)**

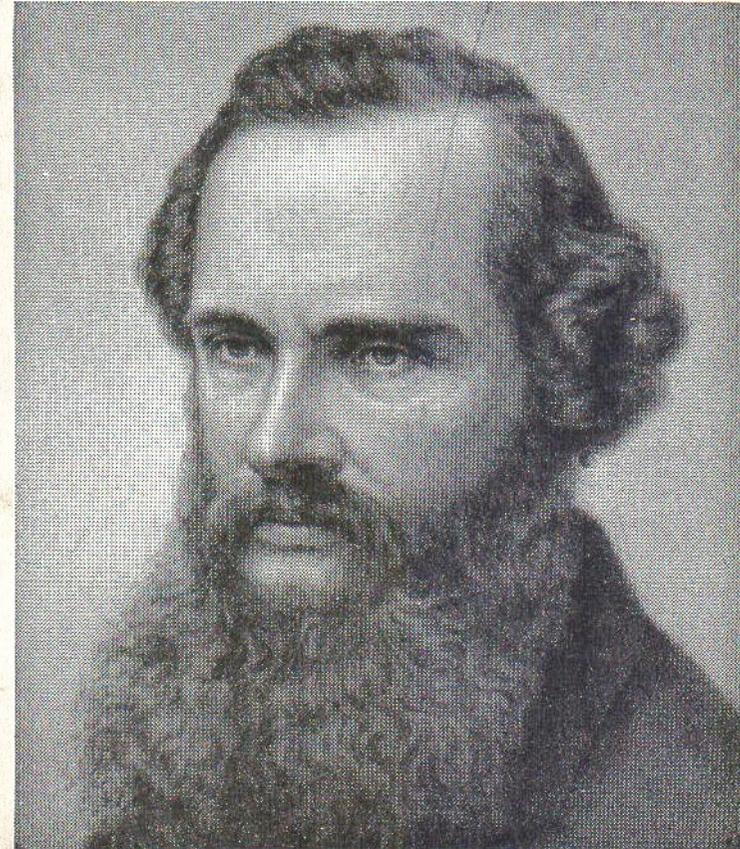
# UN LABORATOIRE DE POINTE



J.J. Thomson au **Laboratoire Cavendish** de l'Université de Cambridge (vers 1900)

# LA PHYSIQUE EN 1895

- Des progrès considérables au cours du siècle
  - Mécanique, élasticité, résistance des matériaux
  - Physique des fluides
  - Thermodynamique
  - Électricité et magnétisme
- Mais des domaines demeurent encore obscurs
  - Les **atomes** existent-ils?
  - Les **chimistes** en sont convaincus depuis le début du siècle (Proust, Dalton, Avogadro) **pas les physiciens**
  - Émission et absorption de **rayonnement** par la matière (corps noir, effet photoélectrique, spectroscopie ...)



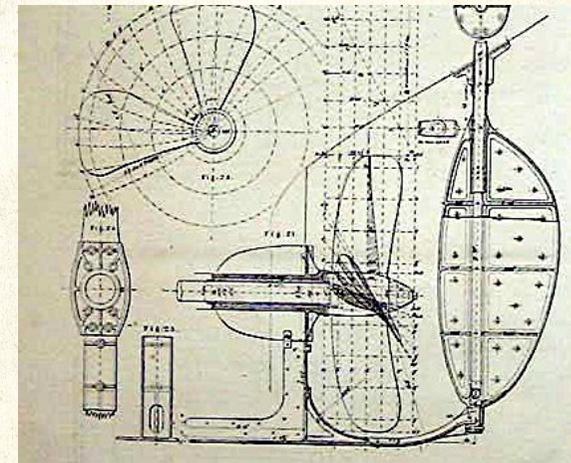
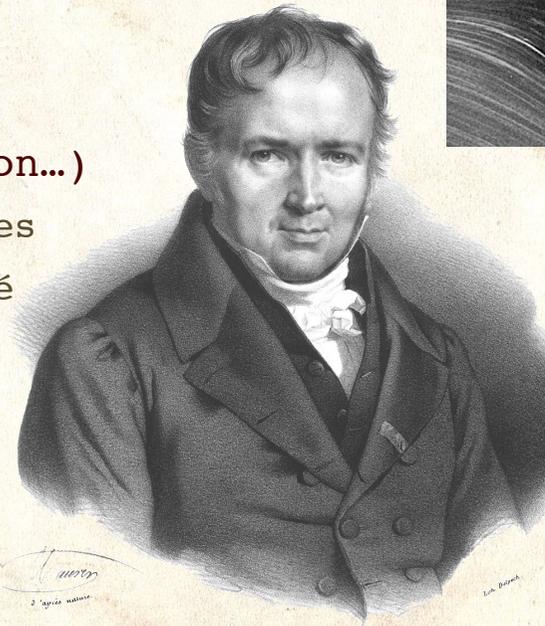
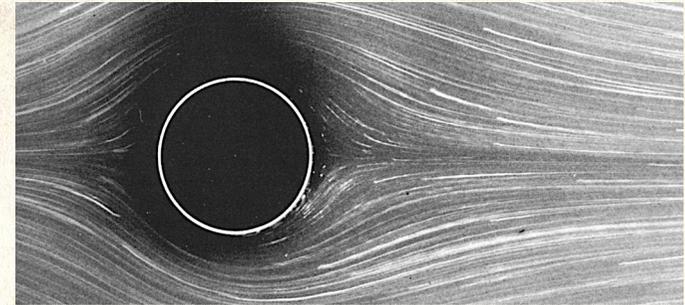
William Thomson, Lord Kelvin (1824-1907)

# MÉCANIQUE

- **Triomphe de la mécanique de Newton**
- **Astronomie**
  - Laplace
  - Adams, Le Verrier
- **Mécanique du solide**
- **Mécanique des milieux continus (Young, Poisson...)**
  - Déformation des solides
  - Plasticité, élasticité
  - Compression, tension, cisaillement

- **Hydrodynamique**

- Équations de Navier-Stokes
- Écoulements laminaires, turbulence

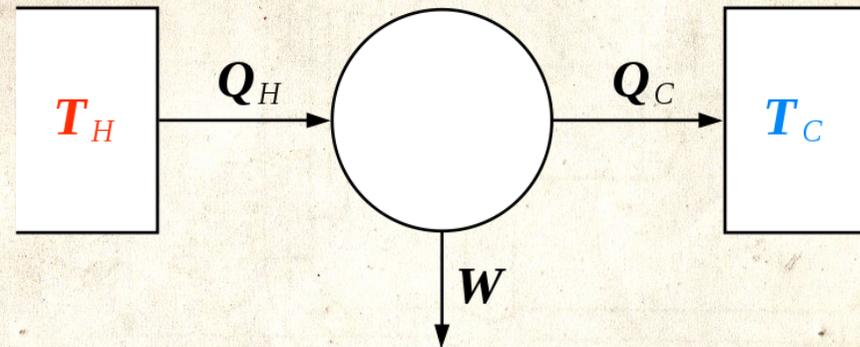


POISSON.

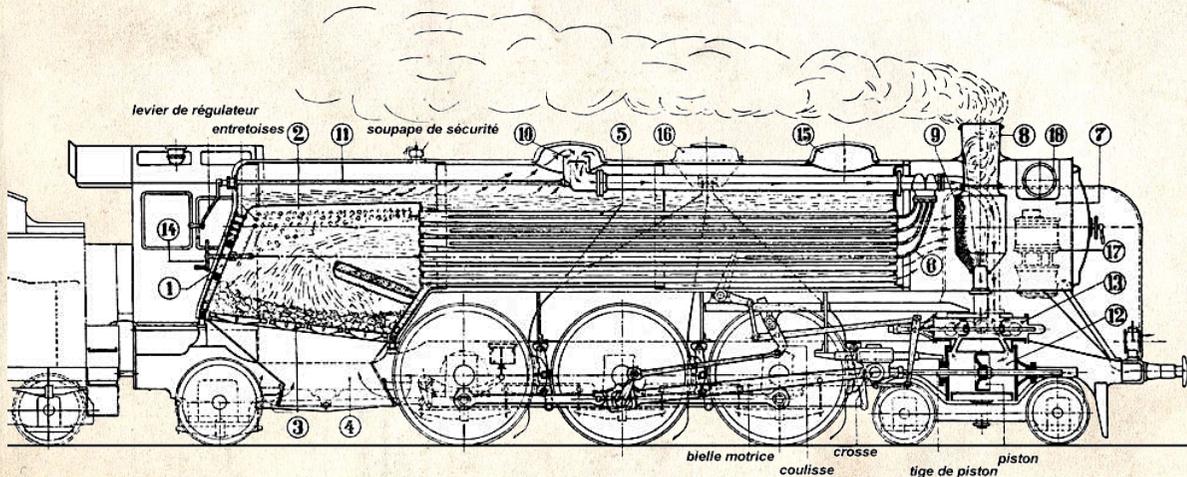
*Poisson*

# THERMODYNAMIQUE

- **Théorie de la chaleur**
- **Premier principe: conservation de l'énergie**
  - Mayer (1845), Joule (1850)
- **Second principe: entropie croissante**
  - Carnot (1824), Clapeyron (1834), Clausius (1850), Kelvin (1851), Boltzmann (1873)



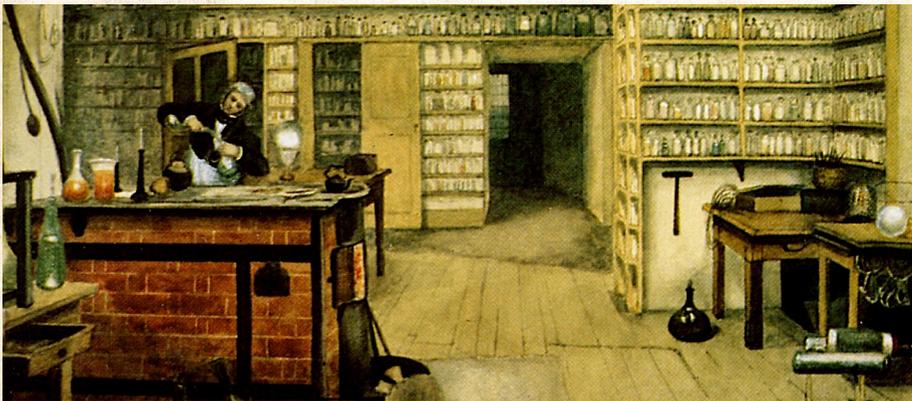
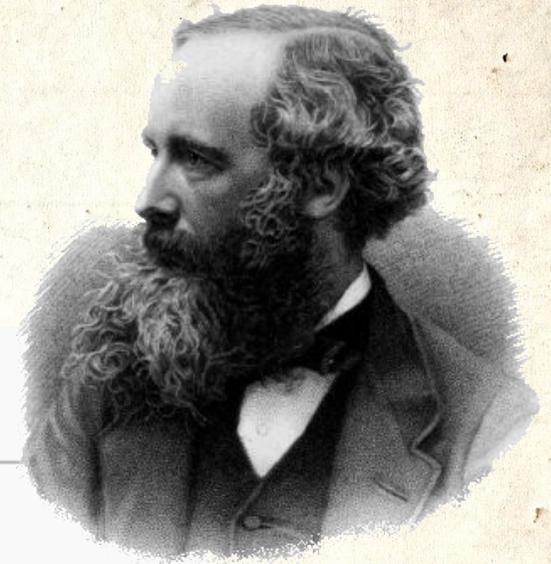
- **Théorie statistique  $S = k \text{Log } W$** 
  - Maxwell (1866), Boltzmann (1872)



Ludwig Boltzmann (1844-1906)

# ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

- Ørsted (1820), Ampère (1820), Faraday (de 1830 à 1867)
- Maxwell



Laboratoire de Faraday

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

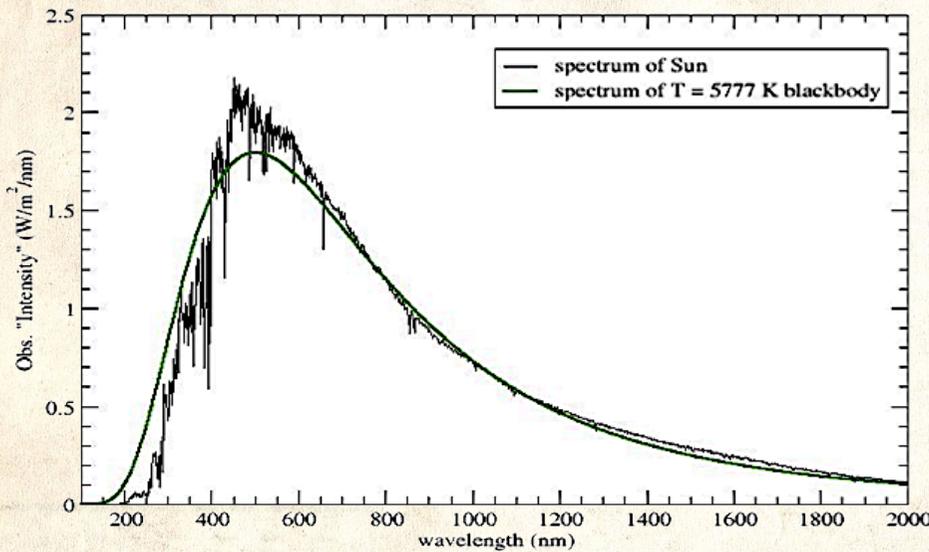
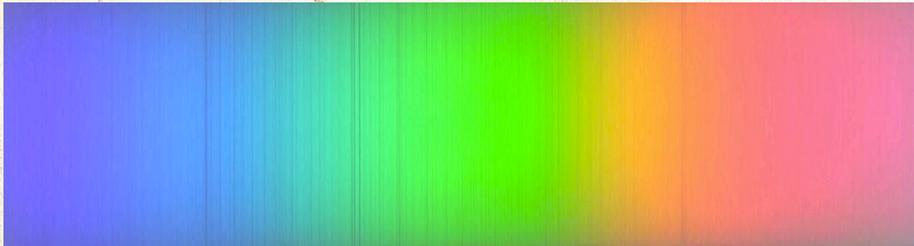
$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad \text{Loi de l'induction (Faraday)}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \quad \text{Loi d'Ampère}$$

- Hertz
- Éther et tourbillons

# SPECTROSCOPIE

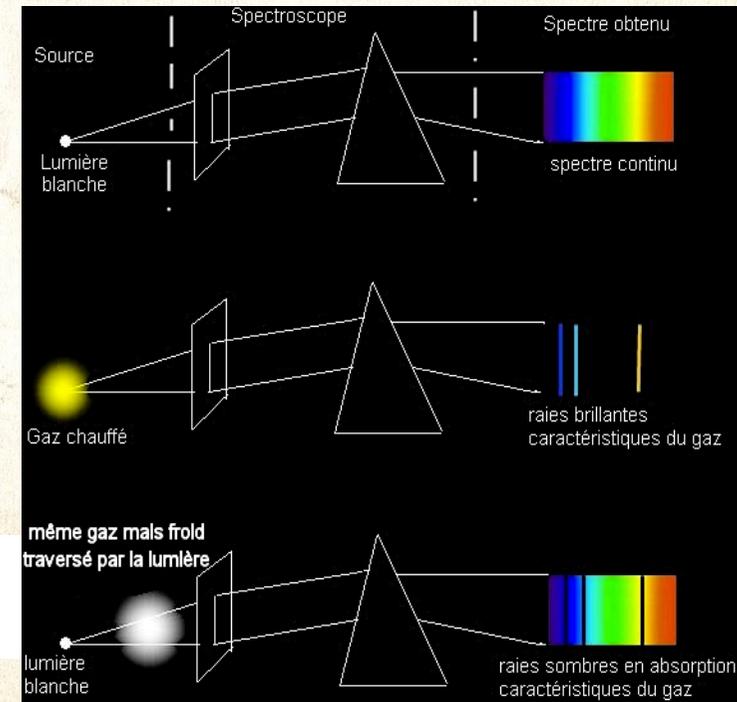
- Joseph Fraunhofer (1787-1826)
- raies du spectre solaire



Les raies sont caractéristiques de la nature chimique du corps qui les émet, de sa température et de sa vitesse

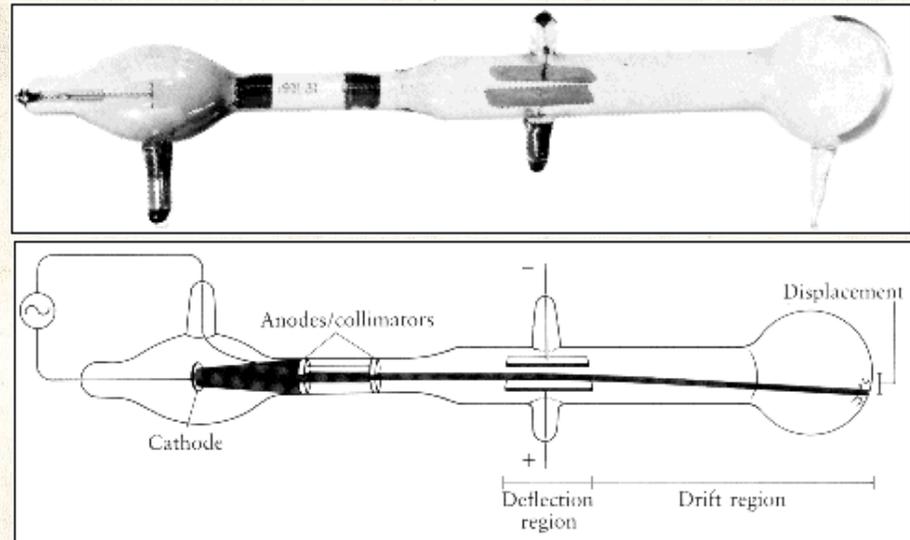


- Gustav Kirchhoff (1824-1887)
- 3 lois de la spectroscopie
- **Objet chaud = spectre continu**
- **Gaz excité = spectre de raies**
- **Objet froid = raies d'absorption**



# LES RAYONS CATHODIQUES

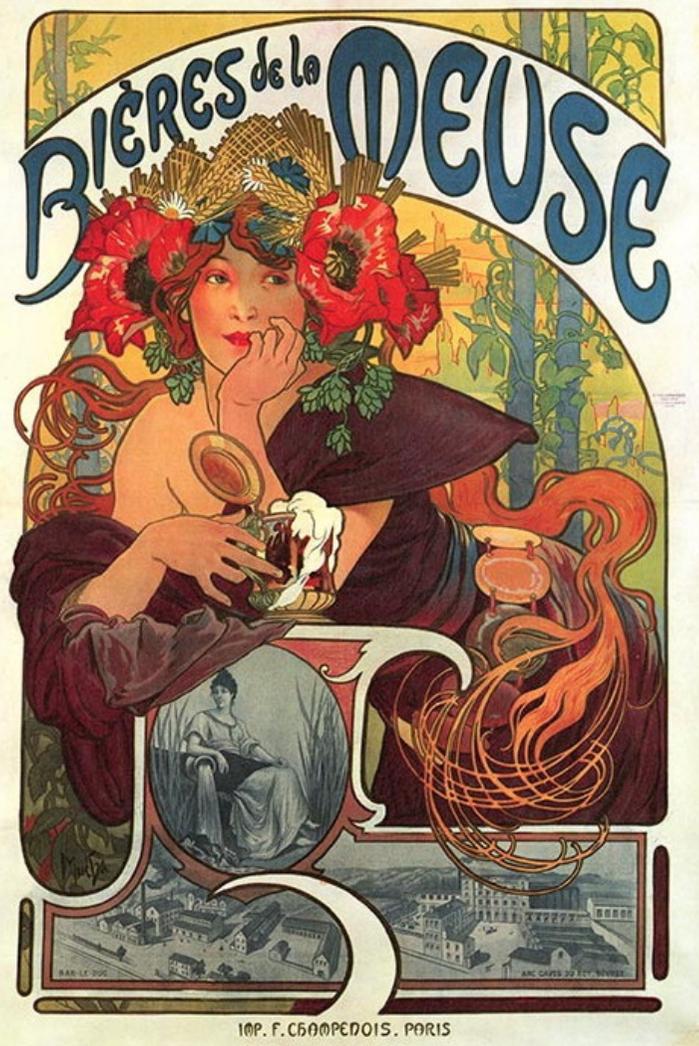
- Un tube en verre contenant un gaz à très basse pression et deux électrodes (anode et cathode) avec une différence de potentiel
- La cathode émet des rayons
  - en ligne droite
  - mais déviés
    - par un champ électrique
    - par un champ magnétique



- Onde ou particule?
- J.J. Thomson montra en 1897 qu'il s'agissait de « corpuscules » 2000 fois plus légers que l'hydrogène
- Il suggéra qu'ils étaient les constituants fondamentaux de la matière, dont les atomes seraient formés. G.J. Stoney les avait baptisé **électrons** dès 1891.

# « FIN DE SIÈCLE »

○ Optimisme



○ Pessimisme



Illustration d'Aubrey Beardsley pour la pièce *Salomé* d'Oscar Wilde (1893)

À SUIVRE !



Mais c'est tout pour aujourd'hui!