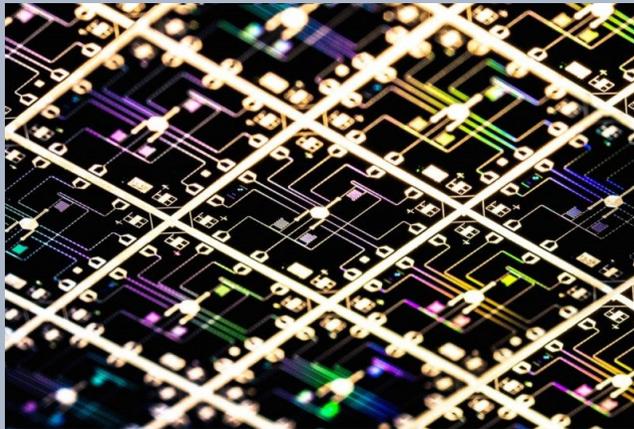


# Panorama sur la Physique

## Chapitre 1 - Introduction



## Inscription sur Teams

- Consignes pour s'inscrire : [Teams - Création compte étudiants](#)
- Documents : [lien vers le canal "Général" du cours](#)
- Chaînes *YouTube* [Panorama sur la Physique](#) (à partir du Chapitre 3)  
et [vidéo d'illustration](#)

- Chapitre 1 - Introduction *semaine 1*
- Chapitre 2 - Introduction à la pensée scientifique *sem. 1*
- Chapitre 3 - Optique : l'étude de la lumière
- Chapitre 4 - Cinématique : la description du mouvement
- Chapitre 5 - Mécanique

## Modalités d'évaluation

- **3** CC toutes les 3 à 4 semaines : QCM avec ou sans questions  
ouvertes
- **Coefficients proportionnels** à la durée du CC  $\begin{array}{l} \rightarrow 1^{\text{er}} \text{ CC} : 45 \text{ min} \\ \rightarrow 2^{\text{e}} \text{ CC} : 1 \text{ h} \\ \rightarrow 3^{\text{e}} \text{ CC} : 1 \text{ h } 30 \end{array}$
- **Rattrapage** si moyenne du module à 10 ou absence (justifiée ou non)

- **Chapitre 1 - Introduction**
- Chapitre 2 - Introduction à la pensée scientifique
- Chapitre 3 - Optique : l'étude de la lumière
- Chapitre 4 - Cinématique : la description du mouvement
- Chapitre 5 - Mécanique

# 1.1 Les grands domaines de la Physique

## Qu'est-ce que la Physique ?

Math.



Physique (grec Physiké) = « science de la Nature »

Phénomènes physiques : quantitatif => les mesurer

En conclusion, la physique a pour objet l'étude des propriétés de la matière et des lois qui la régissent, c'est-à-dire de l'ensemble des « règles du jeu » du monde matériel qui nous entoure.

Les physiciens observent, mesurent et modélisent le comportement et les interactions de la matière et des rayonnements à travers l'espace et le temps.

↳ E.M  
ondes

↳ optique  
M, Q

[Y aura t'il encore des physiciens en 2050 ? | Julien Bobroff | TEDxUTCompiègne](#)

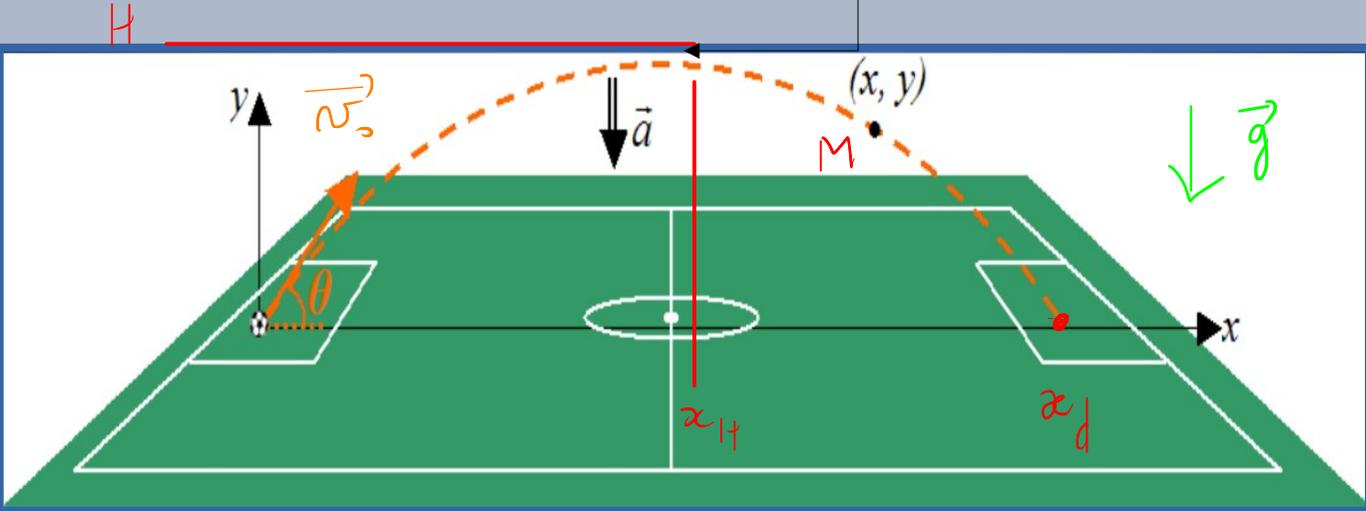
# 1.1 Les grands domaines de la Physique

## La Physique, science exacte ?

« les phénomènes naturels obéissent à des lois fixes ».

Souvent linéaires :  $f(\dots) = \alpha X^2 \gamma^3$   
 ↓ analyse dimensionnelle  
 (ex : lois de Newton, Descartes...)

→ représentations mathématiques



|| objet mathématique  
vs la réalité.

trajectoire :  $y(x)$

Adéquation réalité physique / représentation mathématique ?

ex : vérifier les signes

# 1.1 Les grands domaines de la Physique

## Physique et les autres sciences

Mathématiques



Physique

↳ géophysique

↳ biophysique

↳ finance etc...

## Physique classique vs. Physique « moderne » 20<sup>ème</sup> - 21<sup>ème</sup> siècles

[3]

### Physique de la matière

#### Physique des matériaux

Alliage · Corrosion · Déformation des matériaux · Diagramme de phase · Ductilité · Dureté · Écrouissage · Frittage · Matériau · Composite · Module de Young · Tribologie · »

#### Thermodynamique

Calorimétrie · Capacité thermique · Cycle de Carnot · Entropie · Équation d'état · Fonction d'état · Gaz parfait · Irréversibilité · Loi de Joule-Thomson · Principes de la thermodynamique · Physique statistique · Statistique de Maxwell-Boltzmann · Température · Théorie cinétique des gaz · Transition de phase · Paramètre d'ordre · »

#### Physique de la matière condensée

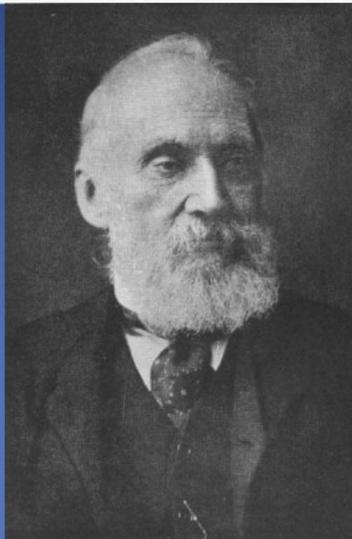
Cristallographie · Cristaux liquides · Espace réciproque · État de la matière · Ferroélectricité · Ferromagnétisme · Isolant · Liquide de Fermi · Magnon · Matière molle · Métal · Phonon · Piézoélectricité · Polymère · Quasi-cristal · Semi-conducteur · Superfluide · Supraconducteur · Théorie des bandes · Verre · »

20<sup>e</sup> - 21<sup>e</sup>

# 1.1 Les grands domaines de la Physique



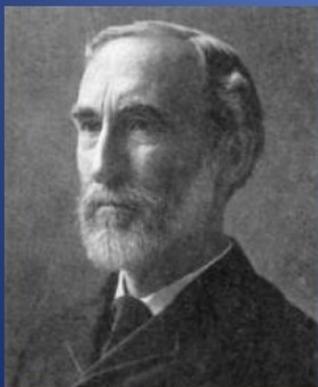
Sadi Carnot (1796-1832), physicien et ingénieur français.



William Thomson, dit Lord Kelvin (1824-1907), physicien britannique



Rudolf Clausius (1822-1888), physicien allemand



Josiah Willard Gibbs (1839-1903), physico-chimiste américain.



Thomas Young (1773-1829), physicien, médecin et égyptologue britannique... Un polymathe !



Max von Laue (1879-1960), physicien allemand

# 1.1 Les grands domaines de la Physique

Physique classique vs. Physique « moderne » 20<sup>ème</sup> - 21<sup>ème</sup> siècles

[3]

## Physique de la matière



### Physique atomique

Atome · Atome d'hydrogène · Condensat de Bose-Einstein ·  
Configuration électronique · Couche électronique · Diagramme de  
Klechkowski · Gaz de fermions dégénéré · HOMO/LUMO · Nombre  
quantique · Numéro atomique · Raie spectrale · »



### Physique nucléaire

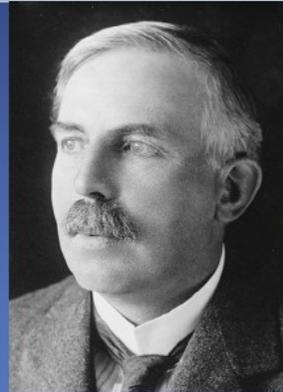
Noyau · Neutron · Proton · Numéro atomique · Isotope · Table des  
isotopes · Demi-vie · Radioactivité ·  $\alpha$  ·  $\beta$  &  $\gamma$  · Protection · Thérapie ·  
Datation · Énergie de liaison · Réaction nucléaire · Fission · Fusion · »

→ 2<sup>e</sup> année : Mécanique  
Quantique

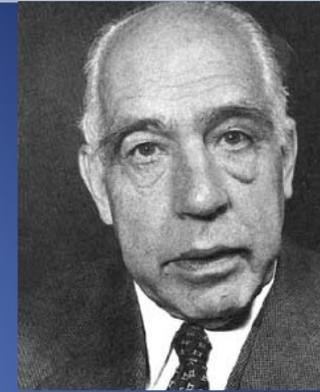
# 1.1 Les grands domaines de la Physique



Joseph von Fraunhofer (1787-1826),  
physicien allemand



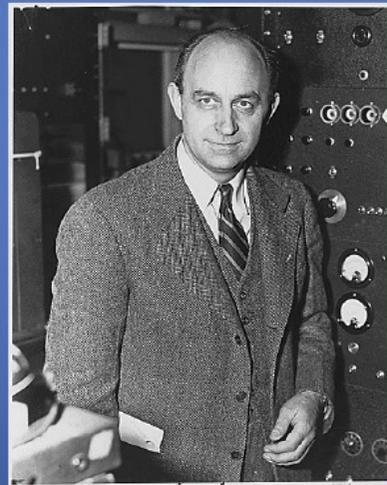
Sir Ernest Rutherford (1871-  
1937), physicien britannique



Niels Bohr (1885-1962), physicien danois



Hans Bethe (1906-2005), physicien  
américain d'origine allemande



Enrico Fermi (1901-1954), physicien italien



Frédéric Joliot (1900-1958) et son  
épouse Irène Curie (1897-1956),  
physiciens français

# 1.1 Les grands domaines de la Physique

Physique classique vs. Physique « moderne » 20<sup>ème</sup> - 21<sup>ème</sup> siècles

[3]

## Mécanique



### Mécanique newtonienne

1<sup>er</sup> année : S2

Barycentre · Cinématique · Dynamique · Énergie cinétique & potentielle · Action mécanique · Force · Moment · Torseur · Lois de Newton · Masse · Mécanique du point · Oscillateur harmonique · Repère de Frenet · Référentiel · Statique · Vitesse · »

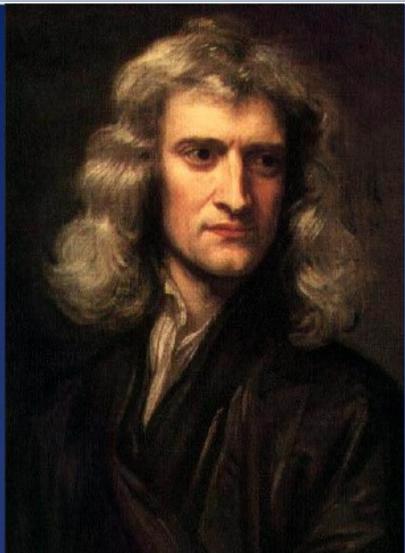


### Mécanique des fluides

Couche limite · Dynamique · Vide · Écoulement de Poiseuille & laminaire · Effet Venturi · Équations de Navier-Stokes · Fluide incompressible · Hydrostatique · Hydrodynamique · Nombre de Reynolds · Poussée d'Archimède · Pression · Théorème de Bernoulli · Viscosité · »

↑  systèmes de coordonnées :  
↳ cartésiens  
↳ cylindriques  
↳ sphériques

# 1.1 Les grands domaines de la Physique

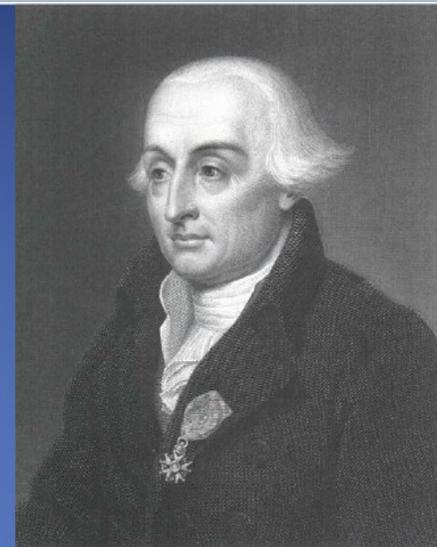


Sir Isaac Newton (1643-1727),  
mathématicien et physicien anglais.

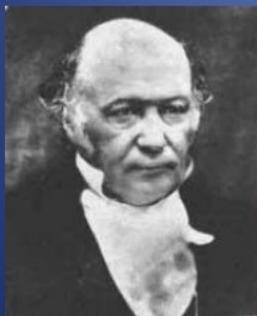
*3 lois de Newton*



Leonhard Euler (1707-1783)  
mathématicien et physicien suisse



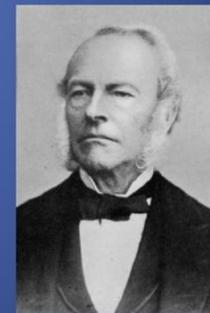
Joseph Louis, comte de Lagrange (1736-1813)  
mathématicien et astronome.



Sir William Hamilton (1805-1865)  
mathématicien, physicien et  
astronome irlandais.



Claude Navier (1785-1836), ingénieur et  
scientifique français.



George Stokes (1819-1903)  
mathématicien et physicien  
britannique.

## Physique classique vs. Physique « moderne » 20<sup>ème</sup> - 21<sup>ème</sup> siècles

[3]

### Physique ondulatoire



#### Optique

Couleur · Diffraction · Dualité onde-particule · Interférence · Laser · Lois de Snell-Descartes · Lumière · Optique géométrique · impulsionnelle · métaxiale & ondulatoire · Optronique · Photon · Prisme · Réfraction · Réflexion · »



#### Électromagnétisme *2<sup>e</sup> année S3*

Aimant · Champ magnétique · Électrostatique · Équations de Maxwell · Force électromagnétique · Guide d'onde · Induction · Magnétorésistance géante · Onde · Photon · Radioélectricité · »



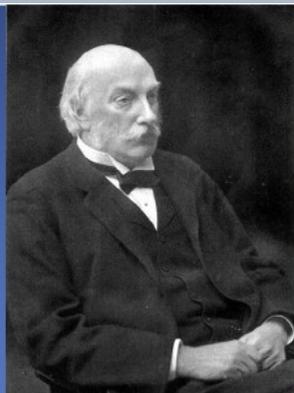
#### Acoustique

Son · Effet Doppler-Fizeau · Fréquence fondamentale · Harmonique · Écho · Spectre sonore · Spectre harmonique · Diffusion des ondes · Vitesse du son · »

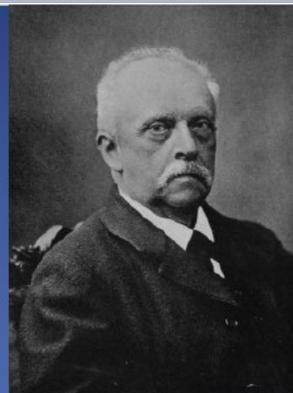
# 1.1 Les grands domaines de la Physique



Augustin Fresnel (1788-1827),  
physicien français



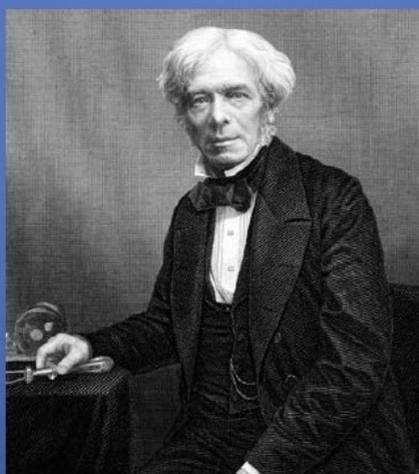
John William Strutt, dit Lord Rayleigh  
(1842-1919), physicien anglais



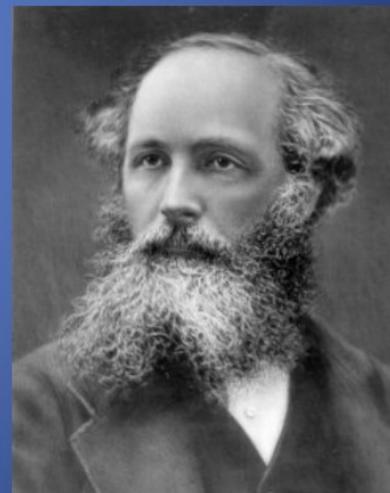
Hermann von Helmholtz (1821-  
1894), physicien allemand



André-Marie Ampère (1775-836),  
mathématicien et physicien français



Michael Faraday (1791-1867),  
physicien et chimiste anglais



James Clerk Maxwell (1831-1879), physicien  
et mathématicien écossais.

# 1.1 Les grands domaines de la Physique

## Physique classique vs. Physique « moderne » 20<sup>ème</sup> - 21<sup>ème</sup> siècles

[3]

**Physique théorique**

---

 **Physique quantique**    *Mécanique Quantique*

---

Chat de Schrödinger · Équation de Schrödinger · Fentes de Young · Intégrale de chemin · Hamiltonien · Bra-ket · Opérateur · Particule dans une boîte · Principe d'exclusion de Pauli · Spin · Téléportation · Théorie des perturbations · »

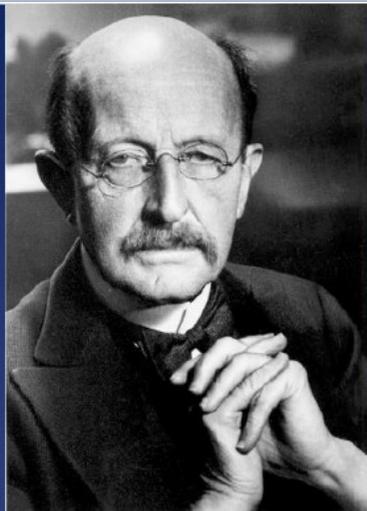
 **Physique des particules**

---

Accélérateur de particules · Boson · Boson de Higgs · Électrodynamique quantique · Électron · Fermion · Gluon · Modèle standard · Neutrino · Particule élémentaire · Photon · Quark · Théorie quantique des champs · nombre baryonique · nombre leptonique · »

$$H|\psi\rangle = E|\psi\rangle$$

# 1.1 Les grands domaines de la Physique



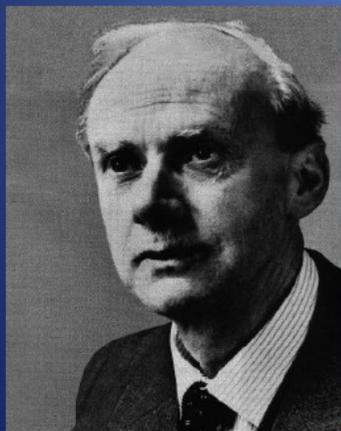
Max Planck (1858-1947), physicien allemand



Werner Heisenberg (1901-1976), physicien allemand



Erwin Schrödinger (1887-1961), physicien autrichien



Paul Dirac (1902-1984), physicien et mathématicien britannique



Wolfgang Pauli (1900-1958), physicien autrichien



Hideki Yukawa (1907-1981), physicien japonais

# 1.1 Les grands domaines de la Physique

## Physique classique vs. Physique « moderne » 20<sup>ème</sup> - 21<sup>ème</sup> siècles

[3]

### Physique statistique

Extensivité · intensivité · Fonction de partition · Formule de Boltzmann ·  
 Groupe de renormalisation · Mouvement brownien · Physique  
 statistique hors d'équilibre · Statistique de Bose-Einstein & de  
 Fermi-Dirac · Théorème d'équipartition · Transition de phase · »



## Physique classique vs. Physique « moderne » 20<sup>ème</sup> - 21<sup>ème</sup> siècles

[3]

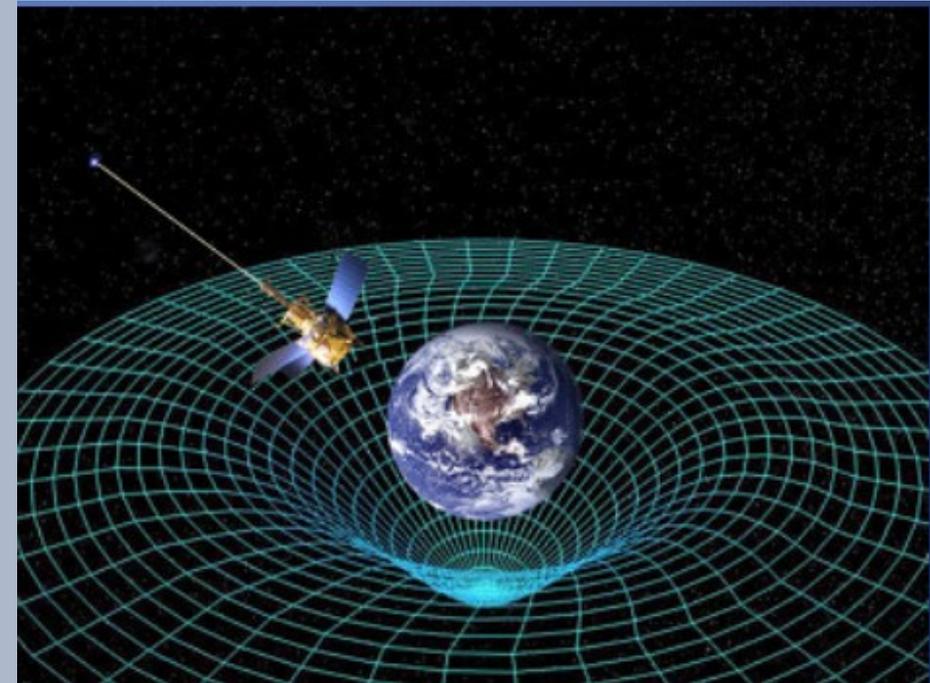
### Relativité

$E=mc^2$  · Expérience de Michelson-Morley · Espace-temps · Gravitation ·  
Onde gravitationnelle · Paradoxe des jumeaux · Paradoxe du train ·  
Principe d'équivalence · Relativité générale & restreinte · Ligne  
d'univers · Simultanéité · Vitesse de la lumière · Vitesse limite · »

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

### Unification

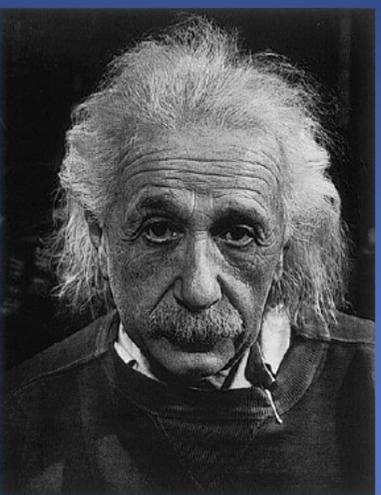
Électromagnétisme · Gravitation · Gravitation quantique à boucles ·  
Interaction élémentaire · Interaction faible & forte · Supersymétrie ·  
Théorie des cordes & des supercordes · Théorie M · Corde · Espace de  
Calabi-Yau · Brane · »



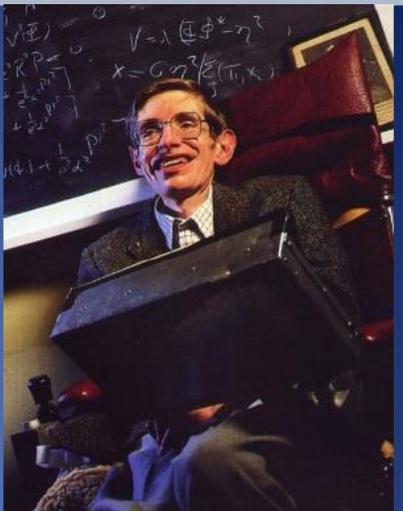
# 1.1 Les grands domaines de la Physique



Ludwig Boltzmann (1844-1906), physicien autrichien



Albert Einstein (1879-1955), physicien germano-helvéto-américain



Stephen Hawking (1942- ), physicien britannique



Richard Feynman (1918-1988), physicien américain



Steven Weinberg (1933- ), physicien américain



Chen Ning Yang (1922-), physicien américain d'origine chinoise, et Robert Mills (1927-1999), physicien américain

***Symphony of Science - the Quantum World!***

***Playlist Youtube : "Quantum Physics" - E. Dupont***

## Physique classique vs. Physique « moderne » 20<sup>ème</sup> - 21<sup>ème</sup> siècles

[3]

### Physique interdisciplinaire

#### Astrophysique

Big Bang · Ceinture de Van Allen · Cosmologie · Évolution des étoiles ·  
Fond diffus cosmologique · Lentille gravitationnelle · Limite de  
Chandrasekhar · Naissance des étoiles · Nucléosynthèse · Trou noir ·  
Vent solaire · »

#### Biophysique

Biomimétisme · Biophotonique · Moteur moléculaire · »

#### Géophysique

Sismologie · Gyromagnétisme · Magnétosphère · Géophysique interne ·  
Champ magnétique terrestre · Océanographie · »

#### Chimie physique

Cinétique chimique · Électrochimie · Liaison chimique · Résonance  
magnétique nucléaire · Spectroscopie · Thermochimie · »

# 1.2 Les différentes échelles

## Ordres de grandeur

[2]



Film sur le site :  
POWERS OF 10  
(PUISSANCES DE 10)  
1977

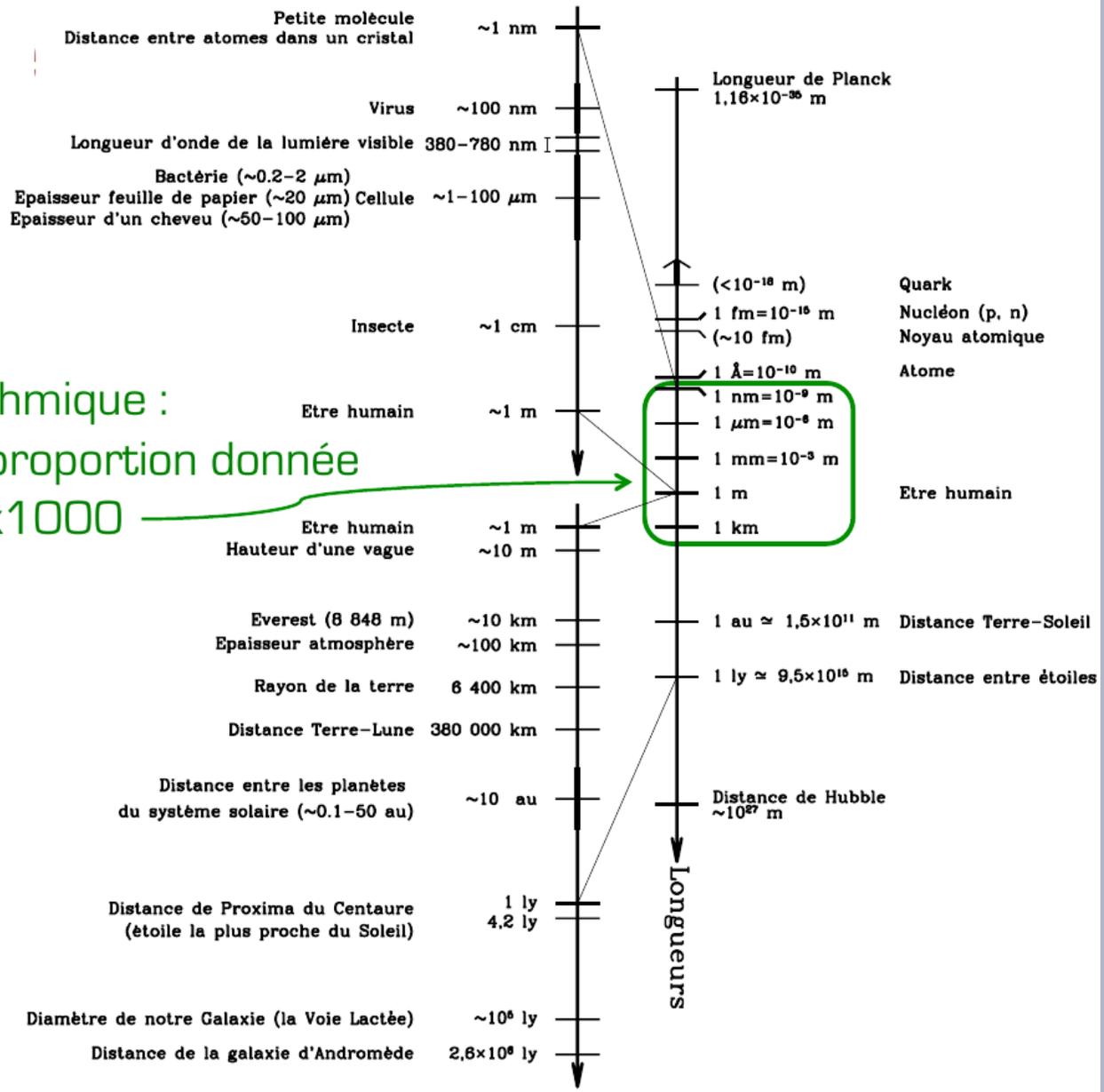
[Video](#)

# 1.2 Les différentes échelles

## Ordres de grandeur

[2]

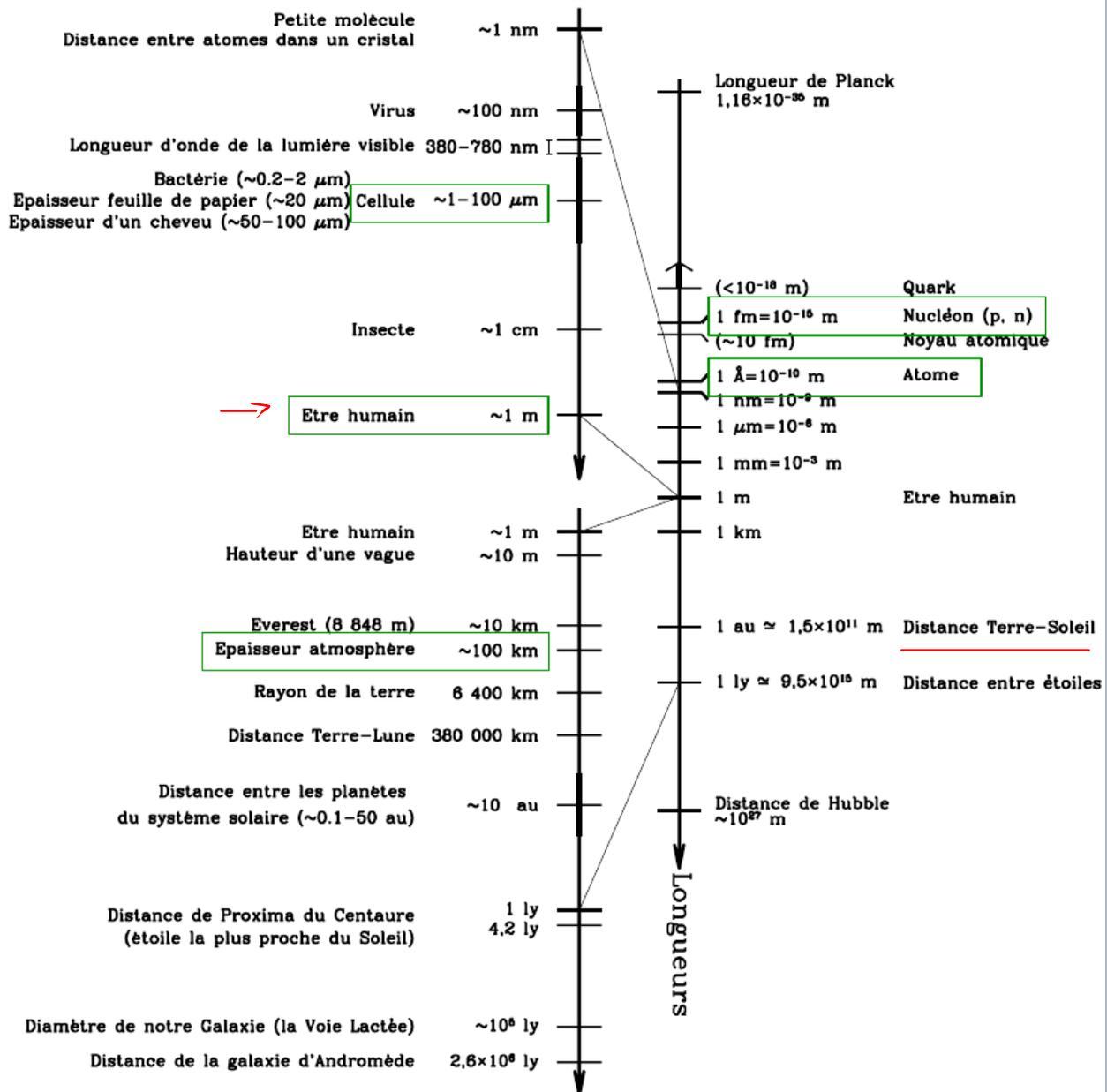
échelle logarithmique :  
 1 distance = proportion donnée  
 ici = x1000



# 1.2 Les différentes échelles

## Ordres de grandeur

[2]



# 1.2 Les différentes échelles

## Ordres de grandeur

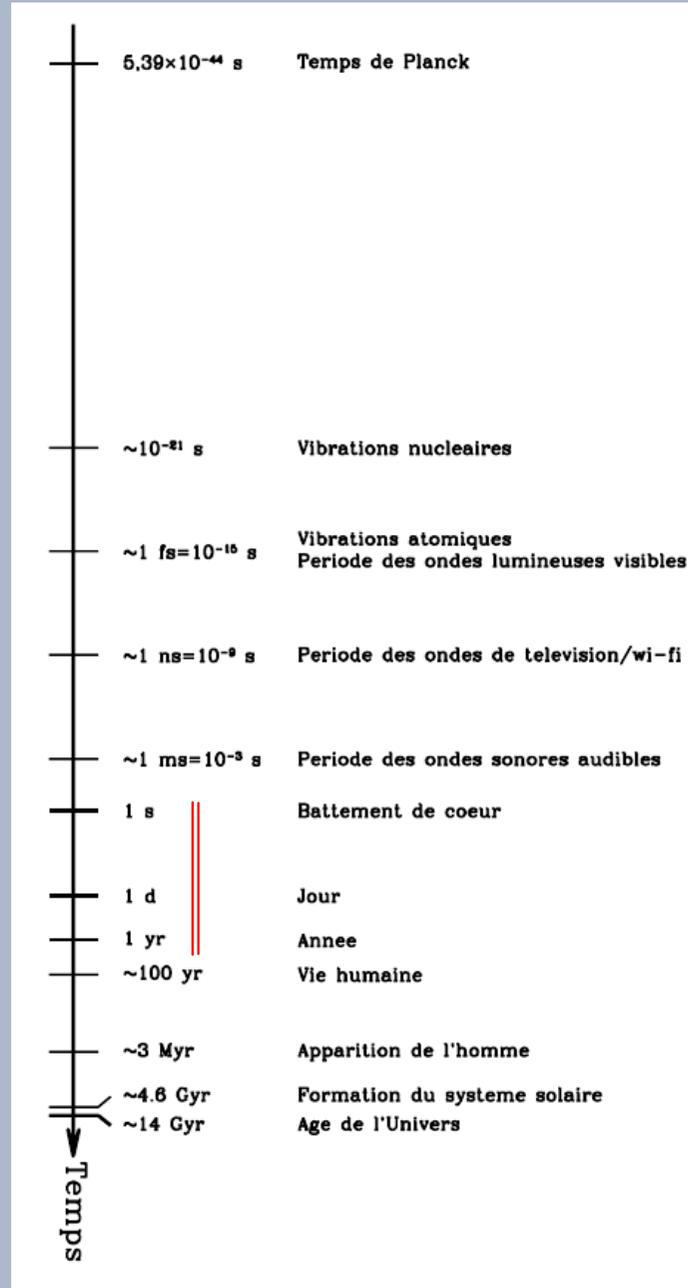
Ordres de grandeur

[http://hist.science.online.fr/science/docs\\_fr/Distances.htm](http://hist.science.online.fr/science/docs_fr/Distances.htm)  
<http://systemesolaire.unblog.fr/2009/06/24/lechelle-de-notre-systeme-solaire/>

Mercure  
Venus  
Terre  
Mars  
Jupiter  
Saturne  
Uranus  
Neptune  
Pluton

# 1.2 Les différentes échelles

## Ordres de grandeur - Temps

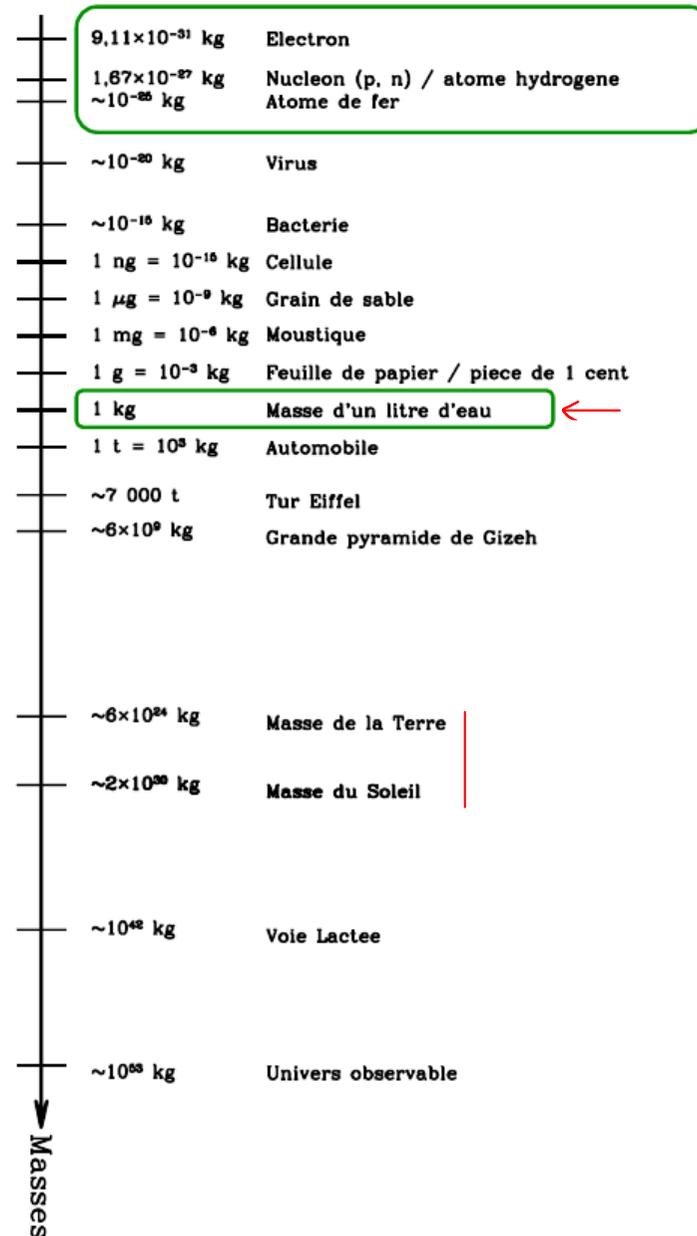


[2]

# 1.2 Les différentes échelles

## Ordres de grandeur - Masses

[2]



# 1.2 Les différentes échelles

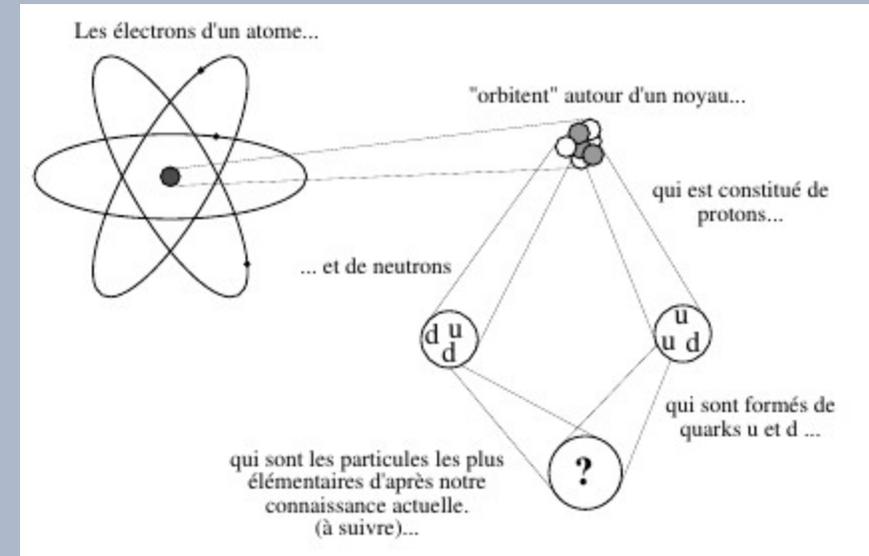
## Monde élémentaire : constituants et interactions

- [2]
- ↳ • **Interaction gravitationnelle** : attractive, proportionnelle aux masses, décroissante en  $1/r^2$  (à longue portée) (intensité non négligeable seulement pour des grandes masses)
- ↳ • **Interaction électrostatique** : attractive ou répulsive (charges + et -), proportionnelle aux charges, décroissante en  $1/r^2$  (prédominante au niveau des atomes, molécule, matière à notre échelle)
- $$F_g \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$$
- $$F_e \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$$
- Et dans le noyau atomique ?*
- **Interaction forte** : assure la cohésion des nucléons (protons, neutrons, et même tous les hadrons) et du noyau atomique (très courte portée,  $10^{-15}$  m, mais force 100 à 1000 fois supérieure à l'interaction électromag. à cette échelle)
- quoi d'autre ?*
- **Interaction faible** : intervient dans la radioactivité (portée  $10^{-17}$  m,  $10^{-5}$  fois plus faible que l'interaction électromag.)

# 1.2 Les différentes échelles

## Monde élémentaire : constituants et interactions

|         | Particule         | Symbole    | Charge | Interaction               |
|---------|-------------------|------------|--------|---------------------------|
| LEPTONS | Neutrino électron | $\nu_e$    | 0      | faible                    |
|         | → Electron        | $e^-$      | -1     | électro – faible          |
|         | Neutrino mu       | $\nu_\mu$  | 0      | faible                    |
|         | Muon              | $\mu^-$    | -1     | électro – faible          |
|         | Neutrino tau      | $\nu_\tau$ | 0      | faible                    |
|         | Tau               | $\tau^-$   | -1     | électro – faible          |
| QUARKS  | up                | u          | 2/3    | électro – faible et forte |
|         | down              | d          | -1/3   | électro – faible et forte |
|         | charme            | c          | 2/3    | électro – faible et forte |
|         | étrange           | s          | -1/3   | électro – faible et forte |
|         | top               | t          | 2/3    | électro – faible et forte |
|         | bottom            | b          | -1/3   | électro – faible et forte |



|   | Force                | Portée       | Intensité relative |
|---|----------------------|--------------|--------------------|
| → | Gravité              | infinie      | $10^{-36}$         |
| → | Electro – magnétique | infinie      | $10^{-2}$          |
|   | Faible               | $10^{-17}$ m | $10^{-6}$          |
|   | Forte                | $10^{-15}$ m | 1                  |

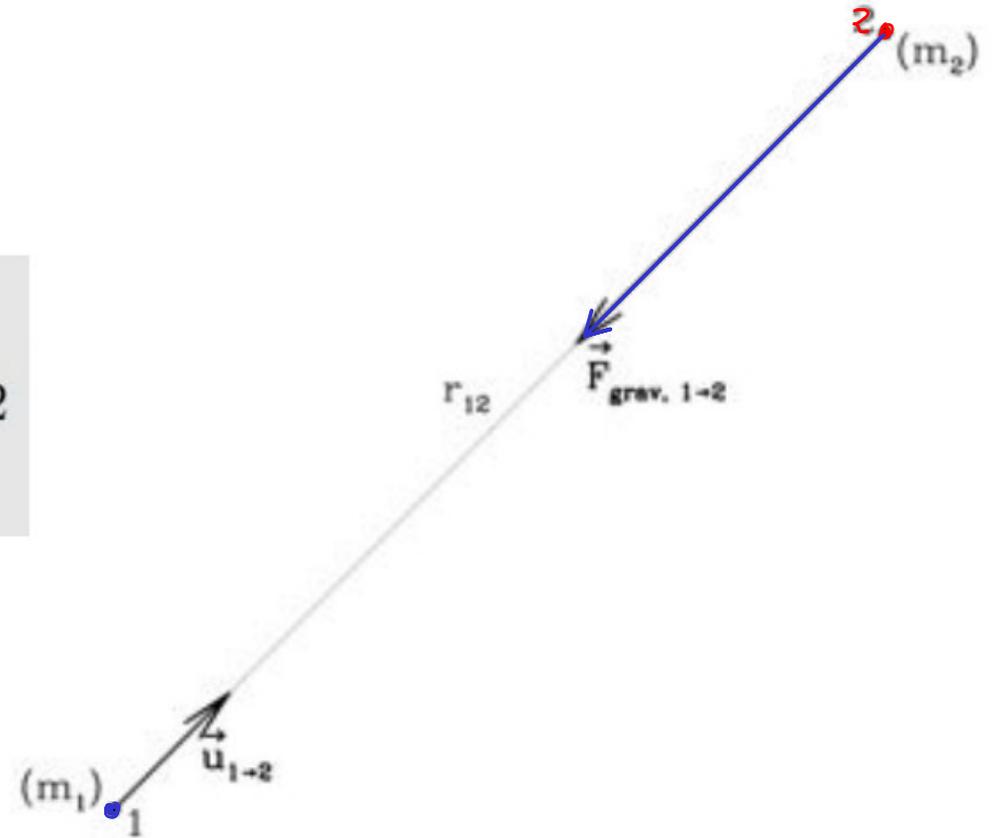
# 1.2 Les différentes échelles

## Monde élémentaire : constituants et interactions

[2]

$$\vec{F}_{\text{grav},1 \rightarrow 2} = - \frac{G m_1 m_2}{r_{12}^2} \vec{u}_{1 \rightarrow 2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$$



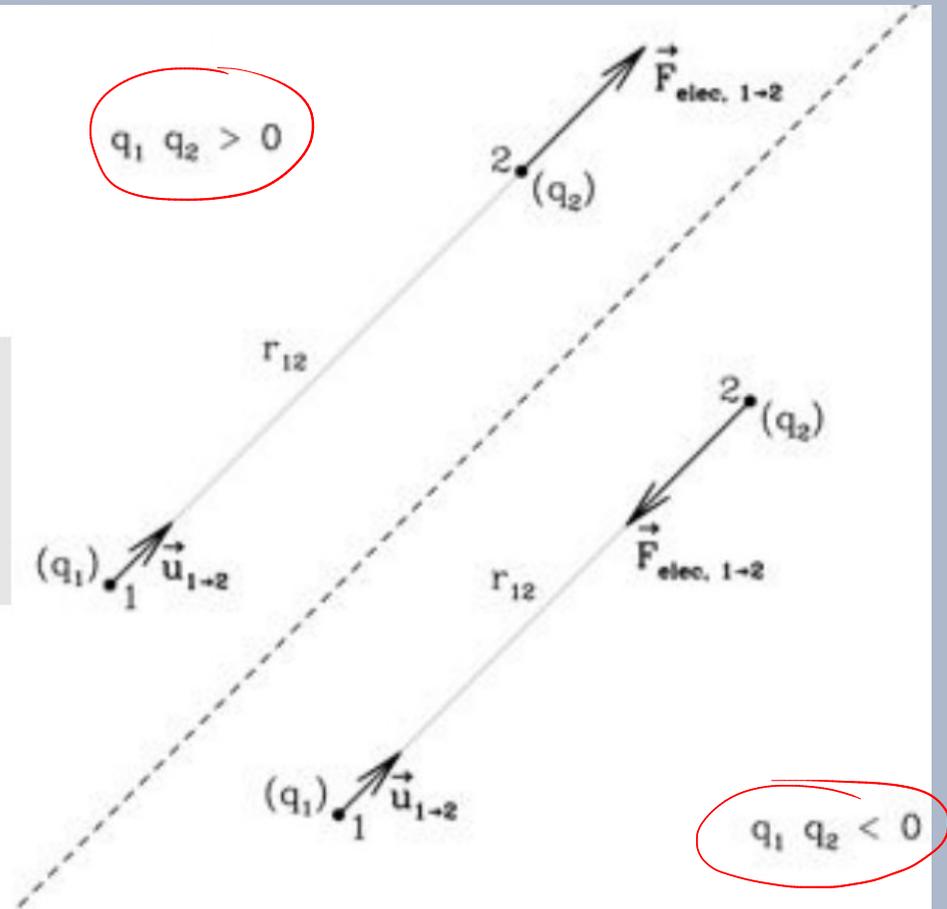
# 1.2 Les différentes échelles

## Monde élémentaire : constituants et interactions

[2]

$$\vec{F}_{\text{elec},1 \rightarrow 2} = \frac{K q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{u}_{1 \rightarrow 2}$$

$$K = 1/4\pi\epsilon = 9 \cdot 10^9 \text{ S.I.}$$



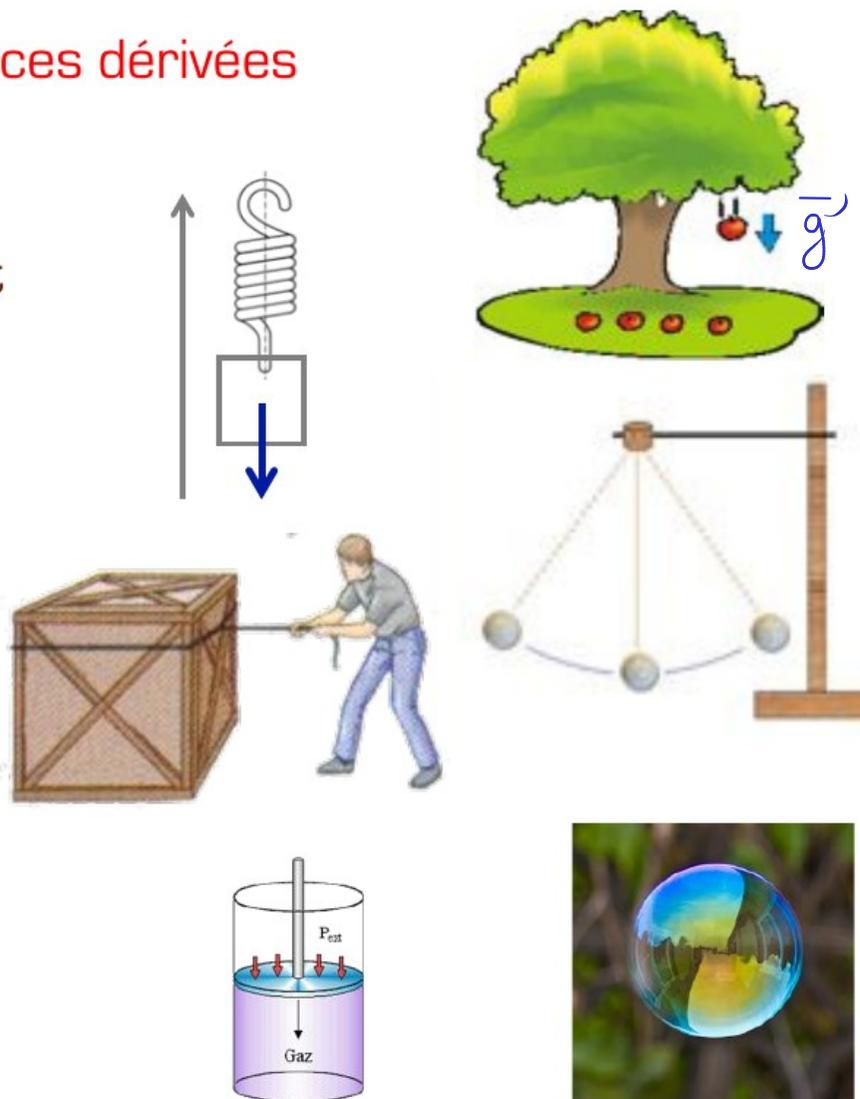
# 1.2 Les différentes échelles

## Monde élémentaire : constituants et interactions

[2]

### Les forces dérivées

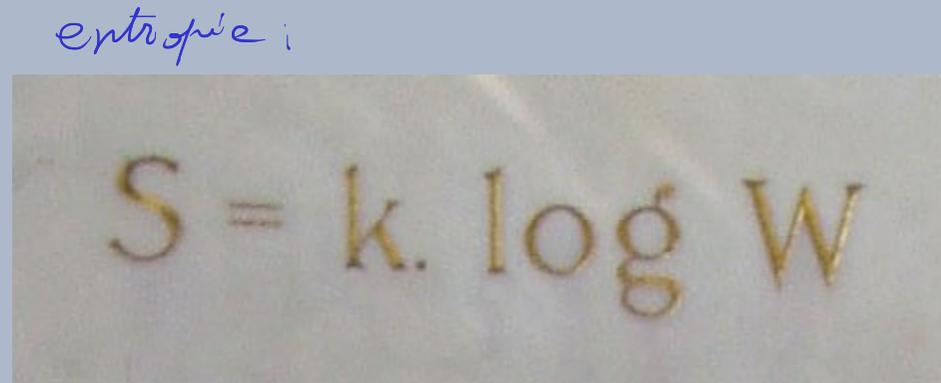
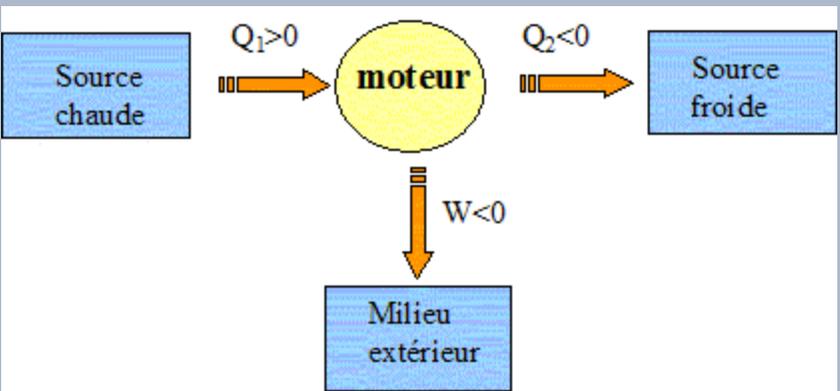
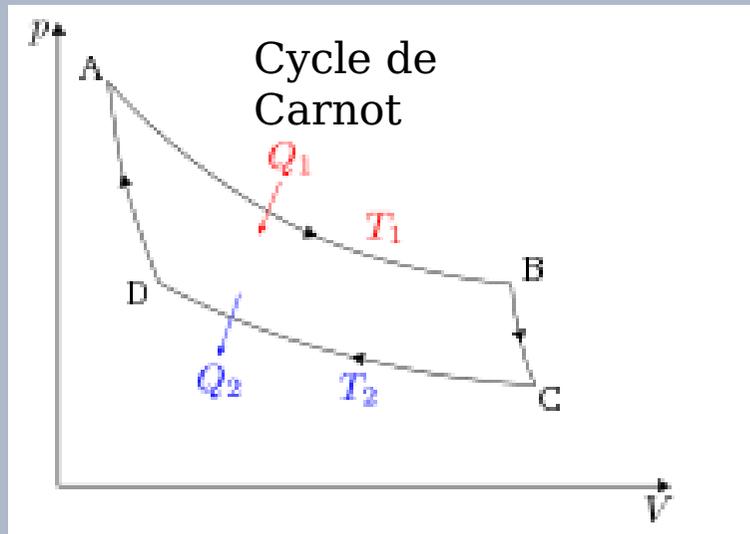
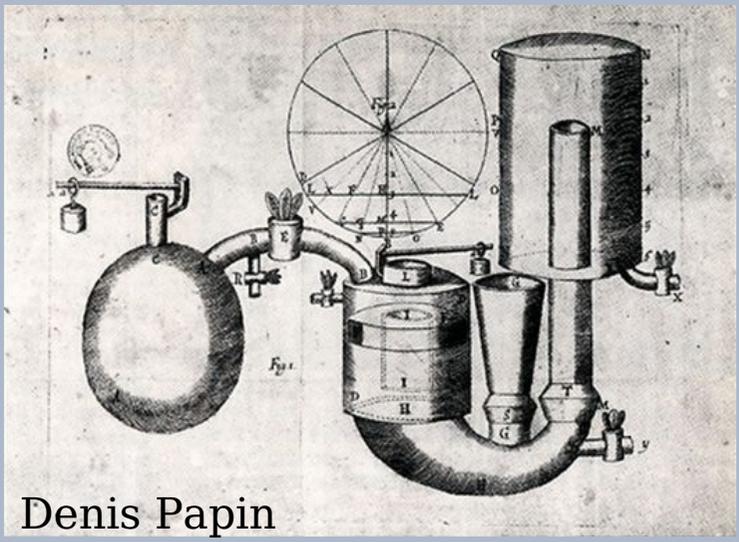
- • force de pesanteur
- • force exercée par un ressort
- • tension d'un fil inextensible
- • réaction normale d'un plan
- • forces de frottement
- tension de surface
- forces de pression...



# 1.3 Les différentes « écoles de pensées »

Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

## THERMODYNAMIQUE

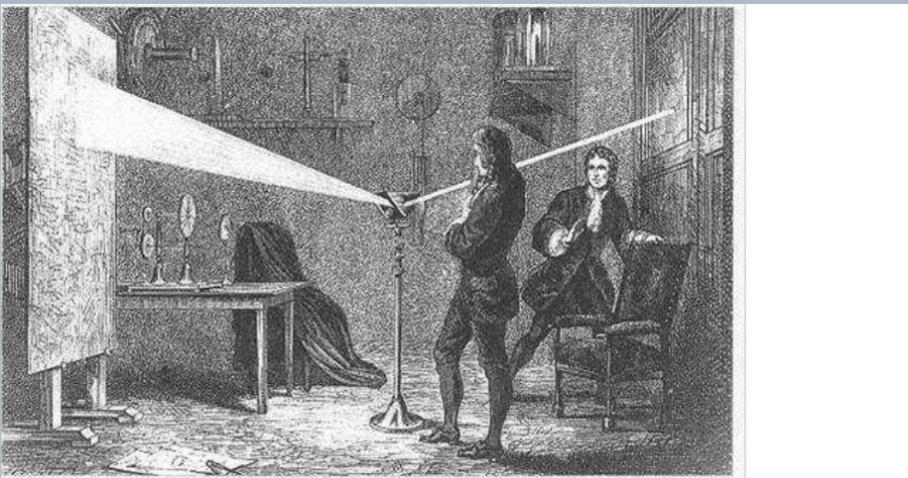




# 1.3 Les différentes « écoles de pensées »

## Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

### OPTIQUE



Newton en train de réaliser l'expérience des couleurs (1666)

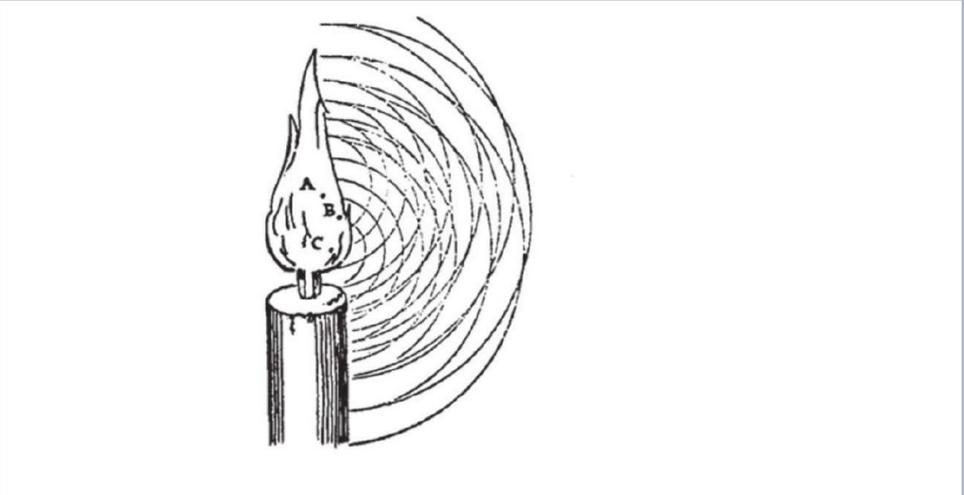
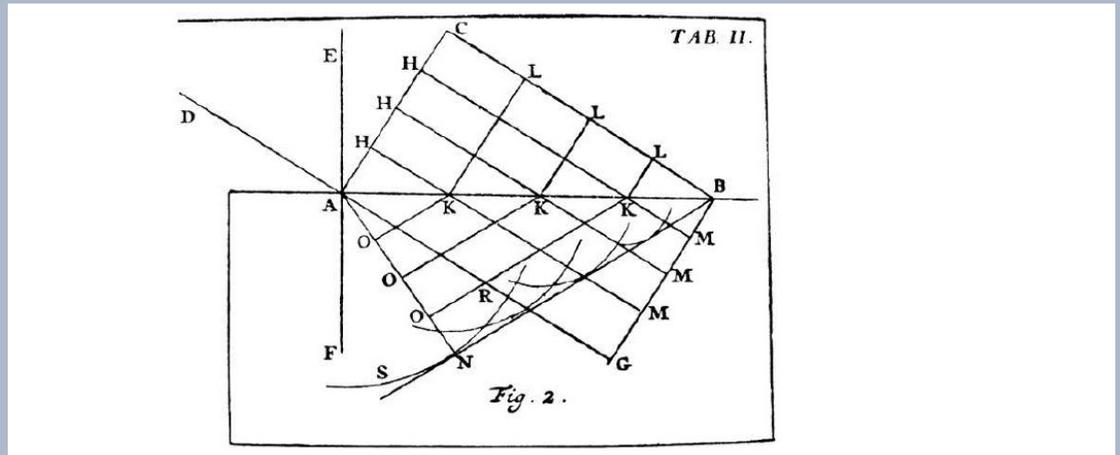


Illustration du principe de Huygens expliquant la propagation de la lumière



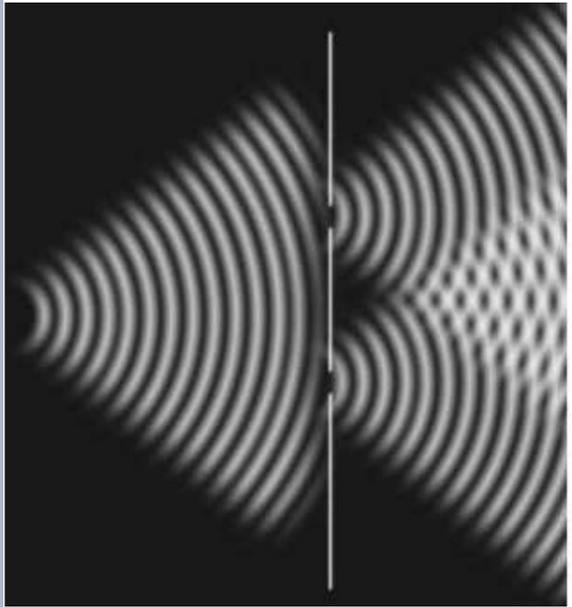
Construction dite "de Huygens" pour redémontrer les lois de Descartes.

# 1.3 Les différentes « écoles de pensées »

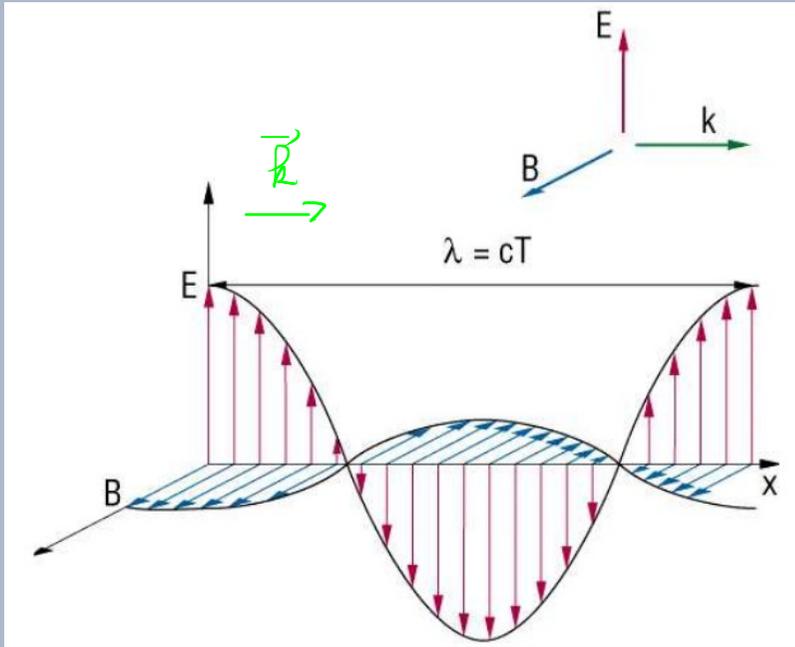
Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

## OPTIQUE

*diffraction*



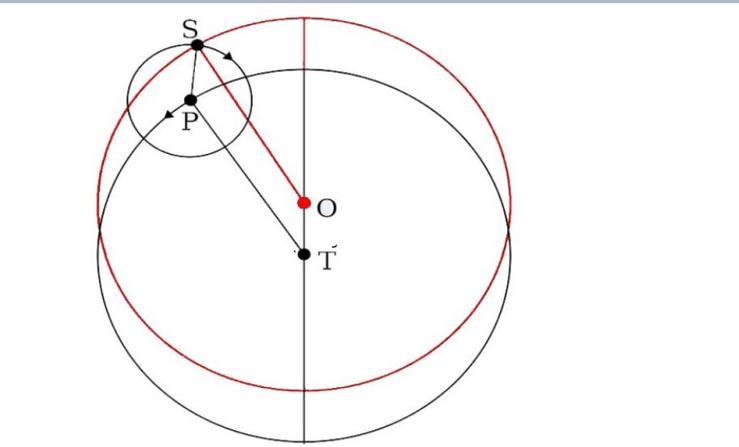
*ondes électromagnétique*



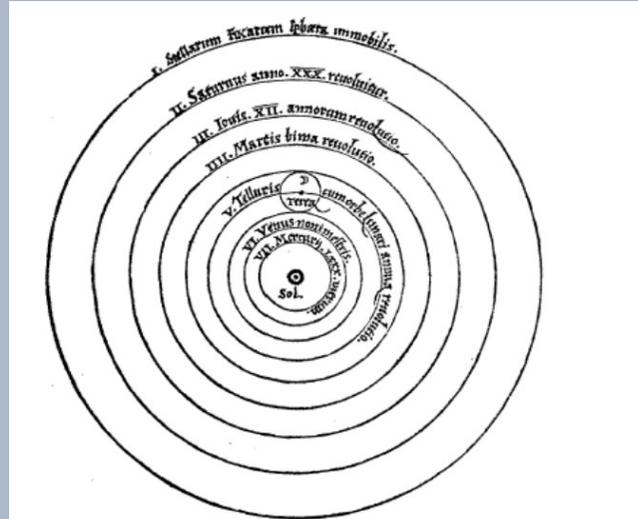
# 1.3 Les différentes « écoles de pensées »

Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

## MÉCANIQUE



Mouvement du Soleil selon la théorie des épicycles par Hipparque

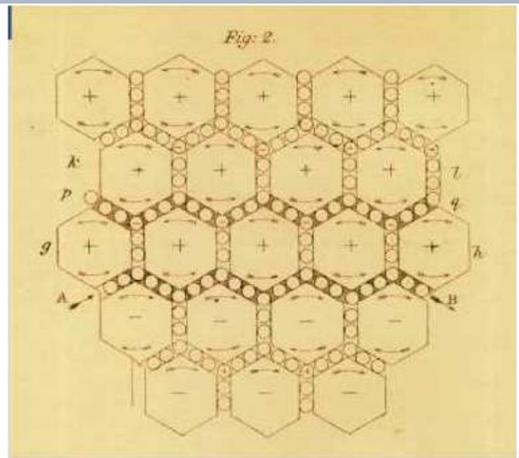


Le système héliocentrique de Copernic

# 1.3 Les différentes « écoles de pensées »

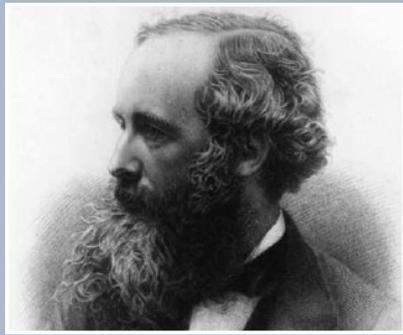
Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

## ÉLECTRICITÉ - Électromagnétisme



Les tourbillons de Maxwell

1861, 1<sup>ère</sup> photo couleur



Maxwell  
1

# 1.3 Les différentes « écoles de pensées »

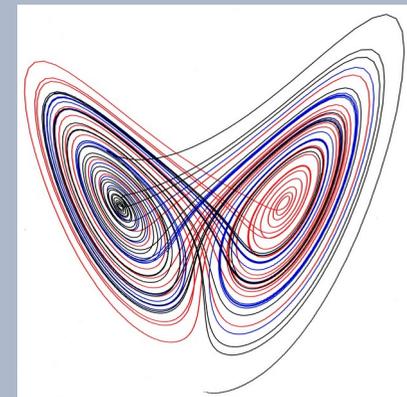
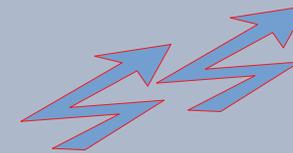
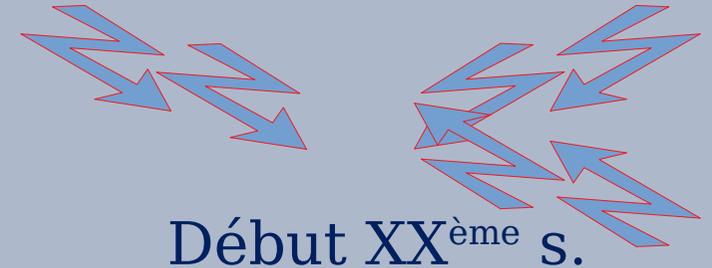
Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

## Physics is weird

Particles that don't exist except as probabilities

Time that changes according to how fast you're moving

Cats that are both alive and dead until you open a box.



Chaos : *attracteur de Lorentz*

# 1.3 Les différentes « écoles de pensées »

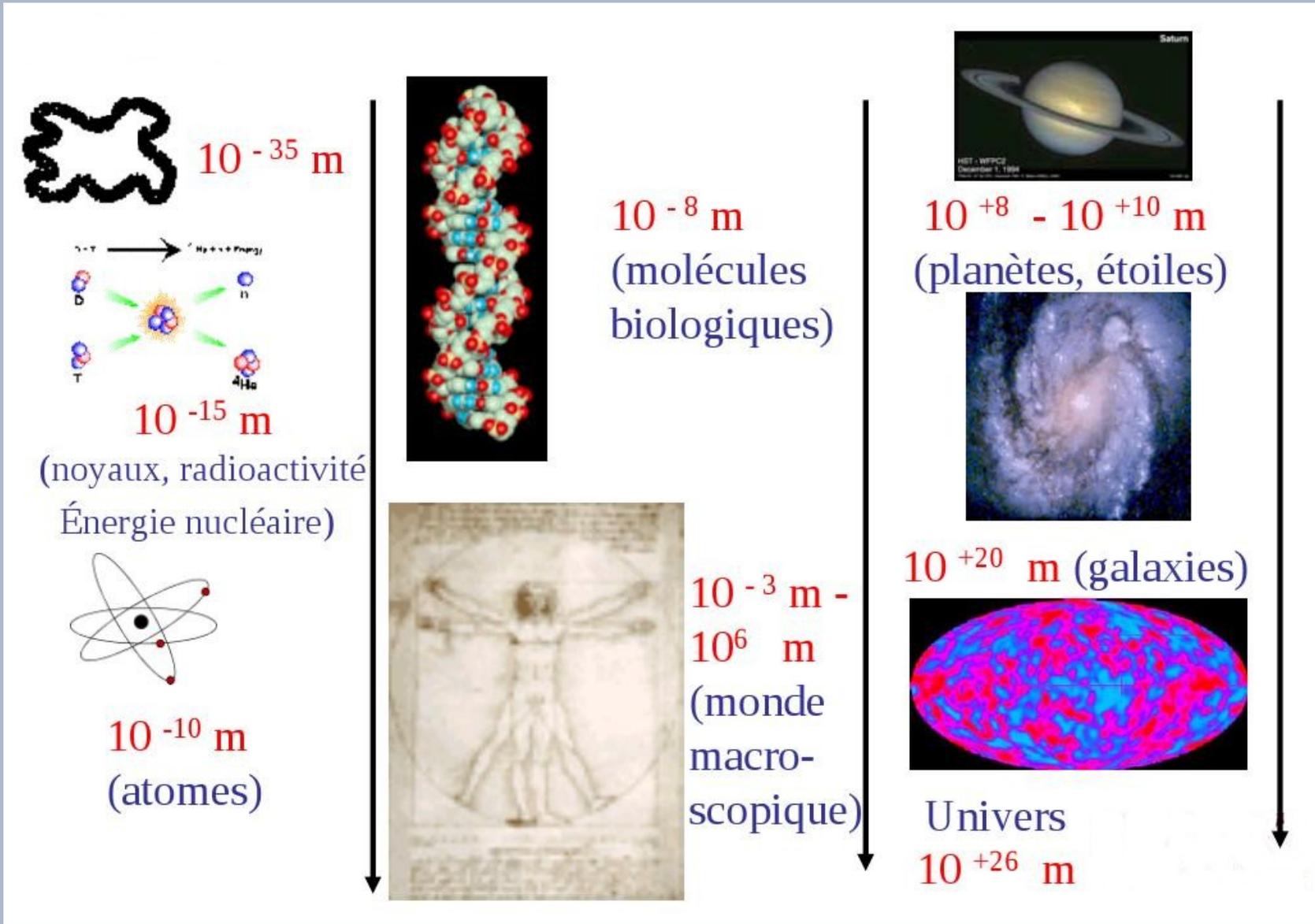
Le XX<sup>ème</sup> fut celui de la mécanique quantique

The diagram illustrates the evolution of quantum physics through a timeline from 1900 to 2000. Key elements include:

- 1900:** Max Planck's portrait and a diagram of a blackbody radiator.
- 1905:** Albert Einstein's portrait and a diagram of the photoelectric effect.
- 1920s:** Niels Bohr's portrait and a diagram of the Bohr model of an atom.
- 1927:** Werner Heisenberg's portrait and a diagram of wave-particle duality.
- 1928:** Paul Dirac's portrait and a diagram of the Dirac equation.
- 1940s-50s:** Richard Feynman's portrait and a diagram of a particle interaction.
- 1950s:** A diagram of the Standard Model of particle physics, showing Leptons (e,  $\mu$ ,  $\tau$  and their neutrinos), Quarks (u, c, t and d, s, b), Photons, W/Z bosons, Gluons, and the Higgs boson.
- 1960s:** A diagram of a particle detector cross-section.
- 1970s:** A portrait of a scientist and a diagram of an expanding universe.
- 1980s-90s:** A portrait of a scientist and a diagram of a particle interaction.
- 2000:** A portrait of a scientist and a diagram of a particle interaction.

# 1.3 Les différentes « écoles de pensées »

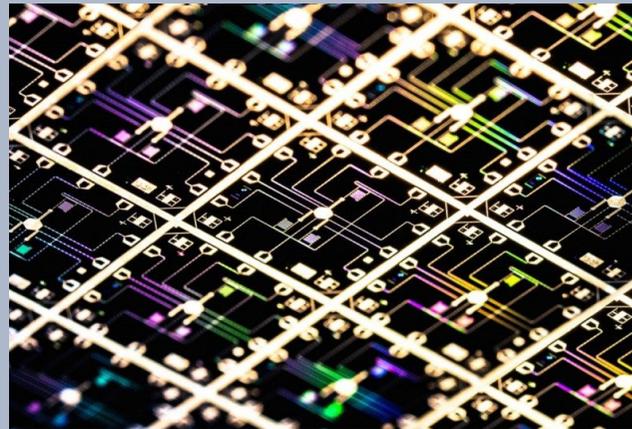
## Énorme champ d'applications



# 1.3 Les différentes « écoles de pensées »

Antiquité, Renaissance vs. Physique « moderne »

[2018-quantum computers will finally beat ordinary machine](#)



[Engineering of a Swedish quantum computer set to start](#)



- [1] Polycopié de cours
- [2] [Maria Barbi - 1P001 Concepts et Methodes de la Physique - groupes MIPI](#)
- [3] Wikipédia
- [4] [Encyclopédie Universalis](#)
- [5] David Sénéchal - [« Histoire des sciences » PHQ399](#) Université de Sherbrooke, QC
- [6] pour la suite : [Khan Academy](#) , [Unisciel](#) etc...