

Mécanique quantique

Mécanique quantique

Pourquoi en parler ?

# Mécanique quantique

Pourquoi en parler ?

- Culture générale
- Fondements des lois de la Nature
- Façonne la société moderne ...

# Mécanique quantique

Façonne la société moderne ...



La Vie s'écoule naturellement sans résistance dans le Vide Quantique, apprenez à retrouver son chemin...



**ADN Quantique**  
Devan-Diffusion

Secrets de votre ADN, de votre Soi, votre Energie Quantique...

**Synergie du Soleil Vibratoire & Quantique du Père Galilée®**

**Eau Florale**

## HoloAnalyse

**Daniel FLEURY**  
292 chemin des Gayannes  
84470 Châteauneuf de Gadagne (France)  
04 90 22 56 42  
06 63 84 57 57  
daniel@holoanalyse.fr

### Thérapie quantique par réinformation fréquentielle

La maladie est une tentative d'adaptation aux flux d'informations qui nous traversent et que nous n'arrivons pas à intégrer et à utiliser. Ces informations sont immatérielles, électro-magnétiques, lumineuses et hologrammiques. Elles structurent notre corps physique... mais aussi notre conscient comme notre inconscient...

## MÉDITATION RÉVEIL QUANTIQUE

BY LE TERRIEN CELESTE

# Mécanique quantique

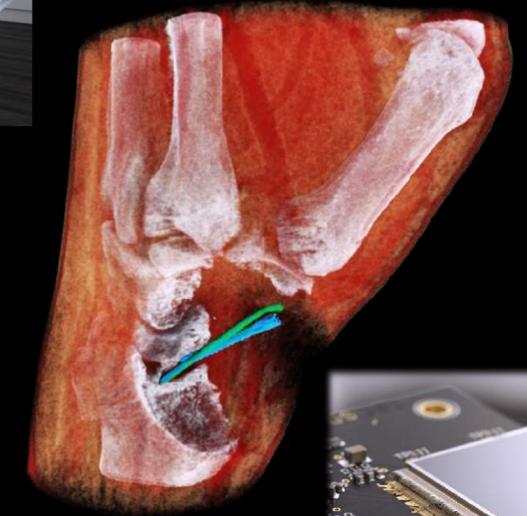
Façonne la société moderne ...

1864	Equations de Maxwell	Téléphonie mobile
1894	Rayons X	Tomodensitométrie
1912	Radio isotopes	Curiethérapie
1915	Relativité générale	GPS
1924	Dualité onde-particule	Microscopie électronique
1924	Bosons	Laser, LED
1928	Effet Tunnel	Mémoire vive
1932	Anti-matière	Tomographie à Emission de Positons
1950	Spin	Imagerie à Résonance Magnétique
1982	Intrication	Cryptographie, téléportation, ordinateurs quantiques
etc...		

# Mécanique quantique

Façonne la société moderne ...

1864	Equations de Maxwell	Téléphonie mobile
1894	Rayons X	Tomodensitométrie
1912	Radio isotopes	Curiethérapie
1915	Relativité générale	GPS
1924	Dualité onde-particule	Microscopie électronique
1924	Bosons	Laser, LED
1928	Effet Tunnel	Mémoire vive
1932	Anti-matière	Tomographie à émission de positons
1950	Spin	Imagerie à Résonance magnétique
1982	Intrication	Cryptographie, téléportation, ordinateurs quantiques
etc...		



Sans compter les retombées technologiques :

imagerie, accélérateurs, WWW,  
écran tactile, respirateur artificiel, etc...

Mécanique quantique

Comment en parler ?

# Mécanique quantique

Comment en parler ?

La physique quantique, une construction formelle dépassant le langage, en principe impossible à transmettre hors du petit cercle des initiés ?

# Mécanique quantique

Comment en parler ?

- Les mathématiques, langage de la Nature ?
- Paraphraser les équations ?
- D'où viennent les équations ?

$$(i\gamma^\mu \partial_\mu - m) \psi = 0$$

$$E = mc^2$$

*La nature insolite de l'univers quantique*

# La nature insolite de l'univers quantique

- Matière et échange d'énergie discontinues
- Dualité onde-corpuscule
- Principe d'indétermination
- Principe de superposition
- Vrai hasard quantique
- Intrication quantique

# Mécanique quantique

Comment en parler ?

La culture scientifique devient désirable si elle n'énonce pas seulement les principes, les équations, les résultats mais nous permet de saisir les passions singulières qui les ont voulus, pensés et créés.

Etienne Klein

# Mécanique quantique

Comment en parler ?

- Un cheminement historique
- Les révolutionnaires
- Le monde microscopique des atomes



# De l'atome antique à l'atome quantique

La nature insolite de l'univers quantique

# Mécanique quantique

Pourquoi en parler ?

- Culture générale
- Fondements des lois de la Nature
- Façonne la société moderne ...

# Physique quantique

Comment en parler ?

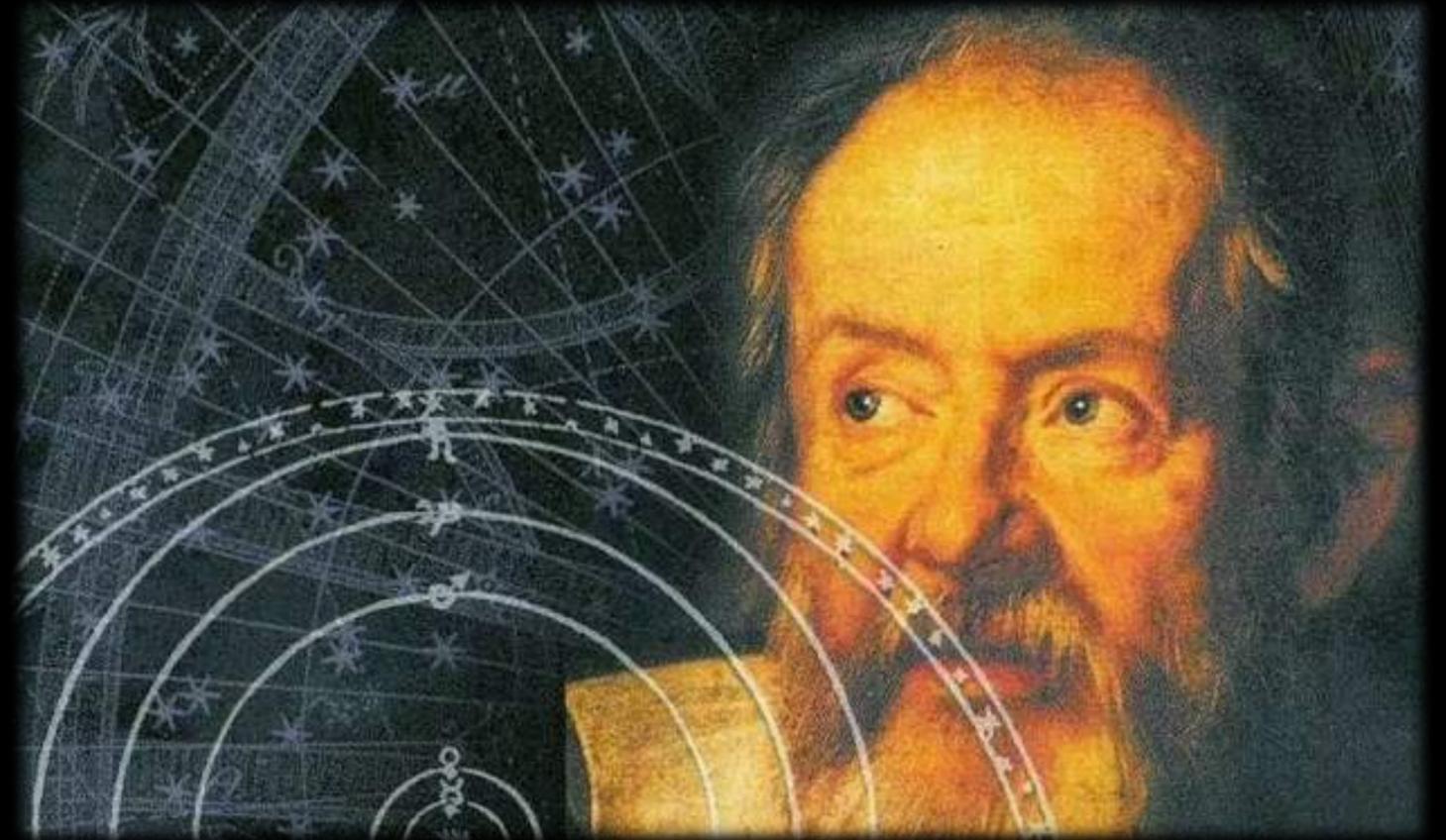
- Un cheminement historique
- Les révolutionnaires
- Le petit monde des atomes

# De l'atome antique à l'atome quantique

Èpoque 1

Il moto è come nullo

Galileo Galilei, 1610



# De l'atome antique à l'atome quantique

Epoque 2

Fiat quantum et photon fuit

Albert Einstein, 1905

ang auf  $\Sigma$  unter Berücksichtigung  
ich in Reihe befindet, g

$$E = \frac{Mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

gelte für den Zus  
Nach Ausserden

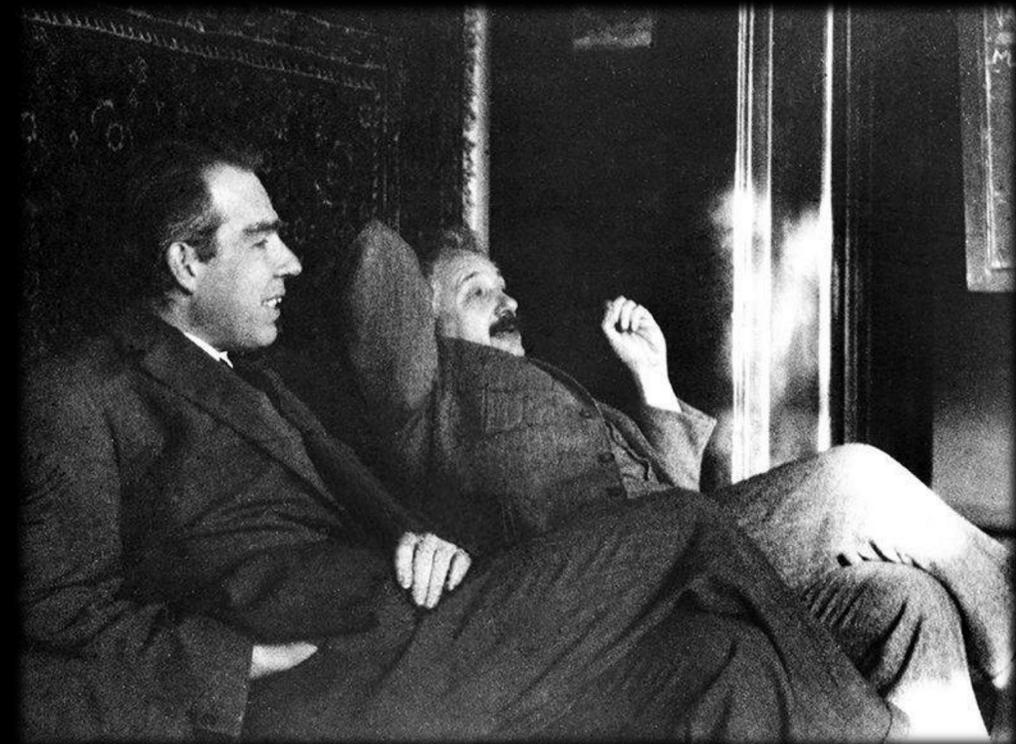


# De l'atome antique à l'atome quantique

Epoque 3

Gott würfelt nicht

Albert Einstein vs Niels Bohr, 1927

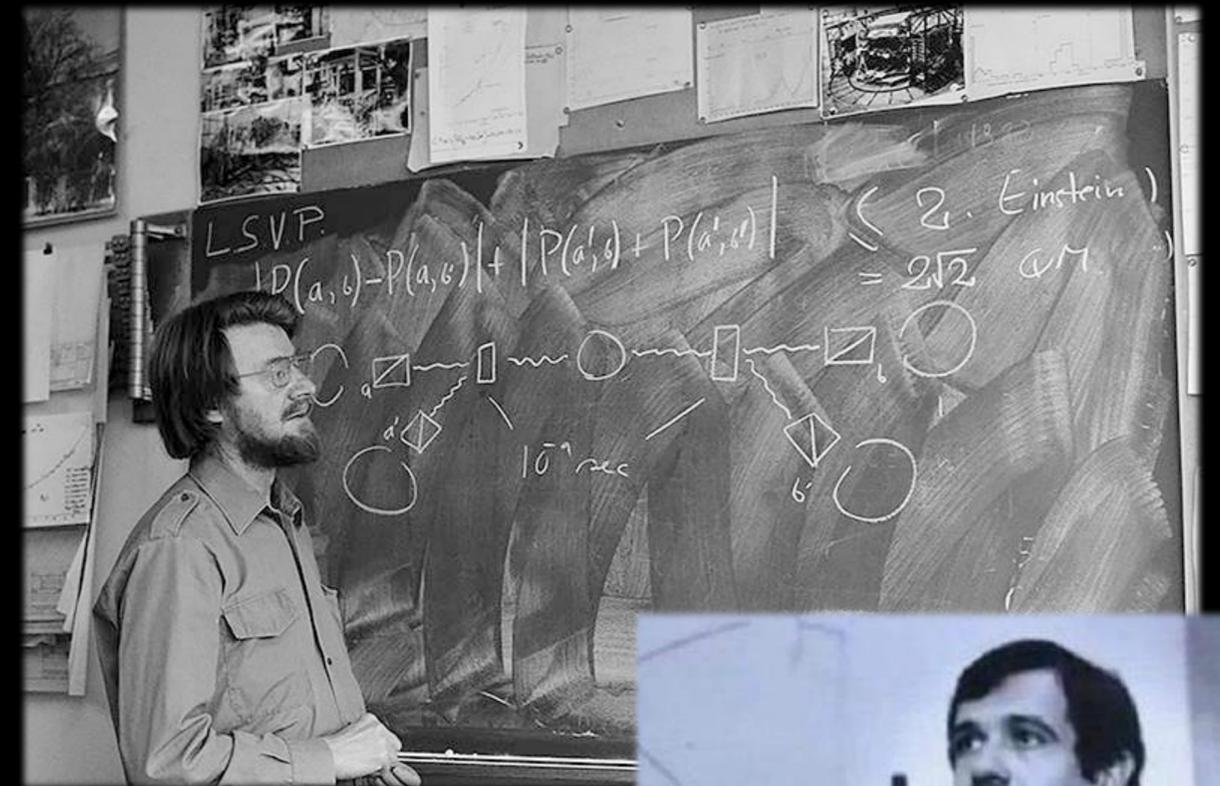


# De l'atome antique à l'atome quantique

Epoque 4

Le jeu de Bell

Alain Aspect, 1982

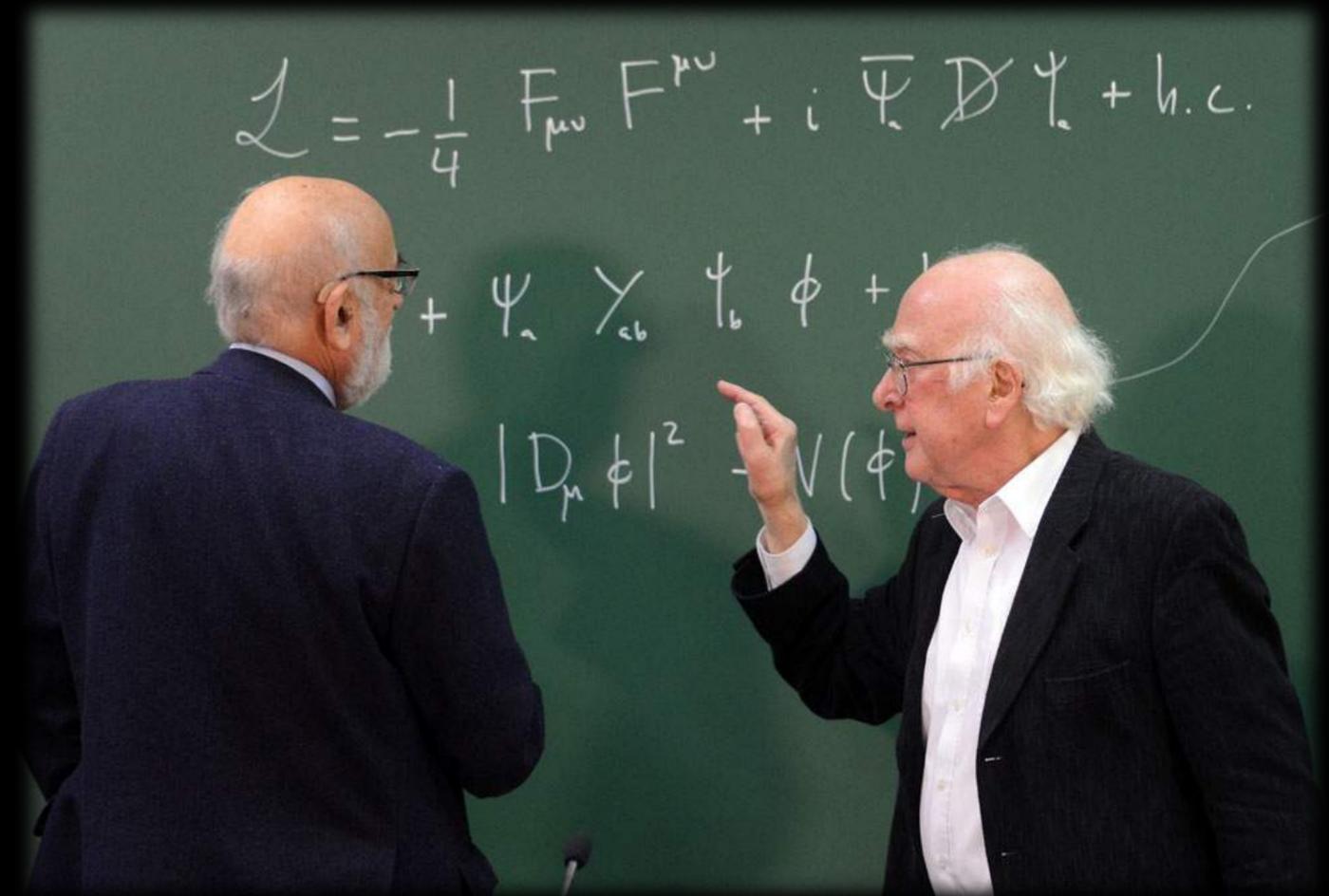


# De l'atome antique à l'atome quantique

Epoque 5

La masse est dite !

CERN, 2012



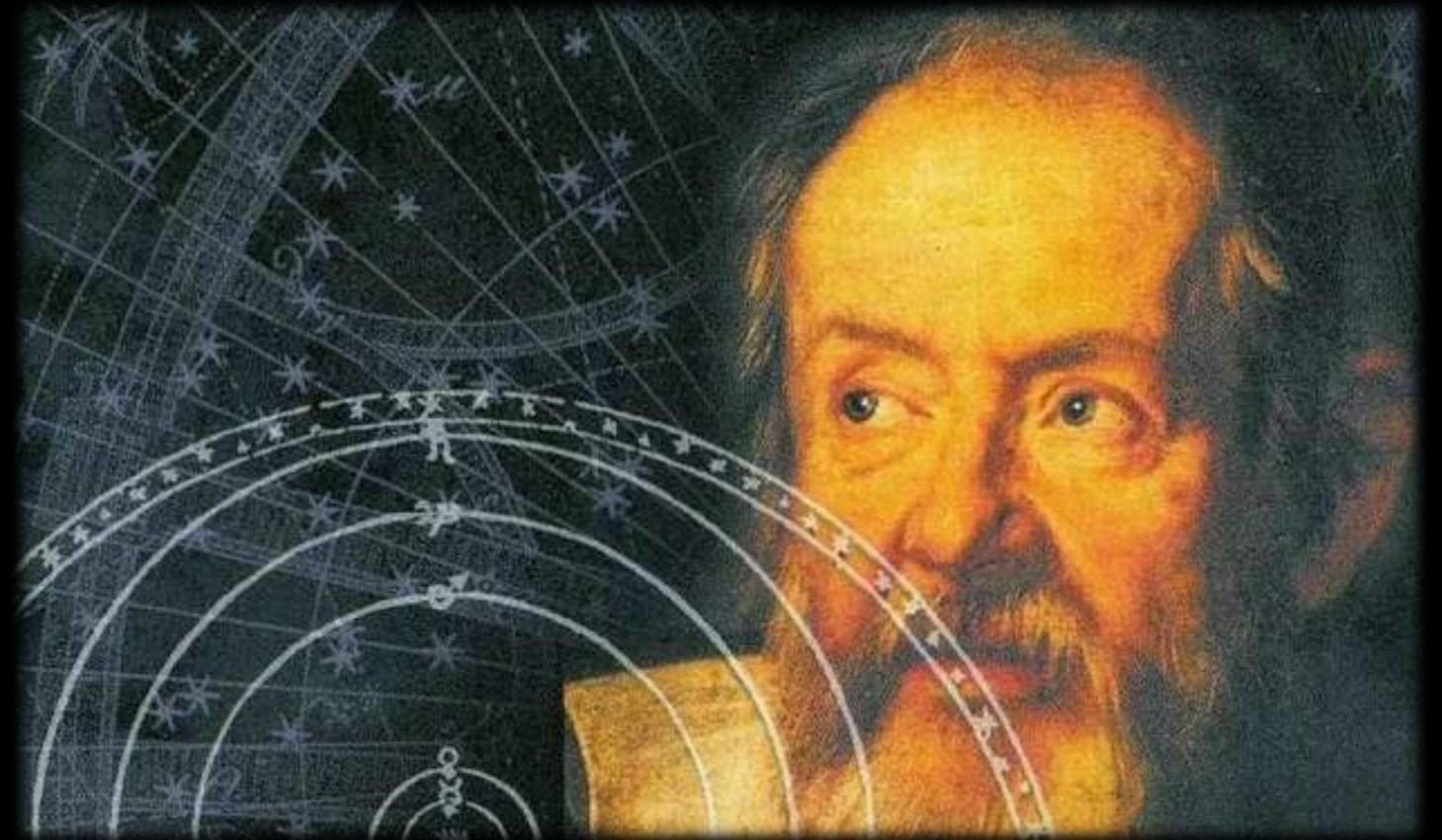
# De l'atome antique à l'atome quantique

La nature insolite de l'univers quantique

1. Il moto è come nullo, Galileo Galilei, 1610
2. Fiat quantum et photon fuit, Albert Einstein, 1905
3. Gott würfelt nicht, Albert Einstein vs Niels Bohr, 1927
4. Le jeu de Bell, Alain Aspect, 1982
5. La masse est dite ! CERN, 2012

Èpoque 1

Il moto è come nullo  
Galileo Galilei, 1610



# L'atome antique

Il y a vingt-cinq siècles peut-être, sur les bords de la mer divine, où le chant des aèdes venait à peine de s'éteindre, quelques philosophes enseignaient déjà que la Matière changeante est faite de grains indestructibles en mouvement incessant, Atomes que le Hasard ou le Destin auraient groupés au cours des âges selon les formes ou les corps qui nous sont familiers. Mais nous ne savons presque rien de ces premières théories. Ni Moschus de Sidon, ni Démocrite d'Abdère ou son ami Leucippe ne nous ont laissé de fragments qui permettent de juger ce qui, dans leur oeuvre, pouvait avoir quelque valeur scientifique. Et, dans le beau poème, déjà bien postérieur, où Lucrèce exposa la doctrine d'Épicure, on ne trouve rien qui fasse comprendre quels faits ou quels raisonnements avaient guidé l'intuition grecque.

# Physique pré-galiléenne

## L'atome antique

- |                            |                       |                                 |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| • Anaxagóras               | (500 – 428 av. J.-C.) | Éléments premiers               |
| • Leúkippos                | (500 – 420 av. J.-C.) | Un plus petit élément           |
| • Dêmókritos               | (460 – 390 av. J.-C.) | Plein & vide                    |
| • Epicouros                | (342 – 270 av. J.-C.) | Atomes pesants                  |
| • Titus Lucretius<br>Carus | (98 – 55 av. J.-C.)   | Nombre fini d'atomes composites |

# L'école d'Athènes

L'atome antique





Alexandre le Grand

Xénophon  
Socrate

Platon

Aristote

Zoroastre

Epicure

Averroes

Parménide

Diogène

Ptolémée  
Euclide

Zénon

Héraclite

Pythagore

X

# Physique pré-galiléenne

Aristote (384 av. J.-C. - 322 av. J.-C.)

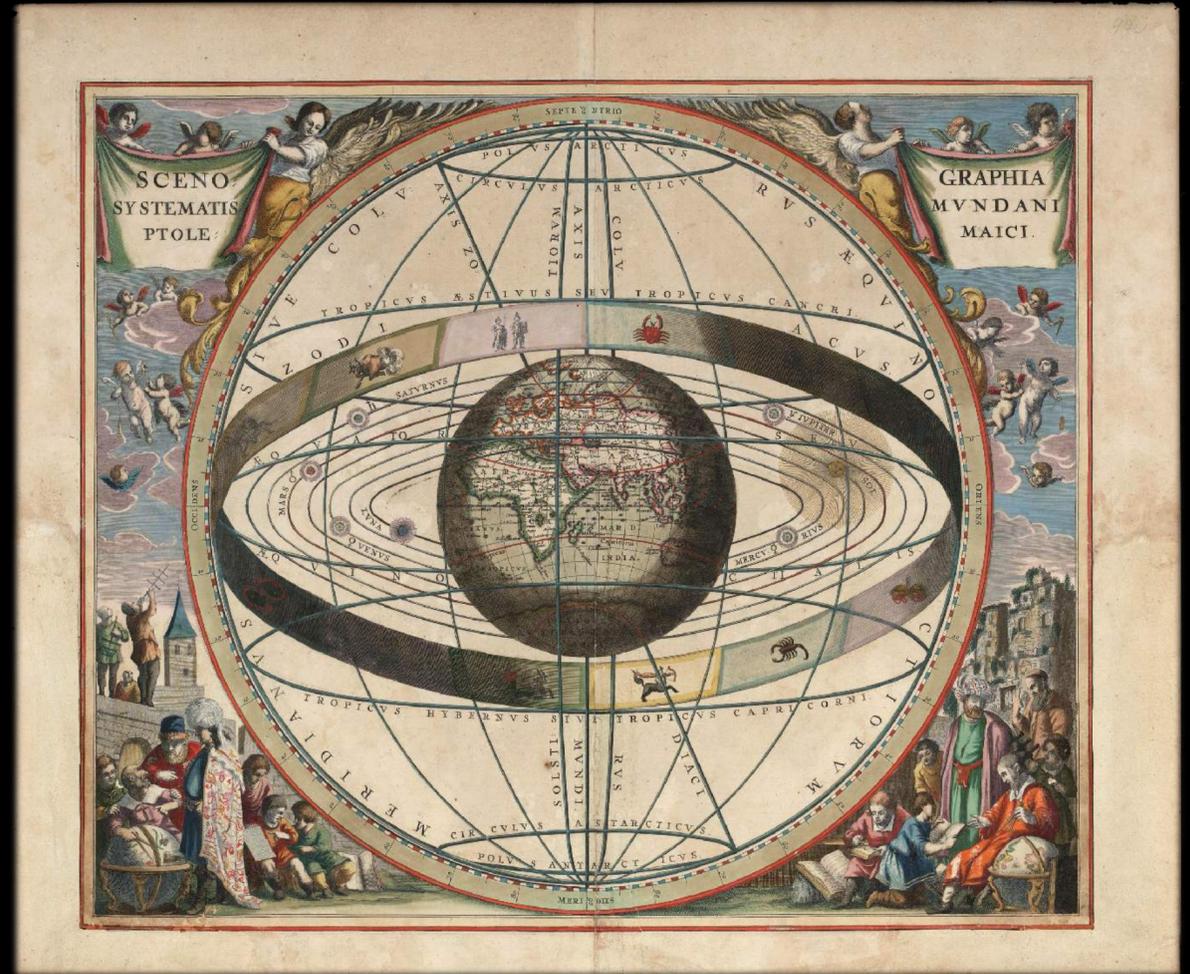
- Observation empirique et bon sens



# Physique pré-galiléenne

Aristote (384 av. J.-C. - 322 av. J.-C.)

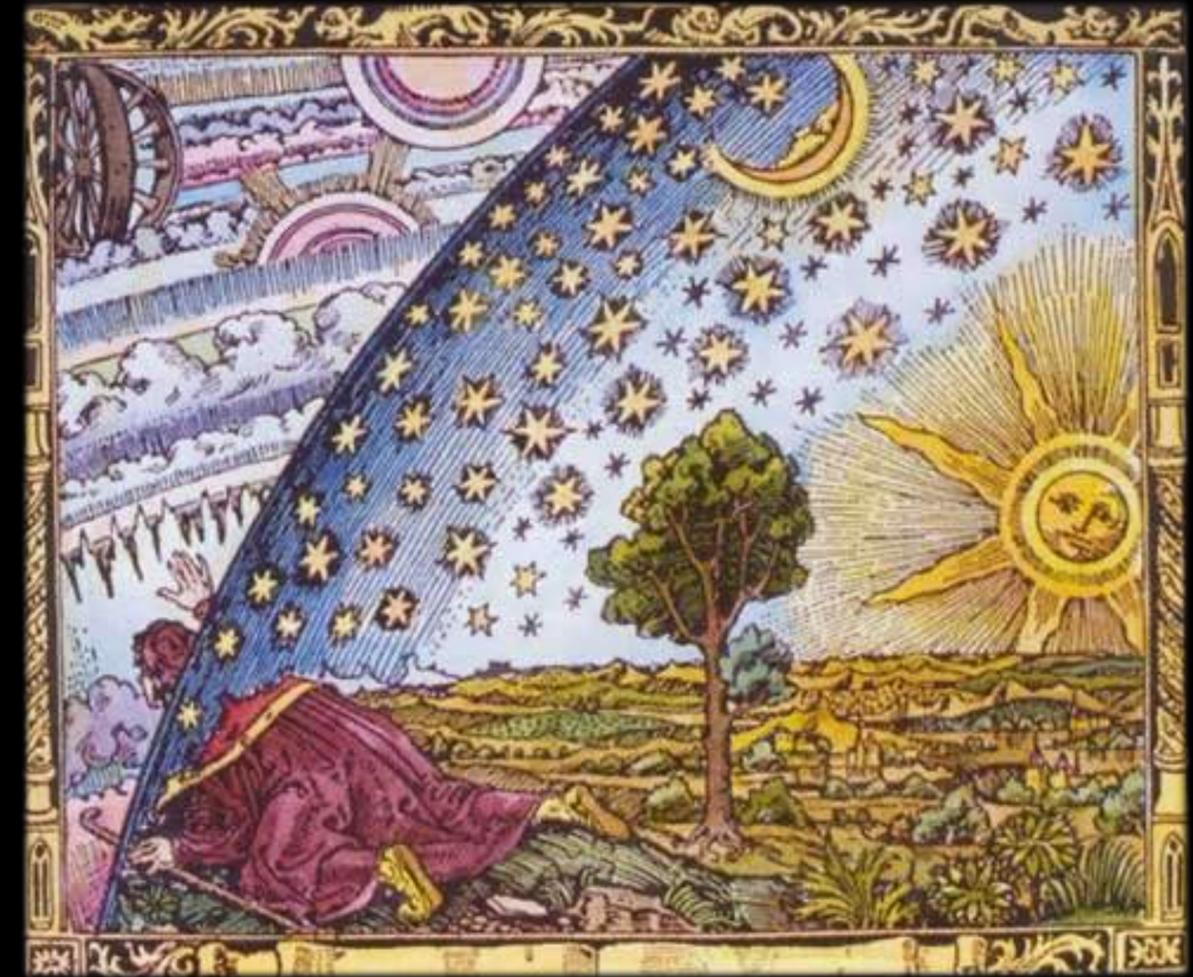
- Observation empirique et bon sens
- Géocentrisme



# Physique pré-galiléenne

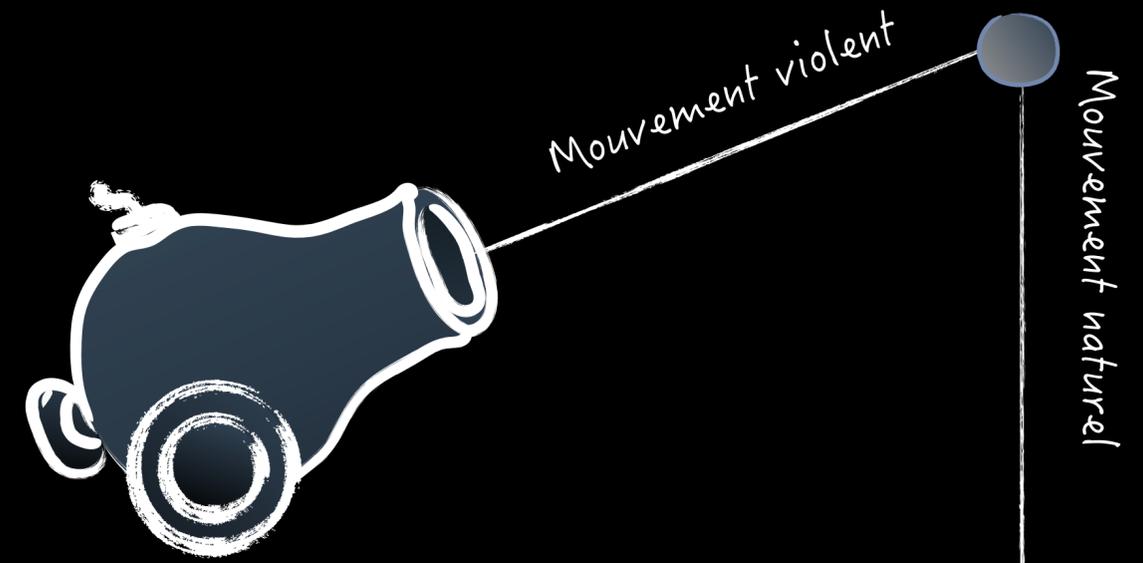
Aristote (384 av. J.-C. - 322 av. J.-C.)

- Observation empirique et bon sens
- Géocentrisme
- Deux mondes sub- & supra-lunaire



# Physique pré-galiléenne

Aristote (384 av. J.-C. - 322 av. J.-C.)

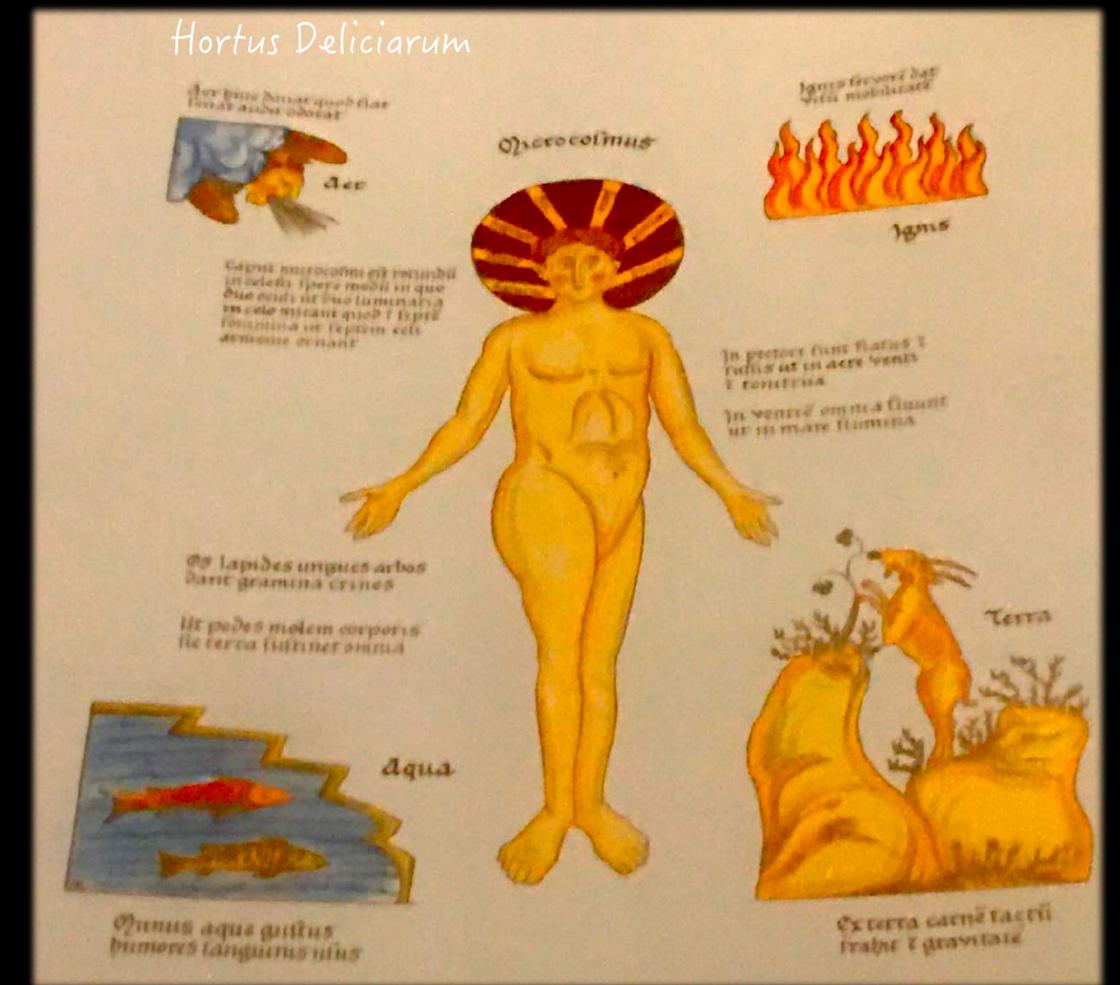


- Observation empirique et bon sens
- Géocentrisme
- Deux mondes sub- & supra-lunaire
- Mouvement, principe immanent de la matière

# Physique pré-galiléenne

Aristote (384 av. J.-C. - 322 av. J.-C.)

- Observation empirique et bon sens
- Géocentrisme
- Deux mondes sub- & supra-lunaire
- Mouvement, principe immanent de la matière
- Quatre éléments et 2 principes



L'ignorant affirme, le savant doute, le sage réfléchit.

Aristote

Ne craignons pas que les Chrétiens soient ignorant de la force et du nombre d'éléments, le mouvement, l'ordonnancement et les éclipses des objets célestes, la nature des cieux, la diversité et la nature des animaux, des arbres, des pierres... Il suffit aux chrétiens de croire que la cause de toutes choses, qu'elles soient célestes ou terrestres, qu'elles soient visibles ou invisibles, n'est autre que la bonté du Créateur qui est le seul et vrai Dieu.

Saint Augustin (354-430)

# Physique pré-galiléenne

## Pro-Aristote

- 1245 Synthèse pensée chrétienne et philosophie d'Aristote, Thomas d'Aquin
- 1545 Aristote compatible avec la Bible, Concile de Trente



# Physique pré-galiléenne

## Foi et Raison



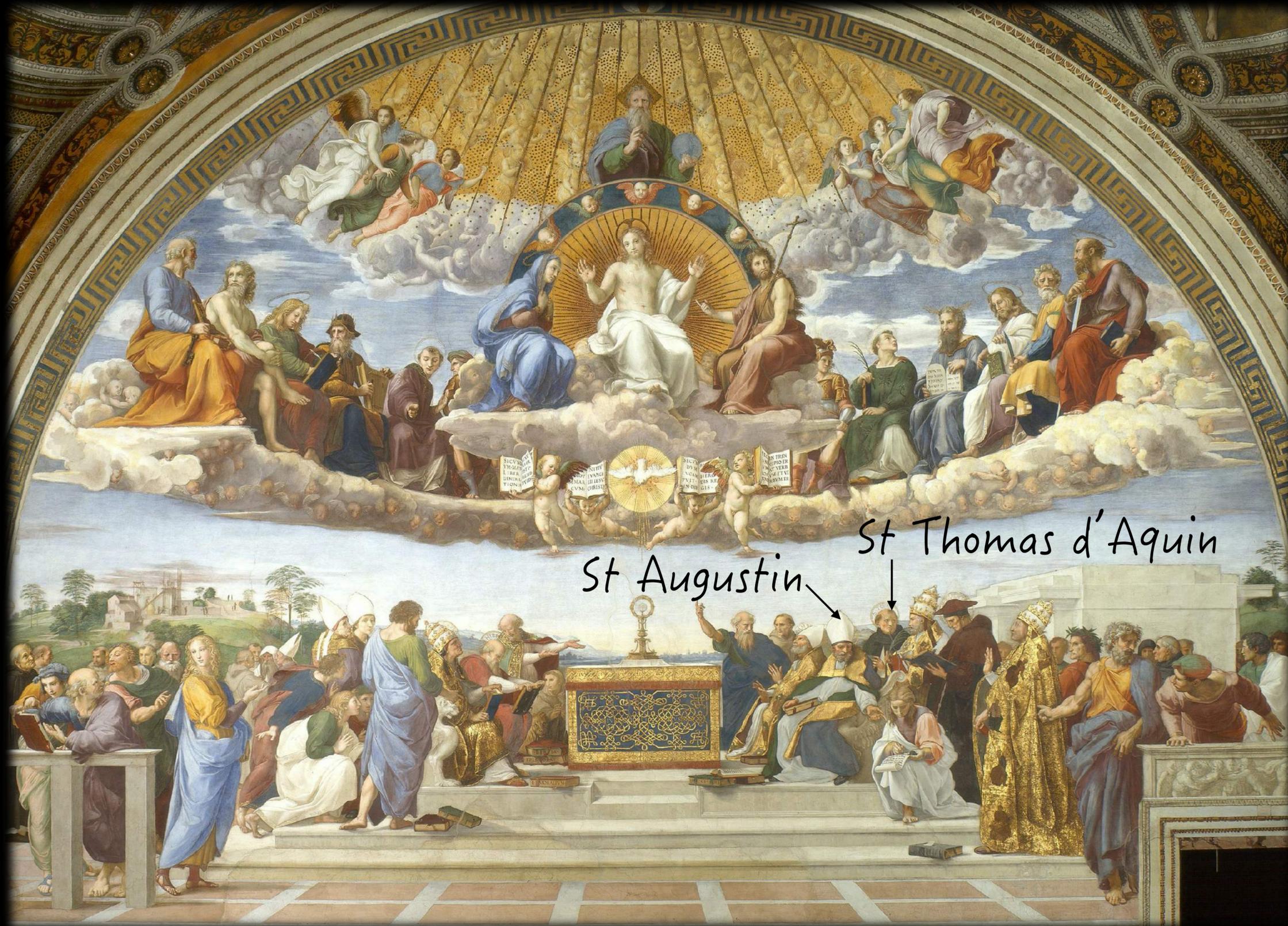
Physique pré-galiléenne  
Foi et Raison

## Les députés à nouveau sous le regard d'Aristote



Photo Martin BUREAU/AFP

Les députés ont repris leurs débats sous l'œil d'Aristote et de Platon : la monumentale tapisserie *L'École d'Athènes*, déposée il y a trois ans pour une minutieuse restauration, a été dévoilée mardi dans l'hémicycle du Palais Bourbon. « Les couleurs retrouvées de cette tapisserie éclaireront nos débats », s'est félicité le président de l'Assemblée nationale Richard Ferrand, quelques instants avant l'ouverture de la session parlementaire.

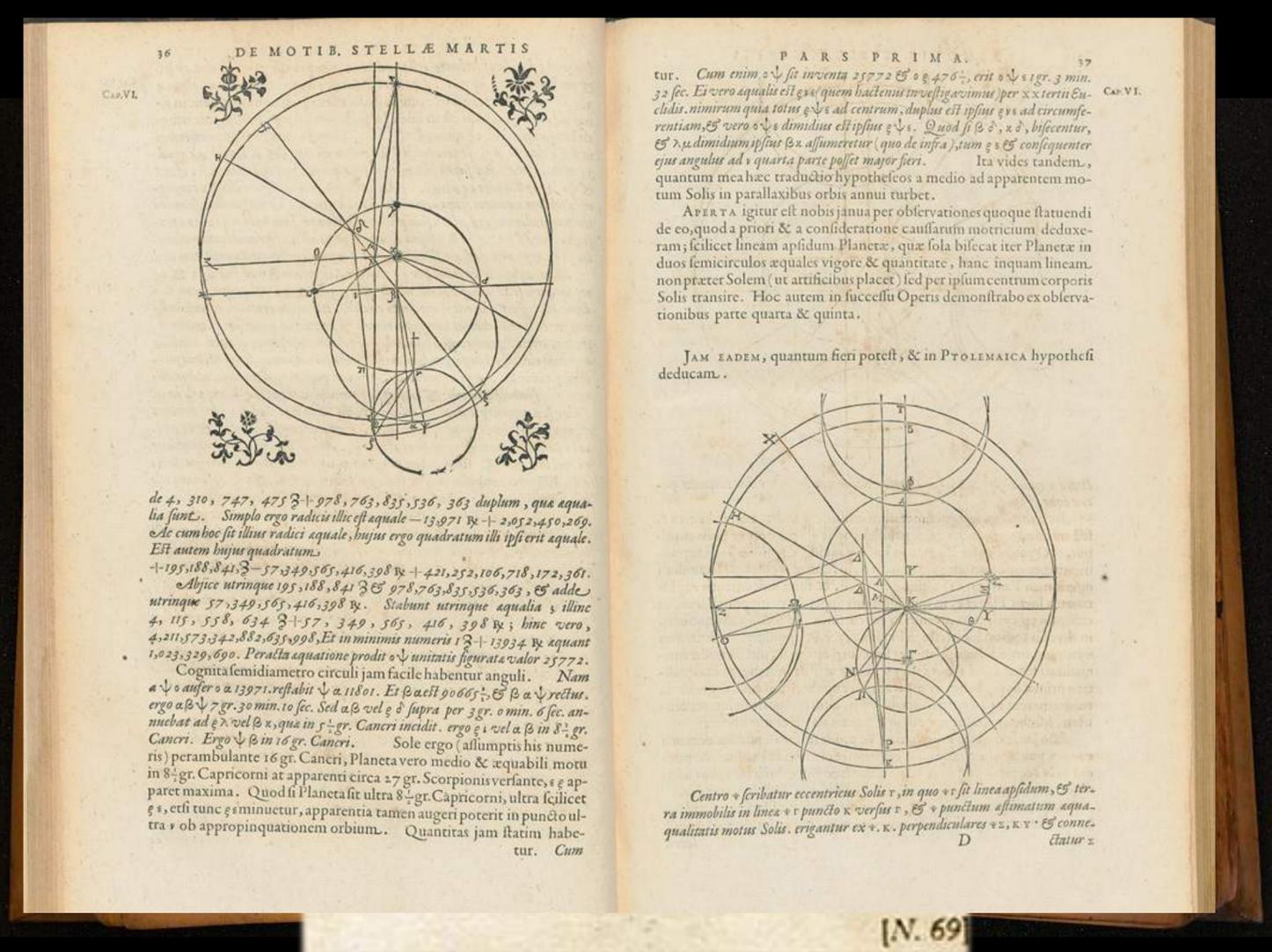


St Augustin

St Thomas d'Aquin

# Physique pré-galiléenne

## Les rebelles

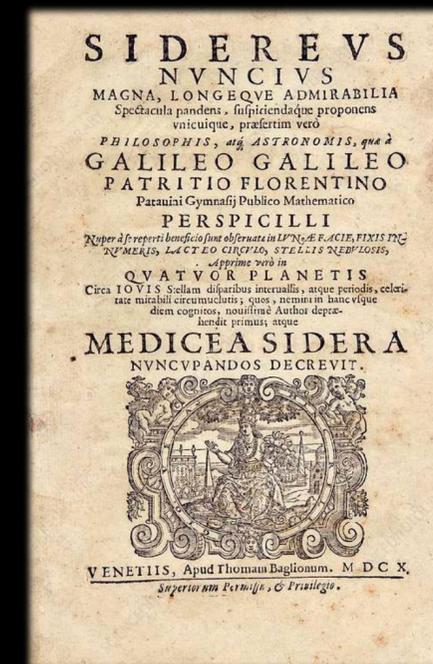


- 1543 De Revolutionibus Orbium Coelestium, Mikolaj Kopernik
- 1584 De l'Infinito, Universo e Mondi, Giordano Bruno
- 1609 Astronomia Nova, Johannes Kepler

Galileo Galilei

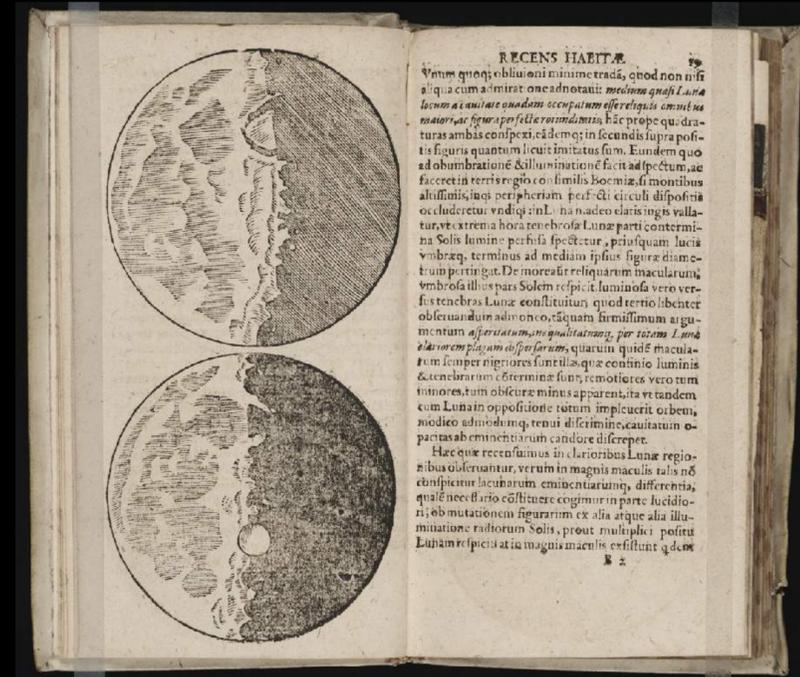
1564-1642

# 1610, Sidereus Nuncius



# 1670, Sidereus Nuncius

- La Lune



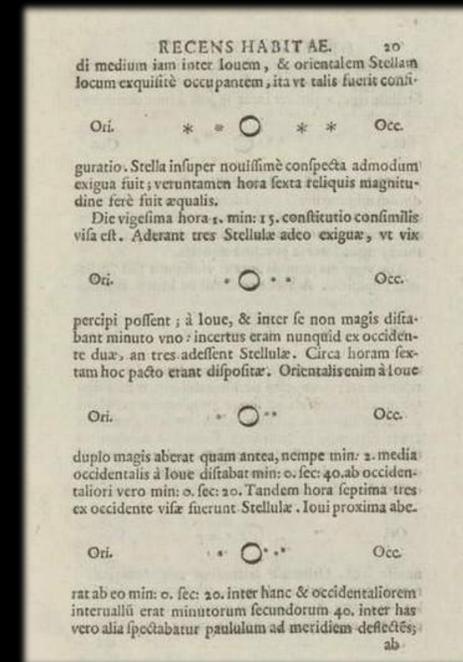
# 1610, Sidereus Nuncius

- La Lune
- Les étoiles



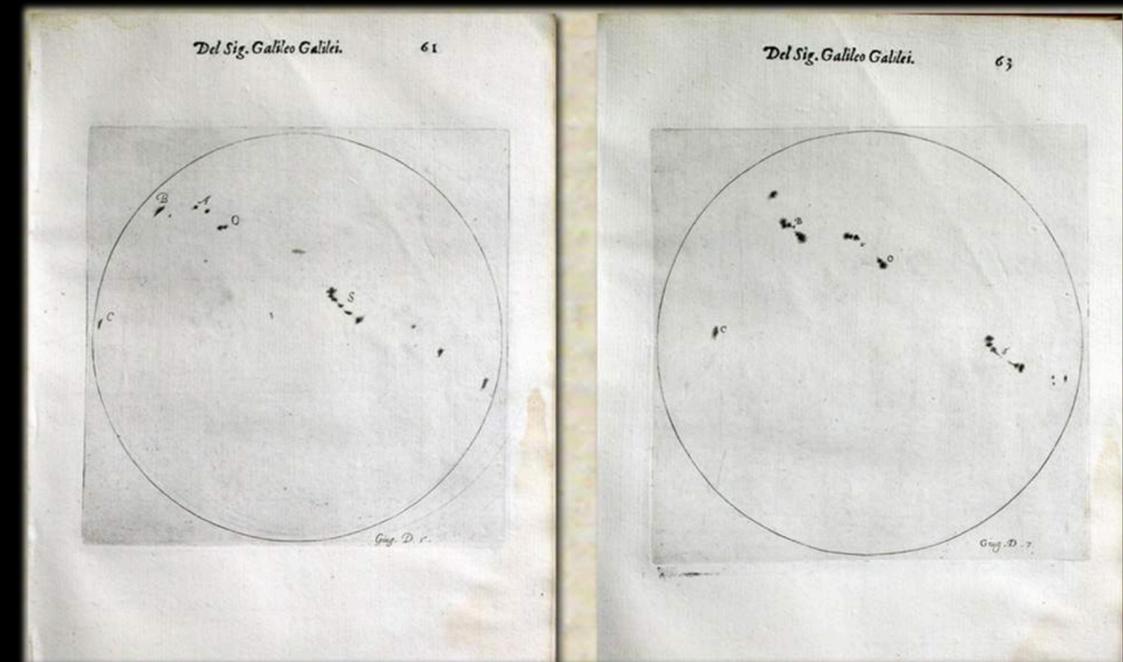
# 1670, Sidereus Nuncius

- La Lune
- Les étoiles
- Jupiter et ses lunes



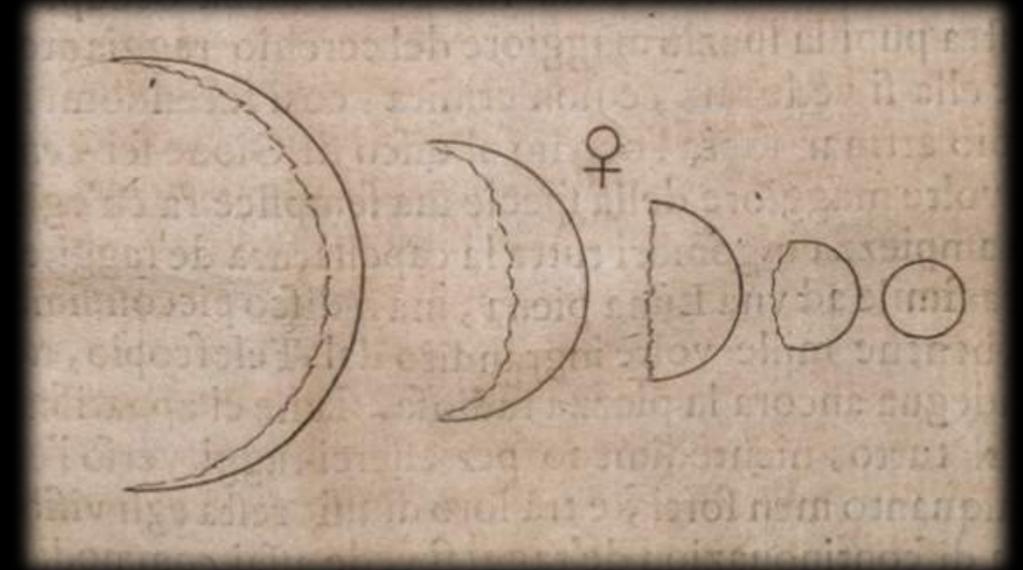
# 1610, Sidereus Nuncius

- La Lune
- Les étoiles
- Jupiter et ses lunes
- Les taches du Soleil



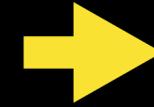
# 1610, Sidereus Nuncius

- La Lune
- Les étoiles
- Jupiter et ses lunes
- Les taches du Soleil
- Venus et ses phases



# Physique galiléenne

Galilée (1564 - 1642)



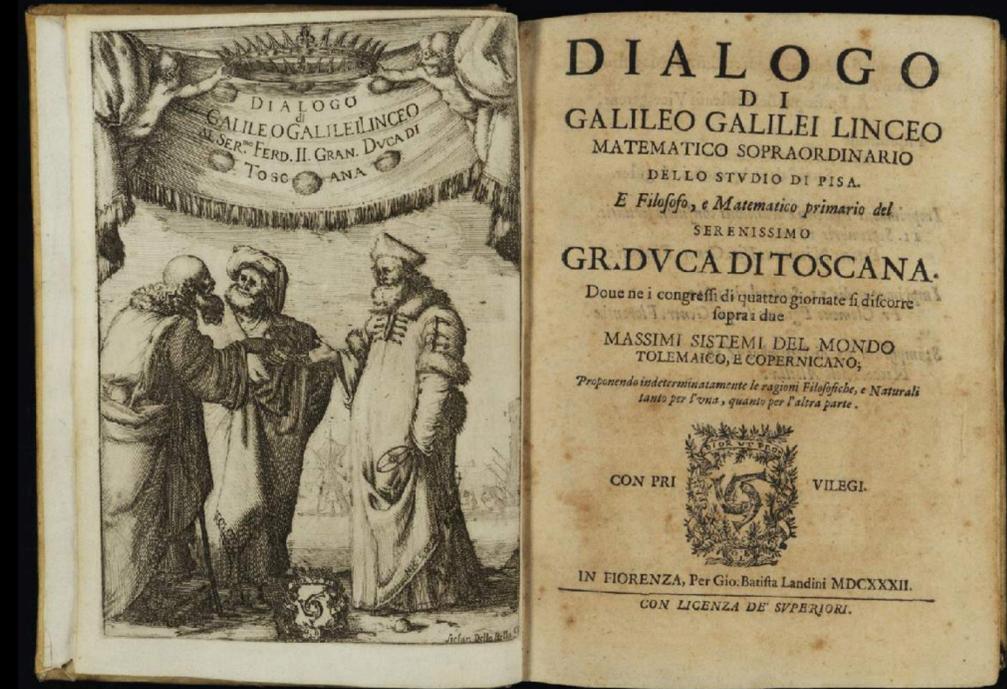
- Observation empirique et bon sens
- Géocentrisme
- ~~Deux mondes sub- & supra-lunaire~~
- Quatre éléments et 2 principes
- Mouvement, principe immanent de la matière

Aristote

- Invente l'Univers

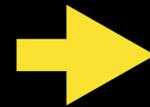
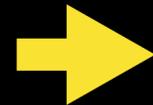
# 1632, Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo

- La méthode scientifique
- Mouvements diurne et annuel de la Terre
- Les mouvements gravitationnel et inertiel



# Physique galiléenne

Galilée (1564 - 1642)



~~• Observation empirique et bon sens~~

~~• Géocentrisme~~

~~• Deux mondes sub- & supra-lunaire~~

• Quatre éléments et 2 principes

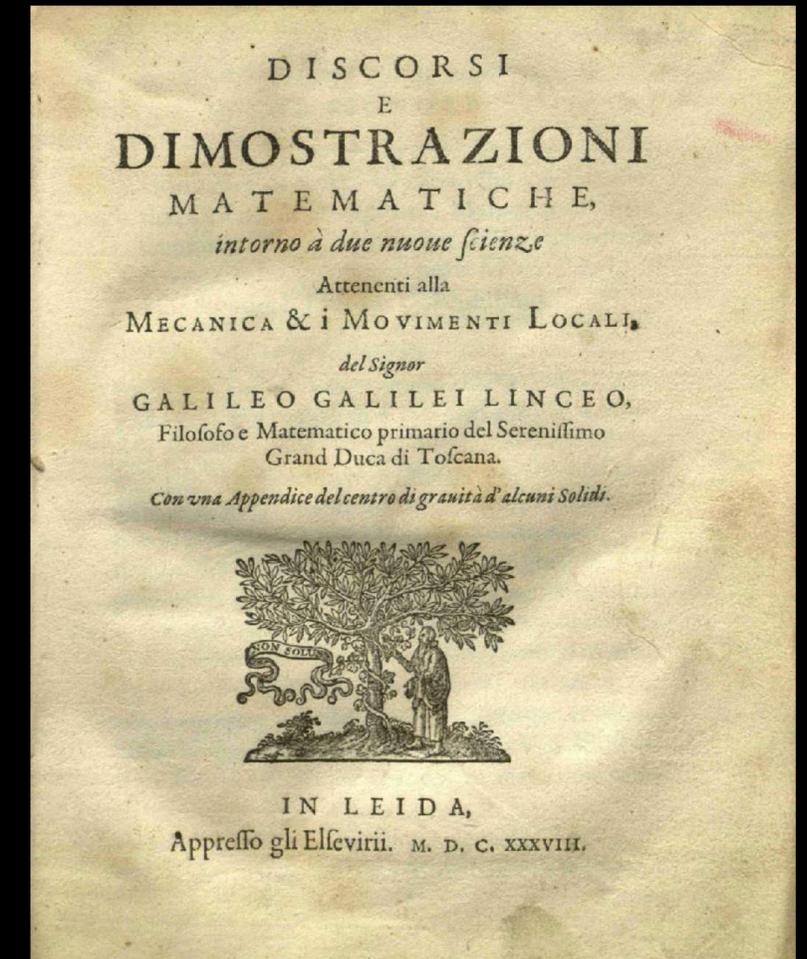
~~• Mouvement, principe immanent de la matière~~

Aristote

- Invente l'Univers
- La méthode scientifique : observations → lois fondamentales → prédictions
- Héliocentrisme
- Mouvement et principe de relativité

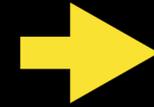
1638, Discorsi e Dimostrazioni matematiche intorno a due scienze attenanti alla meccanica ed i movimenti locali

- Résistance des matériaux - Atomisme
- Mouvement uniforme et accéléré
- Mouvement des projectiles



# Physique galiléenne

Galilée (1564 - 1642)



- ~~Observation empirique et bon sens~~
- ~~Géocentrisme~~
- ~~Deux mondes sub- & supra-lunaire~~
- ~~Quatre éléments et 2 principes~~
- ~~Mouvement, principe immanent de la matière~~

Aristote

- Invente l'Univers
- La méthode scientifique : observations → lois fondamentales → prédictions
- Héliocentrisme
- Mouvement et principe de relativité
- Théorie corpusculaire mathématique

# Physique galiléenne

Galilée (1564 - 1642)

- Observation empirique et bon sens
- Géocentrisme
- Deux mondes sub- & supra-lunaire
- Quatre éléments et 2 principes
- Mouvement, principe immanent de la matière

Aristote

- Invente l'Univers
- La méthode scientifique : observations  $\rightarrow$  lois fondamentales  $\rightarrow$  prédictions
- Héliocentrisme
- Mouvement et principe de relativité
- Théorie corpusculaire mathématique

# La physique classique

Mécanique de Newton (1687)

Electromagnétisme de Maxwell (1864)

Physique statistique de Boltzmann (1867)

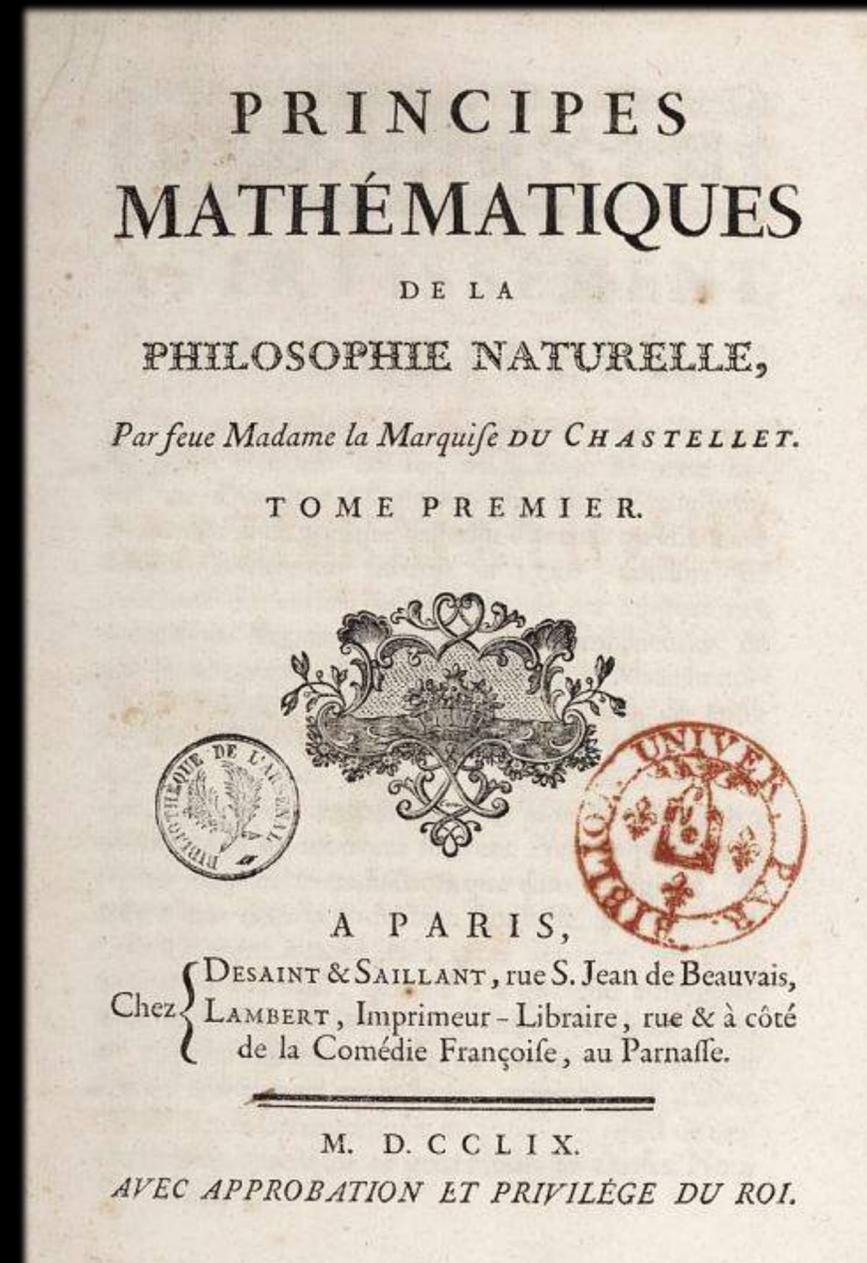
Isaac Newton (1642 - 1727)

Nature and Nature's laws lay hid in night: God said, 'Let Newton be!'  
and all was light.

Alexander Pope

Newton

1687 : Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica



Newton

1687 : Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica

PRINCIPES  
MATHÉMATIQUES

DE LA

PHILOSOPHIE NATURELLE,

Par feu Madame la Marquise DU CHASTELLET.

TOME PREMIER.



A PARIS,

Chez DESAINT & SAILLANT, rue S. Jean de Beauvais,  
LAMBERT, Imprimeur - Libraire, rue & à côté  
de la Comédie Française, au Parnasse.

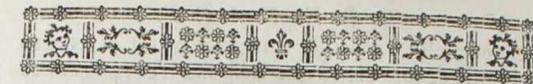
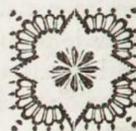
M. D. C C L I X.

AVEC APPROBATION ET PRIVILÈGE DU ROI.

AVERTISSEMENT.

Il n'y a que la théorie des planètes secondaires dont  
l'admission dans cet Ouvrage sembleroit plus diffi-  
cile à justifier; mais au tems où M. Clairaut trava-  
it avec Madame du Chastellet, il étoit encore trop  
peu content, & de ce que Newton avoit fait sur ce  
sujet, & de ses idées propres, pour lui en rien com-  
miquer. Cette partie intéressante du système du  
monde n'a reçu que depuis peu cette perfection qui  
lui manquoit. Les Lecteurs qui voudront être suffi-  
amment instruits sur cette matiere, pourront consul-  
ter la pièce de M. Clairaut qui a remporté le prix de  
l'Académie de Peterbourg sur la *théorie de la Lune*,  
Ouvrage que M. d'Alembert vient de publier sous  
le titre de *Recherches sur quelques points importants  
du système du Monde*.

C'est-là tout ce qu'en qualité d'Editeurs nous avons  
pu faire de cet Ouvrage. M. de Voltaire a pris la peine  
de tracer le caractère de la sçavante Dame qui en est  
l'Auteur. La Préface Historique qu'on lit à la suite  
de cet Avertissement est de cet homme célèbre.



PRÉFACE HISTORIQUE.

CETTE traduction que les plus savans Hommes  
de France devoient faire, & que les autres doi-  
vent étudier, une femme l'a entreprise & achevée à  
l'étonnement & à la gloire de son pays. Gabrielle-  
Emilie de Breteuil, Marquise du Châtelet, est l'Au-  
teur de cette Traduction, devenue nécessaire à tous  
ceux qui voudront acquérir ces profondes connoi-  
ssances, dont le monde est redevable au grand New-  
ton.

C'eût été beaucoup pour une femme de sçavoir la  
Géométrie ordinaire, qui n'est pas même une intro-  
duction aux vérités sublimes contenues dans cet  
Ouvrage immortel. On sent assez qu'il falloit que  
Madame la Marquise du Chastelet fût entrée bien  
avant dans la carrière que Newton avoit ouverte, &  
qu'elle possédât ce que ce grand homme avoit en-  
seigné. On a vu deux prodiges: l'un, que Newton  
ait fait cet Ouvrage; l'autre, qu'une Dame l'ait tra-  
duit & l'ait éclairci.

Ce n'étoit pas son coup d'essai, elle avoit aupara-  
vant donné au Public une explication de la Phi-  
losophie de Leibnitz sous le titre d'*Institutions de  
Physique*, adressées à son fils, auquel elle avoit  
enseigné elle-même la Géométrie.

Le Discours préliminaire qui est à la tête de ses  
*Institutions* est un chef d'œuvre de raison & d'élo-

# Newton

1687 : Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica

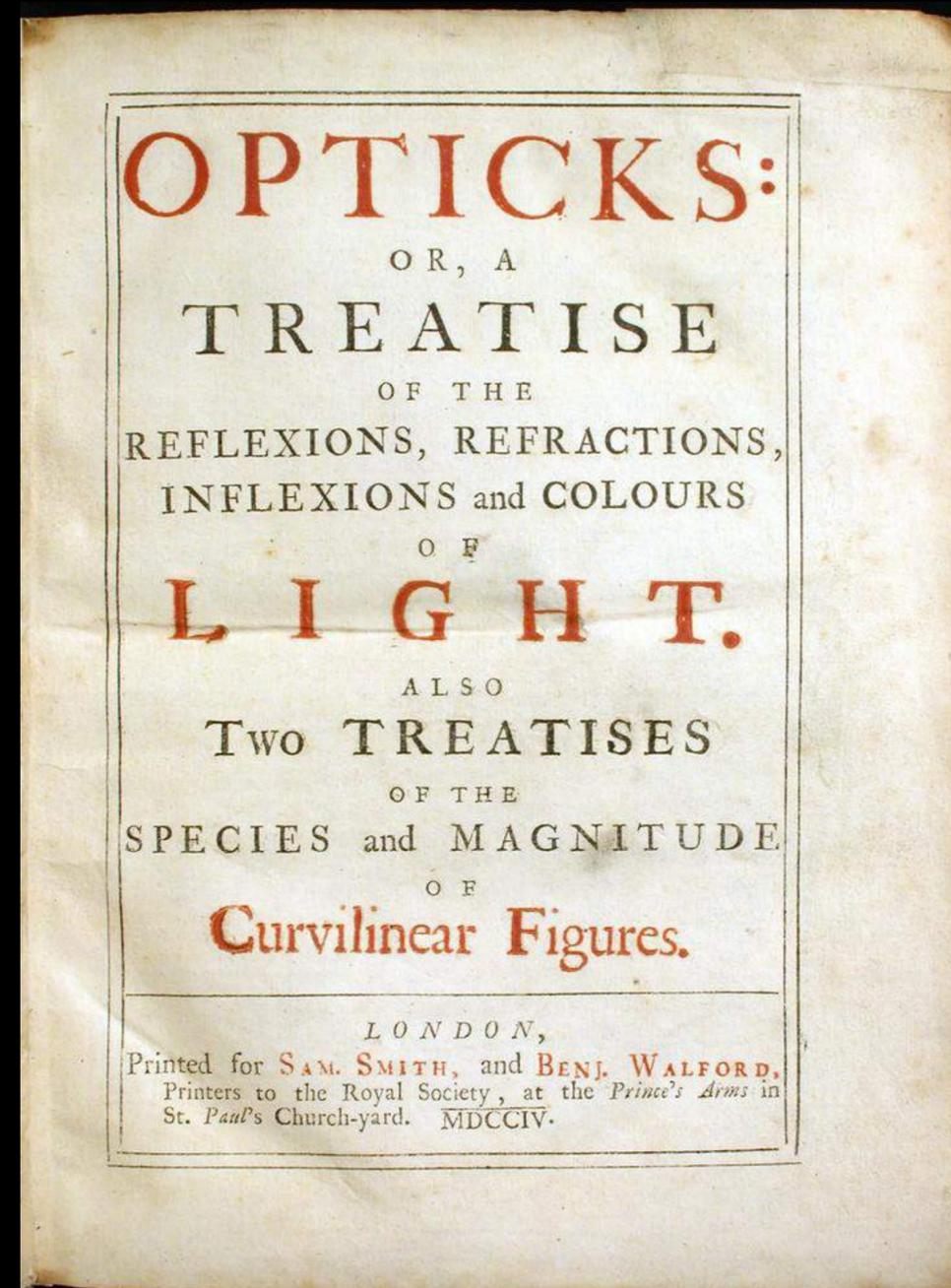
1. Principe d'inertie
2. Loi d'accélération ( $F = m_i a$ )
3. Loi d'action et de réaction

$$\left. \begin{array}{l} 1. \text{ Principe d'inertie} \\ 2. \text{ Loi d'accélération } (F = m_i a) \\ 3. \text{ Loi d'action et de réaction} \end{array} \right\} \rightarrow F = G \frac{M_t \times M_l}{d^2}$$

- Les masses
- Forces ... non locales !
- Espace et temps, la scène où se jouent les phénomènes

Newton

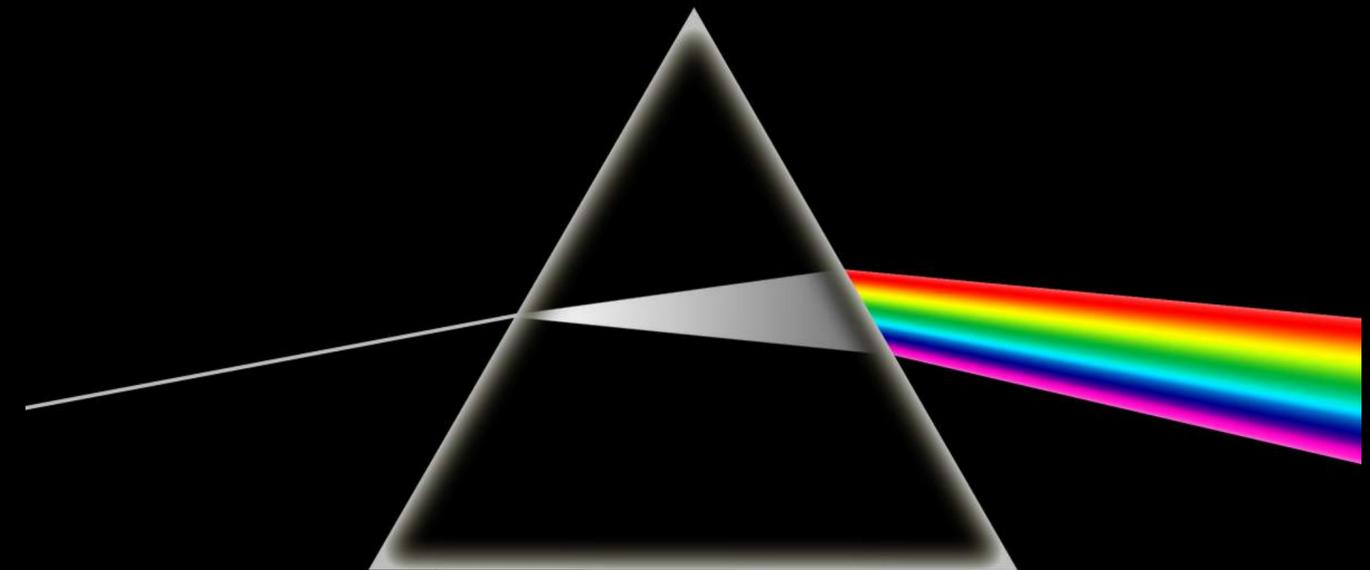
1675 : Opticks



Newton

1675 : Opticks

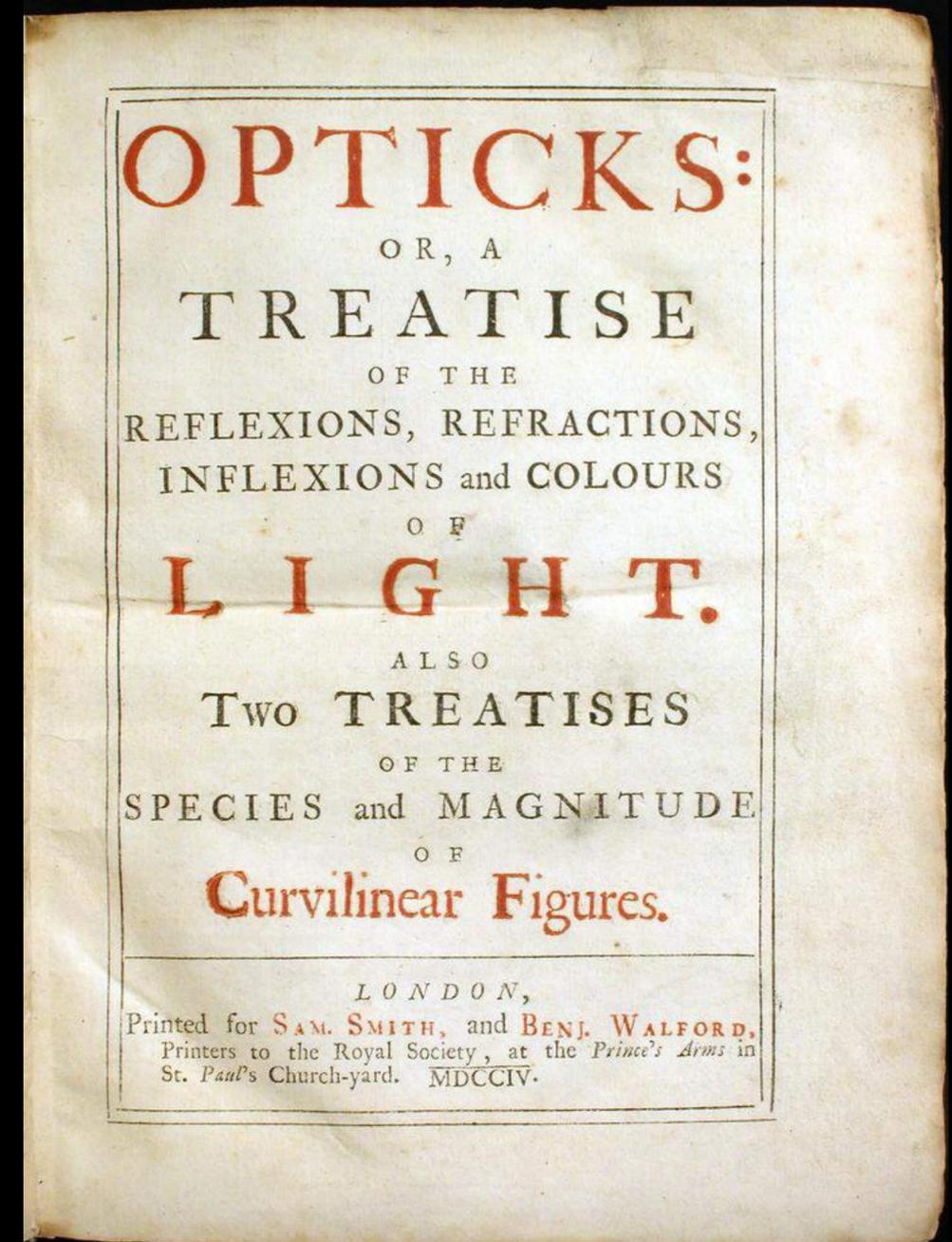
- Expériences sur la lumière
- Spectre de lumière



Newton

1675 : Opticks

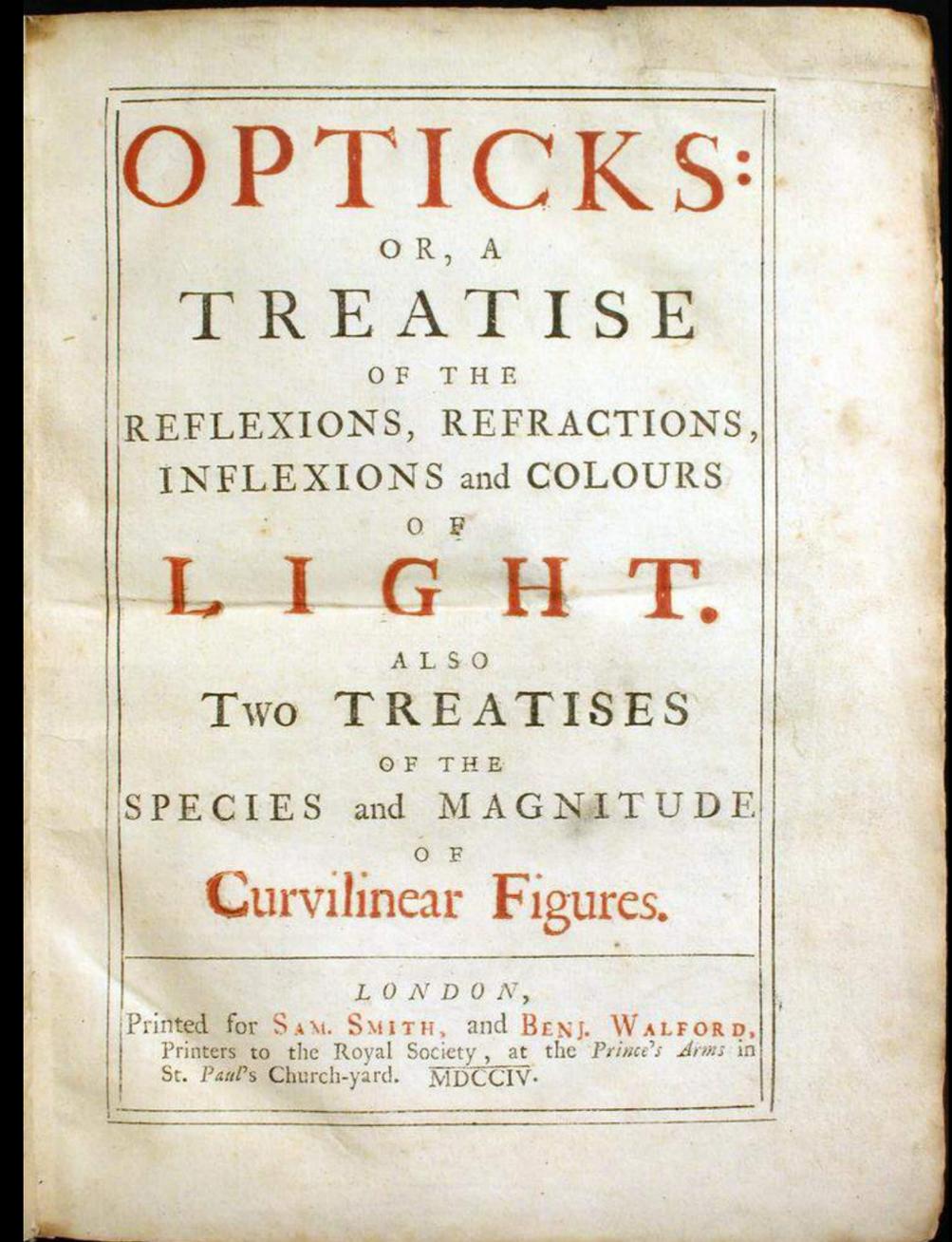
- Expériences sur la lumière
- Spectre de lumière
- Théorie corpusculaire de la lumière



Newton

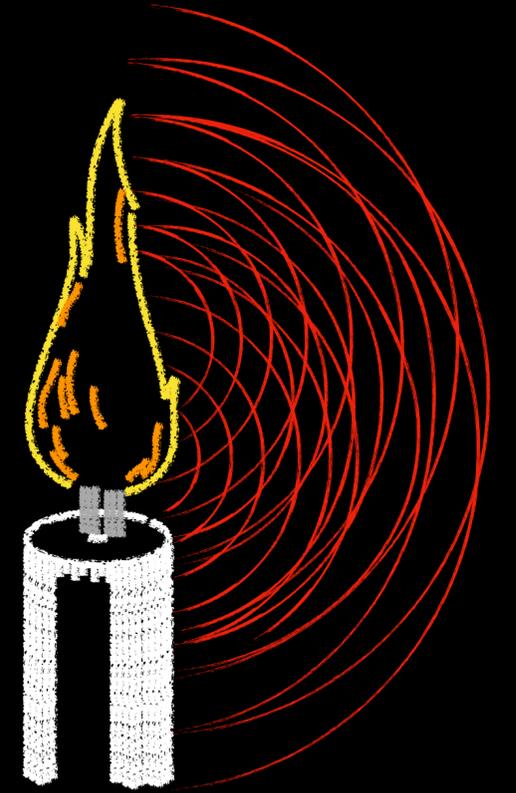
1675 : Opticks

- Expériences sur la lumière
- Spectre de lumière
- Théorie corpusculaire de la lumière
- Limite de la divisibilité de la matière

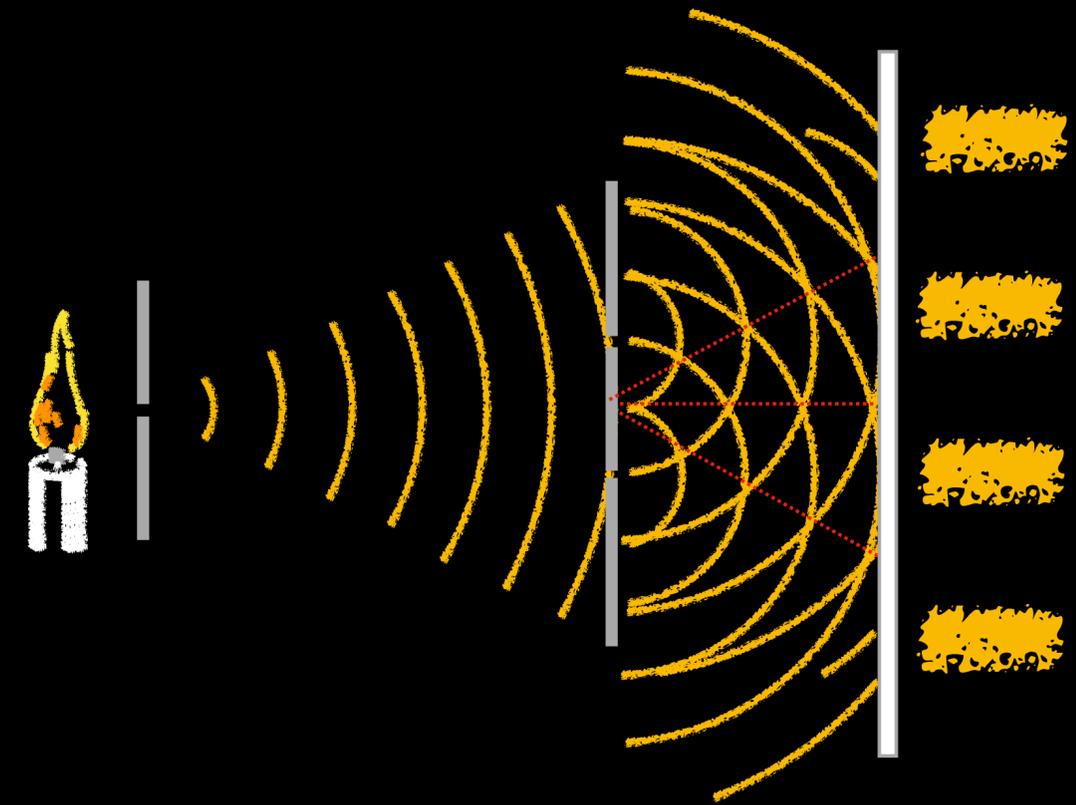


La lumière est onde

Christiaan Huygens (1678) : Onde et éther



# La lumière est onde



Christiaan Huygens (1678) : Onde et éther

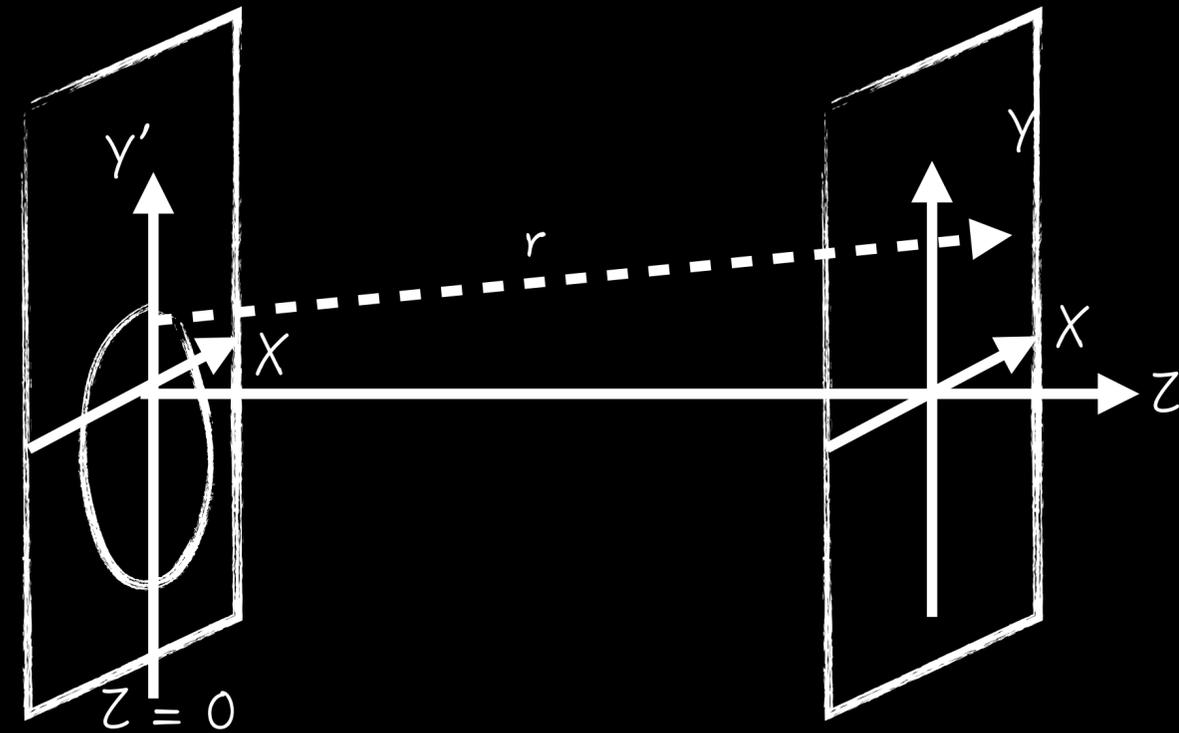
Thomas Young (1801) : Interférences

# La lumière est onde

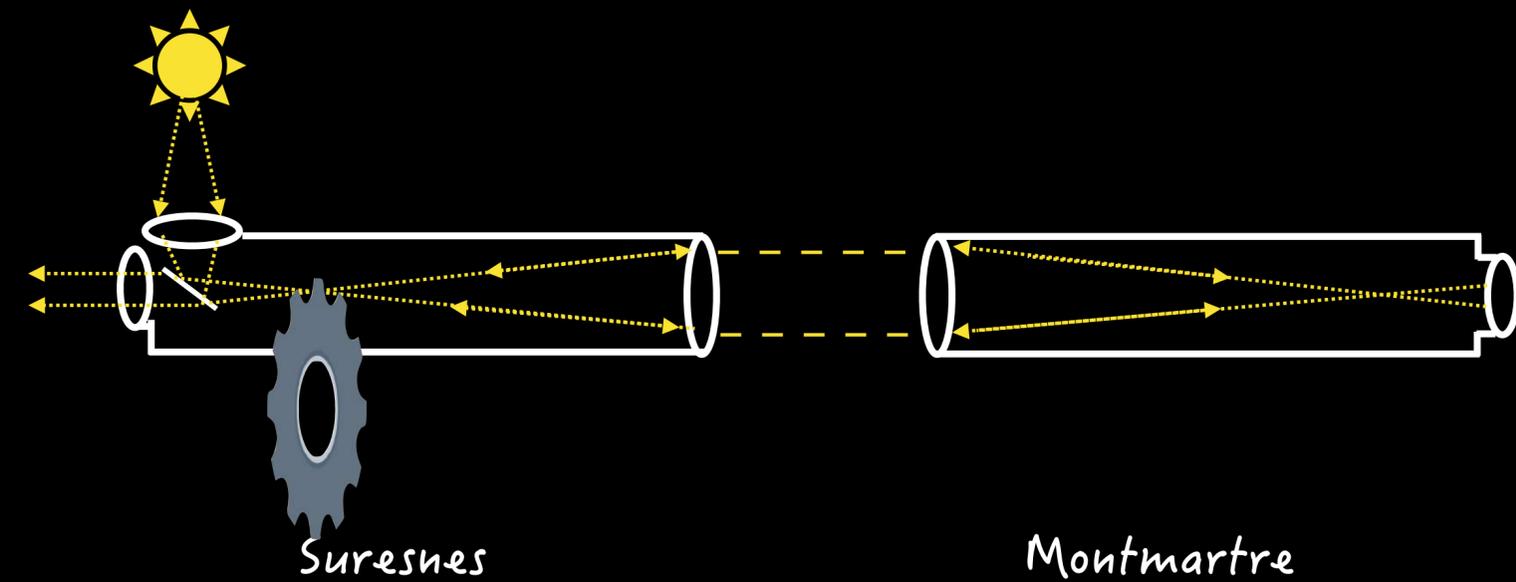
Christiaan Huygens (1678) : Onde et éther

Thomas Young (1801) : Interférences

Augustin Jean Fresnel (1818) : Propagation linéaire



# La lumière est onde



Christiaan Huygens (1678) : Onde et éther

Thomas Young (1801) : Interférences

Augustin Jean Fresnel (1818) : Propagation linéaire

Hippolyte Fizeau (1850) :  $c = 315\,300 \text{ km/s}$ .

# James Clerck Maxwell (1831 - 1879)

Le progrès le plus important que l'optique théorique a réalisé depuis l'introduction de la théorie ondulatoire est sans conteste la géniale découverte de Maxwell que la lumière puisse être interprétée comme un processus électromagnétique...

Albert Einstein (Physikalische Zeitschrift vol. 10 No 22, 1909)

# James Clerck Maxwell (1831 - 1879)

## Les équations (1864)

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

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

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

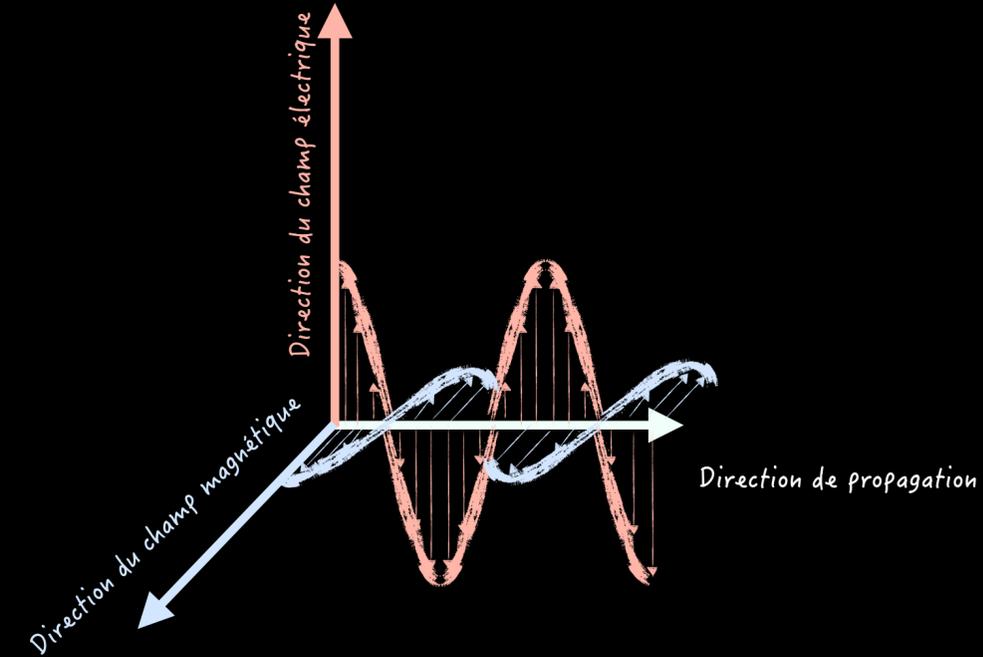
$$\vec{\nabla} \cdot \vec{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$



$$-\Delta \vec{E} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = -\vec{\nabla} \left( \frac{\rho}{\epsilon_0} \right) - \mu_0 \frac{\partial \vec{j}}{\partial t}$$

$$-\Delta \vec{B} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} = -\vec{\nabla} \times (\mu_0 \vec{j})$$

vitesse =  $\frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$



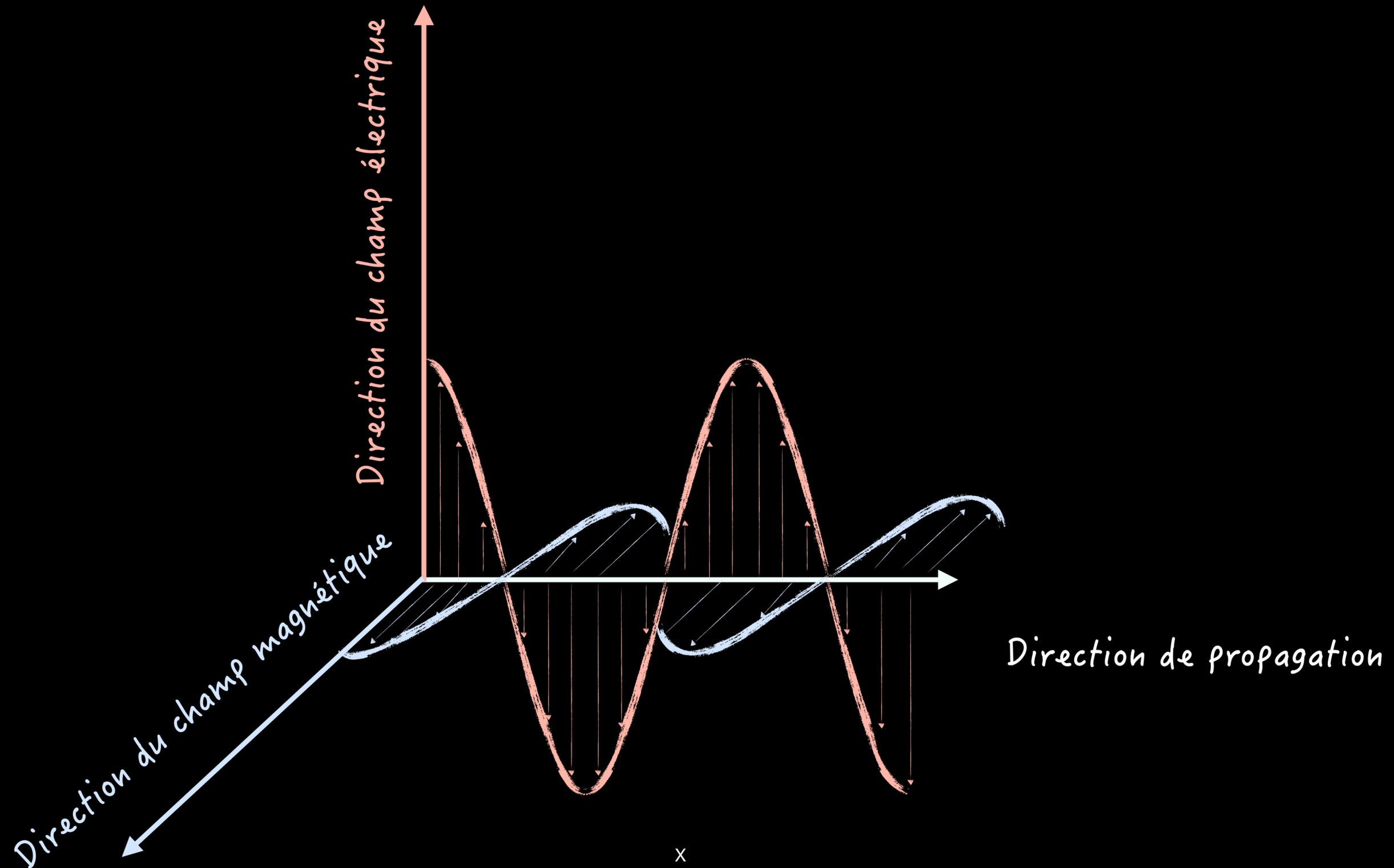
# Electromagnétisme de Maxwell (1865)

Une nouvelle optique théorique

- Formalise une théorie des champs
- Unifie phénomènes électrique et magnétique
- Postule le caractère électromagnétique de la lumière

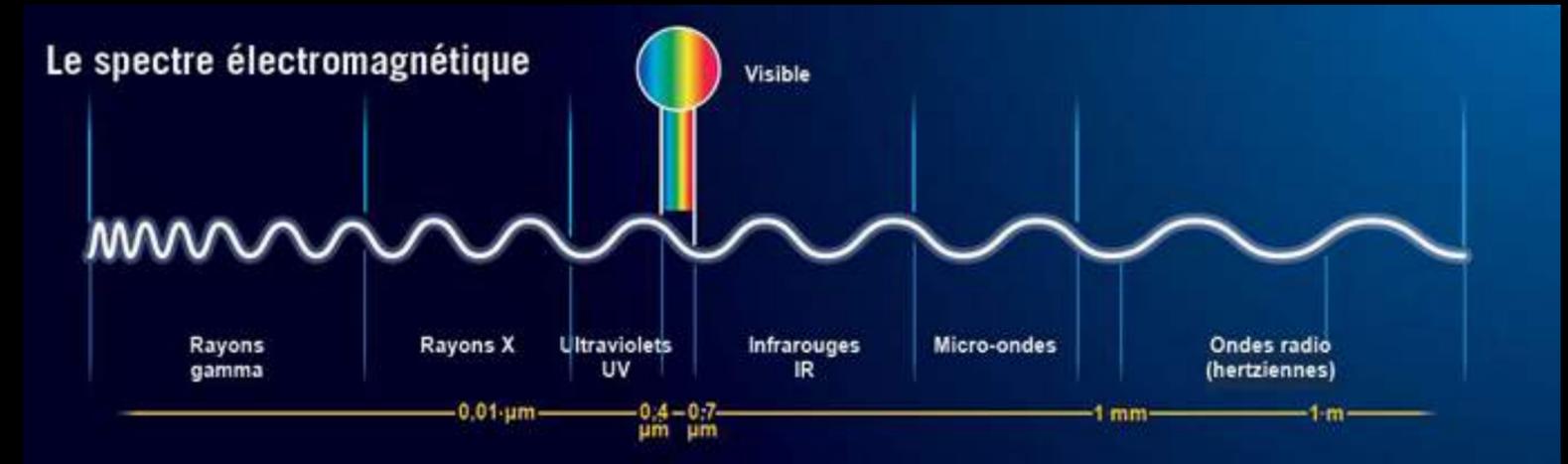
# La lumière est onde électromagnétique

1865



# La lumière est onde électromagnétique

1887



- Heinrich Hertz : Maxwell avait raison

# La lumière est onde électromagnétique

1887

- Heinrich Hertz : Maxwell avait raison
- Albert Michelson & Edward Morley :  $c_{\text{Terre}} = c_{\text{éther}} \mp v_{\text{Terre}} ?$



# Ludwig Boltzmann (1844 - 1906)

Bring' for was wahr ist;

Schreib's so, daß es klar ist;

Un verficht's, bis es mit dir

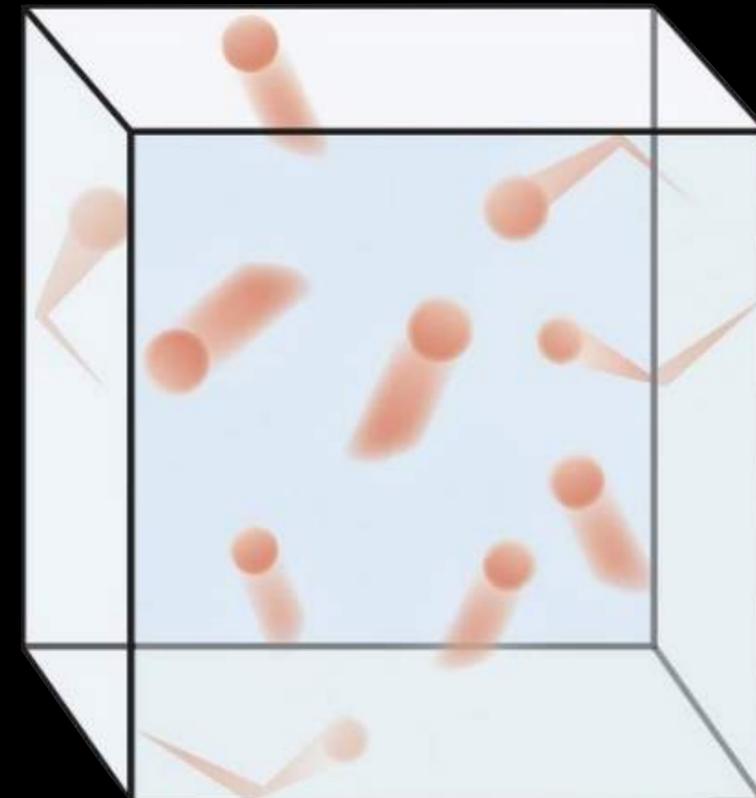
gar ist

Ludwig Boltzmann

# Boltzmann

1867 : Théorie cinétique des gaz

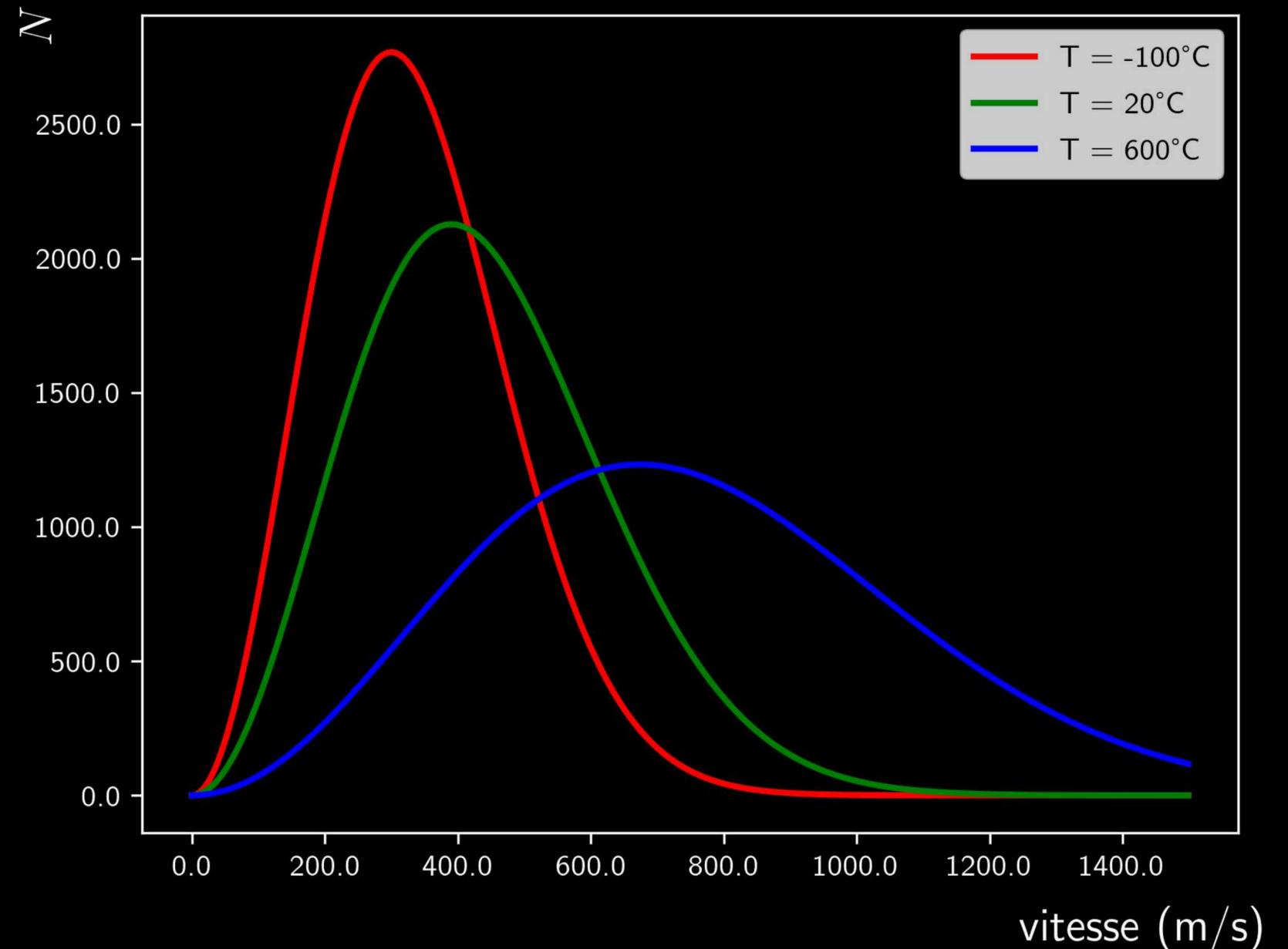
- Conception atomiste



# Boltzmann

1867 : Théorie cinétique des gaz

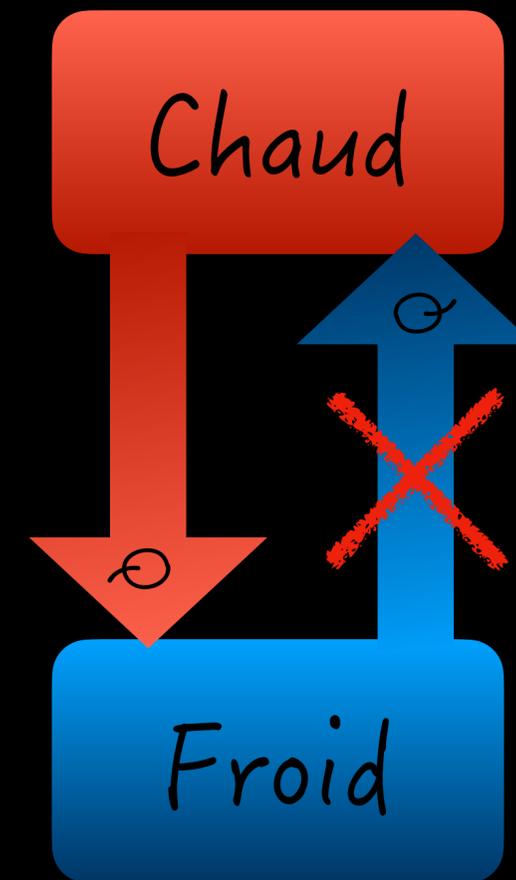
- Conception atomiste
- Approche probabiliste



# Boltzmann

1867 : Théorie cinétique des gaz

- Conception atomiste
- Approche probabiliste
- Seconde loi de la thermodynamique



# Boltzmann

1867 : Théorie cinétique des gaz

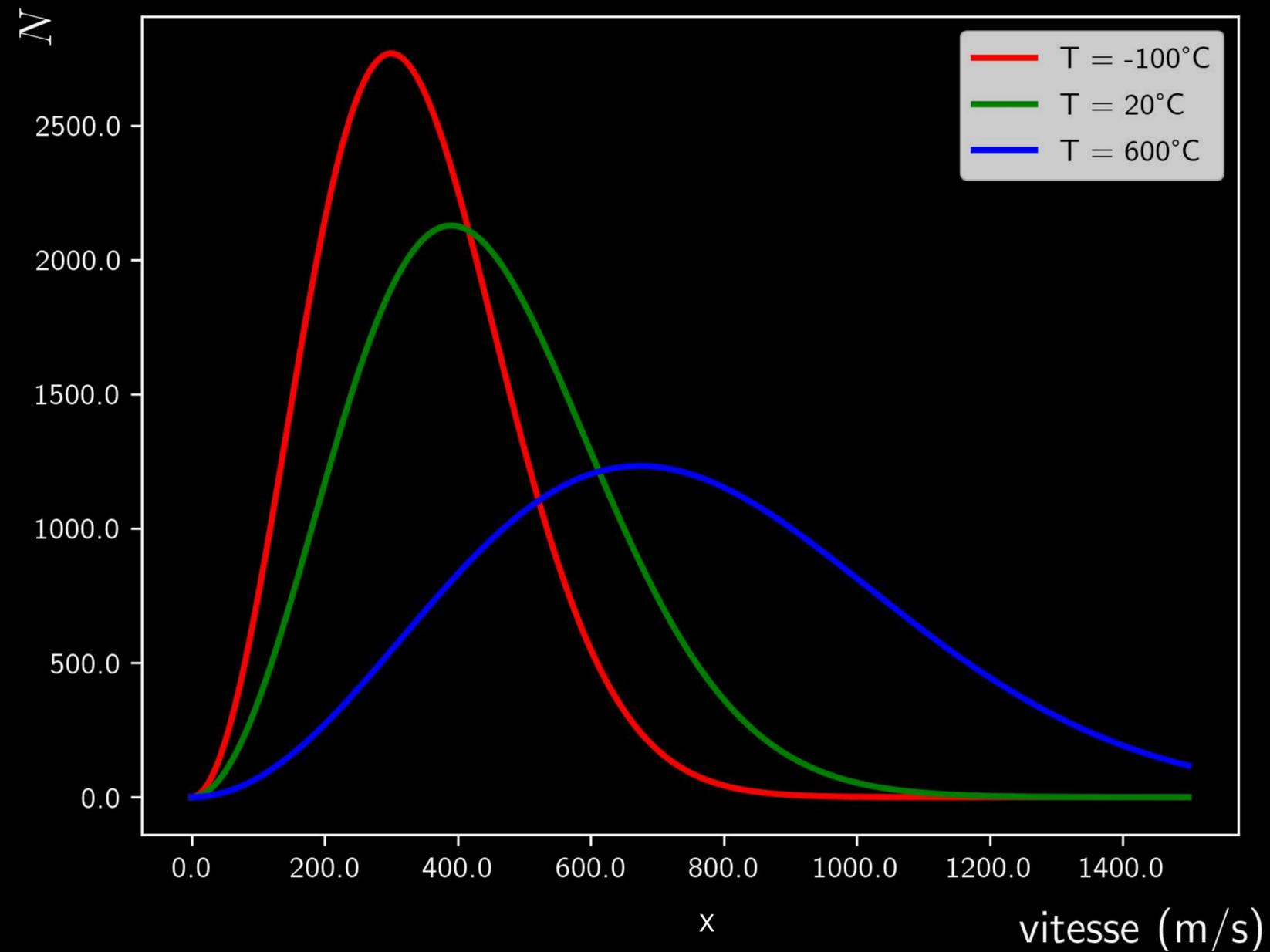
- Conception atomiste
- Approche probabiliste
- Seconde loi de la thermodynamique
- Entropie = (dés)ordre

Interprétation microscopique de grandeurs macroscopiques



# Boltzmann

1867 : Distribution Maxwell-Boltzmann

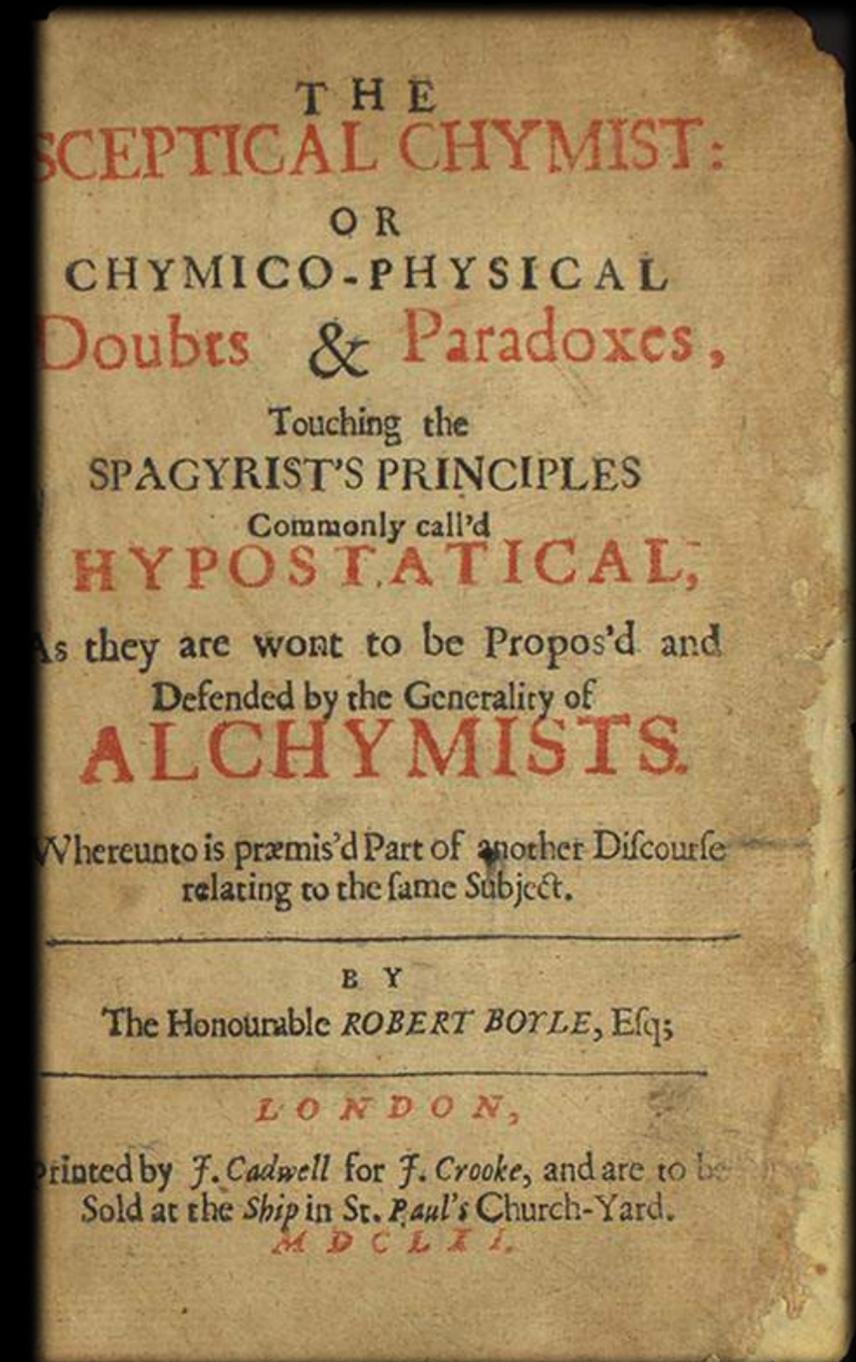


Et les atomes ?

Les chimistes

1661 Robert Boyle

les éléments chimiques



# Et les atomes ?

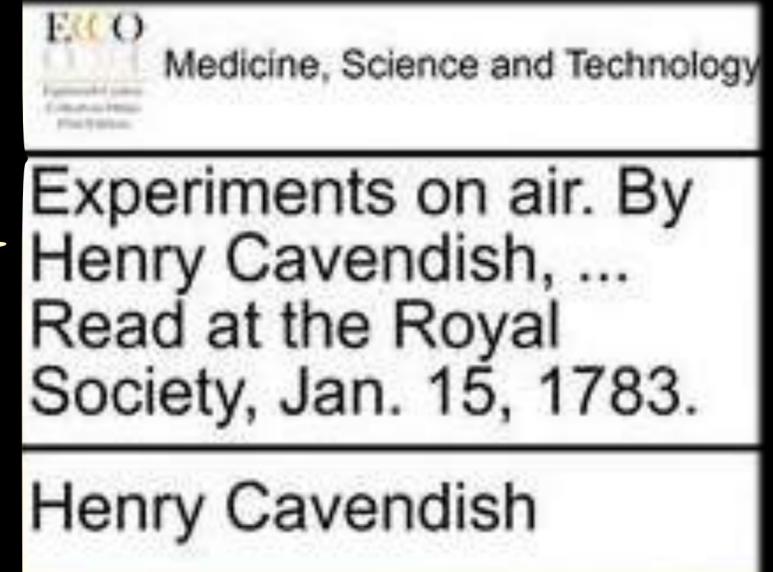
## Les chimistes

1661 Robert Boyle

les éléments chimiques

1766 Henry Cavendish

air inflammable



# Et les atomes ?

## Les chimistes

1661 Robert Boyle

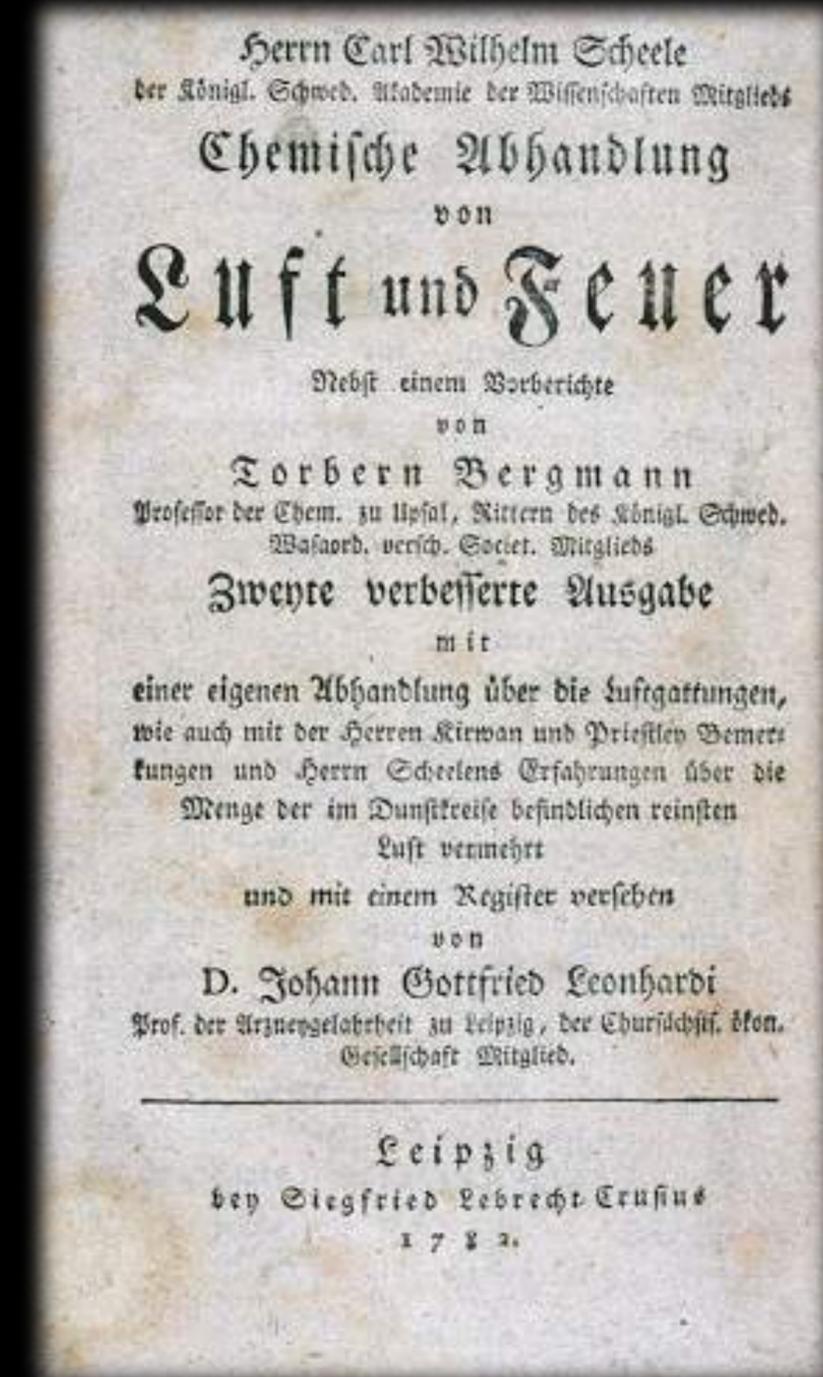
les éléments chimiques

1766 Henry Cavendish

air inflammable

1773 Carl Wilhelm Scheele

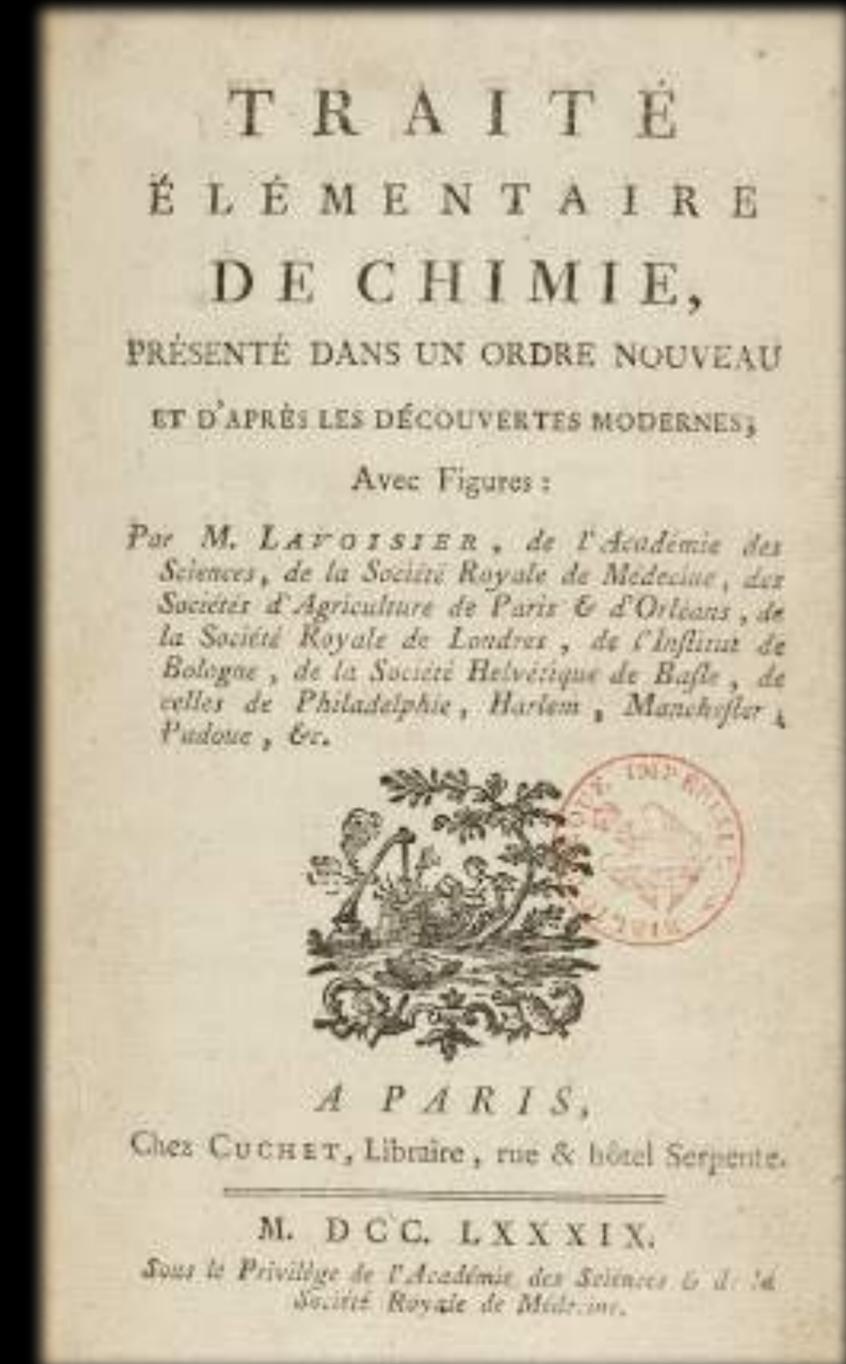
Feuerluft



# Et les atomes ?

## Les chimistes

1661	Robert Boyle	les éléments chimiques
1766	Henry Cavendish	Hydrogène
1773	Carl Wilhelm Scheele	Oxygène
1789	Antoine Lavoisier	définition de l'élément



# Et les atomes ?

## Les chimistes

1661	Robert Boyle	les éléments chimiques
1766	Henry Cavendish	air inflammable
1773	Carl Wilhelm Scheele	oxygène
1789	Antoine Lavoisier	définition de l'élément
1803	John Dalton	lois de l'atomisme

### ELEMENTS

	Hydrogen.	1		Strontian	46
	Azote	5		Barytes	68
	Carbon	54		Iron	50
	Oxygen	7		Zinc	56
	Phosphorus	9		Copper	56
	Sulphur	13		Lead	90
	Magnesia	20		Silver	190
	Lime	24		Gold	190
	Soda	28		Platina	190
	Potash	42		Mercury	167

# Et les atomes ?

## Les chimistes

1661 Robert Boyle

les éléments chimiques

1766 Henry Cavendish

Hydrogène

1773 Carl Wilhelm Scheele

Oxygène

1789 Antoine Lavoisier

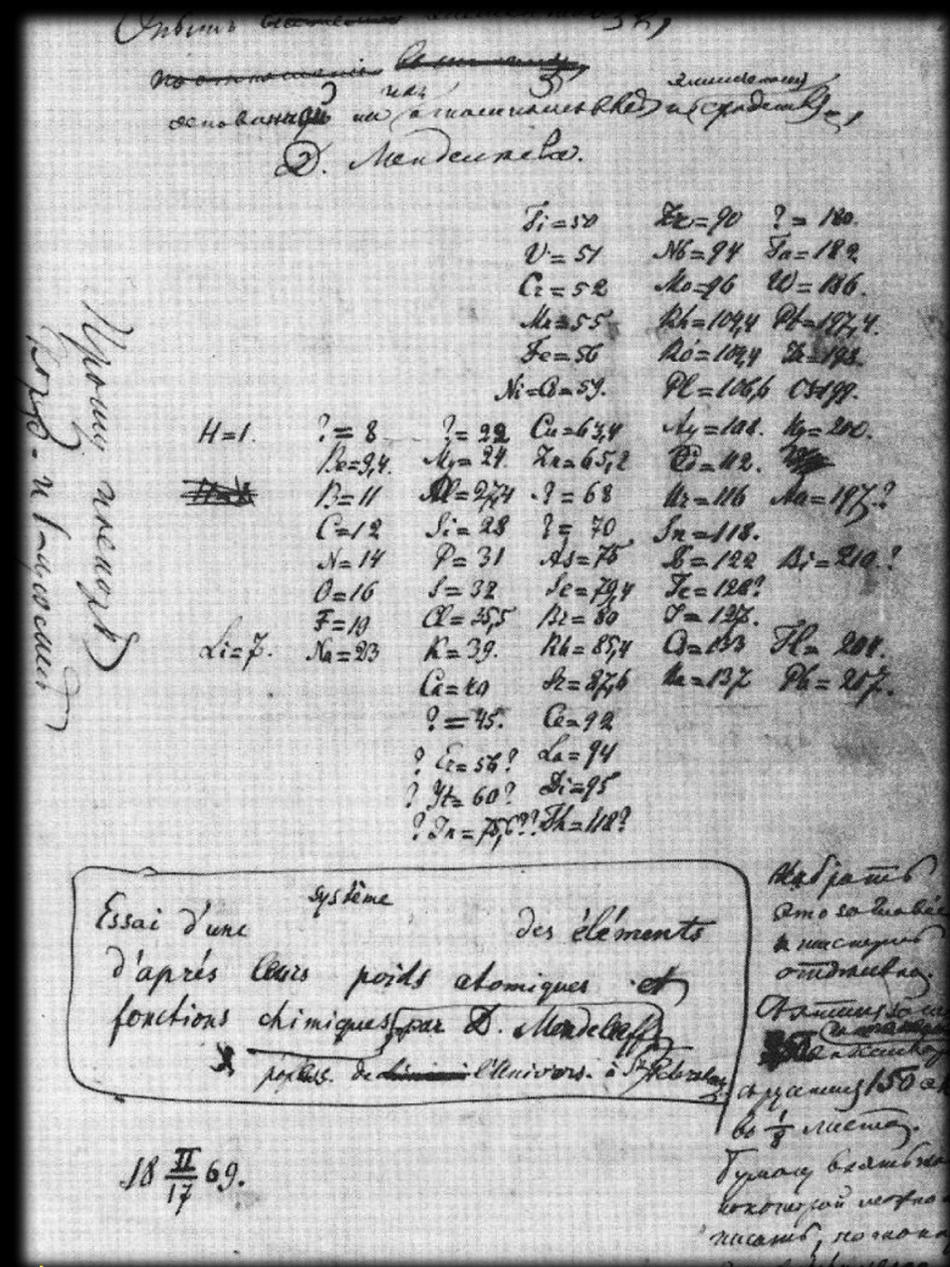
définition de l'élément

1803 John Dalton

lois de l'atomisme

1869 Dmitri Mendeleïev

tableau périodique des éléments



# Et les atomes ?

## Les chimistes

**Tableau périodique des éléments**

états d'oxydation (valeurs les plus courantes en gras)

1<sup>ère</sup> énergie d'ionisation (en kJ/mol)

électronégativité (Pauling)

configuration électronique

électrons par niveau d'énergie

nom de l'élément (**gaz**, **liquide** ou **solide** à 0°C et 101,3 kPa)

numéro atomique

symbole chimique

masse atomique relative [ou celle de l'isotope le plus stable]

[ CIAAW "Atomic Weights 2013" + rev. 2015 ]

Groupe	IA		II A										III B										IV B										V B										VI B										VII B										O									
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																					
1	<b>Hydrogène</b> H 1,00795																						<b>Bore</b> B 10,8135		<b>Carbone</b> C 12,0106		<b>Azote</b> N 14,00645		<b>Oxygène</b> O 15,9994		<b>Fluor</b> F 18,99840316		<b>Hélium</b> He 4,002602																																							
2	<b>Lithium</b> Li 6,9395		<b>Béryllium</b> Be 9,0121831																				<b>Aluminium</b> Al 26,9815385		<b>Silicium</b> Si 28,085		<b>Phosphore</b> P 30,97376200		<b>Soufre</b> S 32,0675		<b>Chlore</b> Cl 35,4515		<b>Argon</b> Ar 39,948																																							
3	<b>Sodium</b> Na 22,98976928		<b>Magnésium</b> Mg 24,3055																				<b>Gallium</b> Ga 69,723		<b>Germanium</b> Ge 72,630		<b>Arsenic</b> As 74,921595		<b>Sélénium</b> Se 78,971		<b>Brome</b> Br 79,904		<b>Krypton</b> Kr 83,798																																							
4	<b>Potassium</b> K 39,0983		<b>Calcium</b> Ca 40,078		<b>Scandium</b> Sc 44,955908		<b>Titane</b> Ti 47,867		<b>Vanadium</b> V 50,9415		<b>Chrome</b> Cr 51,9961		<b>Manganèse</b> Mn 54,938044		<b>Fer</b> Fe 55,845		<b>Cobalt</b> Co 58,933194		<b>Nickel</b> Ni 58,6934		<b>Cuivre</b> Cu 63,546		<b>Zinc</b> Zn 65,38		<b>Indium</b> In 114,818		<b>Étain</b> Sn 118,710		<b>Antimoine</b> Sb 121,760		<b>Tellure</b> Te 127,60		<b>Iode</b> I 126,90447		<b>Xénon</b> Xe 131,293																																					
5	<b>Rubidium</b> Rb 85,4678		<b>Strontium</b> Sr 87,62		<b>Yttrium</b> Y 88,90584		<b>Zirconium</b> Zr 91,224		<b>Niobium</b> Nb 92,90637		<b>Molybdène</b> Mo 95,95		<b>Technétium</b> Tc [98]		<b>Ruthénium</b> Ru 101,07		<b>Rhodium</b> Rh 102,90550		<b>Palladium</b> Pd 106,42		<b>Argent</b> Ag 107,8682		<b>Cadmium</b> Cd 112,414		<b>Or</b> Au 196,966569		<b>Mercure</b> Hg 200,592		<b>Thallium</b> Tl 204,3835		<b>Plomb</b> Pb 207,2		<b>Bismuth</b> Bi 208,98040		<b>Polonium</b> Po [209]		<b>Astate</b> At [210]		<b>Radon</b> Rn [222]																																	
6	<b>Césium</b> Cs 132,905452		<b>Baryum</b> Ba 137,327		<b>Lanthanides</b> 57-71		<b>Hafnium</b> Hf 178,49		<b>Tantale</b> Ta 180,94788		<b>Tungstène</b> W 183,84		<b>Rhénium</b> Re 186,207		<b>Osmium</b> Os 190,23		<b>Iridium</b> Ir 192,22		<b>Platine</b> Pt 195,084		<b>Or</b> Au 196,966569		<b>Mercure</b> Hg 200,592		<b>Thallium</b> Tl 204,3835		<b>Plomb</b> Pb 207,2		<b>Bismuth</b> Bi 208,98040		<b>Polonium</b> Po [209]		<b>Astate</b> At [210]		<b>Radon</b> Rn [222]																																					
7	<b>Francium</b> Fr [223]		<b>Radium</b> Ra [226]		<b>Actinides</b> 89-103		<b>Rutherfordium</b> Rf [261]		<b>Dubnium</b> Db [268]		<b>Seaborgium</b> Sg [269]		<b>Bohrium</b> Bh [270]		<b>Hassium</b> Hs [277]		<b>Meitnérium</b> Mt [278]		<b>Darmstadtium</b> Ds [281]		<b>Roentgenium</b> Rg [282]		<b>Copernicium</b> Cn [285]		<b>Nihonium</b> Nh [286]		<b>Flerovium</b> Fl [289]		<b>Moscovium</b> Mc [289]		<b>Livermorium</b> Lv [293]		<b>Tennessee</b> Ts [294]		<b>Oganesson</b> Og [294]																																					
							<b>Lanthane</b> La 138,90547		<b>Cérium</b> Ce 140,116		<b>Praséodyme</b> Pr 140,90766		<b>Néodyme</b> Nd 144,242		<b>Prométhium</b> Pm [145]		<b>Samarium</b> Sm 150,36		<b>Europium</b> Eu 151,964		<b>Gadolinium</b> Gd 157,25		<b>Terbium</b> Tb 158,92535		<b>Dysprosium</b> Dy 162,500		<b>Holmium</b> Ho 164,93033		<b>Erbium</b> Er 167,259		<b>Thulium</b> Tm 168,93422		<b>Ytterbium</b> Yb 173,045		<b>Lutécium</b> Lu 174,9668																																					
							<b>Actinium</b> Ac [227]		<b>Thorium</b> Th 232,0377		<b>Protactinium</b> Pa 231,03588		<b>Uranium</b> U 238,02891		<b>Neptunium</b> Np [237]		<b>Plutonium</b> Pu [244]		<b>Américium</b> Am [243]		<b>Curium</b> Cm [247]		<b>Berkélium</b> Bk [247]		<b>Californium</b> Cf [251]		<b>Einsteinium</b> Es [252]		<b>Fermium</b> Fm [257]		<b>Mendélévium</b> Md [258]		<b>Nobélium</b> No [259]		<b>Lawrencium</b> Lr [261]																																					

**Blocs du tableau périodique**

**Métaux**      **Non métaux**      **Origine**

Alcalins	Alcalino-terreux	Lanthanides	Actinides	Métaux de transition	Métaux	Métalloïdes	Autres non-métaux	Halogènes	Gaz nobles	Non classés	primordial	désintégration d'autres éléments	synthétique
----------	------------------	-------------	-----------	----------------------	--------	-------------	-------------------	-----------	------------	-------------	------------	----------------------------------	-------------

Et les atomes ?

Les physiciens

1640 Pierre Gassendi

Les atomes et le vide

# Et les atomes ?

## Les physiciens

1640 Pierre Gassendi

Les atomes et le vide

1704 Isaac Newton

Des corpuscules et une nouvelle force

# Et les atomes ?

## Les physiciens

1640 Pierre Gassendi

Les atomes et le vide

1704 Isaac Newton

Des corpuscules et une nouvelle force

1815 William Prout

Hydrogène, brique élémentaire

# Et les atomes ?

## Les physiciens

1640	Pierre Gassendi	Les atomes et le vide
1704	Isaac Newton	Des corpuscules et une nouvelle force
1815	William Prout	Hydrogène, brique élémentaire
1785	Jan Ingenhousz	

# Et les atomes ?

## Les physiciens

1640	Pierre Gassendi	Les atomes et le vide
1704	Isaac Newton	Des corpuscules et une nouvelle force
1815	William Prout	Hydrogène, brique élémentaire
1785	Jan Ingenhousz	
1827	Robert Brown	Mouvement brownien

# Et les atomes ?

## Les physiciens

1640	Pierre Gassendi	Les atomes et le vide
1704	Isaac Newton	Des corpuscules et une nouvelle force
1815	William Prout	Hydrogène, brique élémentaire
1785	Jan Ingenhousz	
1827	Robert Brown	Mouvement brownien

Les découvertes expérimentales s'accumulent ...

Il moto è come nullo  
Galileo Galilei, 1610

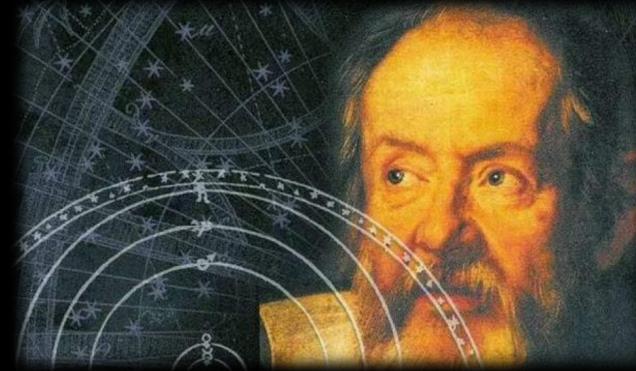


A retener

# A retenir

## La physique classique

Il moto è come nullo  
Galileo Galilei, 1610



- Galilée invente la méthode scientifique et l'Univers
- Newton rend l'Univers mathématiquement opérationnel
- Maxwell identifie le caractère électromagnétique de la lumière
- Boltzmann bâtit la thermodynamique sur le caractère corpusculaire de la matière
- Renaissance timide de l'atomisme
- Grand bond en avant de l'expérimentation

Si vous m'avez compris, c'est que je n'ai pas été clair !

Richard Feynman

Si vous ne m'avez pas compris, c'est que je n'ai pas été clair !

Yves Schutz

Que voulez-vous que puissent contre lui les quatre ou six par province capables de remarquer ses niaiseries, face à la foule qui, incapable de les découvrir et de les comprendre, se laisse impressionner par les cris et applaudit d'autant plus fort qu'elle comprend moins ? Ajoutez que les rares personnes qui comprennent s'abstiendront de répliquer à des textes si faibles et si peu concluants ; et elles auront raison : pour ceux qui comprennent, ce n'est pas nécessaire ; pour ceux qui ne comprennent pas, c'est perdre sa peine.

Sagredo dans Dialogue sur les Deux Grands Systèmes du Monde,  
Troisième journée, 303.