

Cycle d'Hiver (Février – Mars 2022)

“La Physique de la Musique”

H. Bulou

Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg
(IPCMS)



“La Physique de la Musique”

La Physique pour tous : qu'est ce c'est ?



Physique pour Tous !

(Re)découvrez la Physique !

Késako ?

A propos des intervenants...

Venir à nos cours

Contactez-nous !

Programme 2021-2022 ▾

Programme 2020-2021 ▾

Programme 2019-2020 ▾

Programme 2018-2019 ▾

Revue de Presse

Nouvelles ▾

Késako ?

Physique pour Tous ! propose des “cours du soir” de Physique destinés au “grand public”, du lycéen au retraité, avec comme seul bagage mathématique nécessaire celui de fin de collège (les notions importantes seront rappelées et ré-expliquées !), et comme seul bagage physique celui de l'expérience et intuition quotidienne.

Aller au-delà de la “simple” conférence de vulgarisation scientifique pour développer l'esprit critique et d'analyse des participants, voilà le but de **Physique pour Tous !**. Les cours seront organisés autour de l'étude de phénomènes physiques piochés dans notre expérience commune du quotidien, du cinéma ou de la littérature, et aideront à la compréhension de la démarche scientifique de manière générale. Des expériences seront réalisées dans certains cours pour appuyer les notions abordées.

“Un enfant de cinq ans comprendrait cela !”

“Allez me chercher un enfant de cinq ans ! “

Groucho Marx



Le cadre

- Eviter les mathématiques
- Prendre appui sur
 - des expériences du quotidien
 - des expériences réalisées en amphi
 - des expériences virtuelles
 - des simulations numériques

“La Physique de la Musique”

La Physique pour tous : comment ça marche ?



“Un enfant de cinq ans comprendrait cela !”

“Allez me chercher un enfant de cinq ans !”

Groucho Marx



Le cadre

- Eviter les mathématiques
- Prendre appui sur
 - des expériences du quotidien
 - des expériences réalisées en amphi
 - des expériences vituelles
 - des simulations numériques

Cycle d'Hiver (Février – Mars 2022)

“La Physique de la Musique”

Cours 1 – Mais qu'est ce c'est que ce son ?

Cours 2 – Percevoir, capter et enregistrer le son : Faites du bruit !

Cours 3 – Pince, Frotte, Frappe !

Cours 4 – Frappant et percutant !

Cours 5 – A bout de souffle !

La Physique de la Musique

La Physique : qu'est ce c'est ?

Observer la foudre



Expérimenter pour faire du feu



La Physique de la Musique

La Physique : qu'est ce c'est ?

Observer le vent



Expérimenter pour exploiter le vent pour se déplacer sans fatigue



La Physique de la Musique

La Physique : qu'est ce c'est ?

Comprendre l'origine du Vent



Dieu des Vents (Eole)



Mythologie

La Physique de la Musique

La Physique : qu'est ce c'est ?

Comprendre l'origine des vagues



Mythologie

Dieu de la mer (Poseïdon)

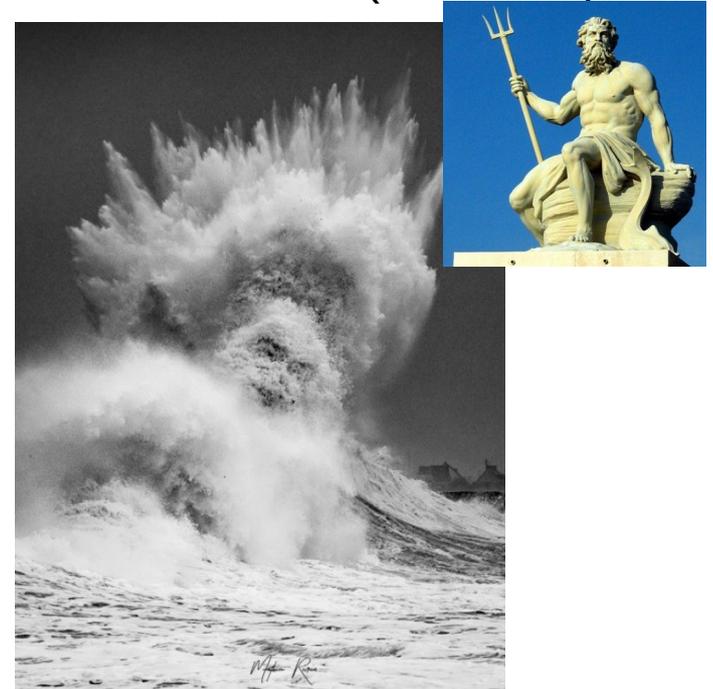


Photo : Mathieu Rivrin

La Physique de la Musique

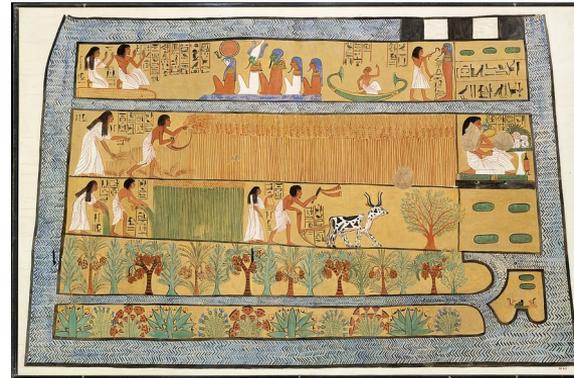
La Physique : qu'est ce c'est ?

- Nécessité de comprendre pour prévoir

Crue du Nil



Calendrier des semailles



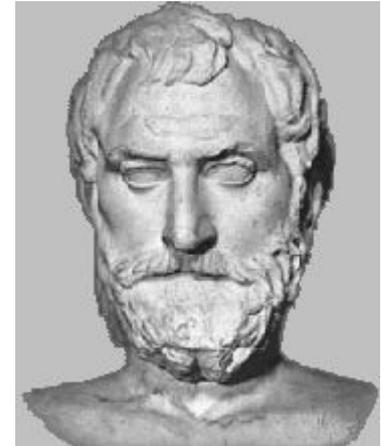
- ▶ Mise en oeuvre d'une démarche pragmatique reposant sur des éléments factuels

La Physique de la Musique

La Physique : qu'est ce c'est ?

“De quoi est fait le Monde ?”

- Fonde la pensée libre, i.e., libérée des traditions religieuse et poétiques,
- Intiateur de la spéculation rationnelle
- Expliquer rationnellement les phénomènes observés dans la nature (phusis en grec) → Physique
- Naissance de la Philosophie (le “Miracle Grec”)

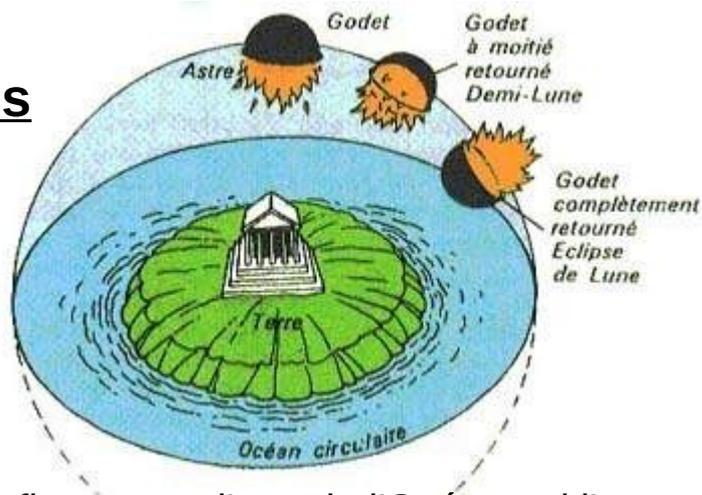


Thalès de Milet
(625-548 av. J.-C.)

La Physique de la Musique

La Physique : qu'est ce c'est ?

Le système de Thalès



- La terre est une sorte de galette flottant sur l'eau de l'Océan qui l'entoure.
- Le ciel est une voûte et les astres sont des godets de feu, fixés sur cette voûte.
- Les plus grosses vagues, en heurtant la terre, sont la cause des séismes.
- La nouveauté consiste à expliquer les phases de la Lune par des lois mécaniques : le godet de feu qu'est la Lune pivote progressivement sur son axe de telle sorte qu'il montre aux hommes les aspects que la Lune peut prendre dans son évolution mensuelle.

La Physique de la Musique

La Physique : qu'est ce c'est ?

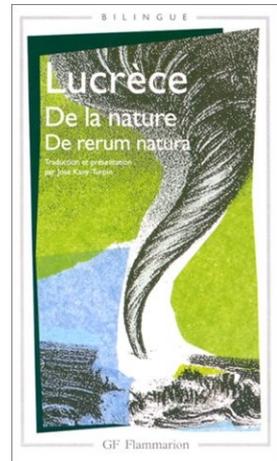
Lucrèce au sujet de Thalès :

“Alors qu’aux yeux de tous, l’humanité traînait sur terre une vie abjecte, écrasée sous le poids d’une religion dont le visage, se montrant du haut des régions célestes, menaçait les mortels de son aspect horrible, le premier un Grec, un homme osa lever ses yeux mortels contre elle, et contra elle se dresser. Loin de l’arrêter, les fables divines, la foudre, les grondements menaçants du ciel ne firent qu’exciter davantage l’ardeur de son courage, et son désir de forcer le premier les portes étroitement closes de la nature”

Lucrèce in “De rerum natura”



Lucrèce
(98-54 av. J.-C.)



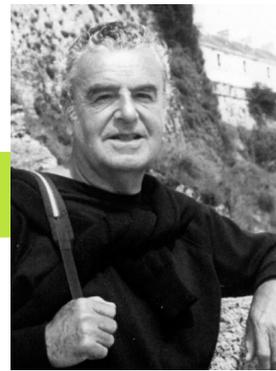
La Physique de la Musique

La Physique : qu'est ce c'est ?

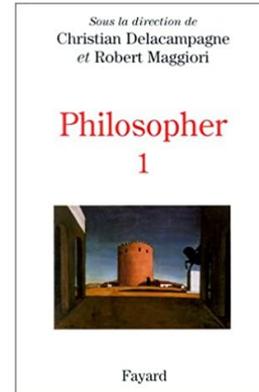
Jean-Pierre Vernant au sujet de Thalès et des Milésiens :

“L'oeuvre des Milésiens représente bien une innovation radicale. Ni chanteurs, ni poètes, ni conteurs, ils s'expriment en prose, dans des textes écrits qui ne visent pas à dérouler, dans la ligne de la tradition, le fil d'un récit, mais à exposer, concernant certains phénomènes naturels et l'organisation du cosmos, une théorie explicative”,

J.-P. Vernant, in *Philosopher*, Fayard, Paris, (1980).



J.-P. Vernant
1914-2007



La Physique de la Musique

La Physique & la démarche scientifique

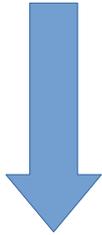
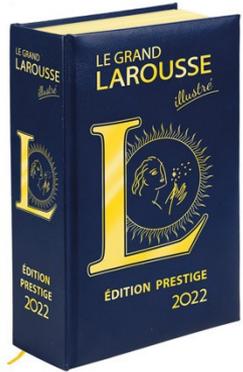


- Observation
- Hypothèse
- Expérimentation
- Résultat
- Conclusion

La Physique de la Musique

La Musique : qu'est ce c'est ?

- **“Le Robert”** : Art de combiner des **sons** d'après des règles (variables selon les lieux et les époques), d'organiser une durée avec des éléments sonores
- **“Le Larousse”** : 1 - Art qui permet à l'homme de s'exprimer par l'intermédiaire des **sons**.
2 - Science des **sons** considérés sous le rapport de la mélodie et du rythme.
3 - Suite de **sons** produisant une impression harmonieuse

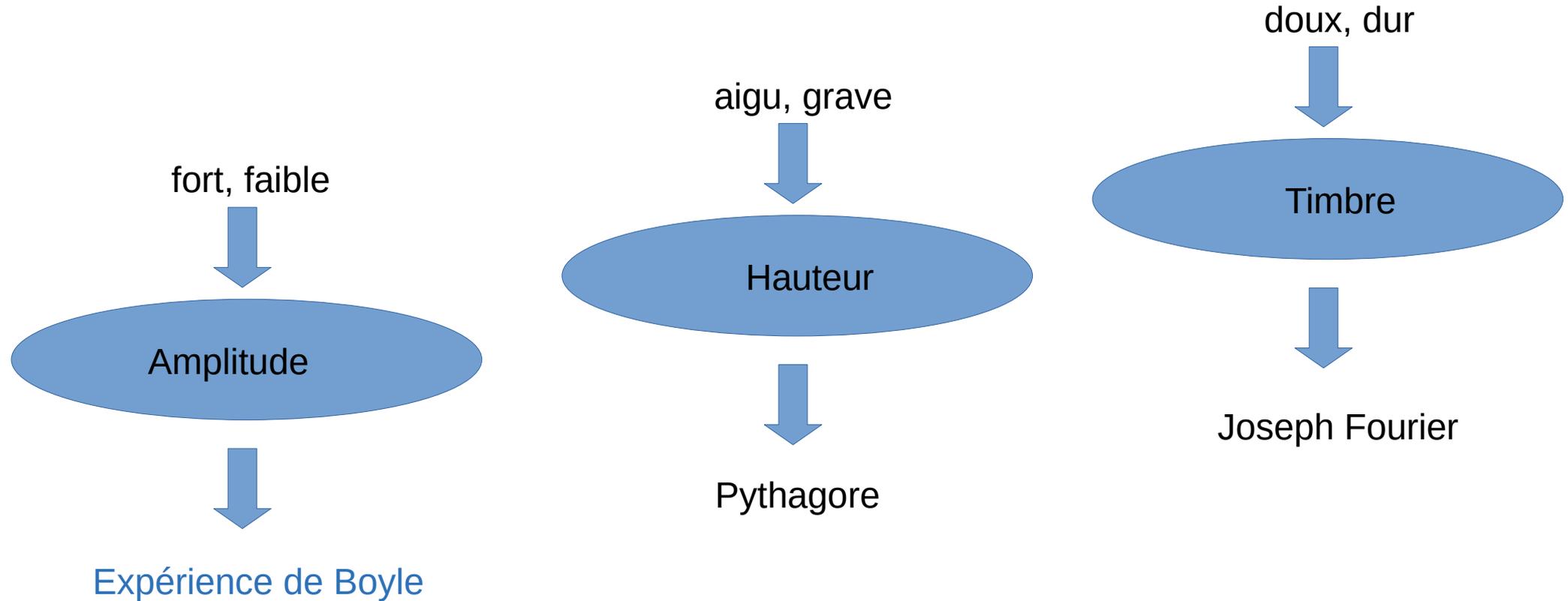


Qu'est ce qu'un son ?



Qu'est ce que le son ?

Comment percevons nous le son ? Comment le qualifions nous ?



L'amplitude du son

Qu'est ce signifie "Amplitude" pour le son ?

Expérience du quotidien : La piscine

Notre perception du son avec la tête

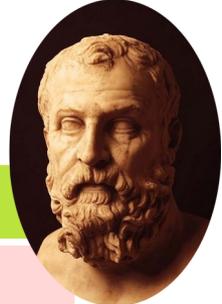
- hors de l'eau
- dans l'eau

→ Qu'est ce qui différencie l'eau de l'air ?

Expérience du quotidien



Vide & Matière

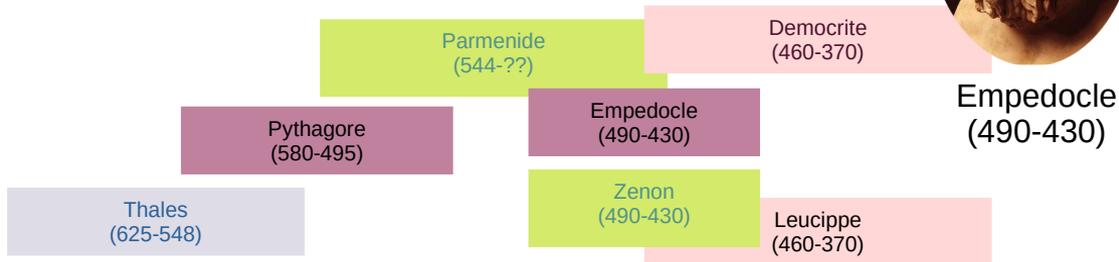


De quoi les choses sont elles faites ?

Doctrines pluralistes

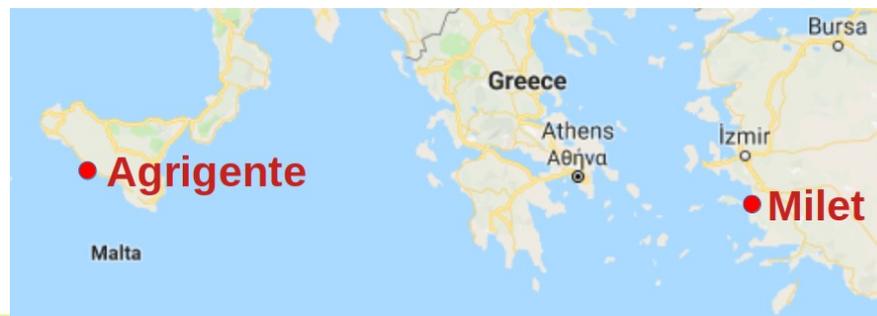
Pythagoriciens

- “les choses sont des nombres”,
- le Tout est composé d'une infinité de parties discrètes en contact,
- la représentation intellectuelle de ces parties est le point géométrique, infiniment petit, sans étendue,
- Observation de la combustion d'un morceau de bois : production de fumée (air), de vapeur (eau) et de cendre (terre).



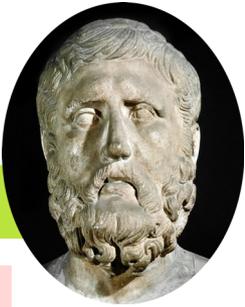
Empédocle & la théorie des quatre éléments

- Tous les matériaux constituant le monde seraient composés de quatre éléments





Vide & Matière



Zenon
(490-430)

De quoi les choses sont elles faites ?

Doctrine unitaire

Les Éléates et le problème de l'Être

- "l'être est ; le non-être n'est pas "
- Argument ontologique : on ne peut penser que ce qui est
- le vide n'est pas, donc on ne peut penser le vide → nie la possible existence du vide
- Zenon : "comment des points sans étendue peuvent-ils former une droite ? "



Vide & Matière



Leucippe
(460-370)

De quoi les choses sont elles faites ?

Doctrines Atomistes

Leucippe répond aux arguments de Zenon contre la divisibilité à l'infini de la matière par une doctrine qui satisfait tout le monde :

- Zenon a raison quand il affirme et démontre dialectiquement que la matière n'est pas divisible à l'infini
- mais alors pourquoi ne pas s'arrêter dans la division ?
- et de supposer l'existence d'éléments matériels ayant une étendue (donc pensable) mais non divisible, in-sécable (en grec atoma, de alpha-, préfixe privatif et tomos="morceau coupé").
- Chaque atome est éternel, un, immobile par rapport à lui-même.
- En revanche, il est mobile par rapport aux autres atomes, dans le vide infini.



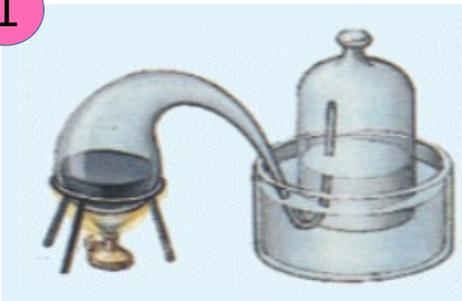
- **La nouveauté dans l'histoire de la pensée philosophico-scientifique est l'introduction du vide**
- **Les solides, gaz, liquides sont composés d'éléments (air, eau, terre, feu : doctrine des 4 éléments) et de vide**

Vide & Matière

De quoi les choses sont elles faites ?

○ 1777, Lavoisier par une série d'expériences démontre que l'air atmosphérique n'est pas une substance simple

1



Lavoisier fait bouillir du mercure (un métal liquide) dans une cornue qui communique avec une cloche dans lequel se trouve de l'air

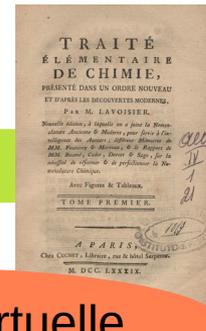
2



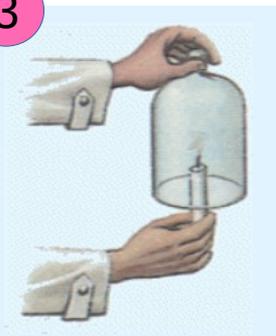
Le mercure se recouvre d'une couche rouge. Le volume d'air a diminué sous la cloche.

Expérience virtuelle

A.-L. de Lavoisier
1743-1794



3



Le gaz qui reste sous la cloche étient la flamme d'une bougie. Lavoisier remarque que cette substance n'est pas respirable : un animal ne peut y vivre (azote = a-zoos-, privatif de vie)

Hypothèse de Lavoisier :

- le gaz qui manquait sous la cloche s'est combiné au mercure pour donner de l'oxyde de mercure rouge.
- Il récupère ce dernier et le place dans la cornue chauffée qu'il relie à nouveau avec le ballon qui contient le diazote.
- Il constate alors que l'oxyde de mercure redisparaît et que le volume de gaz revient à sa valeur de départ.
- "Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme"

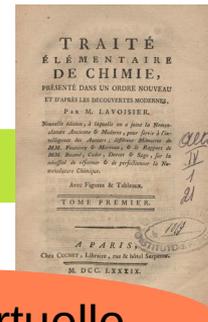


Vide & Matière

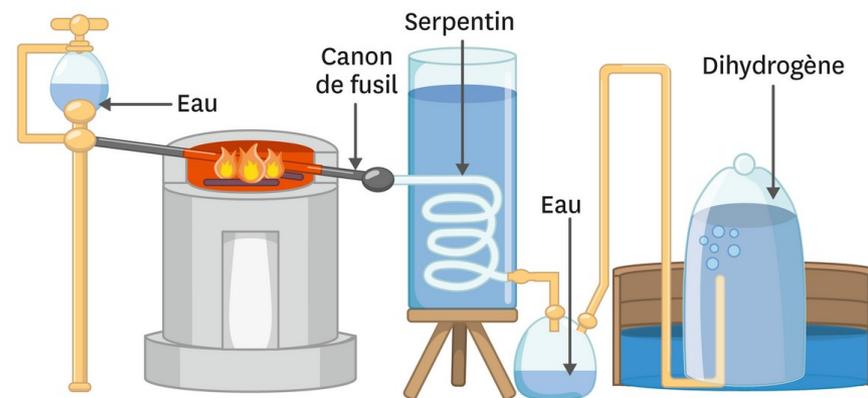
De quoi les choses sont elles faites ?

- “ Jusqu’à ces derniers temps on avait regardé l’eau comme une substance simple, et les anciens n’avaient fait aucune difficulté de la qualifier du nom d’élément... mais on va voir que l’eau n’est plus un élément pour nous”
- 1785, Lavoisier démontre que l’eau est également un corps composé, que l’on peut former à partir de deux gaz, l’oxygène déjà identifié auparavant dans l’air, et l’hydrogène.
- “ainsi l’eau, indépendamment de l’oxygène qui est un de ses principes, et qui lui est commun avec beaucoup d’autres substances, en contient un autre qui lui est propre, qui est son radical constitutif, et auquel nous sommes forcés de trouver un nom. Aucun ne nous a paru plus convenable que celui d’hydrogène, c’est-à-dire principe générateur de l’eau...”

Expérience virtuelle



A.-L. de Lavoisier
1743-1794



L'amplitude du son

Qu'est ce signifie "Amplitude" pour le son ?

Expérience du quotidien: La piscine

Notre perception du son avec la tête

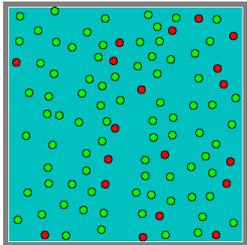
- hors de l'eau
- dans l'eau

Expérience du quotidien



→ Qu'est ce qui différencie l'eau de l'air ?

→ La densité (kg/m³) @ 20 °C et sous pression atmosphérique normale



Air	1.2047 kg/m ³
Eau	1000 kg/m ³

Facteur 1000 !

Air : 78 % de diazote, 21 % de dioxygène et 1 % d'autres gaz et de vapeur d'eau

L'amplitude du son

Qu'est ce signifie "Amplitude" pour le son ?

Expérience du quotidien: La piscine

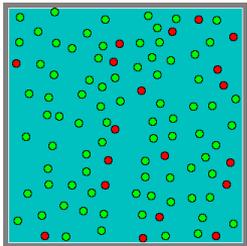
Notre perception du son avec la tête

- hors de l'eau
- dans l'eau

Expérience du quotidien



→ La densité (kg/m³) @ 20 °C et sous pression atmosphérique normale



Air	1.2047 kg/m ³
Eau	1000 kg/m ³

Le son paraît plus fort dans l'air que dans l'eau
 → cela signifie-t-il que moins le fluide est dense, plus le son est fort ?

L'amplitude du son



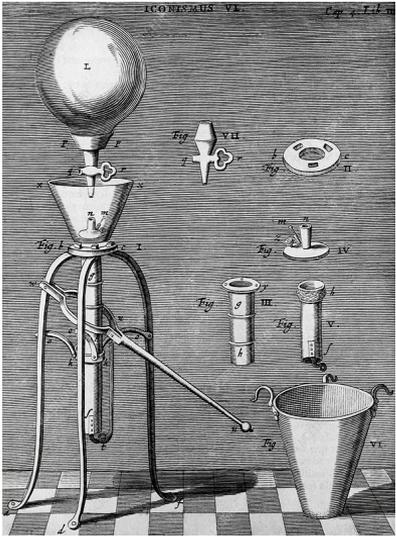
O. von Guericke
1602-1686

Qu'est ce que signifie "Amplitude" pour le son ?

Expérience d'amphi : von Guericke & Boyle

Expérience d'amphi

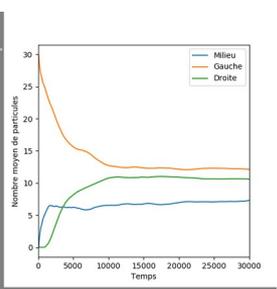
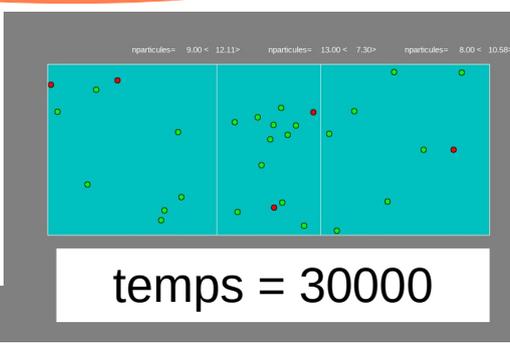
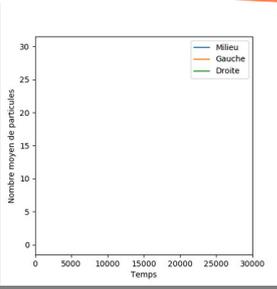
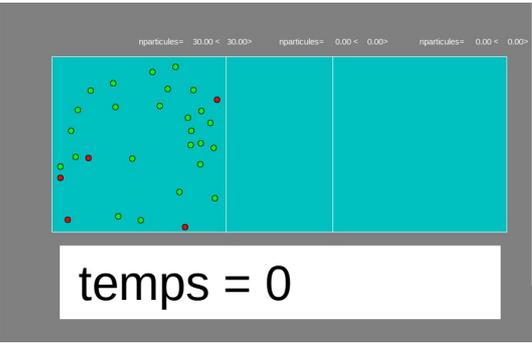
- 1650 : Otto von Guericke invente la pompe à vide (machine pneumatique) qui sert à raréfier l'air que contient un espace clos



- Principe : repose sur le fait qu'un ensemble de particules en mouvement vont occuper l'espace de manière uniforme

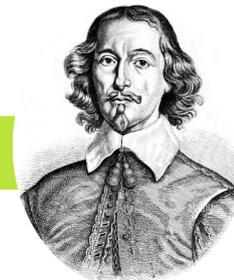
Simulation

[equilibre.mp4](#)

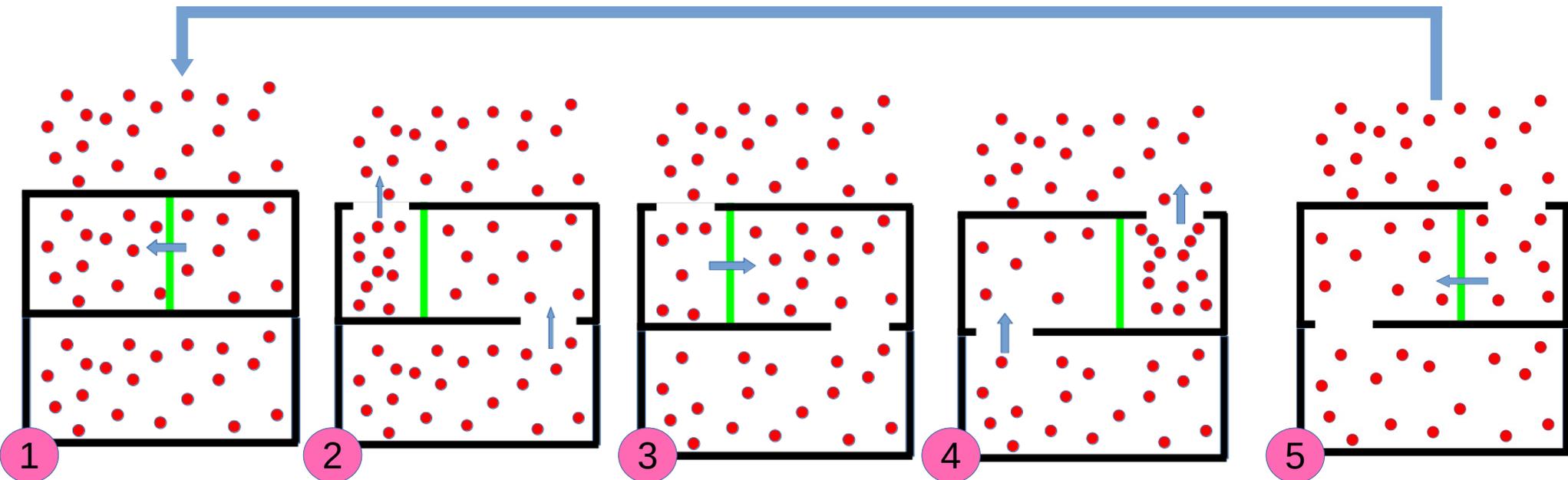


Faire le Vide

La pompe à air de von Guericke



O. von Guericke
1602-1686

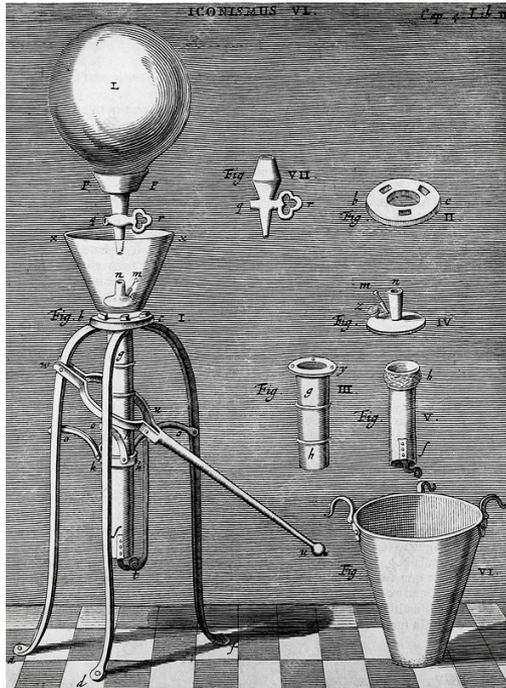


Faire le Vide

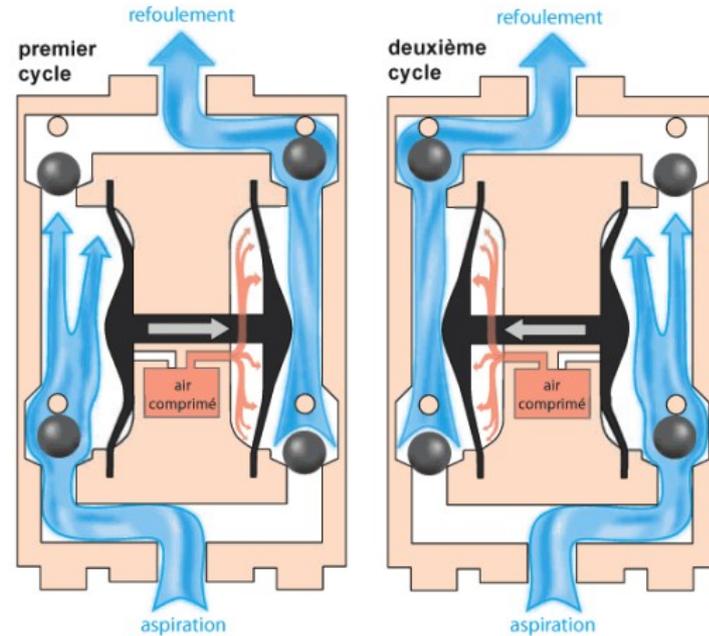
La pompe à membranes



O. von Guericke
1602-1686



La pompe à air de von Guericke
(1650)



La pompe à membranes
(aujourd'hui)

Vide & Matière



De quoi les choses sont elles faites ?

Expérience d'amphi : von Guericke & Boyle

Expérience d'amphi



O. von Guericke
1602-1686

Observation ?

- Dans le vide, il n'y a pas de propagation du son → à la différence de la lumière, le son nécessite un support matériel pour se propager
- Contradiction avec l'expérience de la piscine ? → réponse la semaine prochaine !