

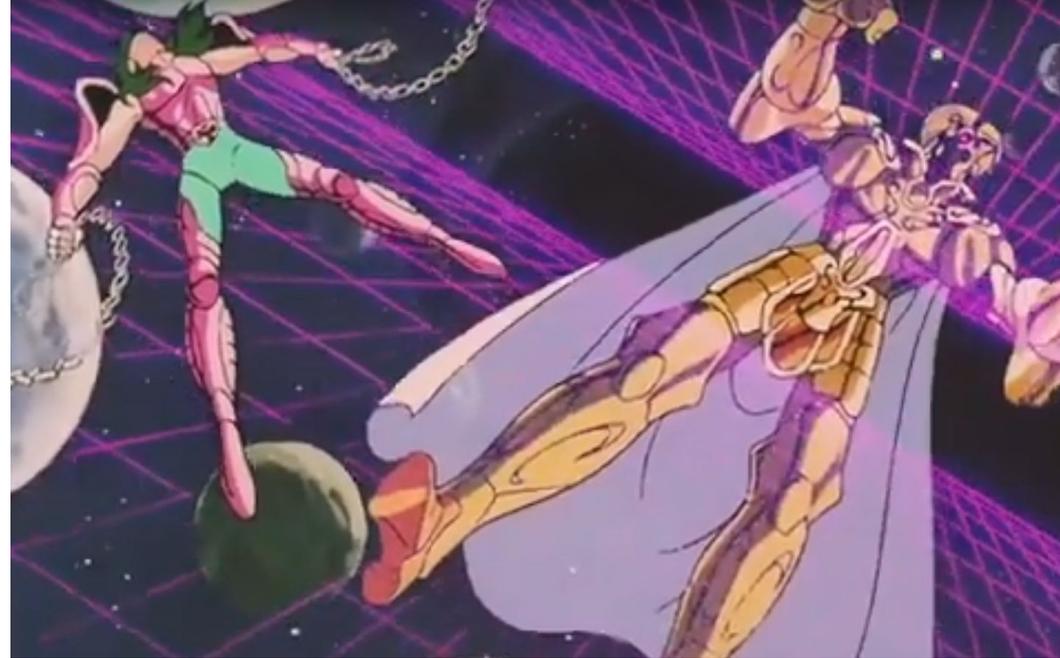
Un peu de vocabulaire... (4)

Et quelques digressions...

Information, plans, dimensions et temps

Notions utilisées :

- 1. Introduction
- 2-3. Structure de la matière
- 9. Relativité générale
- 15. Thermodynamique
- 25. Au-delà de la physique actuelle

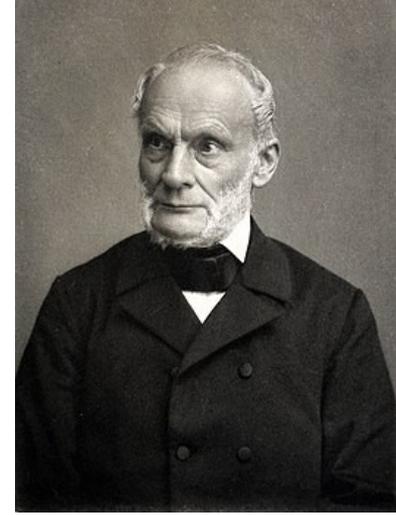


Les Chevaliers du Zodiaque (Saint Seiya), ép. 45

Pour une meilleure compréhension,
certaines explications pourront être
légèrement simplifiées/tronquées

INFORMATION

Deuxième principe et entropie



- 1865 Rudolf Clausius crée la notion d'**entropie** et énoncé le 2^{ème} principe ainsi :
Il existe une **fonction d'état extensive S** telle que

$$dS = \frac{\delta Q}{T} = dS_{\text{échangée}} + dS_{\text{créée}} \quad \text{avec} \quad dS_{\text{créée}} \geq 0$$

- **Interprétation : l'entropie mesure le « désordre » d'un système**
- Autre formulation :
 - « Toute transformation d'un système thermodynamique s'effectue avec **augmentation de l'entropie globale** (du système et du milieu extérieur). On dit alors qu'il y a **création d'entropie**. »
 - L'entropie d'un système **peut diminuer** mais cela signifie que **l'entropie du milieu extérieur augmente de façon plus importante**, le bilan entropique global étant positif (ou nul si la transformation est **réversible (notion théorique)**)

Le troisième principe



W. Nernst.

- **Principe de Nernst (1906)**

- « La valeur de l'entropie de tout corps pur dans l'état de **crystal parfait** est nulle à la température de **0 kelvin** »

$$S = k_B \cdot \text{Ln}(\Omega)$$

- Ω : **nombre d'états possibles** du système

- Lorsque le système ne peut prendre qu'un **seul état** à température nulle,

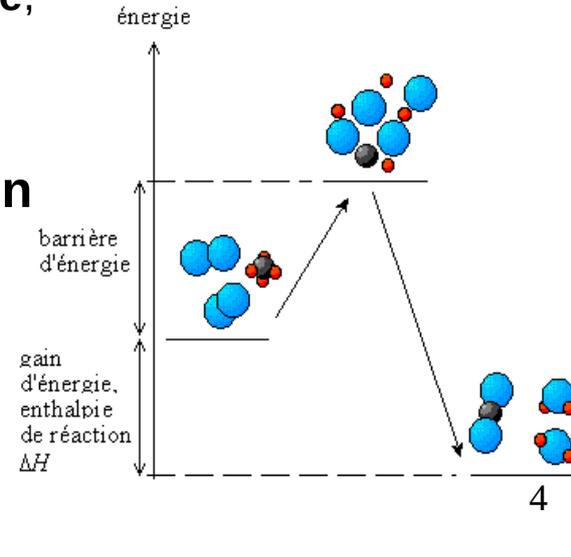
$$S = k_B \cdot \text{Ln}(1) = 0$$

- $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$ (ou $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$) : **constante de Boltzmann**

- Rappel de la première émission : définition du Kelvin

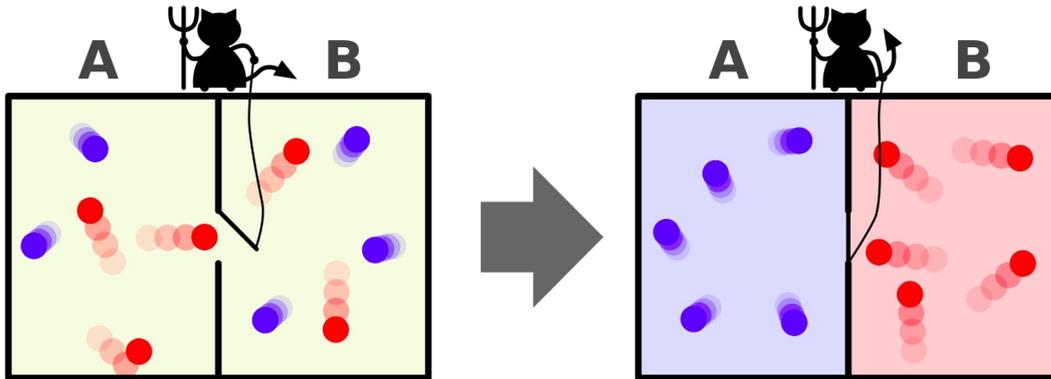
- $k_B T$: « énergie liée à la température » : beaucoup de phénomènes ou réactions dépendent du ratio entre l'énergie nécessaire et le facteur $k_B T$

- **Loi d'Arrhenius** : vitesse d'une réaction chimique proportionnelle à $e^{-\frac{E_a}{k_B T}}$
→ intérêt de la réfrigération



L'expérience du démon de Maxwell

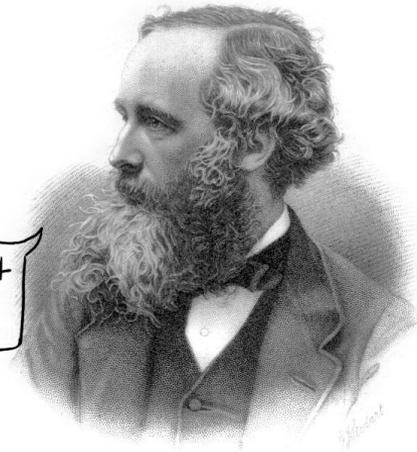
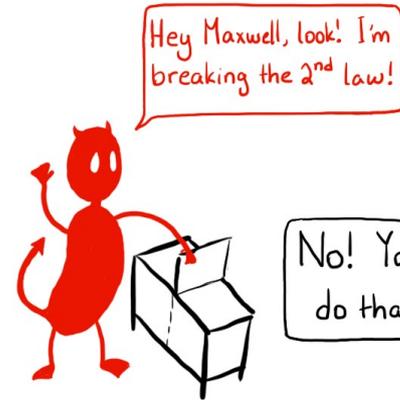
- **Expérience de pensée** publiée en 1871, qui serait en **désaccord avec le deuxième principe**



- Boîte avec **2 compartiments séparés par une trappe**, qu'un « démon » peut ouvrir **sans dépense d'énergie** quand une particule « intéressante » s'en approche
- État final : particules plus rapides à droite et plus lentes à gauche :
 - → B est plus chaud que A
 - **Le flux de chaleur remonte le gradient de température !**
 - = **baisse de l'entropie !**

Entropie et information 1

- La **quantité d'information** que représentent les caractéristiques de la particule est minime
- Mais, au niveau microscopique ($\sim 10^{23}$ fois plus de molécules – nombre d'Avogadro), l'information ainsi utilisée par le démon de Maxwell est **importante**



- Solution à l'expérience du démon de Maxwell (préservant le deuxième principe) :
 - 1949, Léon Brillouin met l'accent sur la nécessité pour le démon d'**acquérir de l'information**, et que cette acquisition **augmente l'entropie du système**
 - 1961, Rolf Landauer met en évidence l'importance de la **mémorisation de l'information** et surtout de la **nécessité d'effacer cette mémoire**, qui a un **coût entropique**
- Le deuxième principe n'est pas mis en défaut !

Entropie et information 2



Claude Shannon (1916-2001)

- Définition (Larousse) : indication, renseignement, précision que l'on donne ou que l'on obtient sur quelqu'un ou quelque chose

- En théorie de l'information, **l'information est l'opposée du logarithme de la probabilité** : $I = -\log p$: valeur d'une information inversement proportionnelle à sa probabilité

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log_2 p_i$$

p_i : probabilité de prendre l'état i

- **Entropie de Shannon** : **H = quantité d'information délivrée par une source (« originalité »)**

Interprétation : nombre de questions (oui/non) à poser pour déterminer sans ambiguïté la valeur de X

$$S = k_B \ln(\Omega)$$

Définition d'une information \approx celle d'une « néguentropie »

Entropie et information 3

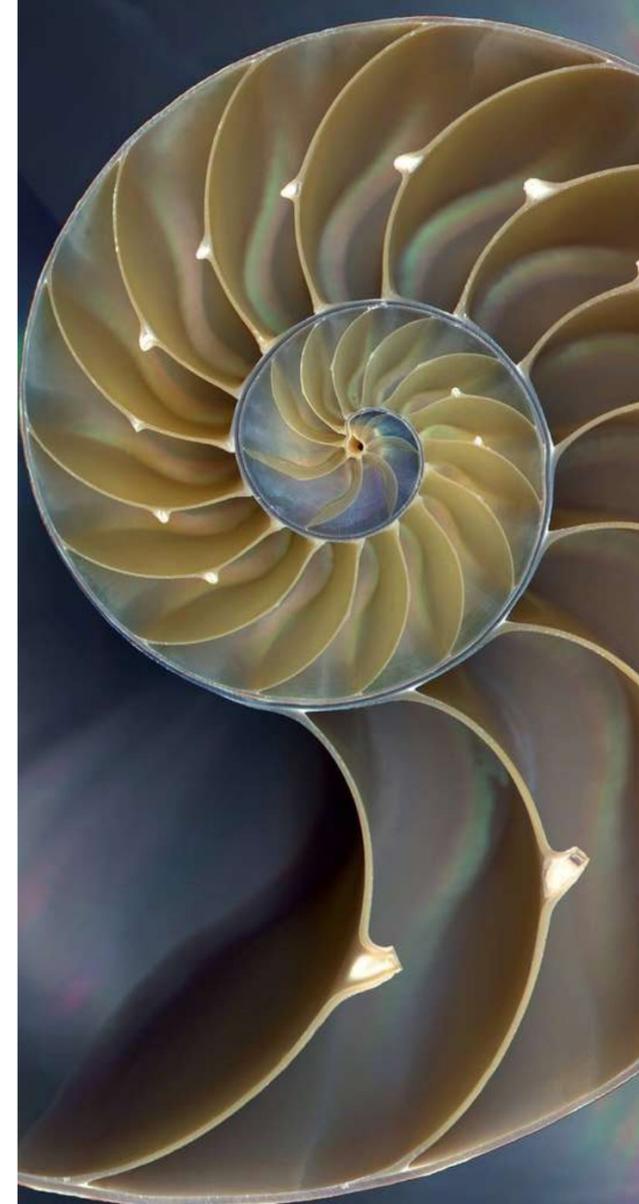
« **Entropie, manque d'information, incertitude, désordre, complexité**, apparaissent donc comme des avatars d'un seul et même concept. Sous l'une ou l'autre de ces formes, l'entropie est associée à la notion de probabilité [...] Elle caractérise non pas un objet en soi, mais **la connaissance que nous en avons et nos possibilités de faire des prévisions**. Elle a donc un caractère à la fois objectif et subjectif. »

Roger Balian, Université de tous les savoirs, p220, cité par <https://jeanzin.fr/ecorevo/sciences/entropie.htm>13

« L'entropie correspond [...] à une **perte ou un manque d'informations** en théorie de l'information et en thermodynamique [...] **l'information est une grandeur physique** [...] Le fait que l'entropie ait tendance à augmenter au cours du temps exprime tout simplement le fait que **l'univers a tendance à perdre des informations**, ce qui est naturellement **compensé par le rôle de la conscience** qui est au contraire d'en introduire, ce qui explique que **notre univers a tendance à s'ordonner, via le phénomène de la vie**, alors qu'il devrait mécaniquement tendre vers le désordre. »

La néguentropie

- Ou « entropie négative » (« negative entropy ») : **baisse du degré de désorganisation d'un système** – correspond à une organisation **des systèmes vivants** qui s'oppose à l'entropie
- Terme introduit en 1944 par Schrödinger dans son ouvrage *Qu'est-ce que la vie ?* Il voulait expliquer l'« ordre » à l'intérieur des êtres vivants (« thermodynamique du vivant ») :
« **Le vivant, c'est ce qui lutte contre l'entropie.** »
- Le **second principe** indique que l'entropie croît spontanément pour un système isolé : la notion de néguentropie est donc **limitée dans le temps ou l'espace** et ne peut s'appliquer qu'à un **système ouvert**



Exemple de la cellule

En termes d'énergie

Pour conserver sa néguentropie (**organisation & fonctionnement** – « **autopoïèse** » ou « **agence** » du « **holon** » selon Ken Wilber), la cellule doit **consommer de l'énergie** fournie par son environnement extérieur. (« **communion** » du holon)

Lorsqu'elle meurt, elle n'entretient plus cette néguentropie, donc elle se désagrège. (« **autodissolution** » du holon)

En termes d'information

Ce qui rend possible le maintien d'une structure « ordonnée », ce sont les **voies de communication sélectives** entre l'intérieur de la cellule et son **environnement changeant**.

Les membranes des cellules sont **sélectivement poreuses** ; la perte de cette capacité entraîne une **mort rapide**, notamment sous l'effet de toxines dont elle **ne peut plus se protéger**.



Cellule animale
(Russell Kightley)

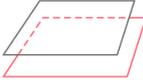
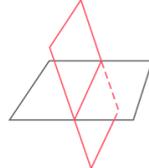
4ème propriété du holon :
transcendance

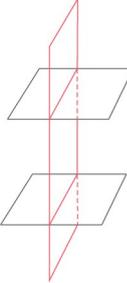
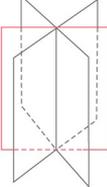
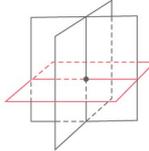
PLANS ET DIMENSIONS

Plan

- En géométrie, un plan est une **surface plane illimitée**
- Peut être défini par :
 - une droite et un point distincts
 - Trois points distincts (tabouret)
- En algèbre, **un plan est un K-espace de dimension 2** (où K est un « corps »)
 - Exemple : \mathbb{C} est un plan affine de \mathbb{R}
 - En français : il faut 2 nombres réels indépendants (a, b) pour définir un nombre complexe $z = a + b.i$
- Un « **hyperplan** » est la généralisation des plans d'un espace de dimension 3 → sous-espace de dimension n-1 dans un espace de dimension n
 - Exemples : une droite dans un espace à 2D, l'espace à 3D dans l'espace-temps

Intersections de 2 et 3 plans

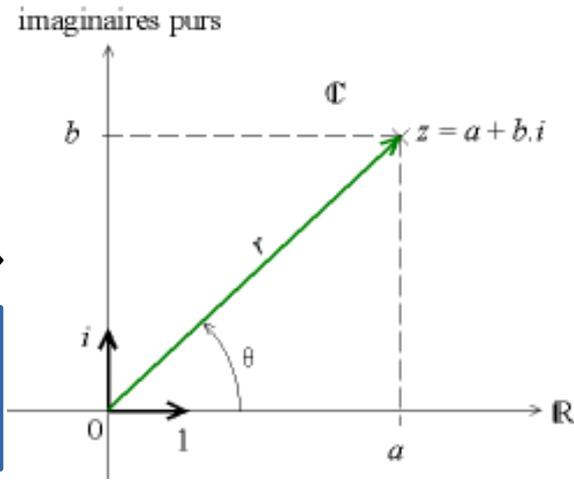
Ensemble vide	Un plan	Une droite
		
Plans parallèles	Plans confondus	Plans sécants

Ensemble vide	Un plan	Une droite	Un point
			
	Trois plans confondus		

Repère cartésien
Plan complexe

« Identité d'Euler »

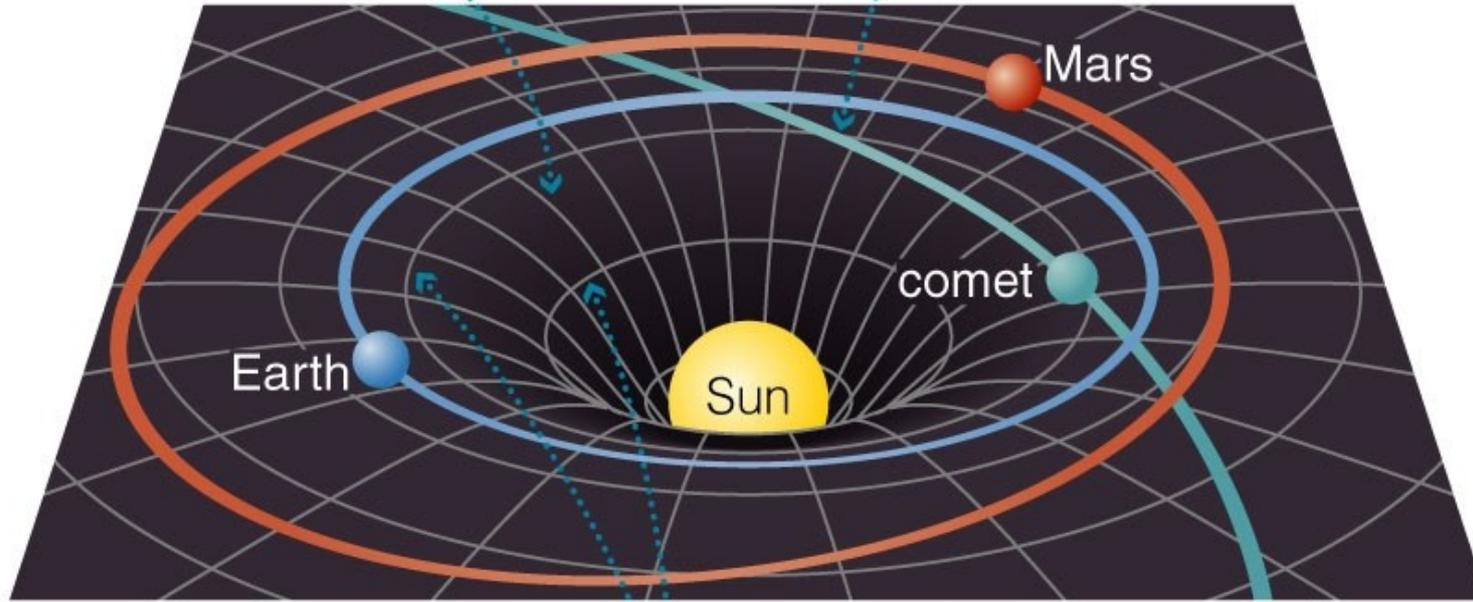
$$e^{i\pi} + 1 = 0$$



La courbure de l'espace-temps

The mass of the Sun causes spacetime to curve ...

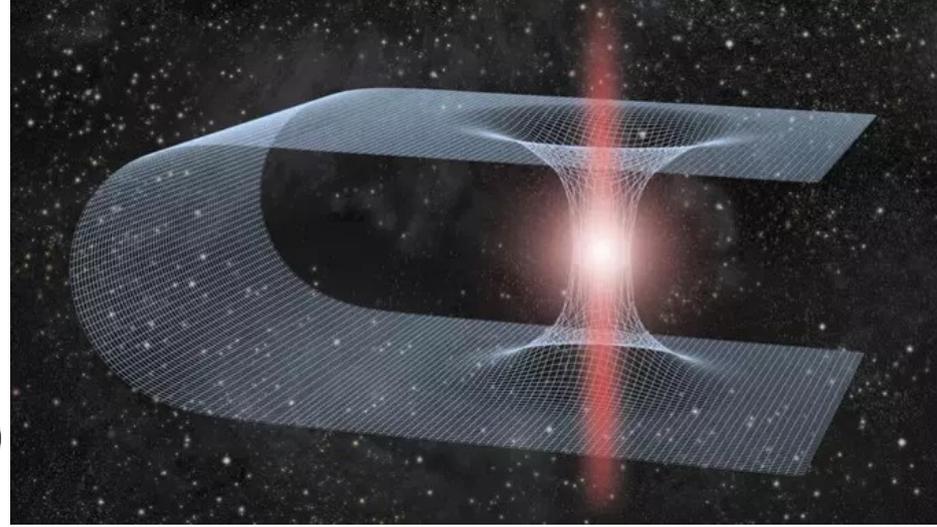
... so freely moving objects (such as planets and comets) follow the straightest possible paths allowed by the curvature of spacetime.



Circles that were evenly spaced in flat spacetime become more widely spaced near the central mass.

**= courbure
« intrinsèque »,
≠ courbure
« extrinsèque »
dans un espace
plus grand**

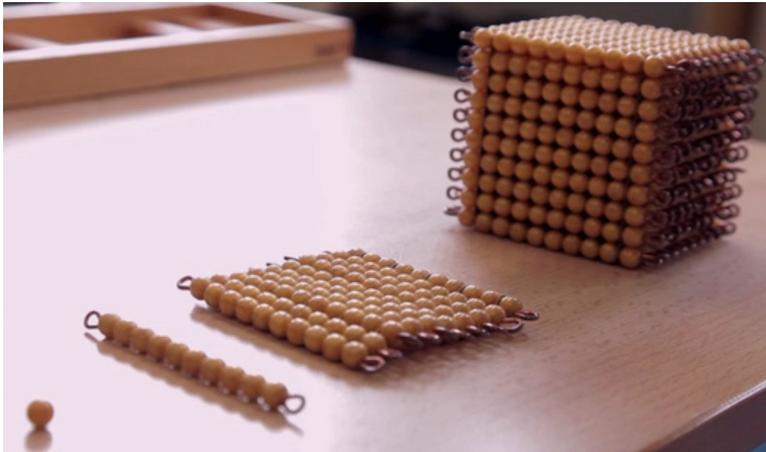
Les trous de ver ou « ponts d'Einstein-Rosen »



- Objet hypothétique reliant deux régions de l'**espace-temps** (un **trou noir** d'un côté et une **fontaine blanche** de l'autre)
 - « raccourci » à travers l'espace-temps
- Possibilité d'émission d'**ondes gravitationnelles** spécifiques
 - « *The Sound of Clearing the Throat: Gravitational Waves from a Black Hole Orbiting in a Wormhole Geometry* » :
 - Nous modélisons le passage d'un trou noir de masse stellaire dans un trou de ver [...] et trouvons une forme d'onde caractéristique [...] lorsque le trou noir émerge [...] dans notre région de l'Univers.
(<https://arxiv.org/abs/2007.09135>)

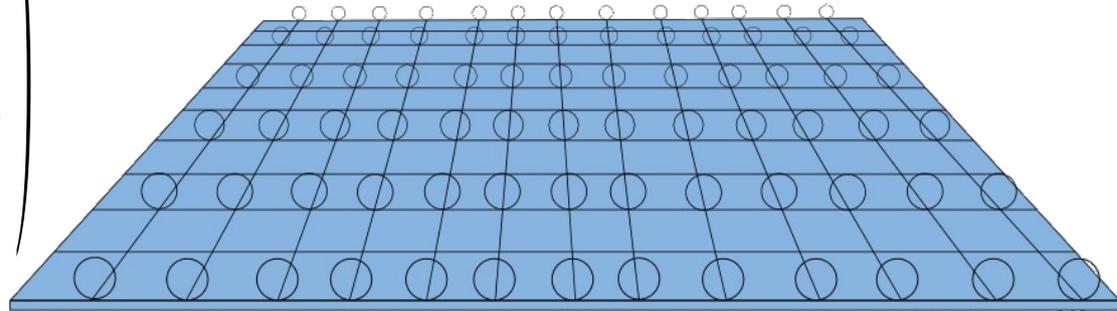
Les dimensions

- « Grandeur permettant de situer un lieu ou un moment » :
 - Dimension d'un espace = **nombre de variables qui servent à définir les coordonnées d'un état / un évènement**
 - 0, 1, 2, 3, 4 (espace-temps de Poincaré-Minkowski 1905), 10, 11, 26



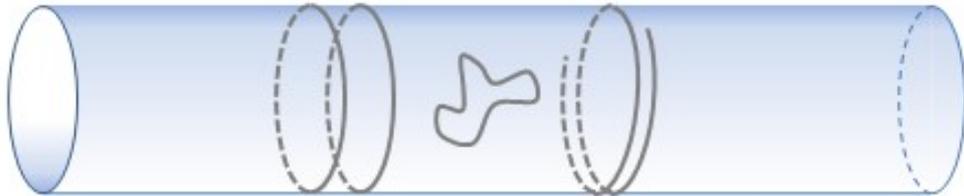
$$\begin{pmatrix} ct \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

- La « **5D** » : théorie de Kaluza-Klein (années 1920)
 - But : unifier (classiquement) la gravitation et l'électromagnétisme → « **théorie du champ unifié** », « **théorie du tout** »
 - a inspiré la **théorie des cordes**
- Mais monde connu à 4 D → 5^{ème} dimension **enroulée sur elle-même** en cercle (**échelle de Planck** : 10^{-35} m)

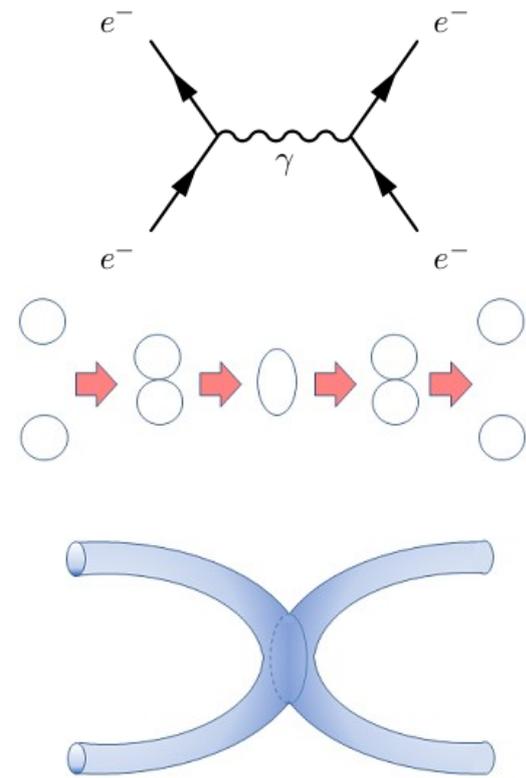


Les dimensions supplémentaires (1)

- Les cordes évoluent dans un **espace à 10 dimensions (9 spatiales + 1 temporelle)**
 - Premier modèle dans les années 60 : **théorie des cordes bosoniques** à 26D
 - Nous vivons dans un **univers « branaire »** (= tranche tridimensionnelle d'un univers à 9D)
- Ces dimensions supplémentaires ont **des effets sur la gravitation à leur échelle (dimensions très petites, sinon effets mesurables)**



Exemple d'un espace à 2D avec une dimension infinie et une dimension enroulée sur elle-même



Interaction entre 2 cordes

En haut : en coupe

En bas : « **surface d'univers** » balayée par les deux particules dans un espace-temps à 2D d'espace et une de temps : **pas de singularité** comme avec des particules ponctuelles

Les dimensions supplémentaires (2)

2 dimensions supplémentaires

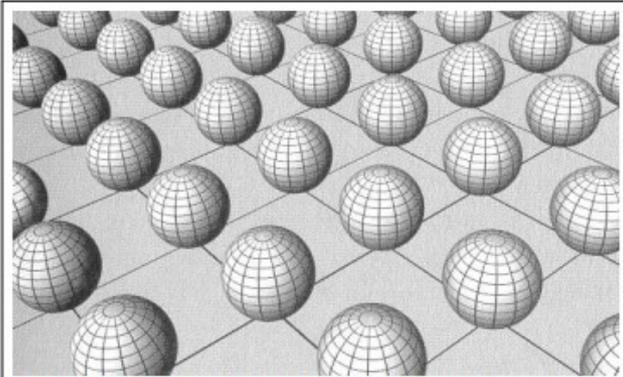


Figure 8.7 Two extra dimensions curled up into the shape of a sphere.

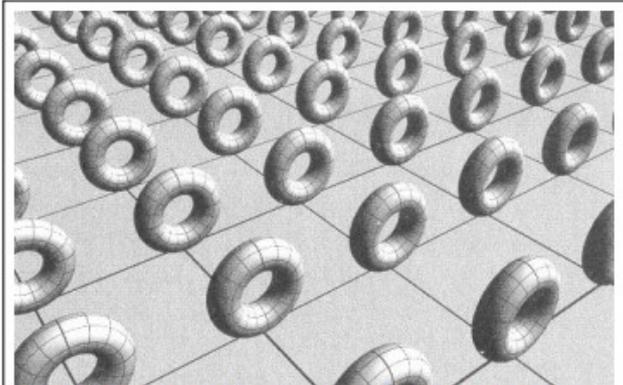


Figure 8.8 Two extra dimensions curled up in the shape of a hollow doughnut, or torus.

6D supplémentaires **compactifiées**
Un nombre immense de géométries possibles

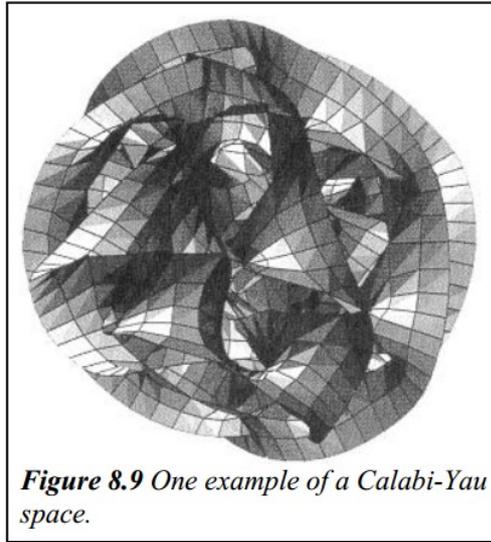


Figure 8.9 One example of a Calabi-Yau space.

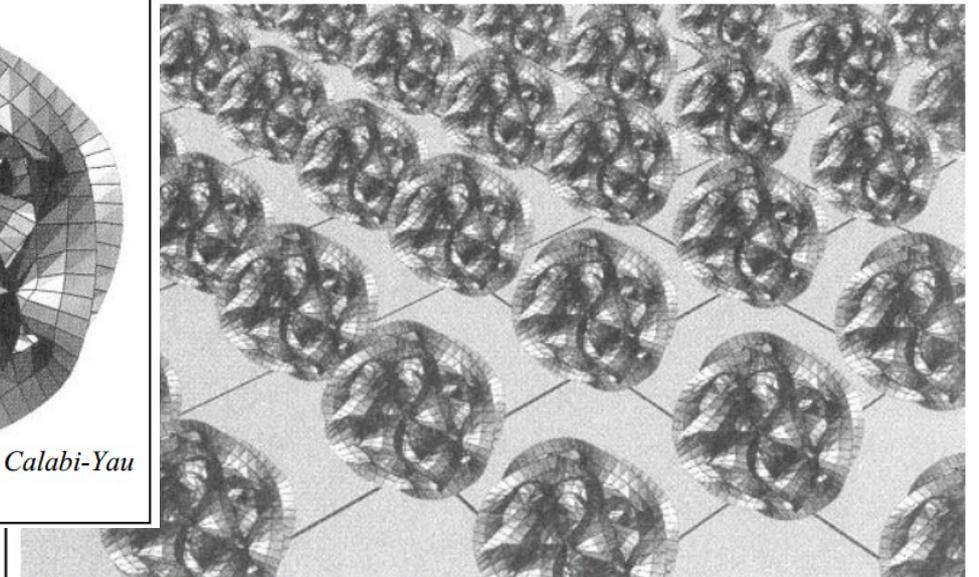


Figure 8.10 According to string theory, the universe has extra dimensions curled up into a Calabi-Yau shape.

Brian Greene,
The Elegant Universe

La **matière noire** ne serait pas **invisible** mais **inobservable** car elle se « cacherait » dans une ou plusieurs de ces dimensions, qui nous sont inaccessibles.

Les 3 temps des Grecs

- **Chronos** : le temps linéaire, physique, « chronologique », mesuré : jour, mois, année
- **Kairos** : le temps métaphysique, le bon moment pour agir, l'instant de l'opportunité
- **Aiôn** : le temps cyclique (cycle circadien, saisons, ...)



Le temps n'existe pas...

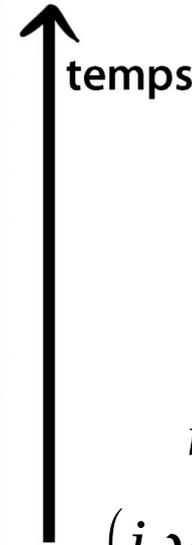
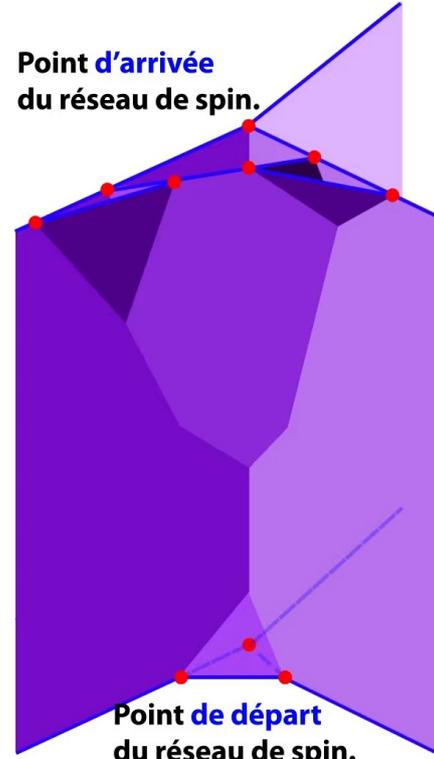


Quand vous dites que « le temps n'existe pas », voulez-vous dire que : « À l'échelle de Planck, le temps ne s'écoule plus mais émerge de la succession des états superposés du réseau des quanta du champ gravitationnel grâce à une mousse de spin qui emprunte tous les chemins possibles entre ces états » ?

« L'espace-temps émerge de notre point de vue comme la surface d'un lac émerge de la myriade de molécules d'eau »

« Le temps n'existe pas, dit Einstein. Mais l'heure existe, a dit M. Honnorat. Et, ce soir, elle change. »

La Justice, 25-26/03/1922
(cité par Thibault Damour)



états successifs

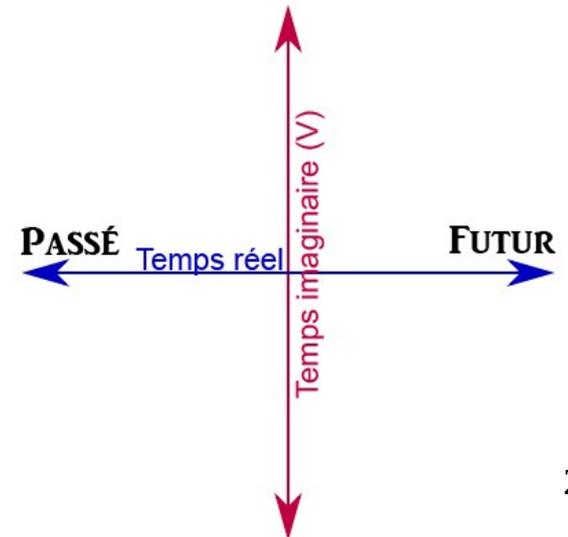
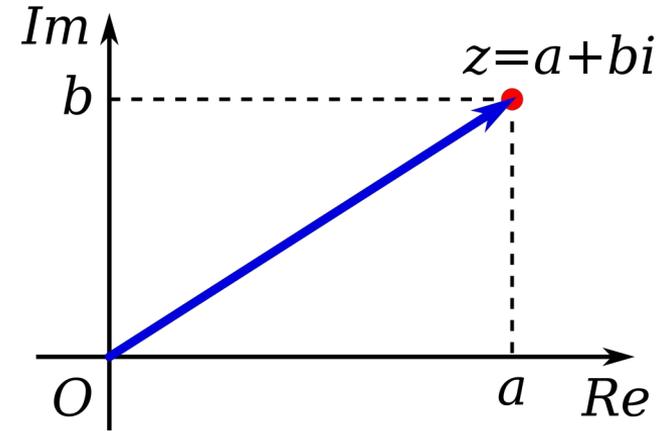
$$i \hbar \frac{d}{dt} |\Psi\rangle = \hat{H} |\Psi\rangle$$

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

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8 \pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

Plusieurs dimensions temporelles ?

- Hypothétique, deux natures possibles
 1. « **conventionnelle** » mais **compactifiée** (comme en théorie des cordes)
 - → « **théorie F** » à 12 dimensions (10,2)
 2. Temps « **imaginaire** » (= « complexe »)
 - **perpendiculaire** au temps « réel »
 - Permet de résoudre certains problèmes en **mécanique quantique**
 - **Pas de relation d'ordre** pour les nombres complexes, contrairement aux nombres réels
 - notions d'antériorité/postériorité ?



La 5D (1)

QU'EST-CE QUE C'EST QUE LA 5D ?

Le monde de la 5D, c'est ce que l'on appelle la nouvelle Terre ou bien l'Âge d'Or, qui est souvent décrit par de nombreux ouvrages et enseignants spirituels. La 5D serait accessible aux personnes ayant un niveau niveau vibratoire élevé et qui auront fourni les efforts nécessaires pour pouvoir ascensionner.

La 5D est donc un état de conscience supérieur, c'est un nouveau monde rempli de joie et d'amour qui mettra l'accent sur des valeurs humaines essentielles telles que l'altruisme, le partage, l'amour, l'honnêteté, la fraternité et l'empathie. Vous serez rempli de bienveillance et vous prendrez plaisir à rendre service aux autres.

La 5D (2)

Le passage dans la 5D

Beaucoup de **textes** font état que la **Terre** et donc aussi le **genre humain** allaient passer **dans la 5D** notamment avec l'aide des **nouvelles énergies** qui nous arrivent. Mais en quoi cela consiste-t-il ? Mais aussi qu'est-ce qu'une **dimension** ?

Il est important tout d'abord, de faire la distinction entre les dimensions **géométriques** et les dimensions **vibratoires** comme nous allons le voir.

Les dimensions vibratoires

L'univers n'est constitué que d'**ondes** et de **vibrations**. La matière est une concentration d'énergies réalisée sous l'impulsion d'une information.

Il faut concevoir ce qui est appelé communément le **passage dans la 5D** comme étant non pas un changement d'univers sur le plan géométrique, mais vibratoire. Là, cela commence à devenir plus clair.

Chaque dimension correspond à une fréquence (ou plus exactement une gamme limitée de fréquences) comme les couleurs présentent des fréquences différentes. Notre corps est manifesté dans la fréquence de la 3D. Nos **organes des sens** étant conçus dans **ceux-ci ne perçoivent que les fréquences de cette dimension** (sauf en développant des capacités spéciales comme les personnes capables de percevoir les auras, les défunts, les élémentaux... mais pour cela, elles n'utilisent pas les sens communs).