

# Physique & Fiction

## de Gulliver à Star Wars

Mardi 05 Février 2019

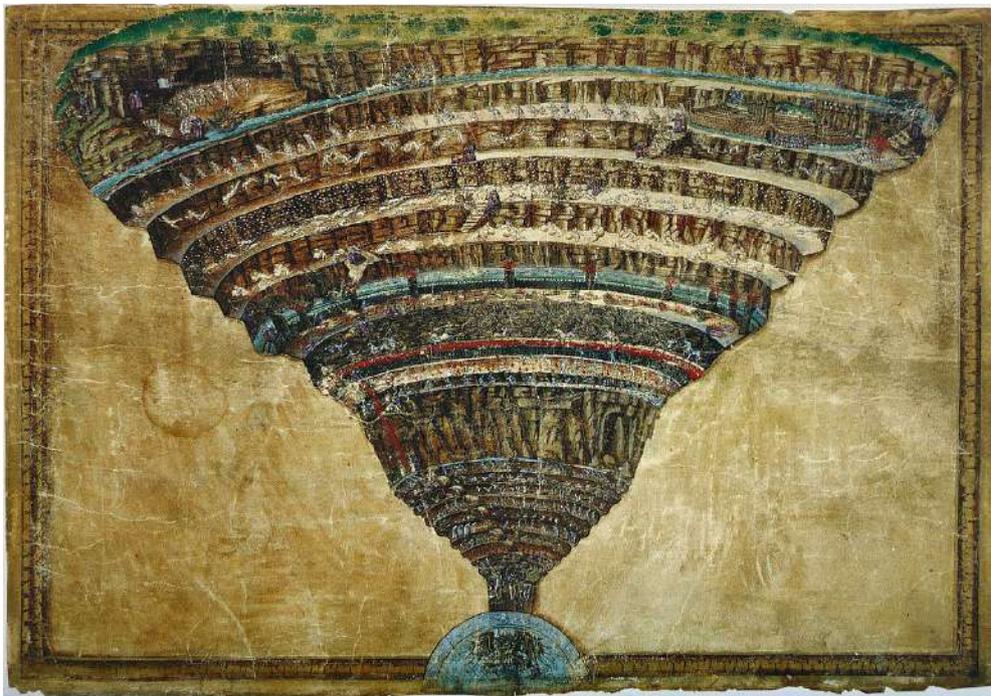


Cours 1 : Physique & Dimensions  
Cours 2 : Des Schtroumpfs à Gargantua  
Cours 3 : Les pouvoirs de Superman  
Cours 4 : L'énergie dans Star Wars  
**Cours 5 : De Dante à Edgar Allan Poe**



## 5- De l'Enfer et du Ciel

Une enquête sur l'Enfer de Dante & l'Univers de Poe...



**EUREKA**  
C'est avec une humilité non affectée, —  
c'est même avec un sentiment d'effroi,  
— que j'écris la phrase d'ouverture de  
cet ouvrage; car de tous les sujets imaginables,  
celui que j'offre au lecteur est le plus solennel,  
le plus vaste, le plus difficile, le plus auguste.

1 – L'Enfer de *Dante* vu par Galilée (1588)

2 – Le Ciel et l'Univers vu par Edgar Allan Poe (1848)

3 – *S'il reste du temps : De la Terre Creuse à la Terre Plate...*

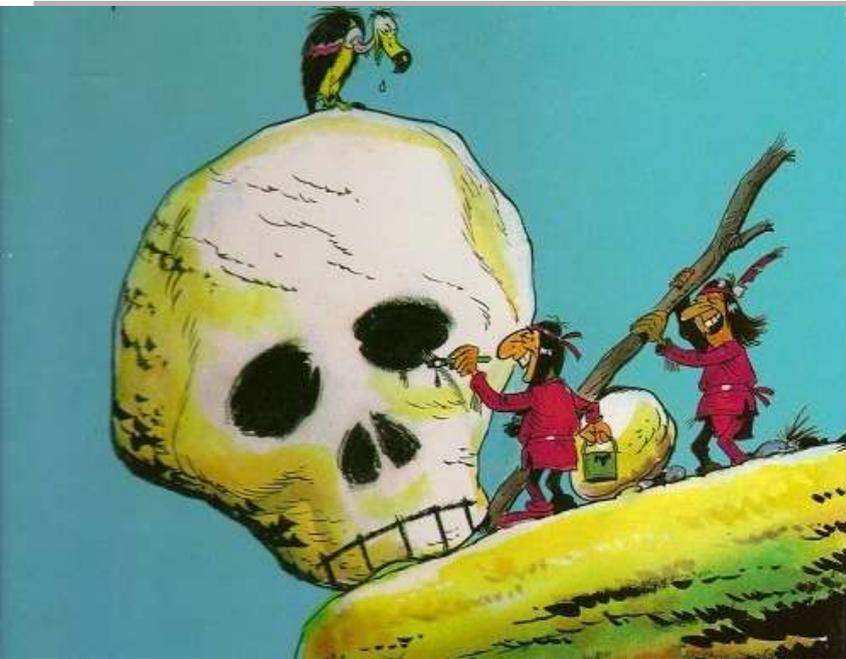
# Physique (in)certaine

---

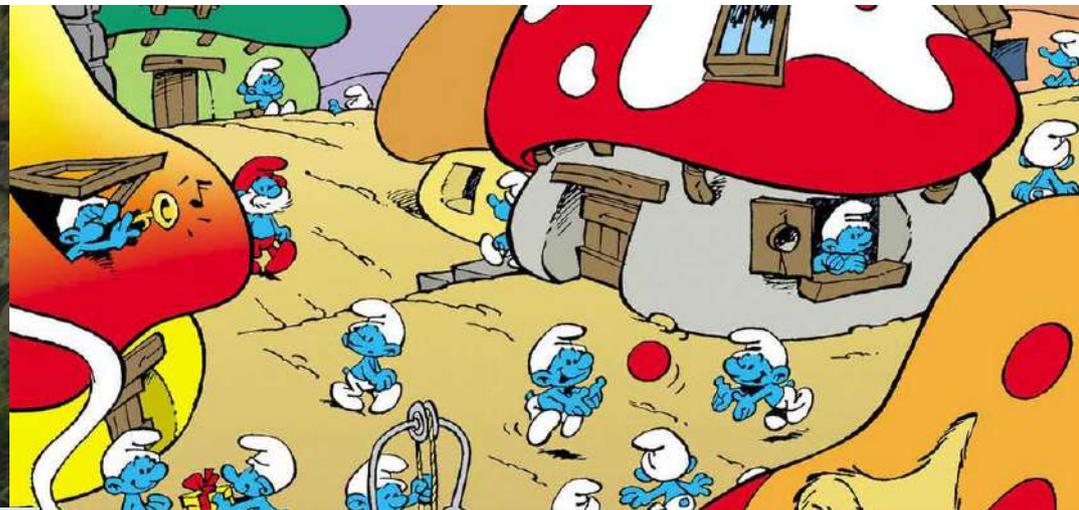
**Après Vacances d'hiver** - Du 26/02 au 26/03/19 – Physique (in)certaine  
*ou la construction de la démarche scientifique*  
*Coordination : Auguste Besson*



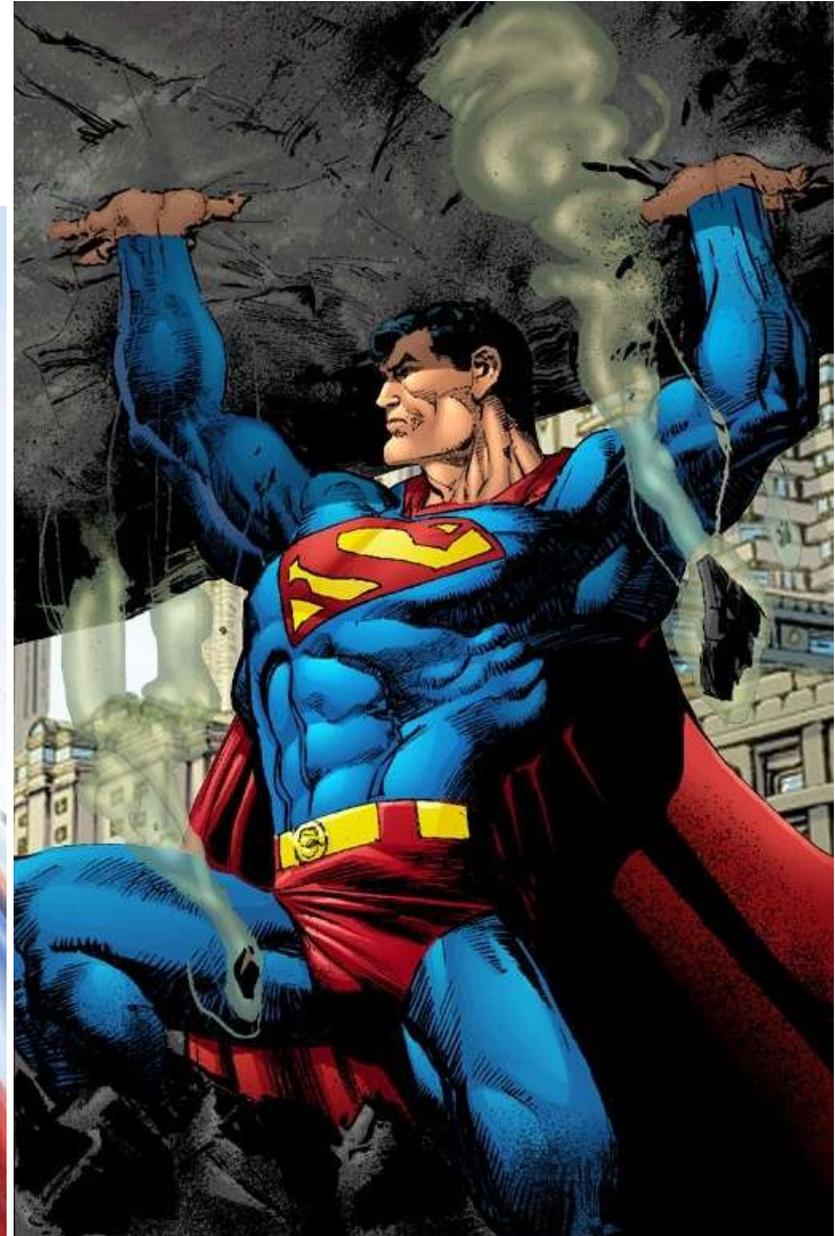
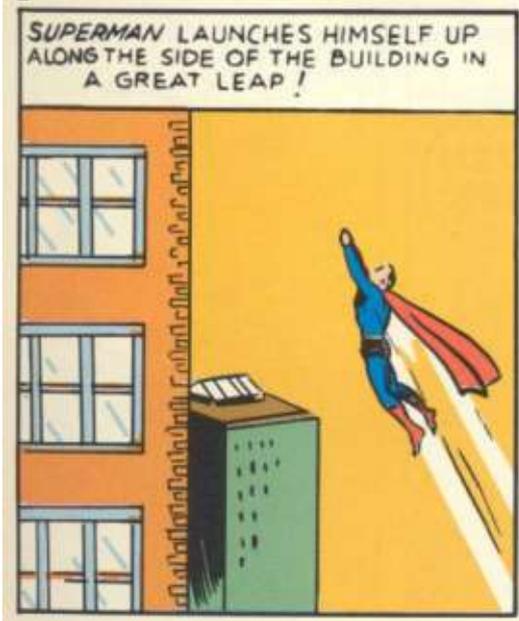
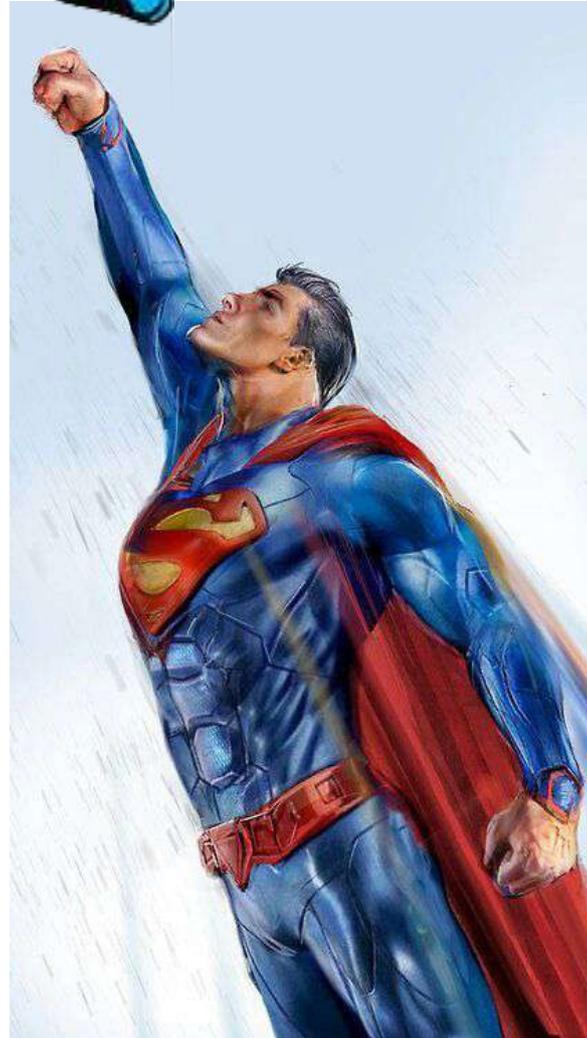
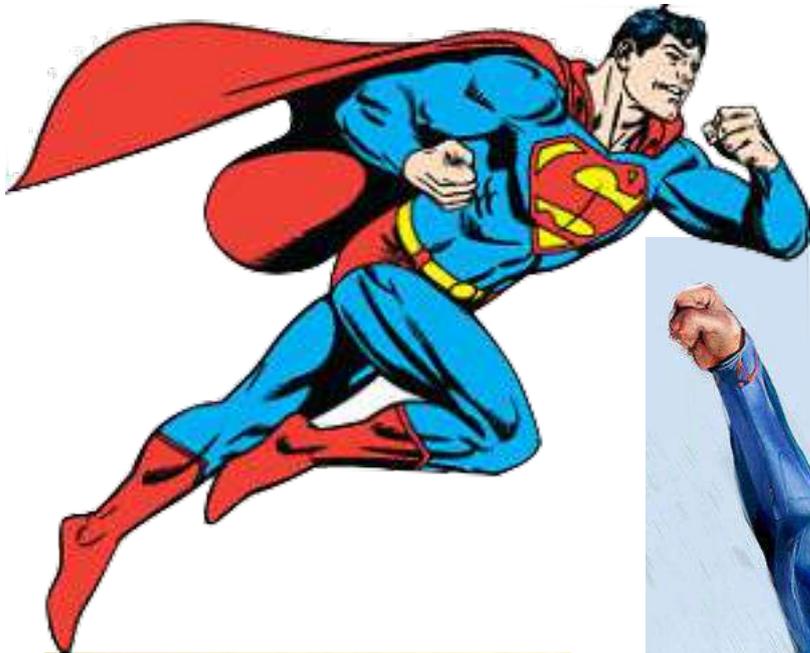
# Introduction – Cours 1



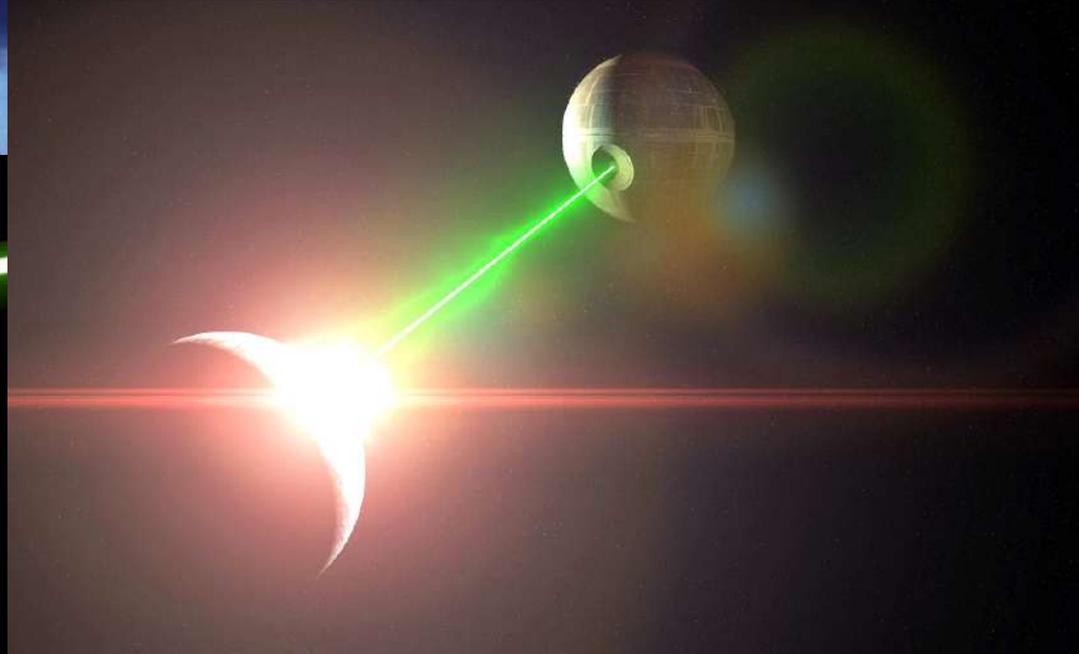
# Introduction – Cours 2



# Introduction – Cours 3

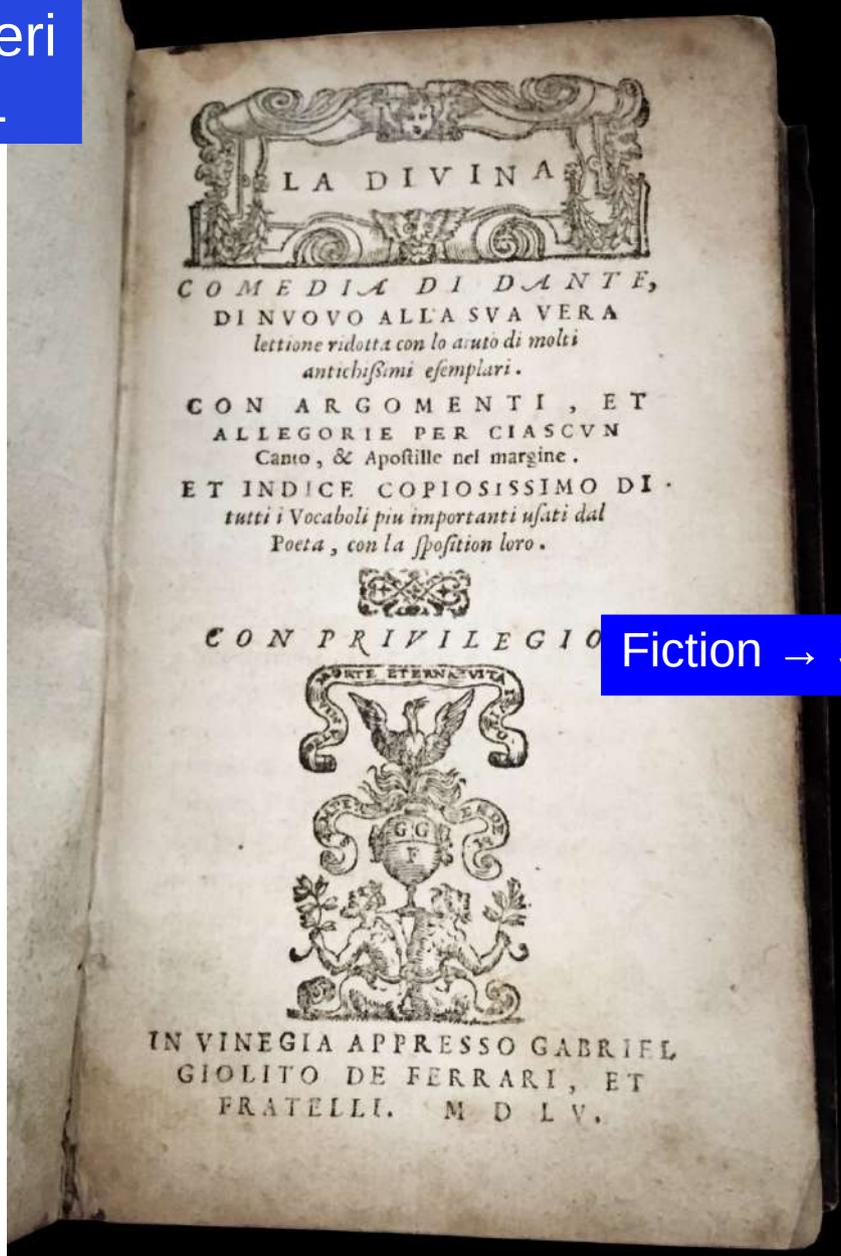


# Introduction – Cours 4



# Introduction – Aujourd'hui

Dante Alighieri  
1303-1321

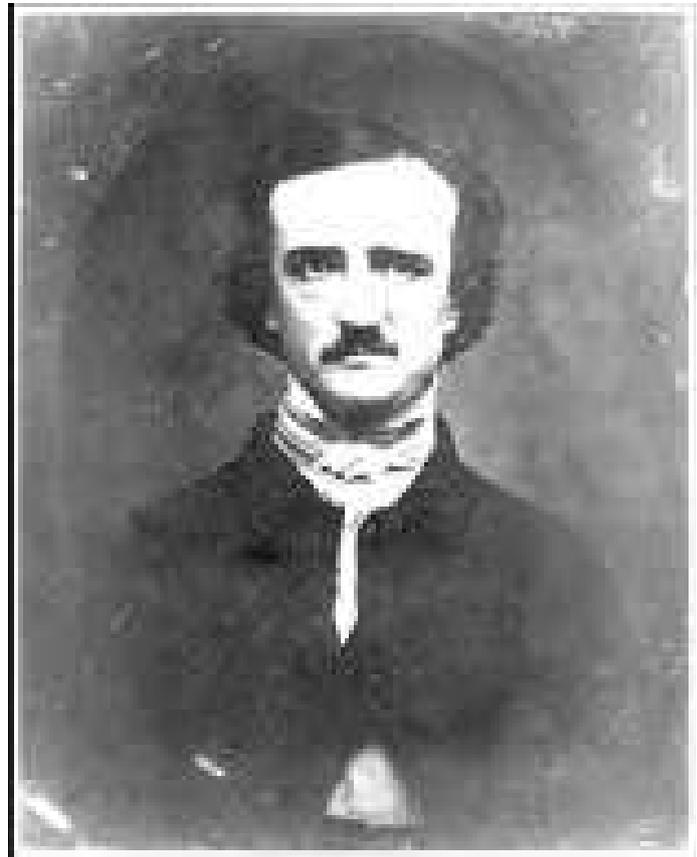


Fiction → Science



Leçons sur la forme, le lieu  
et les dimensions de l'Enfer  
de Dante  
Galilée, 1588

# Introduction – Aujourd'hui



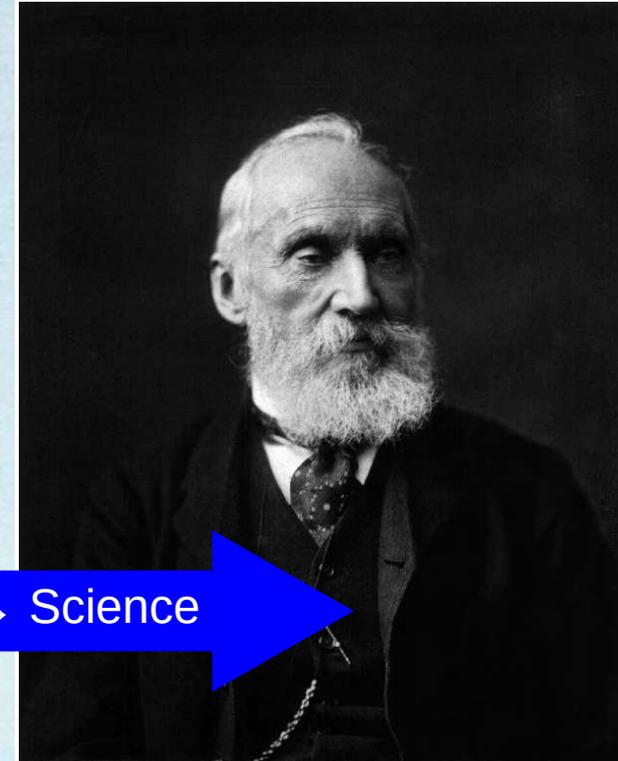
Eurêka, un poème en prose  
Essai sur l'Univers Matériel et  
Spirituel  
Edgar Allan Poe, 1848



## EURÊKA

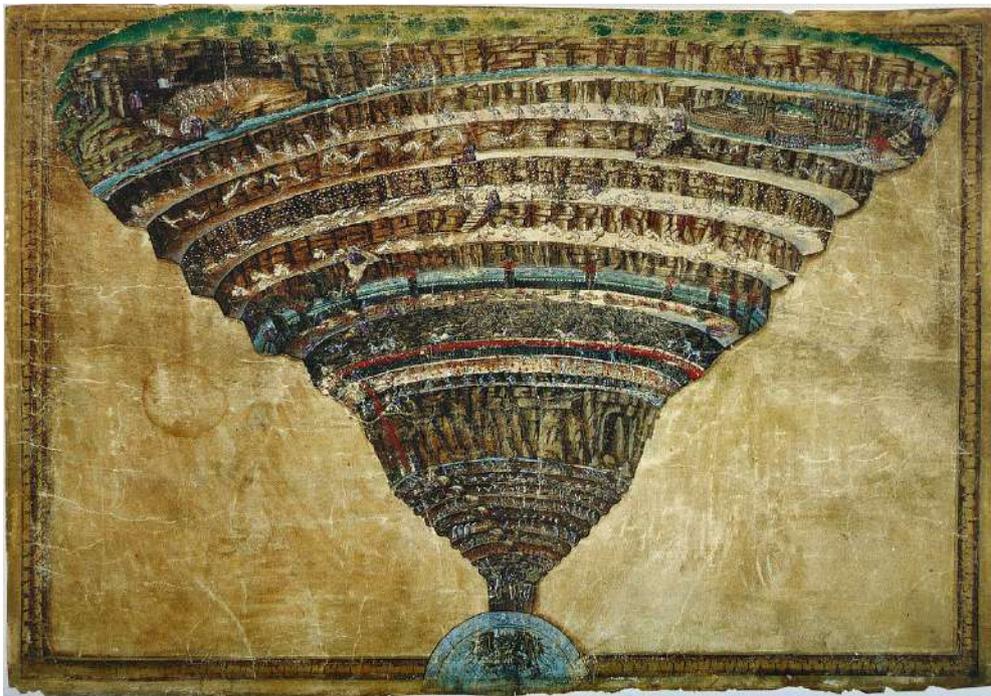
C'EST avec une humilité non affectée, —  
c'est même avec un sentiment d'effroi,  
— que j'écris la phrase d'ouverture de  
cet ouvrage; car de tous les sujets imaginables,  
celui que j'offre au lecteur est le plus solennel,  
le plus vaste, le plus difficile, le plus auguste.

Fiction ↔ Science



## 5- De l'Enfer et du Ciel

Une enquête sur l'Enfer de Dante & l'Univers de Poe...



**EUREKA**  
C'est avec une humilité non affectée, —  
— c'est même avec un sentiment d'effroi,  
— que j'écris la phrase d'ouverture de  
cet ouvrage; car de tous les sujets imaginables,  
celui que j'offre au lecteur est le plus solennel,  
le plus vaste, le plus difficile, le plus auguste.

1 – L'Enfer de *Dante* vu par Galilée (1588)

2 – Le Ciel et l'Univers vu par Edgar Allan Poe (1848)

3 – *S'il reste du temps : De la Terre Creuse à la Terre Plate...*

# 1- Introduction

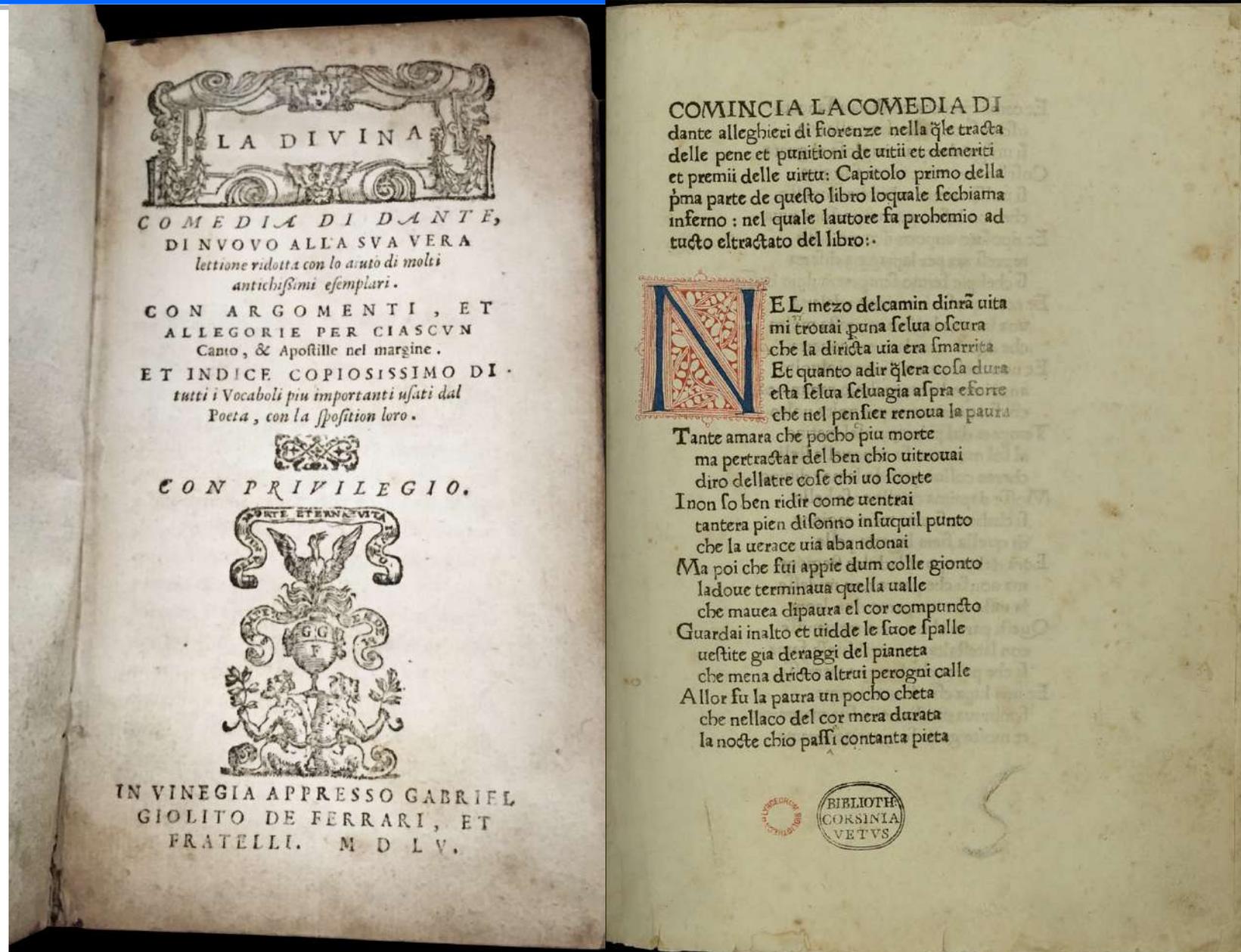


La commedia illumina  
Firenze, 1465  
Santa Maria del Fiore  
(Domenico di Michelino)

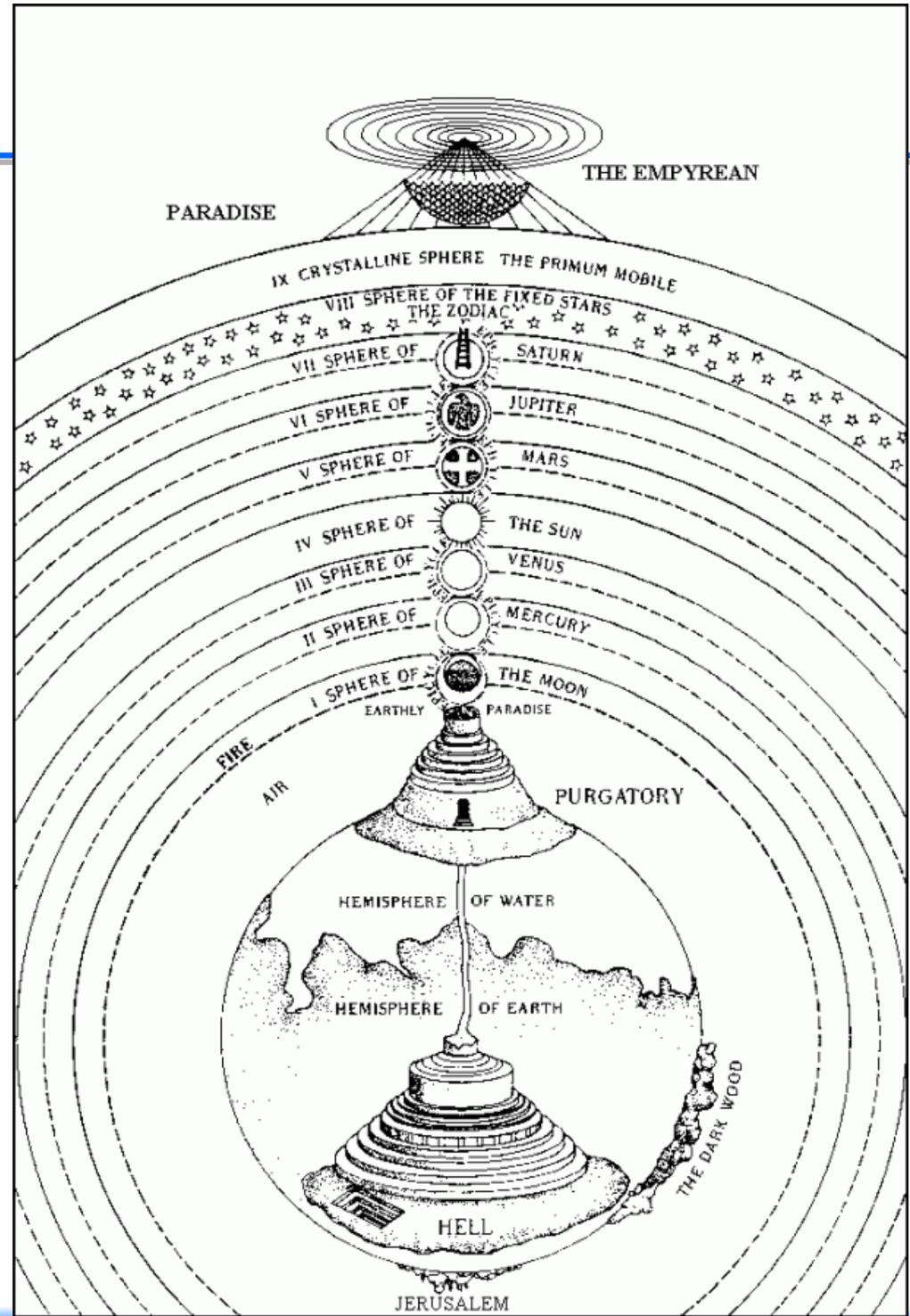
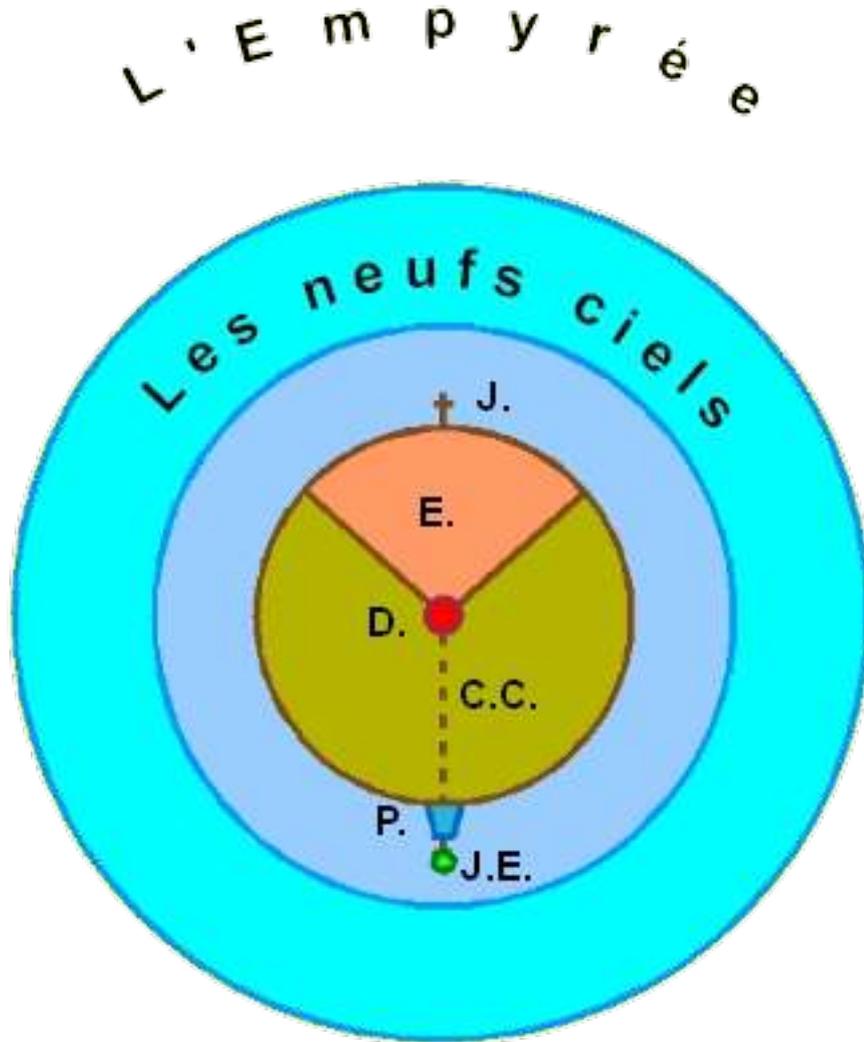
INSTITUTUS LANCHE CONSTITUTUS FACTUS SUI... DOCTUS AGRI DANTELIS SVASO CHILDRONTIA SAGR...  
ANTO PORA SARDANOQUE ROCTA... DOCA VIVAS VITVA CARAIN ISAGO TACTIS...

# 1- Introduction

Dante Alighieri  
1303-1321



# 1- Introduction



# 1- Le Purgatoire

---



Dante's Inferno (2010)



# 1- Le Purgatoire

## PURGATORIO



- The Earthly Paradise
- Terrace 7: The Lustful
- Terrace 6: The Gluttonous
- Terrace 5: The Covetous
- Terrace 4: The Slothful
- Terrace 3: The Wrathful
- Terrace 2: The Envious
- Terrace 1: The Proud
- Ante-Purgatory: The Late Repentant
- Ante-Purgatory: The Excommunicate

Massimo Tosi

# 1- Le Purgatoire

---

*Journal of Astronomical History and Heritage*, 18(2), 123–134 (2015).

---

## THE SIZE AND SHAPE OF DANTE'S MOUNT PURGATORY

**Paola Magnaghi-Delfino and Tullia Norando**

*Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci 32,  
20133 Milano (MI), Italy.*

Emails: [paola.magnaghi@polimi.it](mailto:paola.magnaghi@polimi.it); [tullia.norando@polimi.it](mailto:tullia.norando@polimi.it)

---

**Abstract:** Where is Mount Purgatory? How high is it? How large is the island upon which it was situated? In the nineteenth century Rodolfo Benini and Ideale Capasso developed a series of hypotheses and calculations to find answers to these questions. Each used data derived from mathematics, astronomy, history of science and cartography, but they completely disagreed on the location and on the overall size and shape of the island. In this paper we review the main points of these two scholars, then we rework the calculations and estimates, according to a new astronomical hypothesis presented by Giulio Magli and Claudio Facciolo.

**Key words.** astronomy, cartography, geometry, Dante Alighieri, *Divine Comedy*, naval and maritime culture

---



# 1- Le Purgatoire

*Journal of Astronomical History and Heritage*, 18(2), 123–134 (2015).

## THE SIZE AND SHAPE OF DANTE'S MOUNT PURGATORY

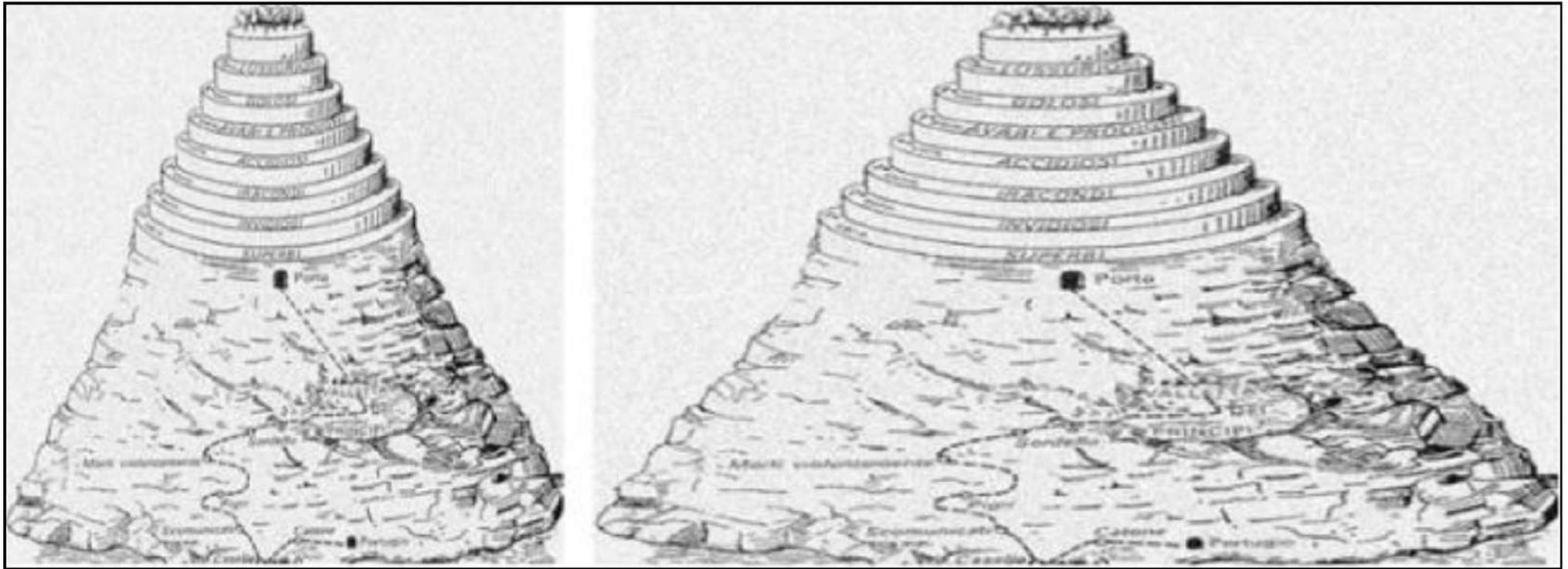


Figure 1: Two different versions of Mount Purgatory according to Benini (1917).



# 1- Le Purgatoire

*Journal of Astronomical History and Heritage*, 18(2), 123–134 (2015).

## THE SIZE AND SHAPE OF DANTE'S MOUNT PURGATORY

Table 7: New measures according to Capasso.

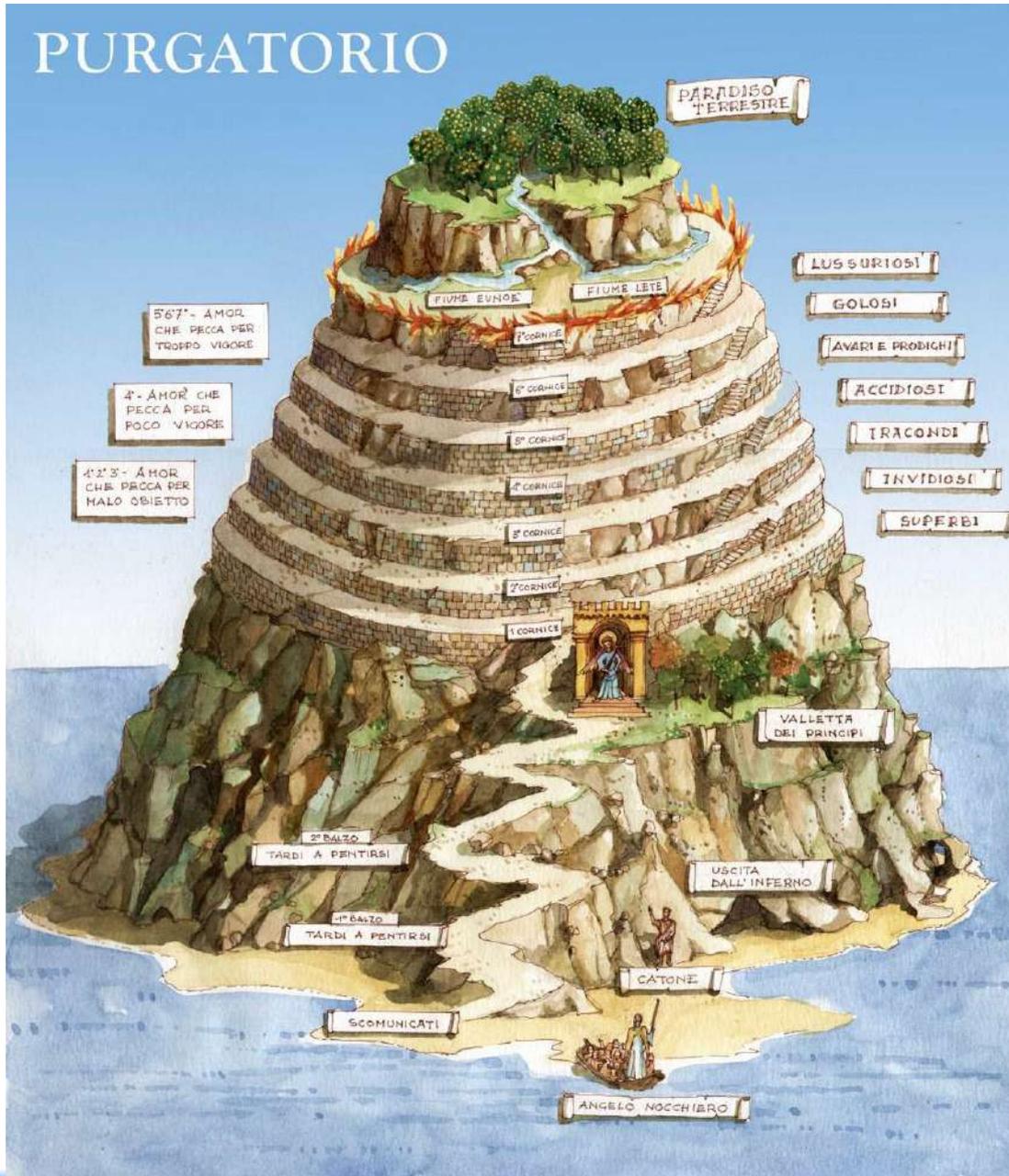
Height	$h = 11.4 \text{ km}$
Base diameter	$d = 40 \text{ km}$
Circumference of the base	$C = \pi d = 125 \text{ km}$
Island Area	$A = \pi d^2/4 = 1257 \text{ km}^2$
Volume of Purgatory	$V = A h/3 = 4775 \text{ km}^3$

Table 8: New measures according Benini.

Height	$h = 11.4 \text{ km}$
Base diameter	$d = 11.4 \text{ km}$
Circumference of the base	$C = \pi d = 35.8 \text{ km}$
Island Area	$A = \pi d^2/4 = 102 \text{ km}^2$
Volume of Purgatory	$V = A h/3 = 388 \text{ km}^3$



# 1- Le Purgatoire



Massimo Tosi

# 1- Le Purgatoire

Que se passe-t-il sous l'action de la gravité ?

Gravité

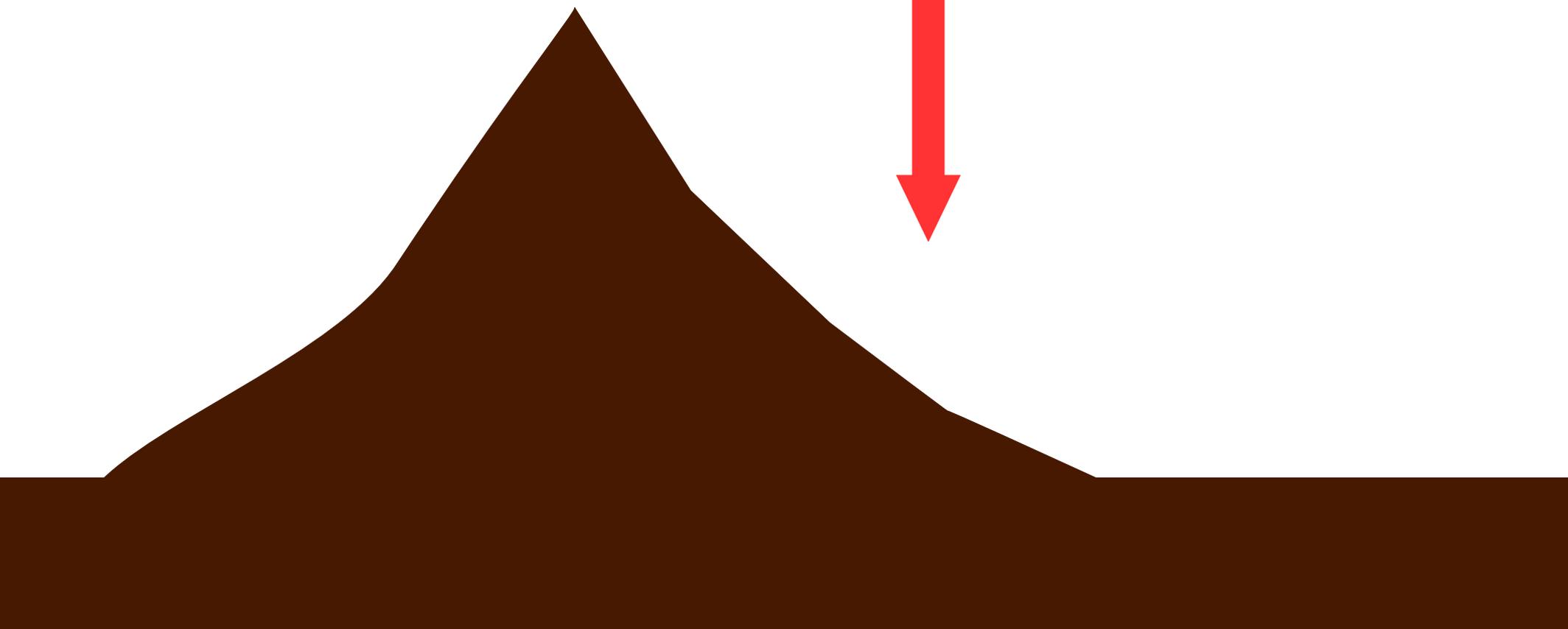


# 1- Le Purgatoire

---

Que se passe-t-il sous l'action de la gravité ?

Gravité



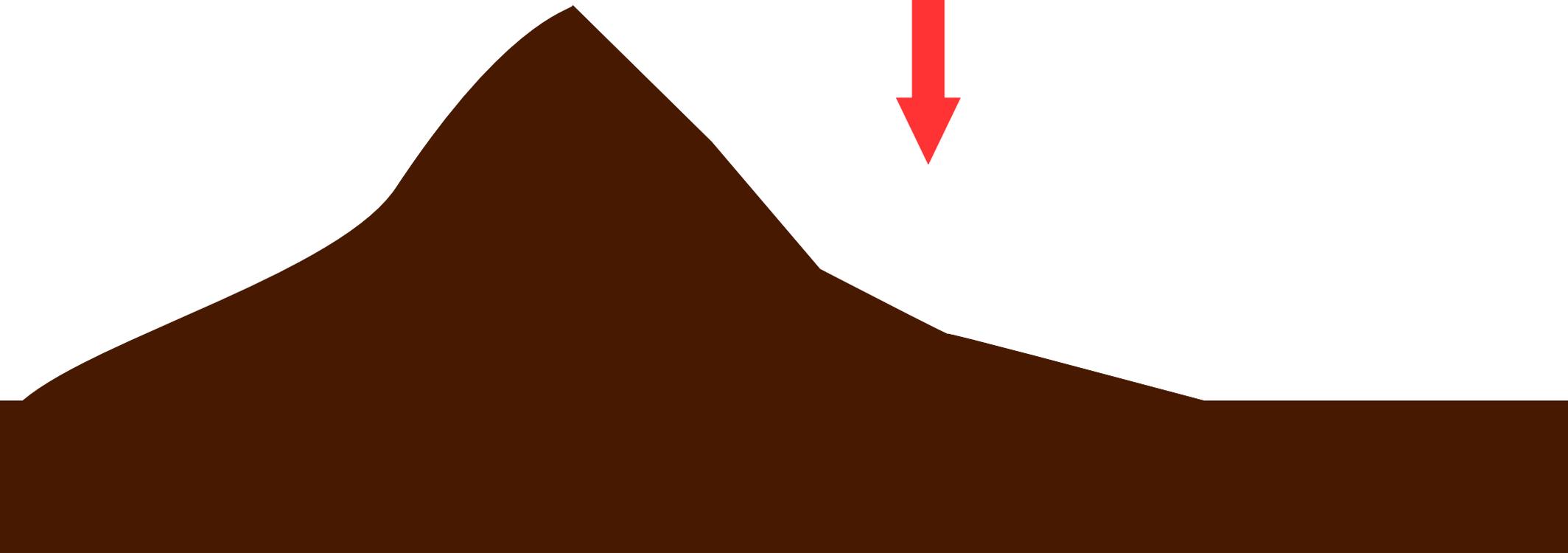
# 1- Le Purgatoire

---

Que se passe-t-il sous l'action de la gravité ?

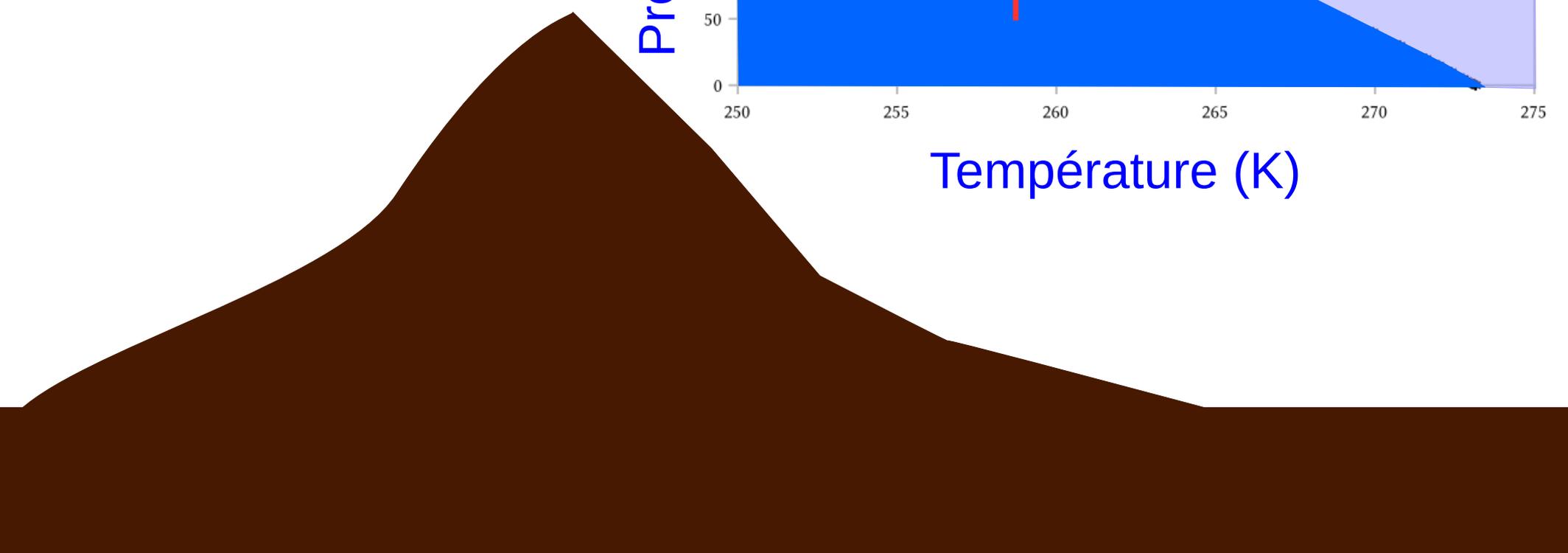
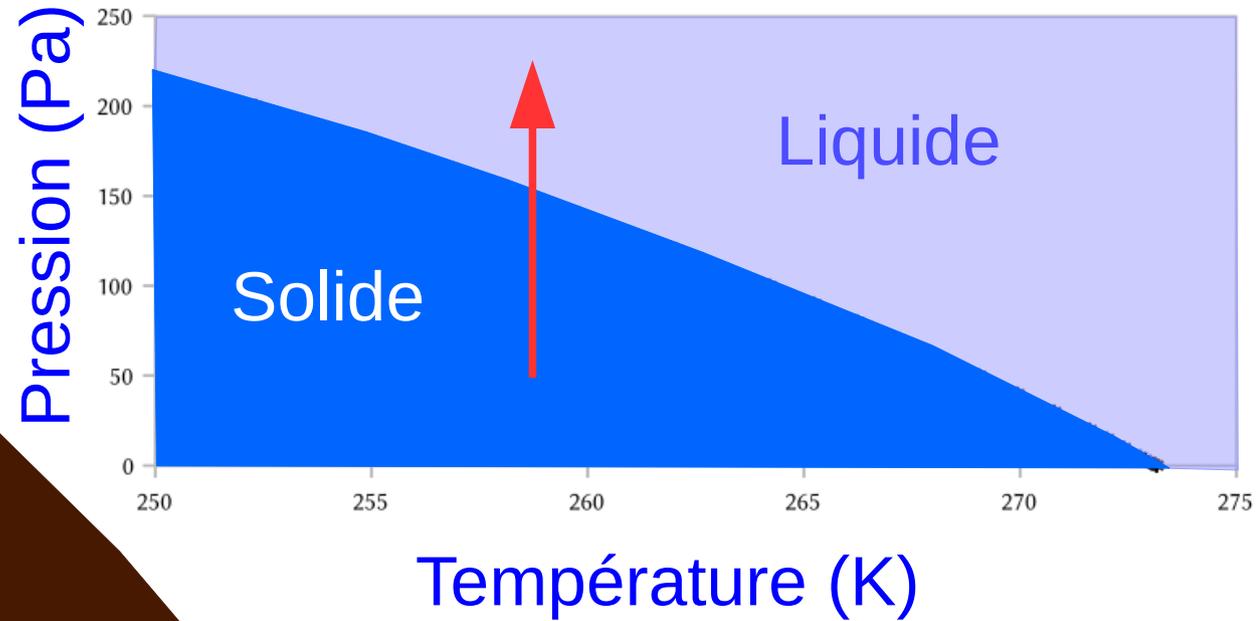
...la montagne s'affaisse ! Pourquoi ?

Gravité

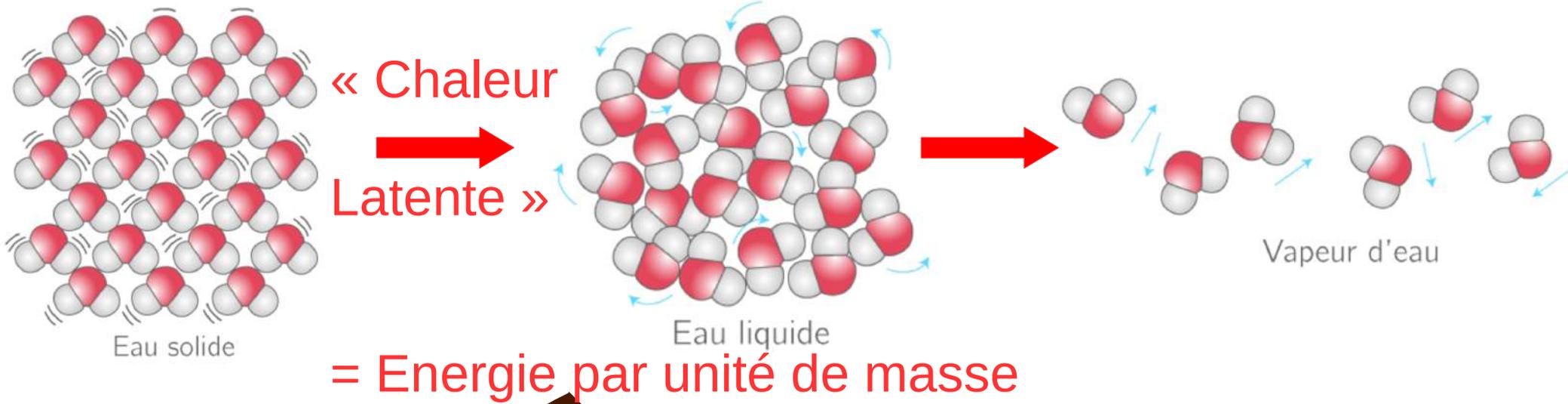


# 1- Le Purgatoire

Exemple de l'Eau



# 1- Le Purgatoire



$L_{\text{fusion/vaporisation}}$  Chaleur latente de fusion/vaporisation

# 1- Le Purgatoire

**Modélisons la montagne par une sphère de rayon R (1 seule dimension!)**

Paramètres :  $R \rightarrow [H] = [R] = L$

Gravité  $[g] = L.T^{-2}$

Chaleur latente de fusion de la roche :  $[L_f] = E/M = M.L^2.T^{-2}/M = L^2.T^{-2}$

Masse volumique  $[\rho] = M.L^{-3}$

1 - La seule masse « M » est dans  $\rho$

→ H est indépendant de  $\rho$  !

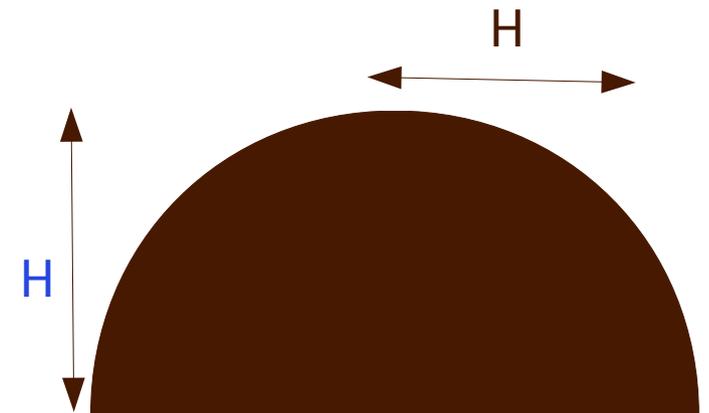
→ Il reste H, g,  $L_f$  → **3 paramètres, 2 dimensions**

2 - On peut construire 1 nombre sans dimensions

$$\Rightarrow [H] = L = L_f^x . g^y = (L^2.T^{-2})^x . (L.T^{-2})^y$$

$$\Rightarrow L = L^{2x+y} . T^{-2(x+y)} \rightarrow x = -y = 1$$

$$H_{\max} = \text{constante} \times \frac{L_f}{g} \propto \frac{1}{g}$$

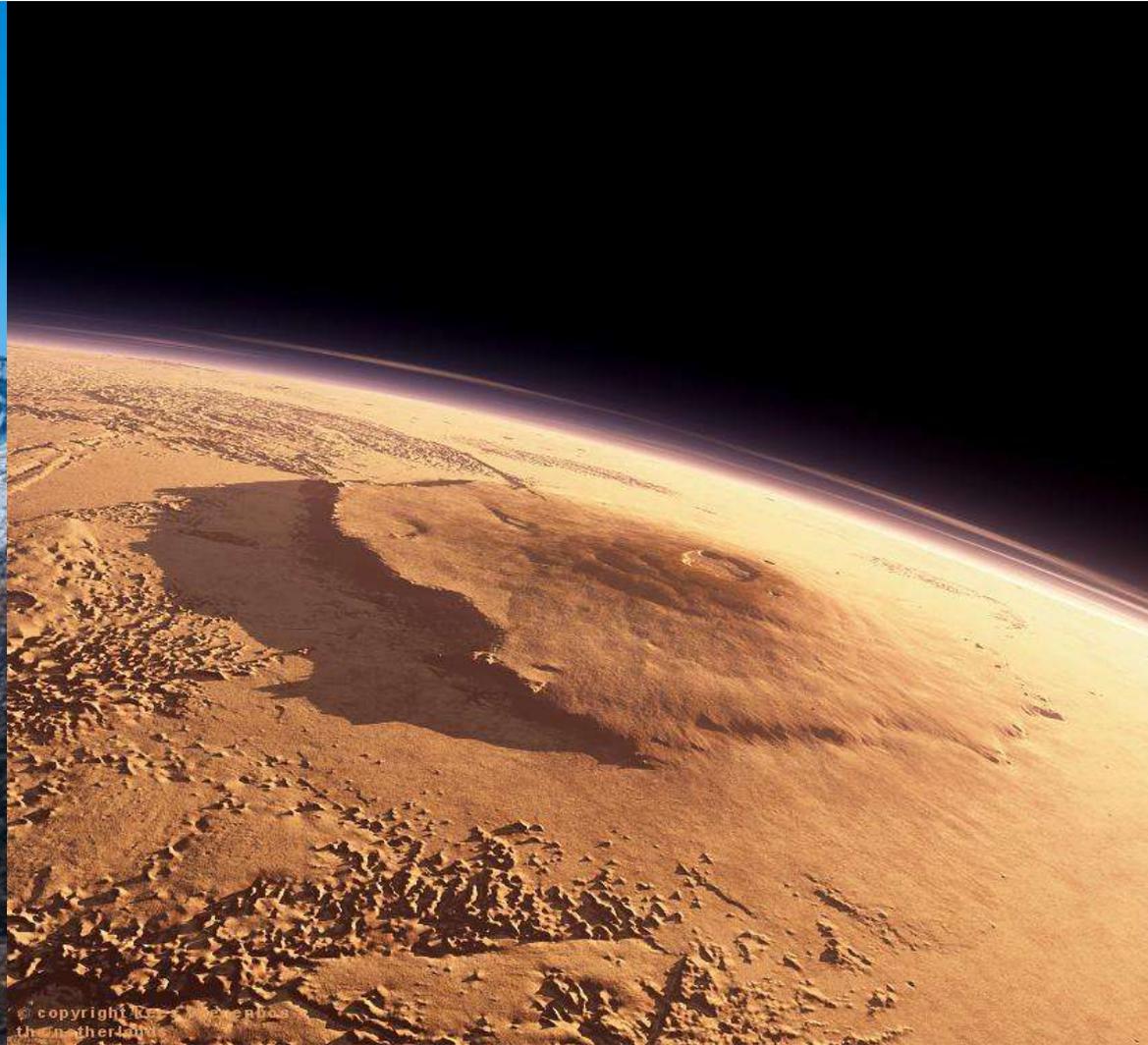


# 1- Le Purgatoire

---



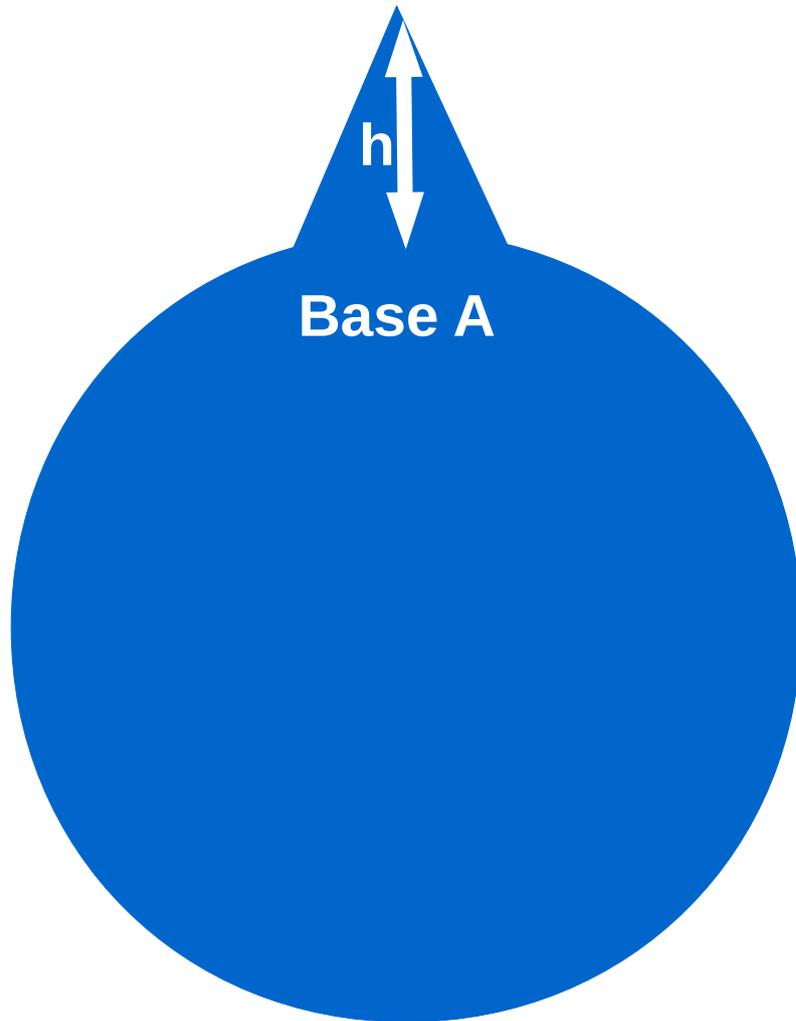
Mont Everest ~ 8 km



Sur Mars : gravité /3  
→ Olympus Mons - 22 km !



# 1- Le Purgatoire



## Plus précisément

Pression à la base de la montagne

$$P = \text{Poids/Surface} = \rho g h x A / 3A = \rho g h / 3$$

La Montagne ne s'enfonce pas si  $P < P_{\text{max}}$

Sinon la base fond...

$$P_{\text{max}}(\text{roches}) \sim 100 \text{ MPa} = 10^8 \text{ Pa}$$

$$\rho g h / 3 < 10^8 \rightarrow h_{\text{max}} = 3 \times 10^8 / \rho g$$

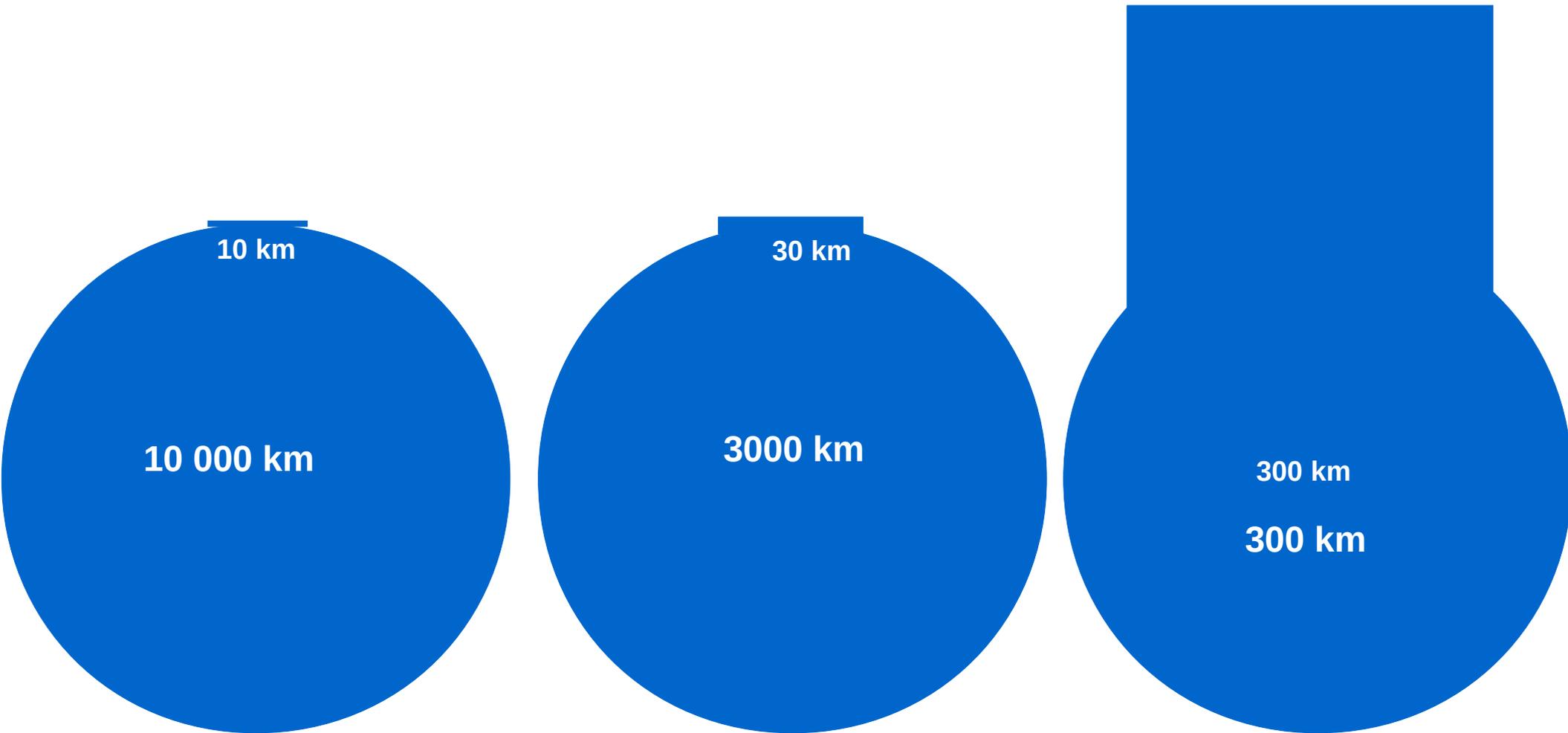
où  $\rho \approx 3000 \text{ kg/m}^3$  (croûte terrestre)  
et  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$

$$\rightarrow h_{\text{max}} \approx 10 \text{ km} !$$

Remarquons que  $g \propto R \rightarrow h_{\text{max}} \propto 1/R$

# 1- Le Purgatoire

---



# 1- Le Purgatoire



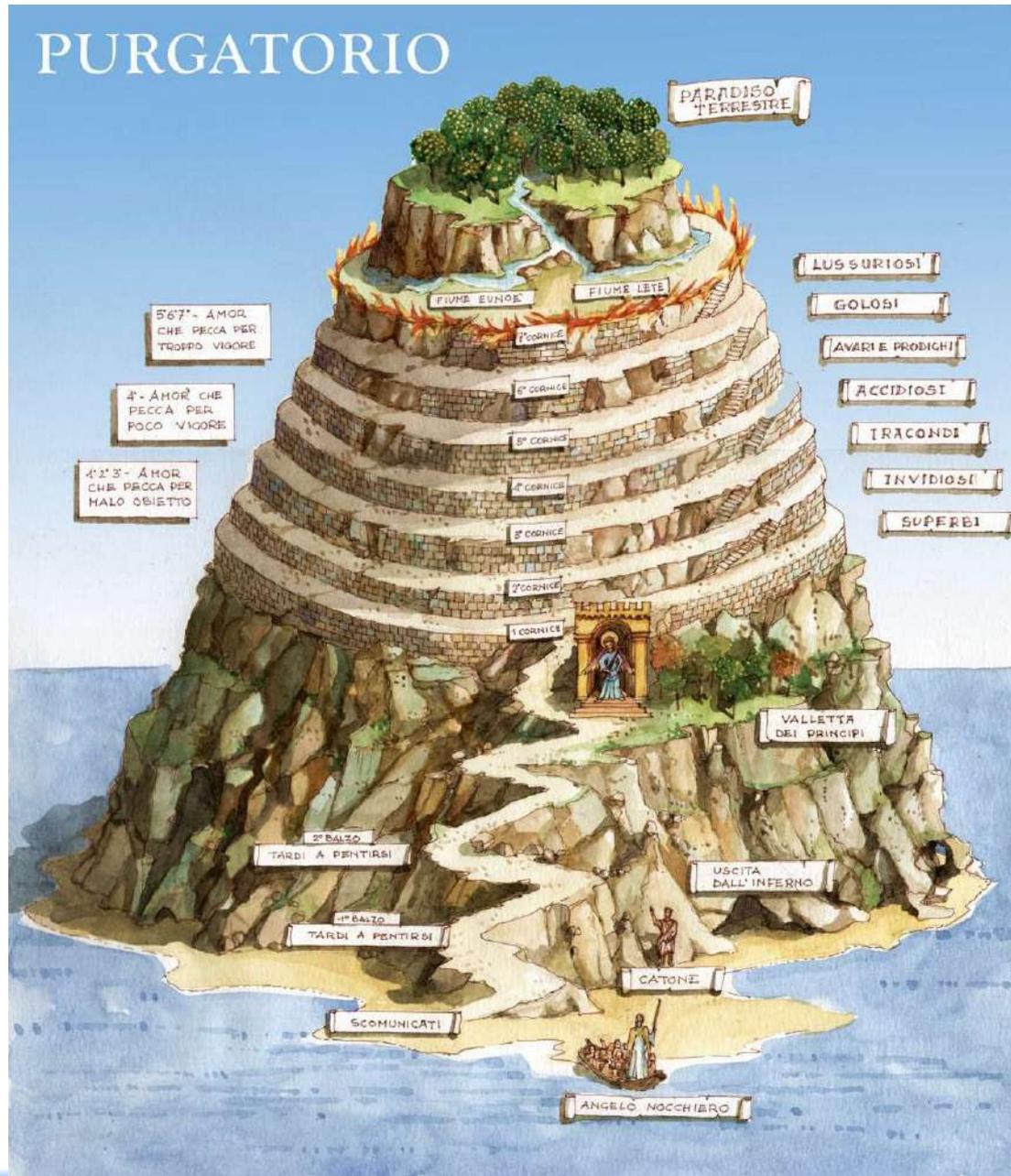
Cérès  
Diamètre ~900km



Eros  
33 km x 11 km x 11 km



# 1- Le Purgatoire

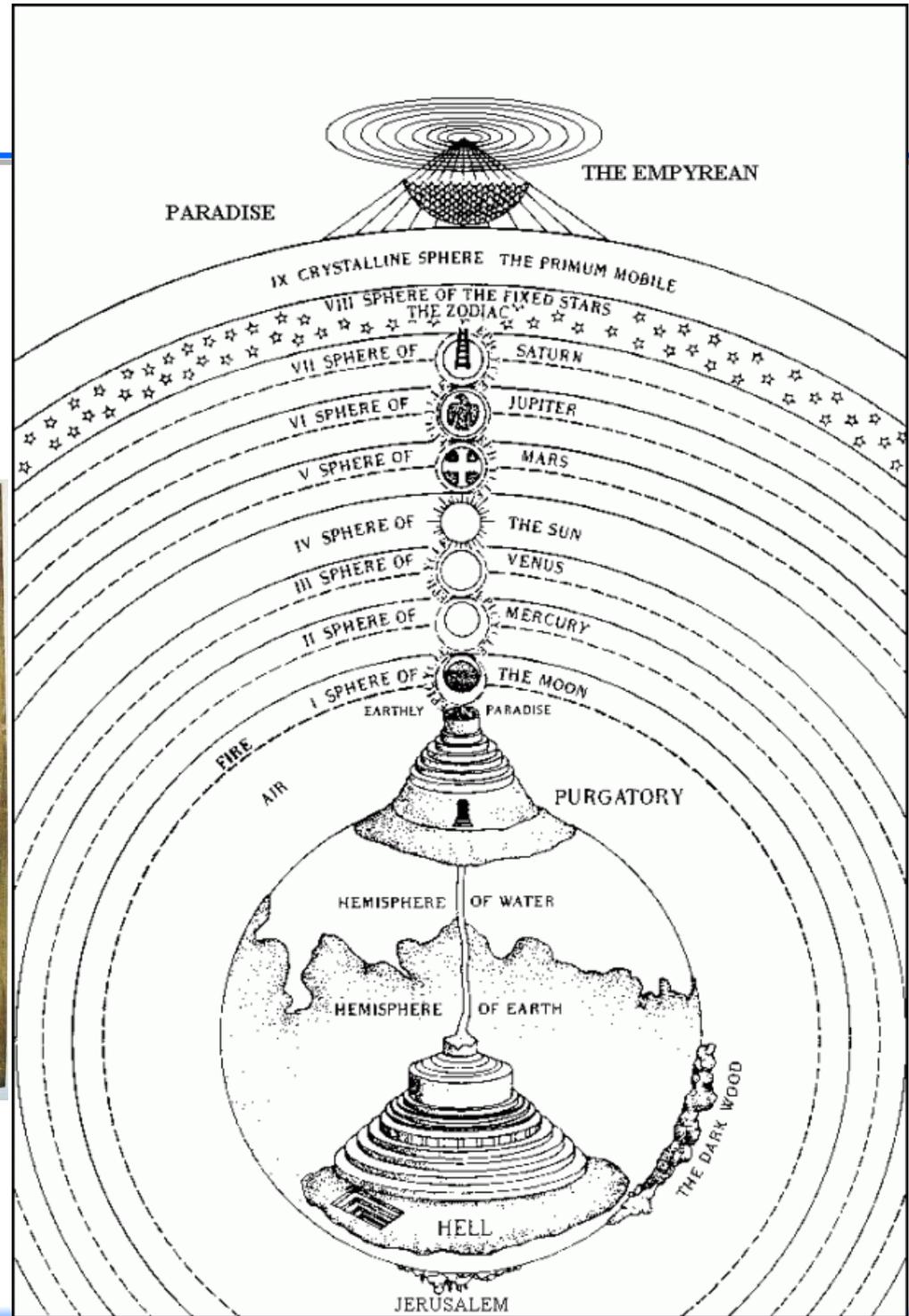
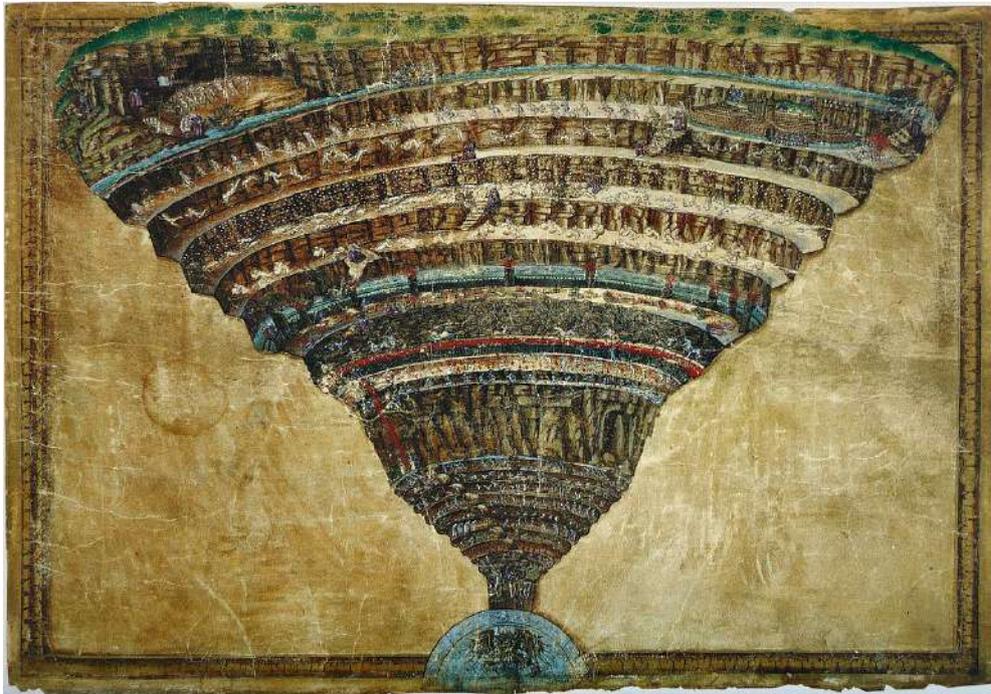


11 km  
→ impossible

sauf si la montagne  
n'est pas pleine...



# 1- La forme de l'Enfer



# 1- La forme de l'Enfer



Centre

Alessandro Vellutello, 1544  
→ Enfer cylindrique & petit



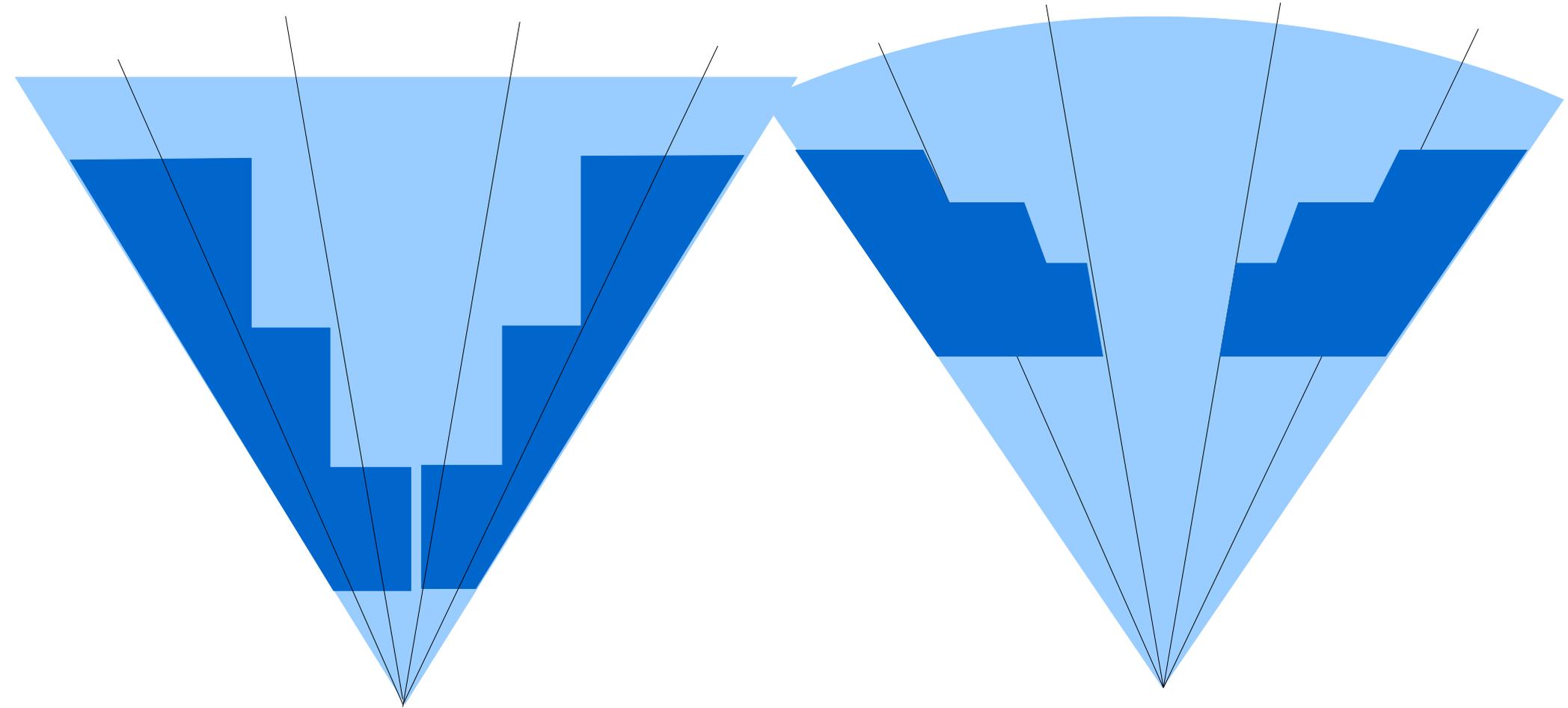
Centre

Antonio Manetti <1500  
→ Enfer Tronconique & grand



# 1- La forme de l'Enfer

---

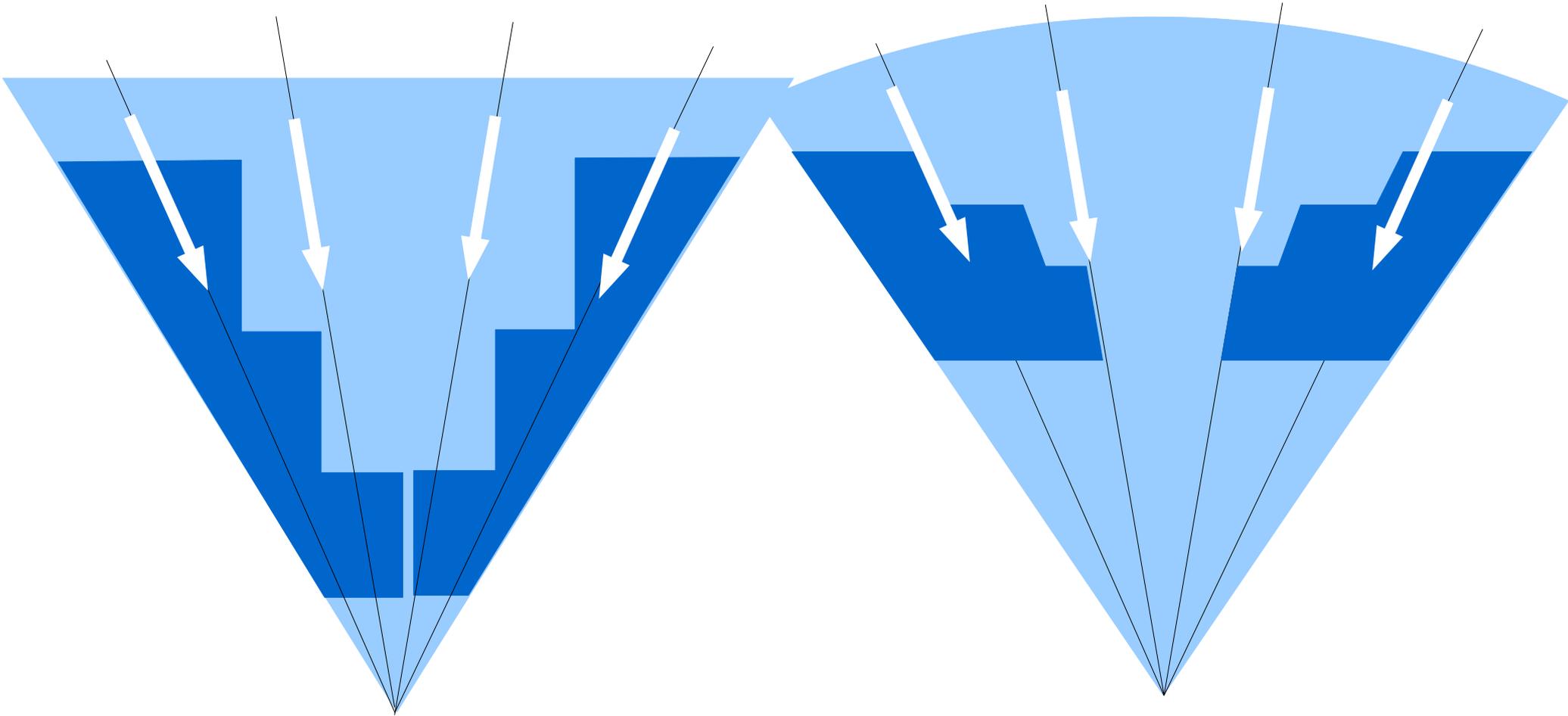


Alessandro Vellutello, 1544  
→ Enfer cylindrique & petit

Antonio Manetti <1500  
→ Enfer Tronconique & grand



# 1- La forme de l'Enfer



Ne résistent pas à la Gravité

Alessandro Vellutello, 1544  
→ Enfer cylindrique & petit

Résistent à la Gravité

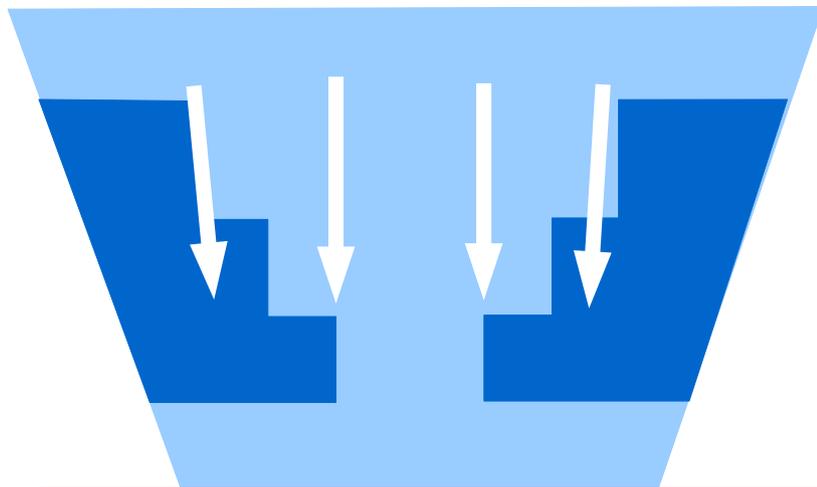
Antonio Manetti <1500  
→ Enfer Tronconique & grand



# 1- La forme de l'Enfer

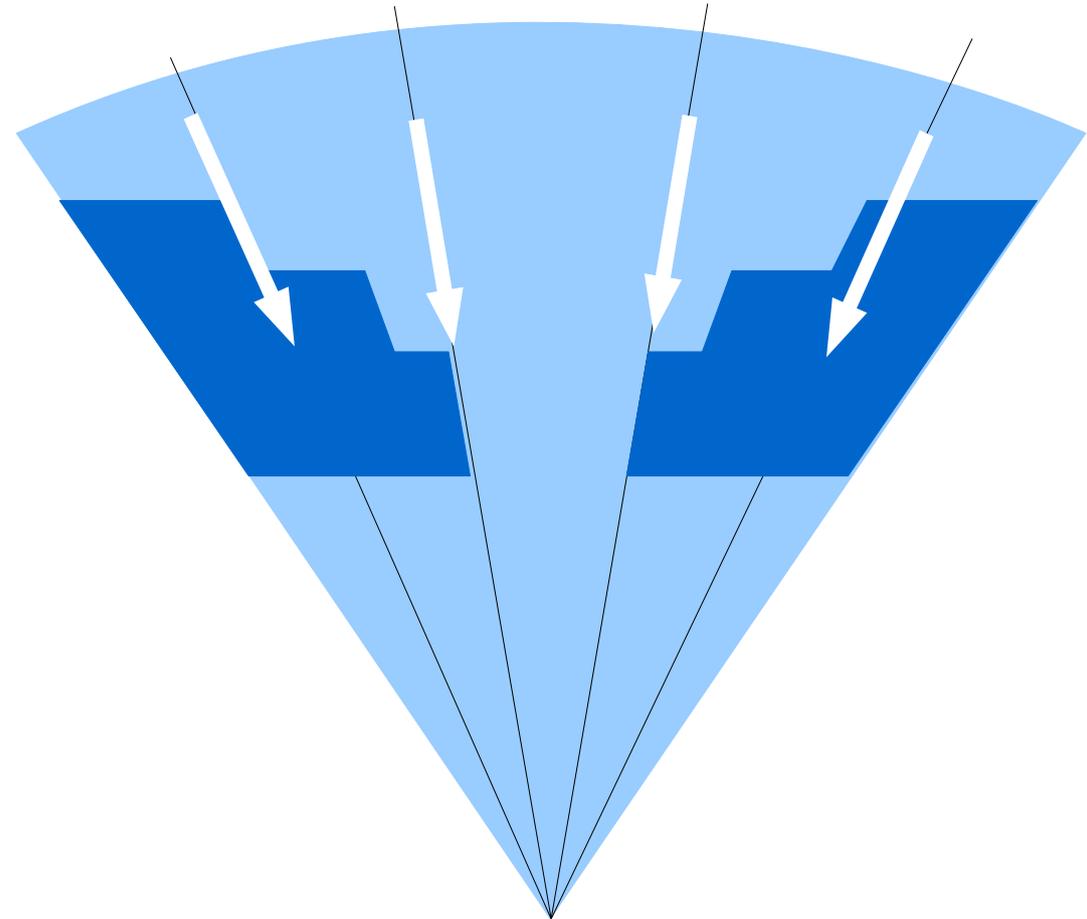
Mais en fait...

Beaucoup plus petit...



Résistent aussi à la Gravité

Alessandro Vellutello, 1544  
→ Enfer cylindrique & petit

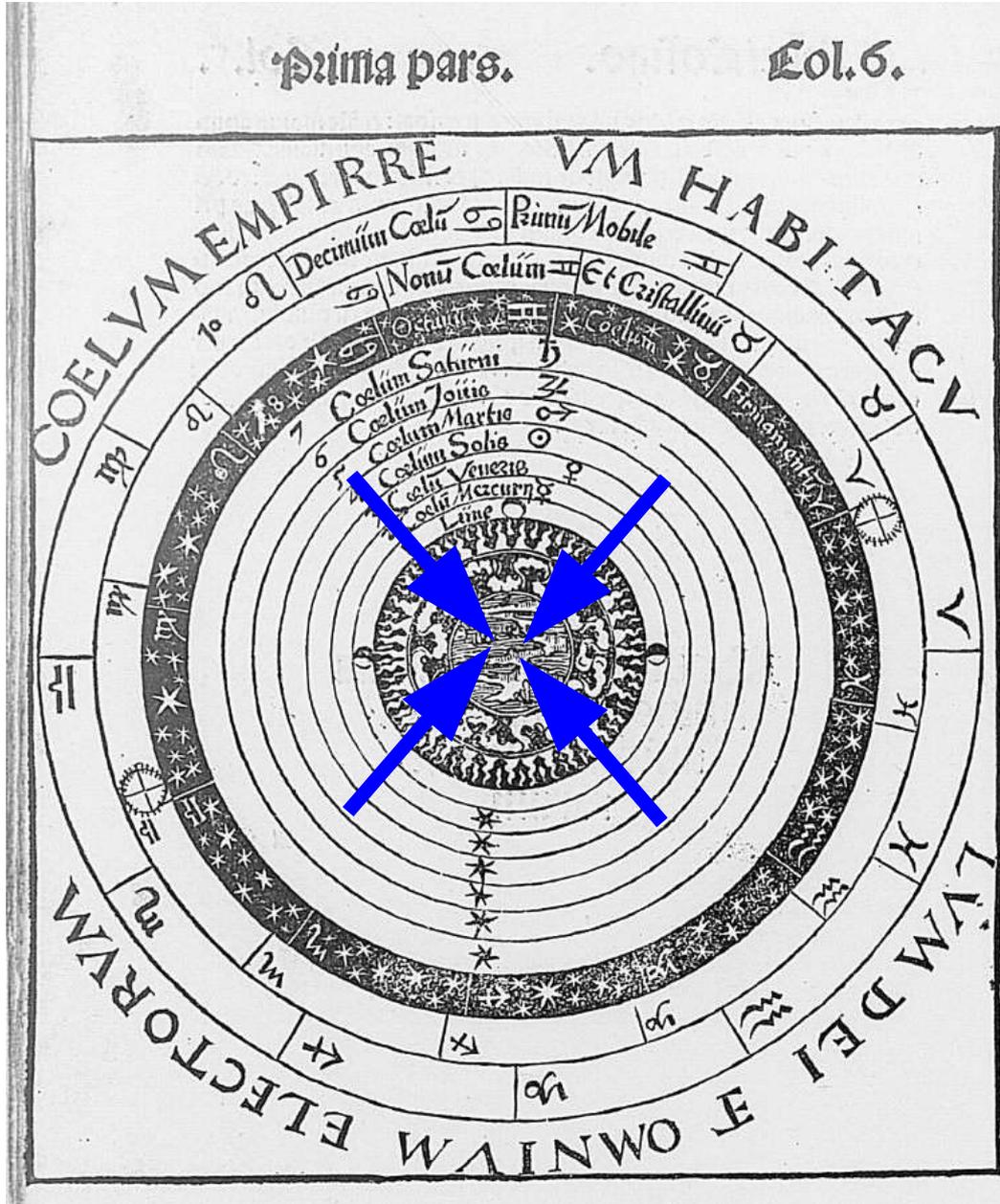


Résistent à la Gravité

Antonio Manetti <1500  
→ Enfer Tronconique & grand

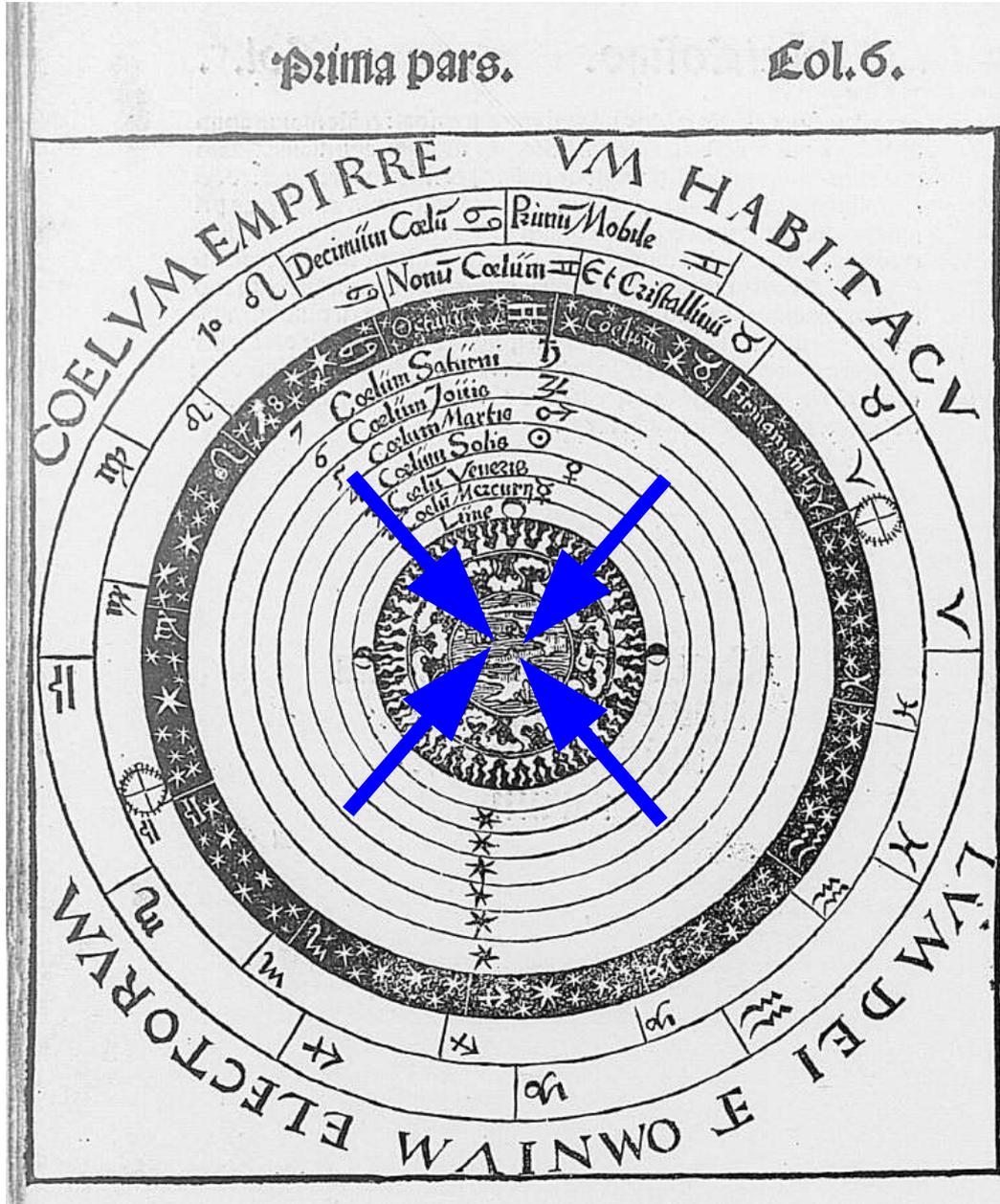


# 1- La forme de l'Enfer



Univers « géocentré » :  
tout est attiré vers le  
Centre de la Terre...

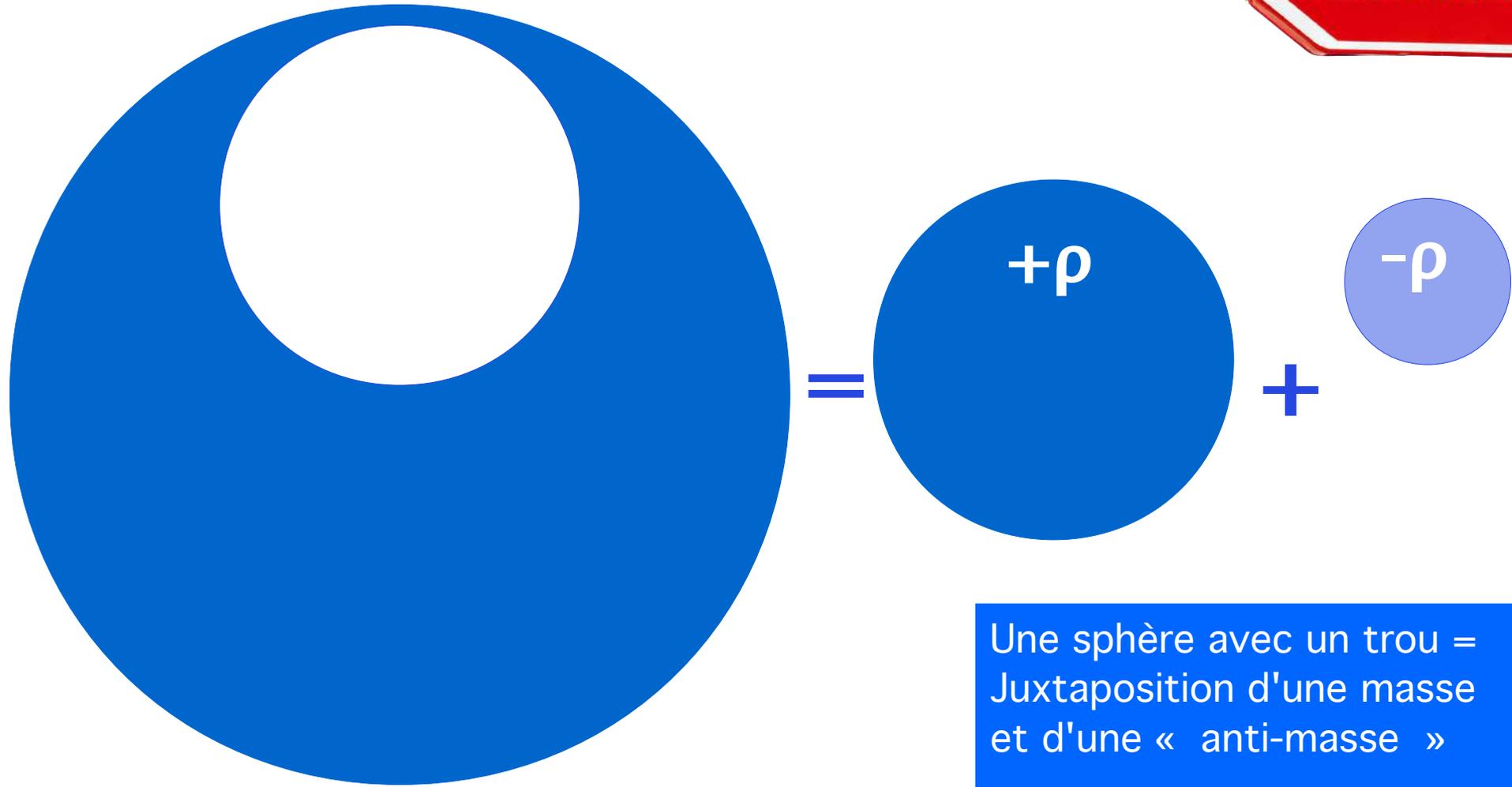
# 1- La forme de l'Enfer



Univers « géocentré » :  
tout est attiré vers le  
Centre de la Terre...

...mais ce n'est pas  
forcément le cas !

# 1- La forme de l'Enfer

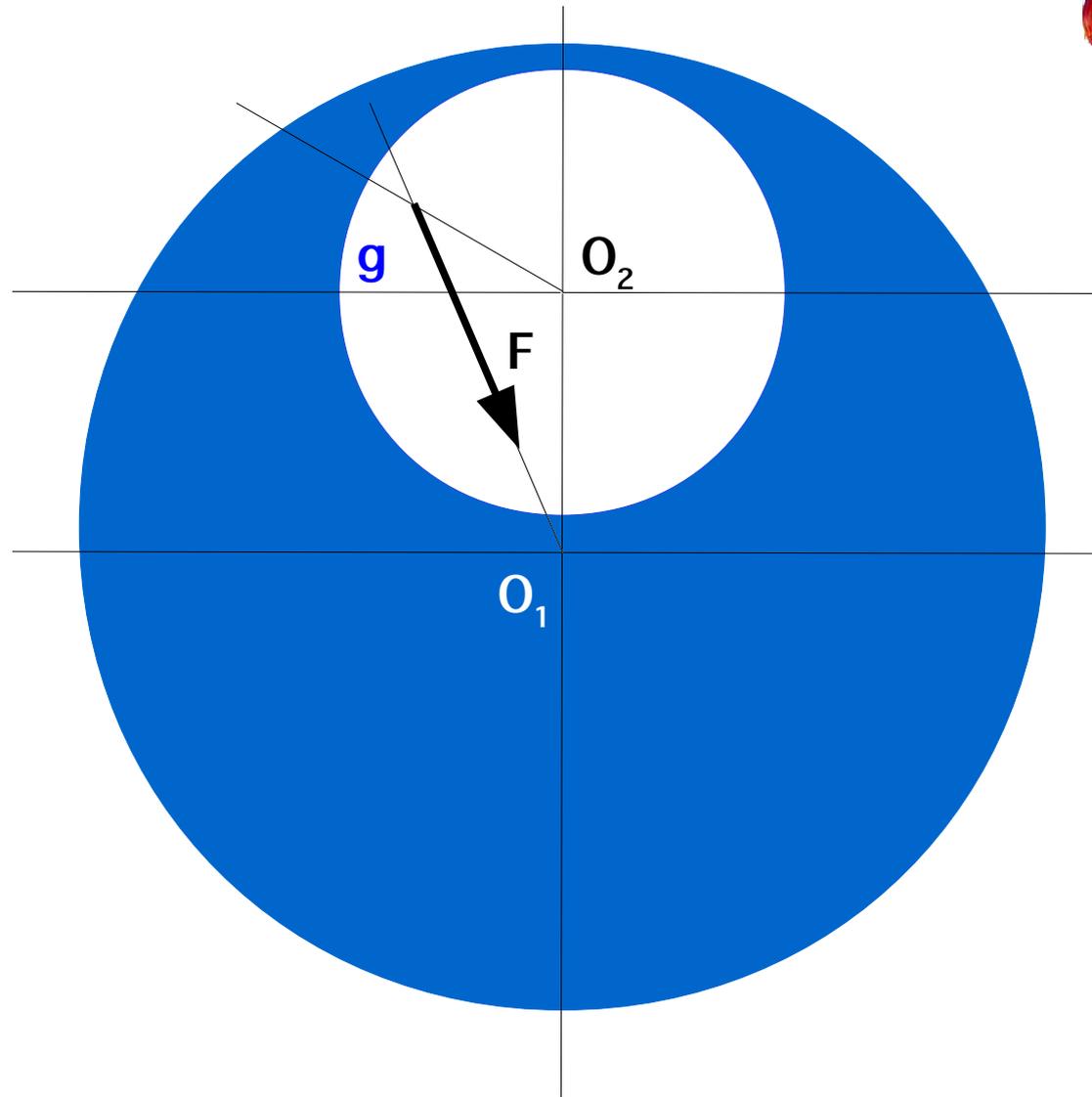


Une sphère avec un trou =  
Juxtaposition d'une masse  
et d'une « anti-masse »

# 1- La forme de l'Enfer



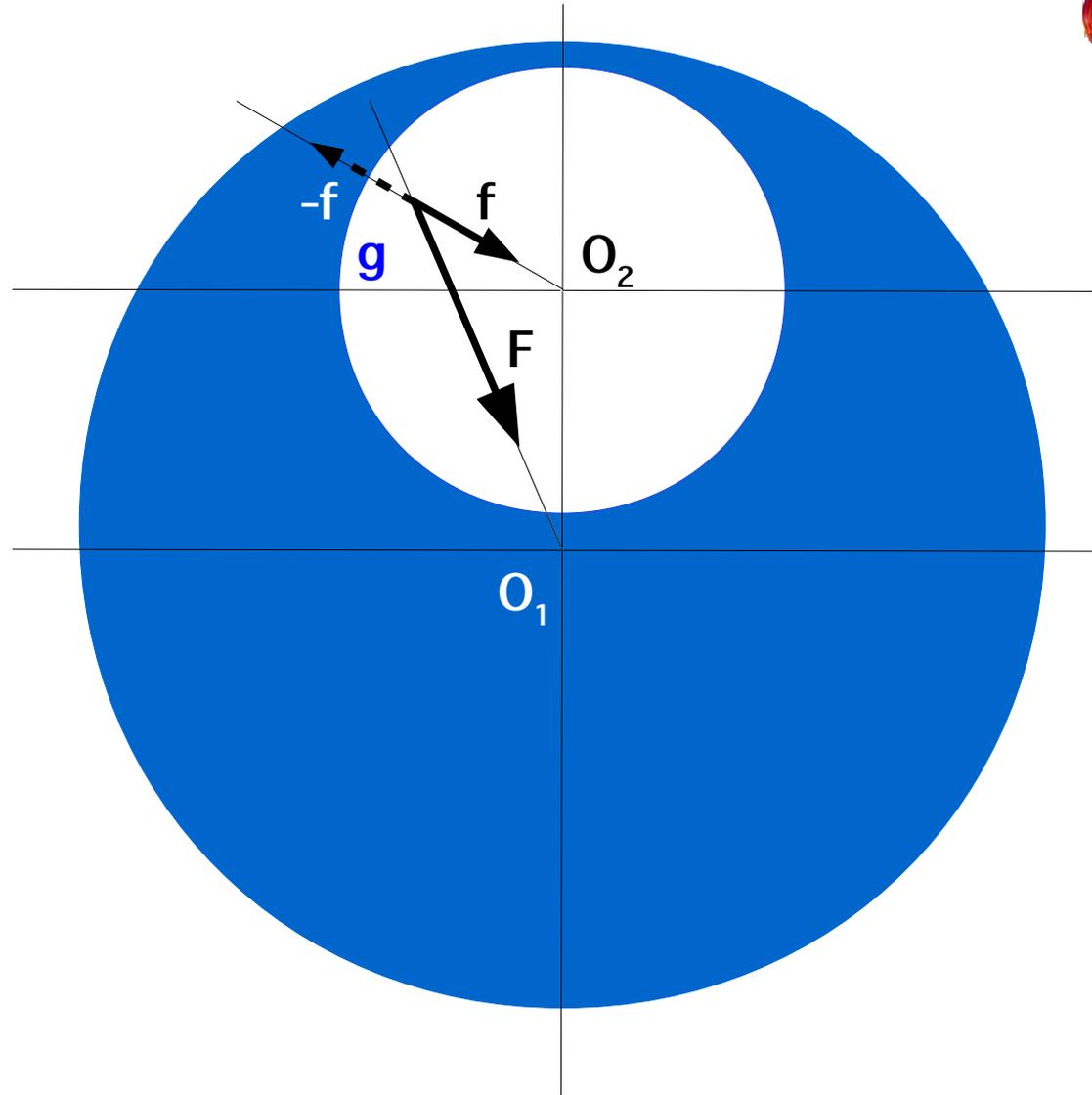
$$F \propto GM/r_1^2$$



# 1- La forme de l'Enfer



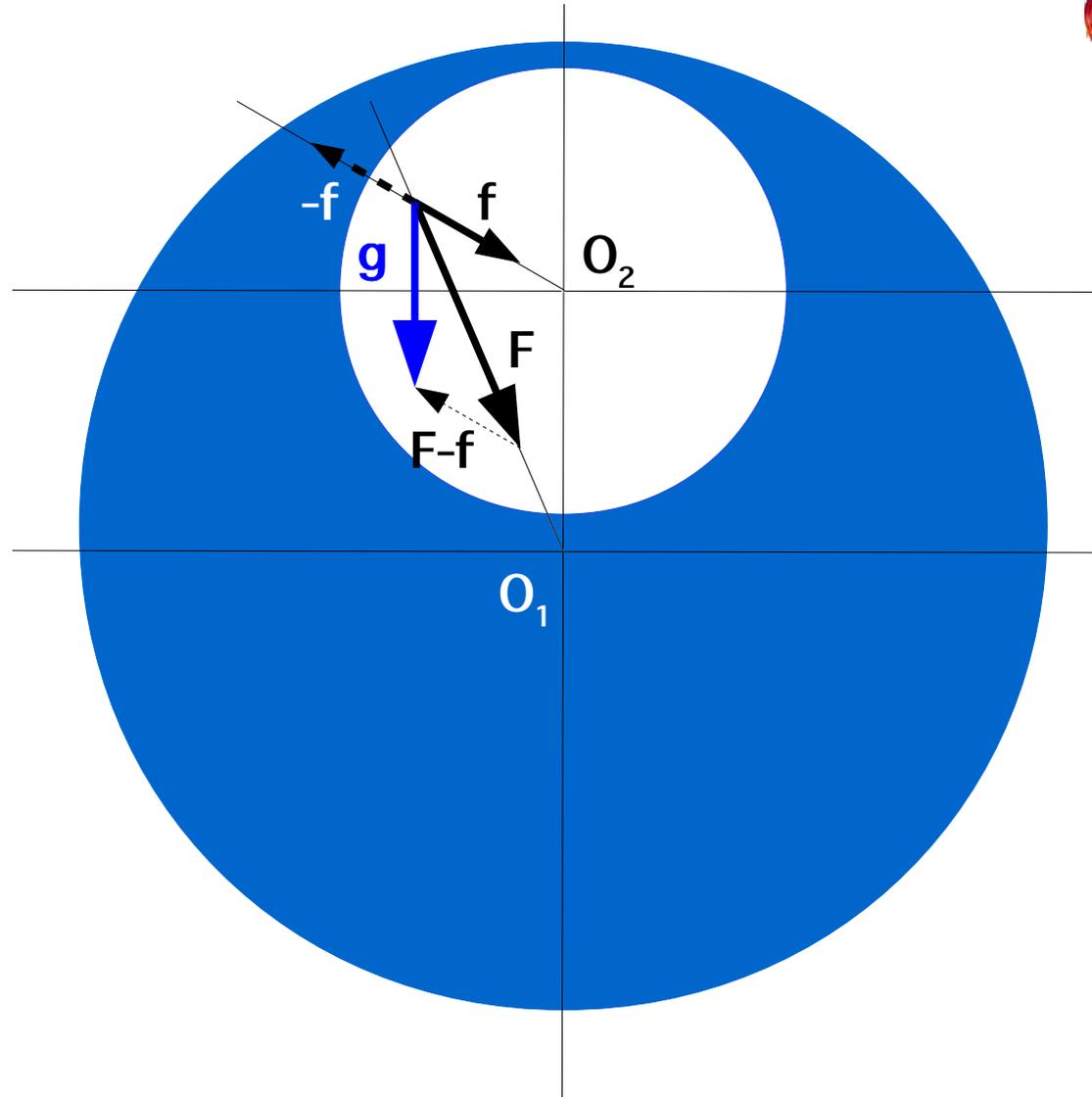
$$f \propto Gm/r_2^2$$
$$F \propto GM/r_1^2$$



# 1- La forme de l'Enfer



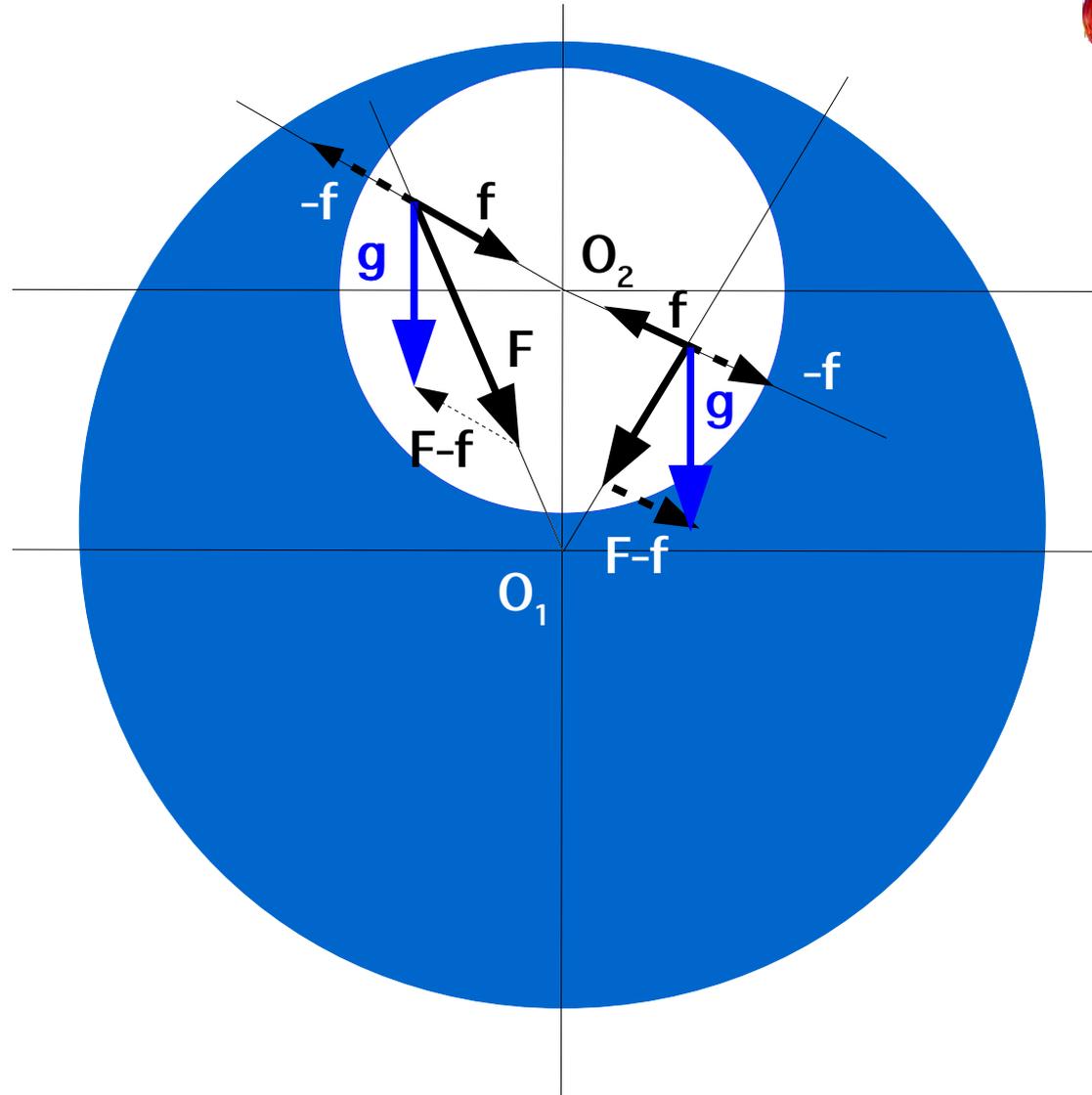
$$f \propto Gm/r_2^2$$
$$F \propto GM/r_1^2$$



# 1- La forme de l'Enfer

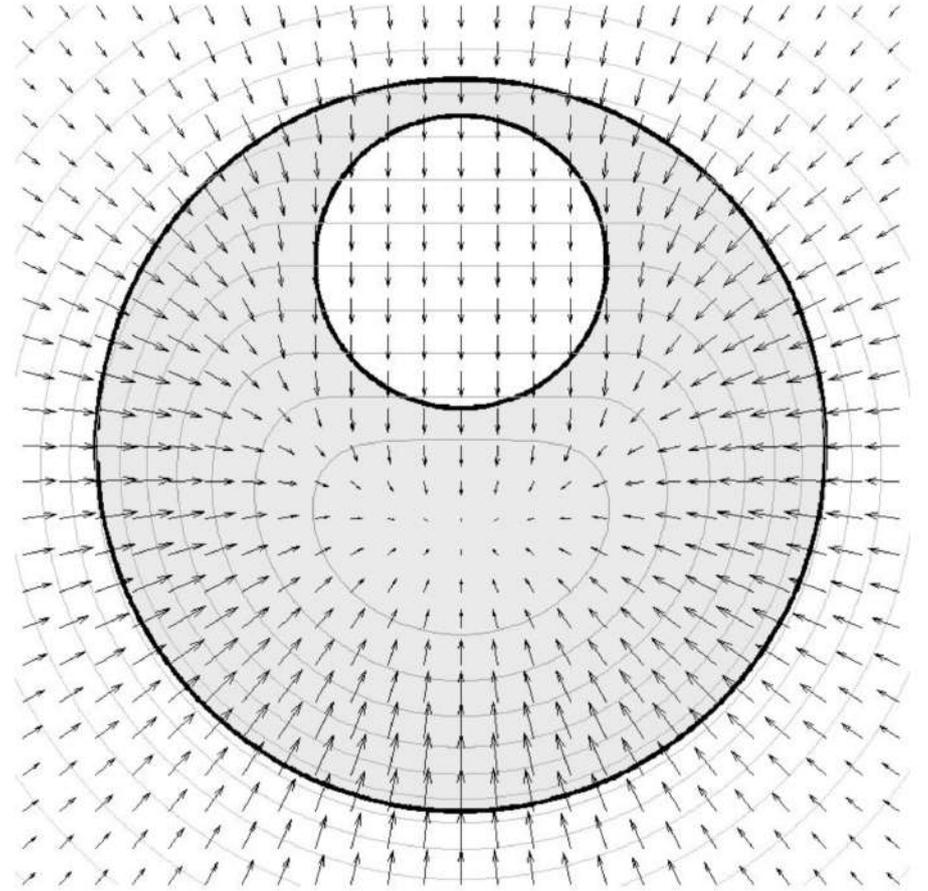
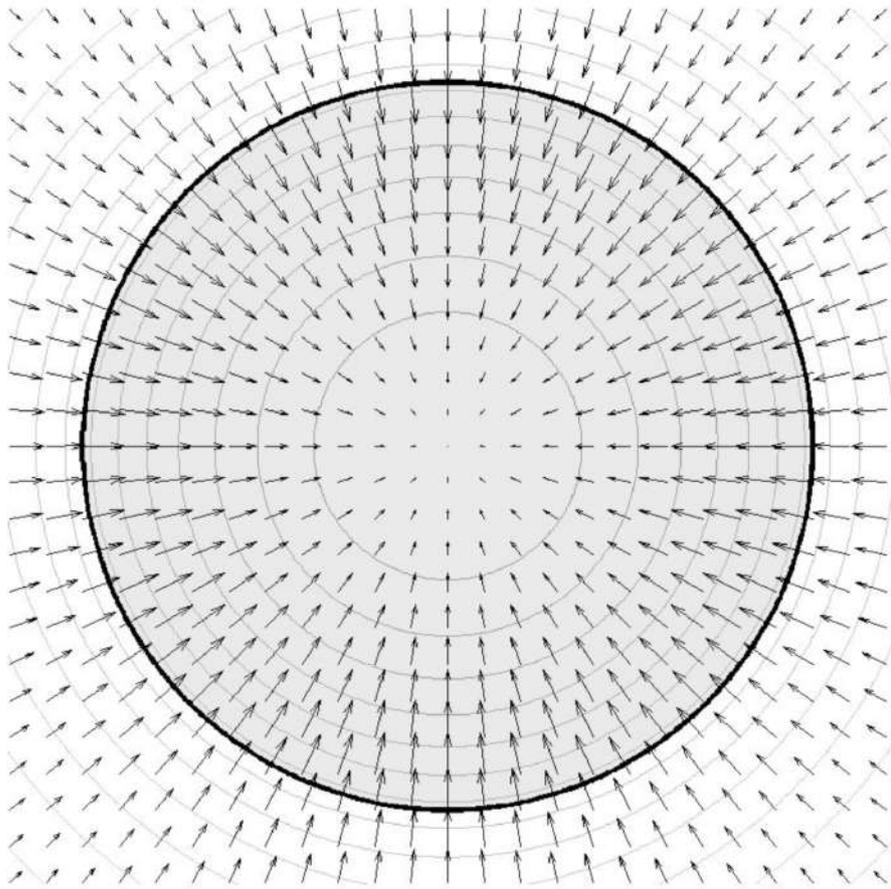


$$f \propto Gm/r_2^2$$
$$F \propto GM/r_1^2$$



# 1- La forme de l'Enfer

---

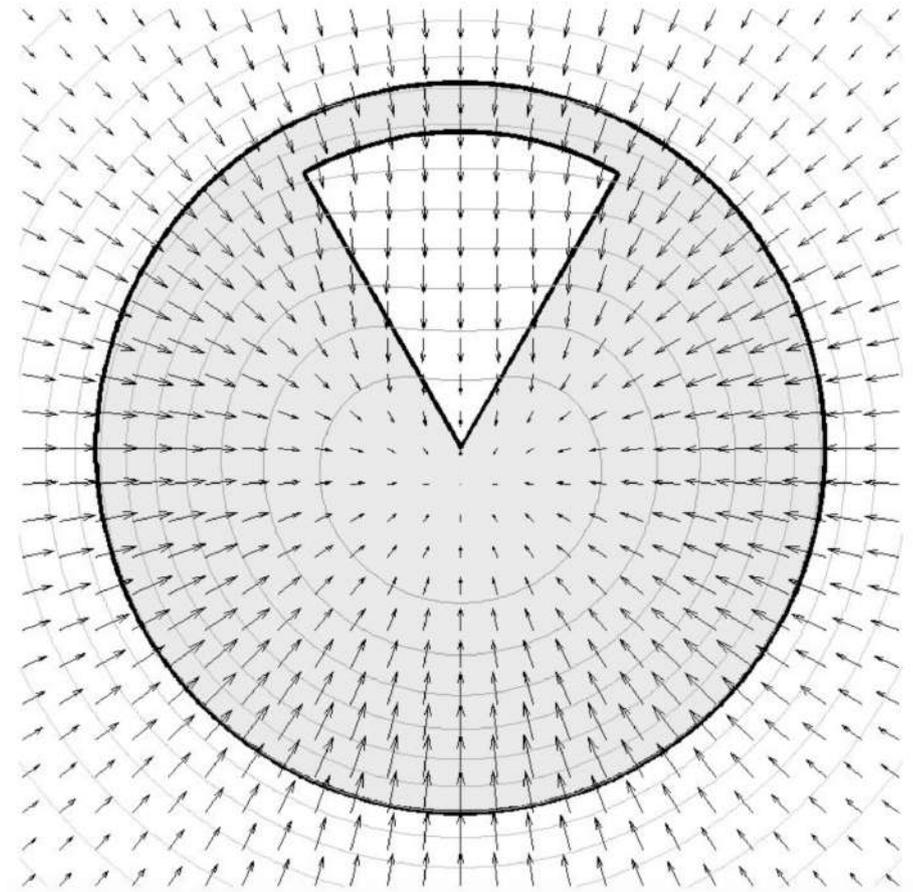
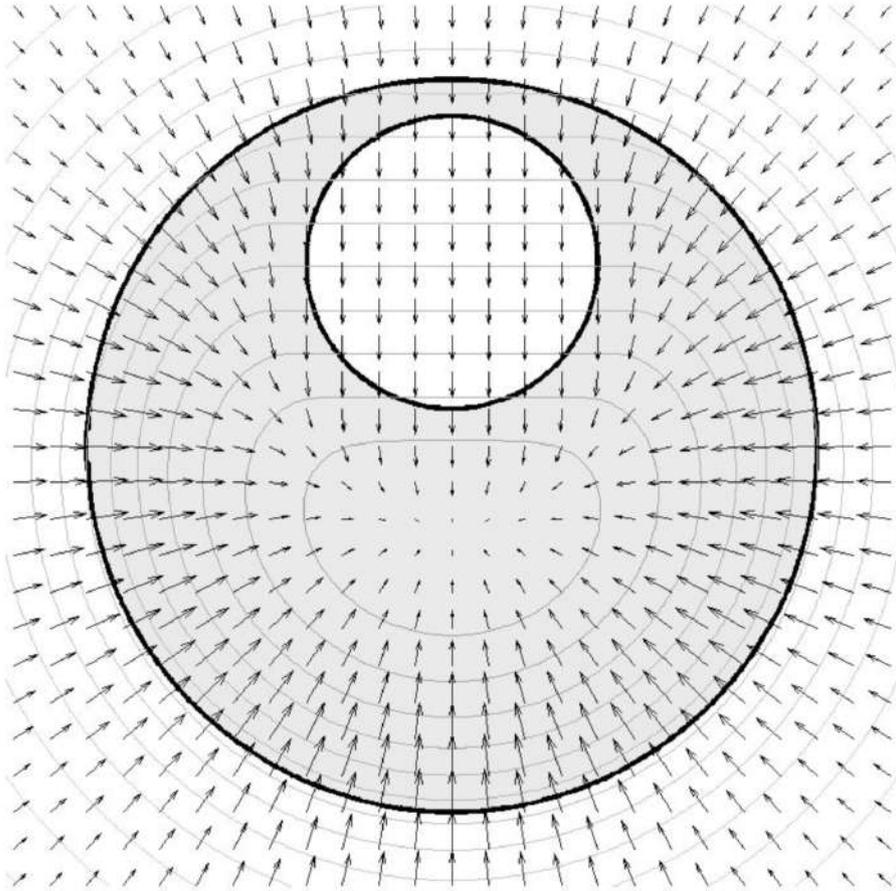


Jean-Paul Marmorat dans « Leçons sur l'Enfer de Dante » (Fayard)



# 1- La forme de l'Enfer

Jean-Paul Marmorat dans « Leçons sur l'Enfer de Dante » (Fayard)

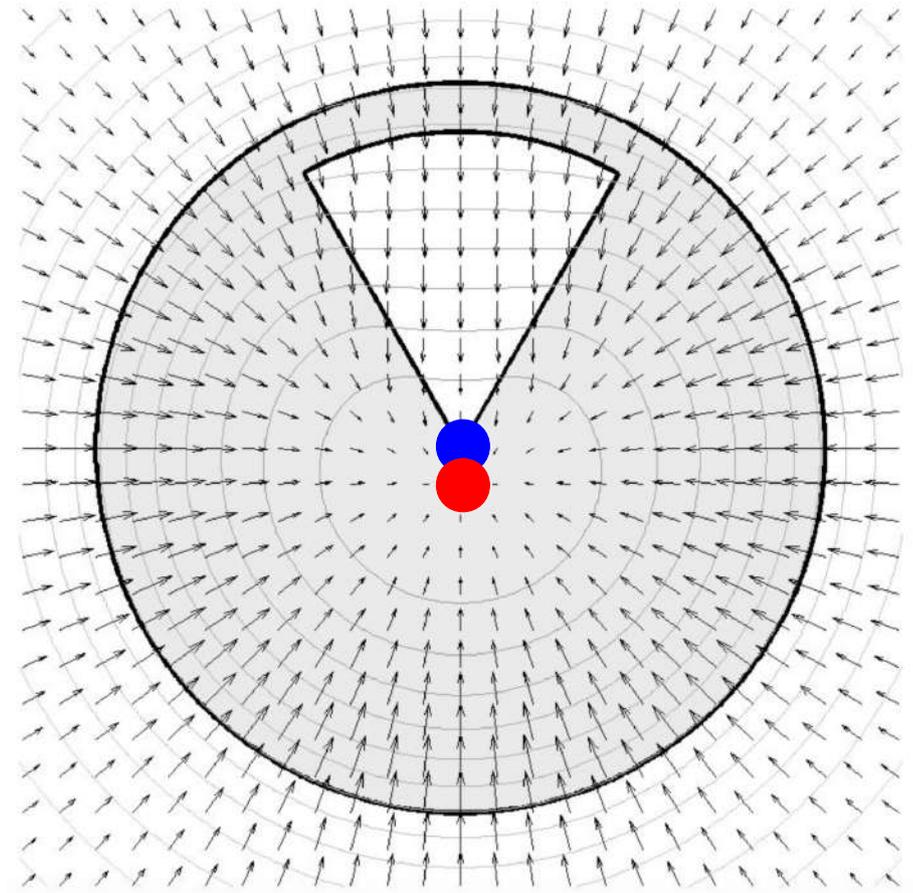
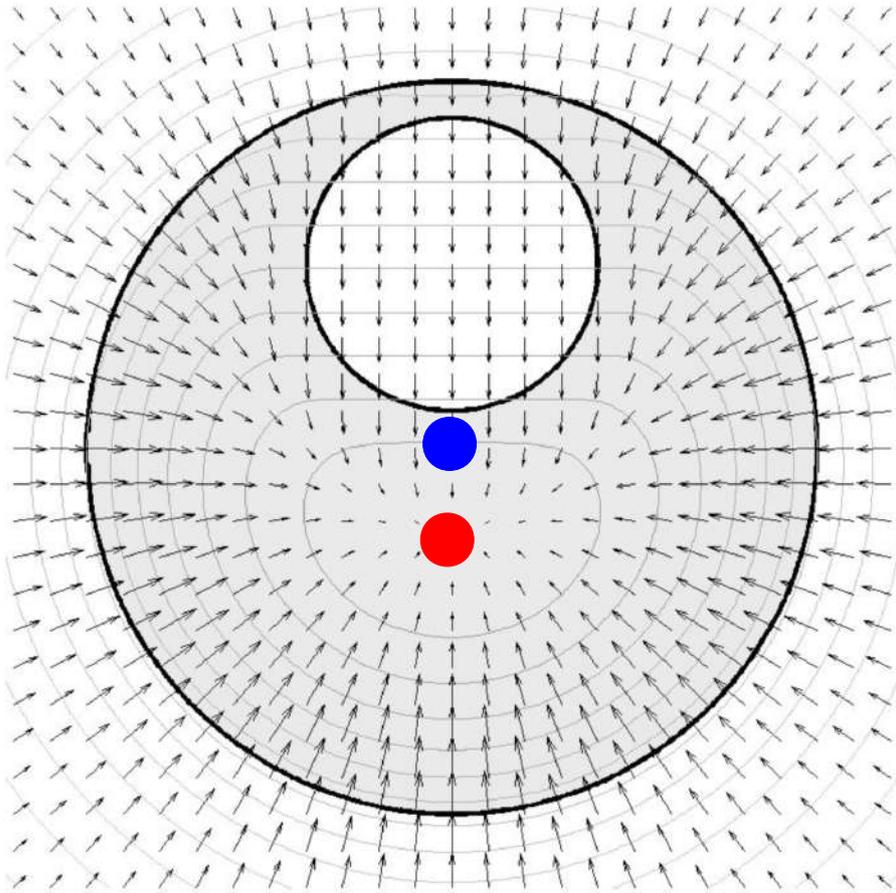


Champ gravitationnel quasi-constant  
en direction



# 1- La forme de l'Enfer

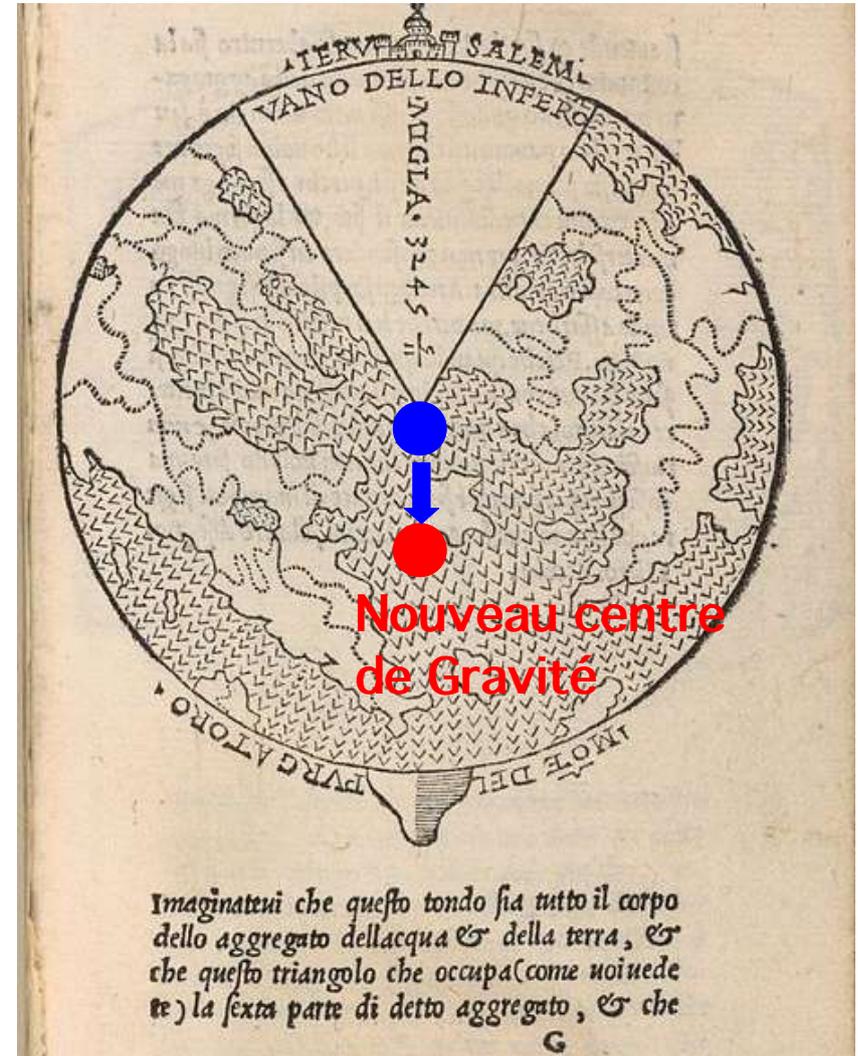
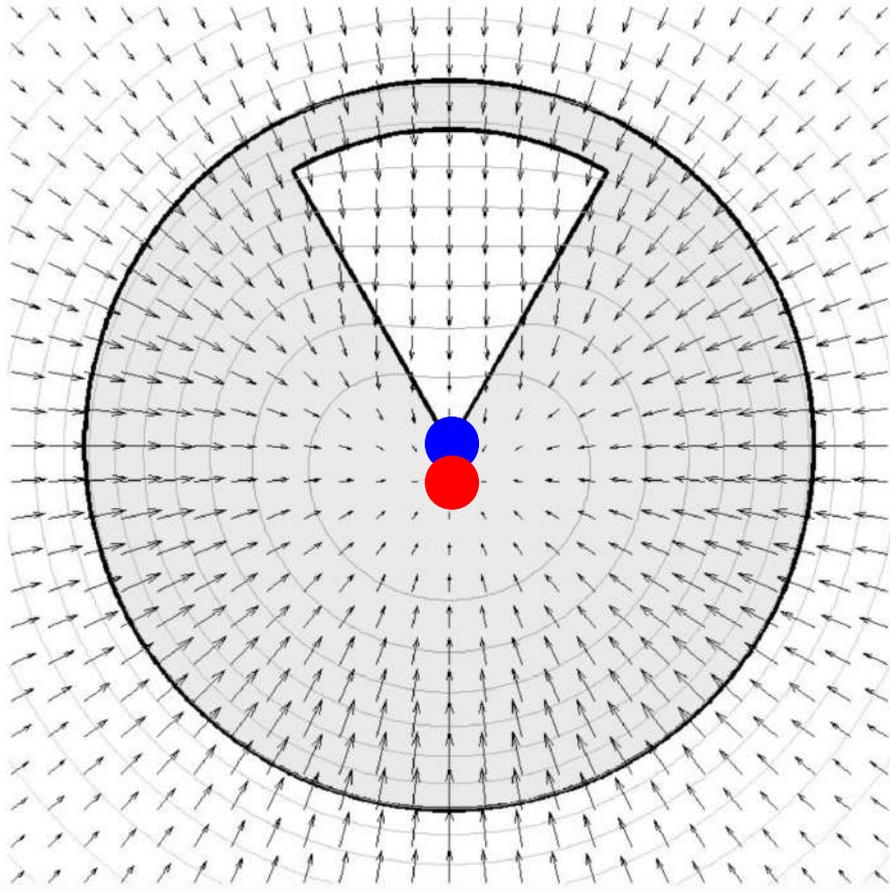
Jean-Paul Marmorat dans « Leçons sur l'Enfer de Dante » (Fayard)



Champ gravitationnel quasi-constant  
en direction

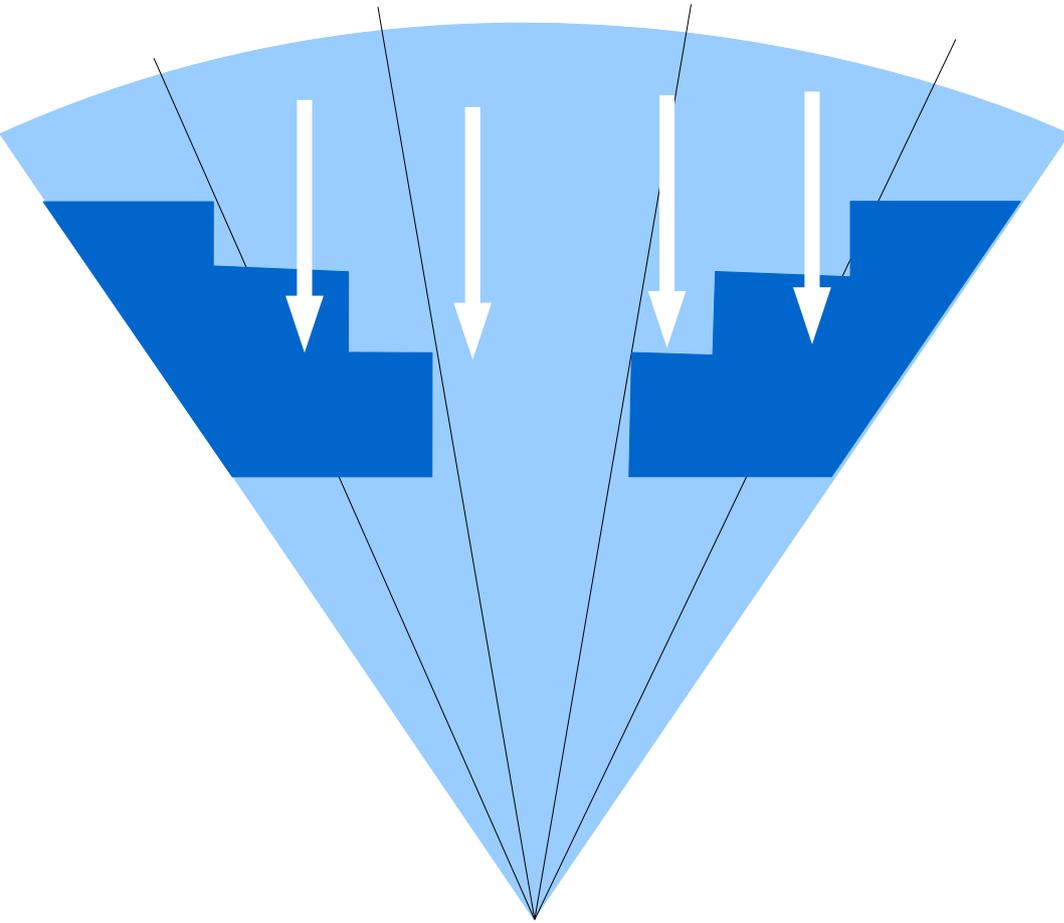


# 1- La forme de l'Enfer

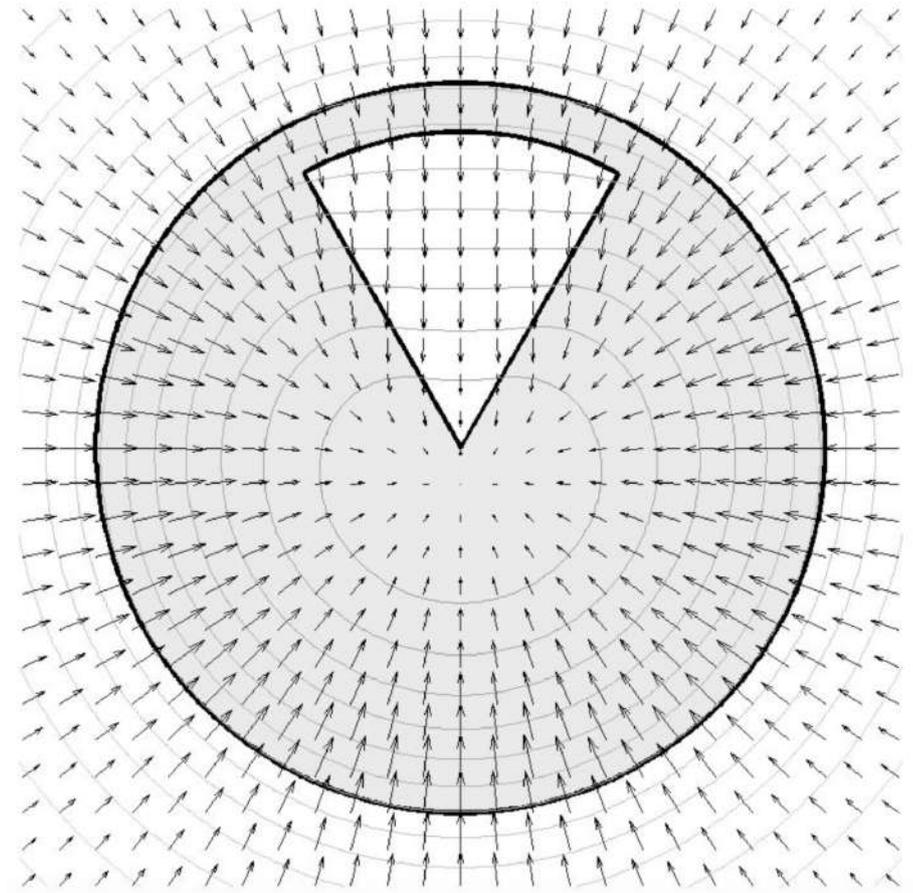


+Décalage de l'axe de rotation  
(Toupie)

# 1- La forme de l'Enfer



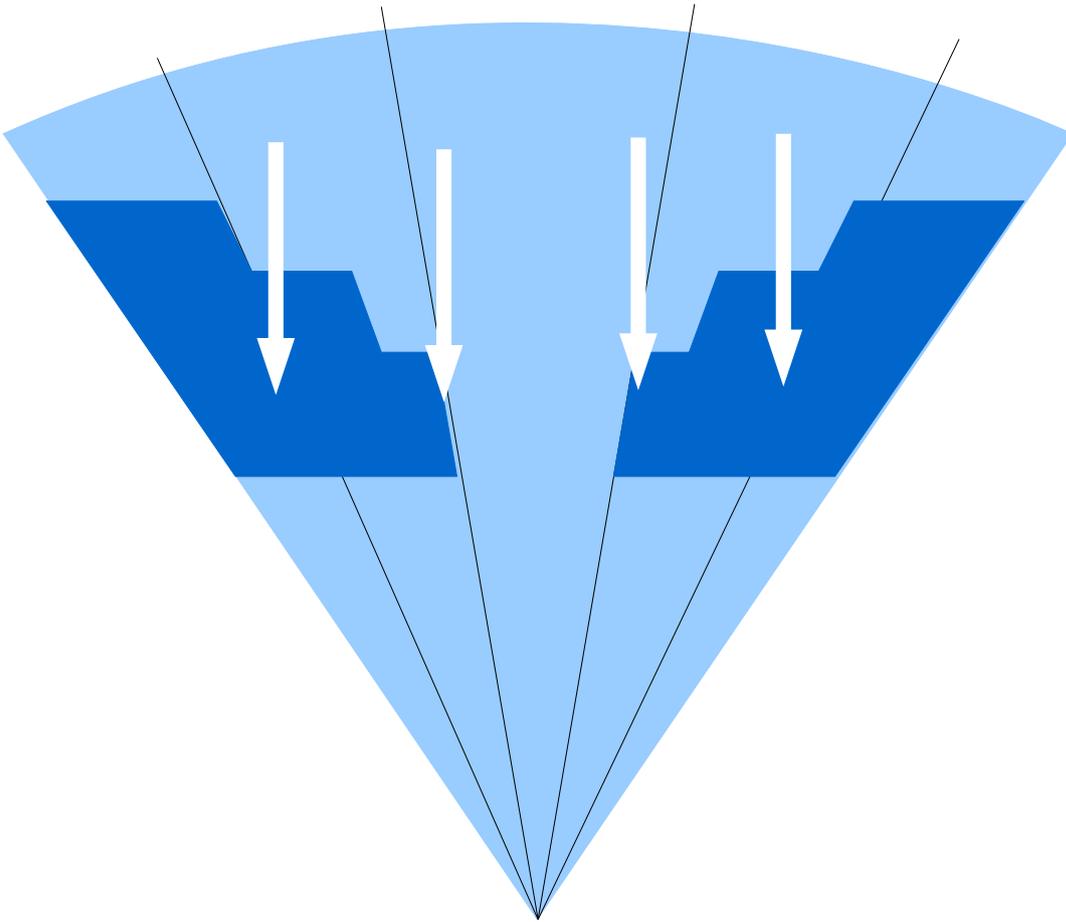
L'Enfer « cylindrique »  
va mieux résister...



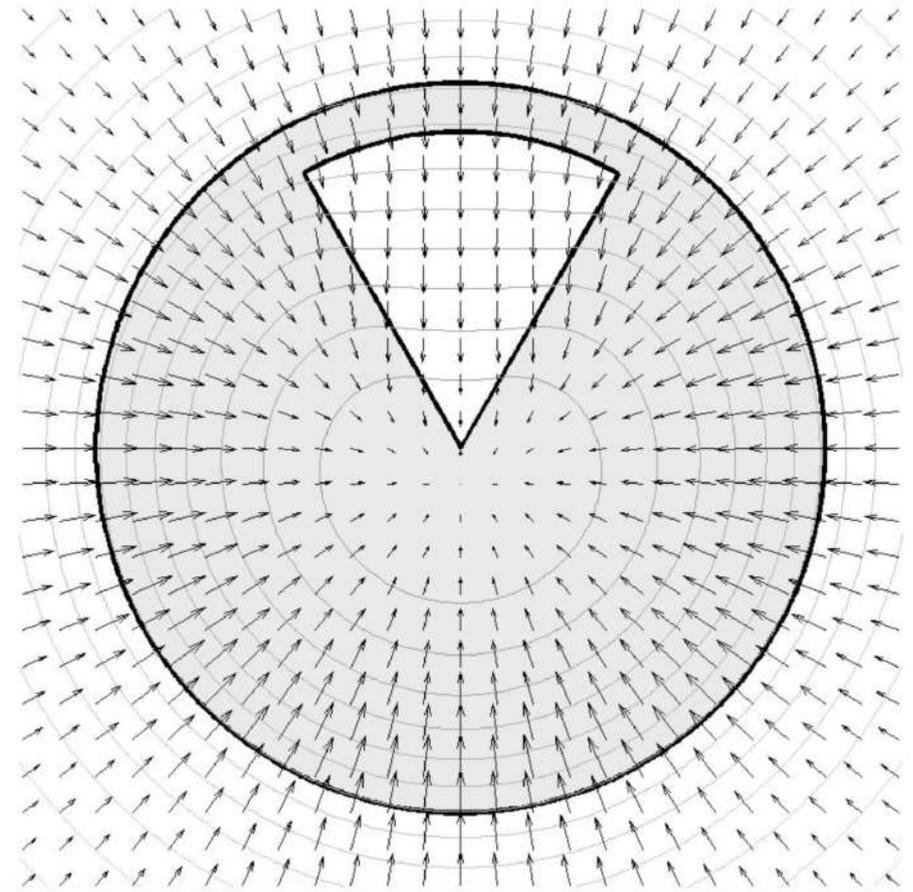
Champ gravitationnel quasi-constant  
en direction



# 1- La forme de l'Enfer



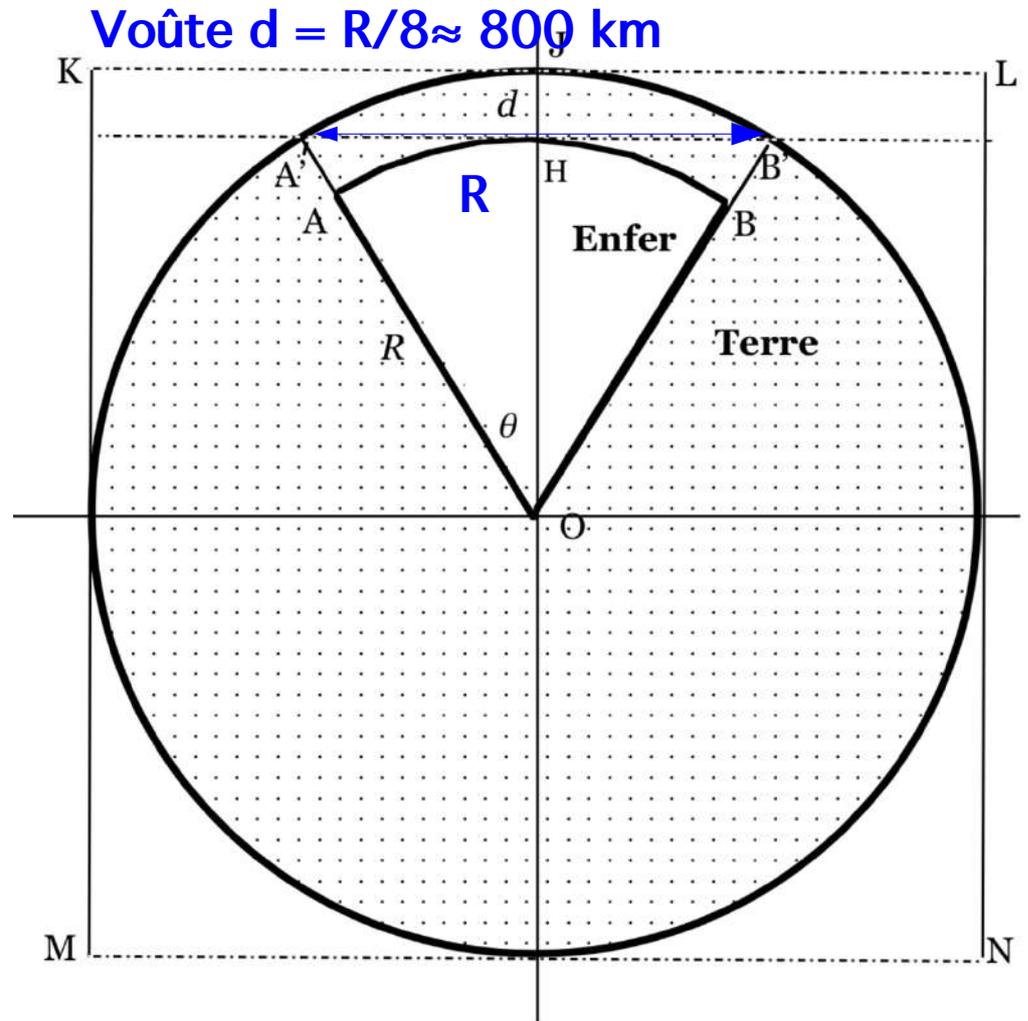
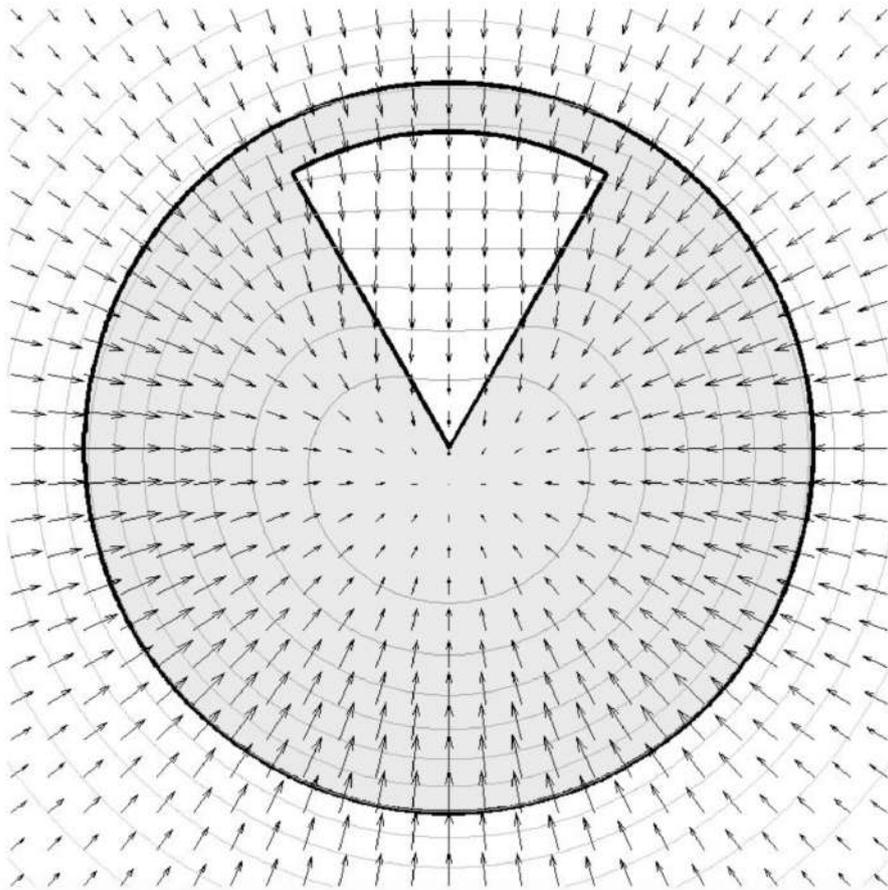
...que L'Enfer  
« tronconique »...



Champ gravitationnel quasi-constant  
en direction



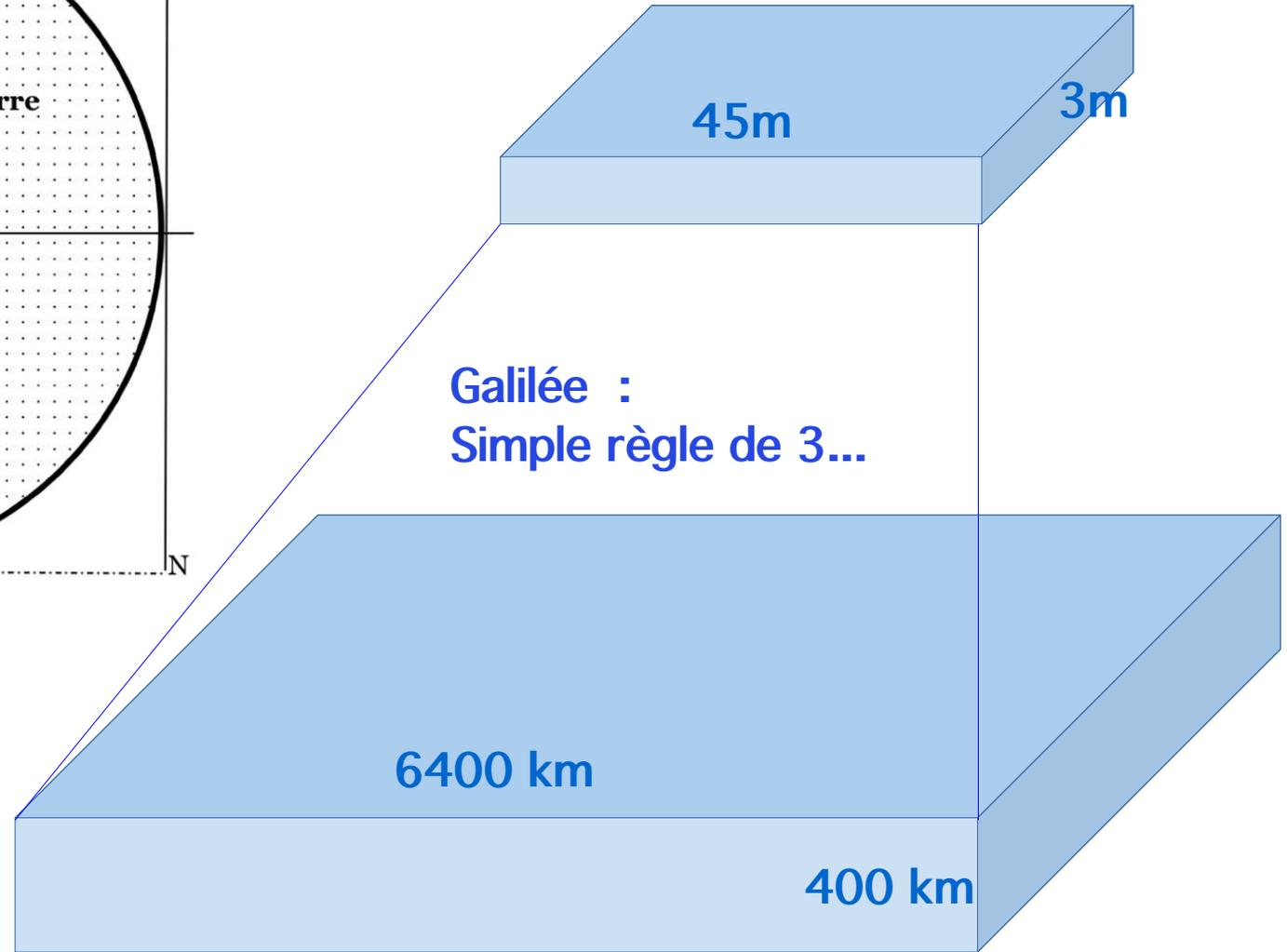
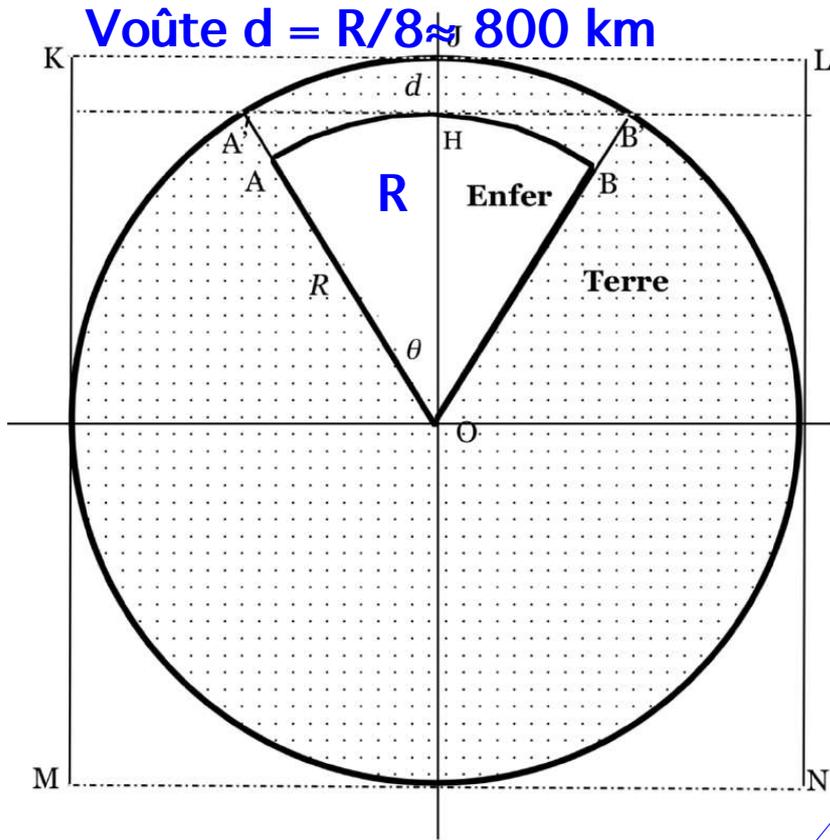
# 1- La forme de l'Enfer



La voûte va-t-elle résister ?



# 1- La forme de l'Enfer



# 1- La forme de l'Enfer

Mais...



$$\text{Masse} \propto L^3$$

$$\text{Résistance pédoncule} \propto \text{Section} \propto L^2$$

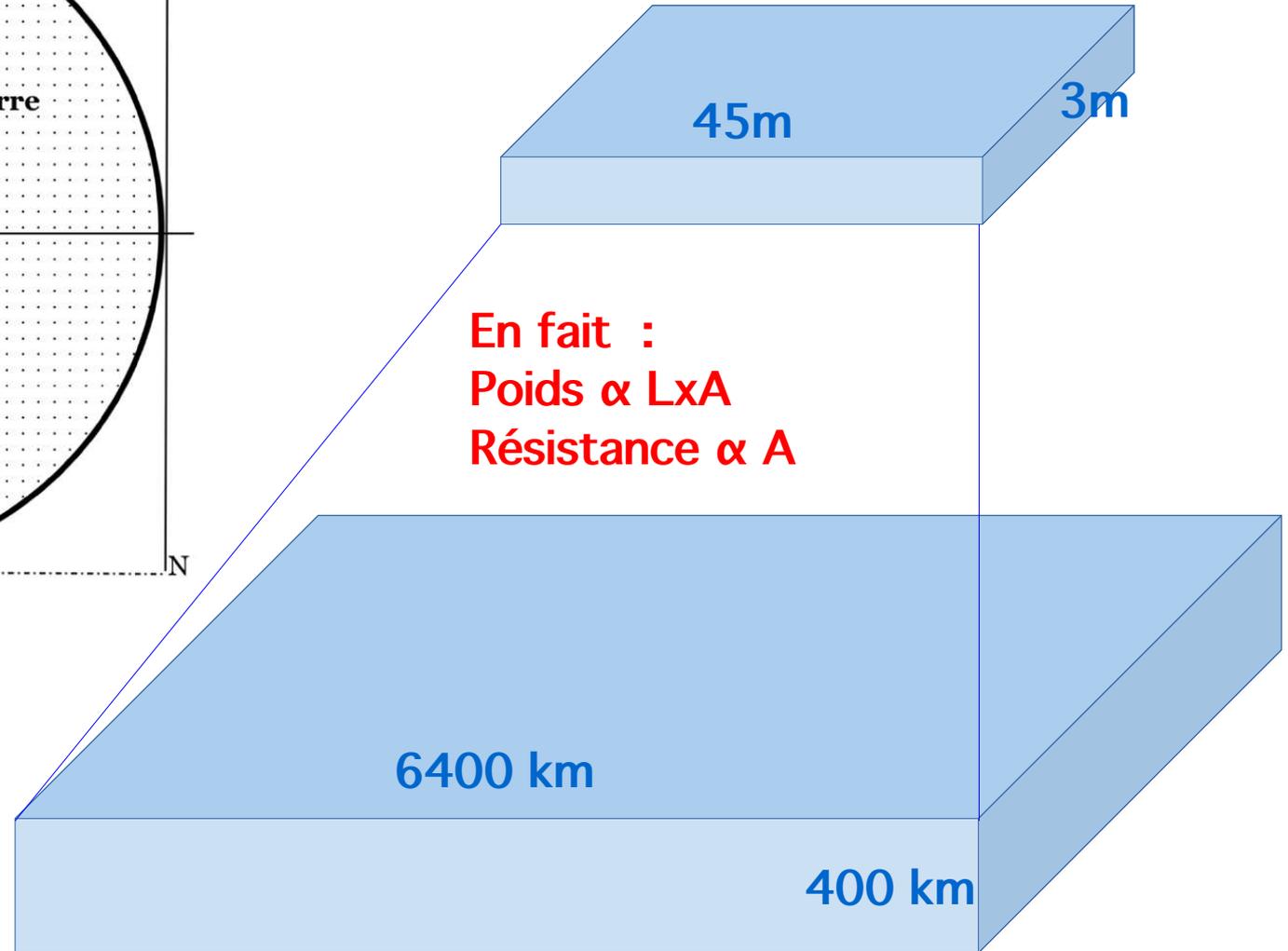
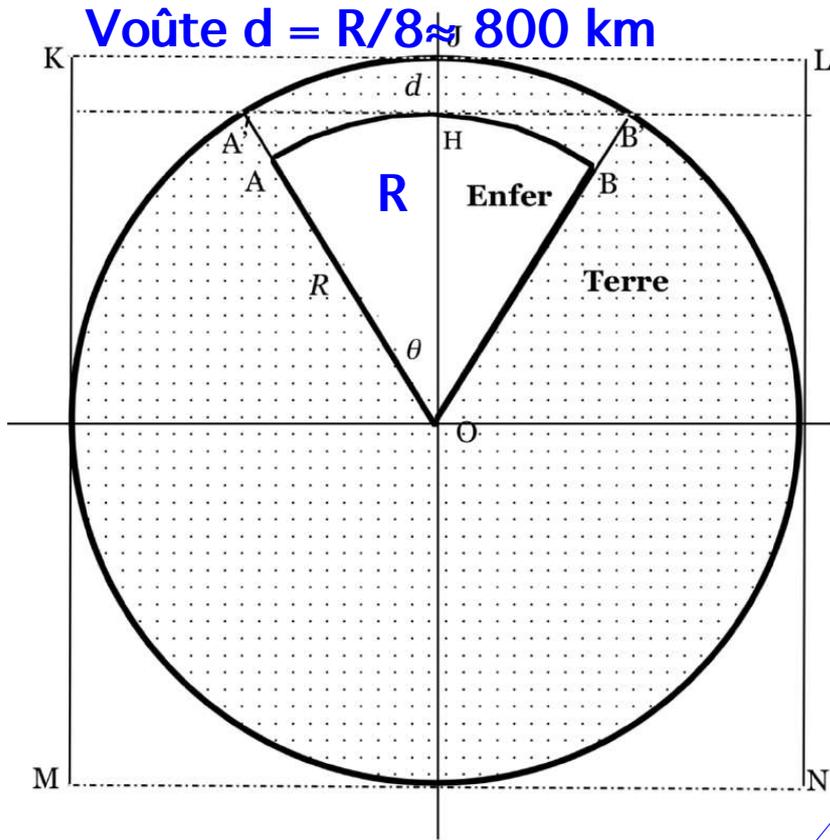
La masse croit plus vite que la résistance...

→ le fruit trop gros tombe !

→ Melons et potirons poussent au sol...

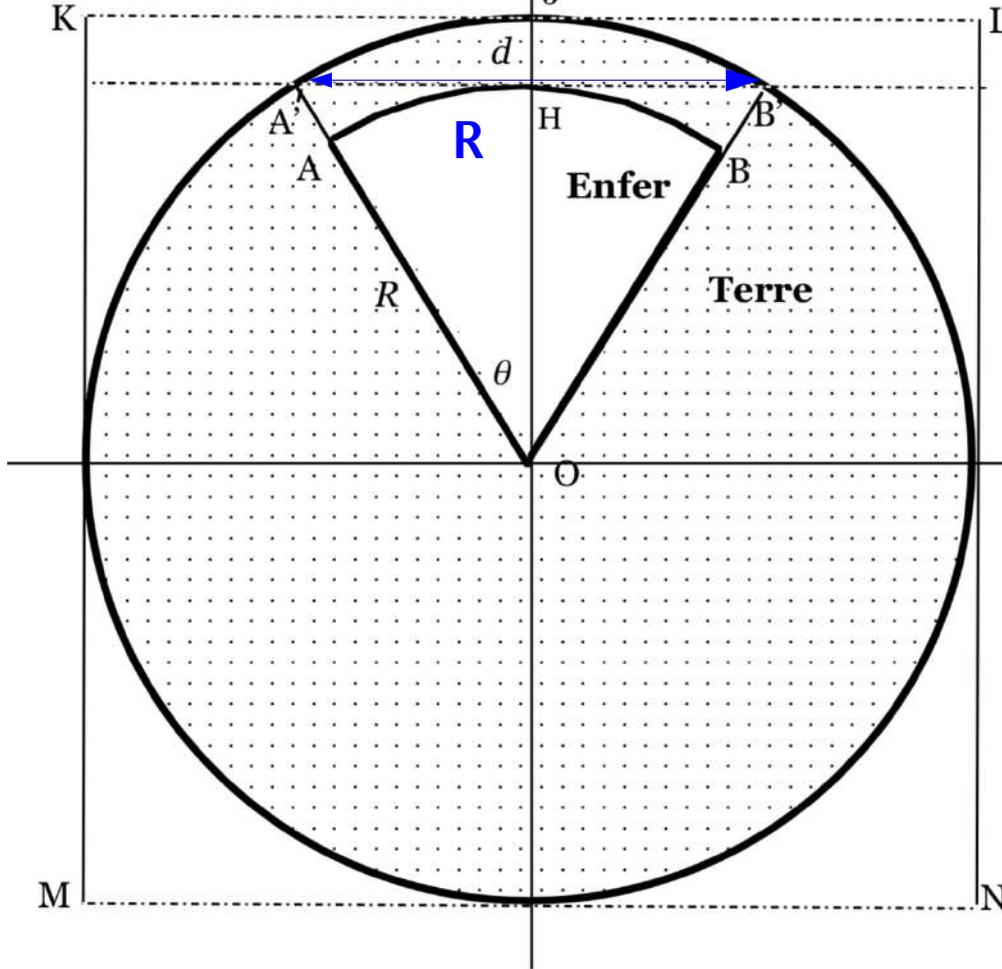


# 1- La forme de l'Enfer



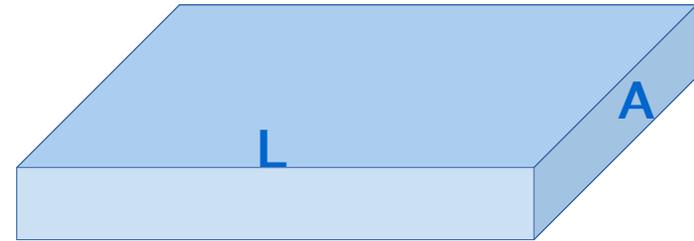
# 1- La forme de l'Enfer

Voûte  $d = R/8 \approx 800$  km



Poids de la voûte :

la « poutre » doit résister...



$$P = \text{Poids/Surface} = \rho g Lx A/A = \rho g L$$

Résistance si  $P < P_{\max} \approx 10^7$  Pa  
pour  $\rho \approx 3000$  kg/m<sup>3</sup>

$$\rightarrow L < P_{\max}/\rho g \approx 300 \text{ m}$$

Ici, épaisseur  $\sim d = 800$  km

**La voûte ne peut pas résister !**



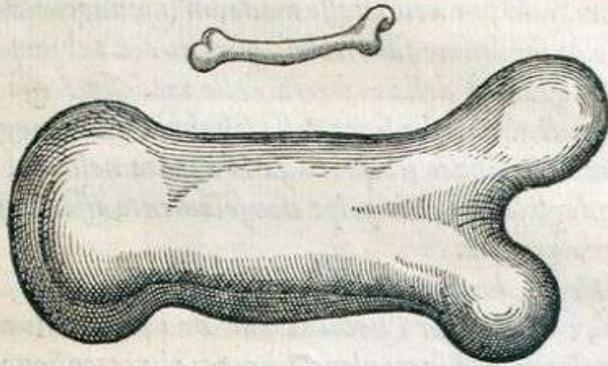
# 1- La forme de l'Enfer

Galilée comprendra son erreur....

DEL GALILEO.

129

*E per vn breue efempio di-queſto che dico difegnai già la figura di vn' oſſo allungato ſolamente tre volte, & ingroſſato con tal proporzione, che poteſſe nel ſuo animale grande far l'uffizio proporzio-*



*nato à quel dell' oſſo minore nell' animal più piccolo, e le figure ſon queſte; doue vedete ſproporzionata figura, che dinuene quella dell' oſſo ingrandito. Dal che è manifeſto, che chi voleſſe mantener in vn vaſtiſſimo Gigante le proporzioni, che hanno le membra in vn huomo ordinario, biſognerebbe ò trouar materia molto più dura, e reſiſtente per formarne l'oſſa, ò vero ammettere, che la robuſtezza ſua fuſſe à proporzione aſſai più ſacca, che ne gli huomini di ſtatura mediocre; altrimenti creſcendogli à ſmiſurata altezza ſi vedrebbono dal proprio peſo opprimere, e cadere. Doue che all' incontro ſi vede nel diminuire i corpi non ſi diminuir con la medeſima proporzione le forze, anzi ne i minori creſcer la gagliardia con proporzion maggiore. Onde io credo che vn piccolo cane porterebbe addoſſo due,*

DISCORSI  
E  
DIMOSTRAZIONI  
MATEMATICHE,  
*intorno à due nuoue ſcienze*

Attenenti alla  
MECANICA & I MOVIMENTI LOCALI,

*del Signor*  
GALILEO GALILEI LINCEO,  
Filoſofo e Matematico primario del Sereniſſimo  
Grand Duca di Toſcana.

*Con vna Appendice del centro di grauità d'alcuni Solidi.*

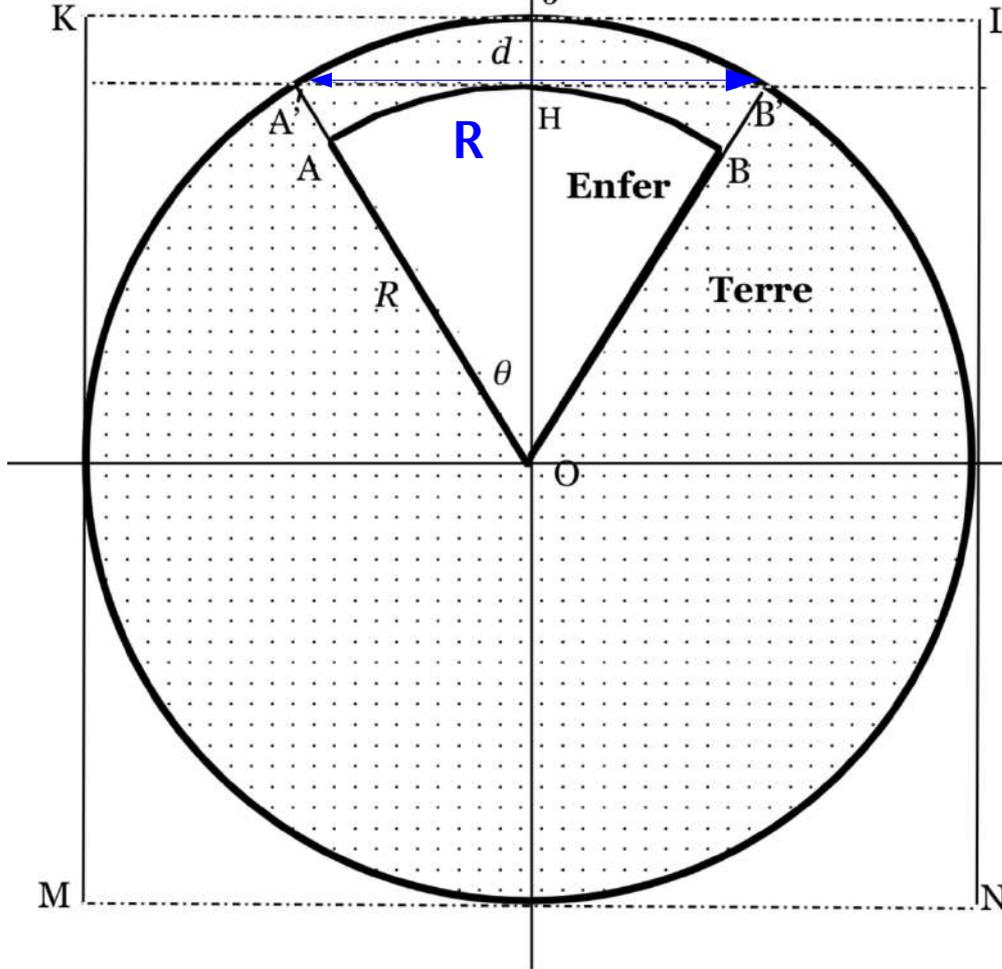


IN LEIDA,  
Appreſſo gli Elſeuitii. M. D. C. XXXVIII.

Galilée - 1638

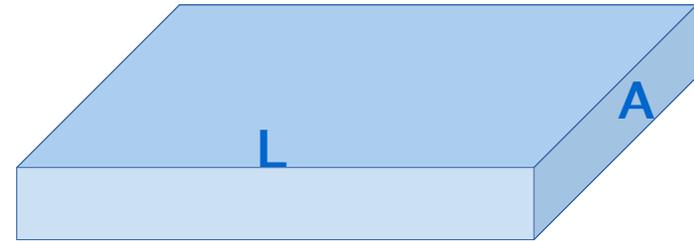
# 1- La forme de l'Enfer

Voûte  $d = R/8 \approx 800$  km



Poids de la voûte :

la « poutre » doit résister...



$$P = \text{Poids/Surface} = \rho g L \times A / A = \rho g L$$

Résistance si  $P < P_{\max} \approx 10^7$  Pa  
pour  $\rho \approx 3000$  kg/m<sup>3</sup>

$$\rightarrow L < P_{\max} / \rho g \approx 300 \text{ m}$$

Ici, épaisseur  $\sim d = 800$  km

**La voûte ne peut pas résister !**



# 1- Les « géants » et Lucifer



Chant XXXI :

« La face du géant me semblait longue et grosse  
Comme la pigne de Saint-Pierre de Rome,  
et les autres os étaient en proportion »



# 1- Les « géants » et Lucifer



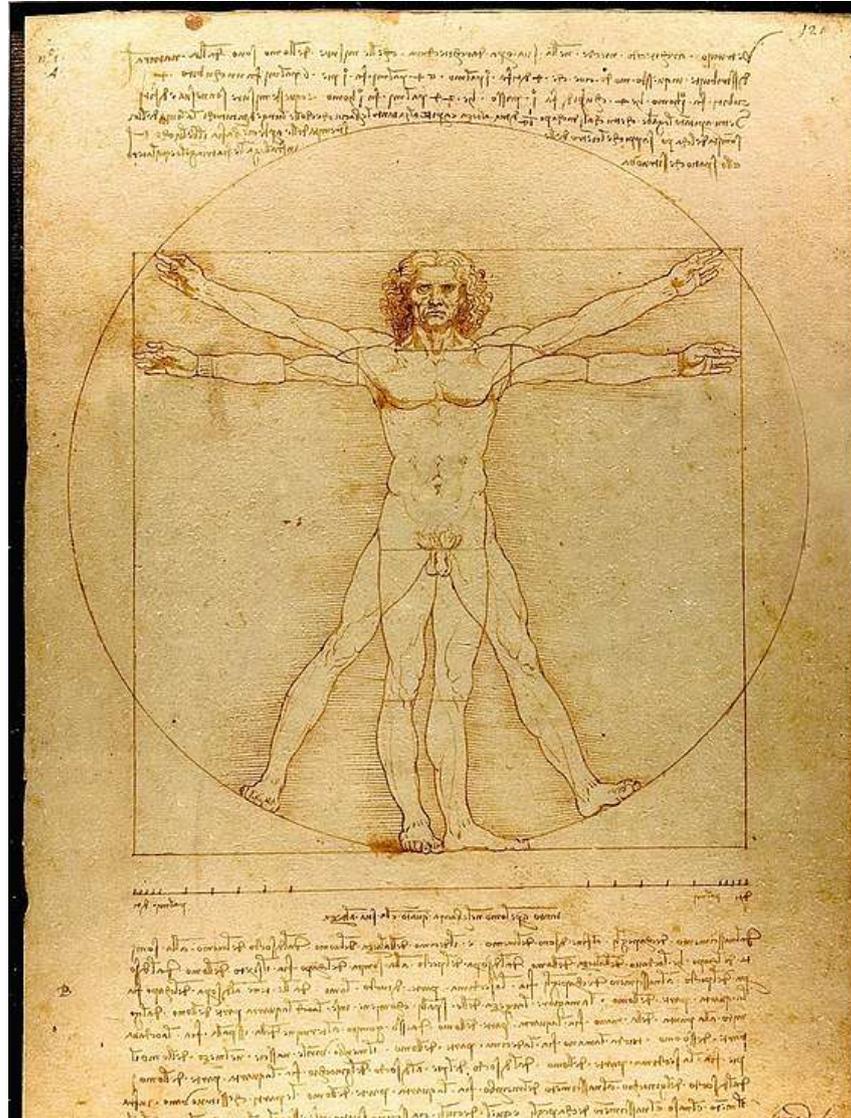
Chant XXXI :

« La face du géant me semblait longue et grosse  
Comme la pigne de Saint-Pierre de Rome,  
et les autres os étaient en proportion »



# 1- Les « géants » et Lucifer

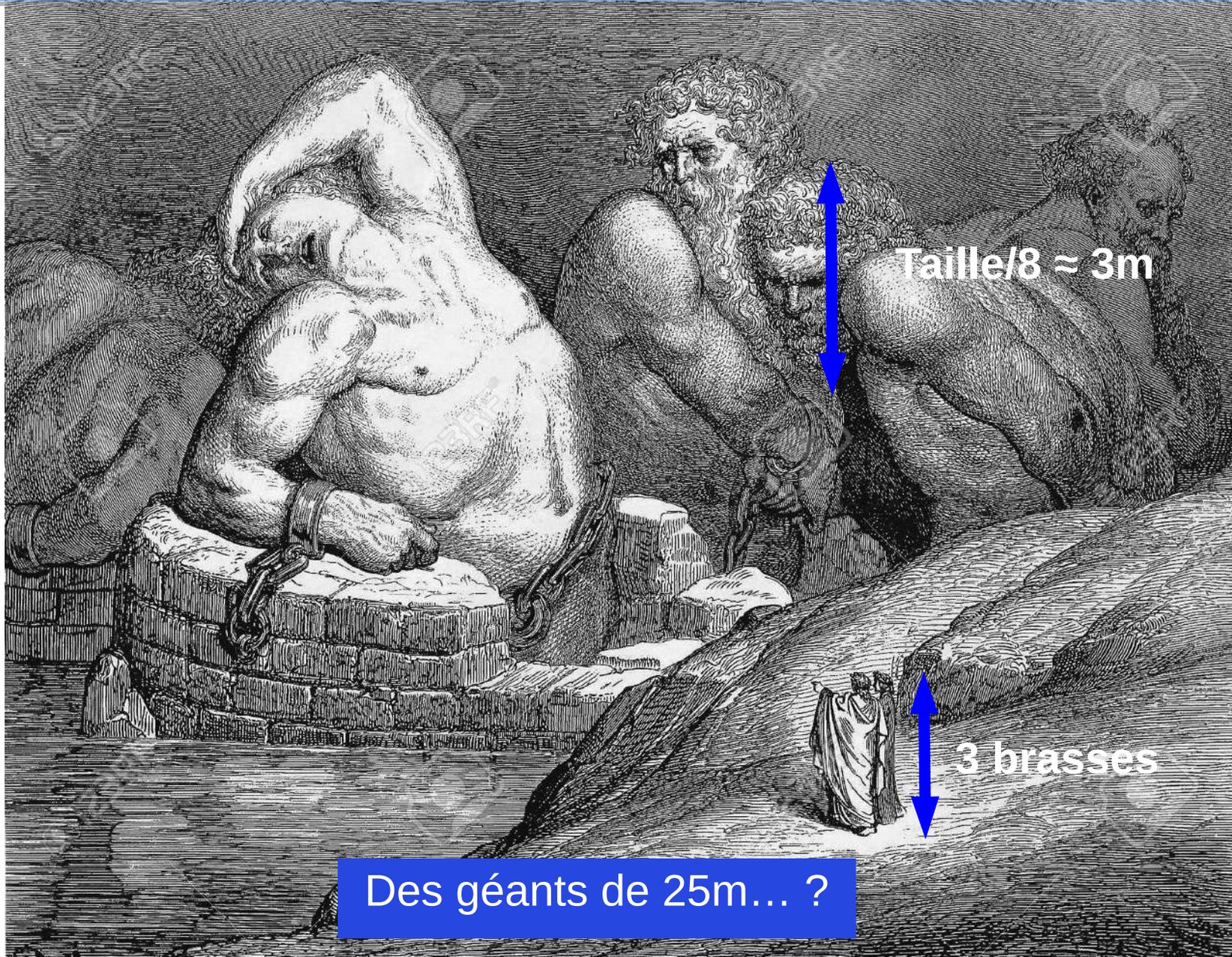
$$y_{\text{longueur bras}} = x_{\text{taille}}$$
$$y_{\text{menton-crâne}} = \frac{1}{8} x_{\text{taille}}$$



Proportions de l'Homme (L. da Vinci)  
(Homme de Vitruve)



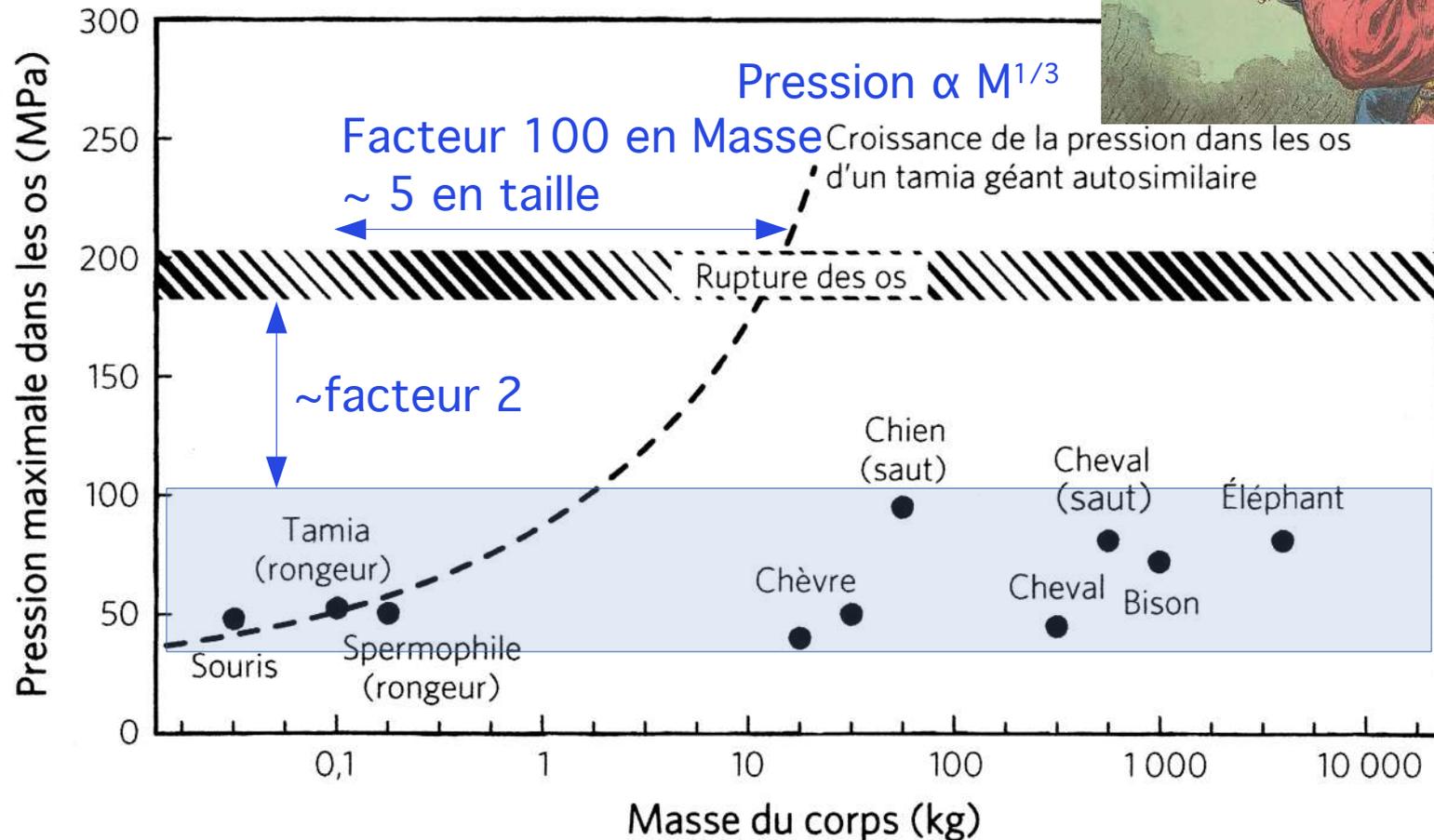
# 1- Les « géants » et Lucifer



# 1- Les « géants » et Lucifer

## Gulliver à Brobdingnag

Les os subissent une pression  $P/S \propto L^3/L^2 = L$   
→ 12 fois plus importante que pour un homme normal !



$P_{\max}$  à peu près la même

# 1- Les « géants » et Lucifer

Facteur 5 au maximum



# 1- Les « géants » et Lucifer

La tête doit résister à la chute...

$$P_{\max}(\text{crâne}) \sim 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{Vitesse de chute } v = (2 g H)^{1/2}$$

$$\text{Durée du choc} \sim R/v$$

$$\text{Accélération} = \text{vitesse/durée} \sim v^2/R$$

$$\text{Force} = m \times a = (4/3\pi R^3 \rho) \times a$$

$$\text{Pression} = \text{Force}/\pi R^2 \sim \rho 4R/3 \times a$$

$$\text{où } a = v^2/R = 2 g h/R$$

$$\rightarrow P \propto \rho g H$$

$$\rightarrow P_{\max} \text{ pour } H \approx 3\text{-}4\text{m}$$



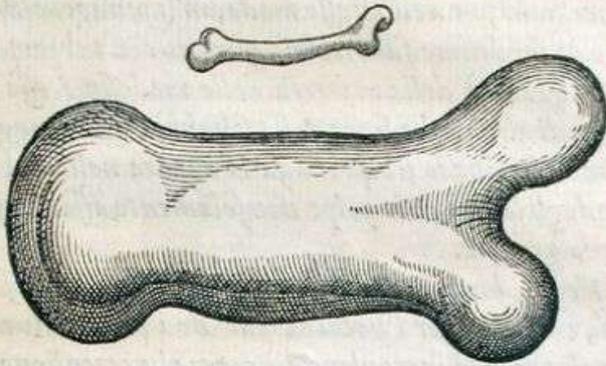
# 1- Les « géants » et Lucifer

Là aussi, Galilée comprendra plus tard son erreur : Grossir pour résister !

DEL GALILEO.

129

*E per vn breue efempio di-queſto che dico diſegnai già la figura di vn' oſſo allungato ſolamente tre volte, & ingroſſato con tal proporzione, che poteſſe nel ſuo animale grande far l' uffizio proporzio-*



*nato à quel dell' oſſo minore nell' animal più piccolo, e le figure ſon queſte; doue vedete ſproporzionata figura, che dinuene quella dell' oſſo ingrandito. Dal che è manifeſto, che chi voleſſe mantener in vn vaſtiſſimo Gigante le proporzioni, che hanno le membra in vn huomo ordinario, biſognerebbe ò trouar materia molto più dura, e reſiſtente per formarne l'oſſa, ò vero ammettere, che la robuſtezza ſua fuſſe à proporzione aſſai più ſacca, che ne gli huomini di ſtatura mediocre; altrimenti creſcendogli à ſmiſurata altezza ſi vedrebbono dal proprio peſo opprimere, e cadere. Doue che all' incontro ſi vede nel diminuire i corpi non ſi diminuir con la medeſima proporzione le forze, anzi ne i minori creſcer la gagliardia con proporzion maggiore. Onde io credo che vn piccolo cane porterebbe addoſſo due,*

DISCORSI  
E  
DIMOSTRAZIONI  
MATEMATICHE,  
*intorno à due nuoue ſcienze*

Attenenti alla  
MECANICA & I MOVIMENTI LOCALI,

*del Signor*

GALILEO GALILEI LINCEO,  
Filoſofo e Matematico primario del Sereniſſimo  
Grand Duca di Toſcana.

*Con vna Appendice del centro di grauità d' alcuni Solidi.*



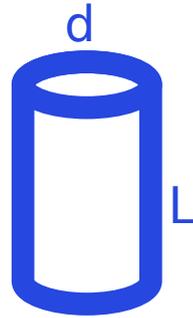
IN LEIDA,  
Appreſſo gli Elſevirii. M. D. C. XXXVIII.

Galilée - 1638

# 1- Les « géants » et Lucifer

Grossir pour résister !

Force  $\propto d^2$  avec  $d \propto L^a$



$$d \propto L^a$$

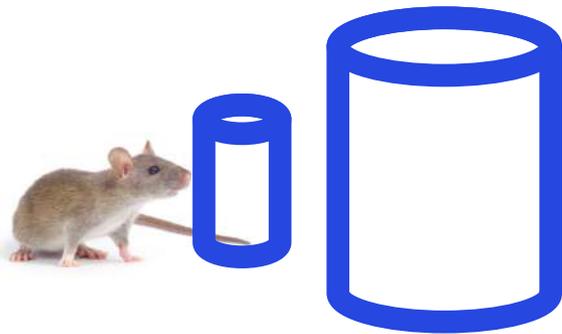
$\rightarrow F \propto L^{2a}$

avec  $M \propto L^3$  (souris 10cm/20g  $\rightarrow$  Eléphant 5m/2t – taille x50, poids x50<sup>3</sup>)

$$d \propto L^{3/2}$$

$\rightarrow F \propto L^3$  et  $M \propto L^3$

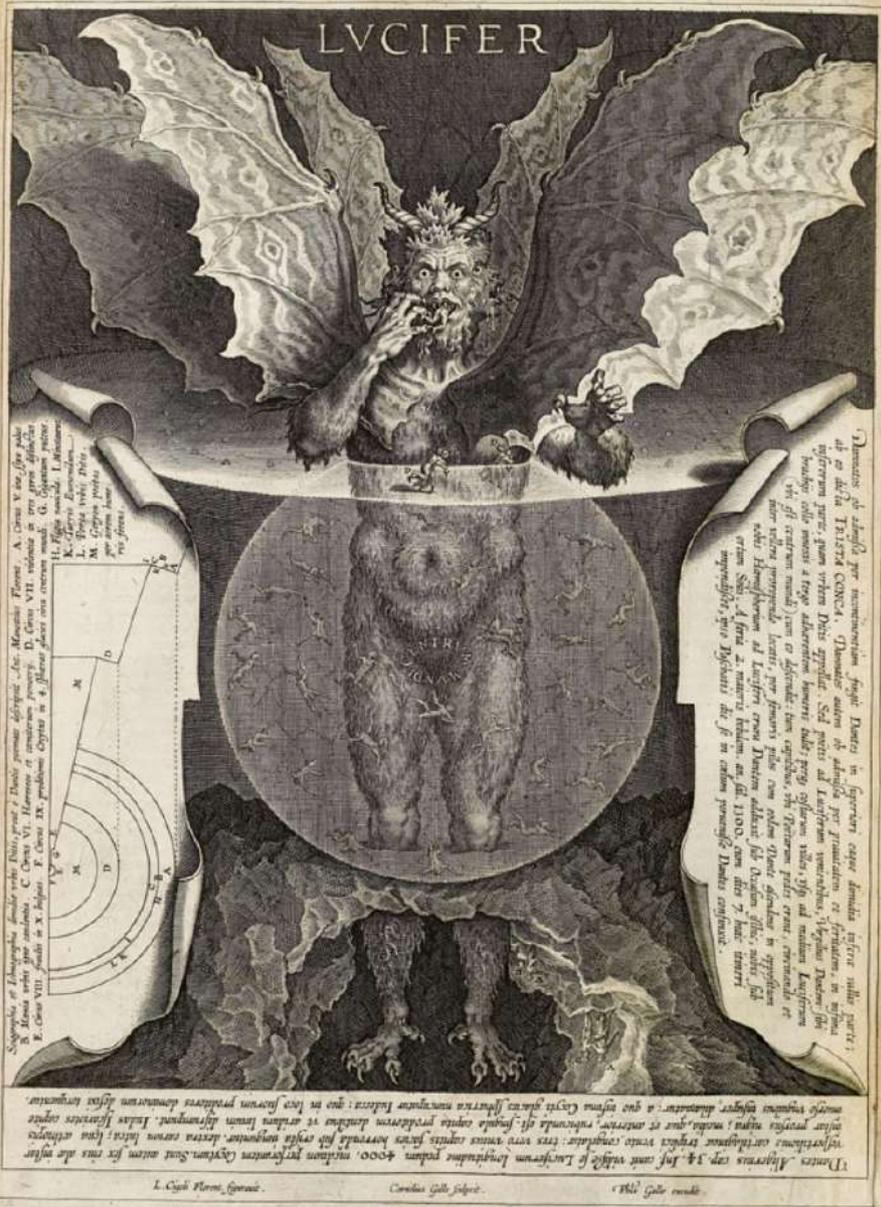
$\rightarrow F/M = \text{constante}$



# 1- Les « géants » et Lucifer



# 1- Les « géants » et Lucifer



Chant XXXIV :

« Là l'empereur du royaume de douleur  
sortait des glaces à mi-poitrine ;  
Et en taille je suis plus proche d'un géant  
Que les géants ne le sont de ses bras... »

Bras(Lucifer)/Taille(Géant)  $\approx$  Taille(Géant)/  
Taille(Humain)

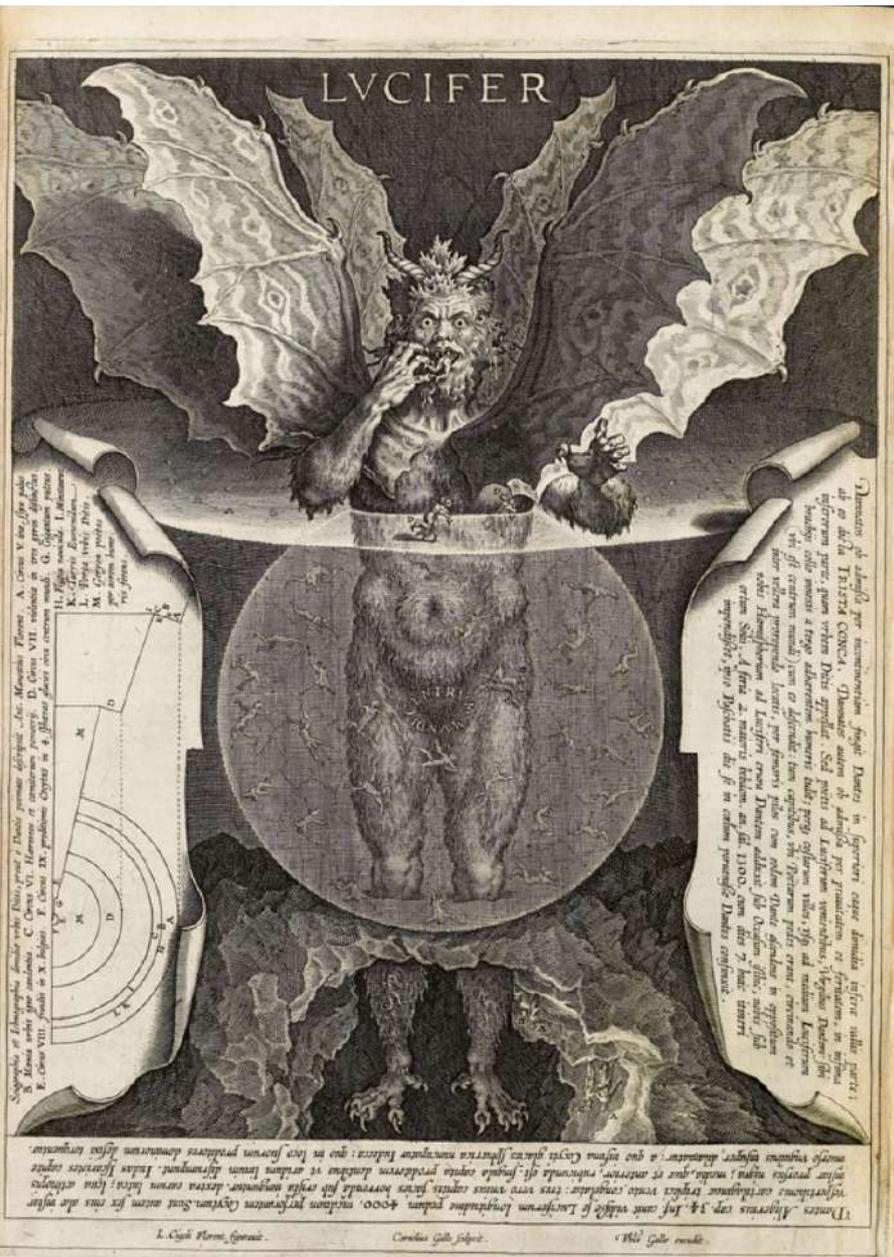
Avec Bras  $\approx$  Taille/3

3 (Dante)/44 (Géant) = 44/x (Bras Lucifer)  
→ Bras(Lucifer)  $\sim$  645 brasses

→ Taille(Lucifer)  $\approx$  3x 645 = 1935 brasses

→ 1200 m !

# 1- Les « géants » et Lucifer

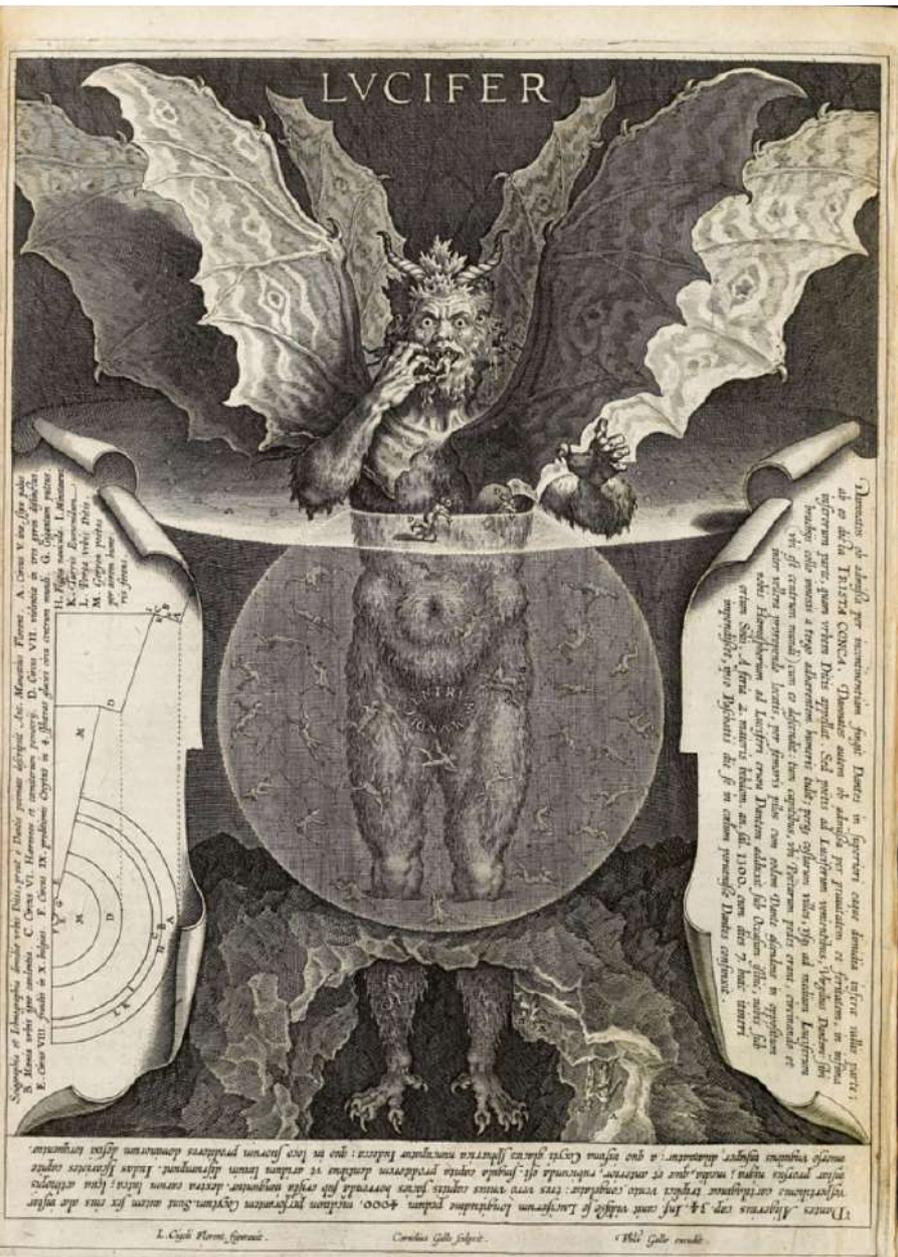


Chant XXXIV :  
« Là l'empereur du royaume de douleur  
sortait des glaces à mi-poitrine ;  
Et en taille je suis plus proche d'un géant  
Que les géants ne le sont de ses bras... »

- Taille(Lucifer)  $\approx 3 \times 645 = 1935$  brasses
- 1200 m  $\approx 700 \times$  Homme

Lucifer est trop grand !

# 1- Les « géants » et Lucifer



Chant XXXIV :

« Qu'est devenu le lac glacé ? Comment le diable  
A-t-il la tête en bas ? Comment, chose incroyable !  
Le jour luit quand le soir est à peine passé ? »  
— « Tu penses être encor par là-bas, dit Virgile,  
Au centre où je me pris aux poils du grand reptile  
Par qui dans son milieu le monde est traversé.  
Tant que je descendais, c'était vrai ; mais, au ventre,  
Quand je me retournai, nous dépassions le centre  
Où par sa pesanteur tout corps est entraîné. »

Traversée du centre de la Terre...

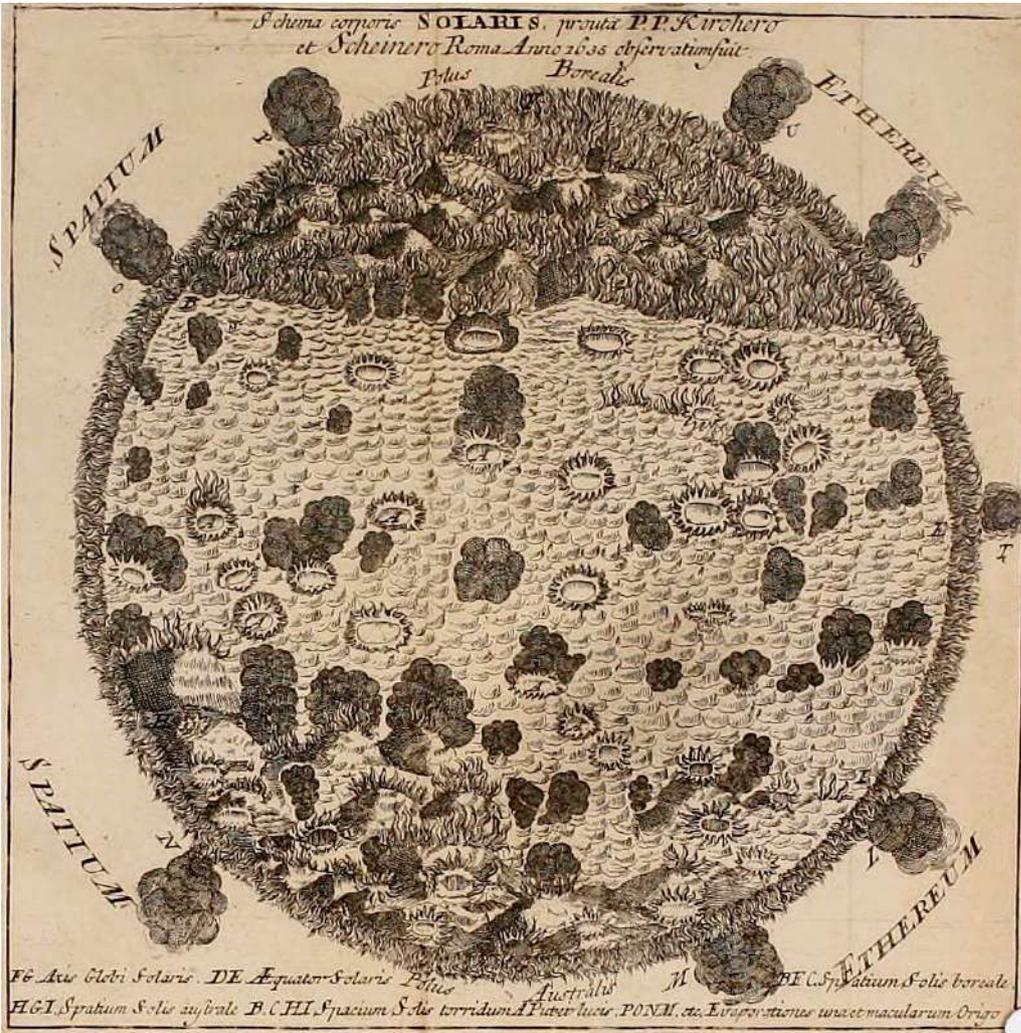
- plus de gravité !
- Lucifer immobile...

Un géant immobile est presque possible

# 1- L'Enfer est ailleurs ?

Tobias Swinden 1728

[http://www.prdl.org/author\\_view.php?a\\_id=6700](http://www.prdl.org/author_view.php?a_id=6700)



## AN ENQUIRY INTO THE NATURE and PLACE OF HELL.

- SHEWING
- |  |  |
|--|--|
| I. The Reasonableness of a FUTURE STATE.                 | V. The Improbability of that FIRE's being in, or about the Center of the EARTH.  |
| II. The Punishments of the next LIFE.                    | VI. The Probability of the SUN's being the Local HELL, with Reasons for this Conjecture; and the Objections from Atheism, Philosophy, and the Holy Scriptures, answered. |
| III. The several Opinions concerning the Place of HELL.  |  |
| IV. That the FIRE of HELL is not metaphorical, but real. |  |

By **TOBIAS SWINDEN, M. A.**  
Late Rector of *Cuxton* in *KENT*.

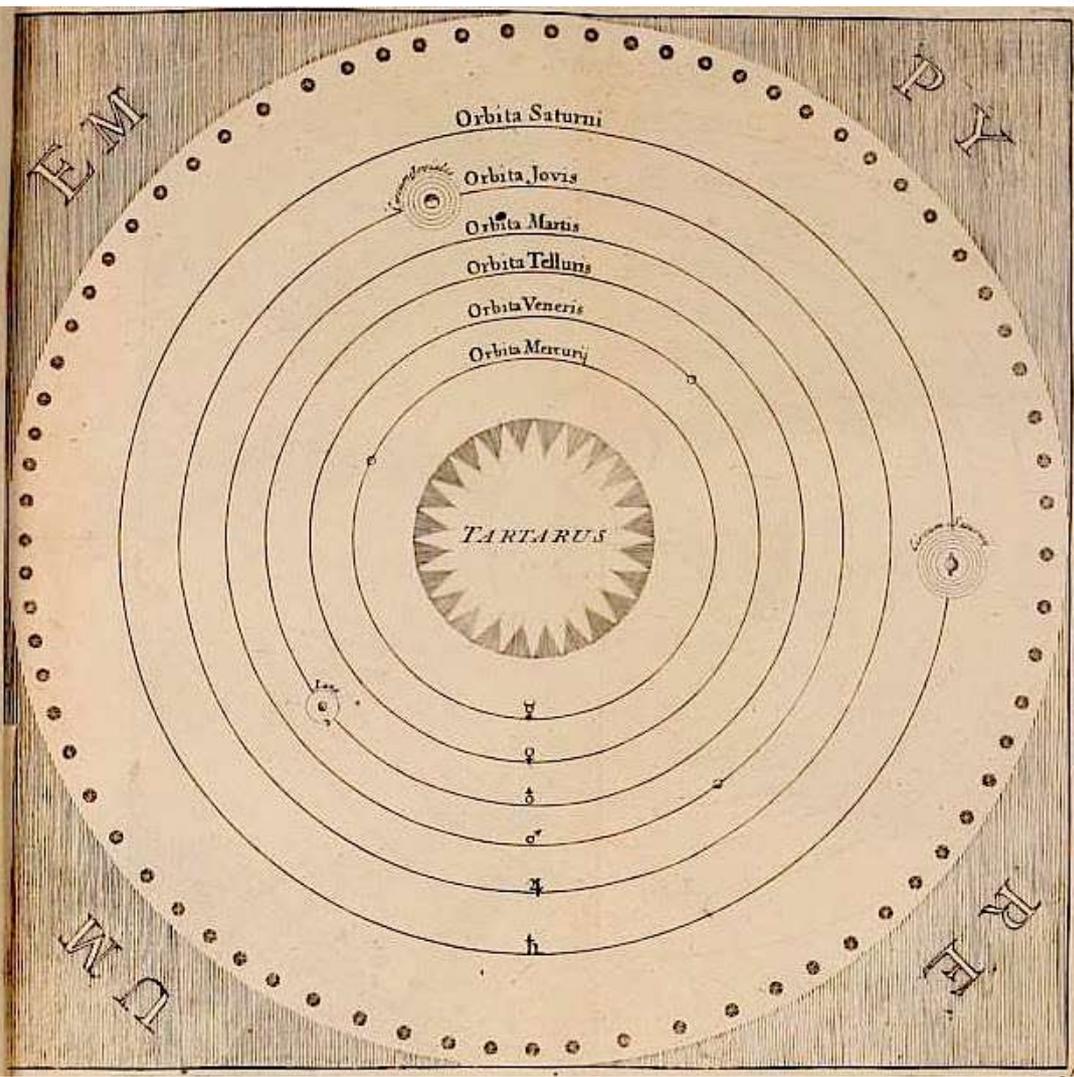
The SECOND EDITION.

With a SUPPLEMENT, wherein the Notions of *Abp. TILLOTSON, Dr. LUPTON, and Others*, as to the *Eternity of HELL Torments*, are impartially represented. And the *Rev. Mr. WALL's* Sentiments of this learned WORK.

L O N D O N :

Printed by *H. P.* for *THO. ASTLEY*, at the *Dolphin and Crown* in *St. Paul's Church-Yard*. M.DCC.XXVII.

# 1- L'Enfer est ailleurs ?



AN  
ENQUIRY  
INTO THE  
NATURE and PLACE  
OF  
**HELL.**

- S H E W I N G
- |   |  |
|---|--|
| <p>I. The Reasonableness of a FUTURE STATE.</p> <p>II. The Punishments of the next LIFE.</p> <p>III. The several Opinions concerning the Place of HELL.</p> <p>IV. That the FIRE of HELL is not metaphorical, but real.</p> | <p>V. The Improbability of that FIRE's being in, or about the Center of the EARTH.</p> <p>VI. The Probability of the SUN's being the Local HELL, with Reasons for this Conjecture; and the Objections from Atheism, Philosophy, and the Holy Scriptures, answered.</p> |
|---|--|

By *TOBIAS SWINDEN*, M. A.  
Late RECTOR of *Cuxton* in *KENT*.

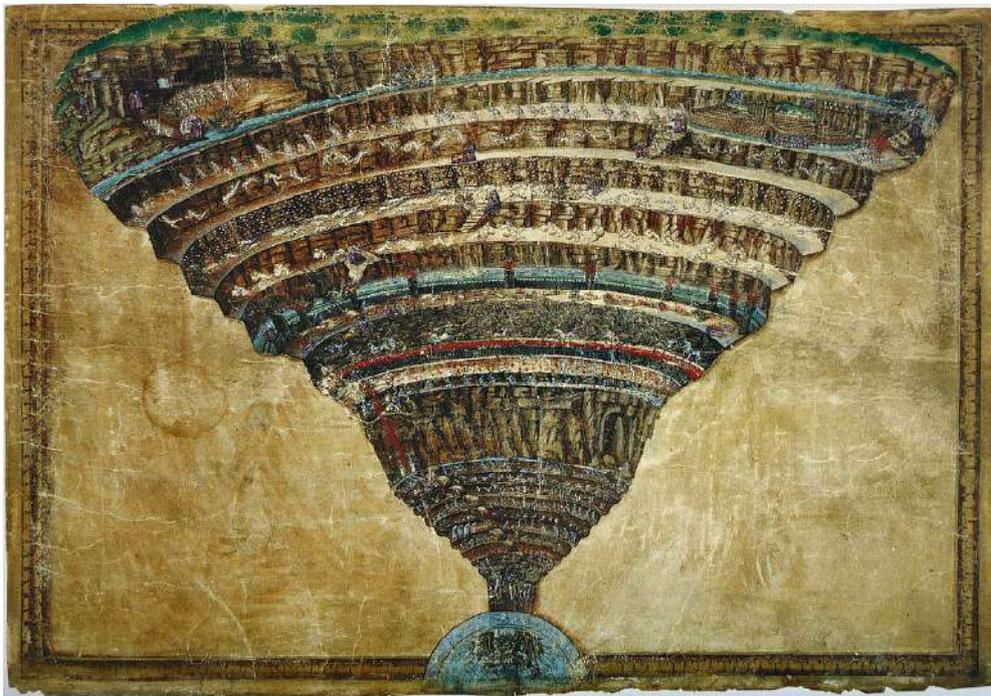
The SECOND EDITION.

With a SUPPLEMENT, wherein the Notions of Abp. *TILLOTSON*, Dr. *LUPTON*, and Others, as to the *Eternity of HELL Torments*, are impartially represented. And the Rev. Mr. *WALL*'s Sentiments of this learned WORK.

L O N D O N:  
Printed by *H. P.* for *THO. ASTLEY*, at the *Dolphin*  
and *Crown* in *St. Paul's Church-Yard*. M.DCC.XXVII.

## 5- De l'Enfer et du Ciel

Une enquête sur l'Enfer de Dante & l'Univers de Poe...



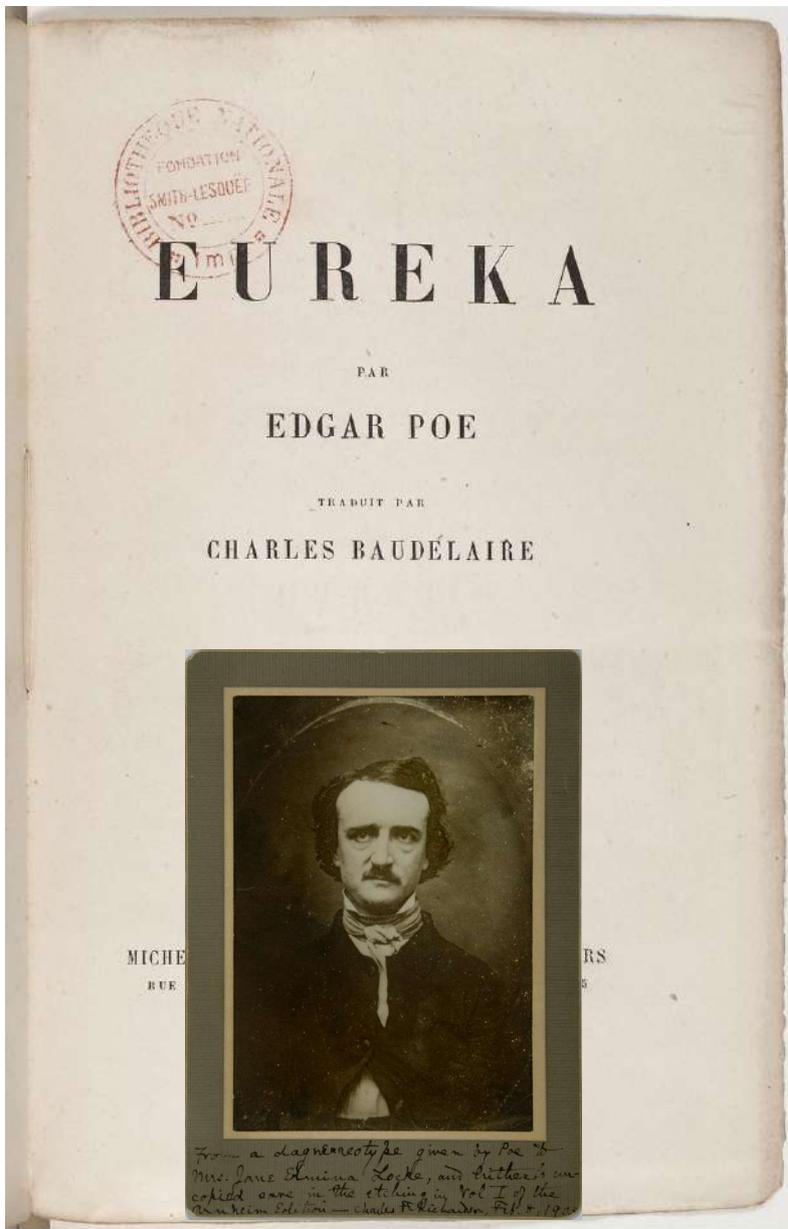
**EUREKA**  
C'est avec une humilité non affectée, —  
— c'est même avec un sentiment d'effroi,  
— que j'écris la phrase d'ouverture de  
cet ouvrage; car de tous les sujets imaginables,  
celui que j'offre au lecteur est le plus solennel,  
le plus vaste, le plus difficile, le plus auguste.

1 – L'Enfer de Dante vu par Galilée (1588)

2 – Le Ciel et l'Univers vu par Edgar Allan Poe (1848)

3 – S'il reste du temps : De la Terre Creuse à la Terre Plate...

# 2- Introduction



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

**Big-Bang et Univers en Expansion :** « *la Loi, que nous nommons habituellement Gravitation, existe en raison de ce que la Matière a été, à son origine, irradiée atomiquement, dans une sphère limitée d'Espace* »

**Relativité :** « *Espace et la Durée ne sont qu'un* »

**Univers parallèles, Trous de vers :** « *Avons-nous le droit de supposer, ou plutôt d'imaginer une succession interminable de groupes de groupes ou d'Univers plus ou moins semblables ?* »

**Trous Noirs et « Big Crunch » :** « *Les plus petits systèmes, placés dans le voisinage d'un plus grand, devront inévitablement s'en rapprocher de plus en plus.* »

**Matière noire :** « *nous savons qu'il existe des soleils non lumineux, c'est-à-dire des soleils dont nous déterminons l'existence par les mouvements des autres, mais dont la luminosité n'est pas suffisante pour agir sur nous.* »

Eurêka (1848)

[https://fr.wikisource.org/wiki/Eureka/Texte\\_entier](https://fr.wikisource.org/wiki/Eureka/Texte_entier)

# 2- Introduction

---



# 2- La nuit noire



Ours Barnabé



# 2- La nuit noire



Ours Barnabé



# 2- La nuit noire



Ours Barnabé

## 2- La nuit noire

Le vieux cormoran, qui fait l'intéressant, poursuit :  
– Apprends, mon poulet, que les étoiles n'existent pas !



Les P'tites Poules - Un poulailler dans les étoiles

## 2- La nuit noire

Le vieux cormoran, qui fait l'intéressant, poursuit :  
- Apprends, mon poulet, que les étoiles n'existent pas !

Je t'explique : la nuit, la Terre est recouverte  
d'une gigantesque passoire toute noire.  
Et les étoiles, c'est la lumière  
qui passe par les petits trous de la passoire.  
Hi, hi, hi...

bahaha!  
haha!

Les P'tites Poules - Un  
poulailler dans les étoiles



## 2- La nuit noire

---



## 2- La nuit noire

« S'il existe réellement des Soleils disséminés dans la totalité de l'espace infini, et s'ils sont situés à des distances égales les uns des autres (...), leur nombre doit être infini et la voûte du ciel apparaître aussi brillante que le Soleil, car toute droite que nous pouvons imaginer partant de notre œil aboutirait nécessairement sur une étoile fixe, et une lumière stellaire qui est de même nature que celle du Soleil nous parviendrait ainsi de tout point du ciel. »

Heinrich Olbers, 1823



## 2- La nuit noire

« Il n'y a pas d'erreur astronomique plus insoutenable, et il n'y en a pas qui ait obtenu une plus opiniâtre adhésion que celle qui consiste à se figurer l'Univers sidéral comme absolument illimité. Il me semble que les raisons qui nous le font croire limité, telles que je les ai énoncées a priori, sont irréfutables »

« Si la succession des étoiles était illimitée, l'arrière-plan du ciel nous offrirait une luminosité uniforme, comme celle déployée par la Galaxie, puisqu'il n'y aurait absolument aucun point, dans tout cet arrière-plan, où n'existât une étoile »

Edgar A. Poe, Eurêka (1848)

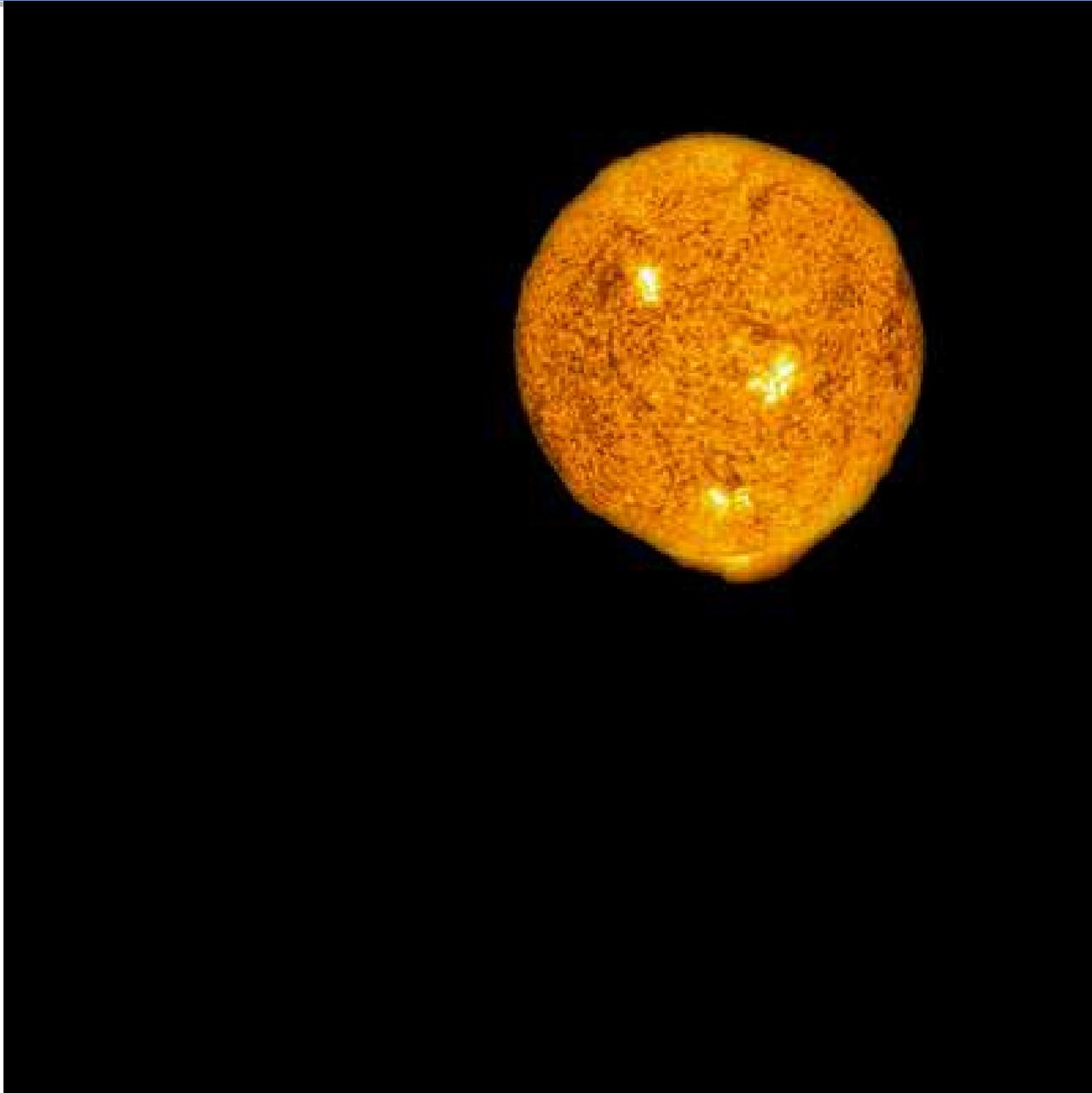


# 2- L'Univers comme une forêt



## 2- L'Univers comme une forêt

---



## 2- L'Univers comme une forêt

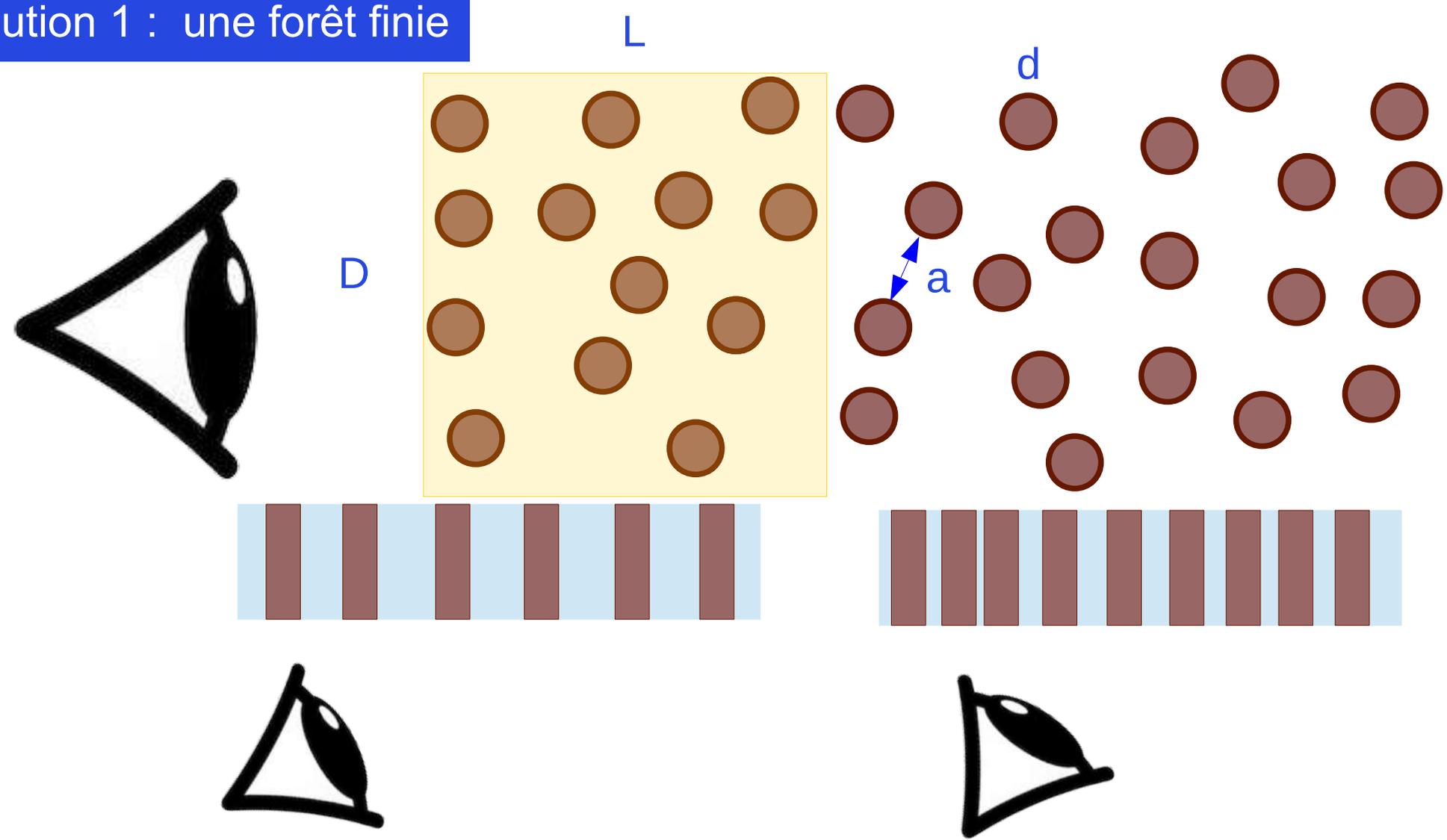


Solution 1 : une forêt finie  
Finitude de l'Univers



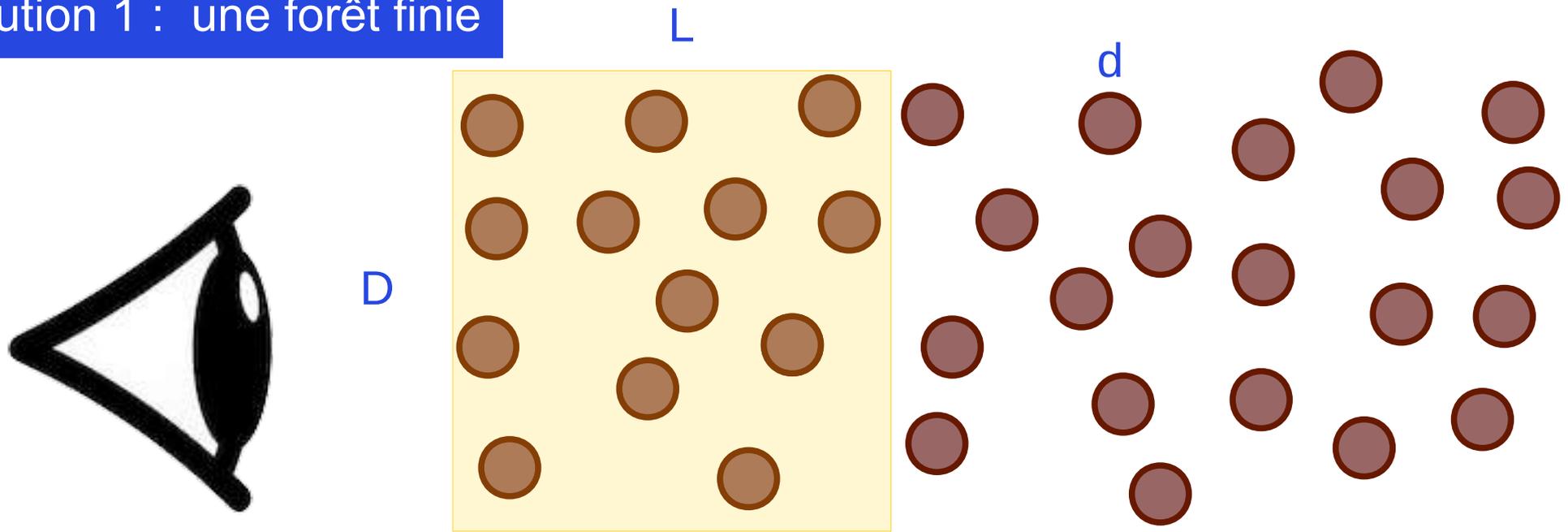
# 2- L'Univers comme une forêt

Solution 1 : une forêt finie



## 2- L'Univers comme une forêt

### Solution 1 : une forêt finie



Avec  $n$  arbres/unité de surface

→ Surface du rectangle :  $D \times L$

→ Nombre d'arbres  $N = n \times D \times L$

→ Largeur couverte par les arbres :  $N \times d = n \times D \times L \times d$

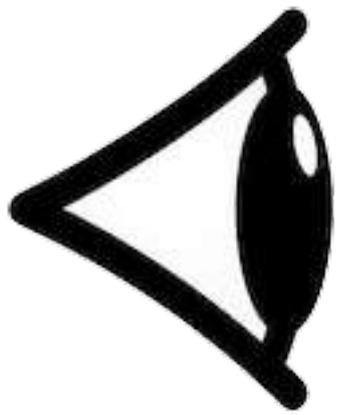
→ Soit une fraction couverte :  $n \times D \times L \times d / D = n \times L \times d$

→ On remplit tout l'espace pour une profondeur  $L = 1/(n \times d)$

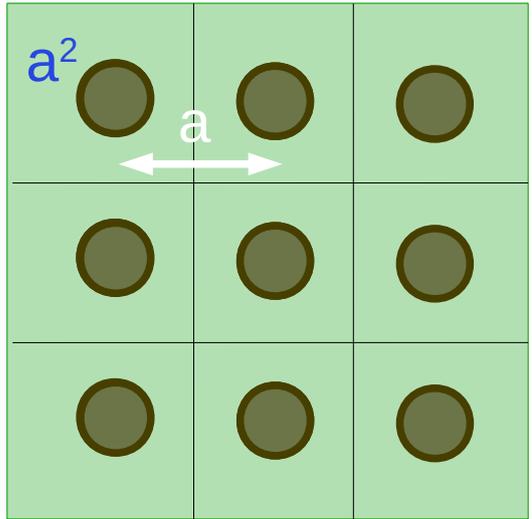
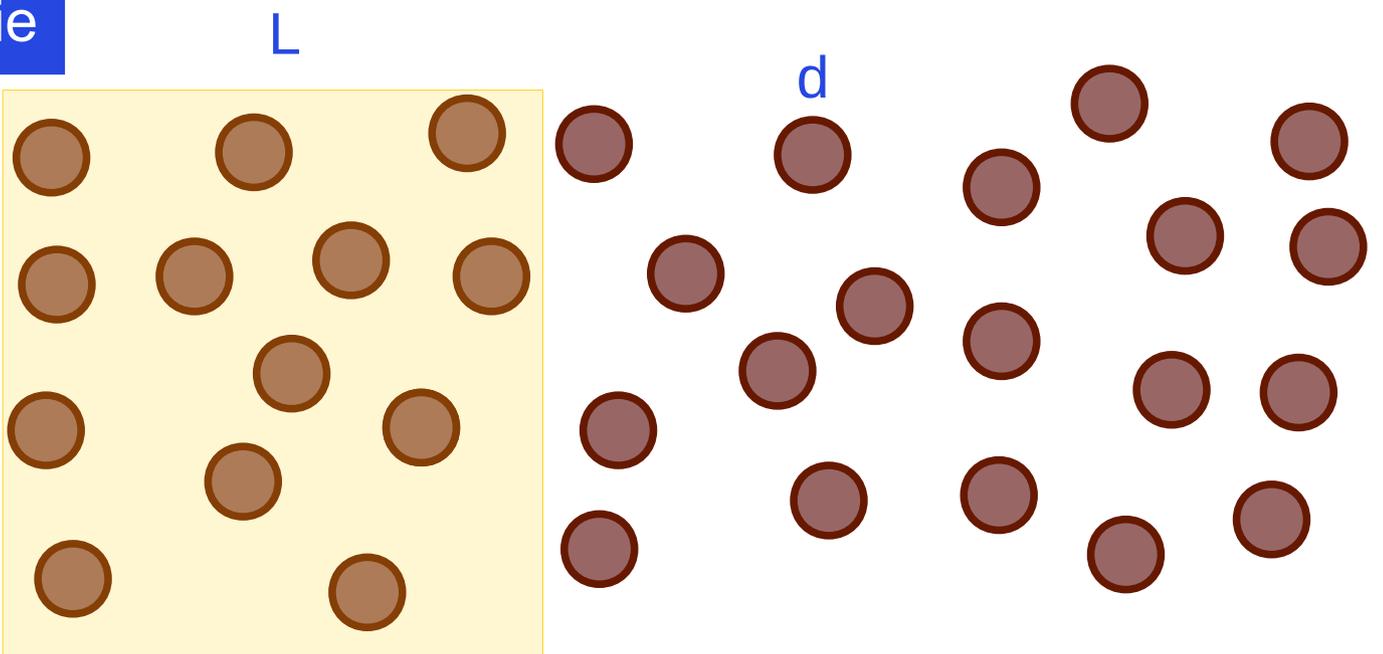


# 2- L'Univers comme une forêt

## Solution 1 : une forêt finie



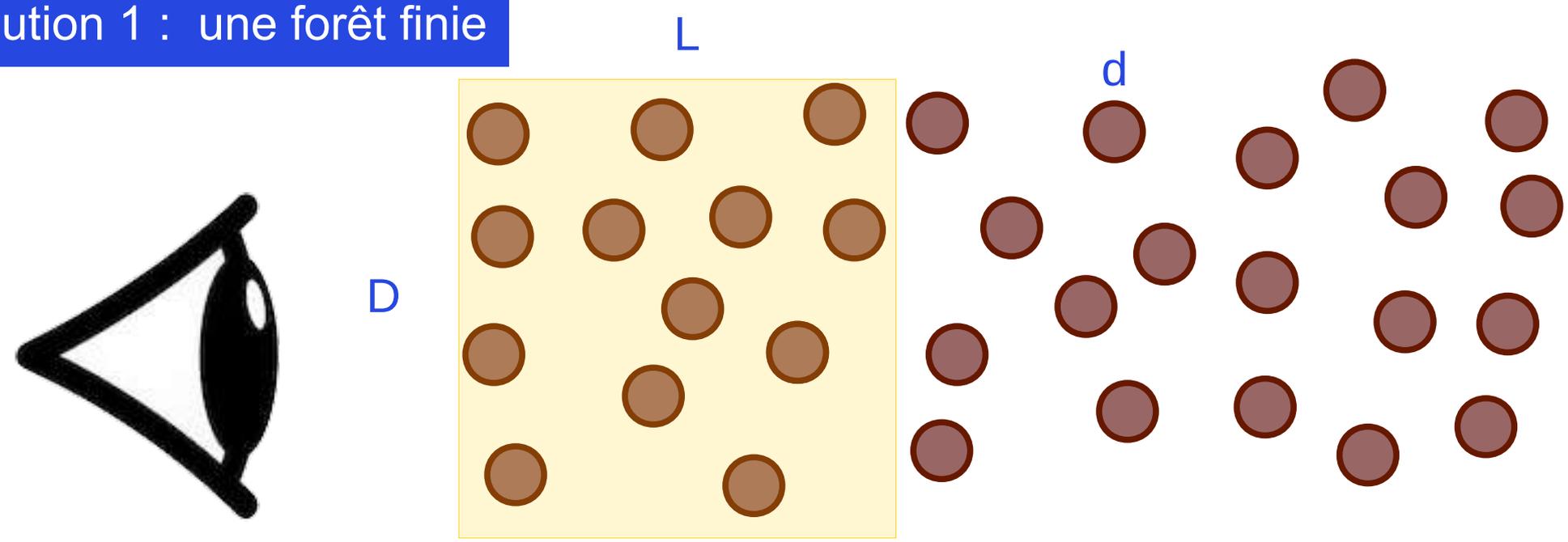
D



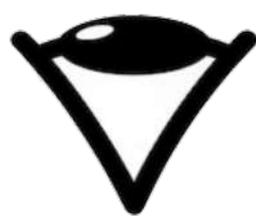
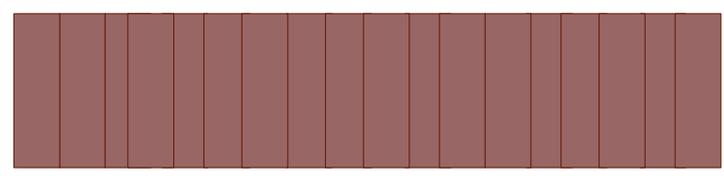
Distance entre arbres  $\sim a$   
Dans une aire  $S$  on peut en mettre  $S/a^2$   
→ par unité de surface  $1/a^2$

# 2- L'Univers comme une forêt

Solution 1 : une forêt finie



Si  $a = 10\text{m}$  → 100 arbres/ha  
Avec  $d = 0,25\text{m}$   
 $n = 1/a^2 = 0,01$   
 $n \times d = 0,0025$



- Visibilité  $L = 1/(n \times d) = 400\text{m}$
- Nombre d'arbres sur  $D = 10\text{m}$   
 $N = n \times D \times L = 40$  pour couvrir le champ de vue

# 2- L'Univers comme une forêt

## Solution 1 : une forêt finie

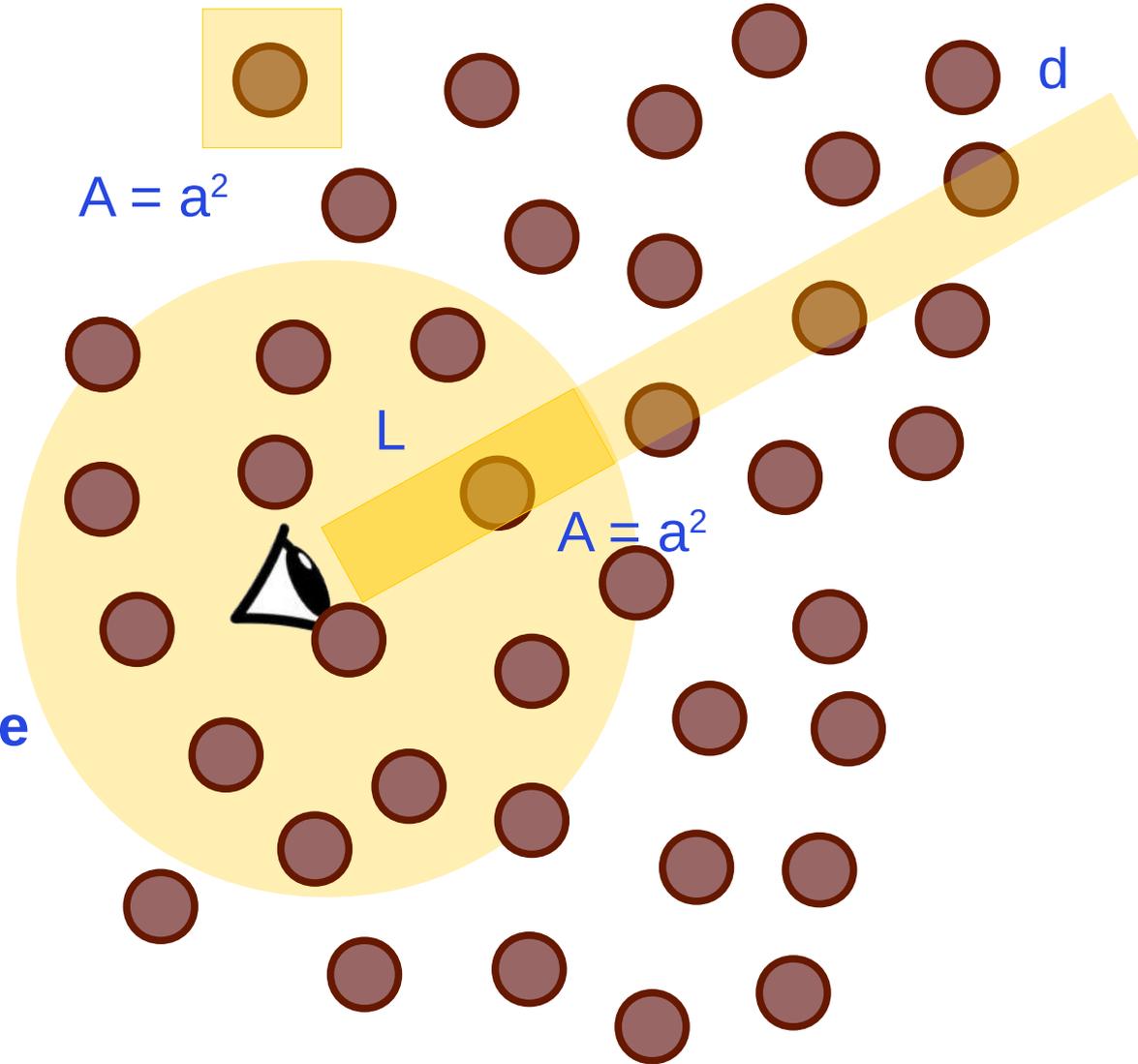
Au bout de  $L$ ,  
la vue a « buté » sur  
un tronc

$$L = A/d$$

Nombre d'arbres visibles

$$N = \pi L^2/A = \pi A^2/d^2/A$$

soit  $N = \pi A/d^2$  arbres  
pour couvrir tout le champ de vue



## 2- L'Univers comme une forêt

---



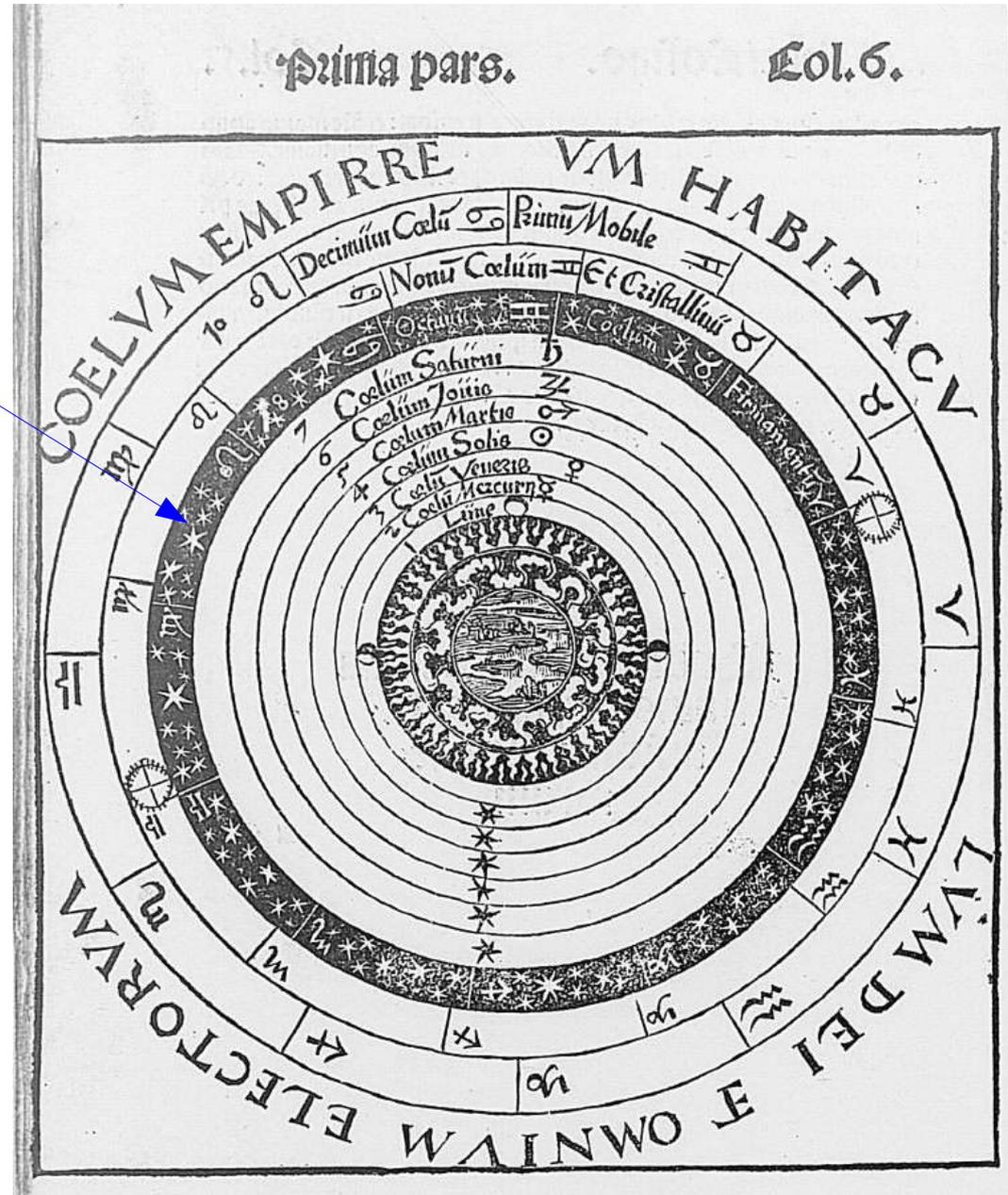
Solution 2 : une forêt embrumée  
Absorption de la lumière



## 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers » »

Sphère des fixes

Peter Apian,  
Cosmographia, 1524

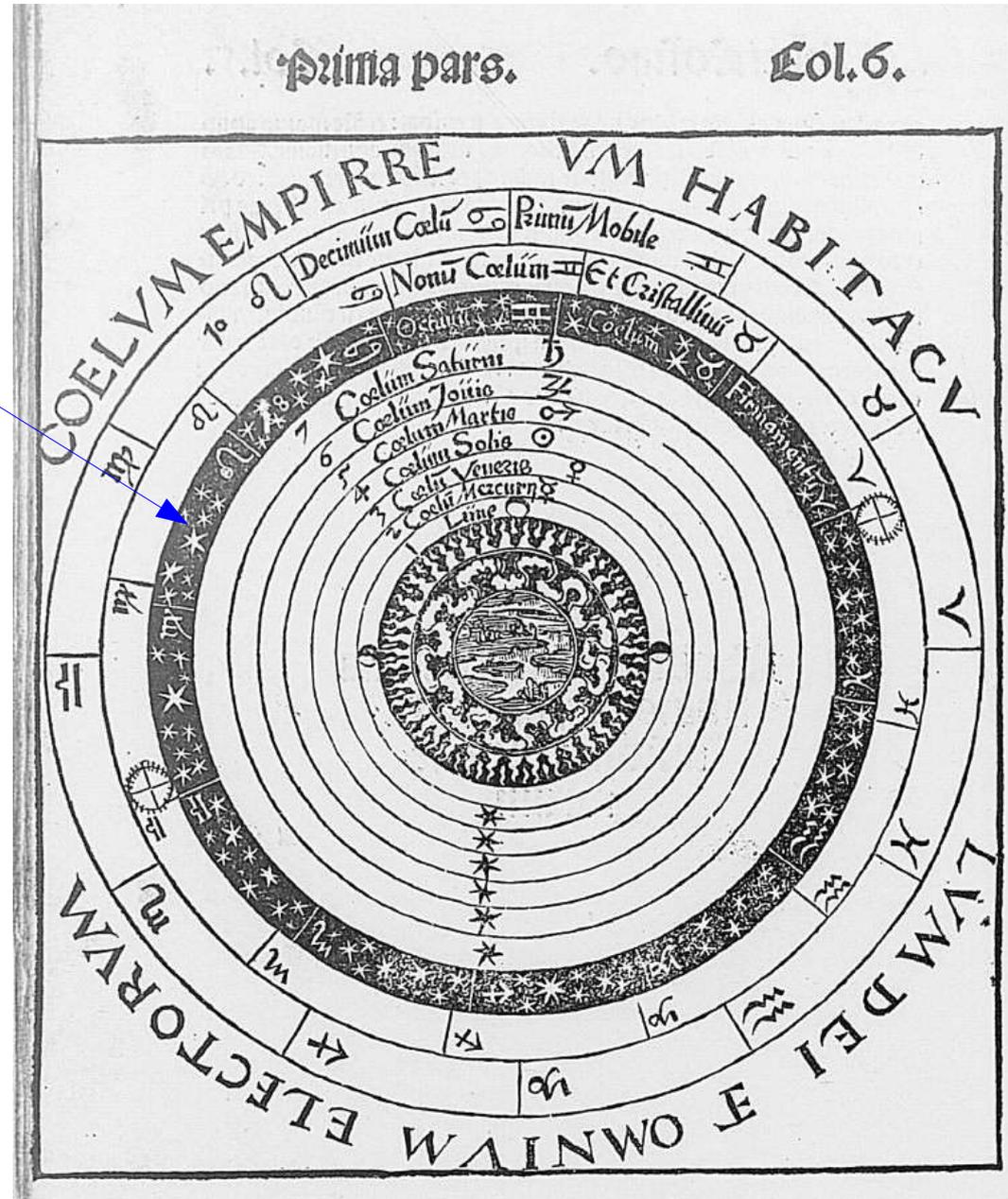


## 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers » »

Sphère des fixes  
à distance finie

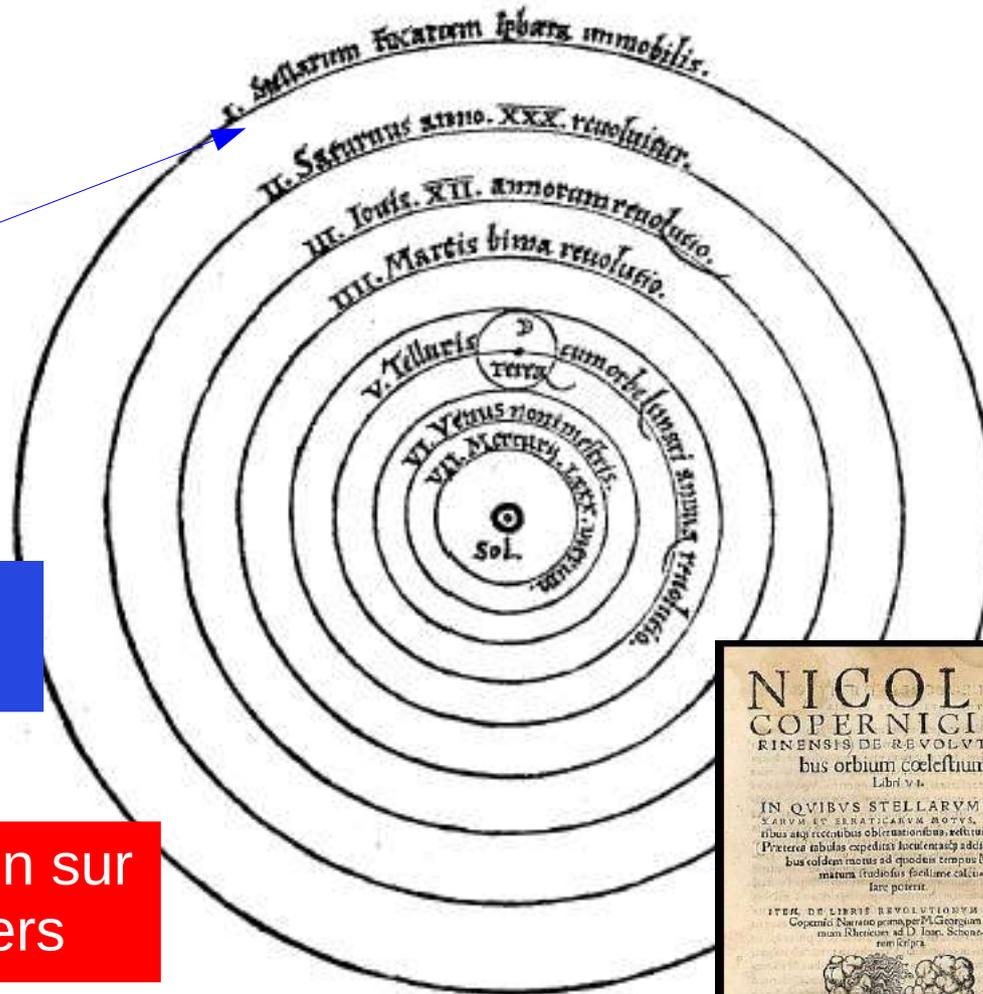
Peter Apian,  
Cosmographia, 1524

Pas de paradoxe



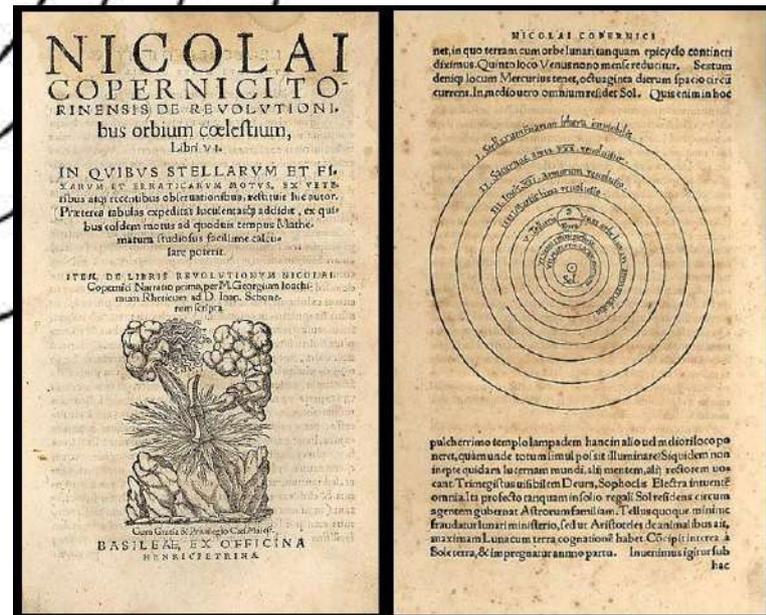
# 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers » »

Sphère des fixes



Copernic  
Cosmographia, 1524

Pas de discussion sur  
la taille de l'Univers



## 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers »



Giordano Bruno, 1583 – De l'infini, de l'Univers et des Mondes  
« C'est donc vers l'air que je déploie mes ailes confiantes.  
Ne craignant nul obstacle, ni de cristal, ni de verre,  
Je fends les cieux et m'érige à l'infini.

Et tandis que de ce globe je m'élève vers d'autres globes  
Et pénètre au-delà par le champ éthéré,  
Je laisse derrière moi ce que d'autres voient de loin. »



## 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers »



Giordano Bruno, 1583 – De l'infini, de l'Univers et des Mondes  
« C'est donc vers l'air que je déploie mes ailes confiantes.  
Ne craignant nul obstacle, ni de cristal, ni de verre,  
Je fends les cieux et m'érige à l'infini.

Et tandis que de ce globe je m'élève vers d'autres globes  
Et pénètre au-delà par le champ éthéré,  
Je laisse derrière moi ce que d'autres voient de loin. »

**Univers infini !**



## 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers »

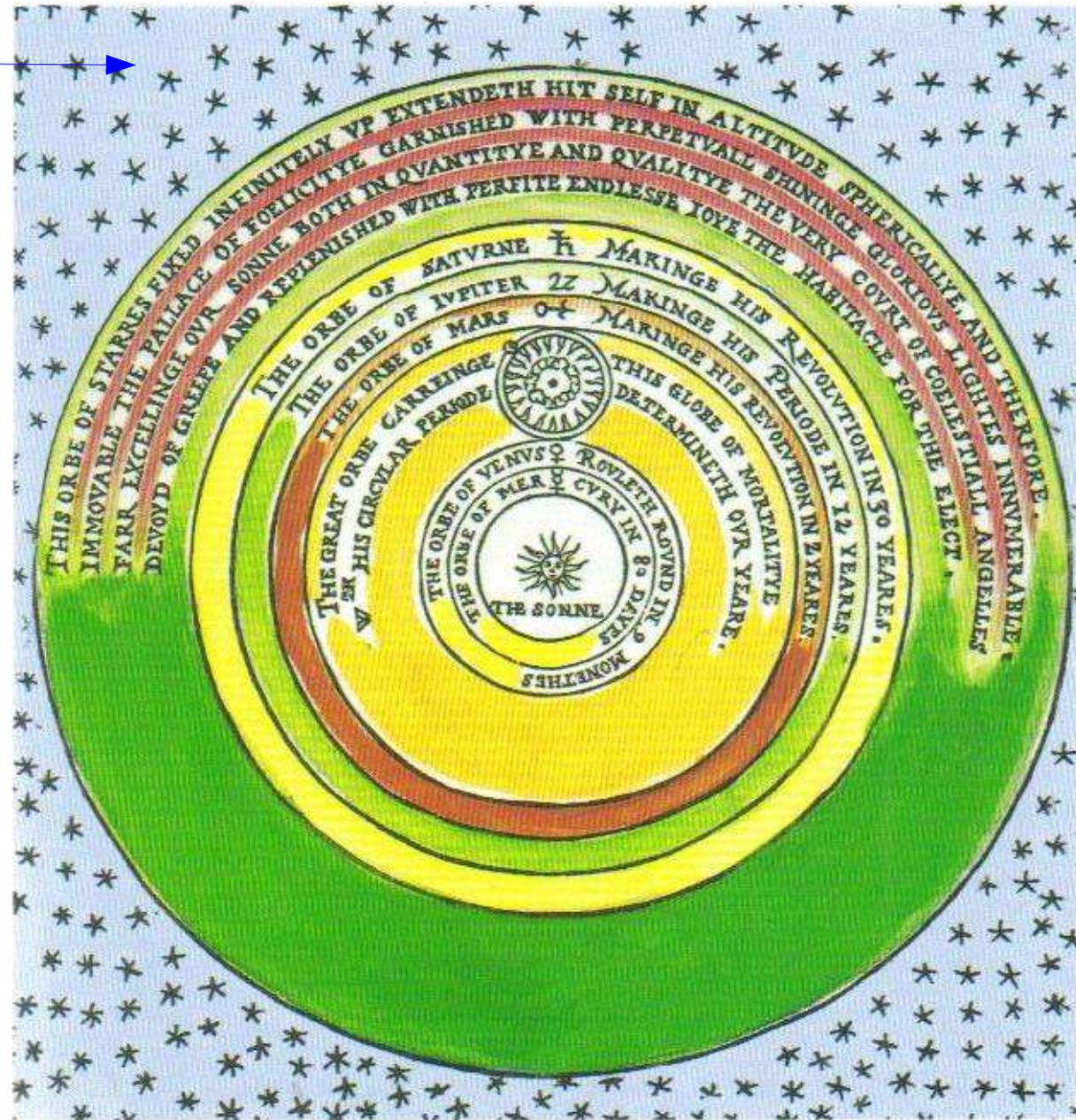
Espace stellaire infini

Thomas Digges, 1576

« Une parfaite description des orbes célestes »

Nous pouvons facilement apprécier la petitesse occupée dans l'architecture divine par notre monde élémentaire et corruptible, mais nous ne pourrons jamais assez admirer l'immensité du reste. Particulièrement cet orbe fixe paré des lumières innombrables et s'élevant **sans fin** dans l'altitude sphérique.

De ces lumières célestes, nous devons considérer que nous voyons seulement celles qui sont dans les régions inférieures de ce même orbe et que de celles plus élevées, nous paraissant alors moins brillantes et en moindre quantité, **la plus grande partie nous reste invisible en raison de leur merveilleuse distance.**



# 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers »

## S I D E R E V S N V N C I V S

MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA  
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens  
vnicuique, præsertim verò

*PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, que à*

## GALILEO GALILEO

PATRITIO FLORENTINO

Patavini Gymnasij Publico Mathematico

### PERSPICILLI

*Nuper à se reperi beneficio sunt observata in LVNÆ FACIE, FIXIS IN-*  
*NUMERIS, LACTEO CIRCVLO, STELLIS NEBVLOSIS,*

*Aprime verò in*

### QVATVOR PLANETIS

Circa IOVIS Stellam disparibus interuallis, atque periodis, celesti-  
tate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc vsque  
diem cognitos, nouissimè Author depre-  
hendit primus; atque

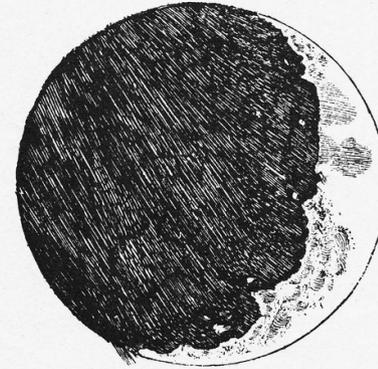
## MEDICEA SIDERA

NVNCVPANDOS DECREVIT.

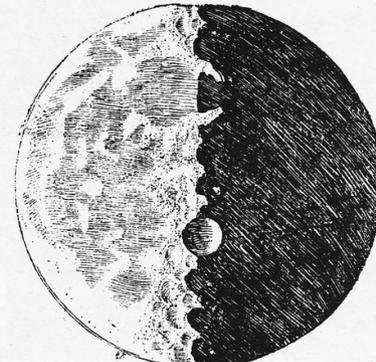
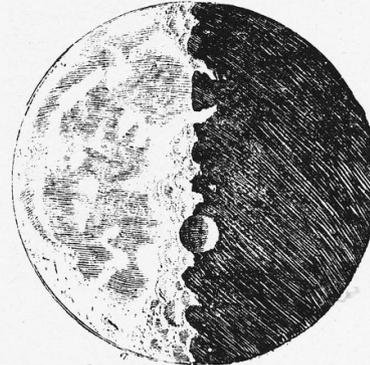
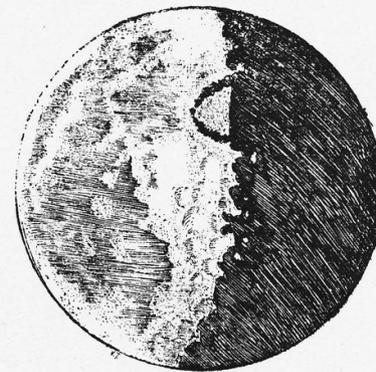
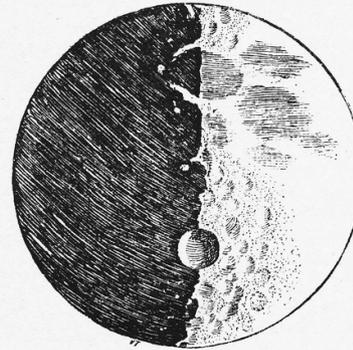


VENETIIS, Apud Thomam Baglionum. M DC X.

*Superiorum Permissu, & Privilegio.*



La Lune comme la  
Terre



Galileo Galilei, 1610  
« Le Messager des étoiles »



# 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers »

## S I D E R E V S N V N C I V S

MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA  
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens  
vnicuique, præsertim verò

PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, que à  
GALILEO GALILEO  
PATRITIO FLORENTINO

Patauini Gymnasij Publico Mathematico

PERSPICILLI

Nuper à se reperi beneficio sunt obseruata in LVNÆ FACIE, FIXIS IN-  
NUMERIS, LACTEO CIRCVLO, STELLIS NEBVLOSIS,

Apprime verò in

QVATVOR PLANETIS

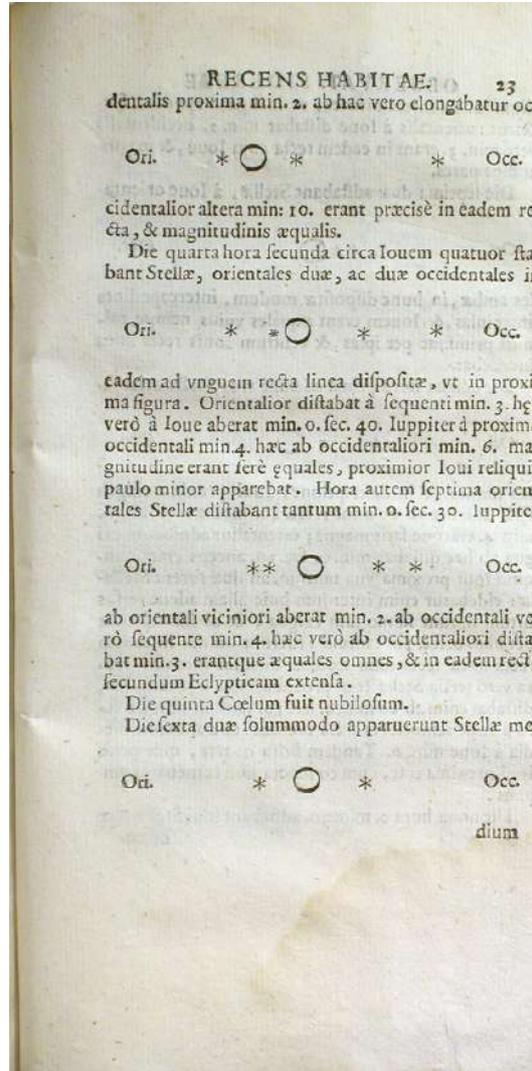
Circa IOVIS Stellam disparibus intervallis, atque periodis, celesti-  
tate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc vsque  
diem cognitos, nouissimè Author depre-  
hendit primus; atque

MEDICEA SIDERA  
NVNCVPANDOS DECREVIT.



VENETIIS, Apud Thomam Baglionum. M DC X.

Superiorum Permissu, & Privilegio.

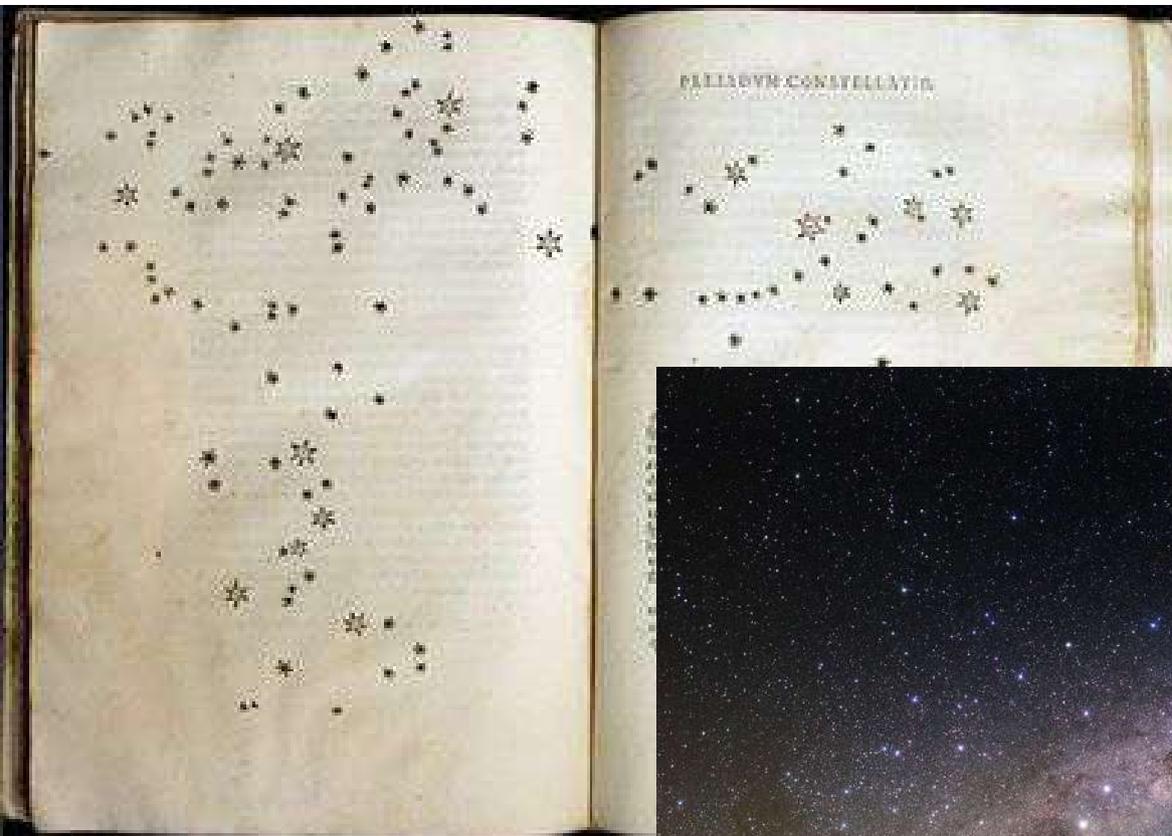


Un Univers « poly-  
centré »



Galileo Galilei, 1610  
« Le Messenger des étoiles »

## 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers »

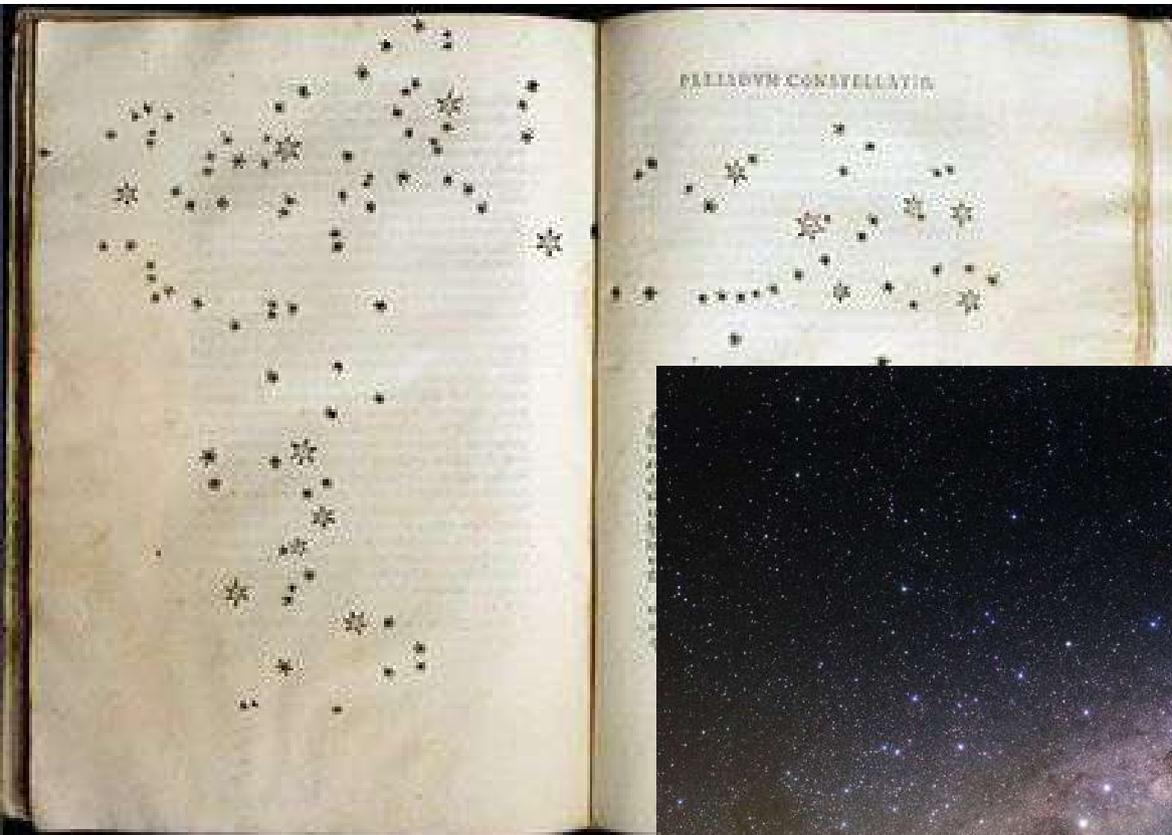


Galileo Galilei, 1610  
« Le Messager des étoiles »

Nombre d'étoiles  
multiplié d'un coup  
par 100 ou 1000



## 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers »



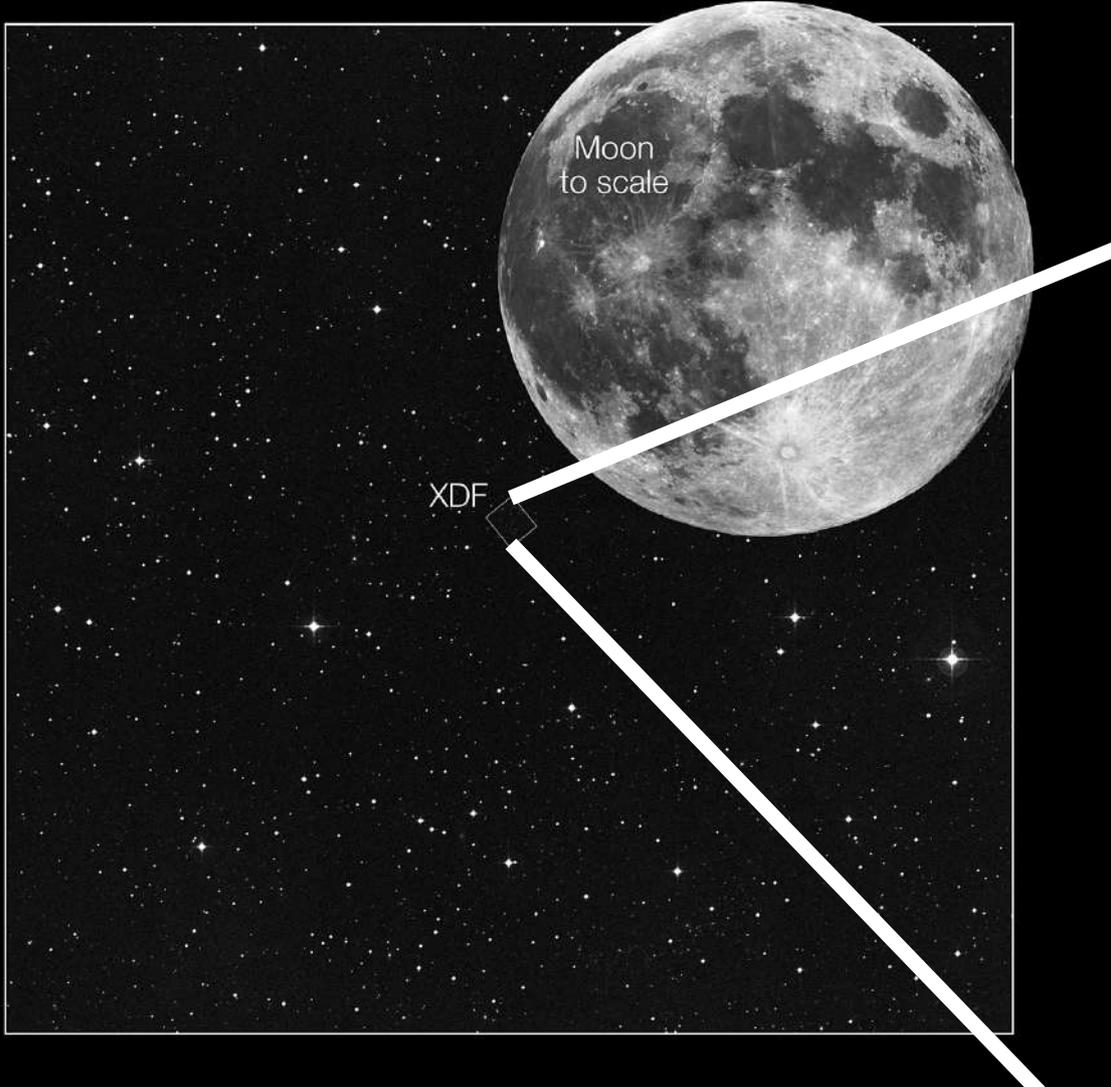
Galileo Galilei, 1610  
« Le Messager des étoiles »

Nombre d'étoiles  
multiplié d'un coup  
par 100 ou 1000

Un fond diffus...

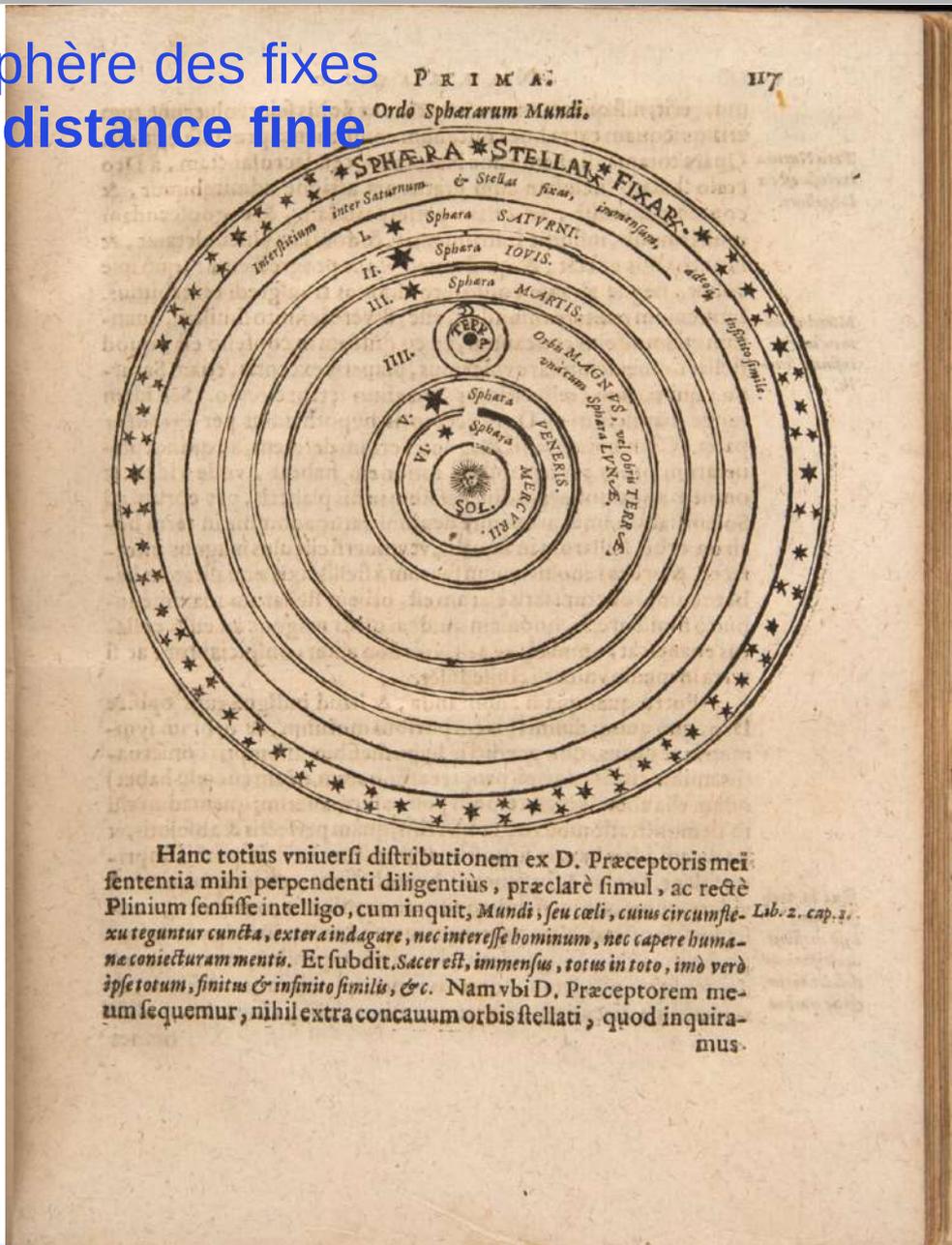
## 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers »

Size of Hubble eXtreme Deep Field on the Sky



## 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers » »

Sphère des fixes  
à distance finie



Johannes Kepler, 1596

Etoiles fixes = frontières du Cosmos

Si leur nombre est infini, elles devraient couvrir le ciel...

→ pas assez d'étoiles ?

« Si cela est vrai et s'il existe d'autres soleils de même nature que le nôtre, comme se fait-il qu'à eux tous, il s ne dépassent pas notre Soleil en éclat ? Comment se fait-il qu'ensemble ils éclairent si faiblement ?

(...) Mais plus elles seront nombreuses et serrées, plus cela renforce mon argument à l'encontre d'un Univers infini. »

## 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers »

Johannes Kepler, 1596

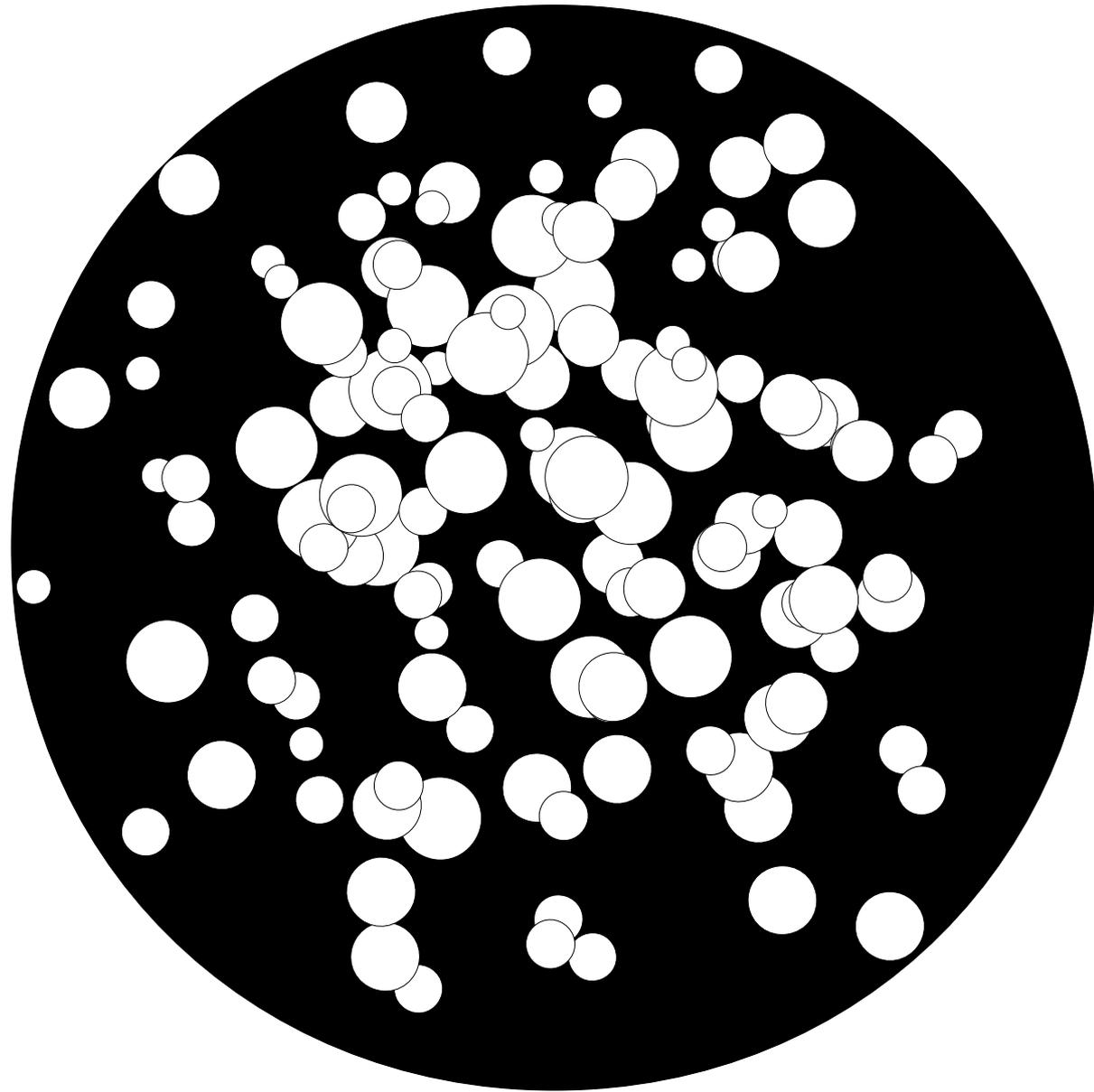
Etoiles fixes = frontières du Cosmos

Si leur nombre est infini, elles devraient couvrir le ciel...

→ pas assez d'étoiles ?

« Si cela est vrai et s'il existe d'autres soleils de même nature que le nôtre, comme se fait-il qu'à eux tous, ils ne dépassent pas notre Soleil en éclat ? Comment se fait-il qu'ensemble ils éclairent si faiblement ?

(...) Mais plus elles seront nombreuses et serrées, plus cela renforce mon argument à l'encontre d'un Univers infini. »



## 2- L'histoire du « paradoxe d'Olbers »

Johannes Kepler, 1596

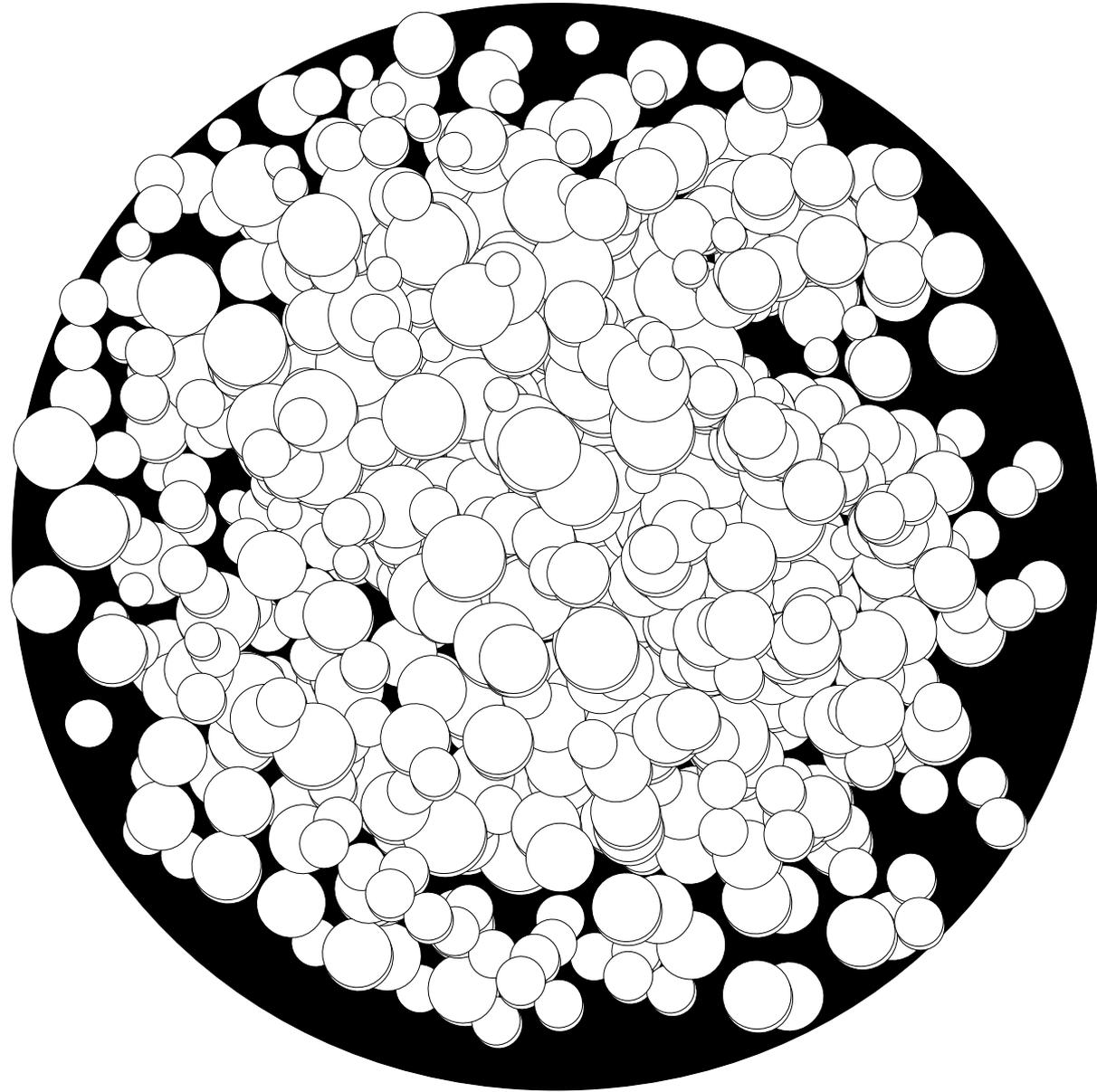
Etoiles fixes = frontières du Cosmos

Si leur nombre est infini, elles devraient couvrir le ciel...

→ pas assez d'étoiles ?

« Si cela est vrai et s'il existe d'autres soleils de même nature que le nôtre, comme se fait-il qu'à eux tous, ils ne dépassent pas notre Soleil en éclat ? Comment se fait-il qu'ensemble ils éclairent si faiblement ?

(...) Mais plus elles seront nombreuses et serrées, plus cela renforce mon argument **à l'encontre d'un Univers infini.** »

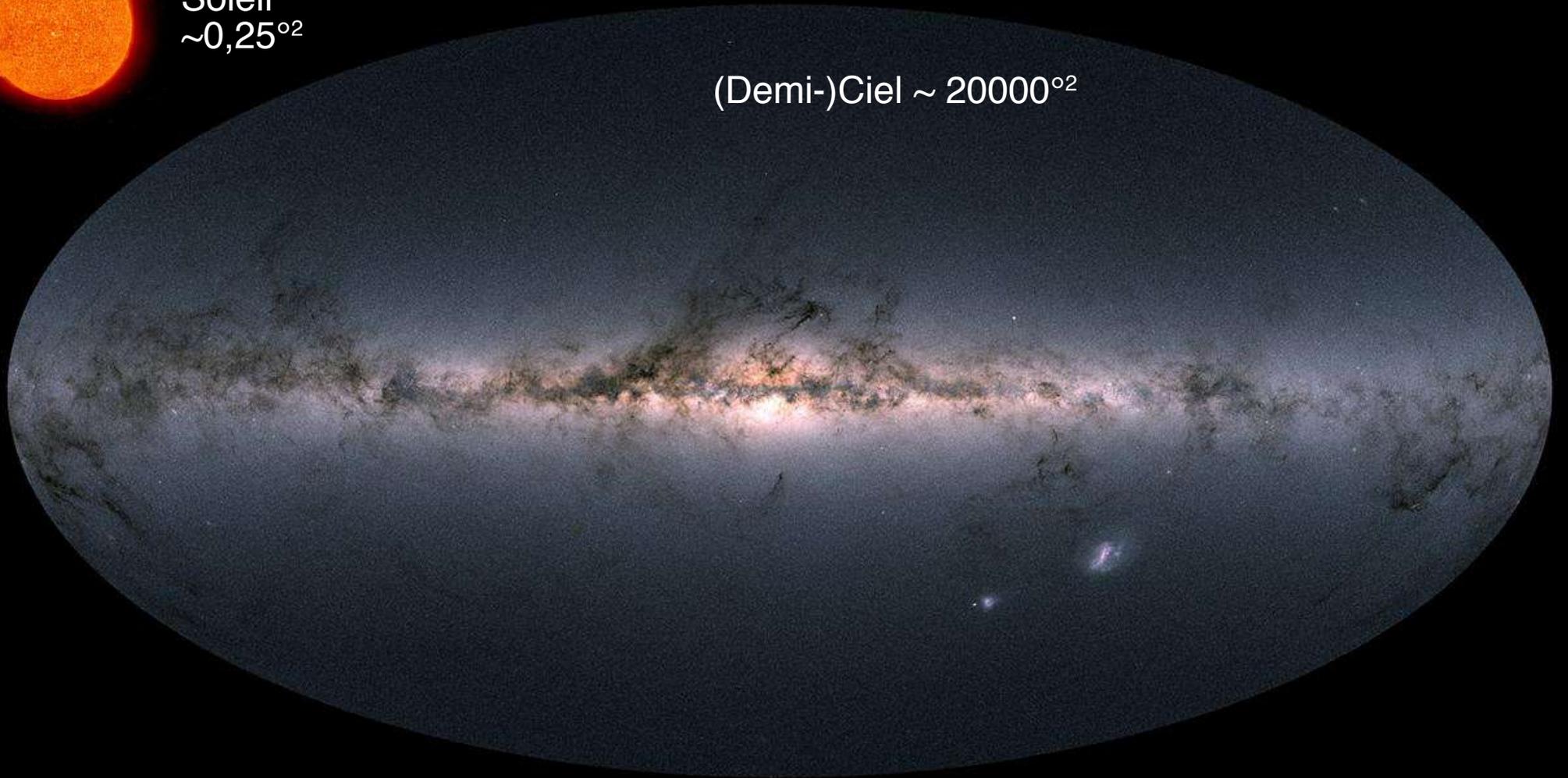


## 2- Débuts de réflexions sur le Paradoxe



Soleil  
 $\sim 0,25^{\circ 2}$

(Demi-)Ciel  $\sim 20000^{\circ 2}$



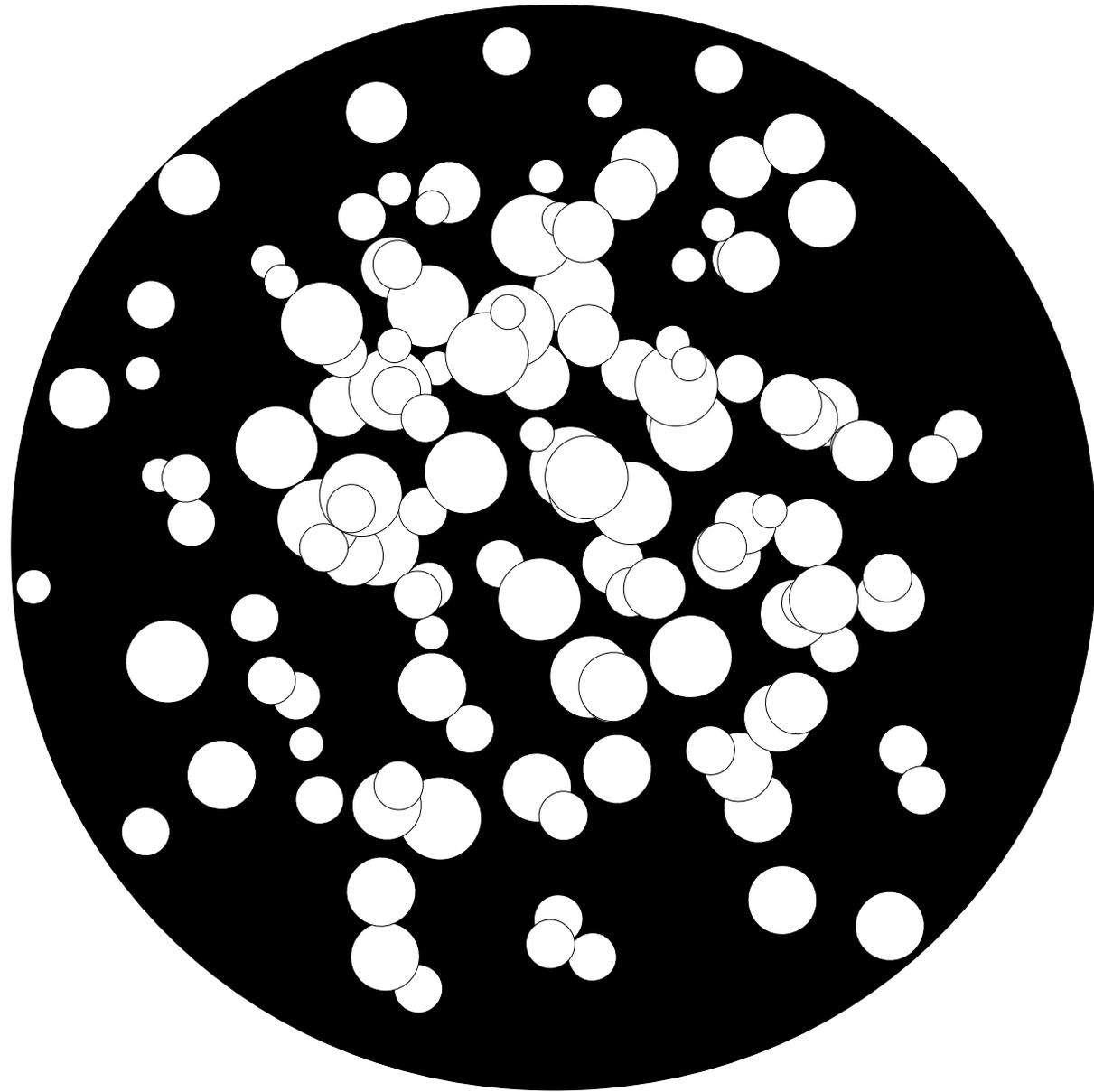
Le ciel devrait être brillé comme 100 000 soleils !



## 2- Débuts de réflexions sur le Paradoxe

Edmund Halley, 1721

« **Si le système entier est fini**, il doit être environné de tous côtés par le vide. Mais ce vide n'ayant point d'action sur les corps qui composent le système, ces corps exercent toute leur force sur eux-mêmes, sans équilibre et sans compensation. **Ceux qui sont aux extrémités, ceux qui nagent vers les bords du vide, sont attirés fortement et continuellement par ceux qui vont vers le centre ; ils tendent sans cesse à s'y réunir :** et ces effets constants et multipliés par les siècles assembleraient un jour tous ces soleils au centre du système, pour n'en former qu'une grande masse sans mouvement. En supposant que le nombre des étoiles est infini, que le système est sans borne, toutes les forces se balancent... »

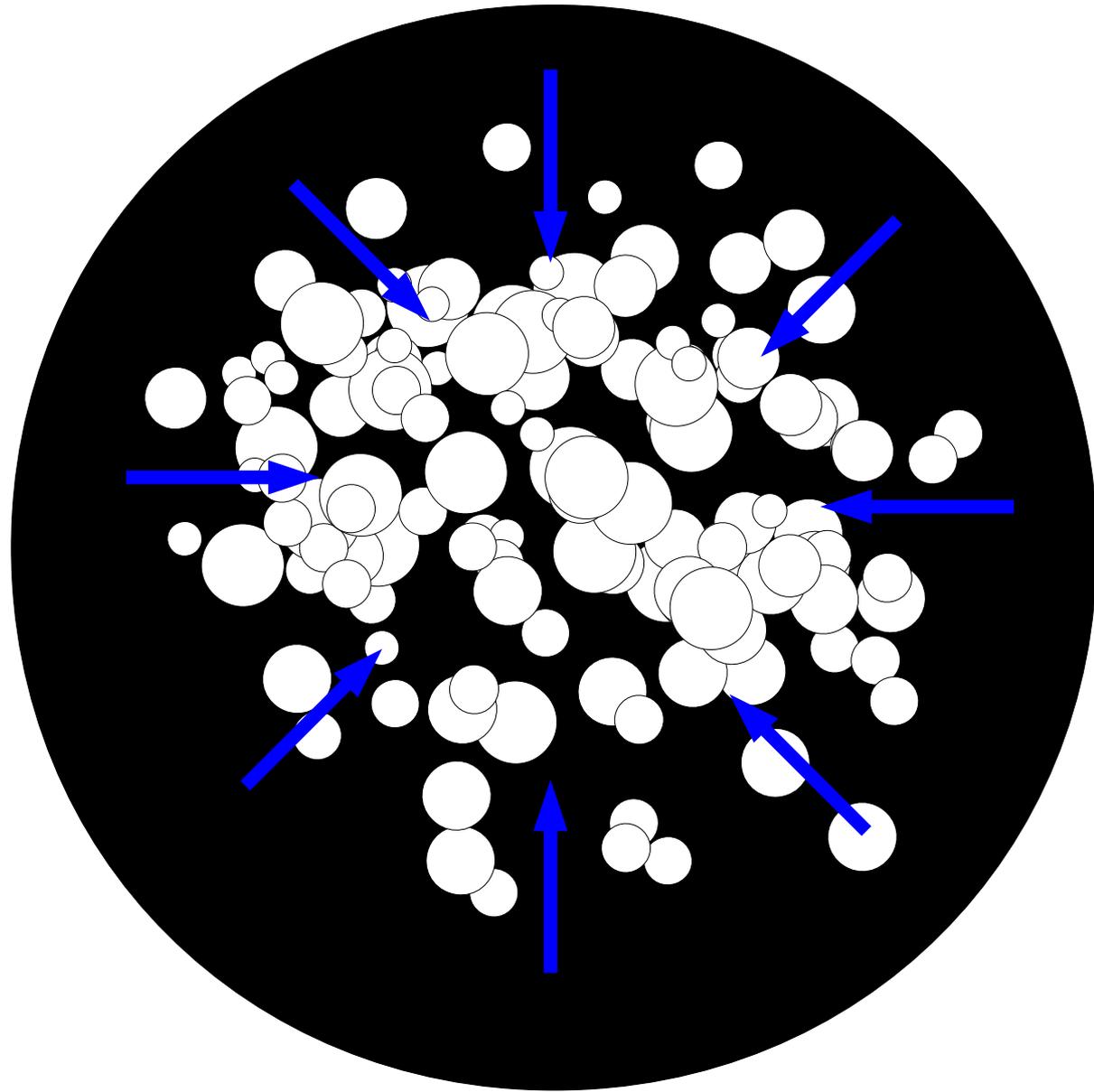


## 2- Débuts de réflexions sur le Paradoxe

Edmund Halley, 1721

« Si le système entier est fini, il doit être environné de tous côtés par le vide. Mais ce vide n'ayant point d'action sur les corps qui composent le système, ces corps exercent toute leur force sur eux-mêmes, sans équilibre et sans compensation. **Ceux qui sont aux extrémités, ceux qui nagent vers les bords du vide, sont attirés fortement et continuellement par ceux qui vont vers le centre ; ils tendent sans cesse à s'y réunir : et ces effets constants et multipliés par les siècles assembleraient un jour tous ces soleils au centre du système, pour n'en former qu'une grande masse sans mouvement.**

En supposant que le nombre des étoiles est infini, que le système est sans borne, toutes les forces se balancent... »

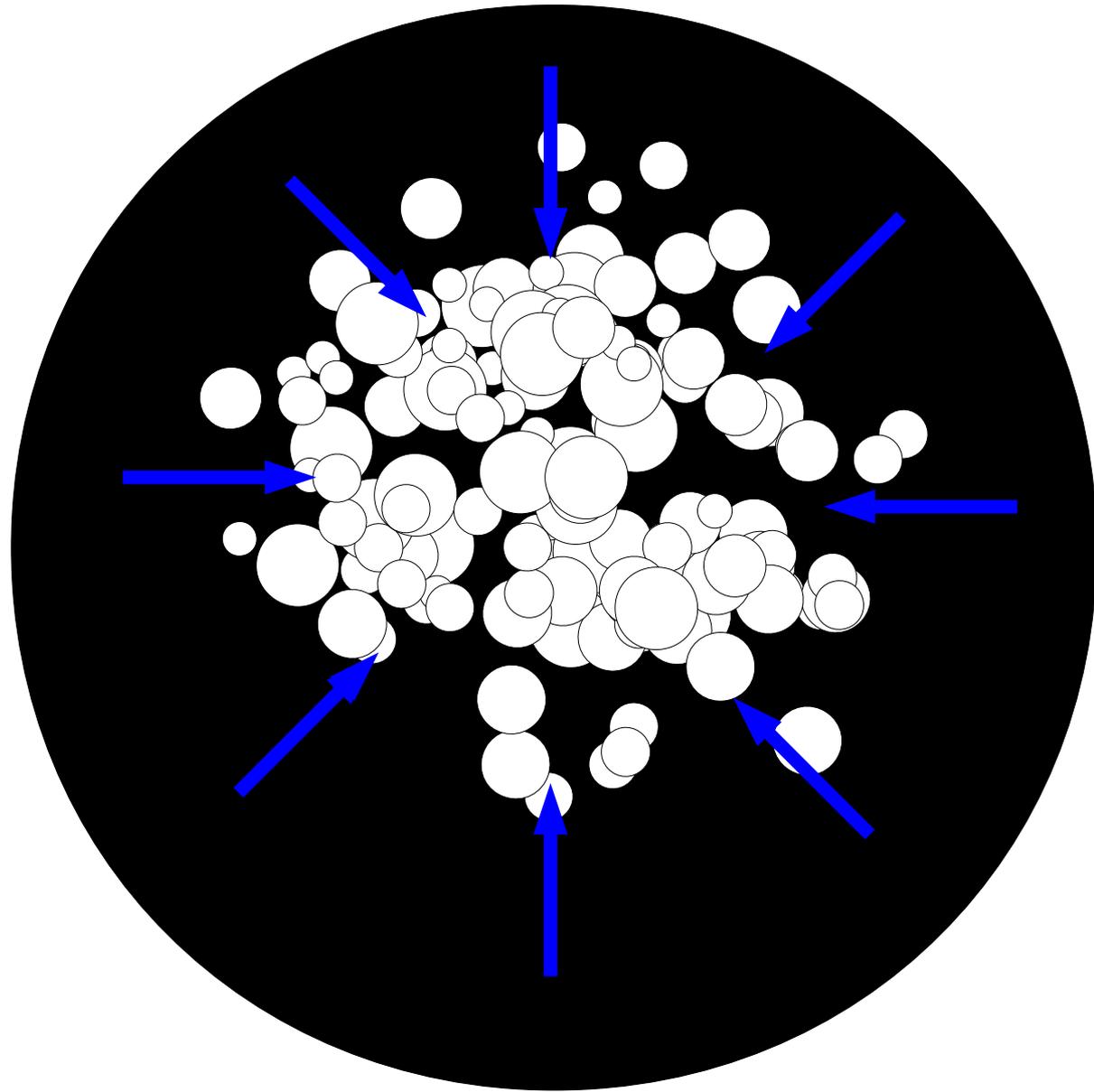


## 2- Débuts de réflexions sur le Paradoxe

Edmund Halley, 1721

« Si le système entier est fini, il doit être environné de tous côtés par le vide. Mais ce vide n'ayant point d'action sur les corps qui composent le système, ces corps exercent toute leur force sur eux-mêmes, sans équilibre et sans compensation. **Ceux qui sont aux extrémités, ceux qui nagent vers les bords du vide, sont attirés fortement et continuellement par ceux qui vont vers le centre ; ils tendent sans cesse à s'y réunir : et ces effets constants et multipliés par les siècles assembleraient un jour tous ces soleils au centre du système, pour n'en former qu'une grande masse sans mouvement.**

En supposant que le nombre des étoiles est infini, que le système est sans borne, toutes les forces se balancent... »

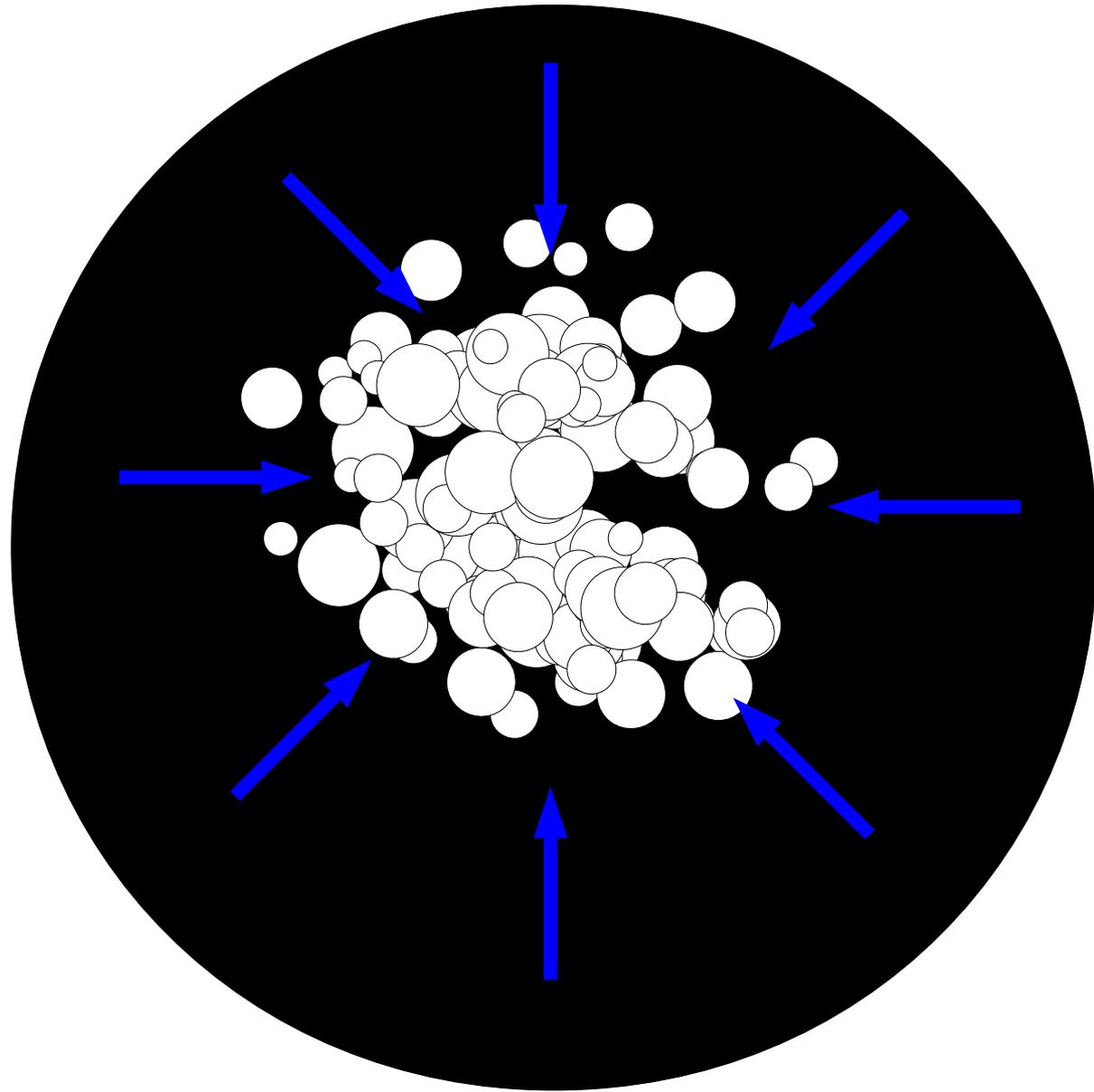


## 2- Débuts de réflexions sur le Paradoxe

Edmund Halley, 1721

« Si le système entier est fini, il doit être environné de tous côtés par le vide. Mais ce vide n'ayant point d'action sur les corps qui composent le système, ces corps exercent toute leur force sur eux-mêmes, sans équilibre et sans compensation. **Ceux qui sont aux extrémités, ceux qui nagent vers les bords du vide, sont attirés fortement et continuellement par ceux qui vont vers le centre ; ils tendent sans cesse à s'y réunir : et ces effets constants et multipliés par les siècles assembleraient un jour tous ces soleils au centre du système, pour n'en former qu'une grande masse sans mouvement.**

En supposant que le nombre des étoiles est infini, que le système est sans borne, toutes les forces se balancent... »

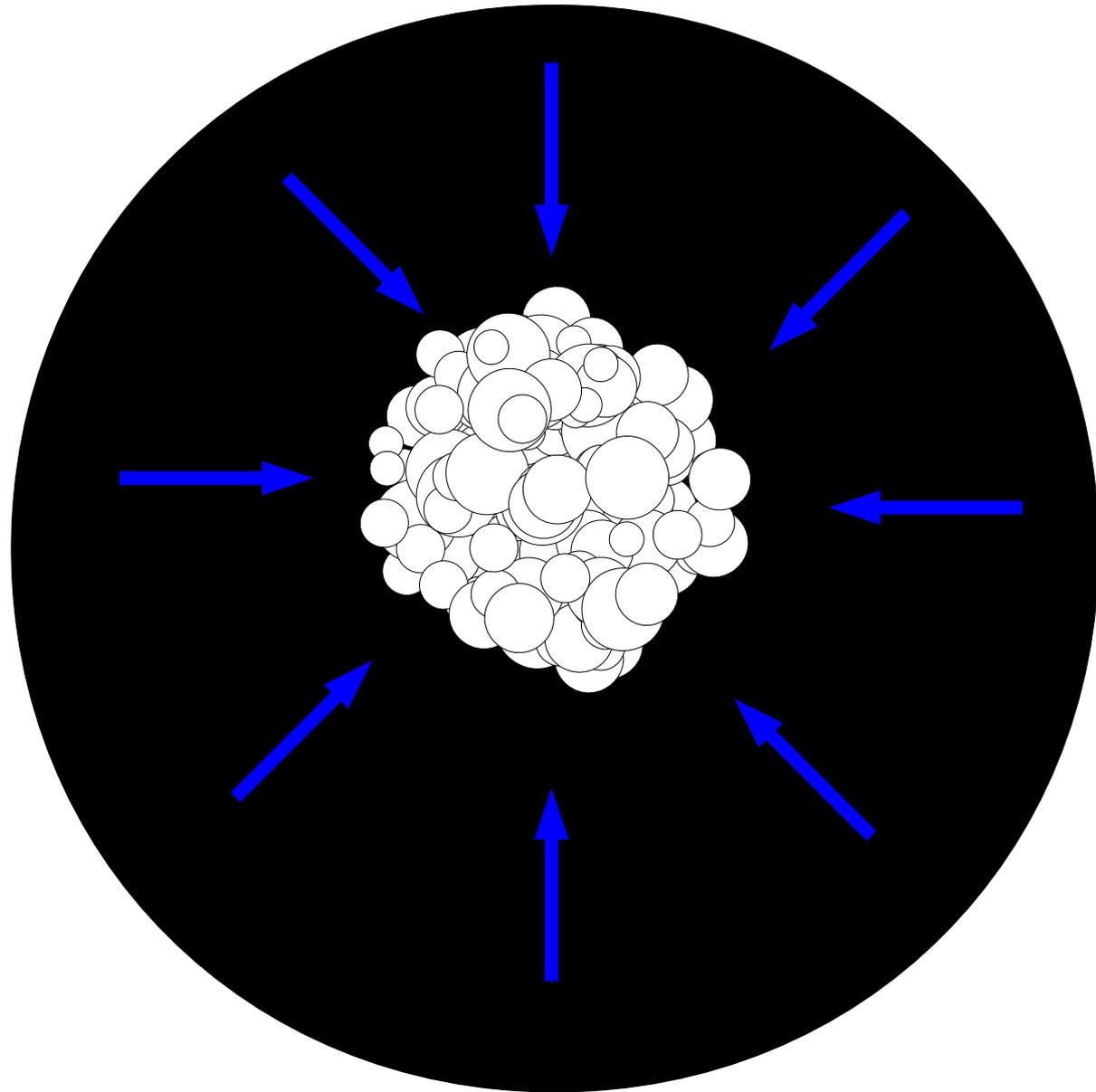


## 2- Débuts de réflexions sur le Paradoxe

Edmund Halley, 1721

« Si le système entier est fini, il doit être environné de tous côtés par le vide. Mais ce vide n'ayant point d'action sur les corps qui composent le système, ces corps exercent toute leur force sur eux-mêmes, sans équilibre et sans compensation. **Ceux qui sont aux extrémités, ceux qui nagent vers les bords du vide, sont attirés fortement et continuellement par ceux qui vont vers le centre ; ils tendent sans cesse à s'y réunir : et ces effets constants et multipliés par les siècles assembleraient un jour tous ces soleils au centre du système, pour n'en former qu'une grande masse sans mouvement.**

En supposant que le nombre des étoiles est infini, que le système est sans borne, toutes les forces se balancent... »

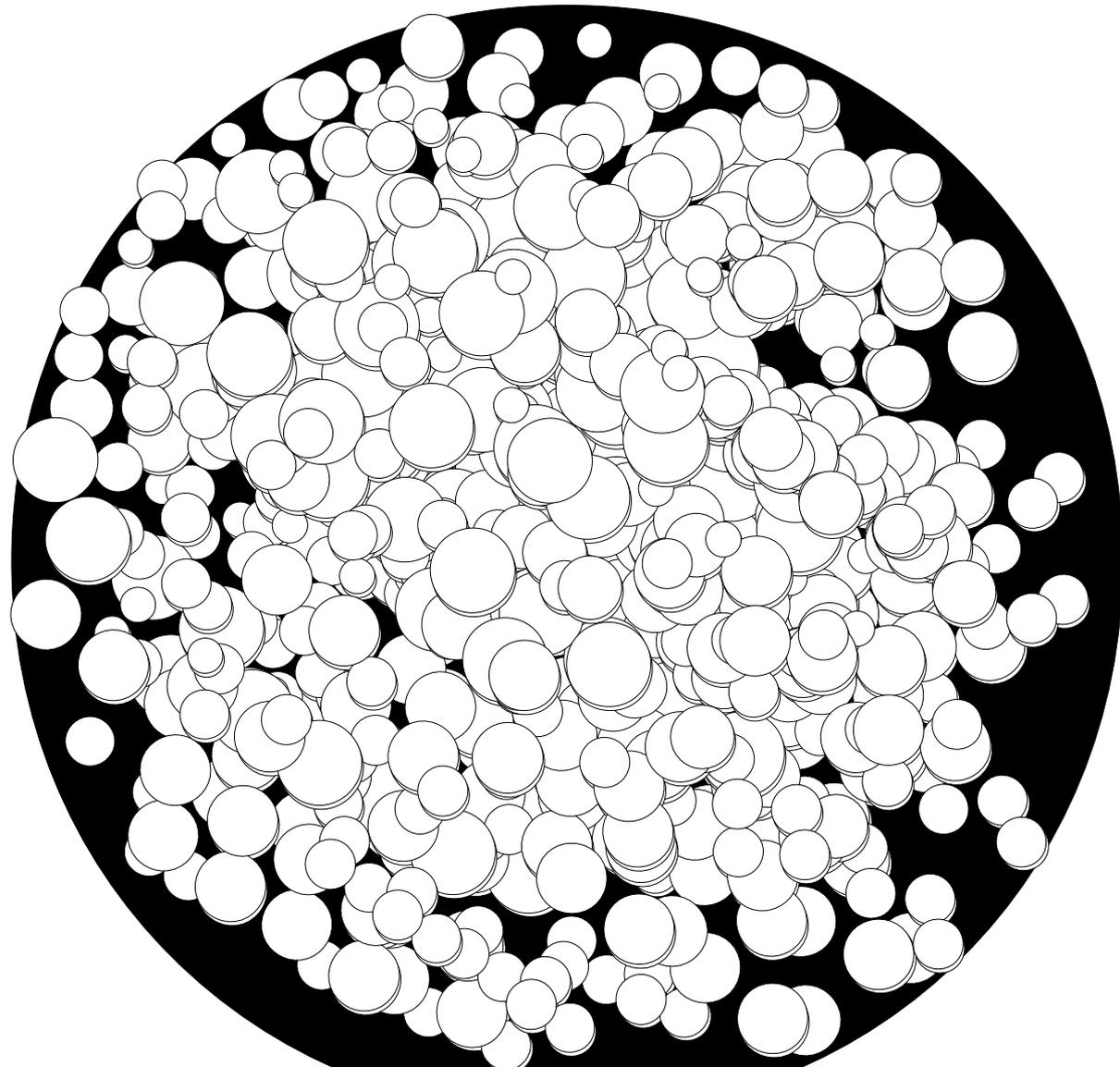


## 2- Débuts de réflexions sur le Paradoxe

Edmund Halley, 1721

« Si le système entier est fini, il doit être environné de tous côtés par le vide. Mais ce vide n'ayant point d'action sur les corps qui composent le système, ces corps exercent toute leur force sur eux-mêmes, sans équilibre et sans compensation. Ceux qui sont aux extrémités, ceux qui nagent vers les bords du vide, sont attirés fortement et continuellement par ceux qui vont vers le centre ; ils tendent sans cesse à s'y réunir : et ces effets constants et multipliés par les siècles assembleraient un jour tous ces soleils au centre du système, pour n'en former qu'une grande masse sans mouvement.

**En supposant que le nombre des étoiles est infini, que le système est sans borne, toutes les forces se balancent... »**



Univers infini → le paradoxe subsiste...



# 2- Les premiers calculs

Jean-Philippe Loys de Cheseaux 1744

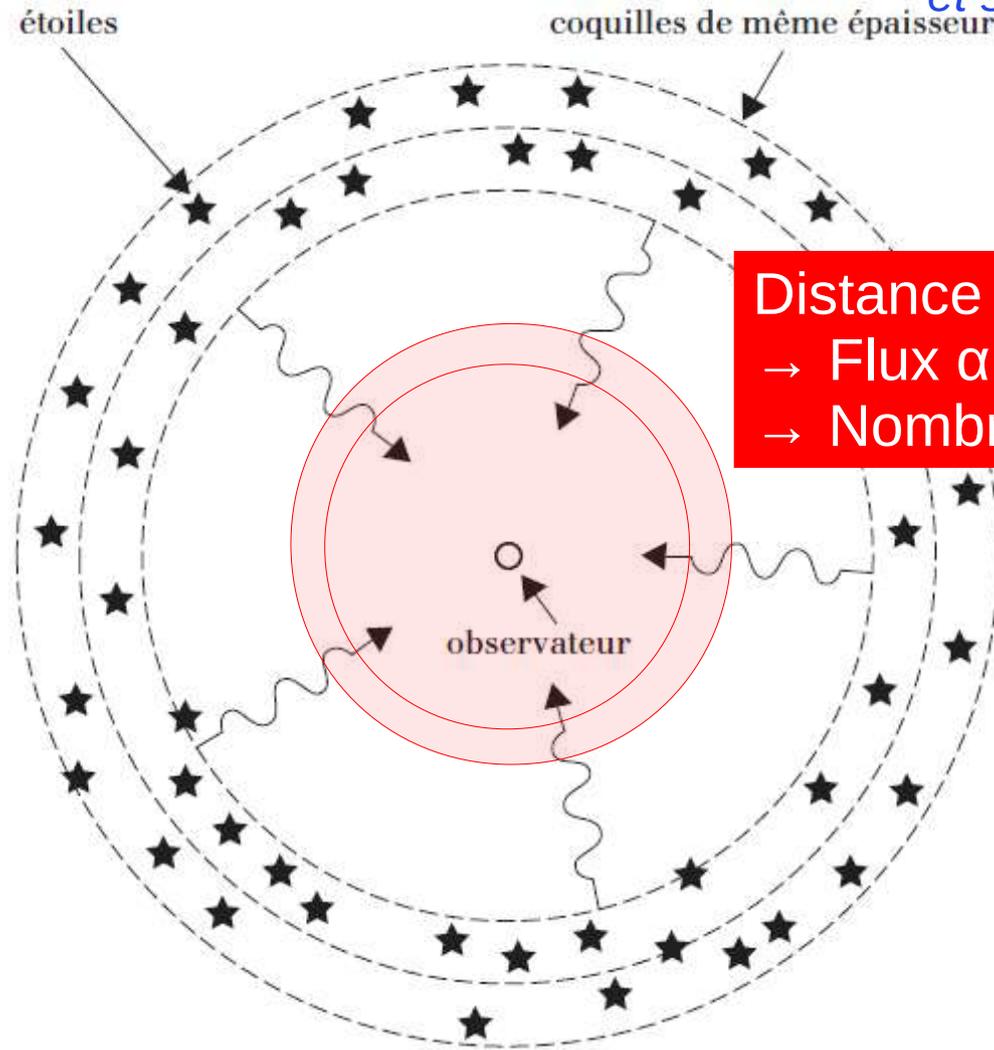


Le premier qui s'y attaque scientifiquement

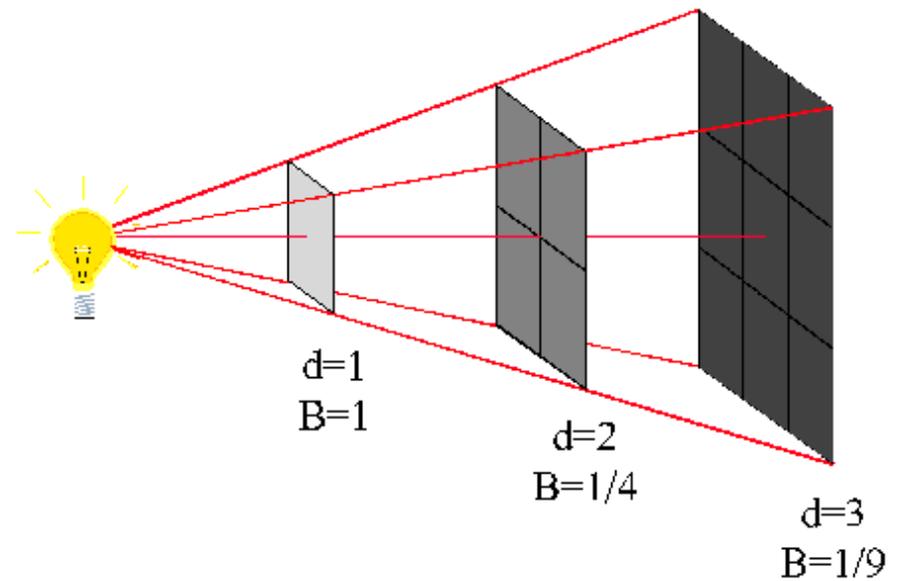
# 2- Les premiers calculs

Jean-Philippe Loys de Cheseaux 1744

*Sur la force de la lumière,  
sa propagation dans l'éther,  
et sur la distance des étoiles  
fixes*



Distance  $d$   
→ Flux  $\propto 1/d^2$   
→ Nombre  $\propto d^2$

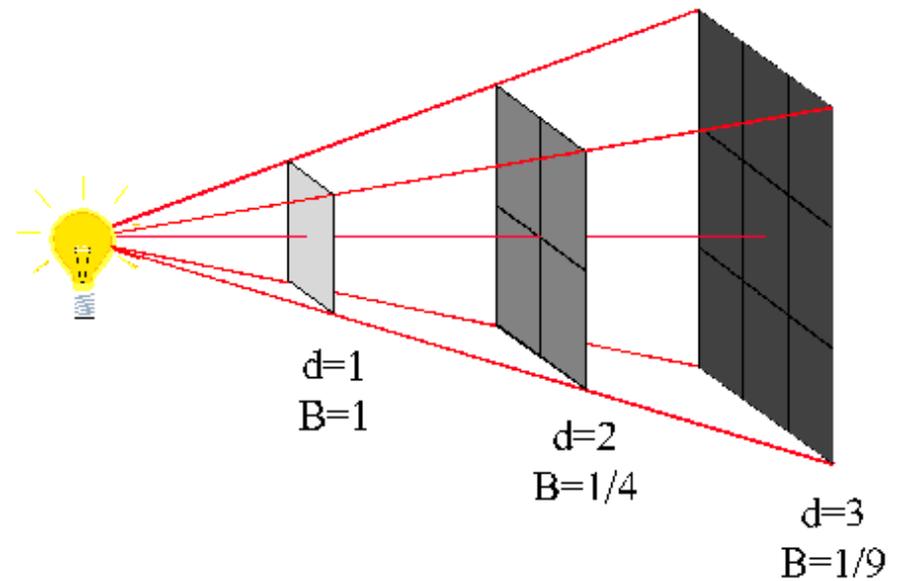
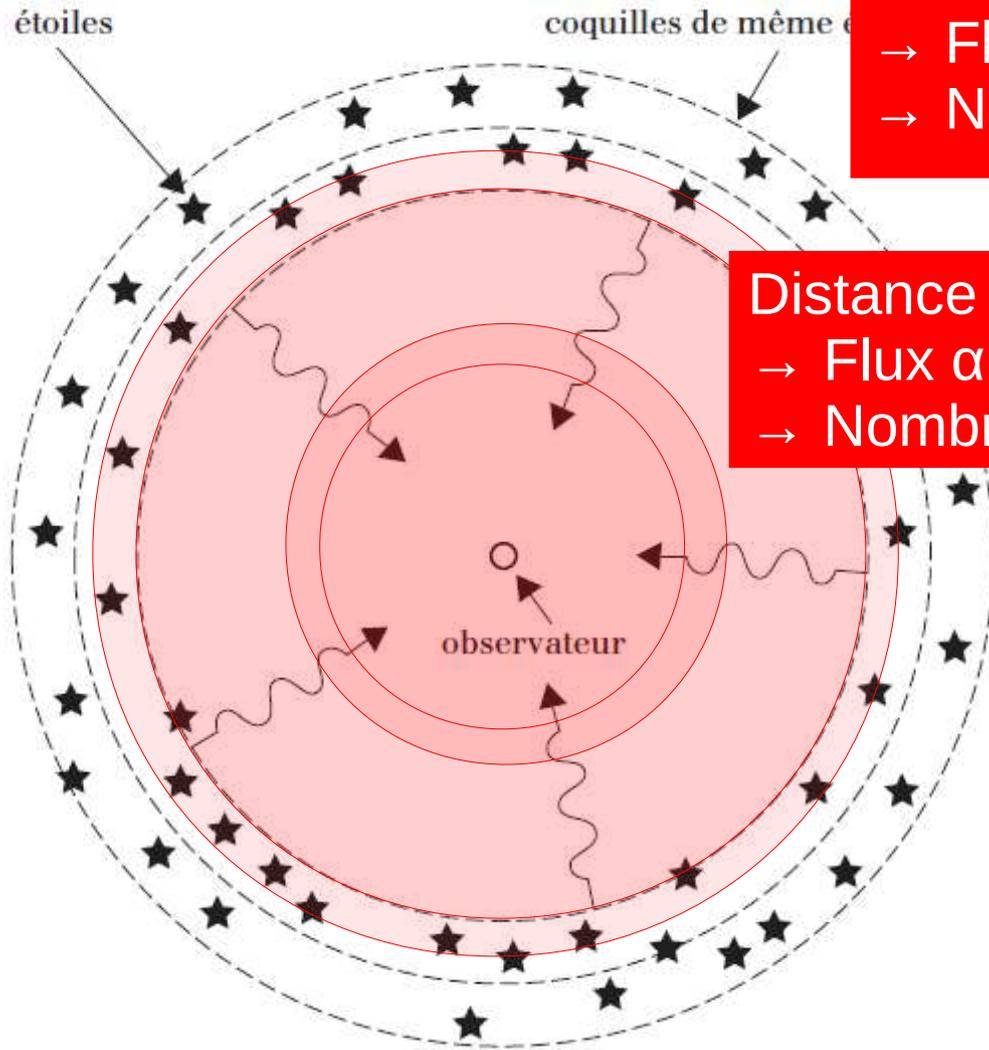


# 2- Les premiers calculs

Jean-Philippe Loys de Cheseaux 1744

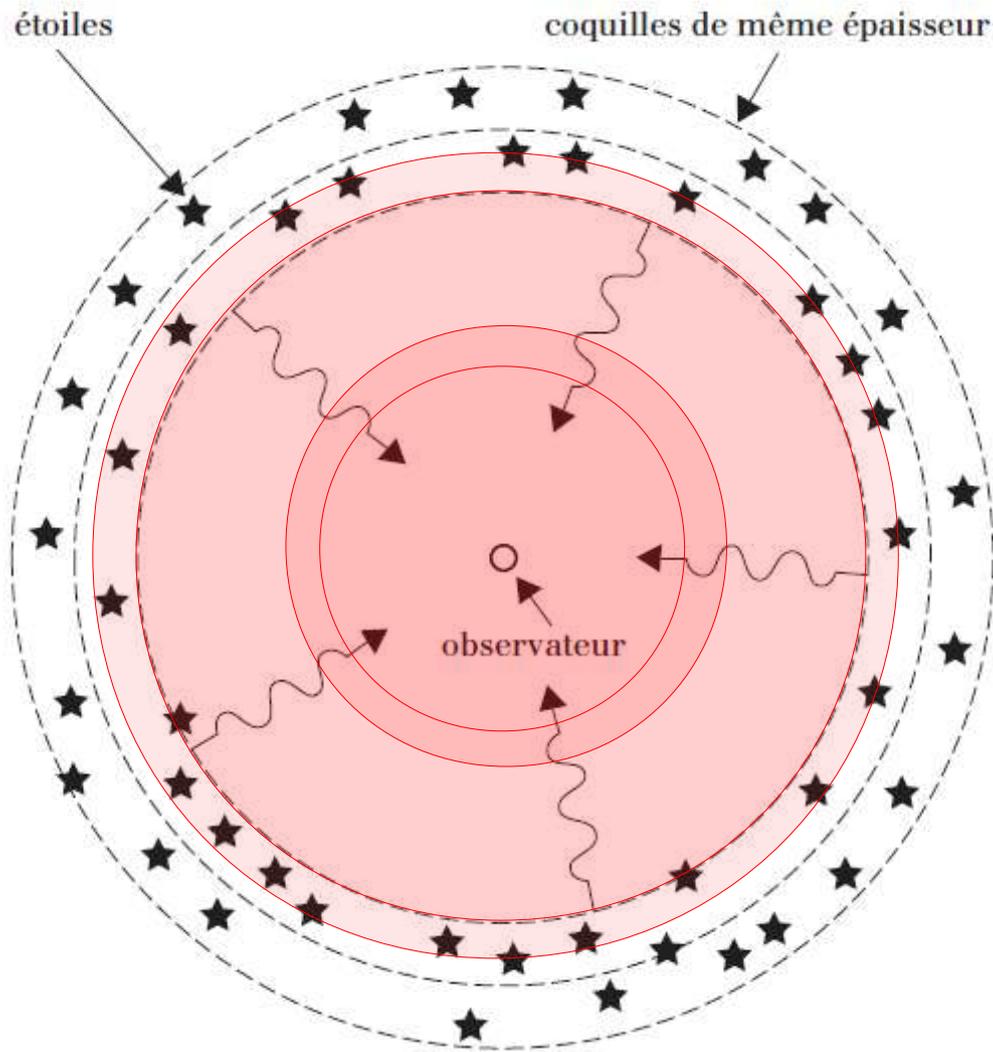
Distance  $2d$   
→ Flux  $\propto 1/4d^2$   
→ Nombre  $\propto 4d^2$

Distance  $d$   
→ Flux  $\propto 1/d^2$   
→ Nombre  $\propto d^2$



# 2- Les premiers calculs

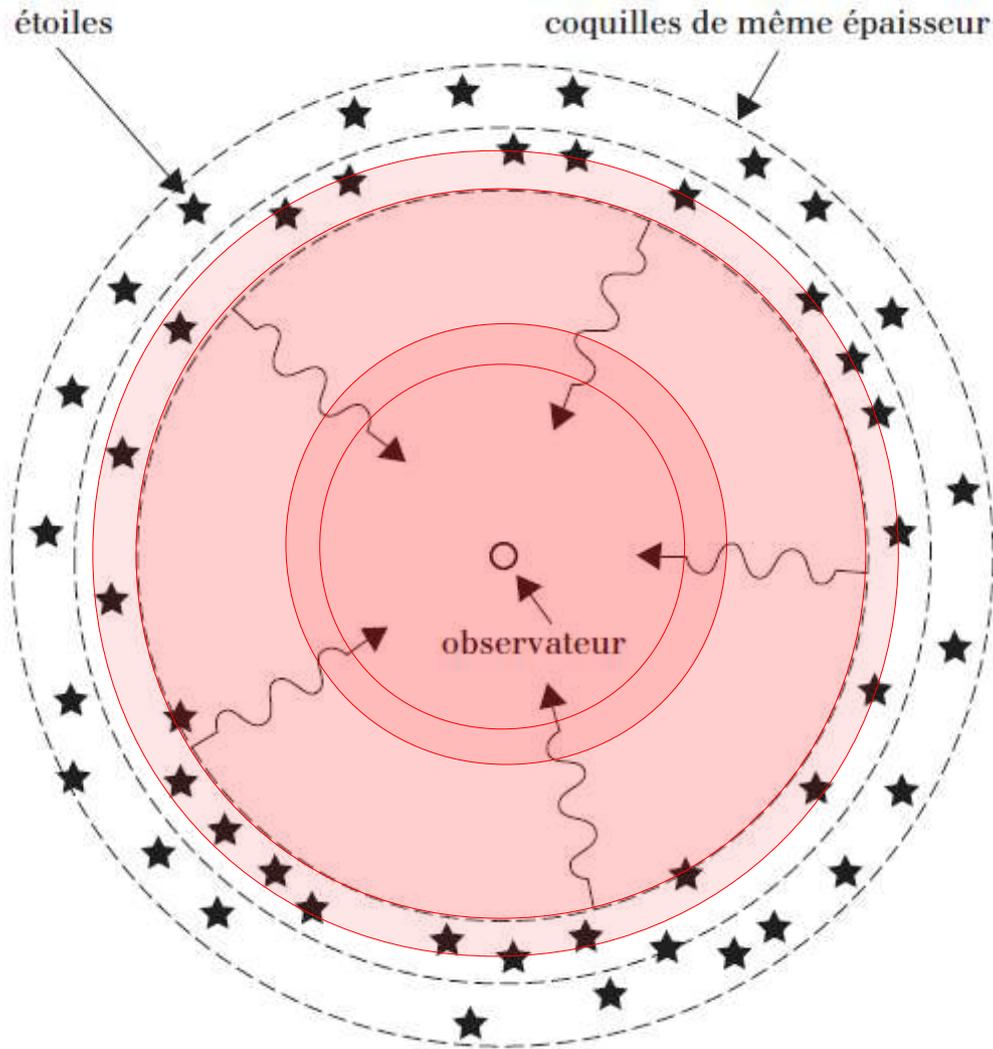
Jean-Philippe Loys de Cheseaux 1744



Avec un nombre infini de couches  
→ (Flux  $\propto 1/d^2$ ) x (Nombre  $\propto d^2$ )  
→ Flux infini !

# 2- Les premiers calculs

Jean-Philippe Loys de Cheseaux 1744



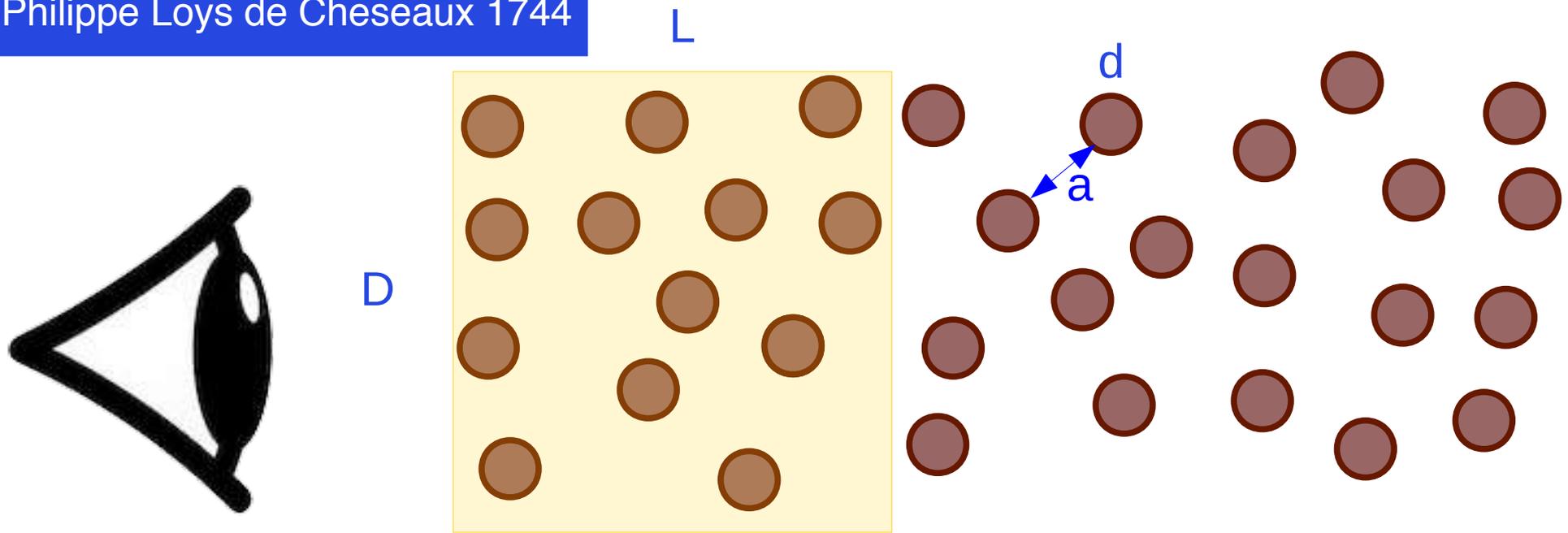
Avec un nombre infini de couches  
→ (Flux  $\propto 1/d^2$ ) x (Nombre  $\propto d^2$ )  
→ Flux infini !

Mais on ne voit pas les étoiles  
derrière le Soleil  
→ Effet d'écran



# 2- Les premiers calculs

Jean-Philippe Loys de Cheseaux 1744



→ **Visibilité  $L = 1/(nxs)$**

→  $n = \text{nombre/unité de volume} = 1/a^3$

→  $a$  distance entre étoiles

→ de Cheseaux prend  $a \approx 5$  années-lumière  $\approx 10$  milliards de km

→  $s = \text{aire d'une étoile} \rightarrow \pi r^2$ , avec  $r = \text{rayon du Soleil} \sim 700000\text{km}$

→  $L \approx 10^{15}$  années-lumière

→ **Nombre d'étoiles environ  $10^{43}$  (soit  $10^{32}$  Galaxies!) pour couvrir le ciel...**



## 2- Les premiers calculs

### Solution 1 : une forêt finie

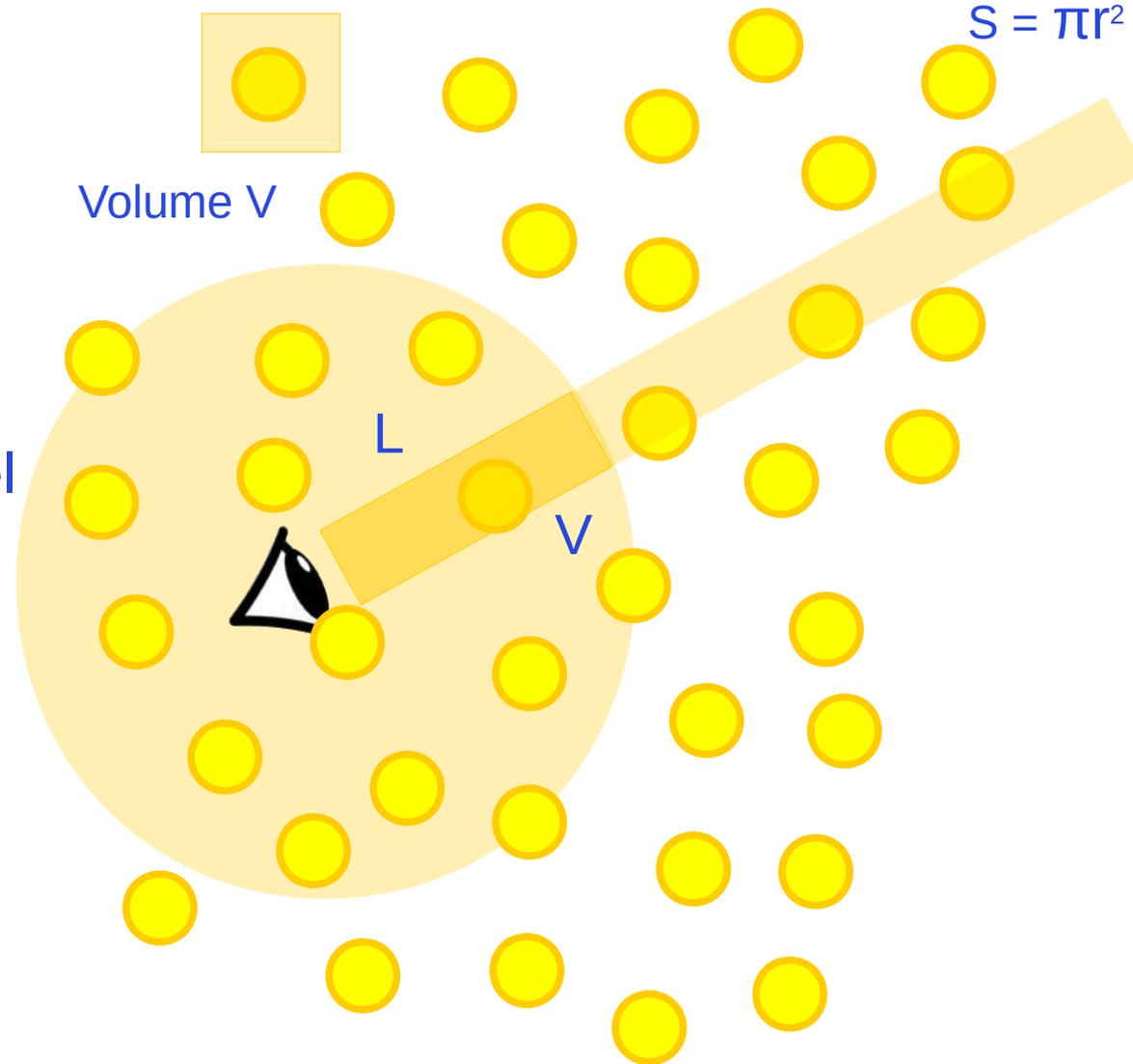
Au bout de  $L$ ,  
la vue a « buté » sur  
une étoile

$$L = V/s$$

Nombre d'étoiles pour couvrir le ciel

$$N = 4\pi/3 L^3/V = 4\pi/3 V^3/s^3/V$$

$$\text{soit } N = 4\pi/3 V^2/s^3$$



# 2- Les premiers calculs

Jean-Philippe Loys de Cheseaux 1744

Regroupement en Galaxies

Environ  $10^{11}$  étoiles

Galaxies voisine de 1Mpc

→  $3 \times 10^6$  al

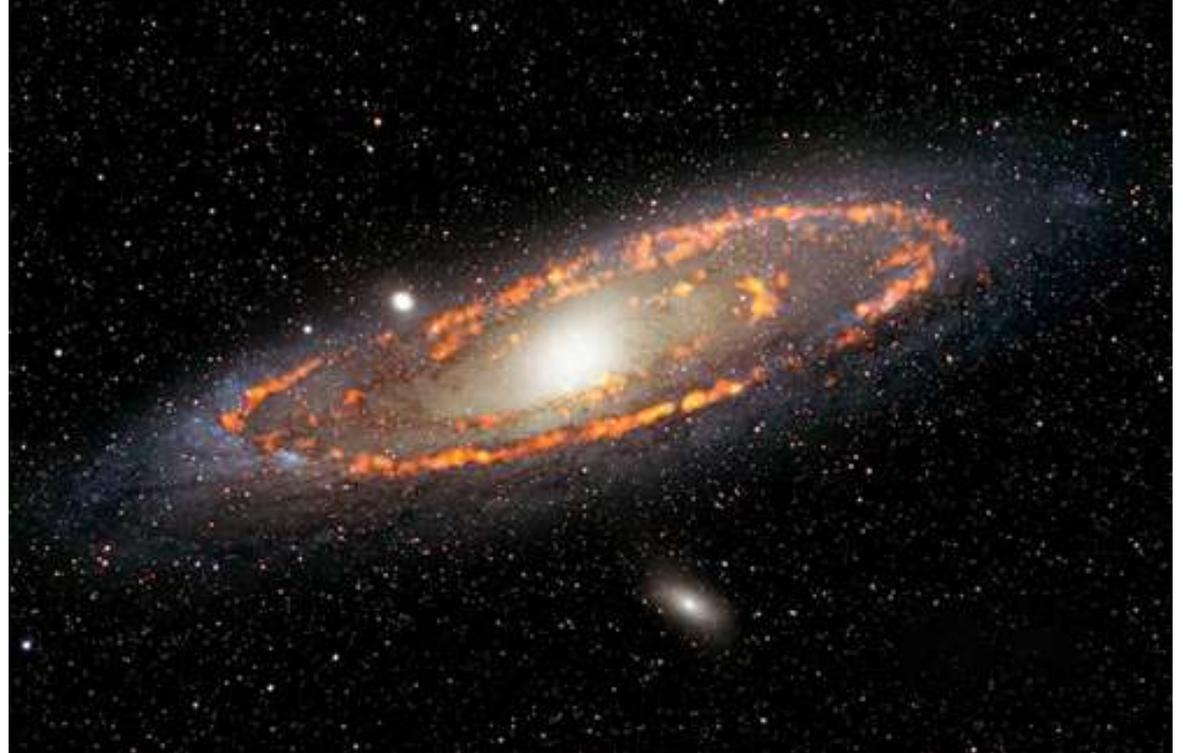
Volume moyen/étoiles

→  $3 \times 10^8$  al<sup>3</sup>

Limite de visibilité  $\sim 10^{22}$  al

Nombre d'étoiles  $\sim 10^{58}$

**soit  $10^{47}$  galaxies**



Aujourd'hui on admet environ  $10^{11}$  galaxies dans l'Univers...

Pas assez d'étoiles pour couvrir  
tout le ciel...

De Cheseaux ne le sait pas...

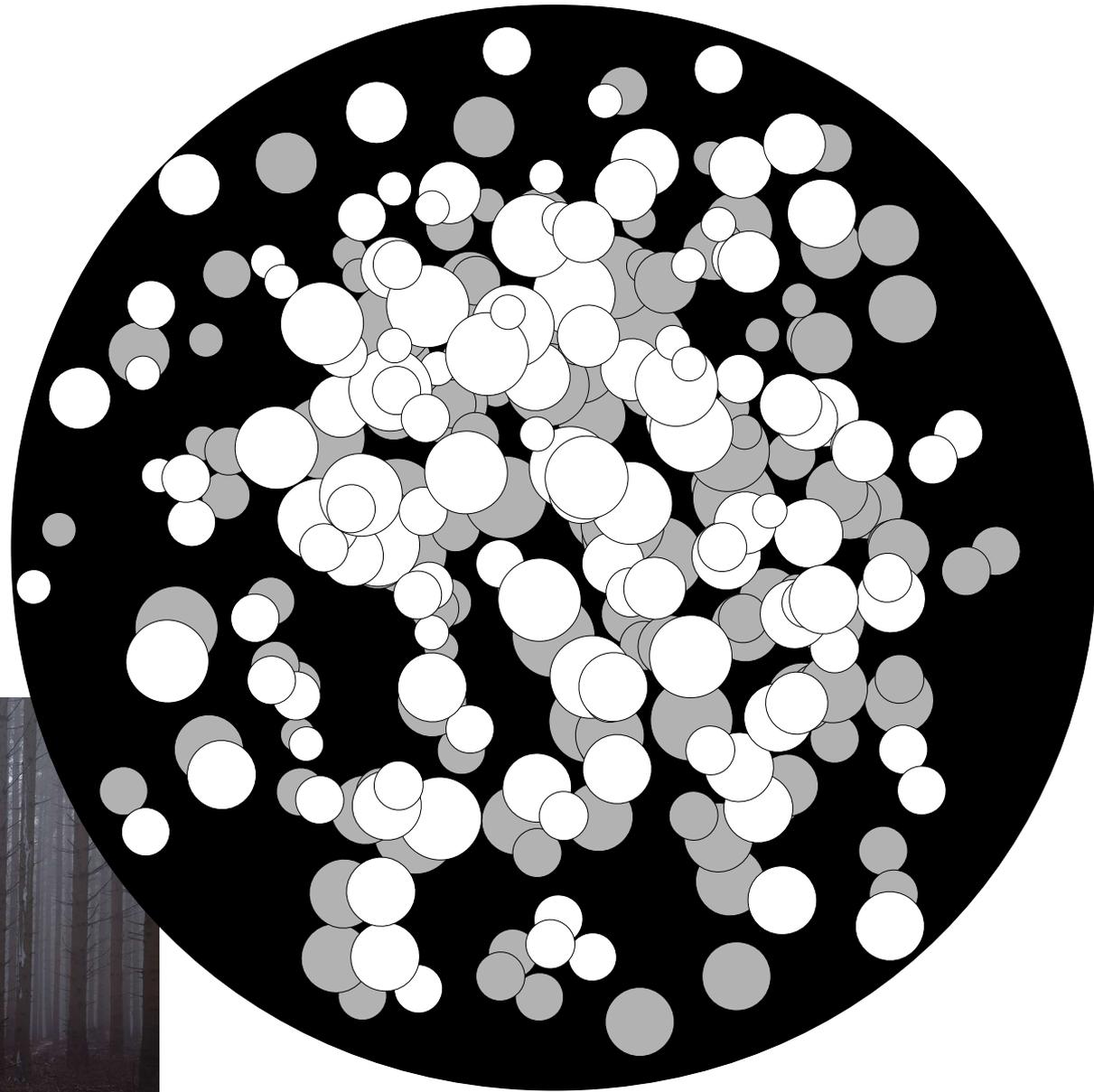


# 2- Les premiers calculs

Solution de de Cheseaux

## L'Absorption

« ...la force de la lumière décroît en plus grande proportion que la raison inverse des carrés des distances. Cette dernière supposition est assez vraisemblable, elle demande seulement que l'espace étoilé soit rempli de quelque fluide capable d'intercepter, tant soit peu, la lumière. Quand ce fluide serait  $3 \times 10^{17}$  plus transparent ou plus rare que l'eau, il suffirait pour affaiblir la force de la lumière. »



# 2- Les premiers calculs

Olbers, 1823

Argument de la ligne de visée  
Univers infini !

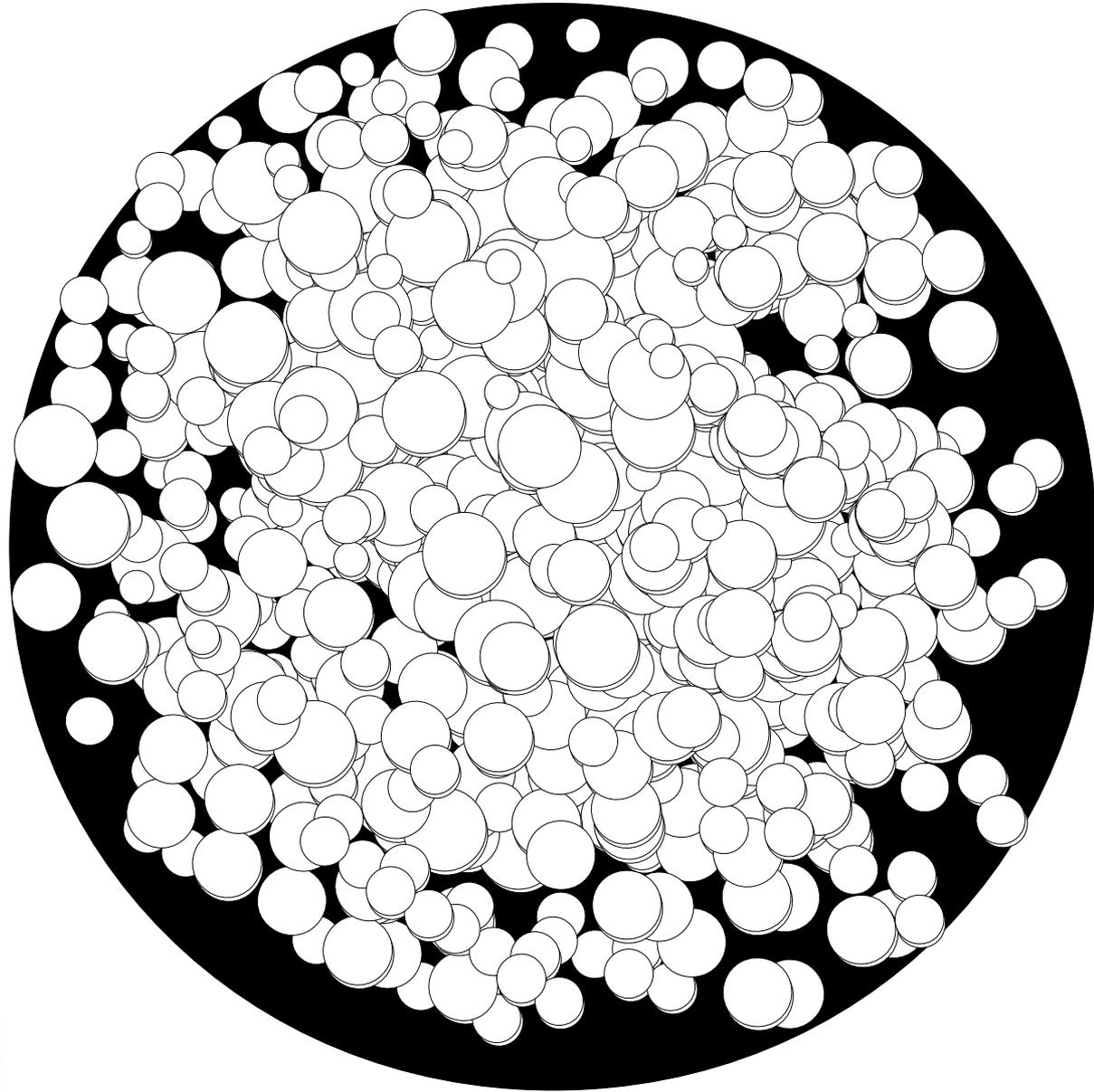
→ luminosité comparable au Soleil

Lumière bloquée par les étoiles  
d'avant-plan

« S'il existent des soleils  
disséminés dans la totalité de  
l'espace infini (...) ou groupés  
en systèmes semblables à la  
Voie Lactée... »



Qualitatif uniquement



# 2- Des réponses au Paradoxe

Olbers, 1823

Argument de la ligne de visée

→ Solution = Absorption

Etoiles cachées



→ THE ORION B MOLECULAR CLOUD AND THE HORSEHEAD NEBULA



Far-infrared



Near-infrared



Visible

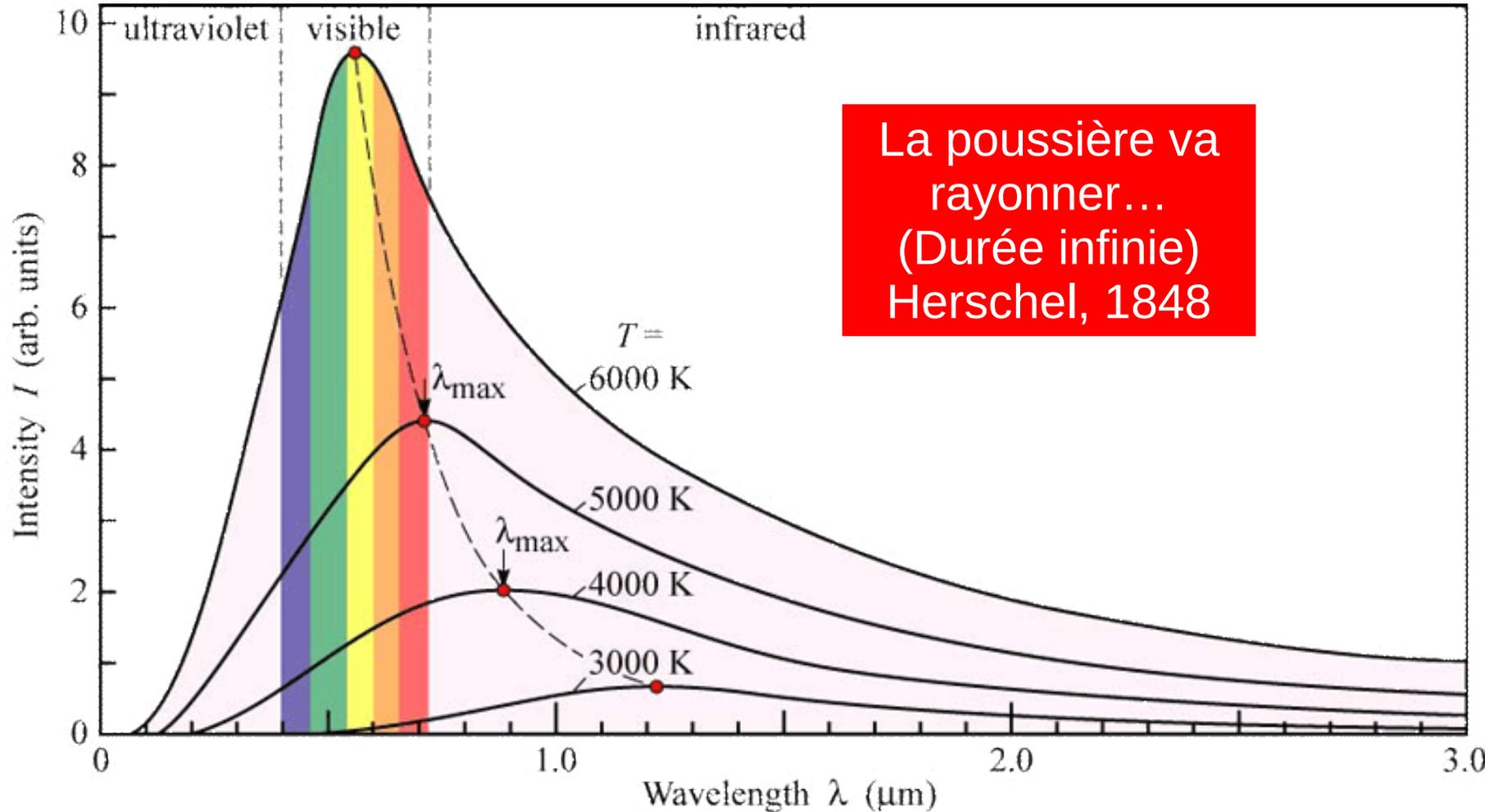


# 2- Des réponses au Paradoxe

Olbers, 1823

Argument de la ligne de visée

→ Solution = Absorption



La poussière va rayonner...  
(Durée infinie)  
Herschel, 1848

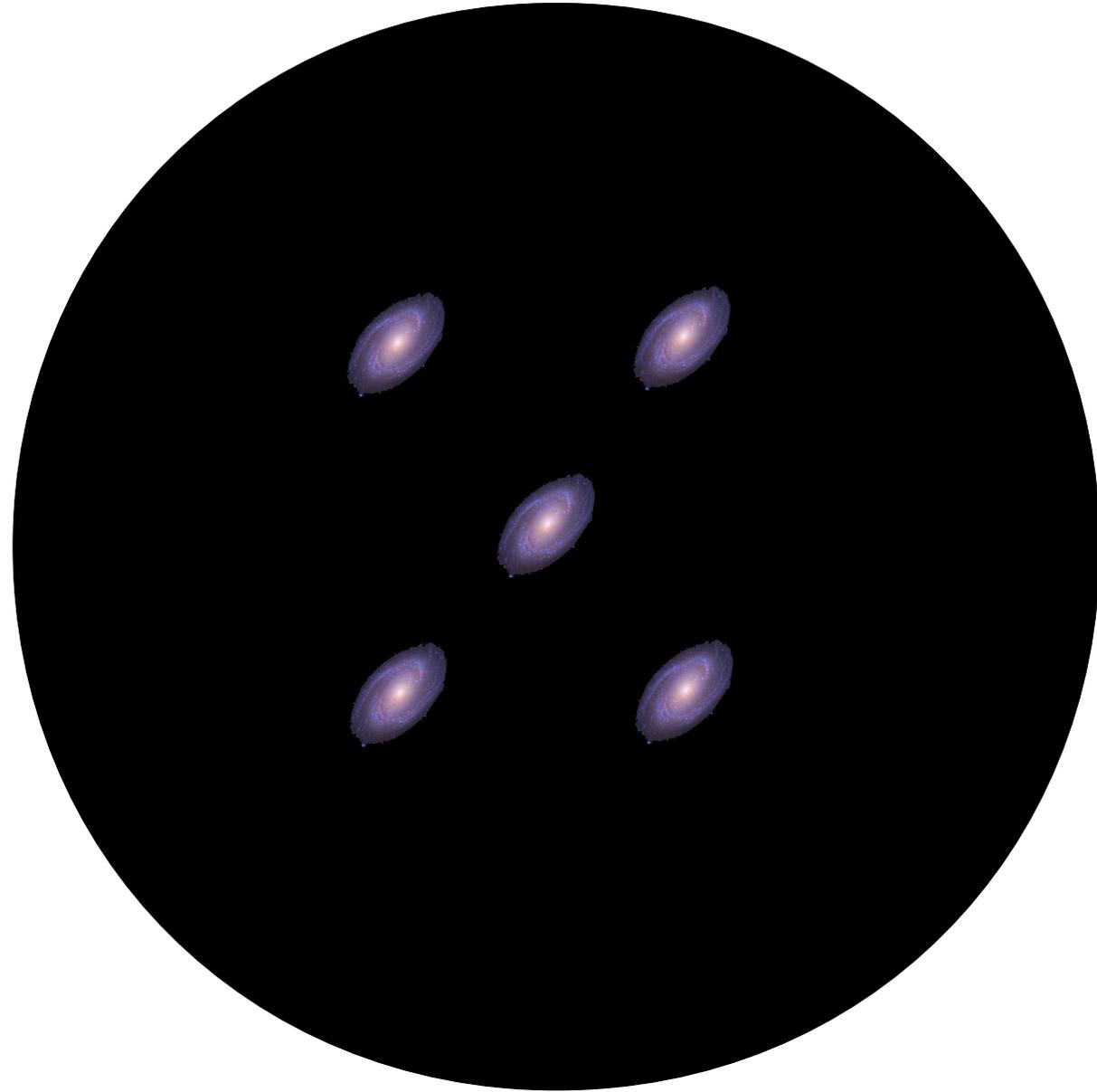
## 2- Des réponses au Paradoxe

Une autre solution

Univers « hiérarchique » de moins  
en moins dense

Herschel (1848), Fournier d'Albe  
(1907, Charlier (1922)...

Univers fractal ?



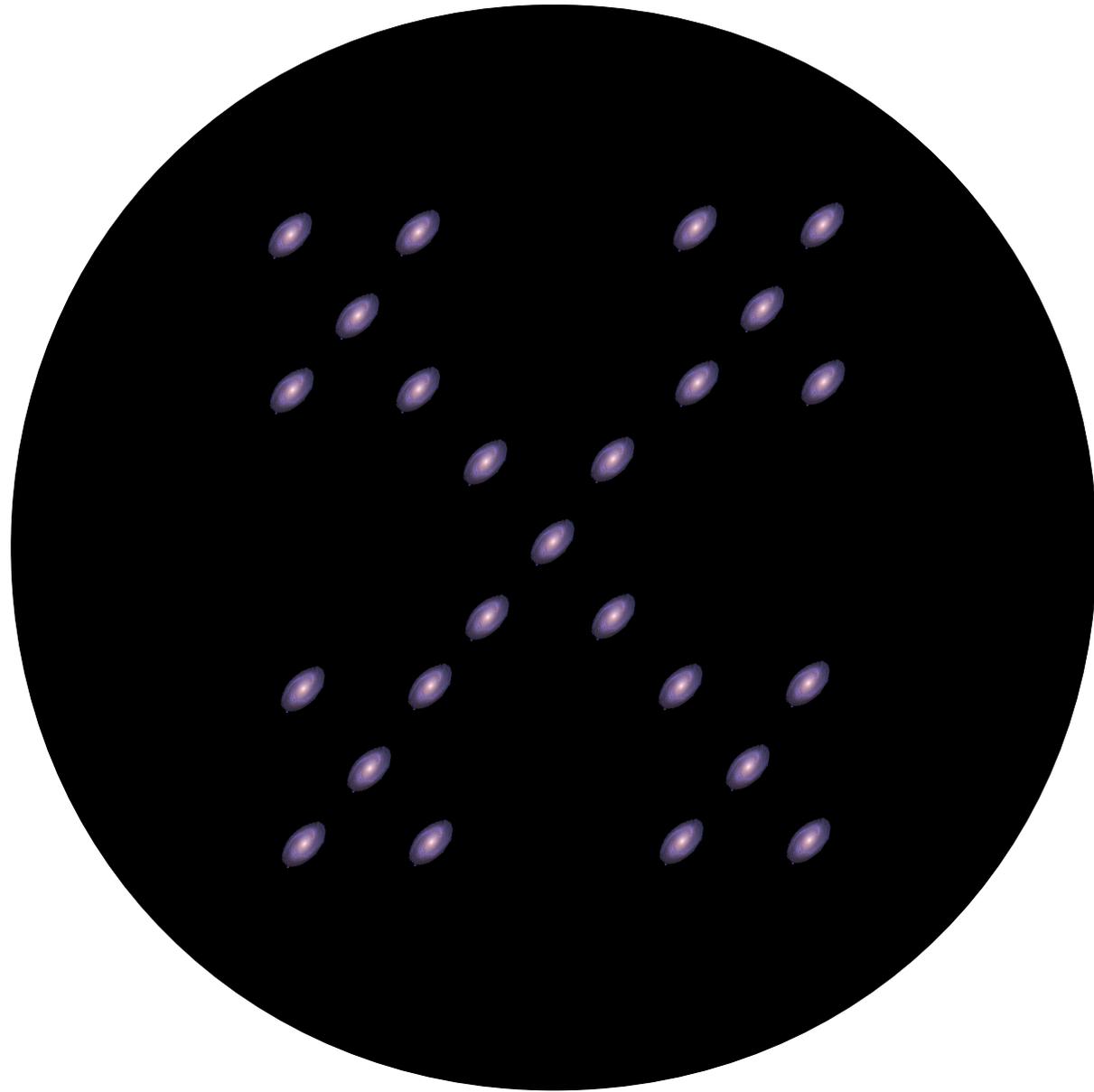
## 2- Des réponses au Paradoxe

Une autre solution

Univers « hiérarchique » de moins en moins dense

Herschel (1848), Fournier d'Albe (1907, Charlier (1922)...

L'Univers devient transparent  
Nombre d'étoiles  $\times$  par 5  
mais la surface par  $3^2 = 9$   
Donc densité réduite de  $5/9$   
....et diminue encore...



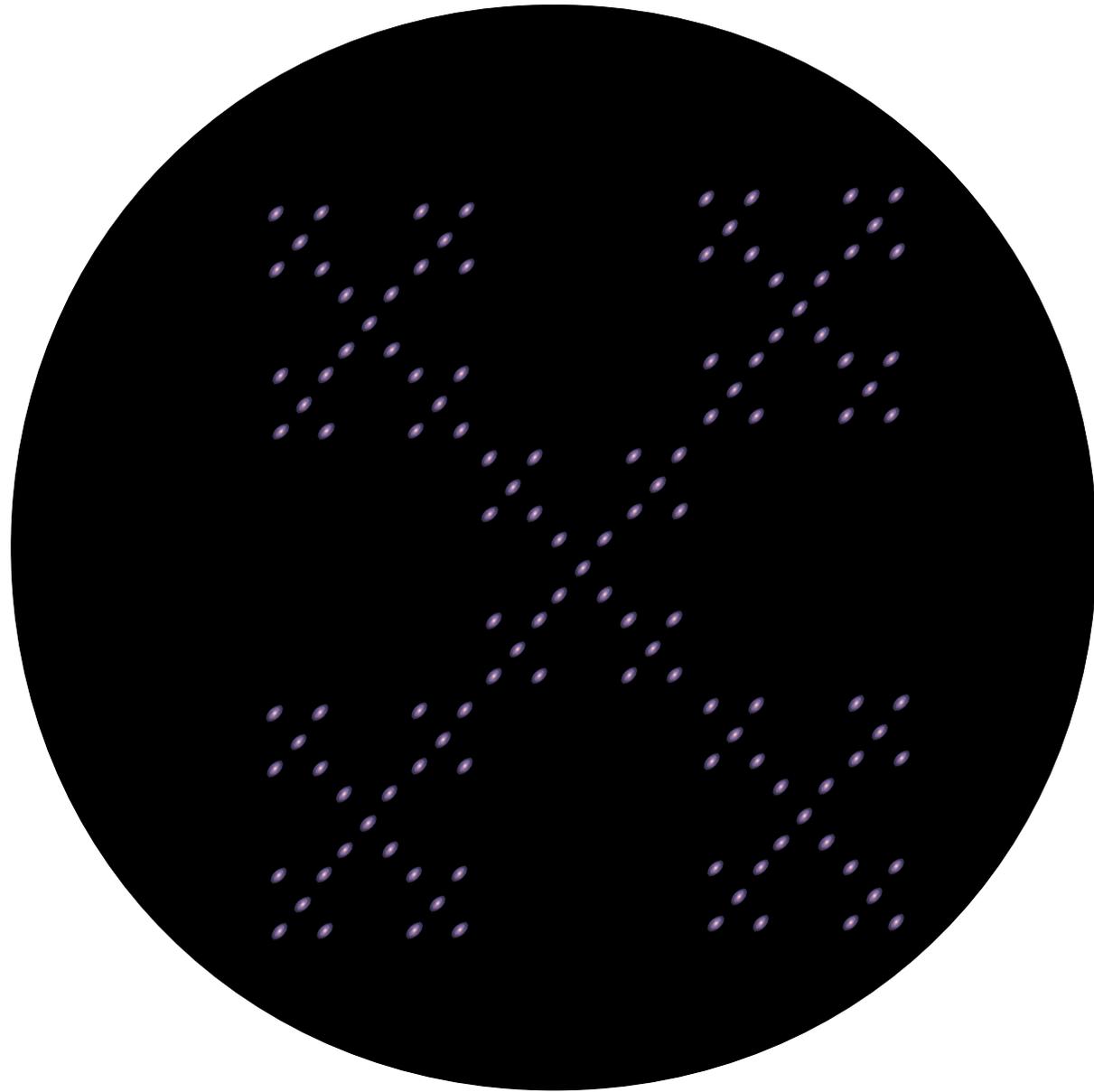
# 2- Des réponses au Paradoxe

Une autre solution

Univers « hiérarchique » de moins en moins dense

Herschel (1848), Fournier d'Albe (1907, Charlier (1922)...

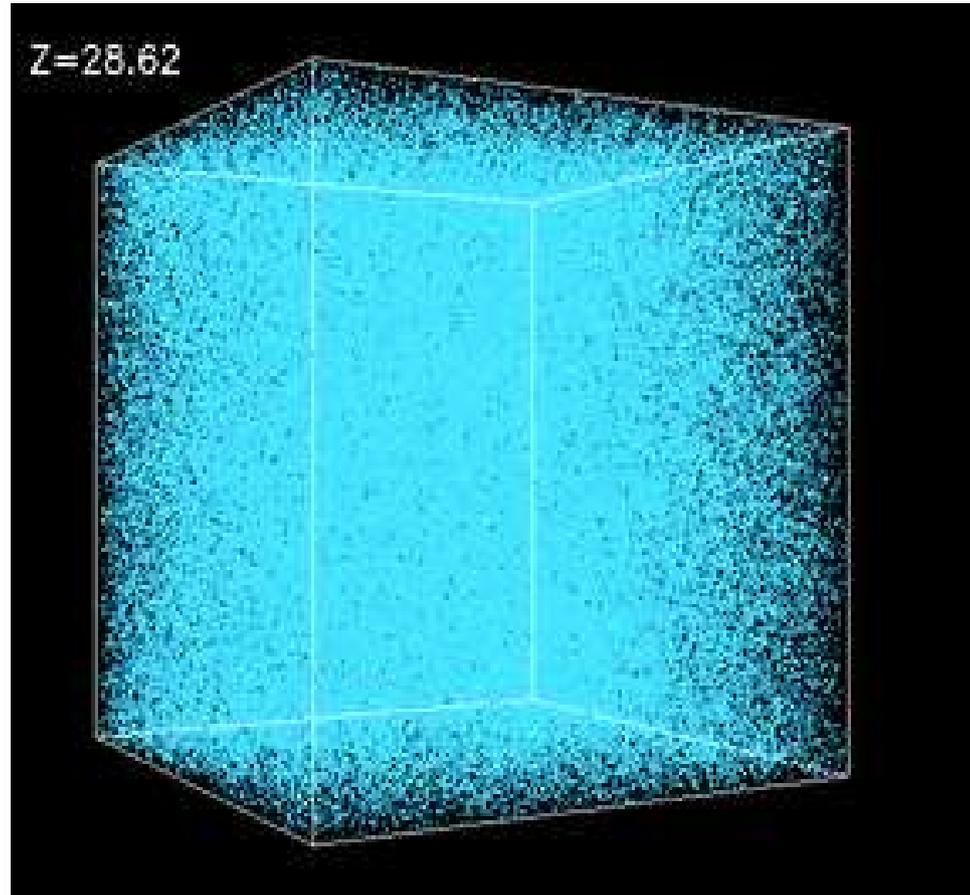
L'Univers devient transparent...  
...s'il est infini aussi



## 2- Des réponses au Paradoxe

---

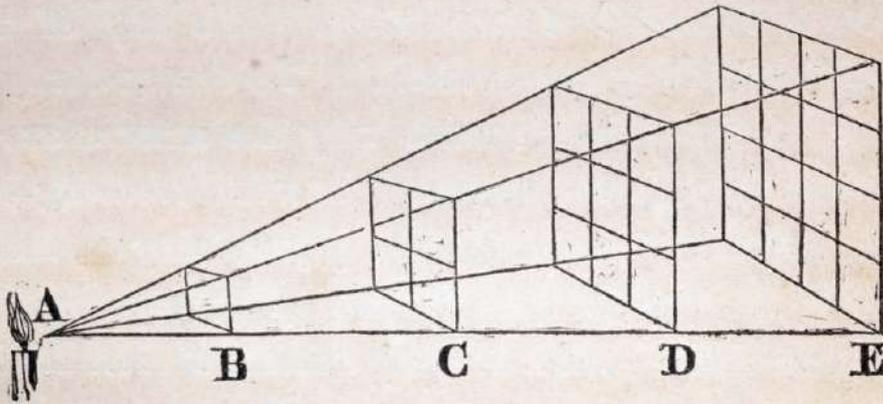
Aujourd'hui : Univers pas hiérarchique



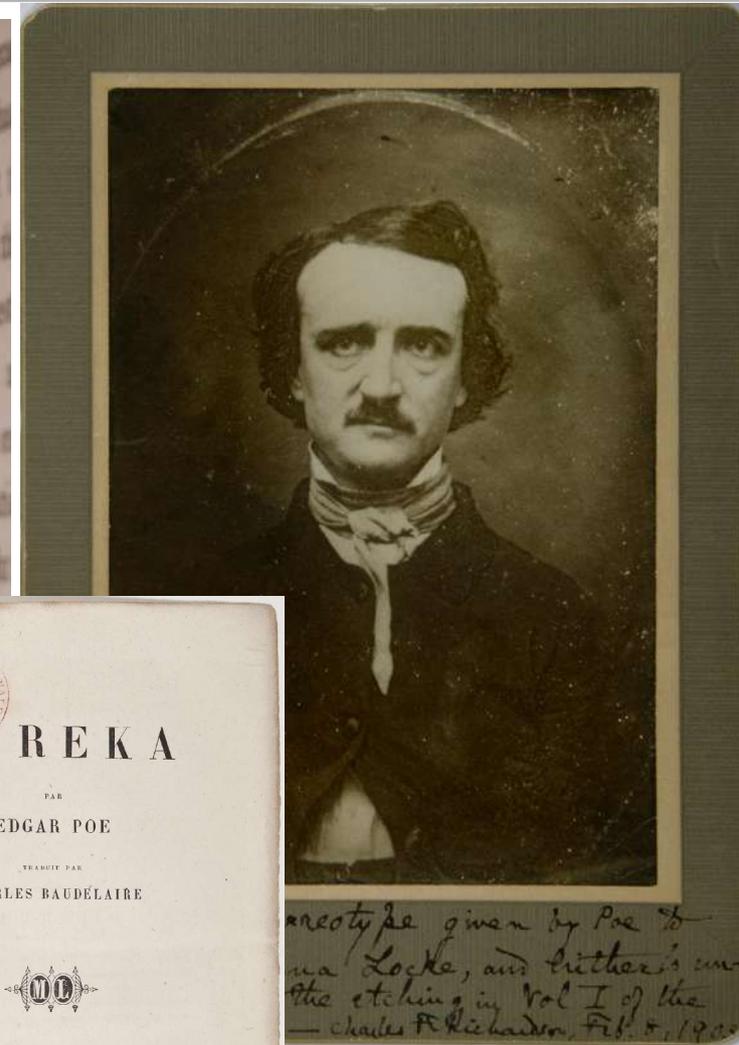
<http://cosmicweb.uchicago.edu/filaments.html>

# 2- Poe : un intervenant inattendu !

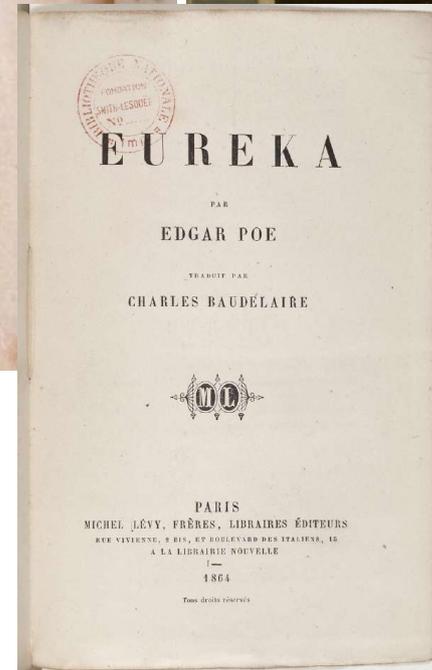
occupy the surface B. Then at double the distance—that is to say



at C—they will be so much farther diffused as to occupy four such surfaces:—at treble the distance, or at D, they will be so much farther separated as to occupy nine such surfaces:—while, at quadruple the distance, or at E, they

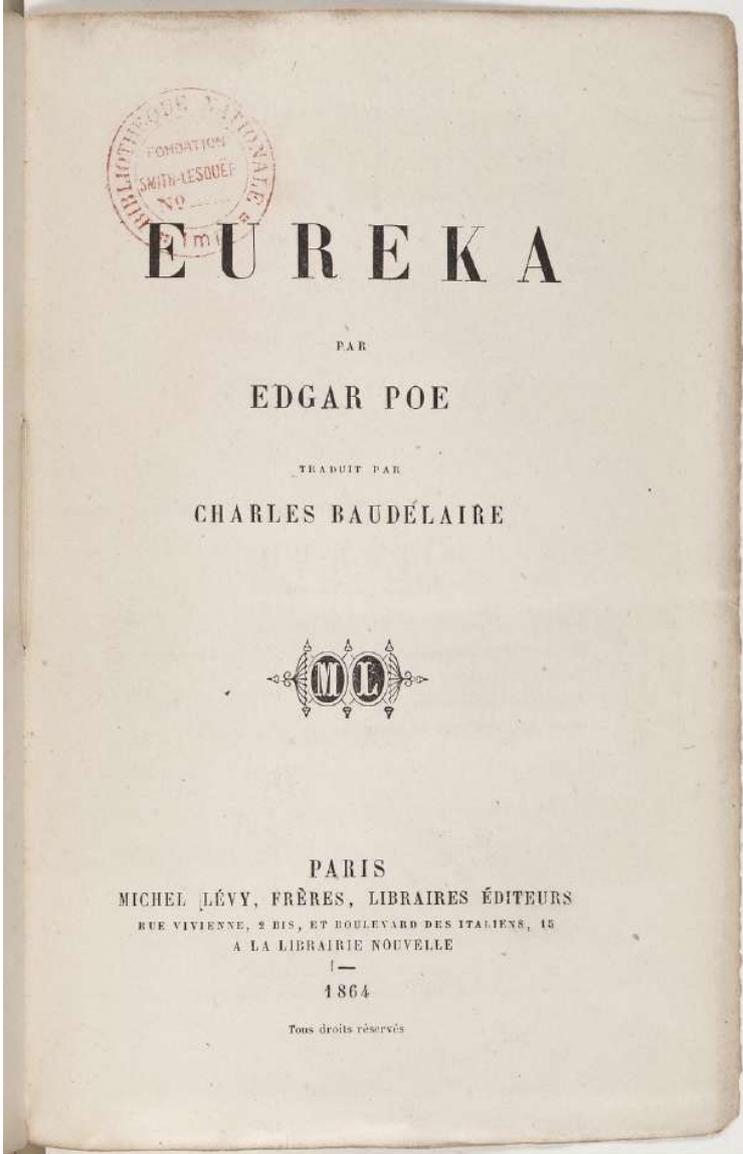


Poème prophétique, essai philosophique... méditation métaphysique...



Source gallica.cnfr / Bibliothèque nationale de France

## 2- Poe : un intervenant inattendu !



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

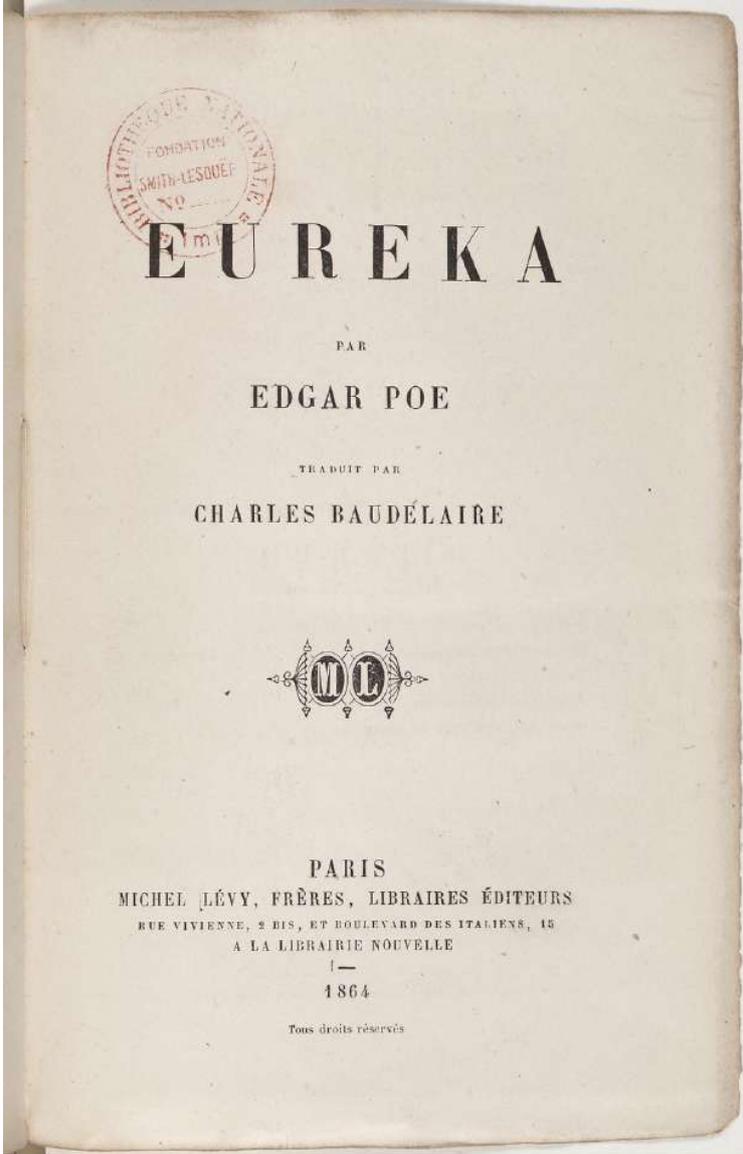
- Parle de Neptune (découverte en sept. 1846)
- Cite également 8 petites planètes dont Hébé et Isis découvertes en 1847
- Connaît la théorie de la nébuleuse de Laplace
- Attribue la singularité des satellites d'Uranus à l'inclinaison de la planète sur son orbite
- Fait une allusion au compagnon de Sirius introduit par Bessel en 1844

« Je me suis imposé la tâche de parler de l'Univers physique : de son essence, de son origine, de sa création et de sa destinée. »

« Je serai assez hardi pour contredire les conclusions des hommes les plus grands et les plus justement respectés »



## 2- Poe : un intervenant inattendu !

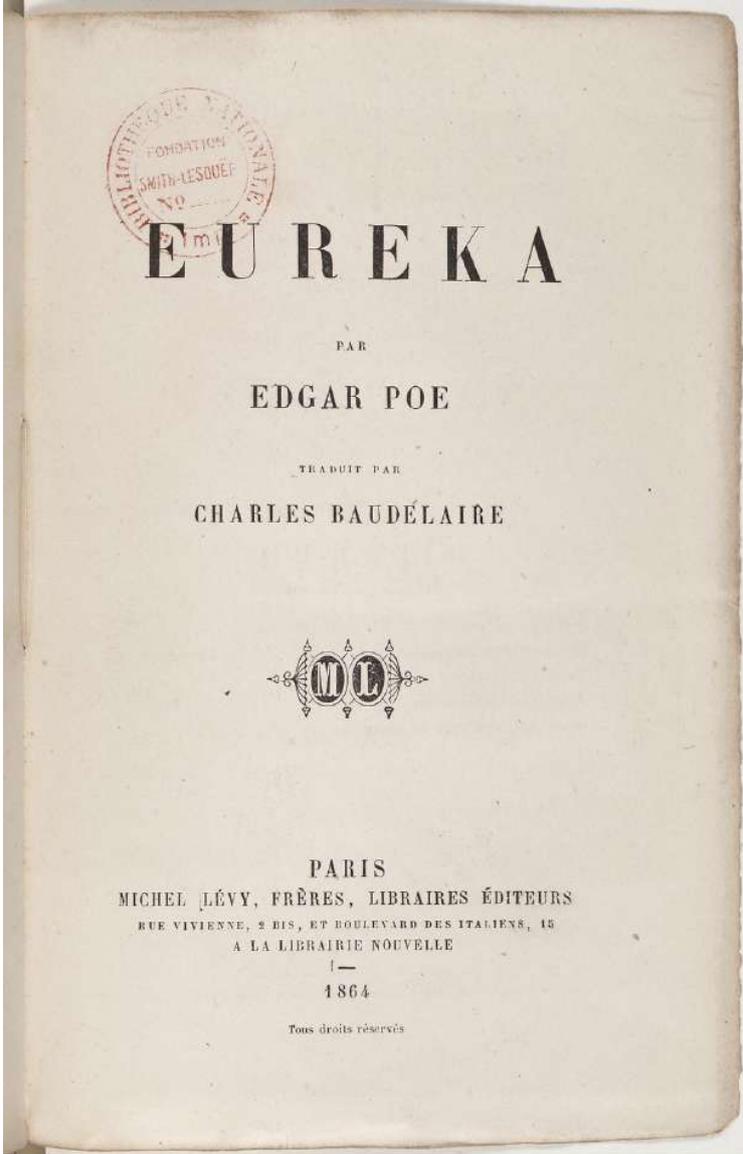


« Il n'y a pas d'erreur astronomique plus insoutenable, et il n'y en a pas qui ait obtenu une plus opiniâtre adhésion que celle qui consiste à se figurer l'Univers sidéral comme absolument illimité. Il me semble que les raisons qui nous le font croire limité, telles que je les ai énoncées a priori, sont irréfutables »

« Si la succession des étoiles était illimitée, l'arrière-plan du ciel nous offrirait une luminosité uniforme, comme celle déployée par la Galaxie, puisqu'il n'y aurait absolument aucun point, dans tout cet arrière-plan, où n'existât une étoile »

Argument d'Olbers

## 2- Poe : un intervenant inattendu !



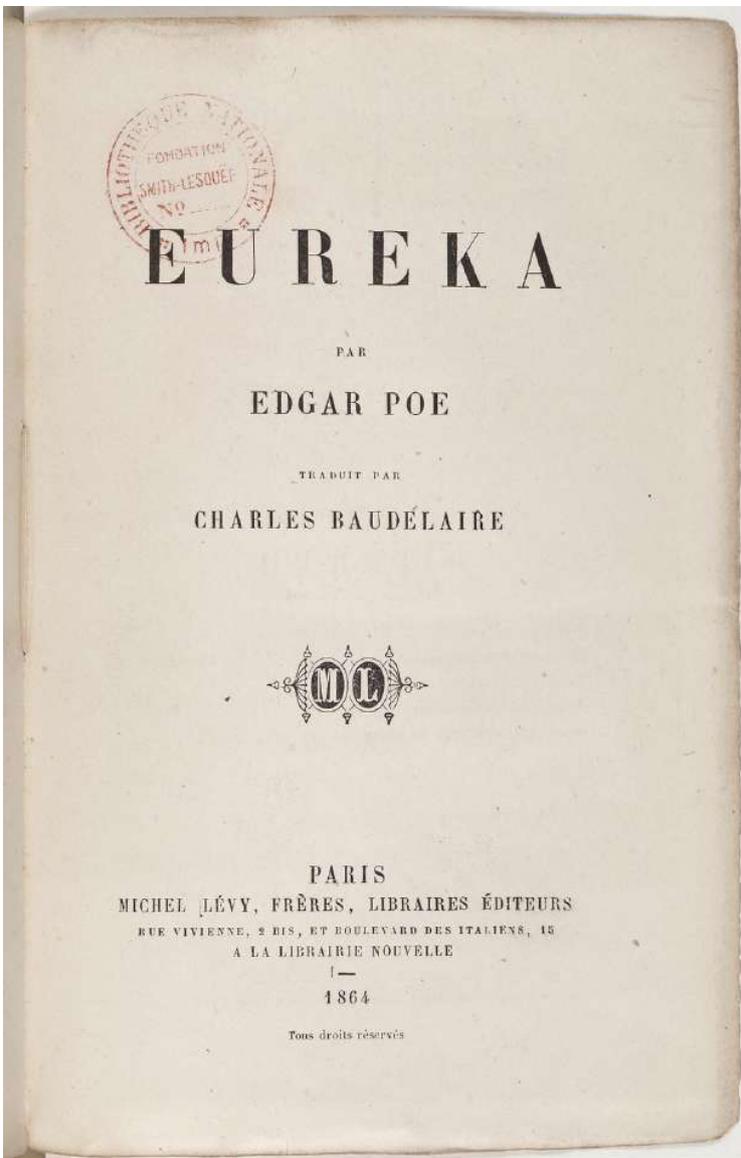
« Il n'y a pas d'erreur astronomique plus insoutenable, et il n'y en a pas qui ait obtenu une plus opiniâtre adhésion que celle qui consiste à se figurer l'Univers sidéral comme absolument illimité. Il me semble que les raisons qui nous le font croire limité, telles que je les ai énoncées a priori, sont irréfutables »

« Si la succession des étoiles était illimitée, l'arrière-plan du ciel nous offrirait une luminosité uniforme, comme celle déployée par la Galaxie, puisqu'il n'y aurait absolument aucun point, dans tout cet arrière-plan, où n'existât une étoile »

« la seule manière de rendre compte des vides que trouvent nos télescopes dans d'innombrables directions est de supposer cet arrière-plan invisible placé à une distance si prodigieuse qu'aucun rayon n'ait jamais pu parvenir jusqu'à nous. »

**Notion temporelle**

## 2- Poe : un intervenant inattendu !



« Il n'y a pas d'erreur astronomique plus insoutenable, et il n'y en a pas qui ait obtenu une plus opiniâtre adhésion que celle qui consiste à se figurer l'Univers sidéral comme absolument illimité. Il me semble que les raisons qui nous le font croire limité, telles que je les ai énoncées a priori, sont irréfutables »

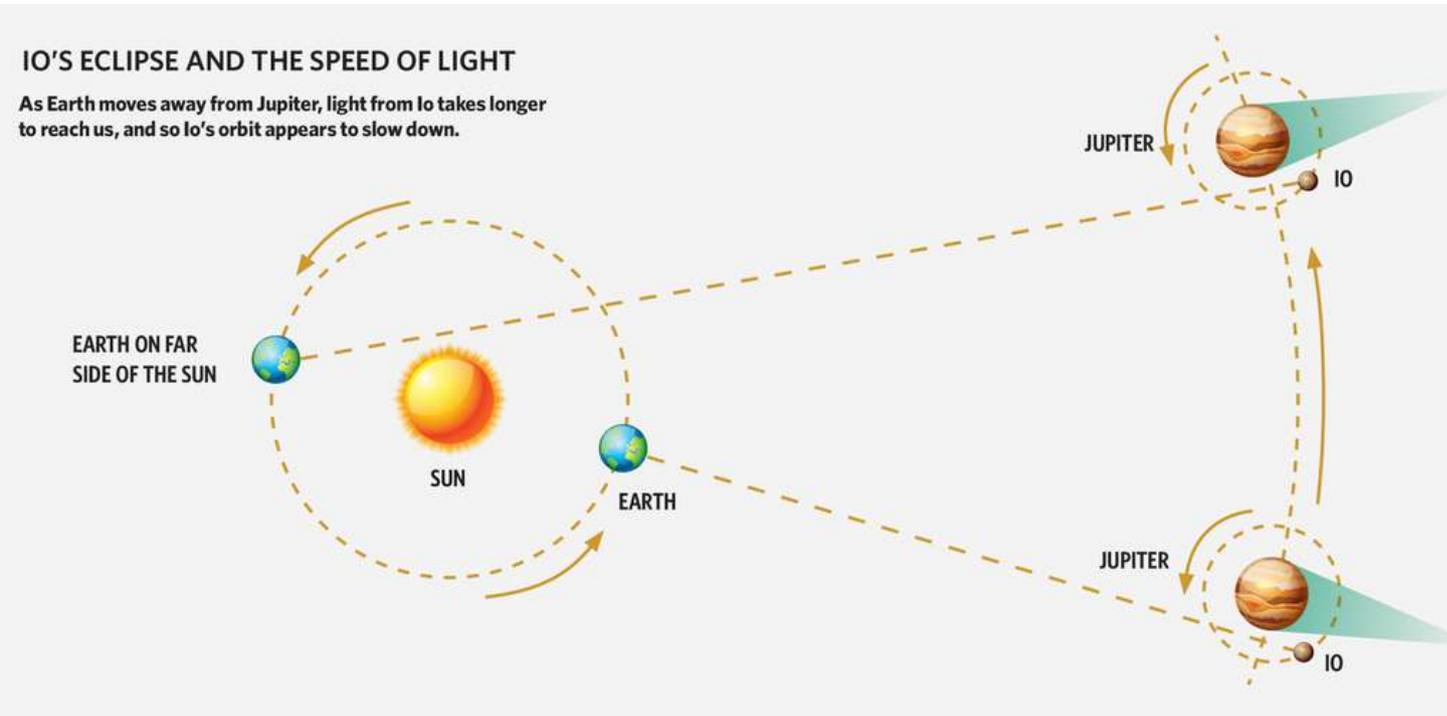
« Si la succession des étoiles était illimitée, l'arrière-plan du ciel nous offrirait une luminosité uniforme, comme celle déployée par la Galaxie, puisqu'il n'y aurait absolument aucun point, dans tout cet arrière-plan, où n'existât une étoile »

« la seule manière de rendre compte des vides que trouvent nos télescopes dans d'innombrables directions est de supposer cet arrière-plan invisible placé à une distance si prodigieuse qu'aucun rayon n'ait jamais pu parvenir jusqu'à nous. »

Notion de vitesse finie de la lumière ! (1676)  
+ Âge de l'Univers



# 2- Poe : un intervenant inattendu !



Ole Rømer (1676)  
Chronométrage des  
éclipses de Io  
(Jupiter)

~22 minutes pour parcourir  $2 \times D_{\text{Terre-Soleil}}$   
→ 220 000 km/s (au lieu de 300 000)

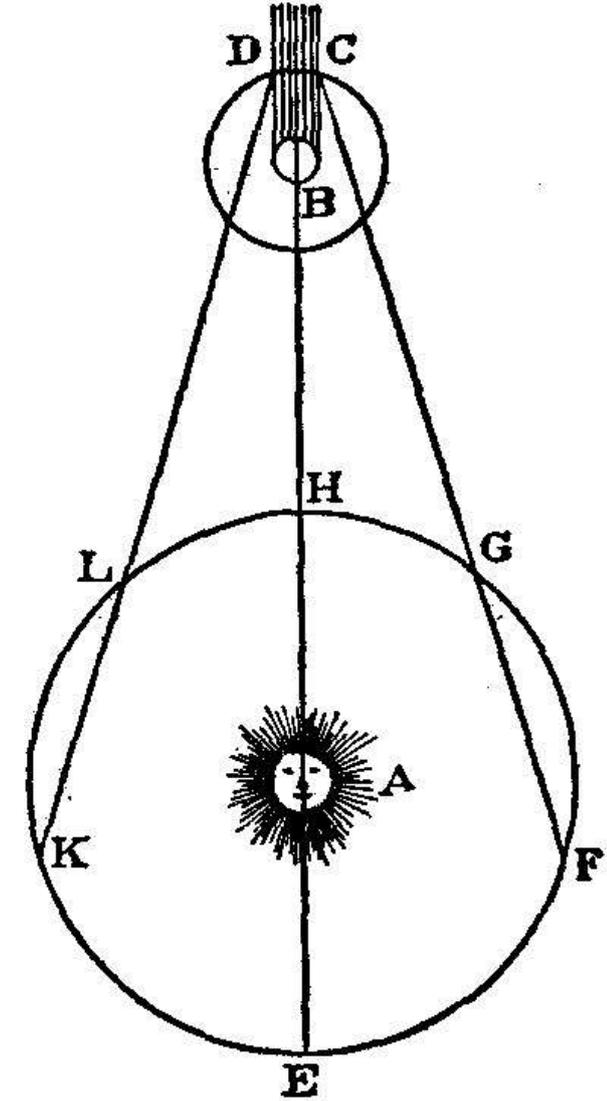
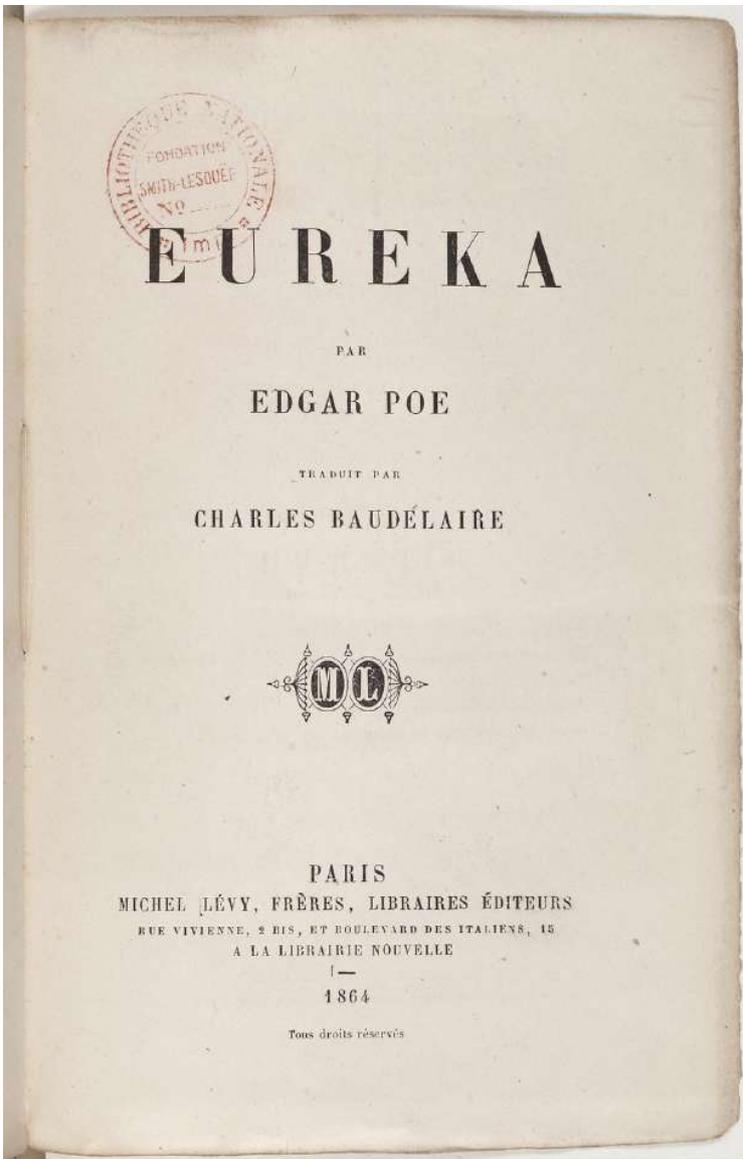


FIG. 70.

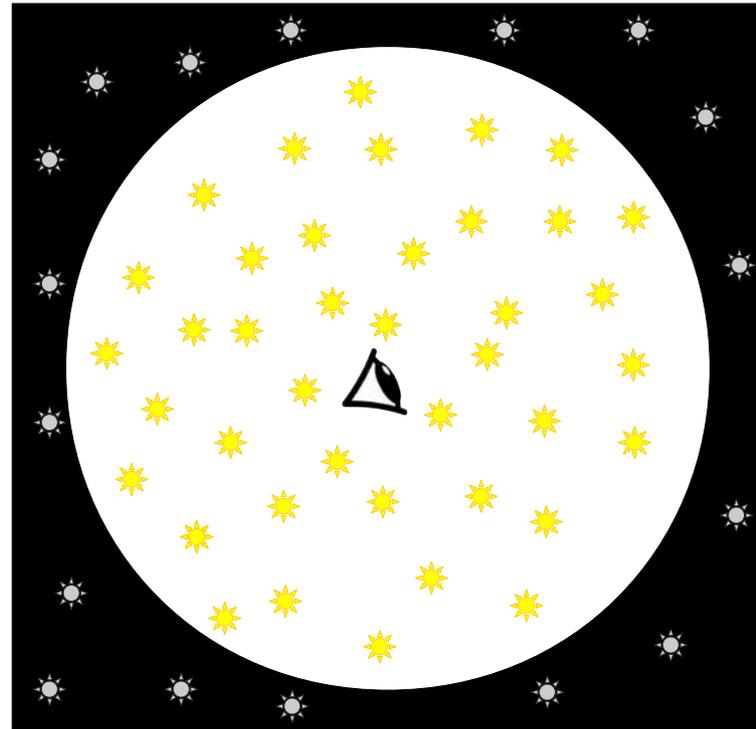
# 2- Poe : un intervenant inattendu !



*« soit parce que la diffusion de leur lumière, avant qu'elle parvienne jusqu'à nous, est si excessive qu'elle ne peut produire sur notre rétine aucune impression lumineuse,*

*soit parce qu'il n'existe aucune espèce d'émanation lumineuse dans ces mondes inexprimablement distants,*

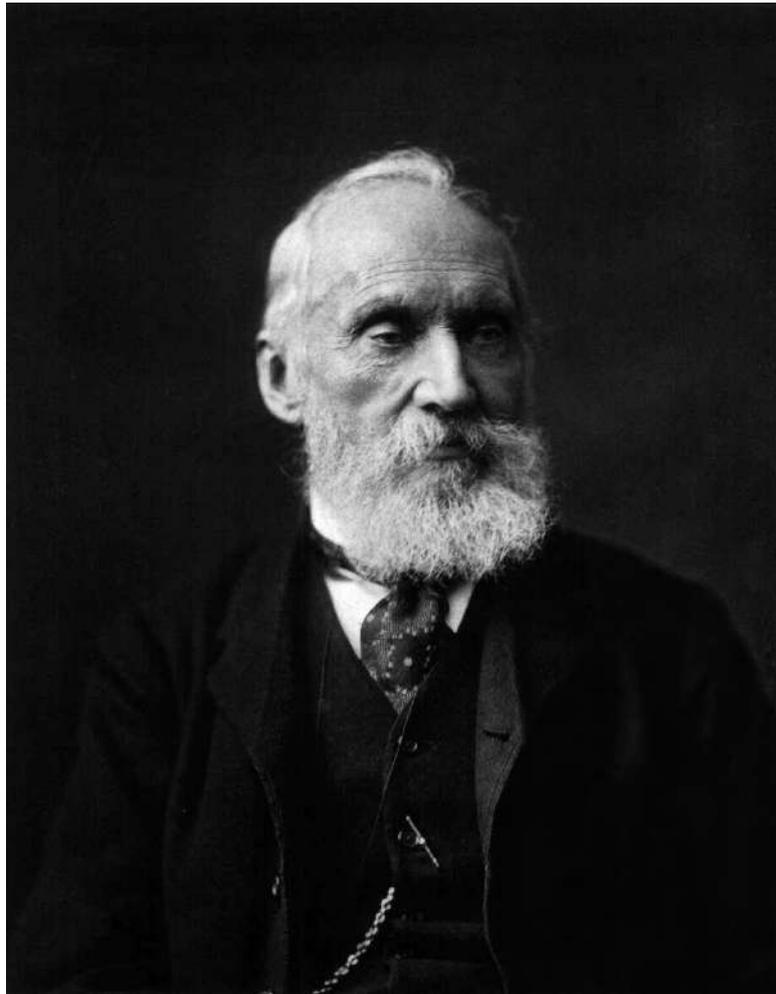
***ou enfin parce que l'intervalle qui nous en sépare est si vaste que, depuis des myriades d'années écoulées, leurs effluves électriques n'ont pas encore pu le franchir ? »***



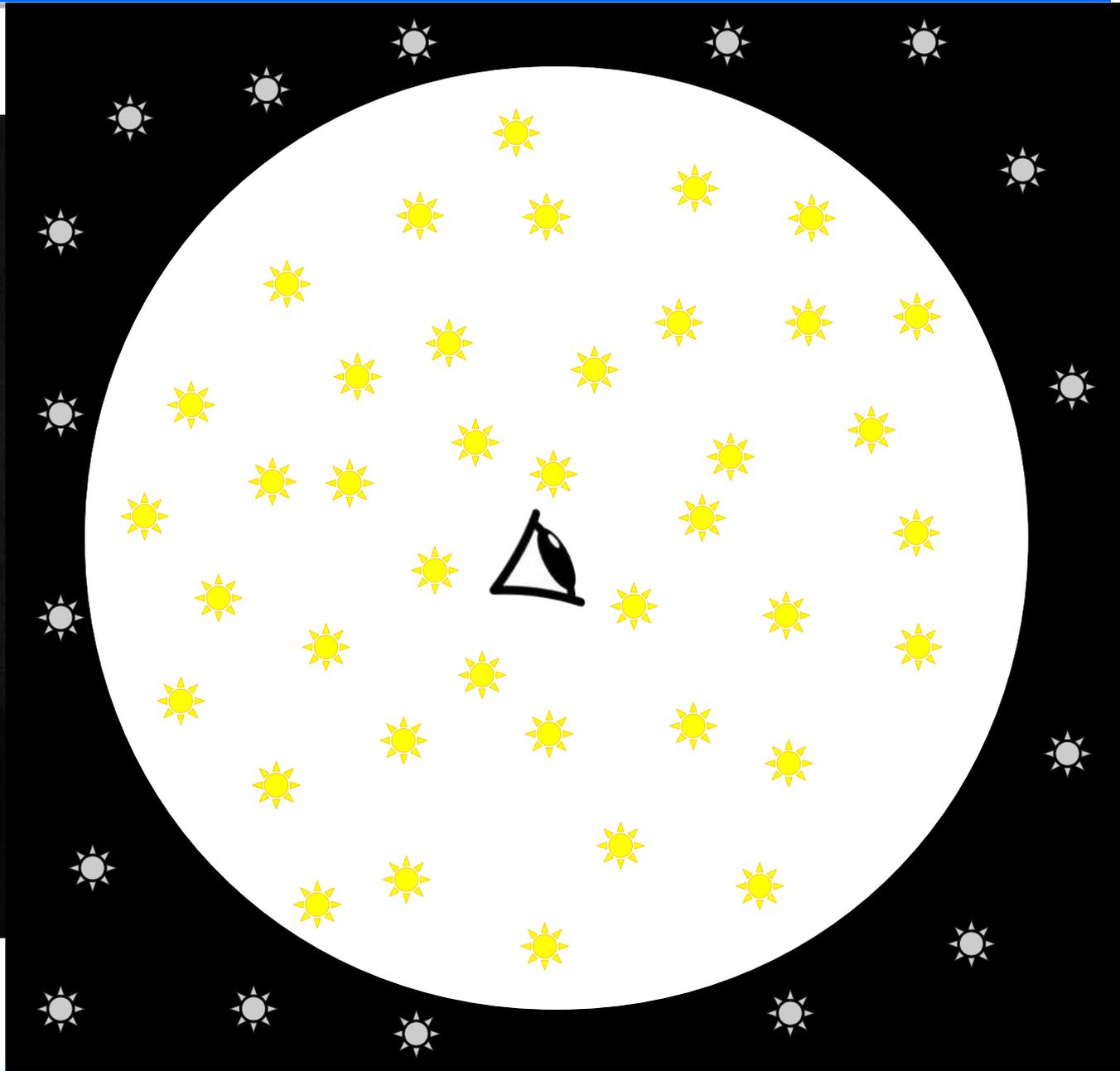
Horizon de Visibilité

## 2- Poe : un intervenant inattendu !

Lord Kelvin – 1884 → 1901

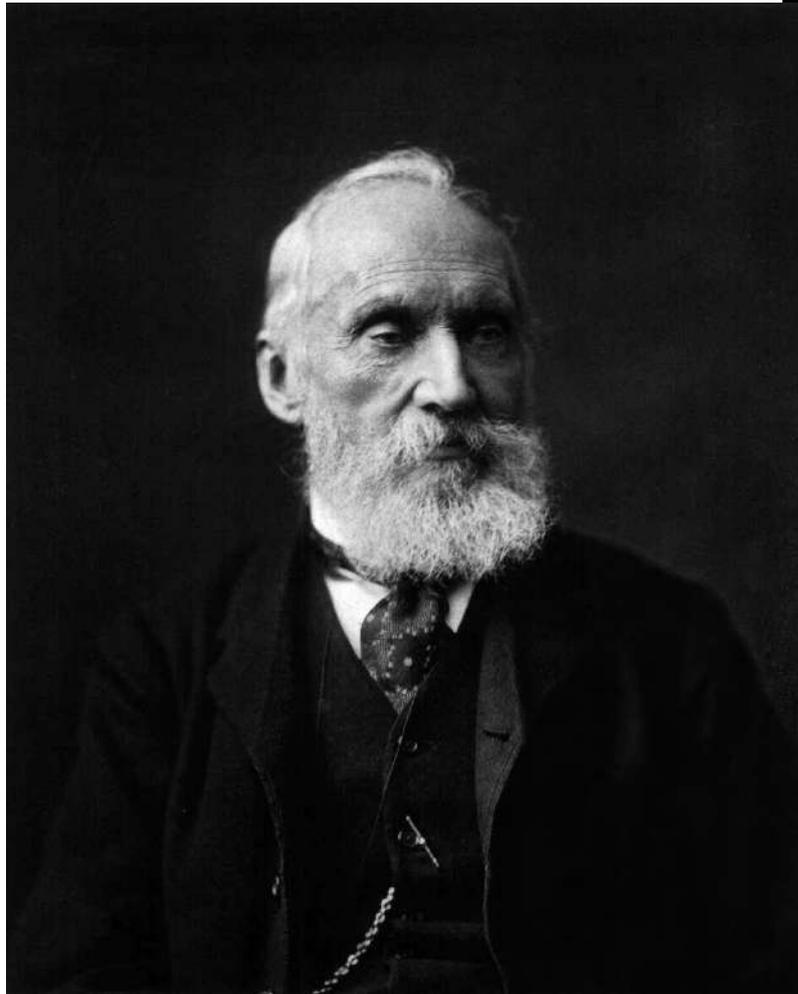


Horizon de Visibilité

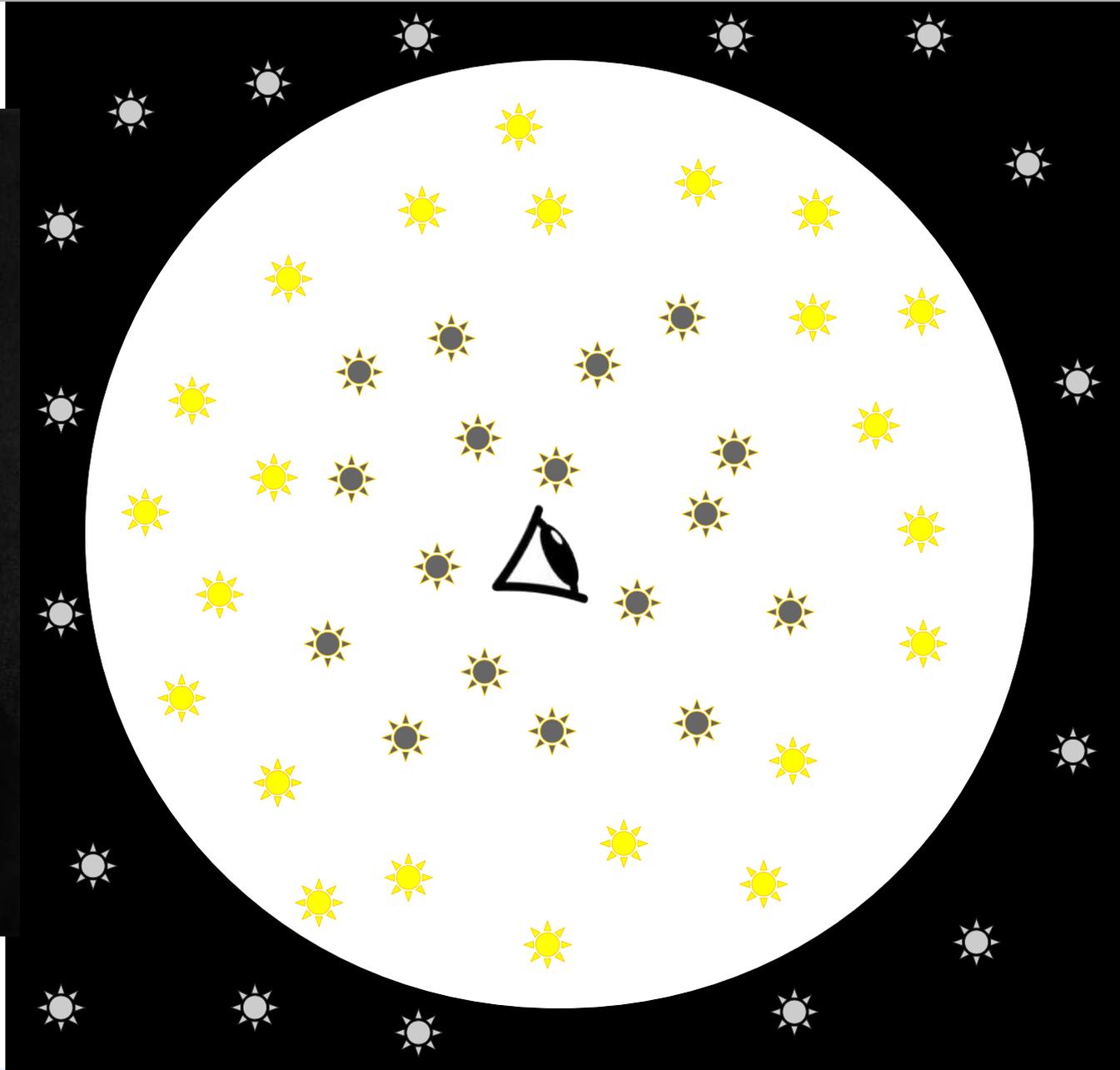


## 2- Poe : un intervenant inattendu !

Lord Kelvin – 1884 → 1901

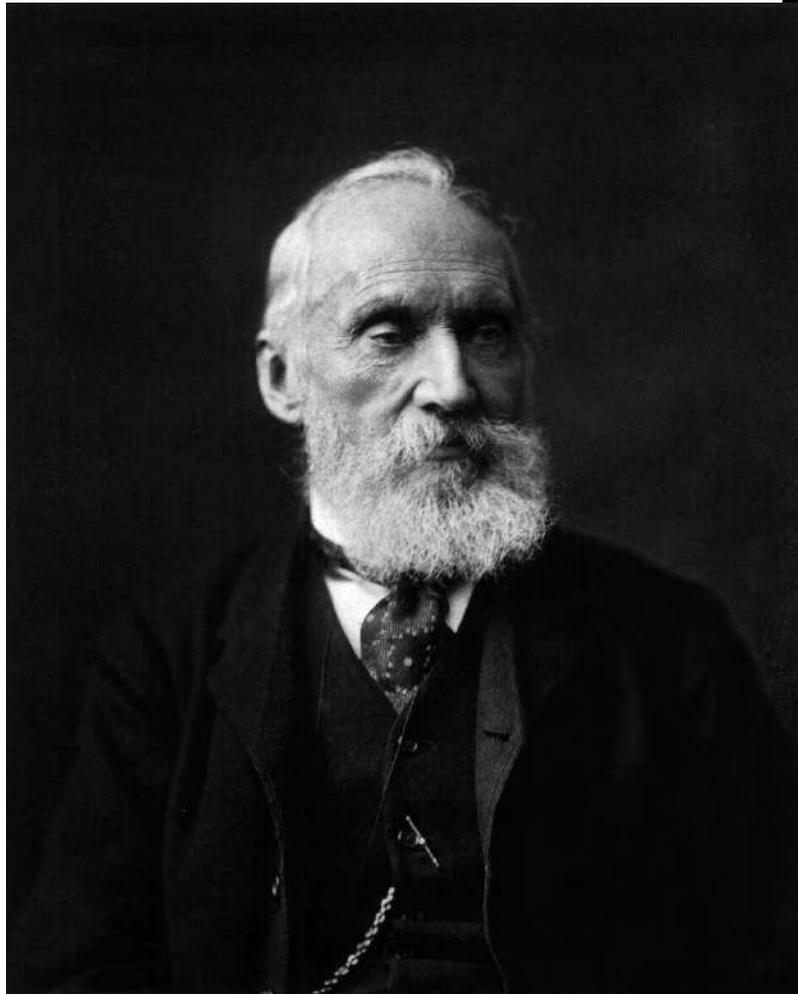


Durée de vie des étoiles

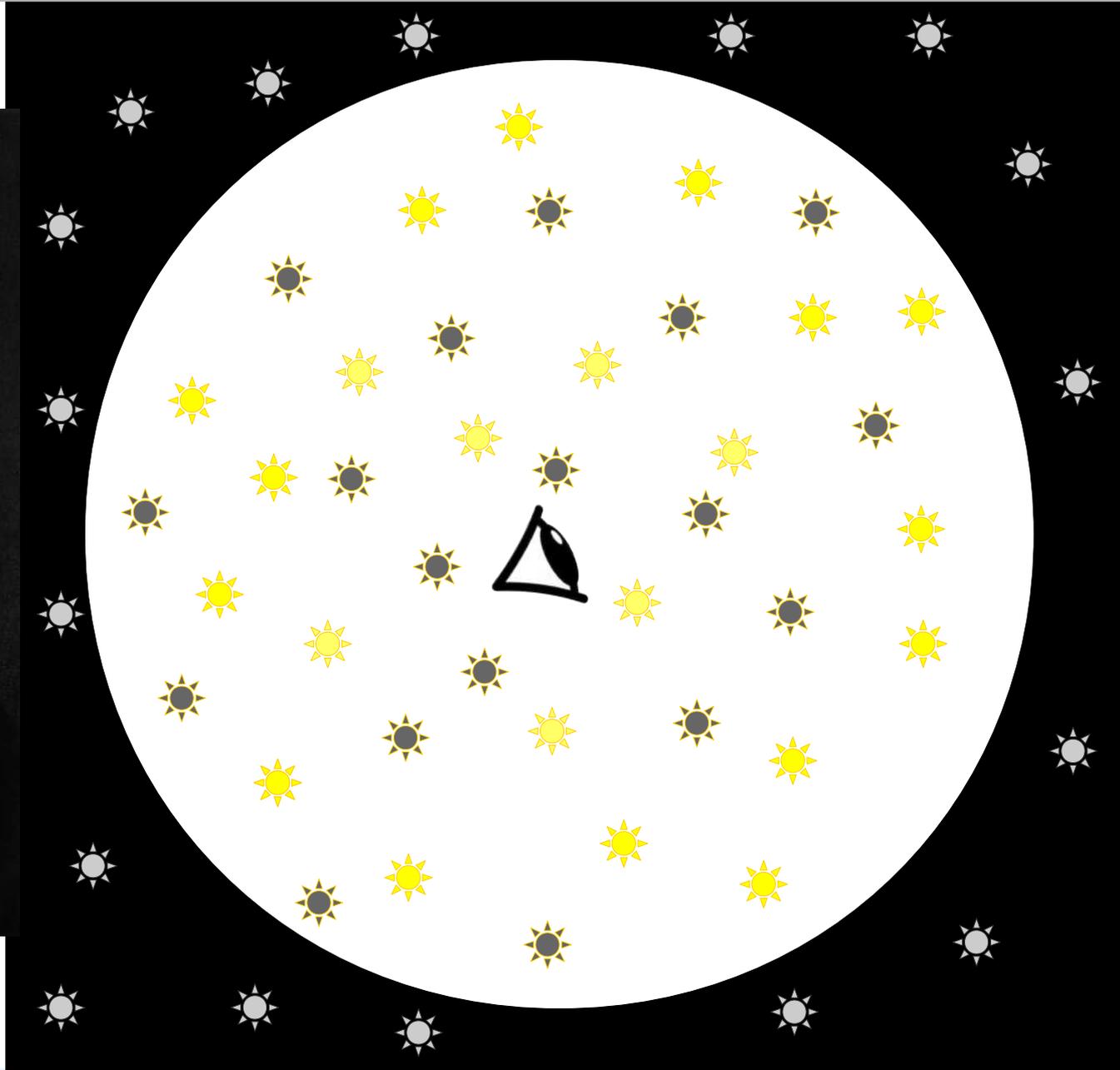


## 2- Poe : un intervenant inattendu !

Lord Kelvin – 1884 → 1901

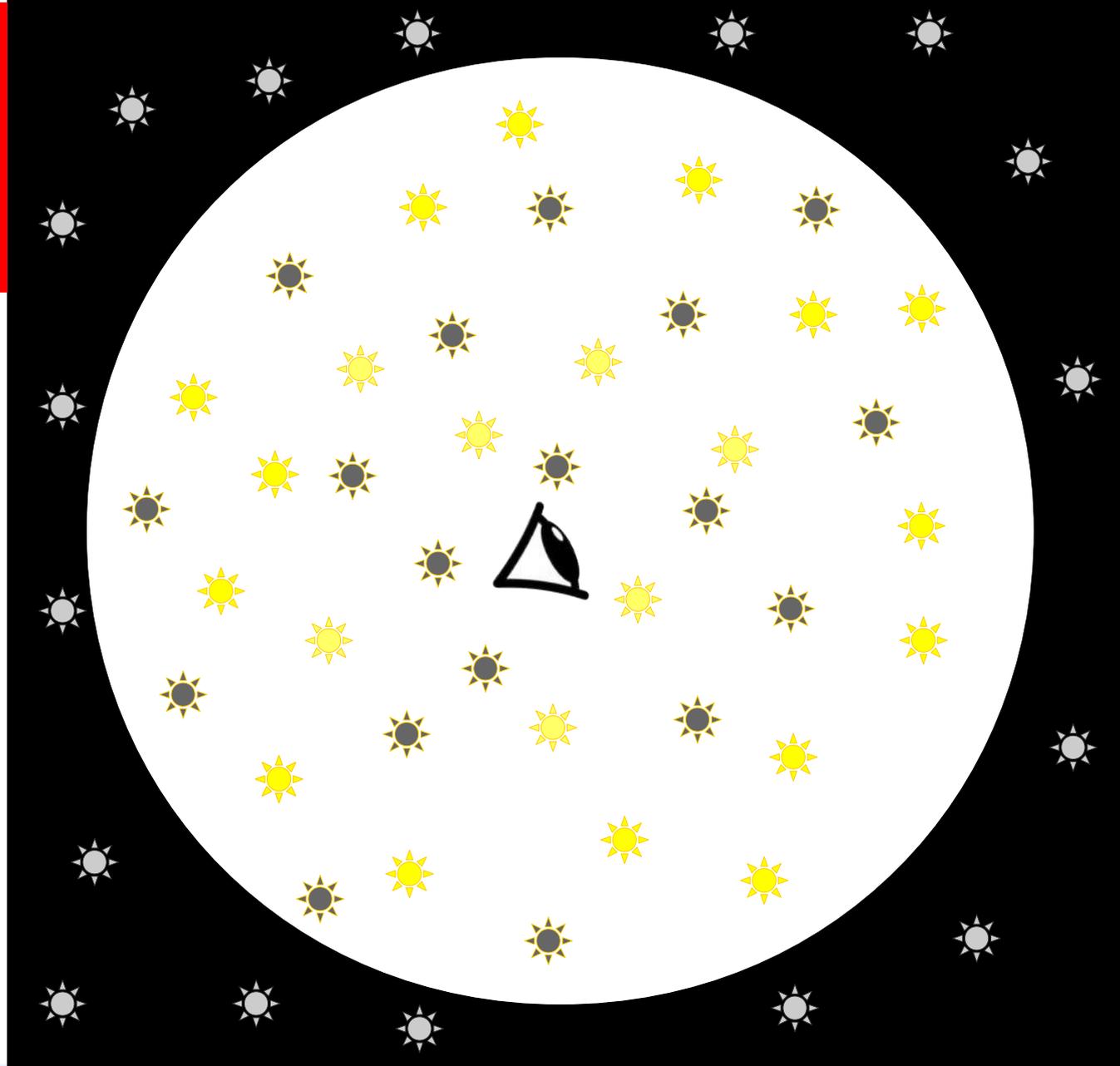


Différentes générations  
d'étoiles



## 2- Poe : un intervenant inattendu !

Solution du Paradoxe :  
Horizon  $\sim 10$  Milliards d'al  
Limite visibilité =  $10^{22}$  al  
→ Pas assez d'étoiles dans  
l'Univers « visible »

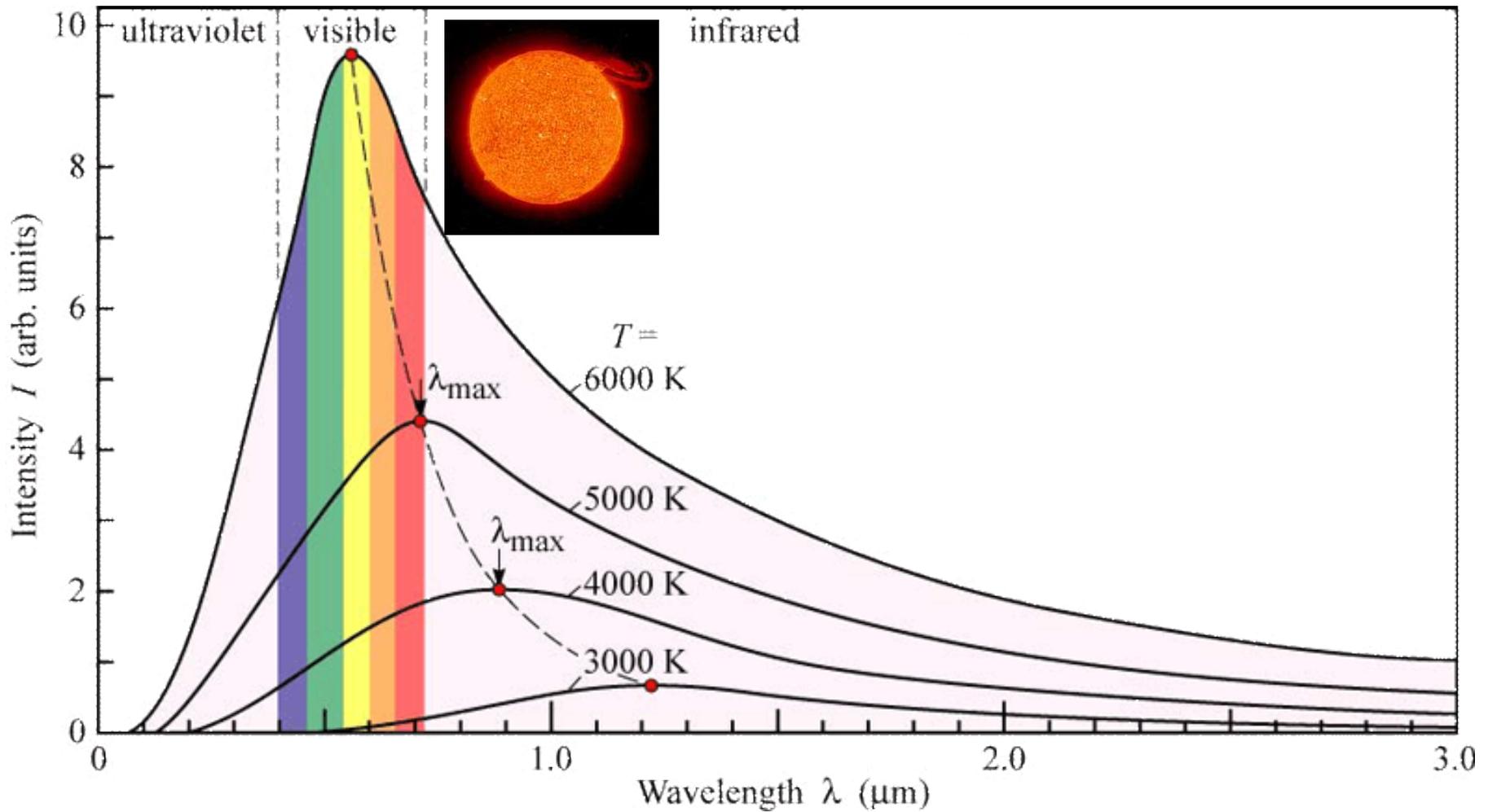


## 2- Une vision moderne du Paradoxe



**Dans le Visible** : Soleil = 1 → Pleine lune  $2 \times 10^{-6}$   
Etoiles visibles  $10^{-5}$   
Fond du ciel  $\sim 10^{-14}$

## 2- Une vision moderne du Paradoxe

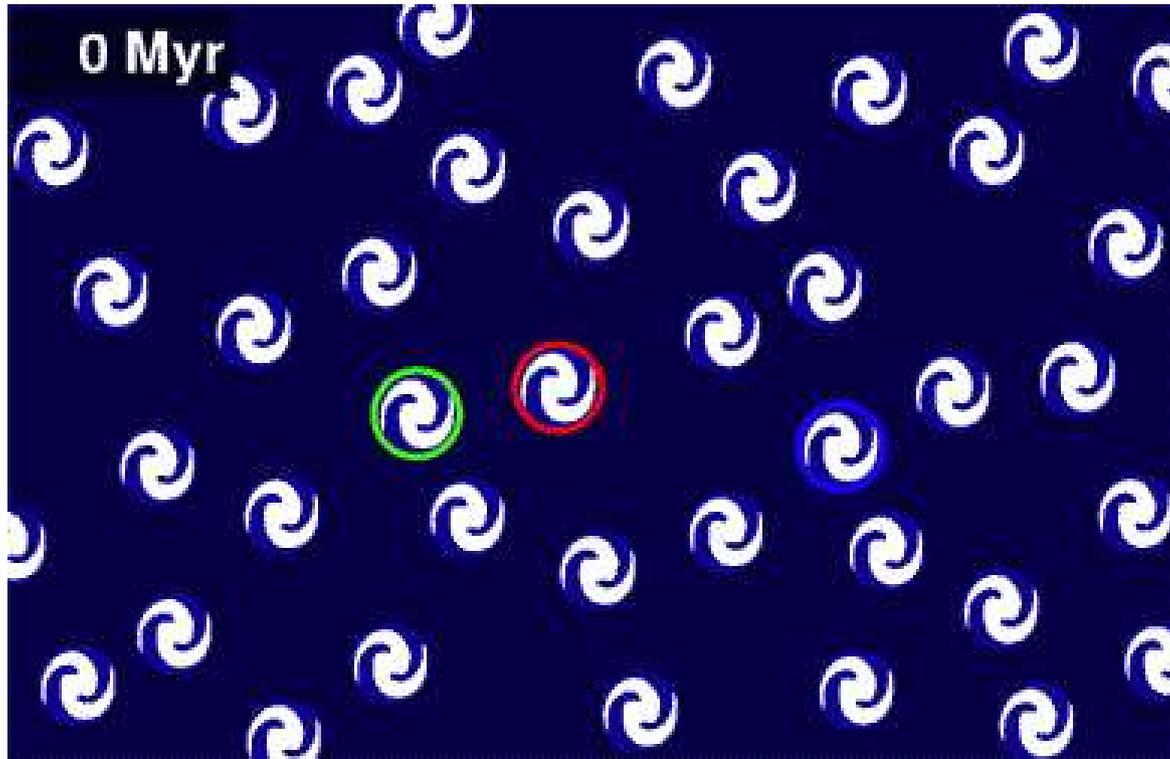


**Dans le Visible :** Soleil = 1  $\rightarrow$  Pleine lune  $2 \times 10^{-6}$   
Etoiles visibles  $10^{-5}$   
Fond du ciel  $\sim 10^{-14}$

## 2- Une vision moderne du Paradoxe

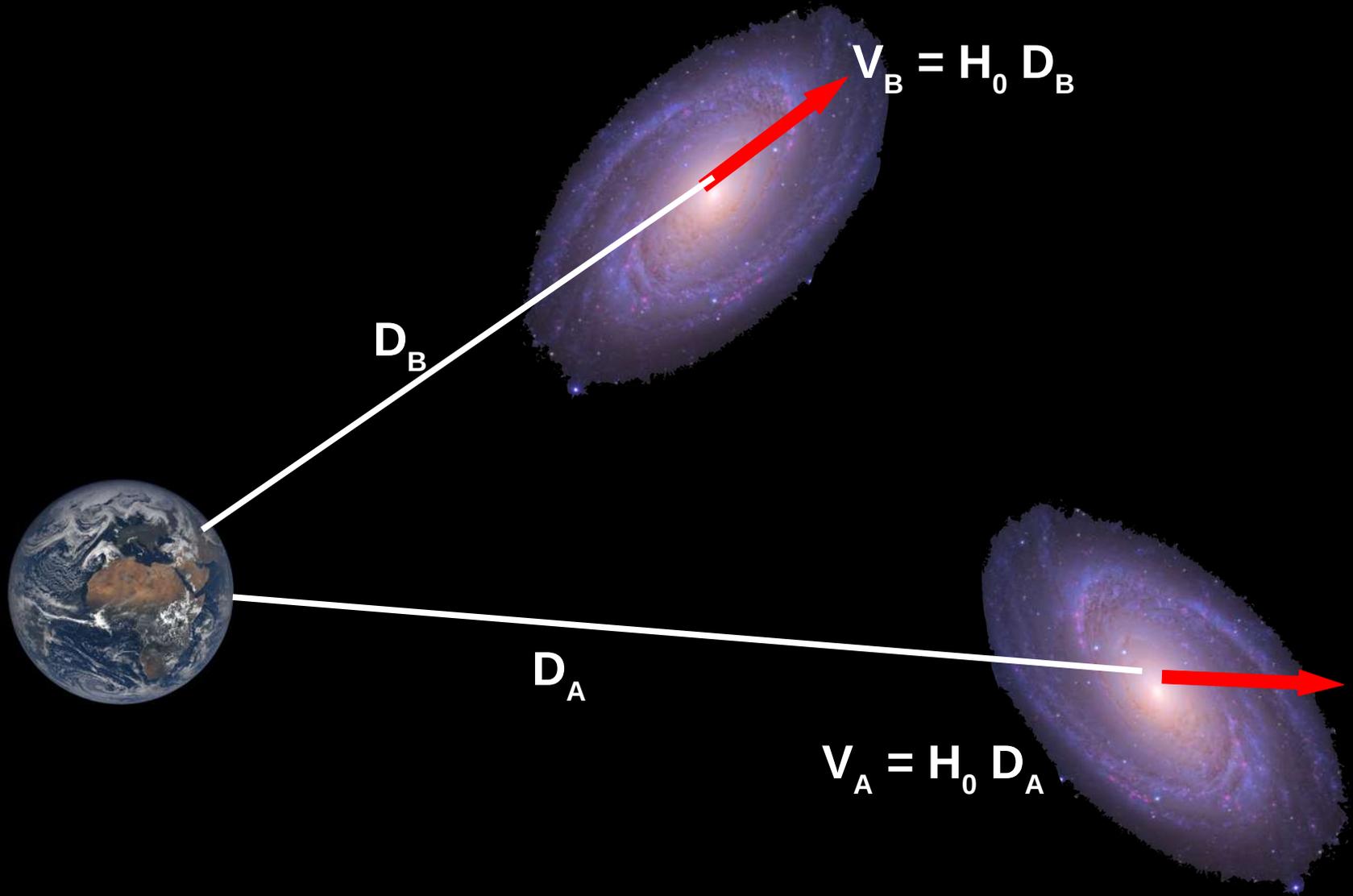
---

Univers en Expansion !

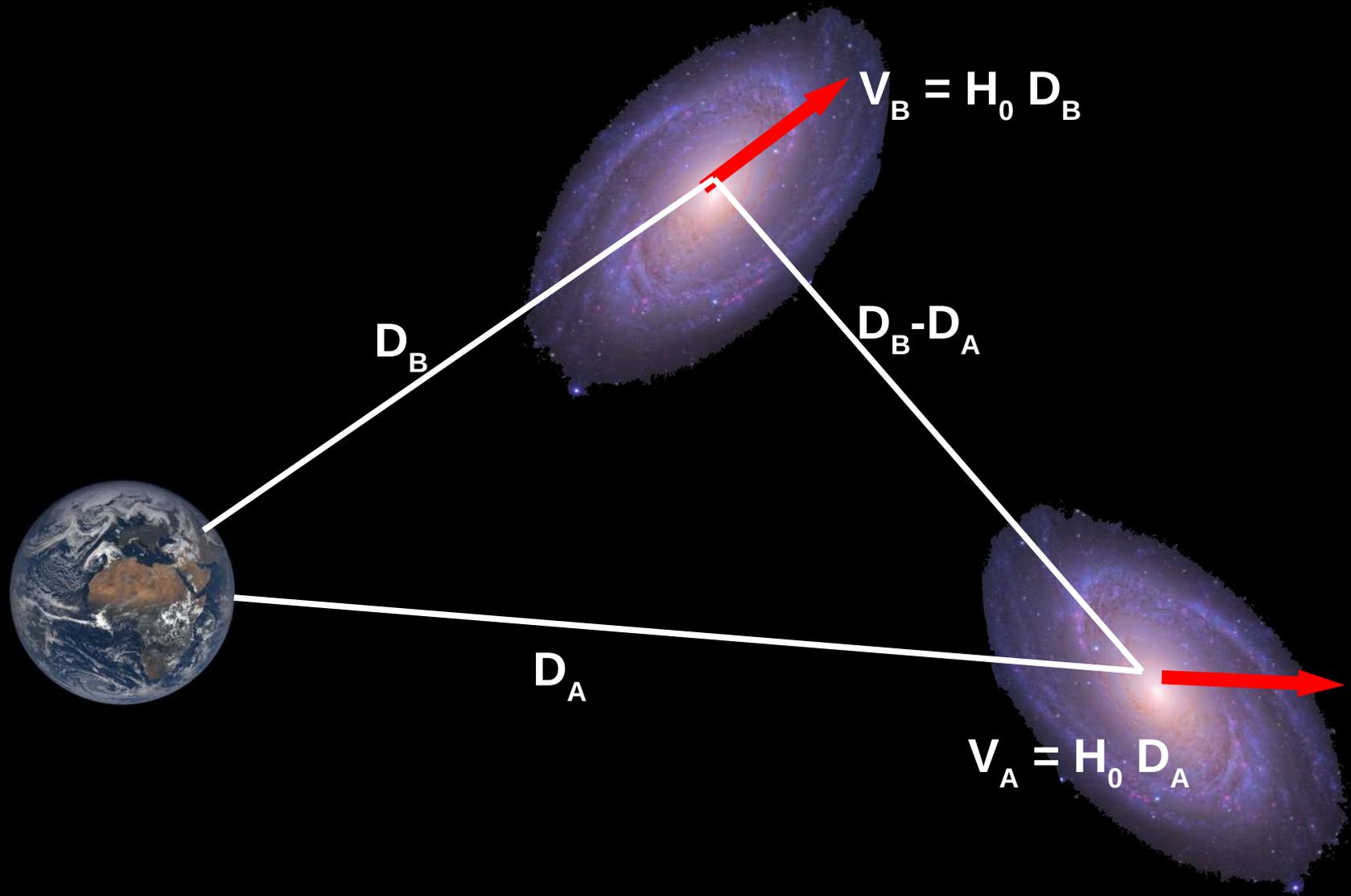


Edwin Hubble, 1929

## 2- Une vision moderne du Paradoxe

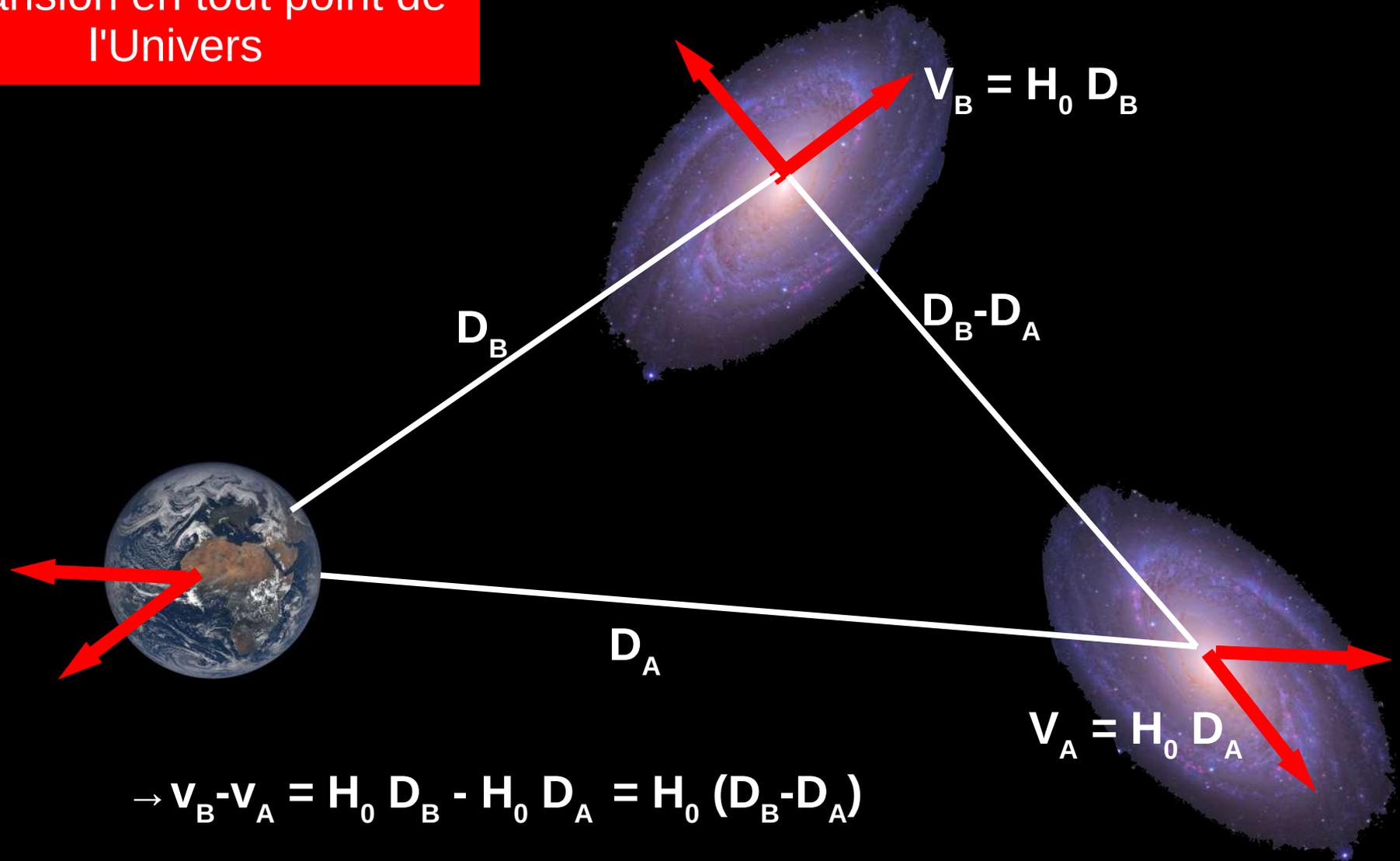


## 2- Une vision moderne du Paradoxe



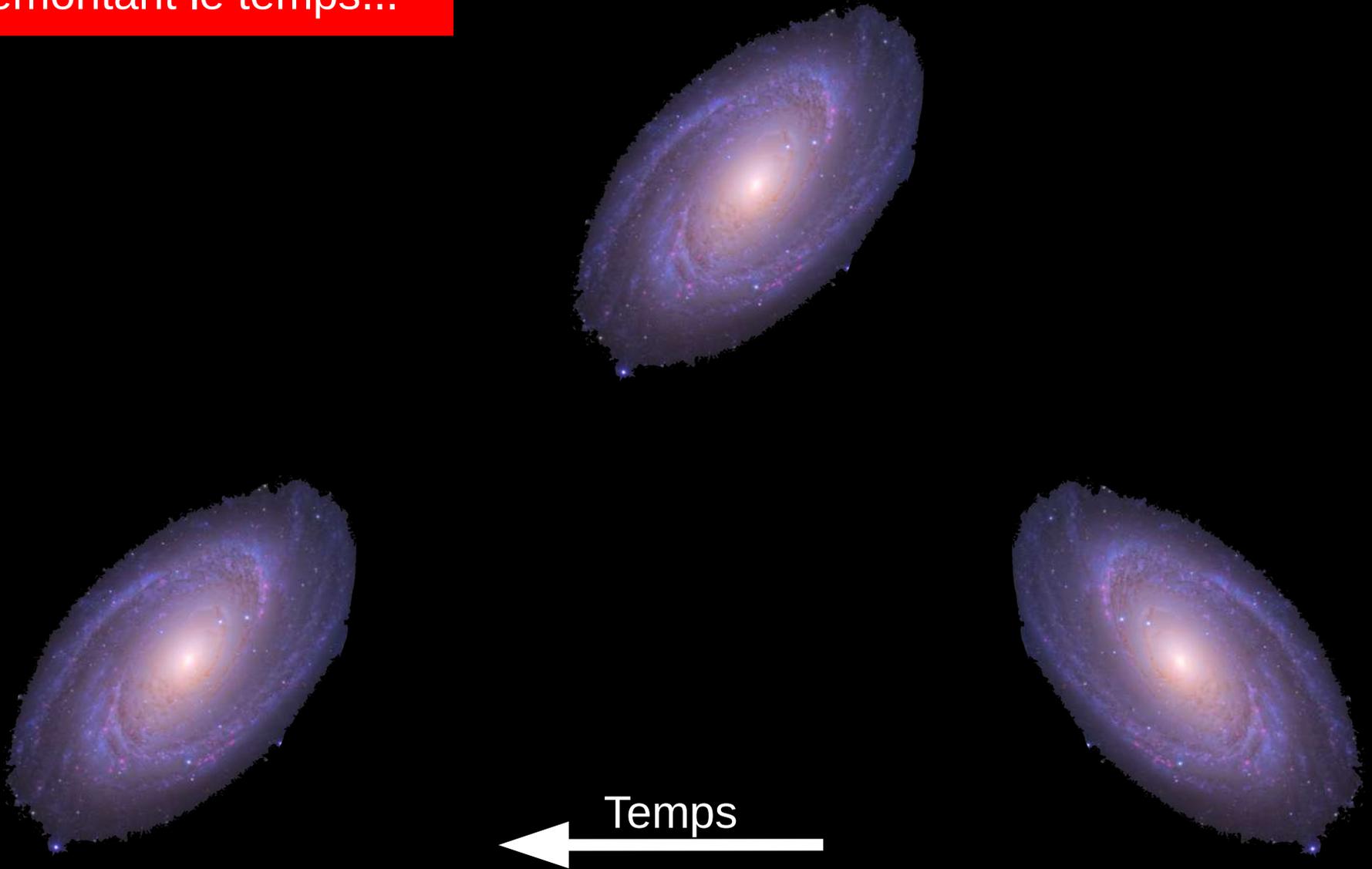
# 2- Une vision moderne du Paradoxe

Expansion en tout point de l'Univers



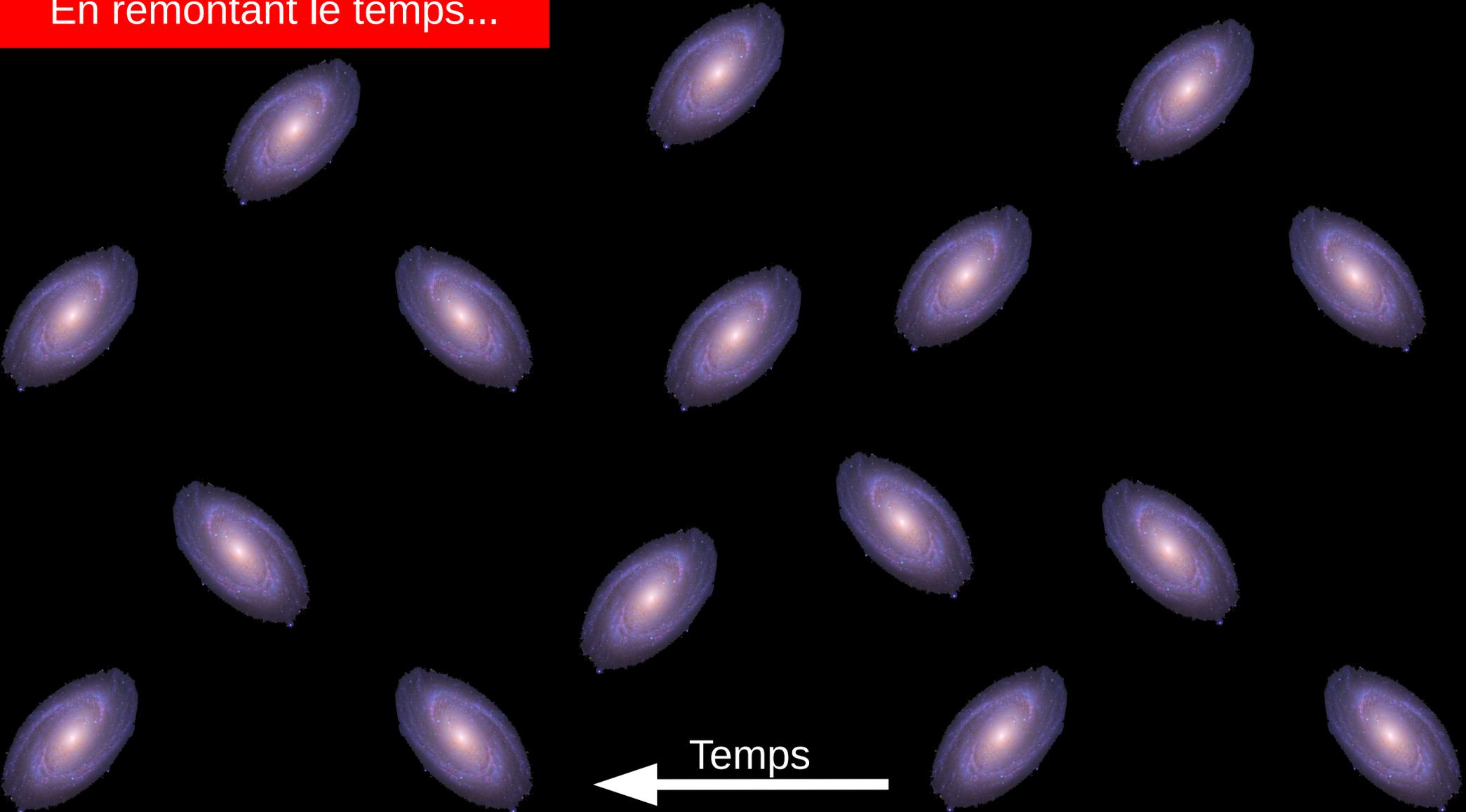
## 2- Une vision moderne du Paradoxe

En remontant le temps...



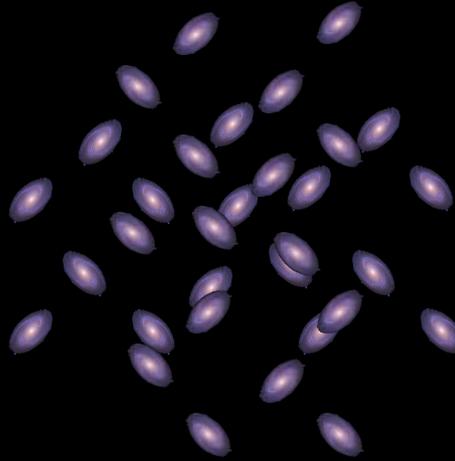
## 2- Une vision moderne du Paradoxe

En remontant le temps...



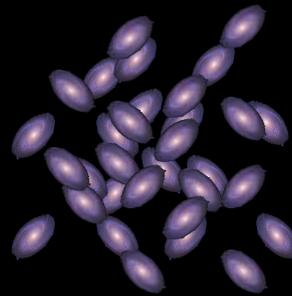
## 2- Une vision moderne du Paradoxe

En remontant le temps...



## 2- Une vision moderne du Paradoxe

En remontant le temps...



## 2- Une vision moderne du Paradoxe

En remontant le temps...

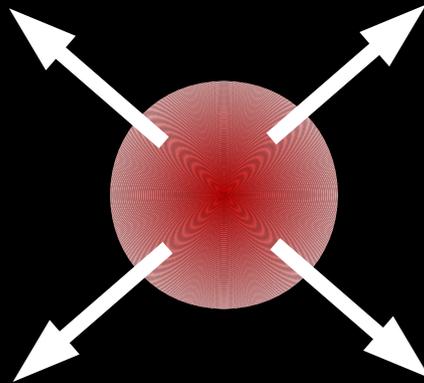


Un Univers dense et chaud  
« Big-Bang »



## 2- Une vision moderne du Paradoxe

Laissons l'Univers évoluer



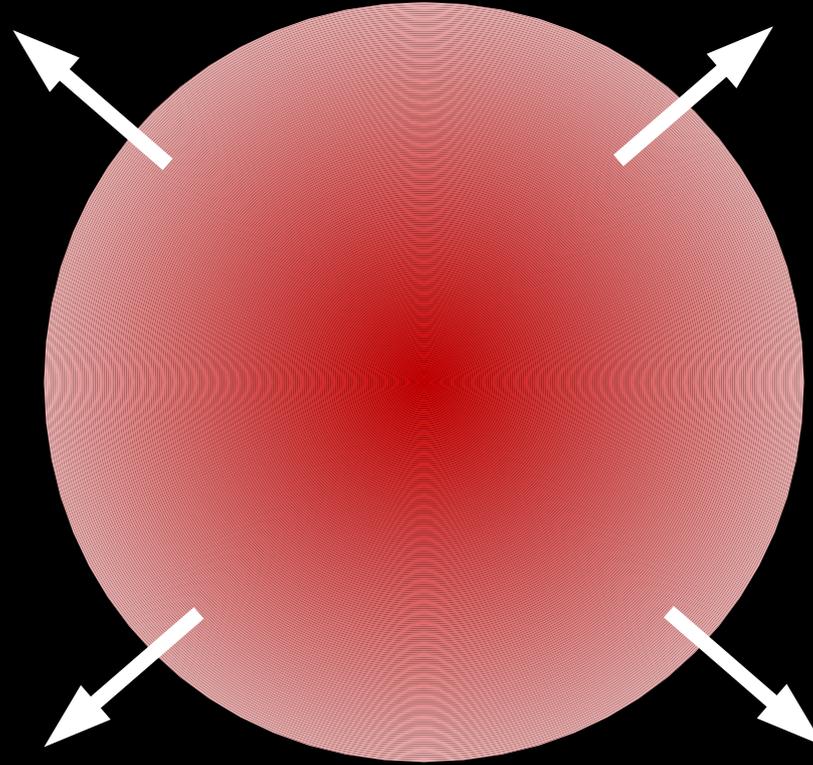
Matière et Lumière liées

Temps



## 2- Une vision moderne du Paradoxe

Laissons l'Univers évoluer

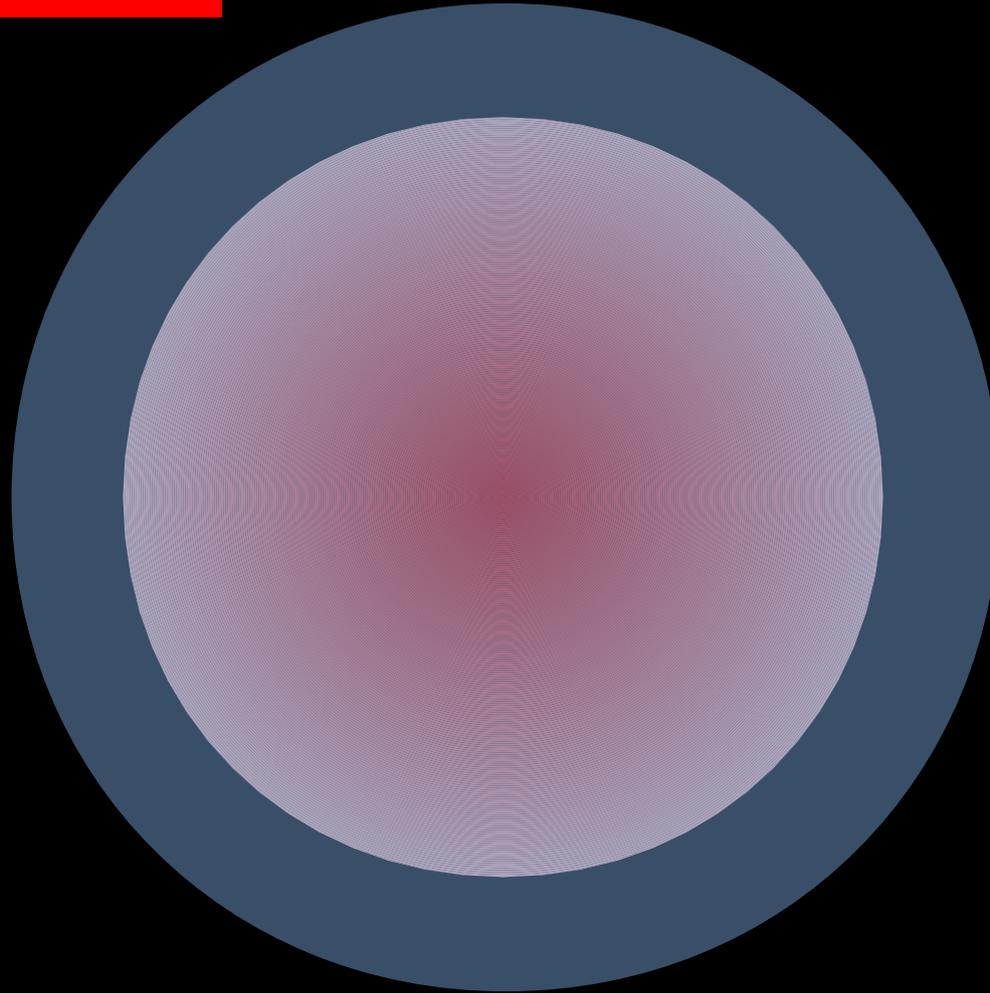


Matière et Lumière liées  
→ l'Univers se refroidit

Temps →

## 2- Une vision moderne du Paradoxe

Laissons l'Univers évoluer



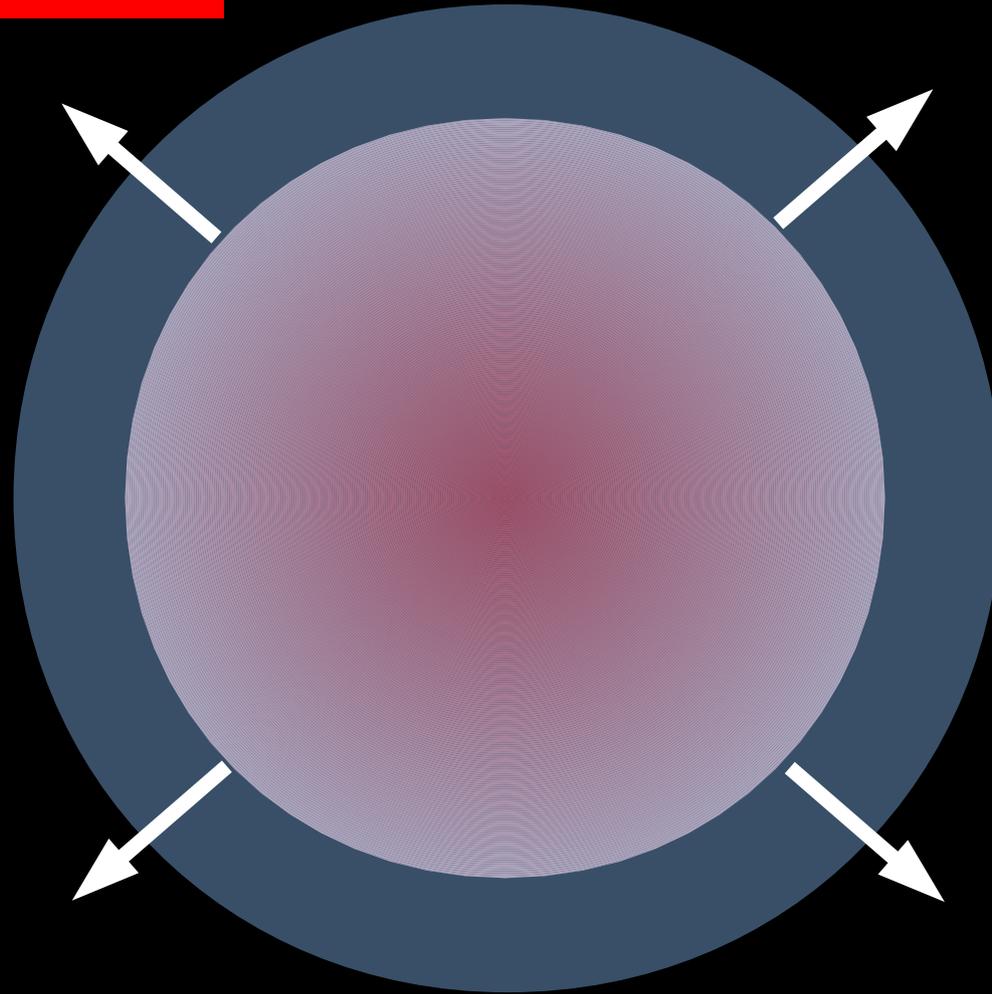
Temps

A  $\sim 3000\text{K}$ , Lumière et Matière se découplent



## 2- Une vision moderne du Paradoxe

Laissons l'Univers évoluer



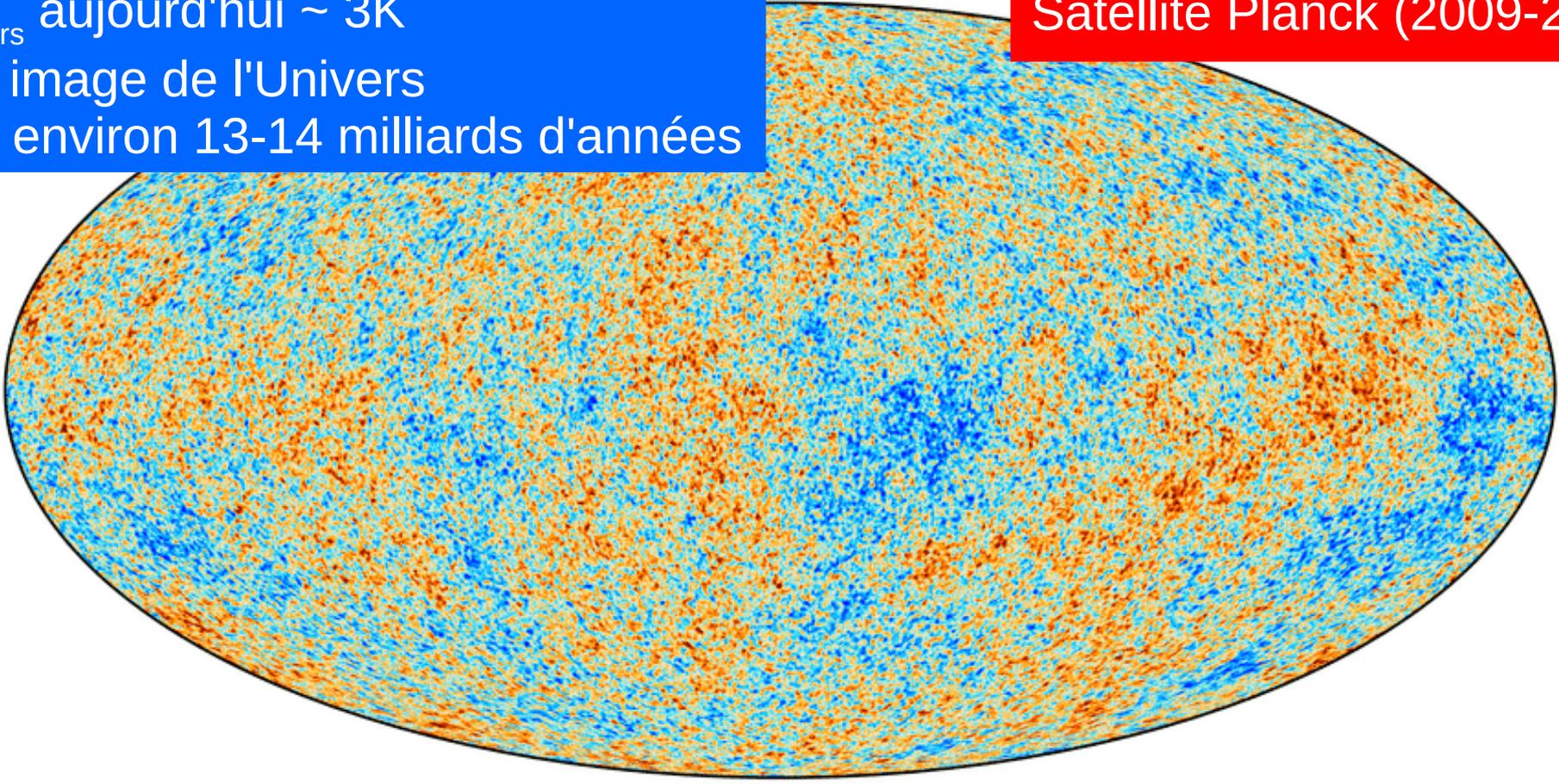
L'expansion continue  
→ 1ère lumière de l'Univers refroidit encore

Temps →

## 2- Une vision moderne du Paradoxe

$T_{\text{Univers}}$  aujourd'hui  $\sim 3\text{K}$   
1ère image de l'Univers  
il y a environ 13-14 milliards d'années

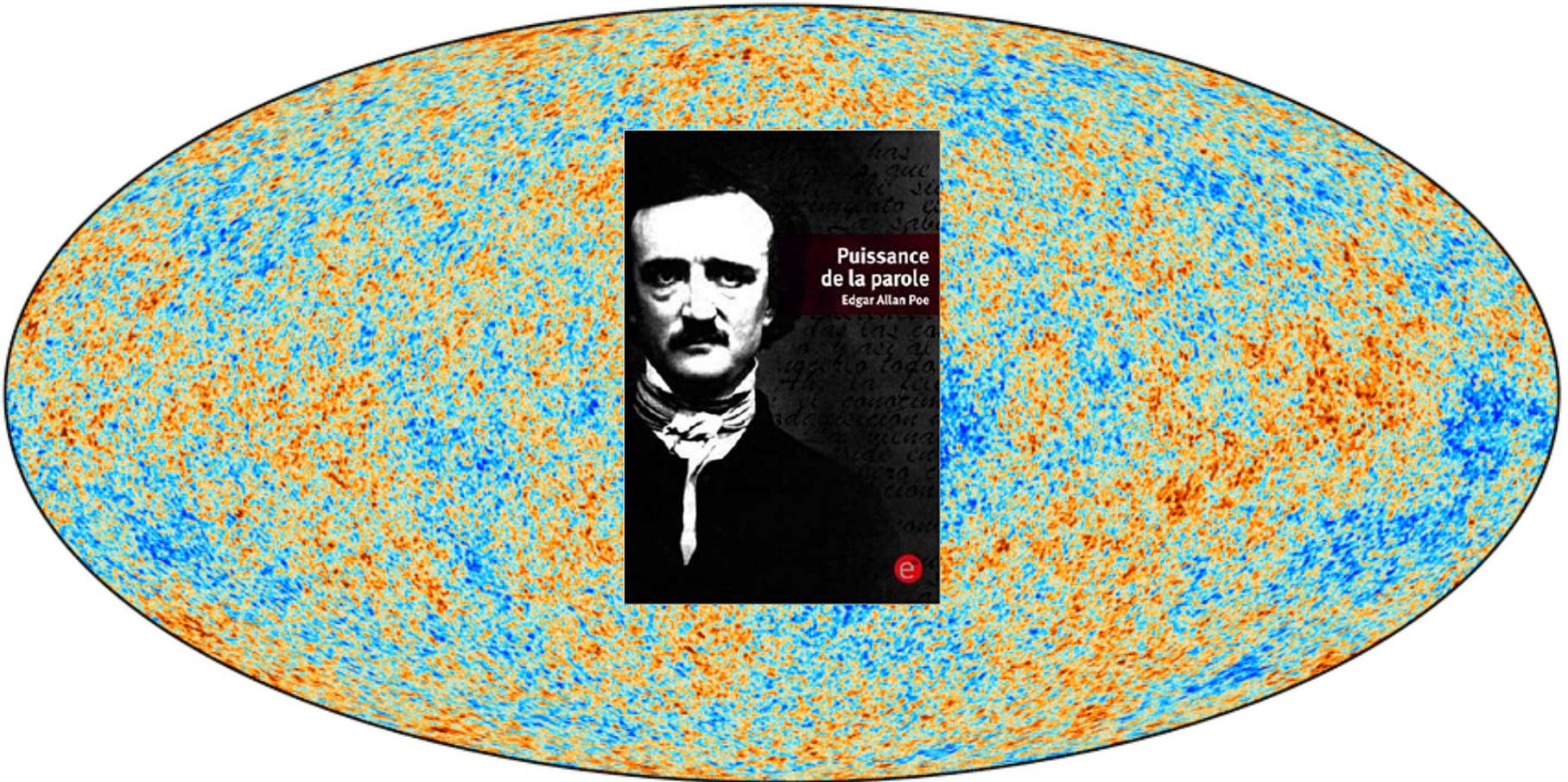
Satellite Planck (2009-2018)



Intensité Fond du ciel  $\sim 10^{-14}$   
Intensité Fond de ciel « relique »  $\sim 10^{-8}$  Soleil mais domaine « micro-onde »

## 2- Une vision moderne du Paradoxe avec Poe

---



*Agathos - Plonge ton regard dans les lointains de l'abîme ! Que ton oeil s'efforce de pénétrer ces innombrables perspectives d'étoiles, pendant que nous glissons lentement à travers, – encore, – et encore, – et toujours ! La vision spirituelle elle-même n'est-elle pas absolument arrêtée par les **murs d'or circulaires** de l'univers, – ces murs faits de myriades de corps brillants qui se fondent en une incommensurable unité ? - **Puissance de la Parole, 1845***



## 2- Une vision moderne du Paradoxe avec Poe

---



## 2- Une vision moderne du Paradoxe avec Poe

---



## 2- Une vision moderne du Paradoxe avec Poe

---



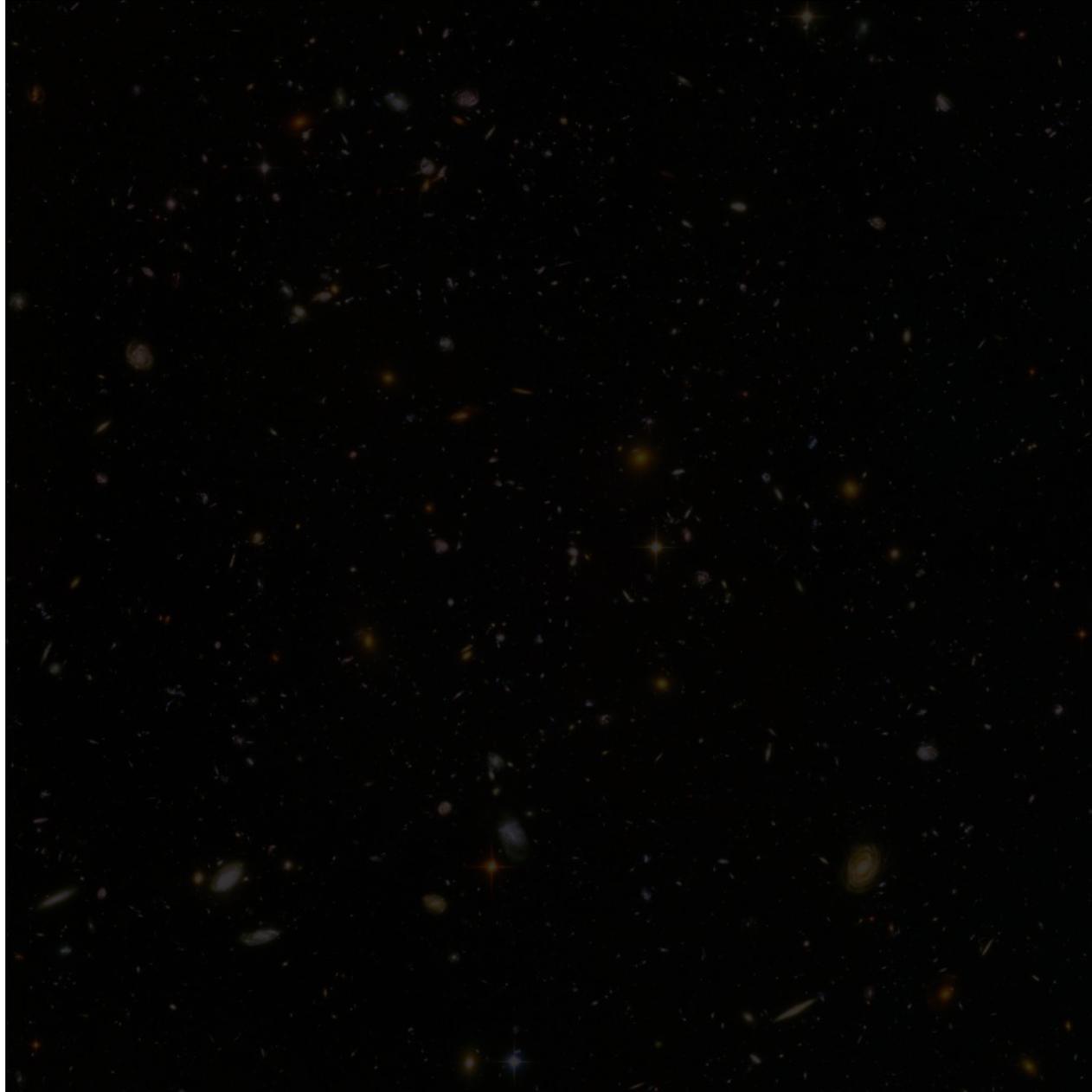
## 2- Une vision moderne du Paradoxe avec Poe

---



## 2- Une vision moderne du Paradoxe avec Poe

---



# Références

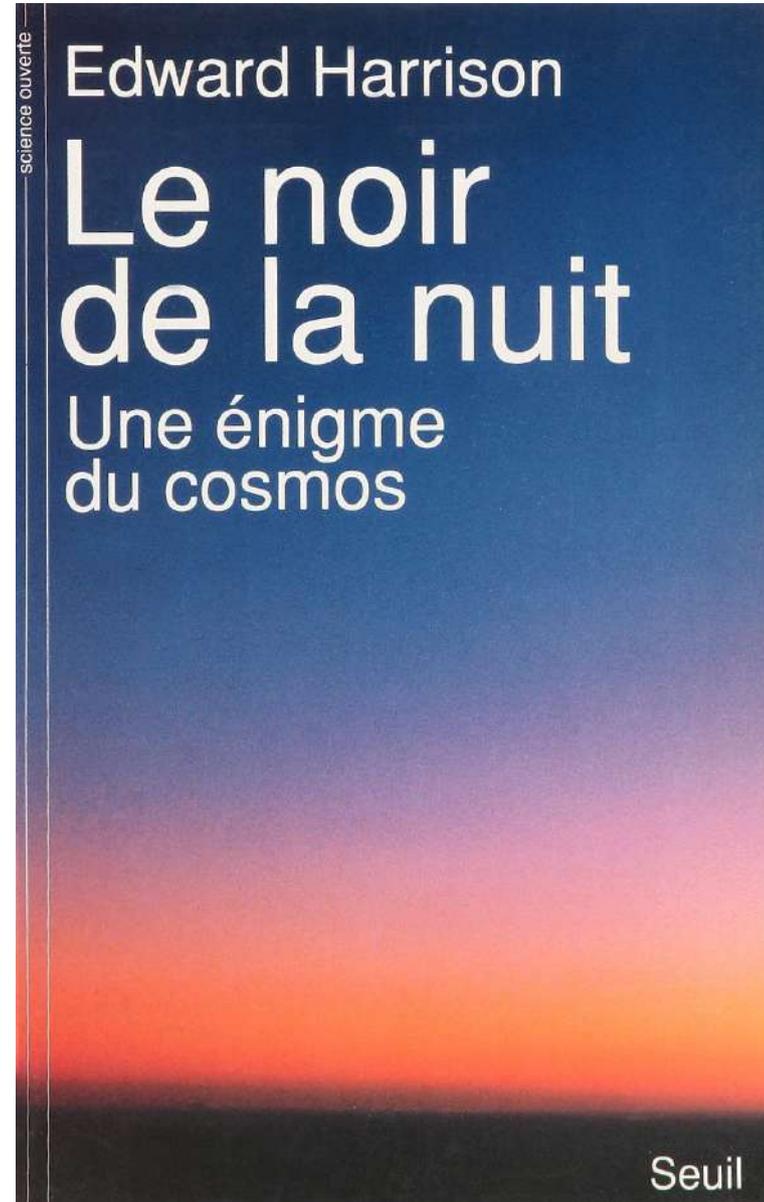
Galilée

Leçons  
sur l'Enfer de Dante



Traduit par Lucette Degryse  
Postface de Jean-Marc Lévy-Leblond

Fayard



Edward Harrison

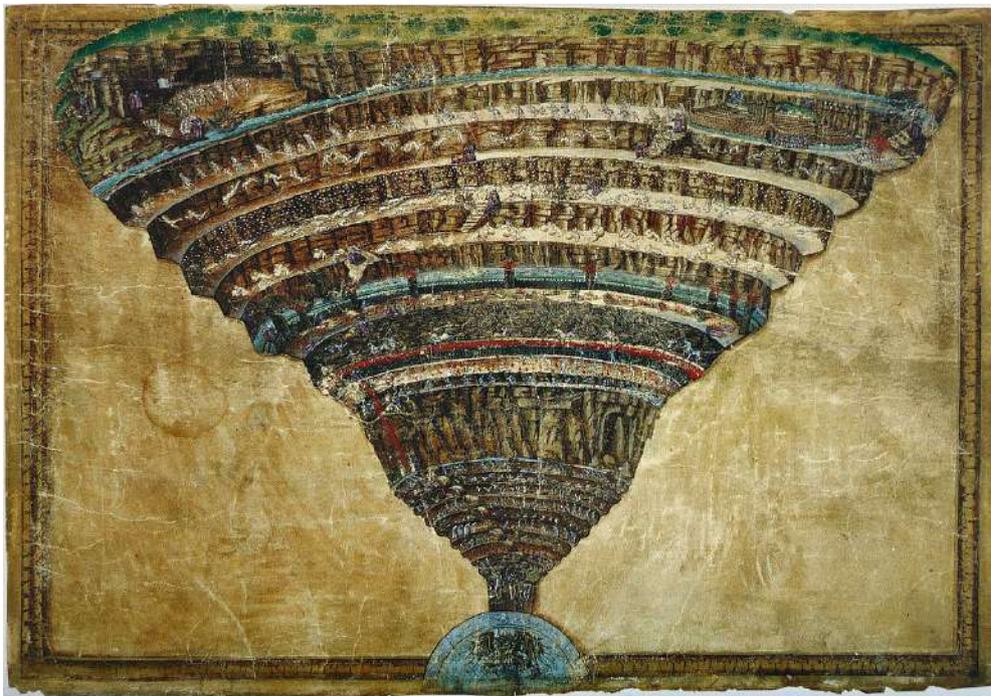
Le noir  
de la nuit

Une énigme  
du cosmos

Seuil

## 5- De l'Enfer et du Ciel

Une enquête sur l'Enfer de Dante & l'Univers de Poe...



**EUREKA**  
C'est avec une humilité non affectée, —  
— c'est même avec un sentiment d'effroi,  
— que j'écris la phrase d'ouverture de  
cet ouvrage; car de tous les sujets imaginables,  
celui que j'offre au lecteur est le plus solennel,  
le plus vaste, le plus difficile, le plus auguste.

1 – L'Enfer de Dante vu par Galilée (1588)

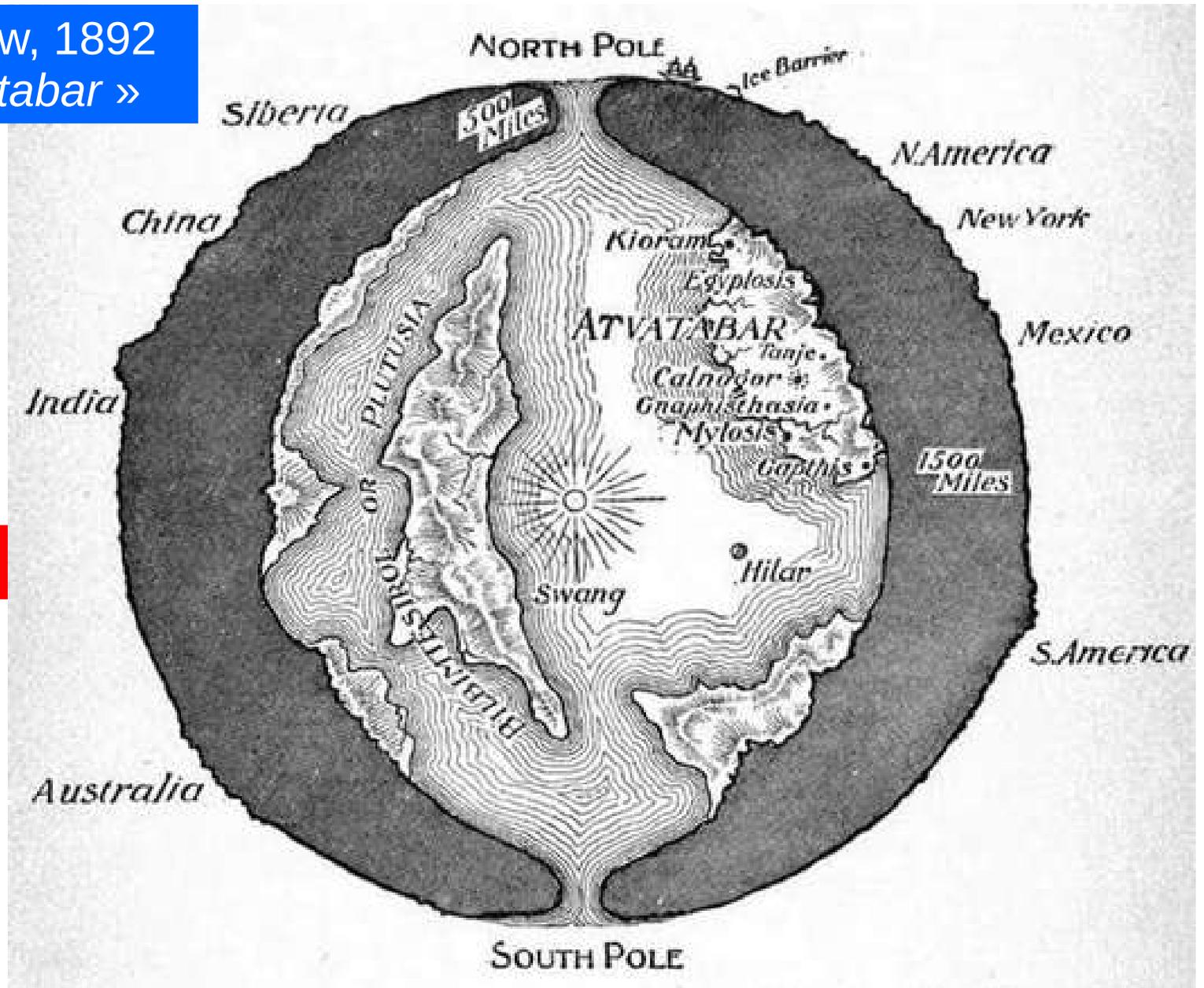
2 – Le Ciel et l'Univers vu par Edgar Allan Poe (1848)

3 – S'il reste du temps : De la Terre Creuse à la Terre Plate...

# 3- De la Terre Creuse à la Terre Plate

William R. Bradshaw, 1892  
« La déesse d'Atvatabar »

Fiction



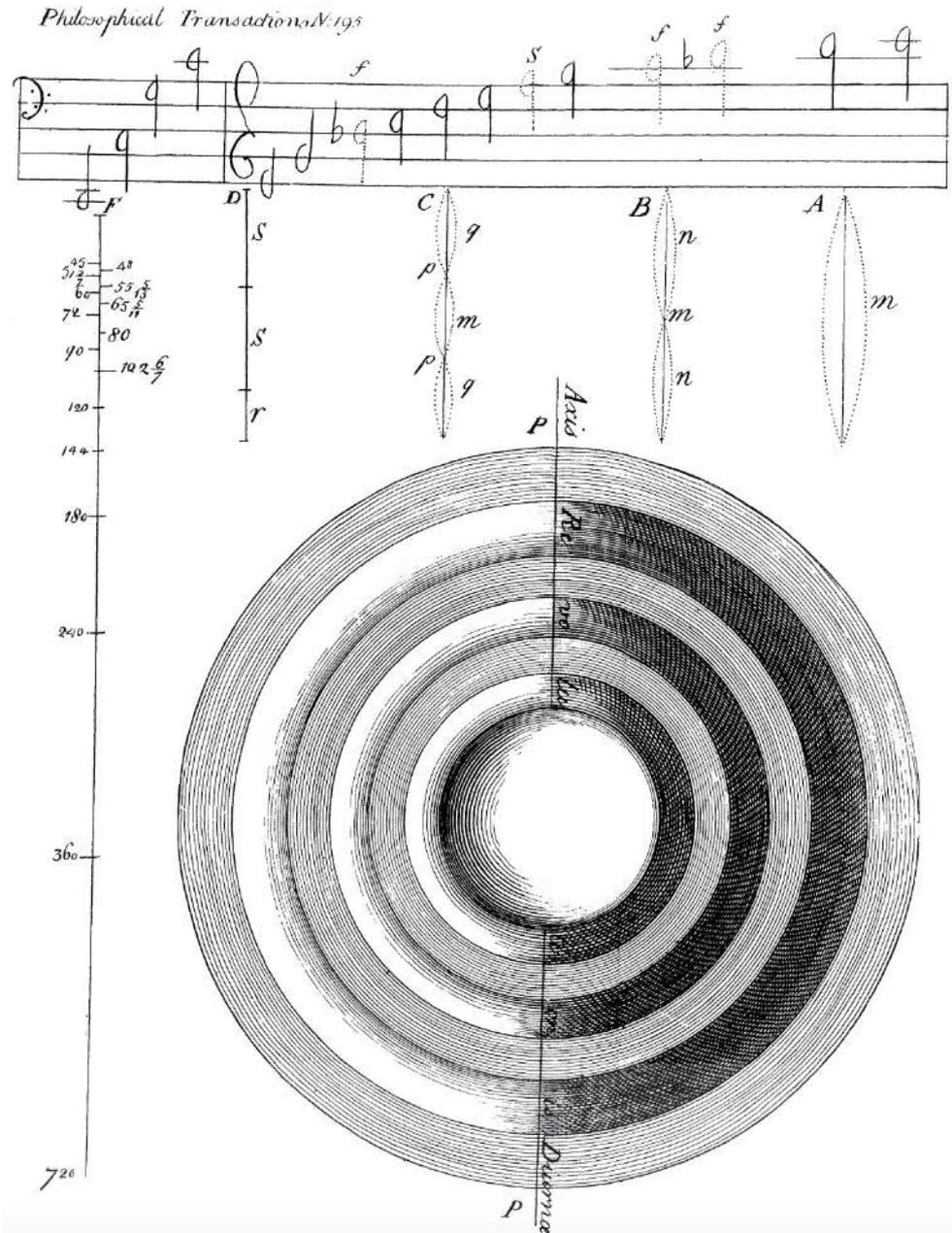
# 3- De la Terre Creuse à la Terre Plate

*An Account of the cause of the Change of the Variation of the **Magnetical Needle**; with an Hypothesis of the Structure of the Internal parts of the Earth : as it was proposed to the Royal Society in one of their late Meetings. By Edm. Halley.*

**S**OME years since I published in these Transactions, (Numb. 148,) a Theory of the Variation of the Magnetical Compass, wherein having collected as many Observations as at that time I could procure, and having

Edmund Halley, 1692

Science



# 3- De la Terre Creuse à la Terre Plate

*Speculations in Science and Technology, Vol. 6, No. 1 (1983) - p.81-89*

81

## A GEOCOSMOS: MAPPING OUTER SPACE INTO A HOLLOW EARTH

MOSTAFA A. ABDELKADER

25 Sh. Champollion, Alexandria, Egypt.

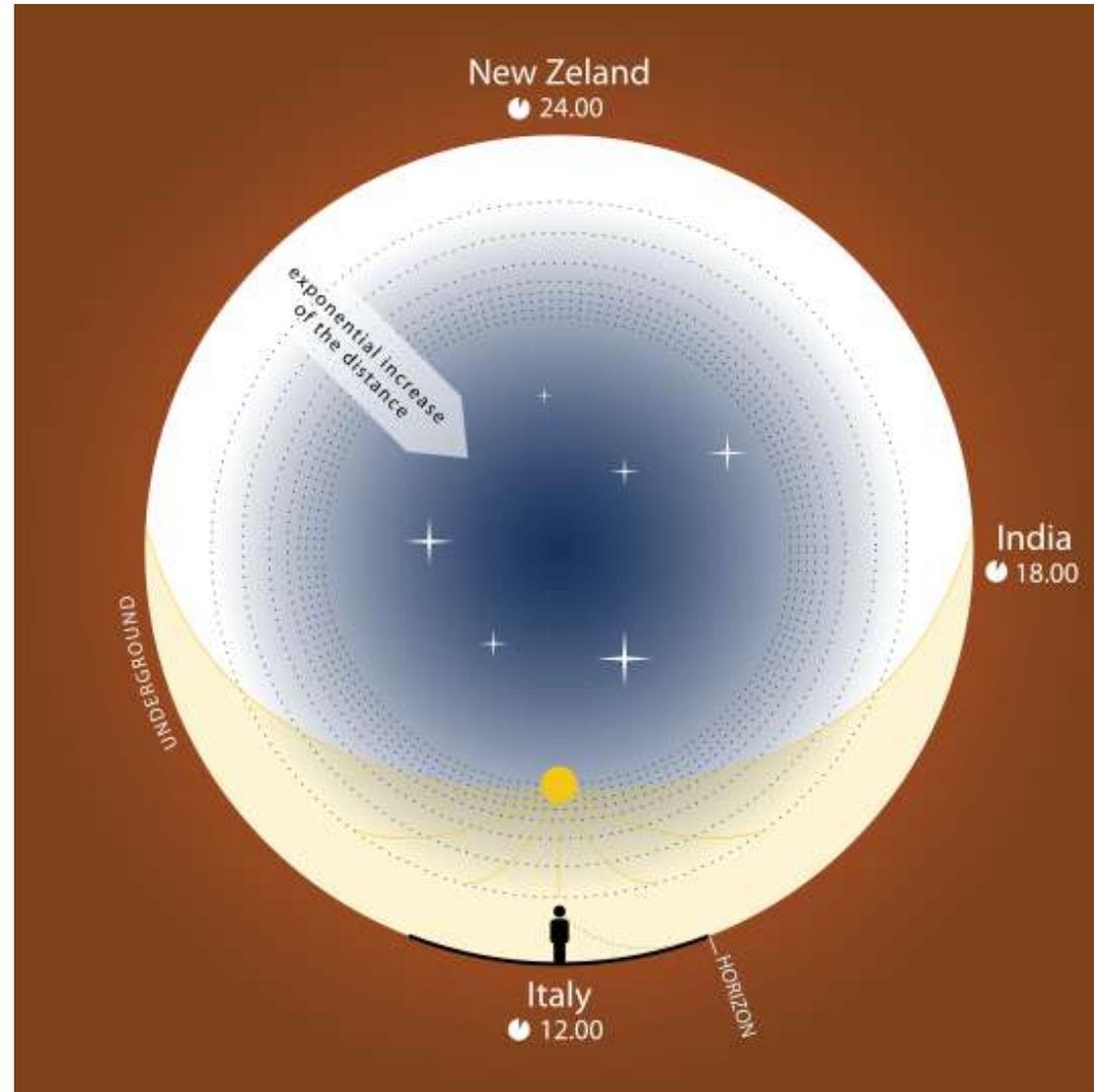
Received: 20 August 1981

### Abstract

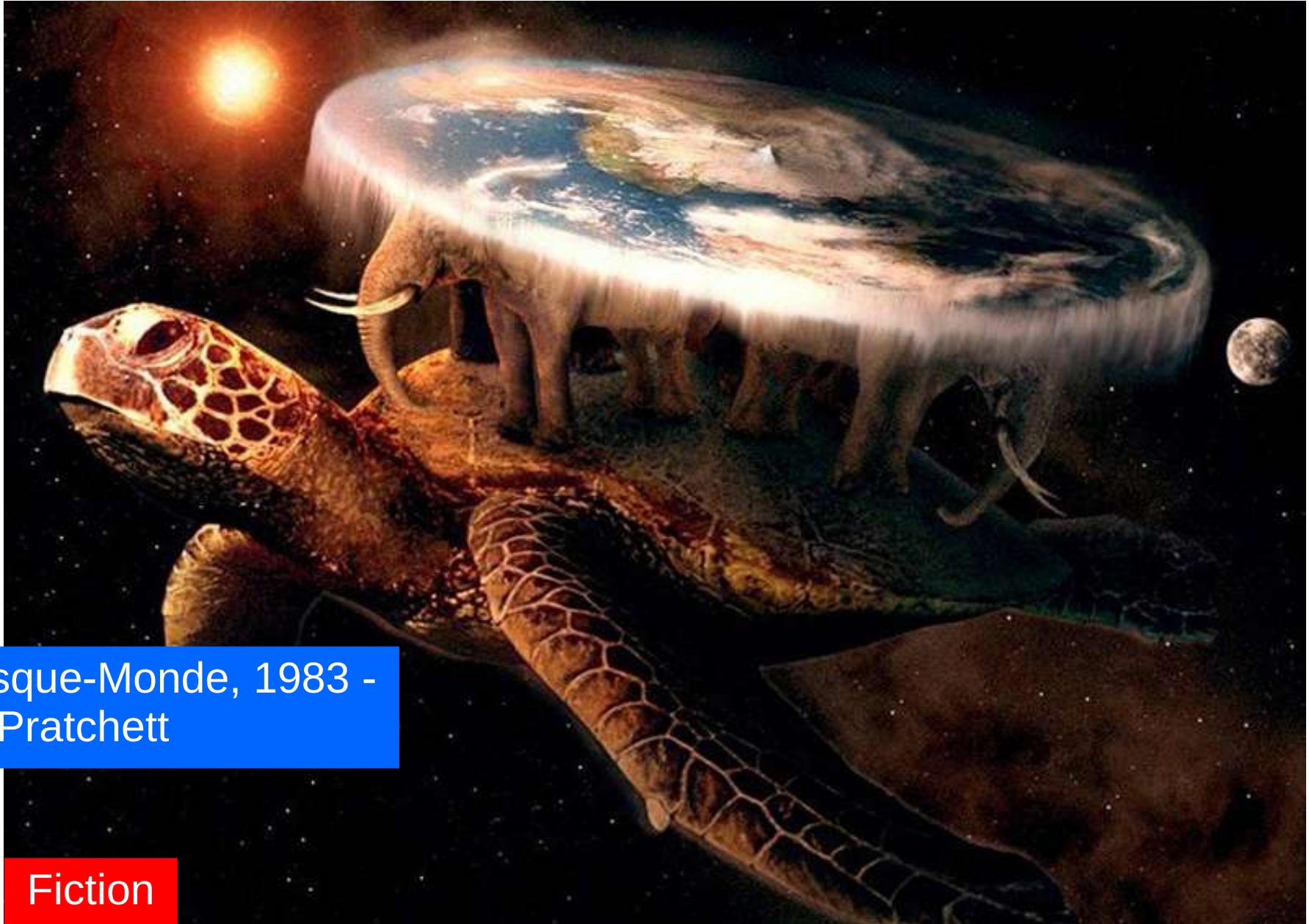
We regard the earth's surface as a sphere and apply a purely mathematical mapping taking outer space in the Copernican universe (C) into a hollow earth, Geocosmos (G). The enormous galaxies and other remote objects are mapped inside as microscopic objects, and our moon as by far the largest of the celestial objects, all of which revolve daily around the earth's axis. Straight rays of light are mapped as arcs of circles, so that all celestial phenomena appear to inside observers in G just as they do to outside observers in C. We next consider the hypothesis that, conversely, our actual universe is this finite G. Then there seems to be no way of testing this, except by drilling a hole right through the earth's centre. However, in C the origin of cosmic rays of super-high energies is very controversial, whereas in G it is unequivocal. The idea of G was first conceived qualitatively by Karl E. Neupert in 1900; our revival is somewhat different. The main appeal of G stems from the very grave difficulty of believing in the fantastic vastness of C, and the consequent reduction of the earth to an infinitesimal.

M. Abdelkader, 1982

Pour répondre à quel problème scientifique ?



# 3- De la Terre Creuse à la Terre Plate



Le Disque-Monde, 1983 -  
Terry Pratchett

Fiction

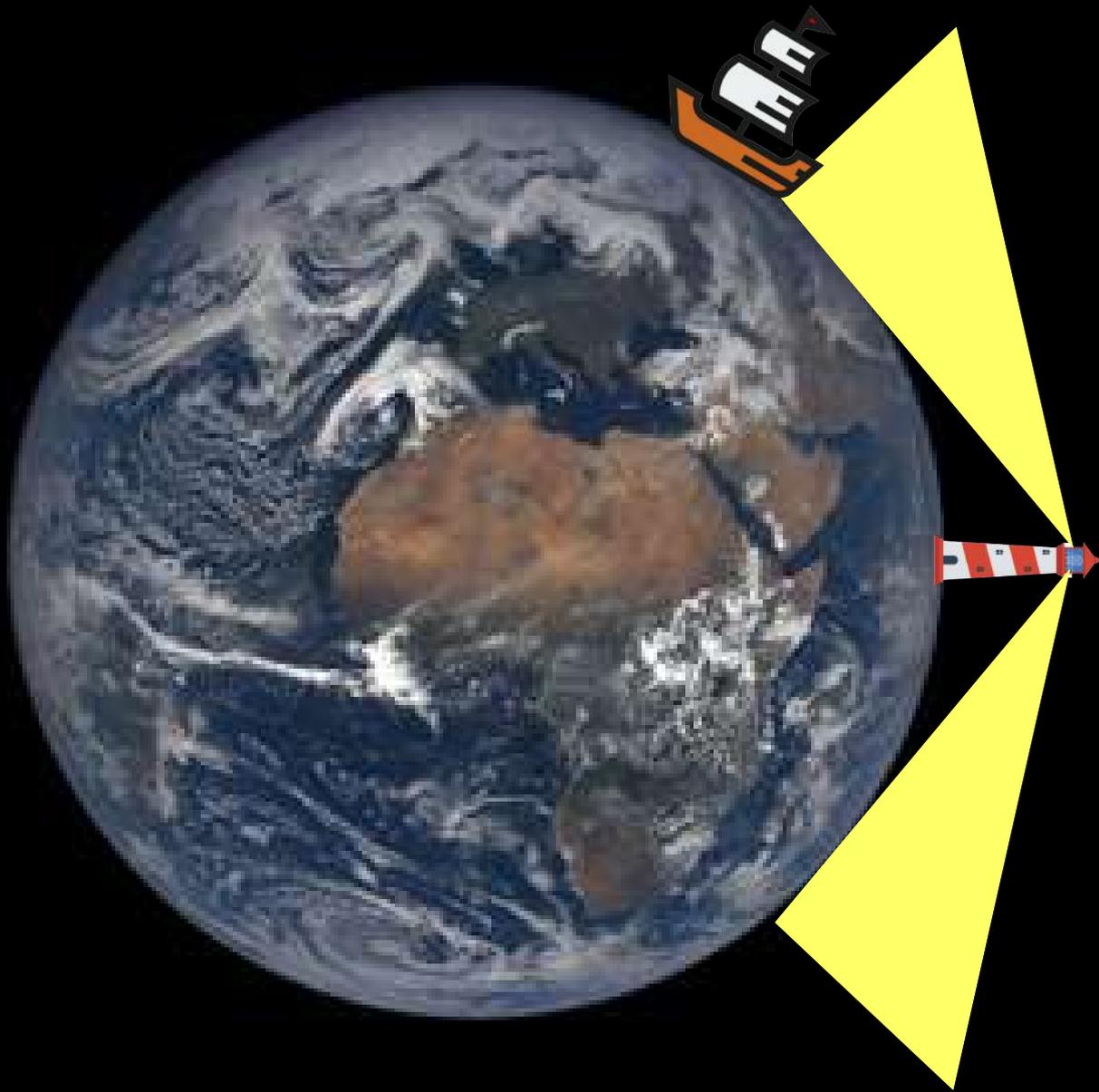


# 3- De la Terre Creuse à la Terre Plate

---

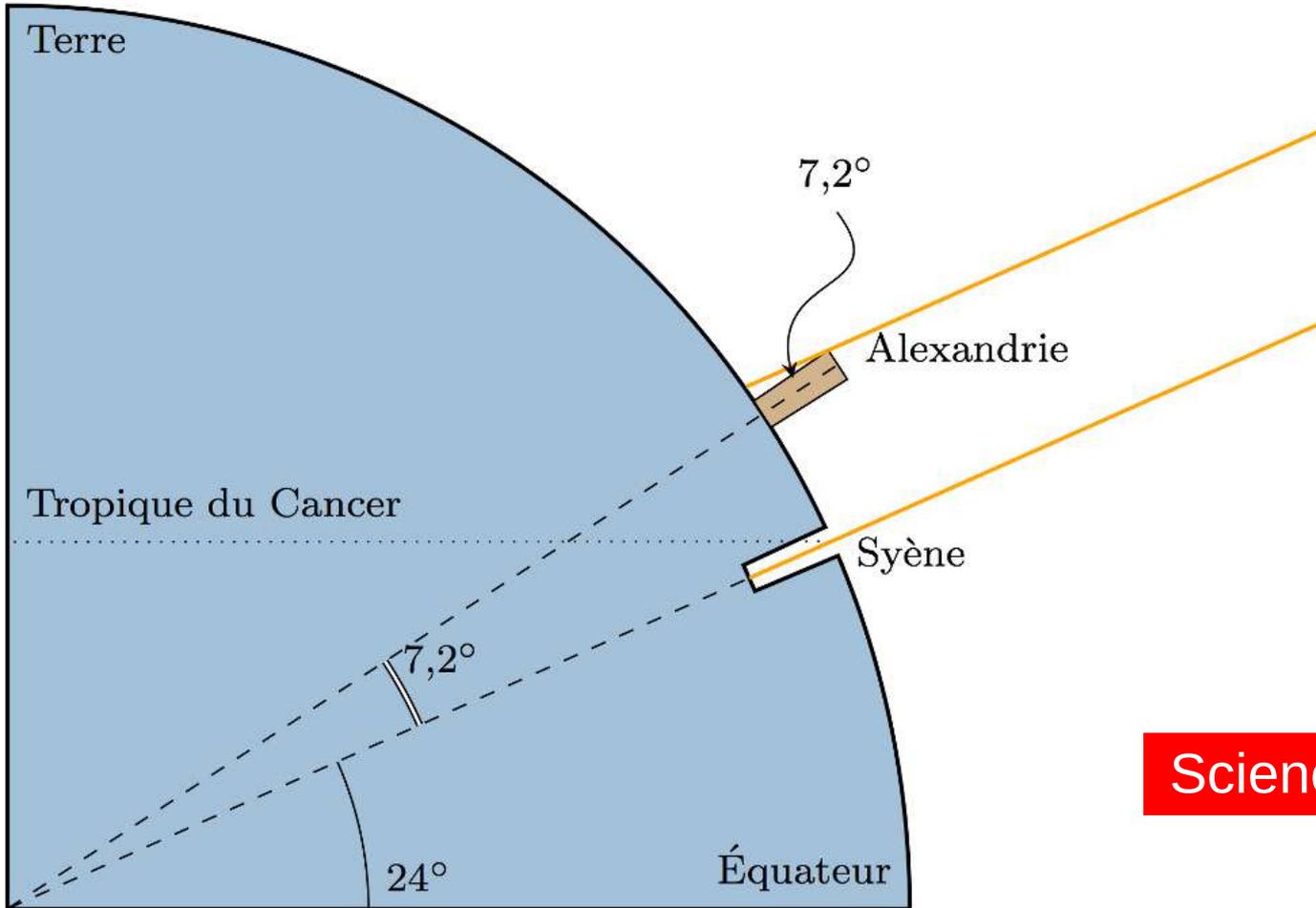
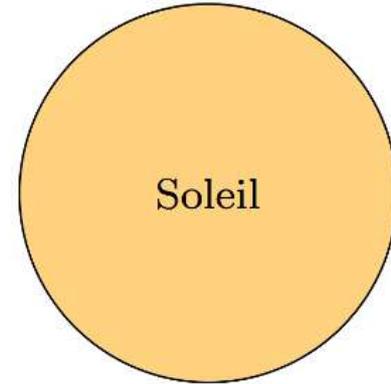


# 3- De la Terre Creuse à la Terre Plate





# 3- De la Terre Creuse à la Terre Plate

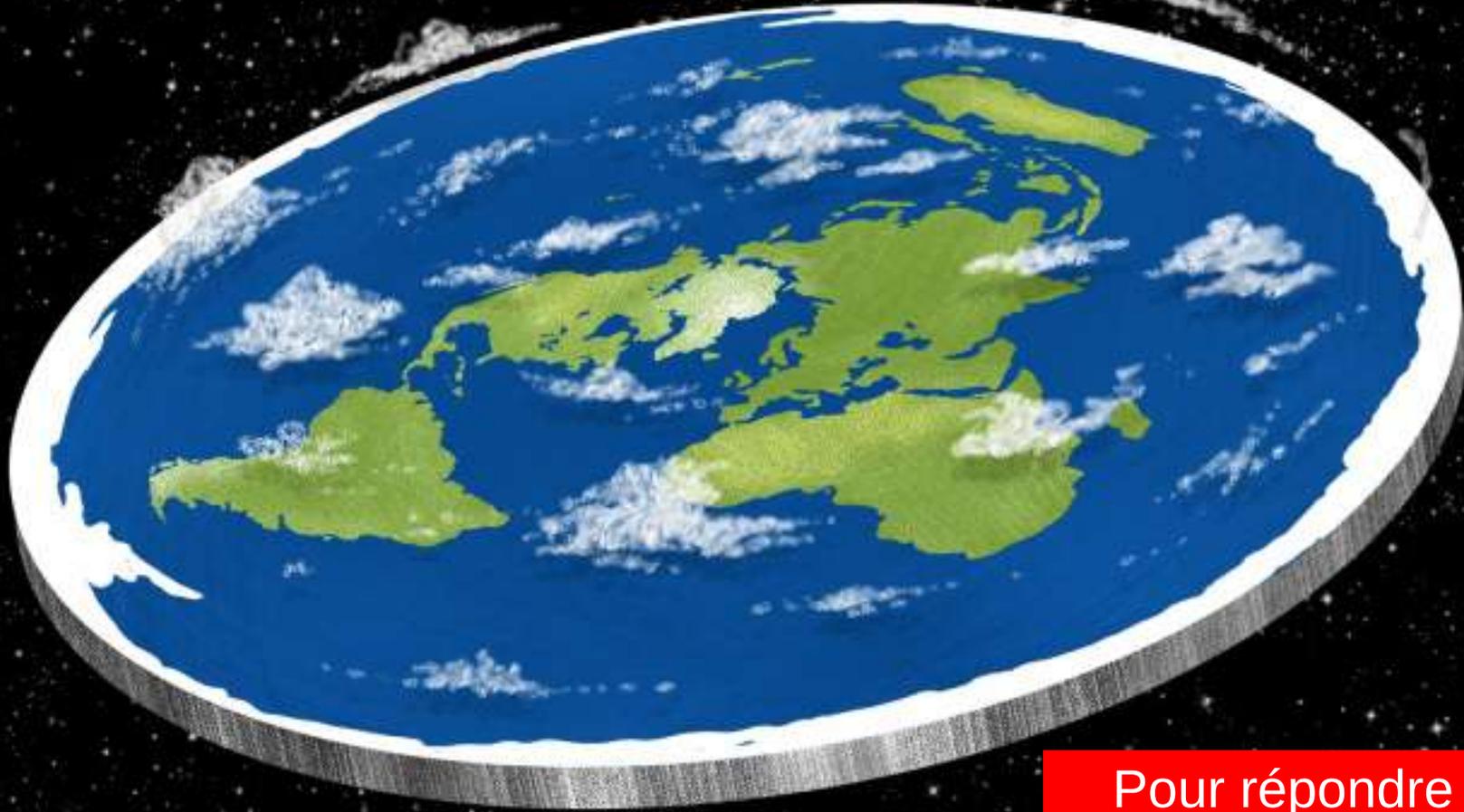


Science

Eratosthène, -200



### 3- De la Terre Creuse à la Terre Plate



Pour répondre à quel problème scientifique ?



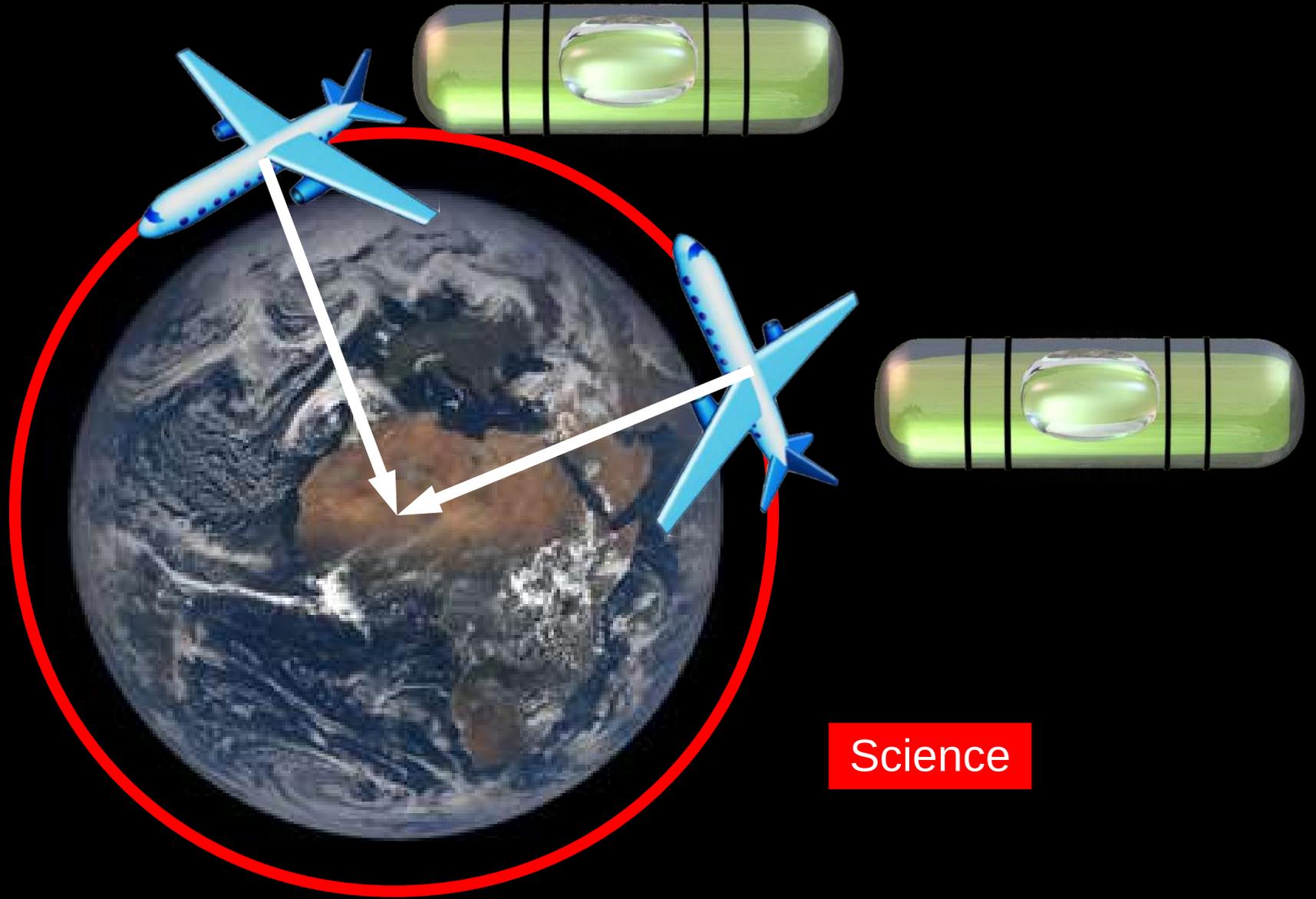
# 3- De la Terre Creuse à la Terre Plate



<https://www.youtube.com/watch?v=6nNUEU8gnf4&t=194s>

D. Marble, 2017

# 3- De la Terre Creuse à la Terre Plate



Science

# Physique & Fiction

## de Gulliver à Star Wars

Mardi 05 Février 2019



Cours 1 : Physique & Dimensions  
Cours 2 : Des Schtroumpfs à Gargantua  
Cours 3 : Les pouvoirs de Superman  
Cours 4 : L'énergie dans Star Wars  
**Cours 5 : De Dante à Edgar Allan Poe**

