

Principe anthropique et “réglage fin” cosmologique

- Introduction: notion de principe en sciences
- Place de l’homme dans l’univers au cours des âges
- Histoire de l’univers et avènement du P.A.
- A quoi ça sert?
- Conclusion

P. North

1. Introduction

La notion de “principe” en science:

Une boussole pour une saine pratique.

Exemple:

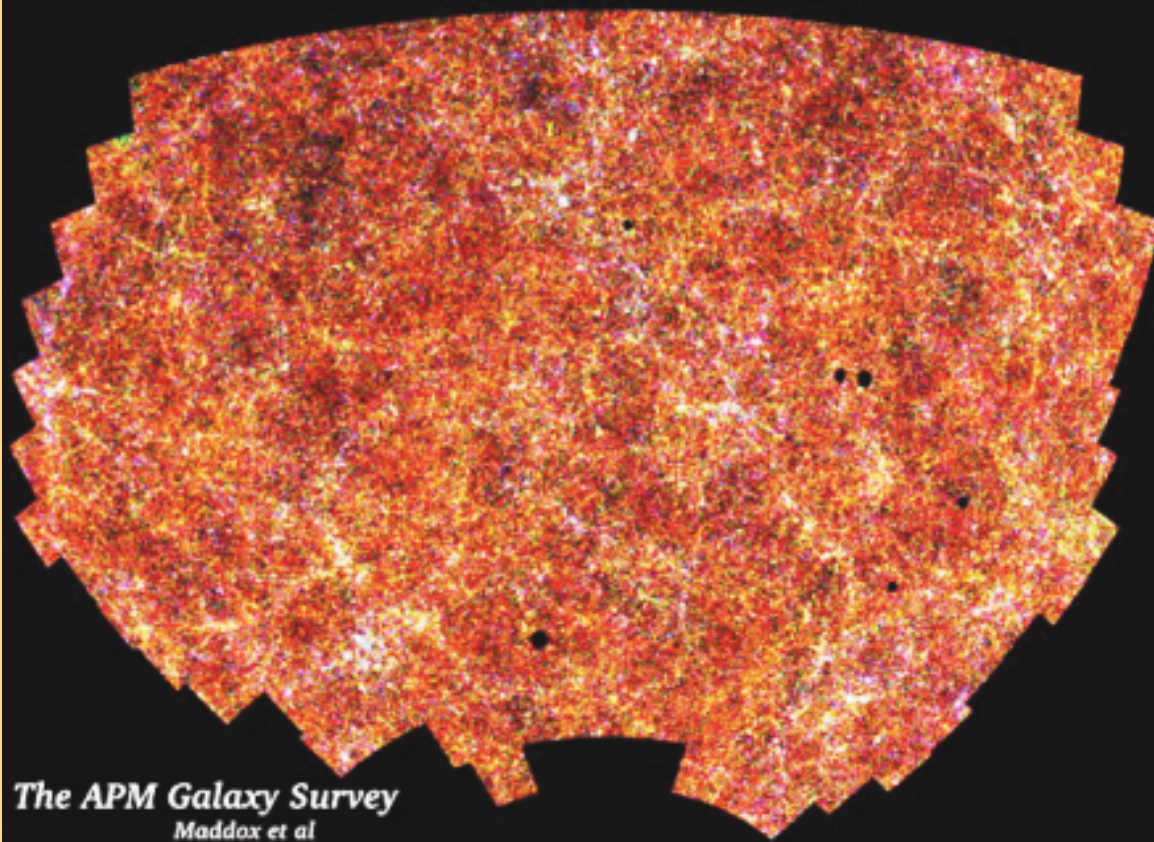
- Rasoir d'Ockham, ou Principe d'économie des hypothèses



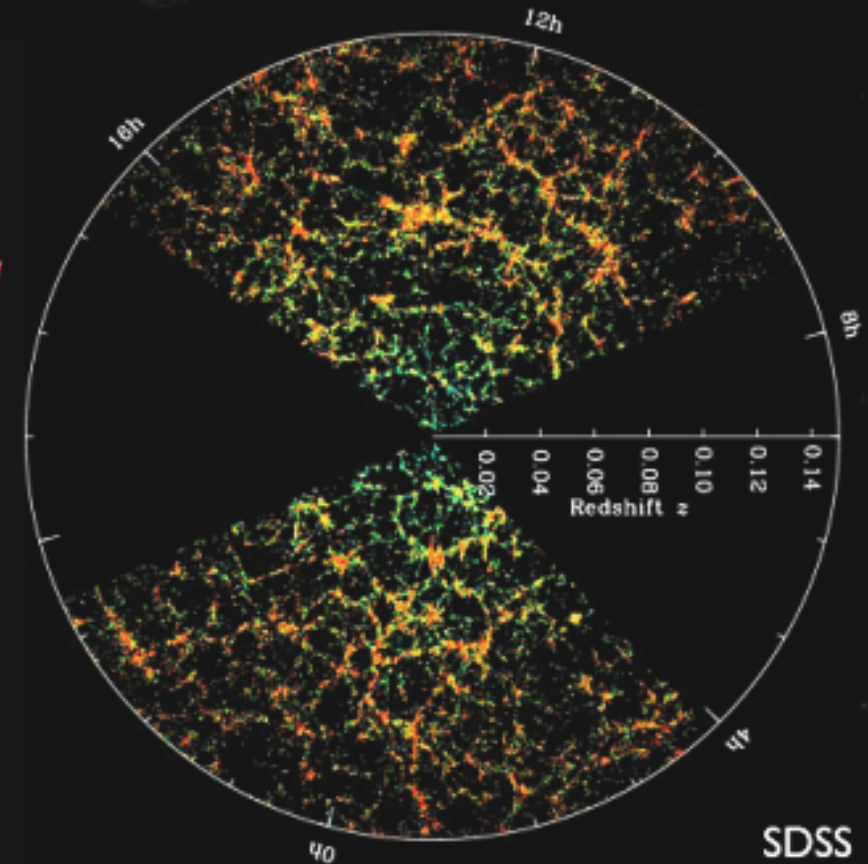
Ockham chooses a razor

Le principe cosmologique :

«Aux grandes échelles l'Univers est homogène et isotrope»



~ 2 Millions de galaxies projetées sur la sphère céleste
~30 degrés de largeur, 2Gyr de profondeur



~ 2 Millions de galaxies en 3D
2Gyr de profondeur

2. Place de l'homme dans l'univers au cours des âges

L'Antiquité:

Les Hébreux:

*« Quand je regarde les cieux, ouvrage
de tes mains, la lune et les étoiles que
tu as créées;*

*Qu'est-ce que l'homme, pour que tu te
souviennes de lui*

*Et le fils de l'homme, pour que tu
prennes garde à lui?*

Tu l'as fait de peu inférieur à Dieu... »

(Ps. 8, v. 4-6)



L'Antiquité:

Les atomistes grecs et romains:

« Car ce n'est certes point par réflexion, ni sous l'empire d'une pensée intelligente, que les atomes ont su occuper leur place; ils n'ont pas concerté entre eux leurs mouvements. Mais... il est arrivé qu'après avoir erré durant des siècles, tenté unions et mouvements à l'infini, ils ont abouti enfin aux soudaines formations massives d'où tirèrent leur origine ces grands aspects de la vie: la terre, la mer, le ciel, les espèces animales ».

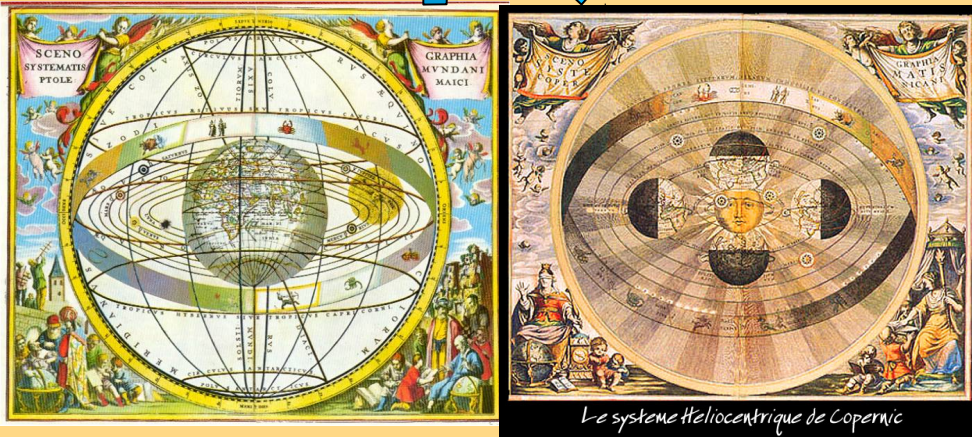
(Lucrèce, De la nature, GF-Flammarion, 1964, pp. 167-168)

« ... j'oserais encore ... affirmer que la nature n'a pas été faite pour nous et qu'elle n'est pas l'œuvre des dieux: tant l'ouvrage laisse à désirer! ».

(idem, p. 162)

la Renaissance:

Révolution copernicienne



Principe copernicien



Spéculations sur la
pluralité des mondes



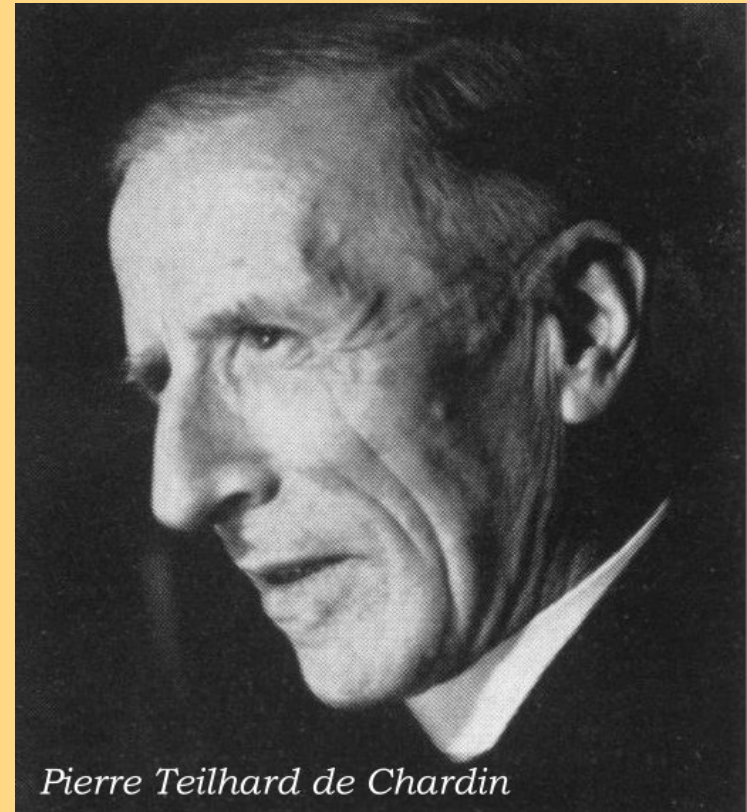
L'époque moderne:

Pierre Teilhard de Chardin:

«Centre de perspective, l'Homme est en même temps centre de construction de l'Univers. »

« L'Homme, non pas centre statique du Monde, - comme il s'est cru longtemps; mais axe et flèche de l'Evolution...».

(Le phénomène humain, 1955)



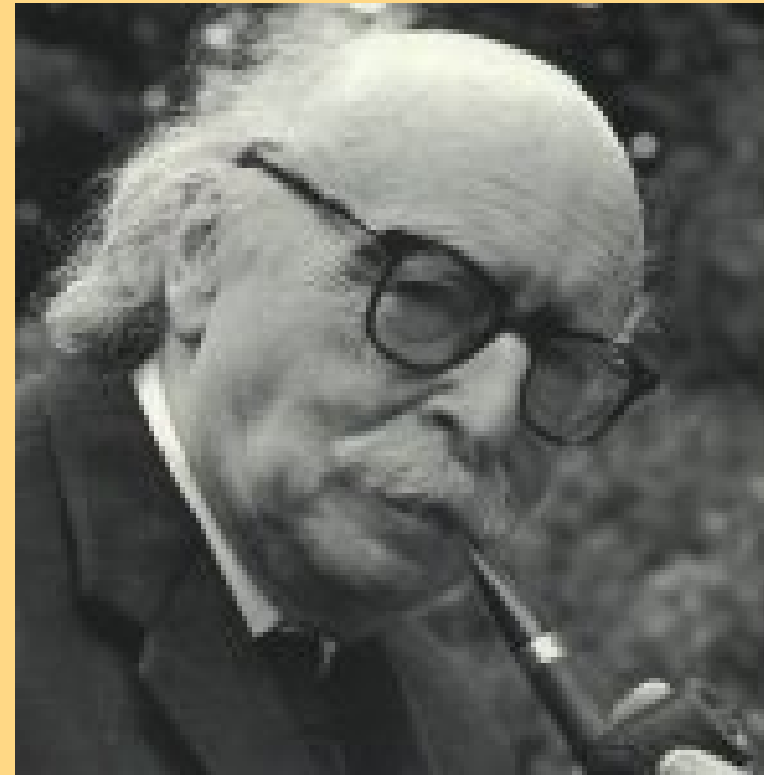
Pierre Teilhard de Chardin

Jean Rostand:

« D'où vient l'homme? ... Accident entre les accidents, il est le résultat d'une suite de hasards... ».

(Pensées d'un biologiste, Stock, 1954, 1978, p. 100)

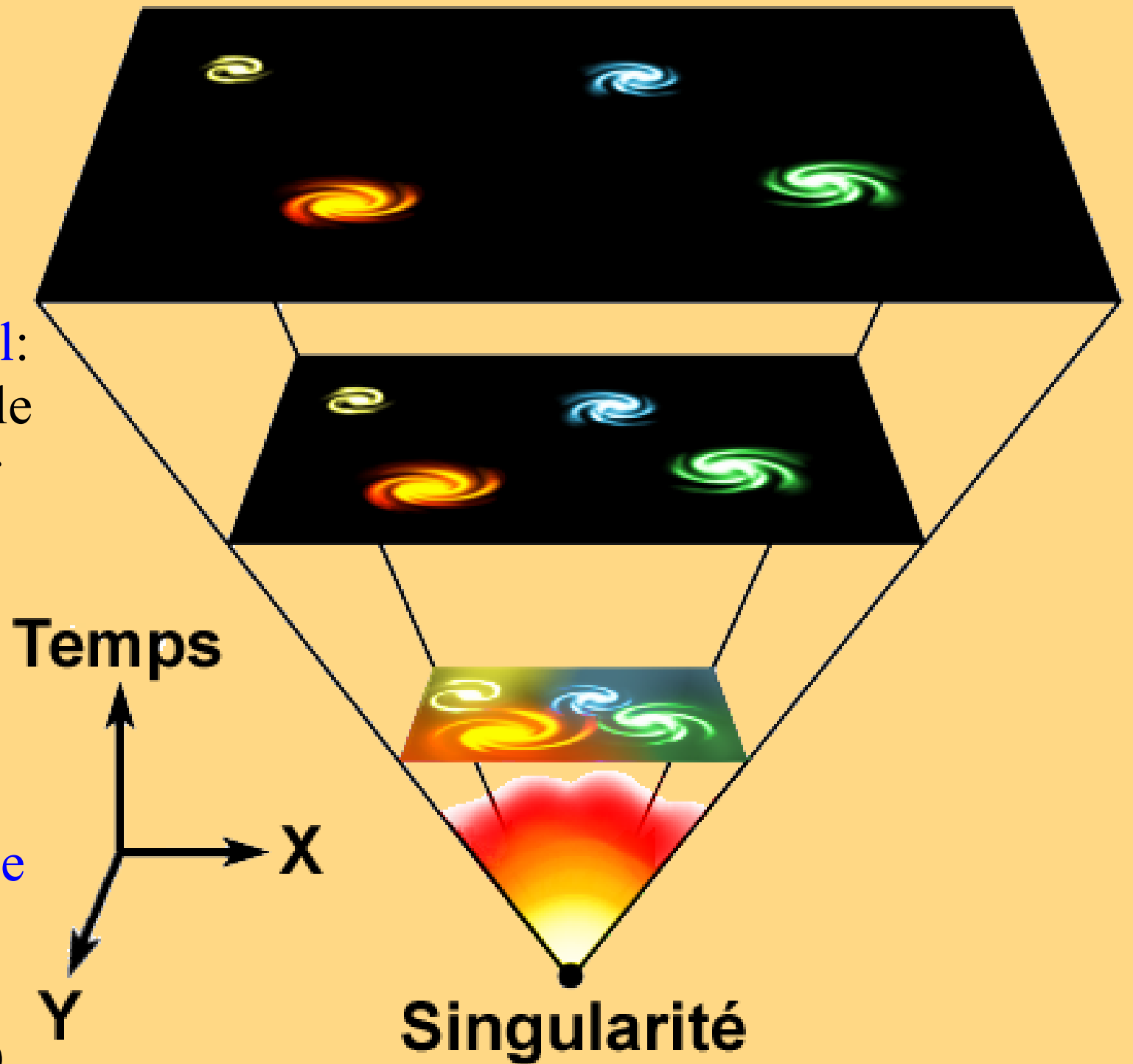
« L'homme est un miracle sans intérêt ».

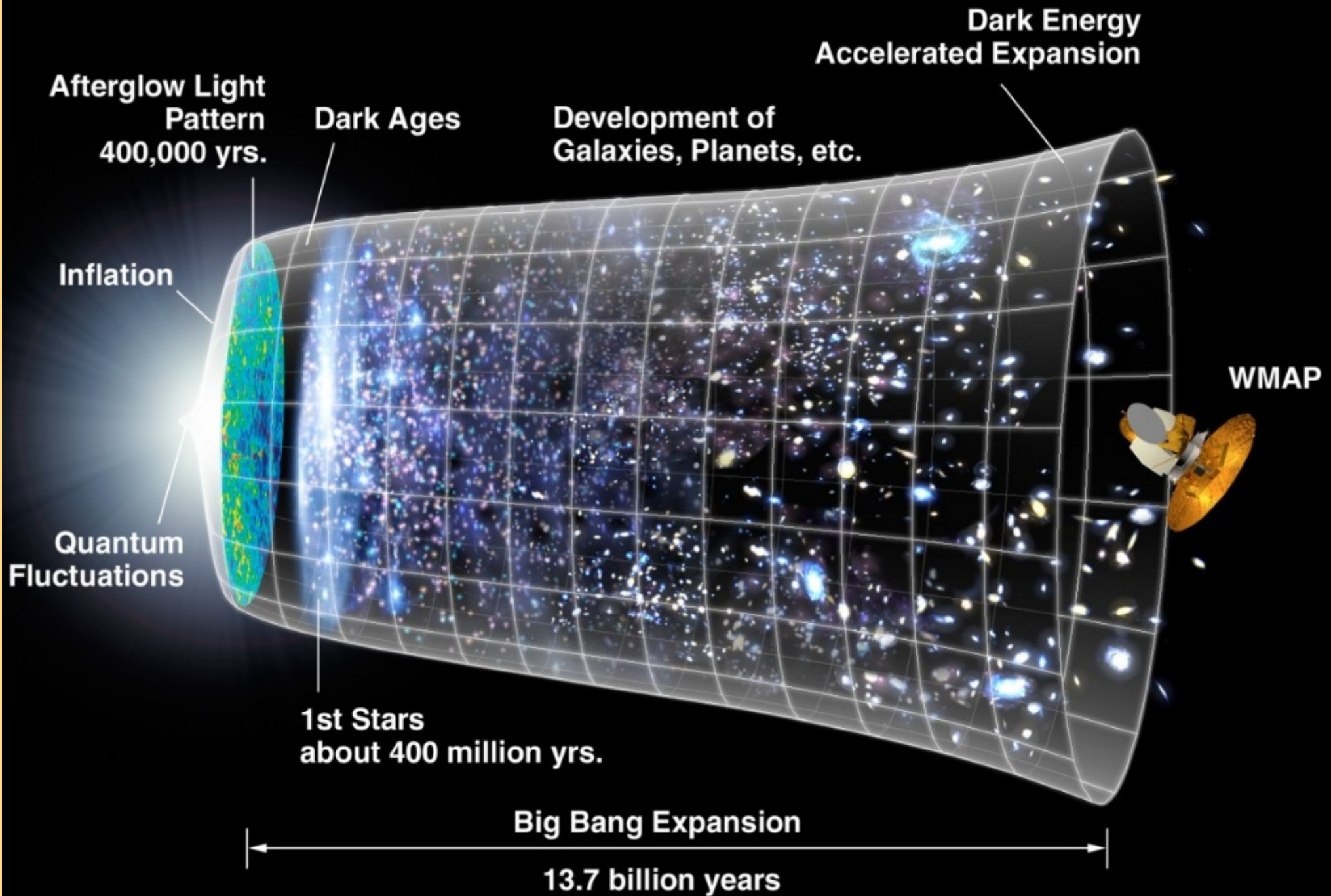


L'univers *a* une histoire!

- Univers éternel:
le hasard a tout le
loisir d'arranger
les choses...
- Univers en
évolution: le
hasard a le trac!

- Cosmologie
du « BigBang »
(Friedmann,
Lemaître, Gamow)





Ceci n'est pas un univers



Avènement du principe anthropique:

Énoncé par Brandon Carter (1973)

« Ce que nous pouvons nous attendre à observer doit être compatible avec les conditions nécessaires à notre présence en tant qu'observateurs »

« j'ai forgé le principe anthropique en réaction à l'idée trop communément admise que l'Univers est partout identique, et que notre situation est tout à fait quelconque... » (B. Carter, C & E mai 2008)

2 formes:

1. Faible : « Notre position dans l'univers est nécessairement privilégiée en ce sens qu'elle doit être compatible avec notre existence en tant qu'observateurs. »

⇒ Explication « anthropique » aux valeurs des constantes physiques observées.

2. *Forte* : « *L'univers (et donc les paramètres fondamentaux dont celui-ci dépend), **doit être** tel qu'il permette la naissance d'observateurs en son sein, à un certain stade de son développement* ».

⇒ « **doit** » suggère une interprétation **finaliste**

(pas forcément présente chez Carter)

Exemple de démarche anthropique:

- Coïncidence des grands nombres (Eddington, Dirac, Dicke):

$$N_1 = \frac{2\epsilon}{Gm_p^2} \approx 2 \times 10^{38}$$

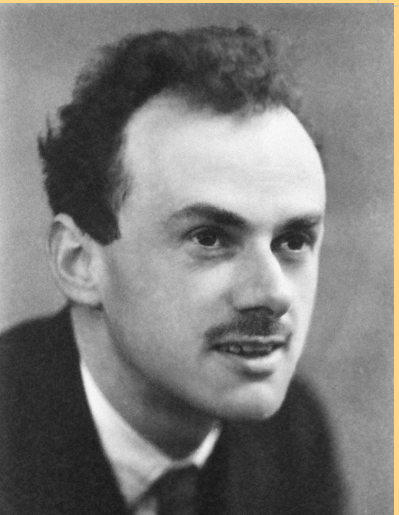
$$N_2 = \frac{c H_0}{r_p} = \frac{m_p c^2}{2\epsilon} t_u \approx 10^{41}$$

Pourquoi $N_1 \sim N_2$?

Dicke: $\exists$ observateur ssi $\exists$ C, N, O, ... Fe, ...
 $\Rightarrow t_u \gtrsim t^*$, durée typique de vie d'une *. Or,
 on a

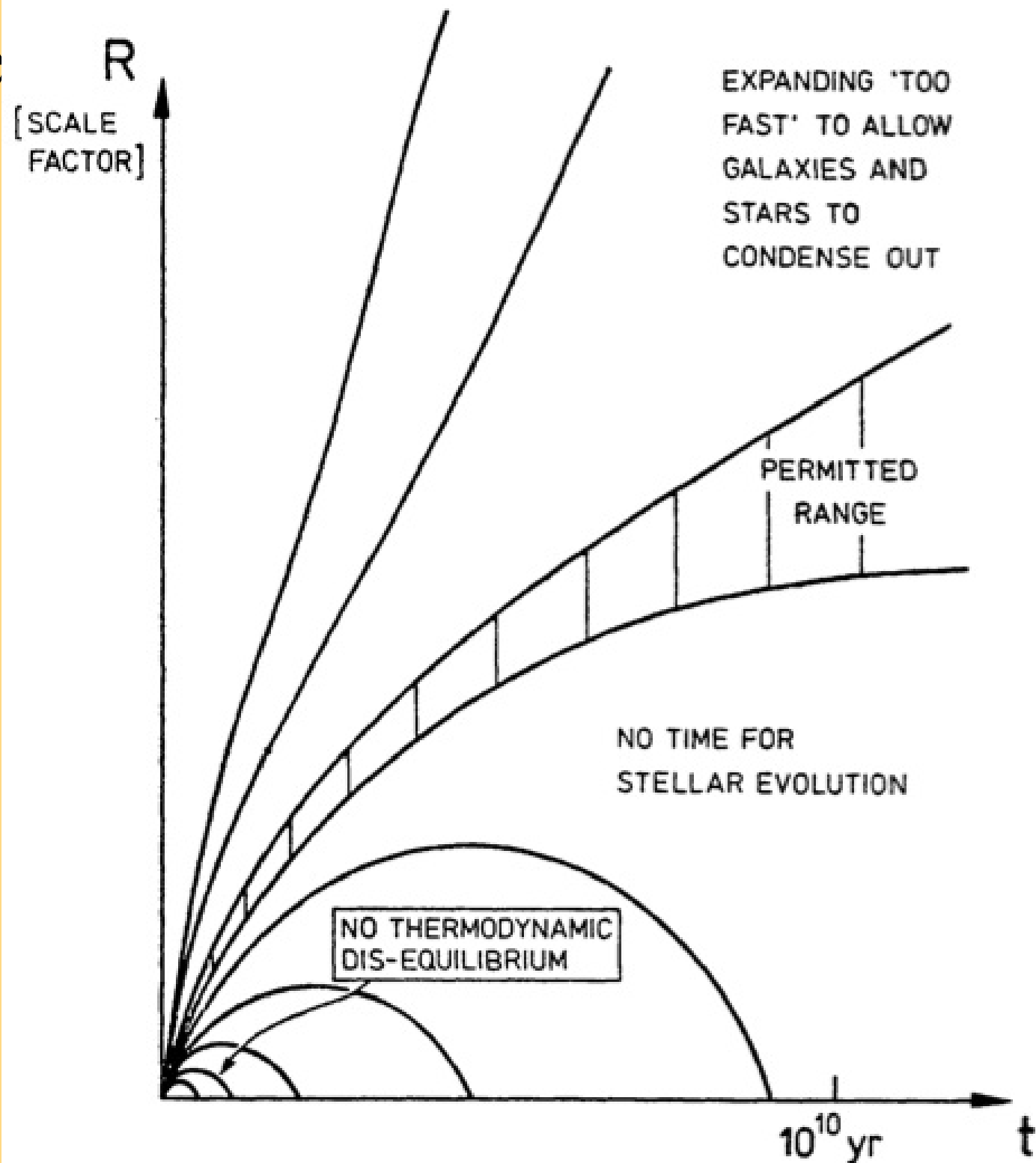
$$t_* \approx \left(\frac{2\epsilon}{Gm_p^2} \right) \left(\frac{2\epsilon}{m_p c^2} \right) \Rightarrow N_2 \geq t_* \frac{m_p c^2}{2\epsilon} = N_1 !$$

$\Rightarrow N_1 \sim N_2$ *maintenant*, car $t_u \sim t^*$
 explication anthropique



Quelle recette pour un univers fécond?

a) Géométrie



b) Les constantes de la physique:

- Pourquoi y a-t-il 3 dimensions spatiales?
- Pourquoi une seule dimension temporelle?

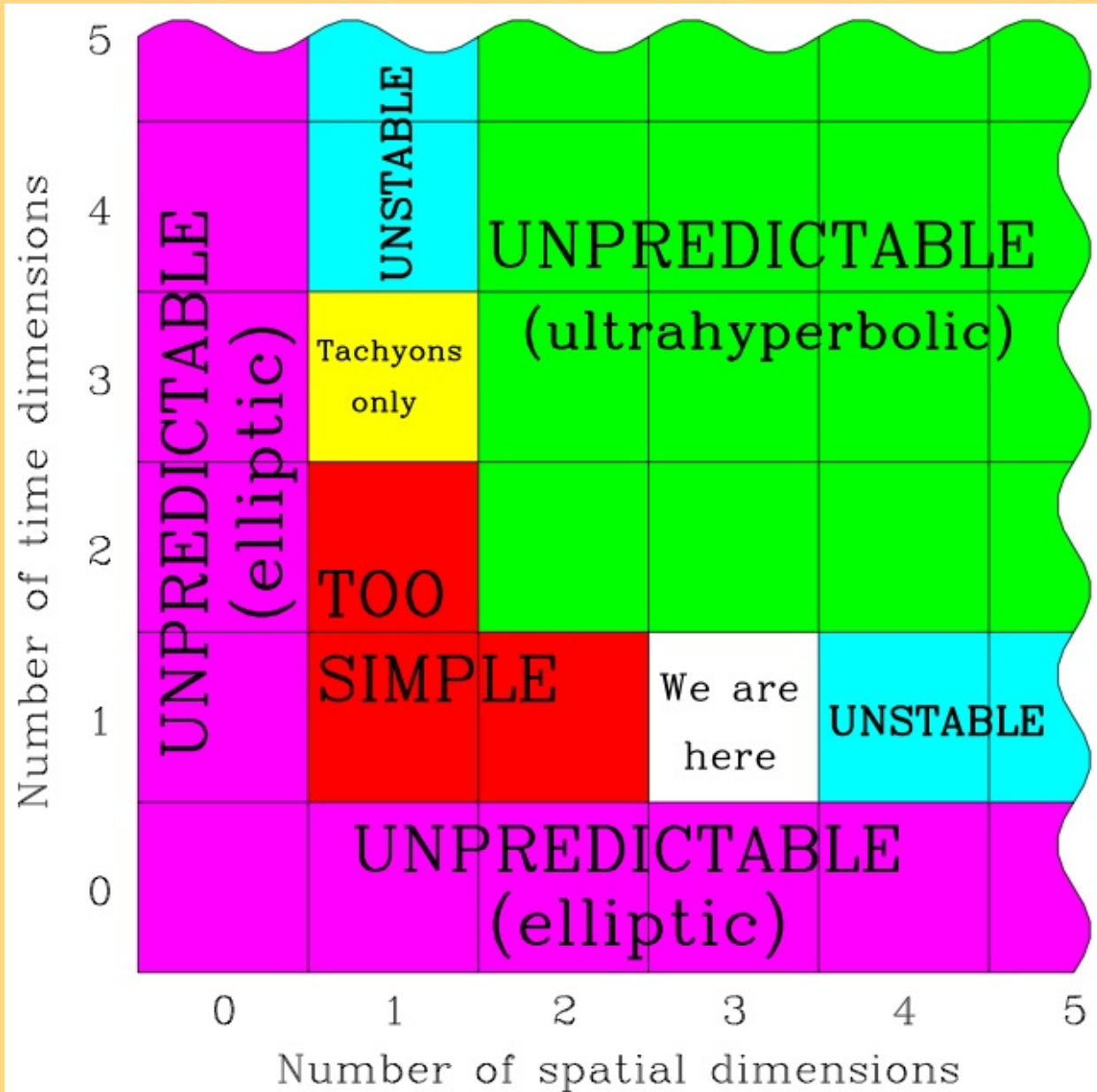
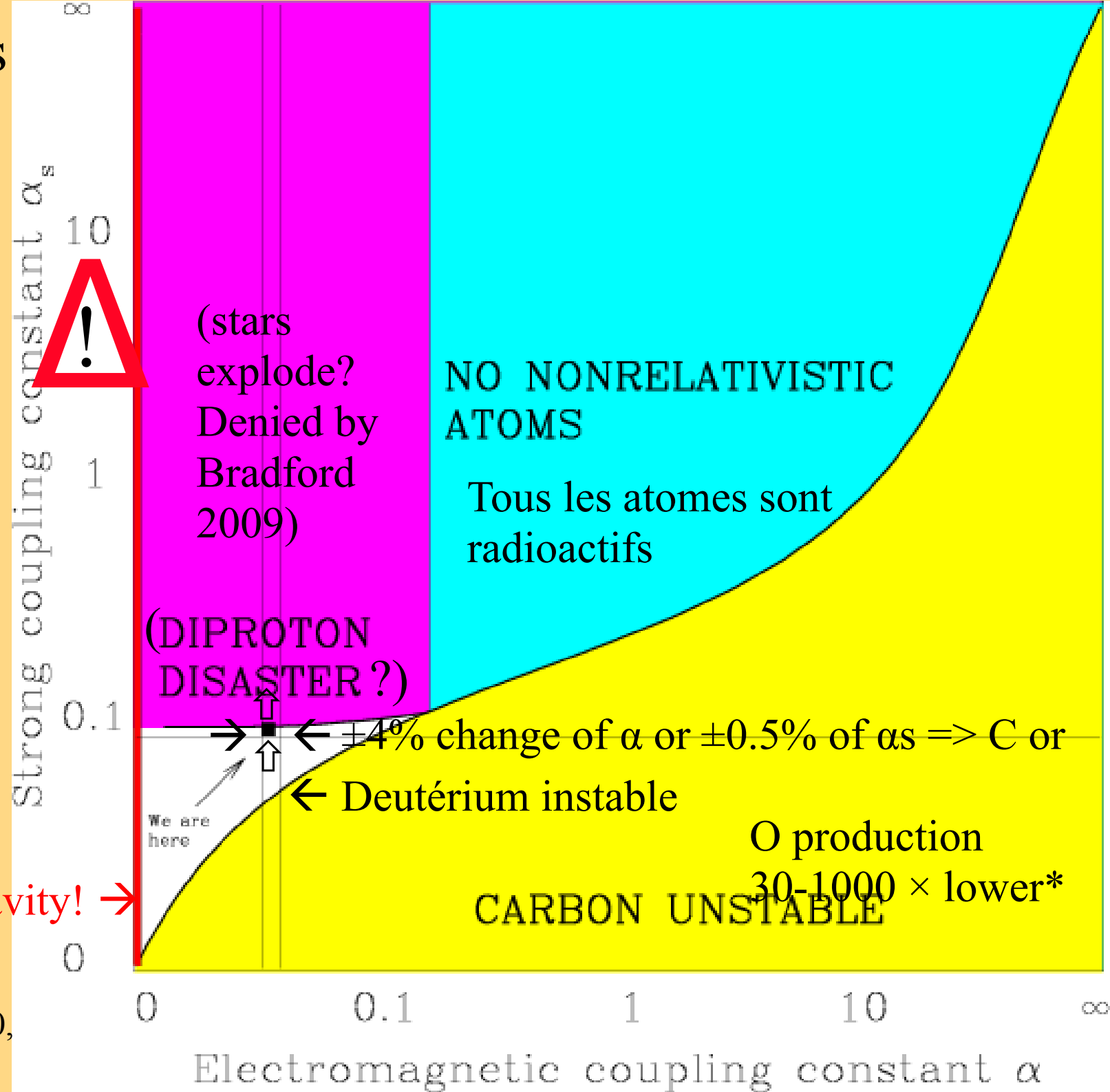


FIG. 1. When the partial differential equations of nature are elliptic or ultrahyperbolic, physics has no predictive power for an observer. In the remaining (hyperbolic) cases, $n > 3$ may fail on the stability requirement (atoms are unstable) and $n < 3$ may fail on the complexity requirement (no gravitational attraction, topological problems).

➤ Pourquoi les forces électromagnétique et forte ont-elles les valeurs qu'elles ont?

e.m. < gravity! →



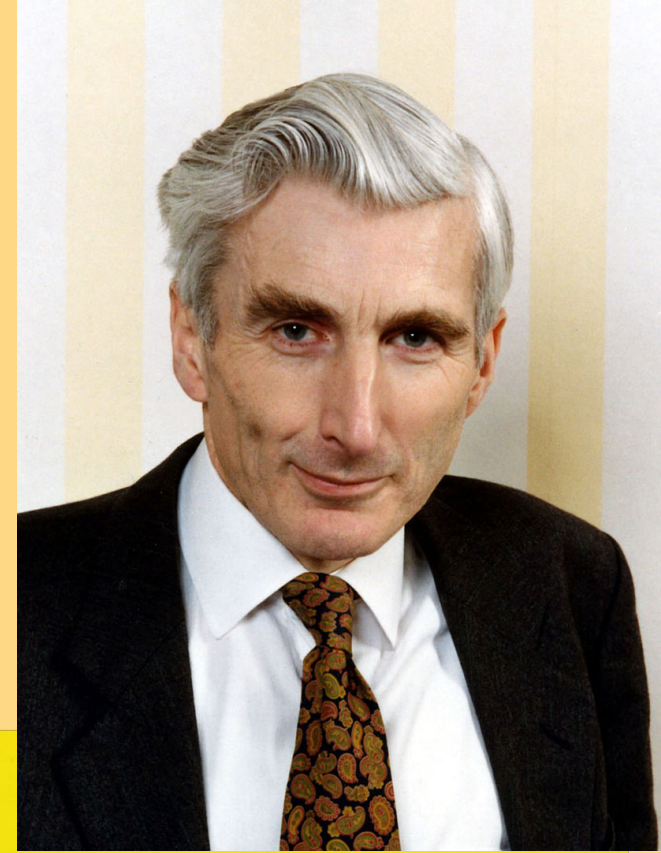
A quoi ça sert?

A) En science: Du possible pouvoir prédictif du PA:

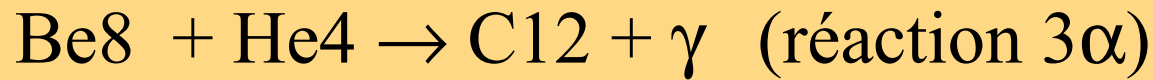
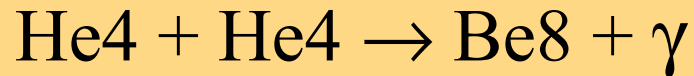
i) Cohérence entre l'âge de l'univers et celui des étoiles

As Rees points out,¹²

the fact that there is an epoch when [the Hubble time, t_H , which is essentially equal to the age of the Universe] is of order the age of a typical star is not surprising in any 'big bang' cosmology. Nor is it surprising that we should ourselves be observing the universe at this particular epoch. In a steady-state cosmology, however, there would seem no *a priori* reason why the timescale for stellar evolution should not be *either* [much less than] t_H (in which case nearly all the matter would be in dead stars or 'burnt-out' galaxies) or [much greater than] t_H (in which case only a very exceptionally old galaxy would look like our own). Such considerations could have provided suggestive arguments in favour of 'big bang' cosmologies . . .



ii) La synthèse du carbone:



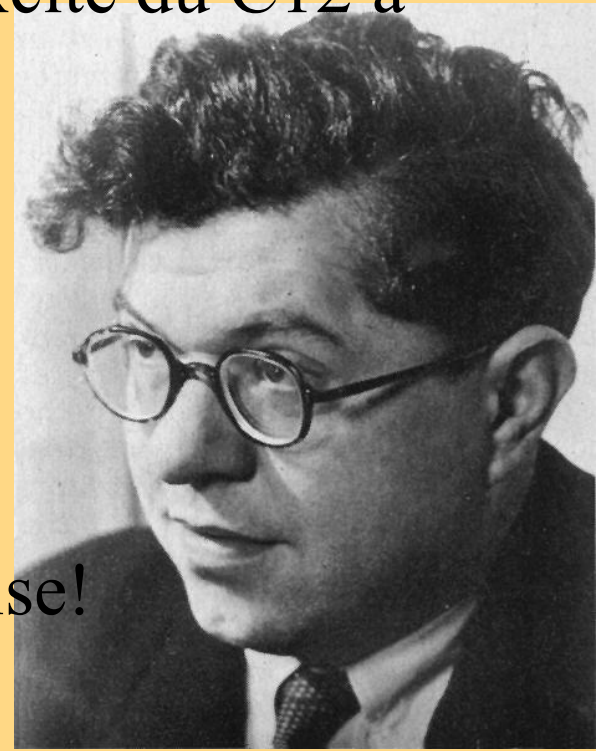
Mais: Be8 instable $\rightarrow$ synthèse du C impossible, sauf si...

F. Hoyle: nous sommes faits de carbone $\rightarrow$
réaction 3α favorisée par niveau excité du C12 à
7.7 MeV

Expérience $\rightarrow$ niveau à 7.656 MeV

Mais: C détruit par $\text{C12} + \text{He4} \rightarrow \text{O16} + \gamma$?

Pas de niveau excité de O16 à l'énergie requise!



Une “explication” du P.A.: les « multivers »

Les multivers
réintroduisent la
banalité de
l'humanité!



B) En apologétique: argument ou tautologie?

- ☞ L'univers a les caractéristiques nécessaires pour abriter la vie
- ☞ Si ce n'était pas le cas, nous ne serions pas là pour en parler!
- ☞ => **tautologie**

- ☞ Un univers légèrement différent serait stérile (?)
=> suggère une **cohérence** admirable

- => Demaret & Lambert: P.A. = « **principe de cohérence** » => statut scientifique *en ce sens là*
(caractéristiques de l'univers aux plus grandes échelles intimement liées à celles aux plus petites échelles) **P.A. faible**

P.A. = argument surtout pour les croyants: booste le Ps. 8 !

Conclusion: **notion à manier avec précaution!**

THE **FUNDAMENTAL PHYSICAL CONSTANTS** OF THE UNIVERSE ARE **INCREDIBLY** FINE TUNED. GRAVITY, ELECTROMAGNETISM, THE STRONG AND WEAK NUCLEAR FORCES, THEY ALL BALANCE ON A KNIFE'S EDGE.

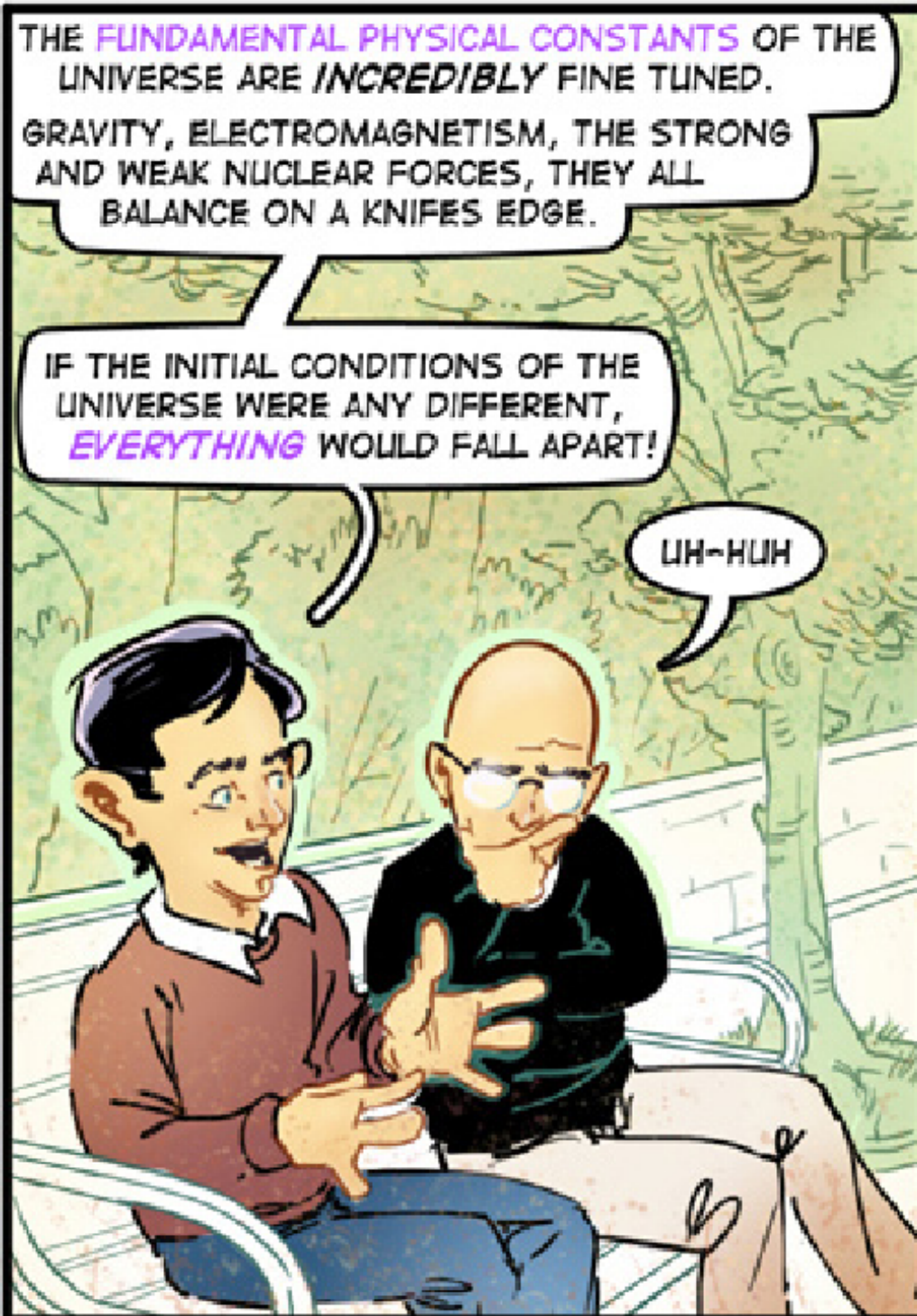
IF THE INITIAL CONDITIONS OF THE UNIVERSE WERE ANY DIFFERENT, **EVERYTHING** WOULD FALL APART!

UH-HUH

MESS WITH THESE NUMBERS JUST A LITTLE AND STARS WOULDN'T BE ABLE TO FORM. NO SOLAR SYSTEMS, NO GALAXIES. **NO ATOMS EVEN.** CHEMISTRY WOULD NEVER HAVE OCCURRED.

LIFE AS WE KNOW IT WOULD BE **IMPOSSIBLE** IF THESE MYSTERIOUS CONSTANTS WEREN'T WHAT THEY ARE

UH-HUH



THEREFORE *JESUS* WALKED ON WATER.

NICE TRY



Jean - François

REVEL

la tentation totalitaire

LIVRE
POCHE

Éditions Grasset

En fin de compte,
la foi ne se **prouve**
pas par $A+B\dots$



Du Big Bang à l'humanité

Et Dieu dans tout cela ?

Quelle vision de l'univers nous offre la cosmologie contemporaine ?

L'humanité est-elle la raison d'être de l'univers, ou un parasite indésirable qui menace la biosphère ?

Des civilisations extraterrestres peuplent-elles quelques-unes des innombrables planètes extrasolaires présentes dans notre Galaxie, ou sommes-nous seuls ?

L'humanité, menacée par l'évolution du soleil ou d'autres dangers cosmiques, disparaîtra-t-elle ? N'aura-t-elle été qu'un épisode éphémère et insignifiant dans l'histoire de l'univers ? La science fera-t-elle de nous des « dieux ahuris » comme le craignait Jean Rostand ? Que vient faire Dieu ici ?

L'auteur tente de répondre avec beaucoup de recul, un regard neuf et lucide, et une pointe d'humour.

Pierre North est Maître d'enseignement et de recherche au Laboratoire d'astrophysique de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Il travaille sur la composition des étoiles et l'évolution des galaxies.



ISBN : 978-2-85509-131-0



Prix : 6 €
10 CHF

Croire
pocket

Croire
pocket

Du Big Bang à l'humanité

Et Dieu dans tout cela ?

Science et foi • Volume 3

Pierre North

Pierre North

Dialogue sur les deux grands systèmes des mondes

Sommes-nous seuls dans l'univers ? Cette question remonte au moins à Epicure, et a suscité non seulement les spéculations des siècles passés (comme « *Les Entretiens* » de Fontenelle) mais aussi, depuis les années 1960, la recherche systématique de signaux radio que pourraient nous envoyer d'hypothétiques civilisations extraterrestres (SETI: Search for Extraterrestrial Intelligence). Si les « petits hommes verts » ont pu faire rire, la question de leur existence n'en est pas moins ravivée par l'extraordinaire moisson de planètes extrasolaires en cours.

Galilée, dans son « Dialogue sur les deux grands systèmes du monde », a soutenu le système de Copernic, qui relègue la Terre au rang d'une planète parmi d'autres. Or, si la Terre n'est pas unique, pourquoi l'humanité le serait-elle ? Ainsi apparaît-il naturel de convoquer à nouveau Salviati, Sagredo et Simplicio, pour les faire dialoguer cette fois-ci, non plus sur l'héliocentrisme, mais sur la pluralité des mondes habités. Après l'indispensable rappel des faits scientifiques, nos trois amis se voient contraints par la nature même de la question, d'examiner les fondements de SETI comme de la science, et finissent par soulever malgré eux, de profondes et gênantes questions d'ordre épistémologique et philosophique, voire métaphysique.

Pierre North, né à Neuchâtel (Suisse), où il a étudié la physique, Il s'est ensuite spécialisé en astrophysique à l'Université de Genève. Il est actuellement maître d'enseignement et de recherche à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) et s'intéresse à l'évolution des galaxies.



Hermann
Histoire des sciences



Pierre North

Dialogue sur les deux grands systèmes des mondes

Pierre North.

Dialogue sur les deux grands systèmes des mondes



Hermann
Histoire des sciences