

FESTIVAL D'ASTRONOMIE DE FLEURANCE 2009

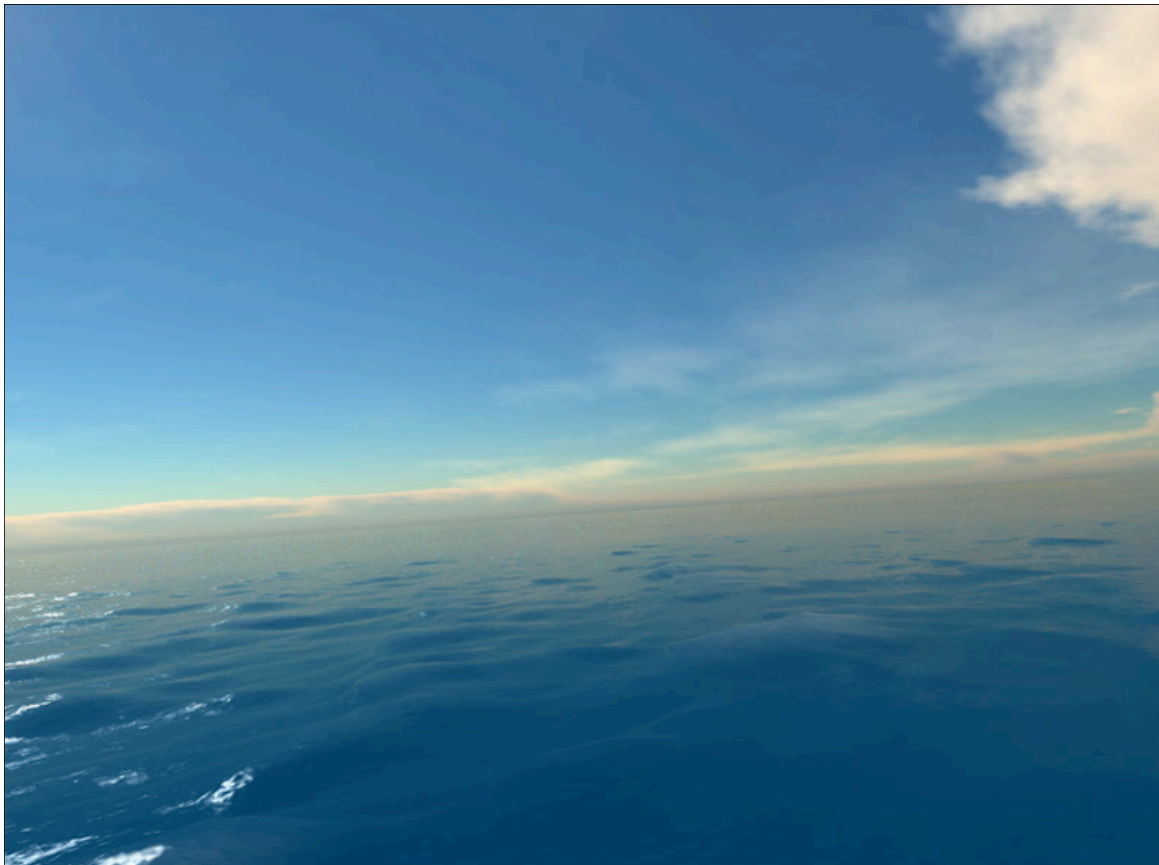
# EST-CE QUE L'UNIVERS A BESOIN DE NOUS ?



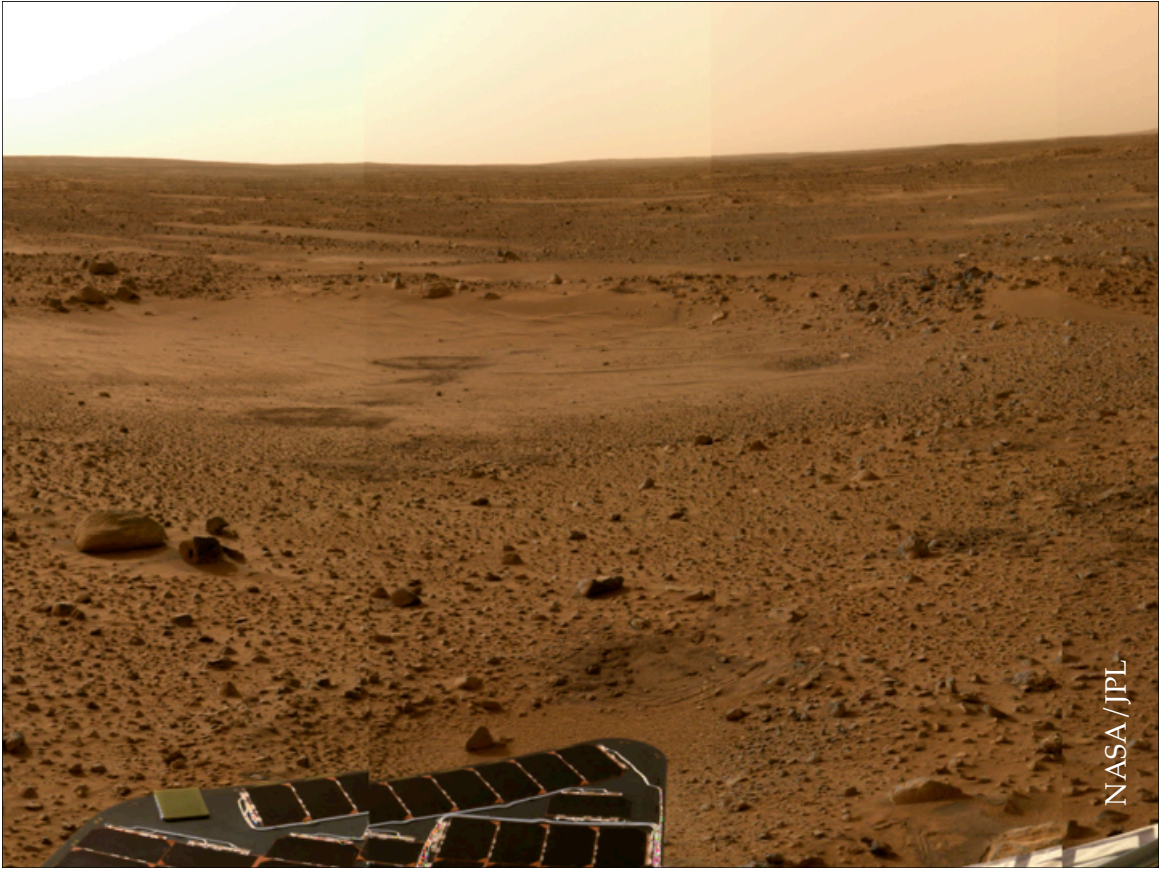
**DR ROBERTO TROTTA**  
**IMPERIAL COLLEGE LONDON**

[WWW.ROBERTOTROTTA.COM](http://WWW.ROBERTOTROTTA.COM)

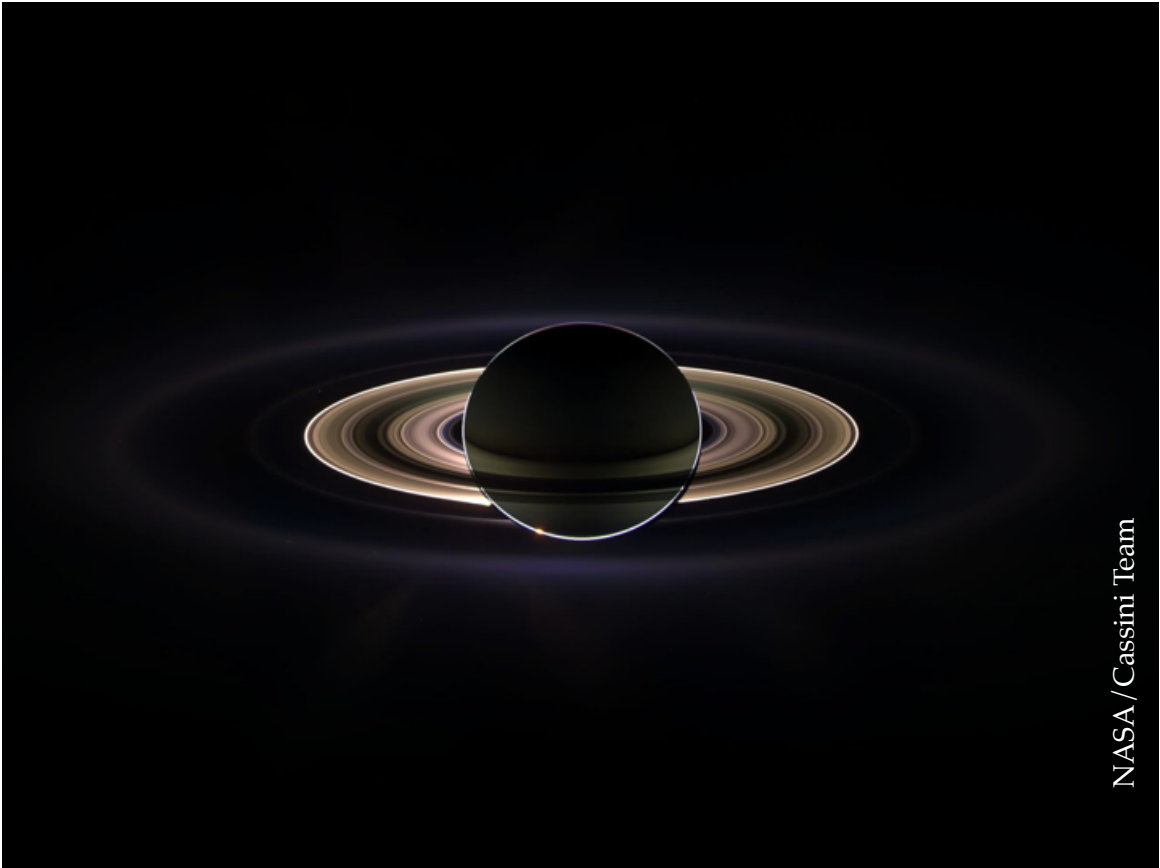
1



2



NASA/JPL

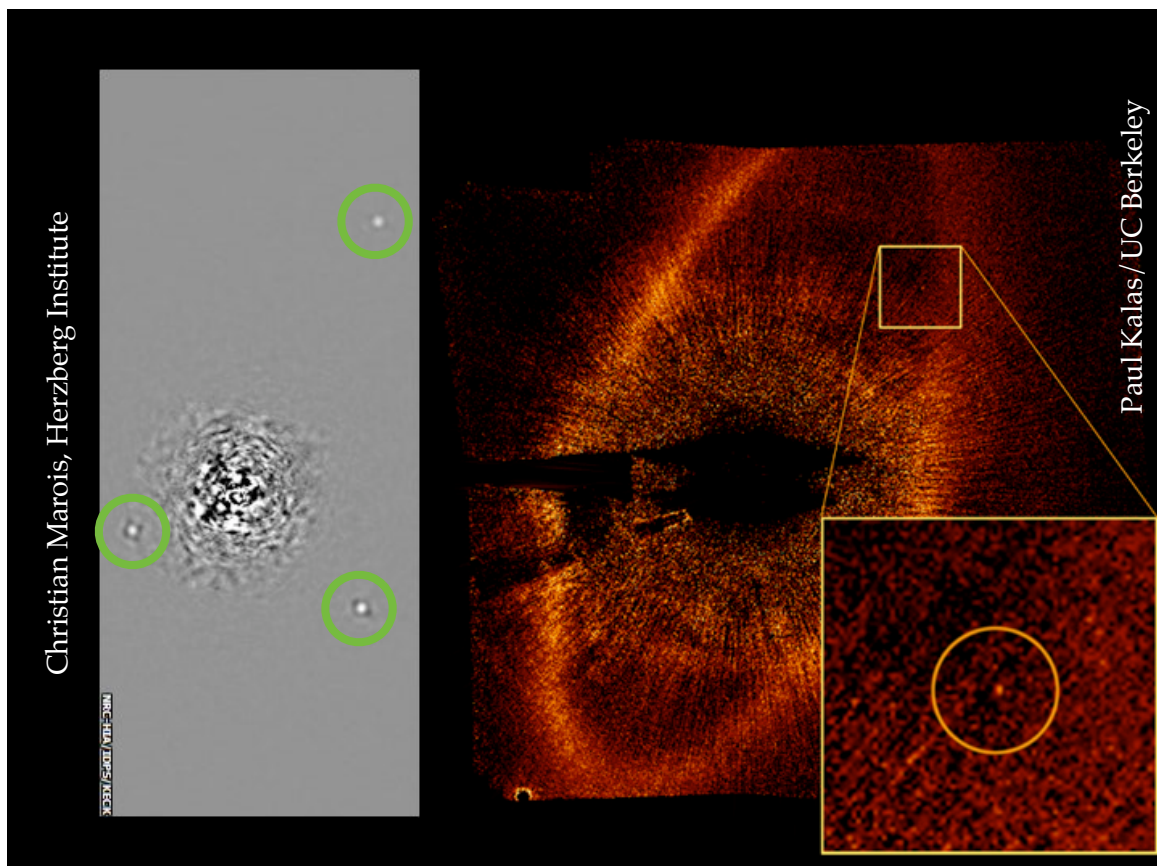


NASA/Cassini Team

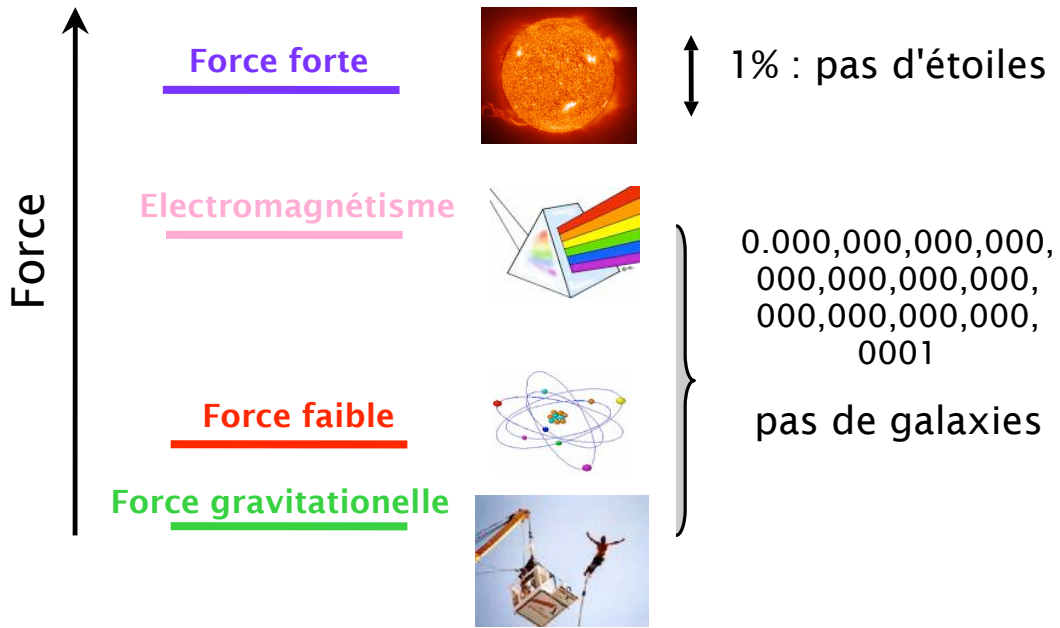
# Pourquoi existons-nous ?

- Une planète à la bonne distance du Soleil
  - Une planète solide
  - La lune stabilise l'axe de rotation
- 
- Existence d'une étoile stable
  - Existence d'éléments lourds (C, O, Fe, ...)
  - Existence d'un Univers froid et de longue durée

**“lois locales”**

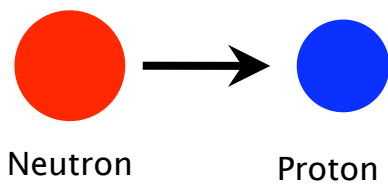


# D'étranges coïncidences



Roberto Trotta

# D'étranges coïncidences (cont.)



Pourquoi l'espace est tridimensionnel ?



1D ou 2D :  
pas de cerveaux

4D ou plus :  
pas d'orbites stables

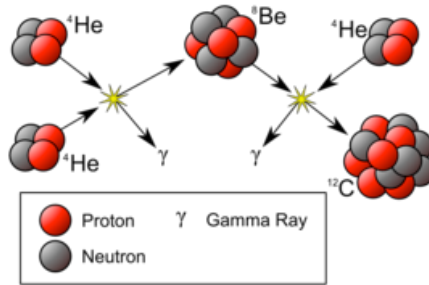
80 kg 80 kg et 80 g

Roberto Trotta

# Fred Hoyle et l'existence de la vie



Fred Hoyle  
(1915-2001)

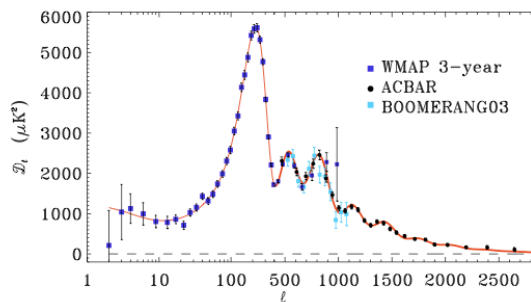
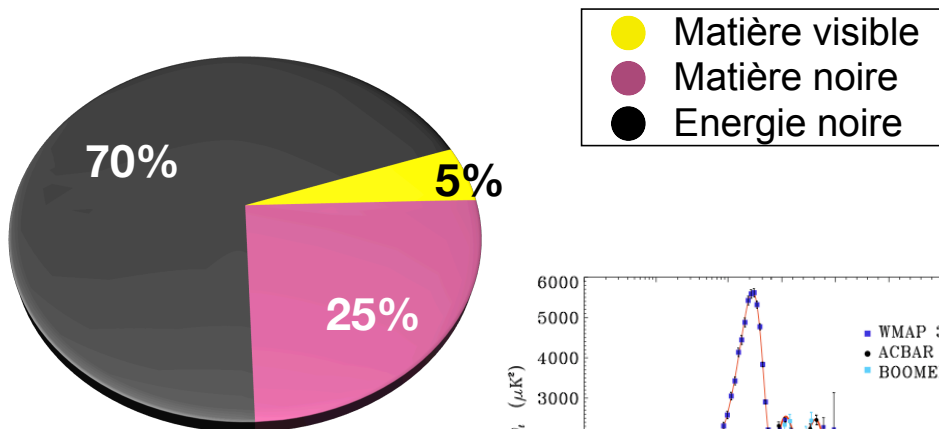


Wikipedia



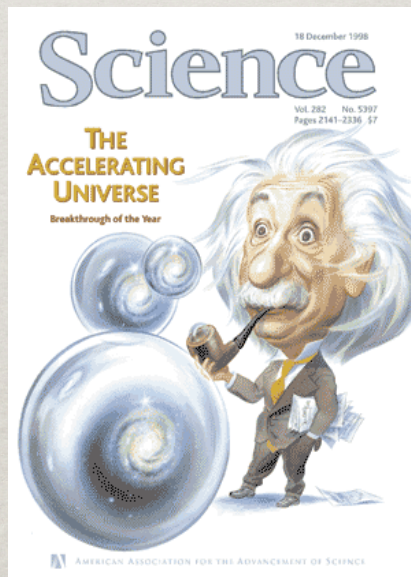
Roberto Trotta

# Les ingrédients de notre Univers



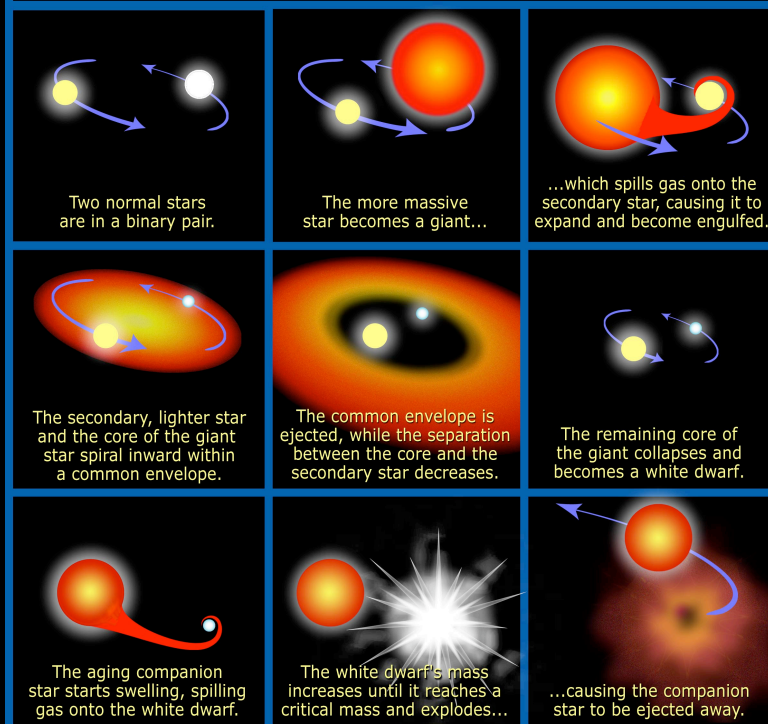
Roberto Trotta

# LE MYSTÈRE DE L'ÉNERGIE NOIRE



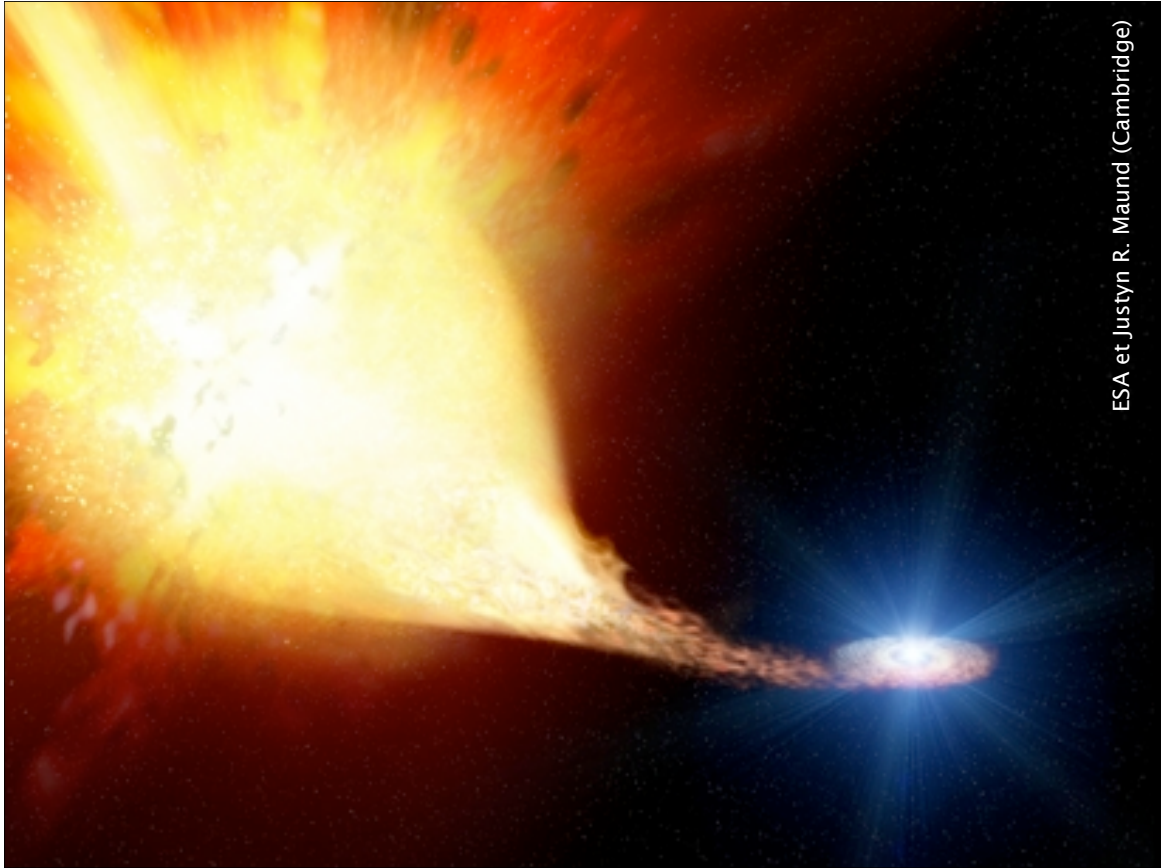
11

## The progenitor of a Type Ia supernova



NASA/ESA

12

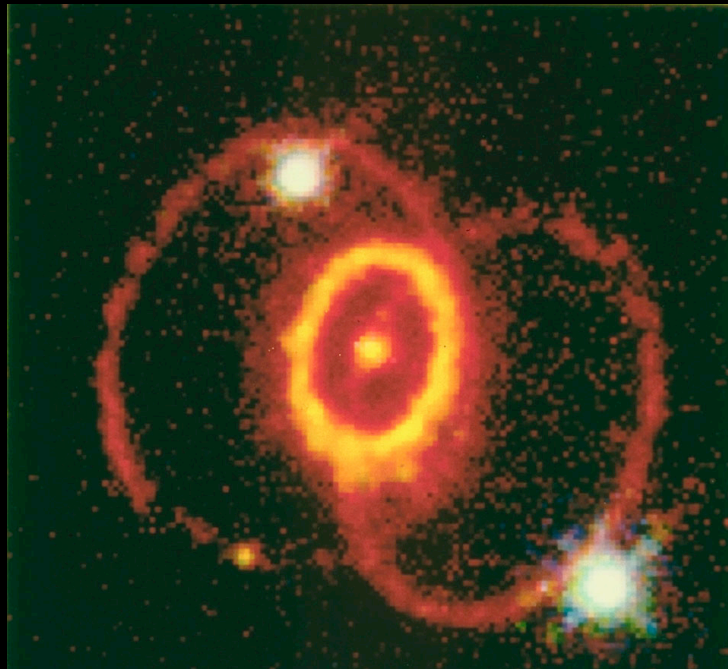


ESA et Justyn R. Maund (Cambridge)



HST

SN 1994D



Supernova 1987a  
(HST)

15



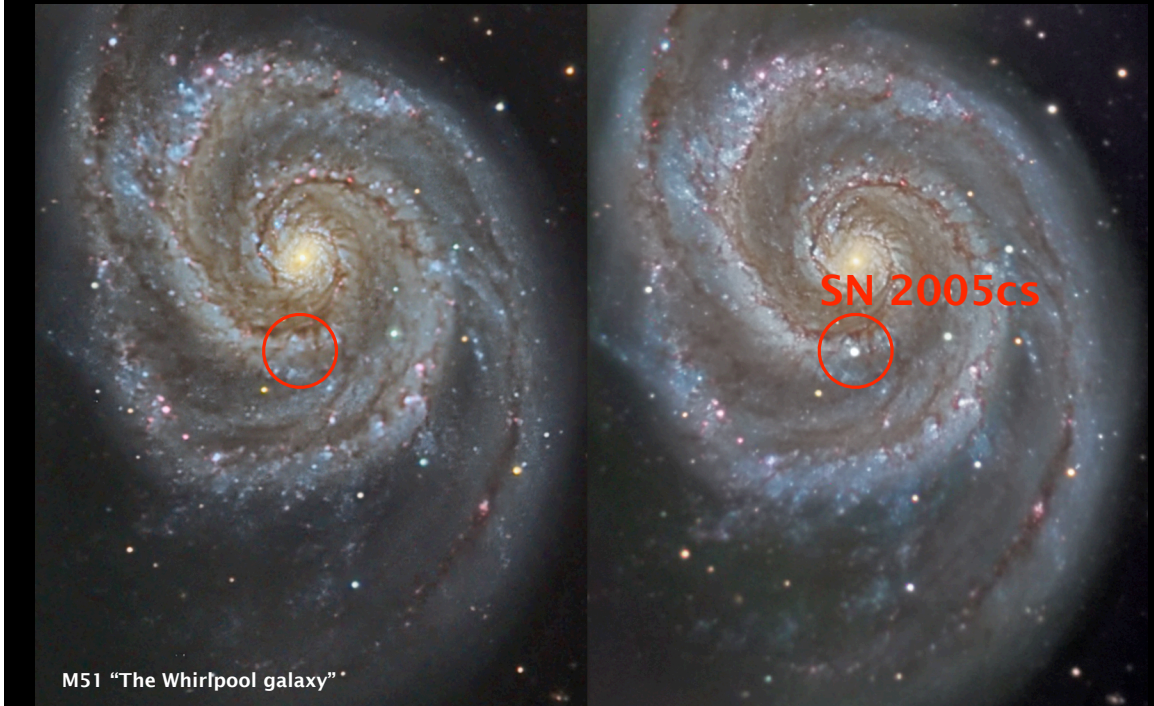
Crab Nebula

NASA/ESA HST team

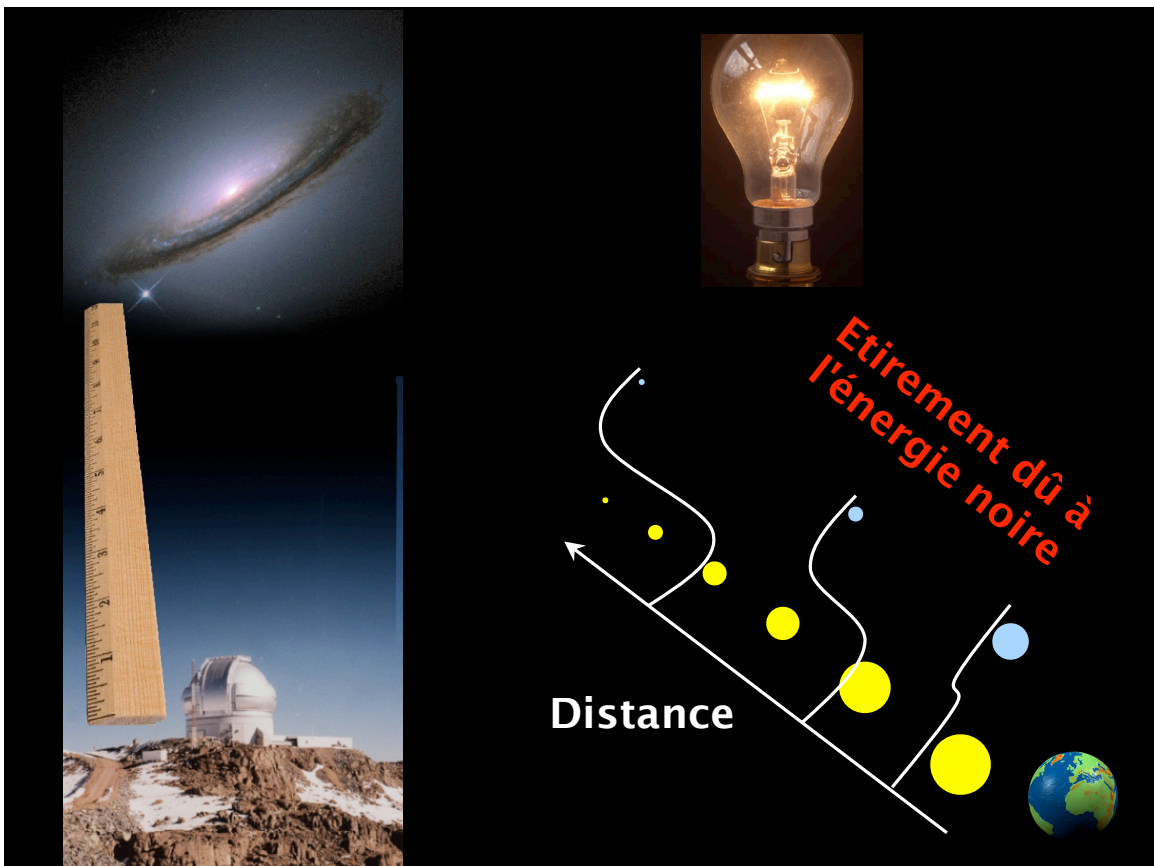
16



# Avez-vous un flair pour les explosions de supernova ?



17



18

# LE POIDS DU VIDE

$$6.4 \times 10^{-30} \text{ g/cm}^3$$

Différence par rapport aux prédictions théoriques :

1,000,000,000,000,000,000,000,  
000,000,000,000,000,000,000,  
000,000,000,000,000,000,000,  
000,000,000,000,000,000,000,  
000,000,000,000,000,000,000,  
000,000,000,000,000,000,000,  
000,000,000,000

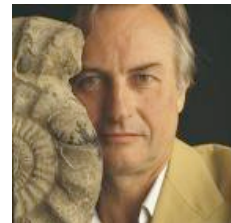
19

Est-ce que l'Univers a besoin de nous ?

Imperial College  
London

*“L’Univers tel qu’on l’observe a précisément les propriétés qu’on devrait s’attendre si au fond il n’y a pas de plan, pas de but, pas de bien, pas de mal, rien qu’une indifférence sans raison.”*

*(Richard Dawkins, biologiste)*



*“L’Univers, c’est un truc bien ficelé ”*

*(Fred Hoyle, astronome)*

Roberto Trotta

20

## Quelques points de vue

Symétries cachées dans les lois de la Nature

Qu'est ce qui a déterminé ces symétries ?

Plan

Au-delà de la recherche scientifique

N'importe quels paramètres feraient l'affaire

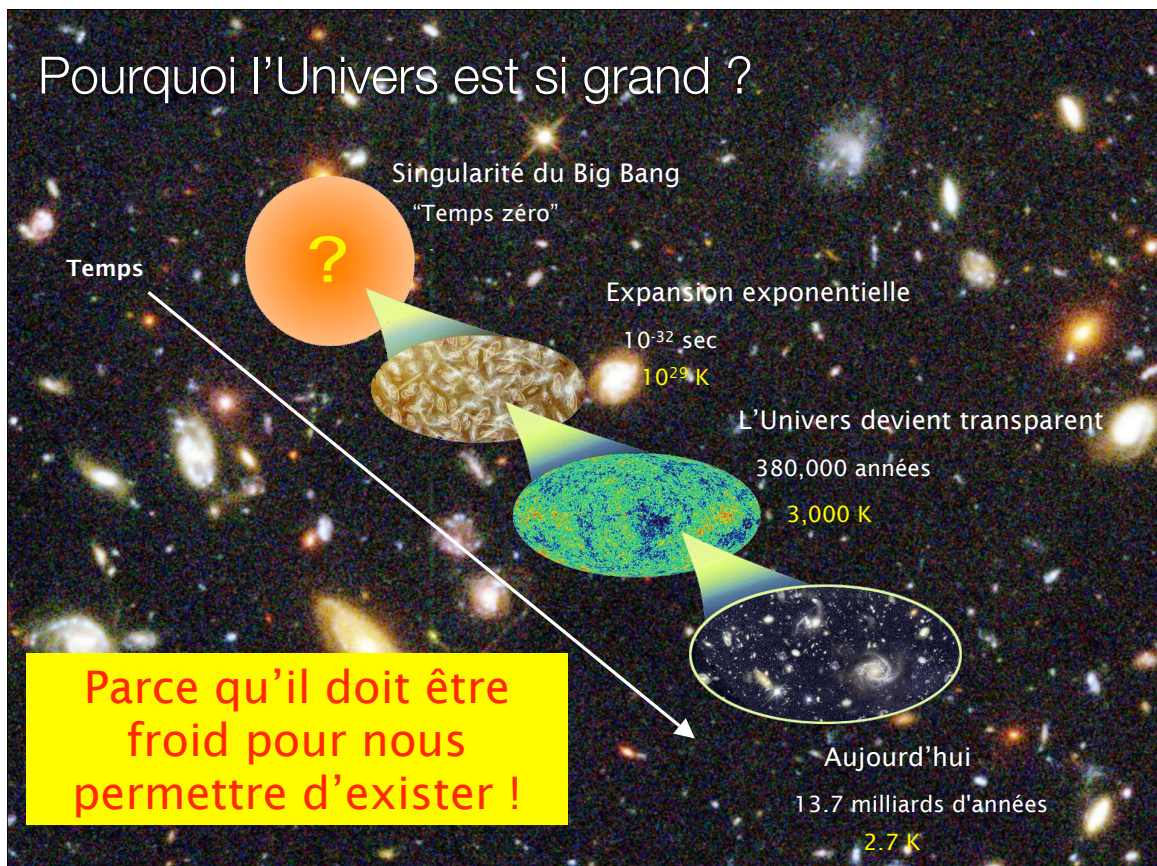
Probablement incorrect

Multivers:  
Il faut que nous vivons dans un Univers favorable à la vie

Il faut postuler un ensemble d'Univers. Quelle est leur réalité physique ?

Roberto Trotta

21



22

- **Effet de filtre :**

On veut évaluer la distribution de la taille des poissons dans un lac en utilisant un filet dont les mailles sont séparées de 10 cm. Quelle est la probabilité de trouver des poissons de 20 cm de taille ? Et de 5 cm ?

- **Effet de loupe :**

On se demande quel pourcentage d'adultes regarde fréquemment des dessins animés au cinéma. On fait un sondage parmi les parents qui viennent chercher leurs enfants à la sortie de l'école. Quel résultat pouvons-nous anticiper ?

Roberto Trotta

23

## Effets de filtre dans l'Univers

Dans le système solaire :



Dans le temps :



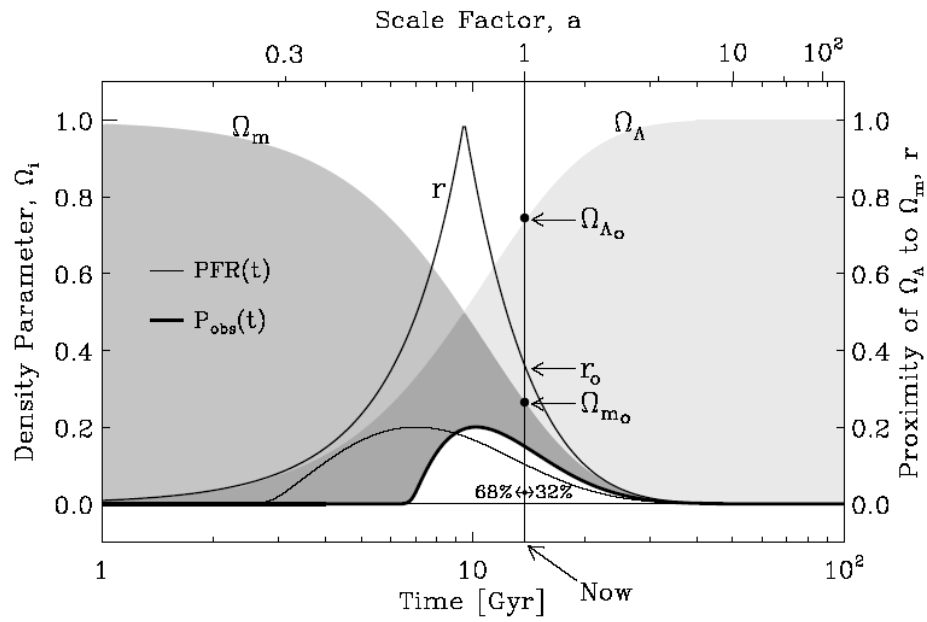
... peut-être parmi différents Univers ?

Roberto Trotta

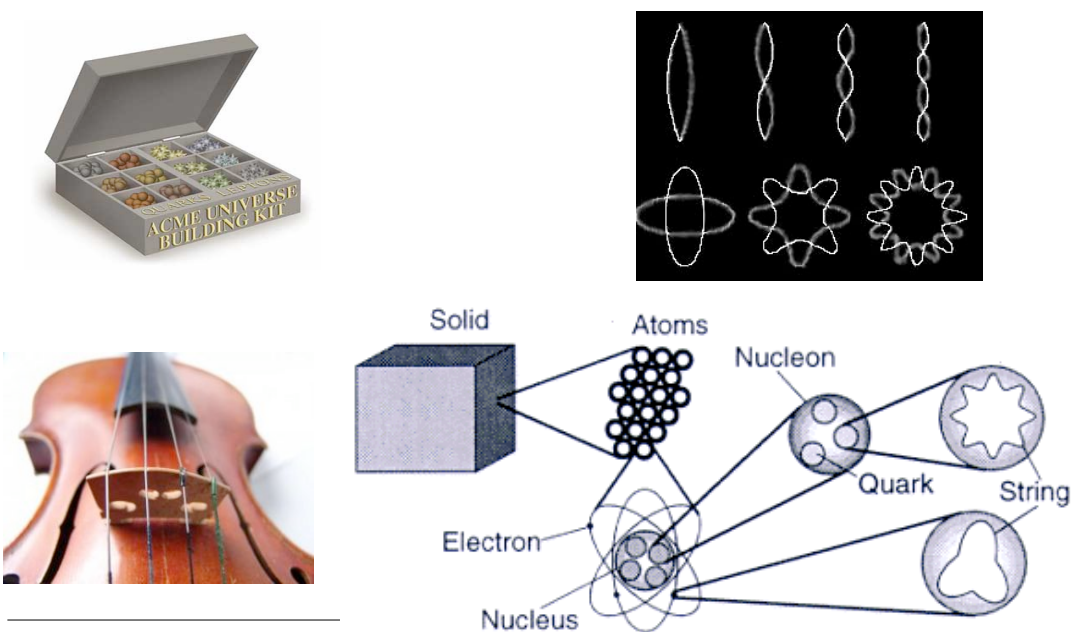
24

# Un effet de filtre temporel ?

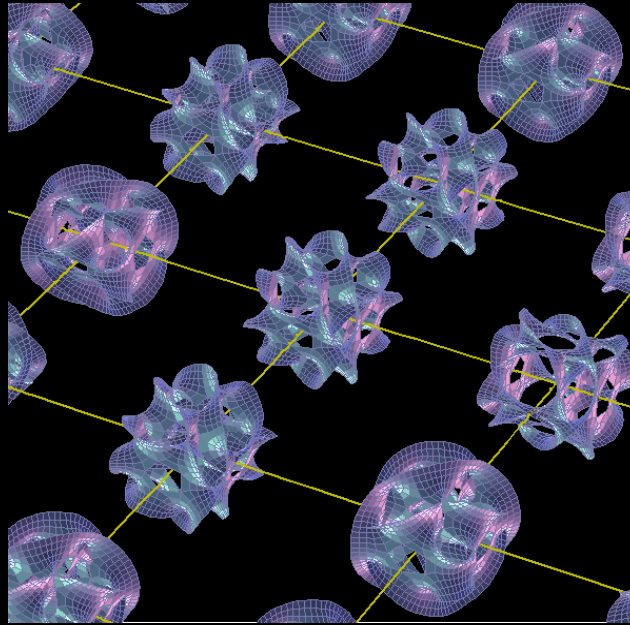
Lineweaver & Egan, astro-ph/0703429



# La théorie des cordes



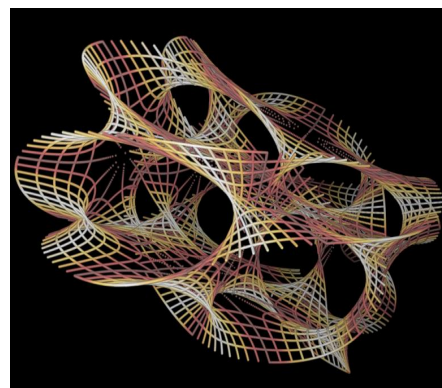
# Un Univers à 11 dimensions



Roberto Trotta

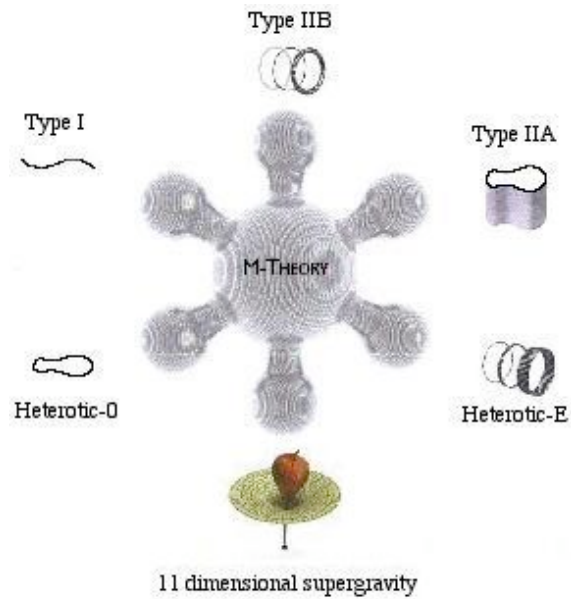
27

# La topologie cachée de l'Univers



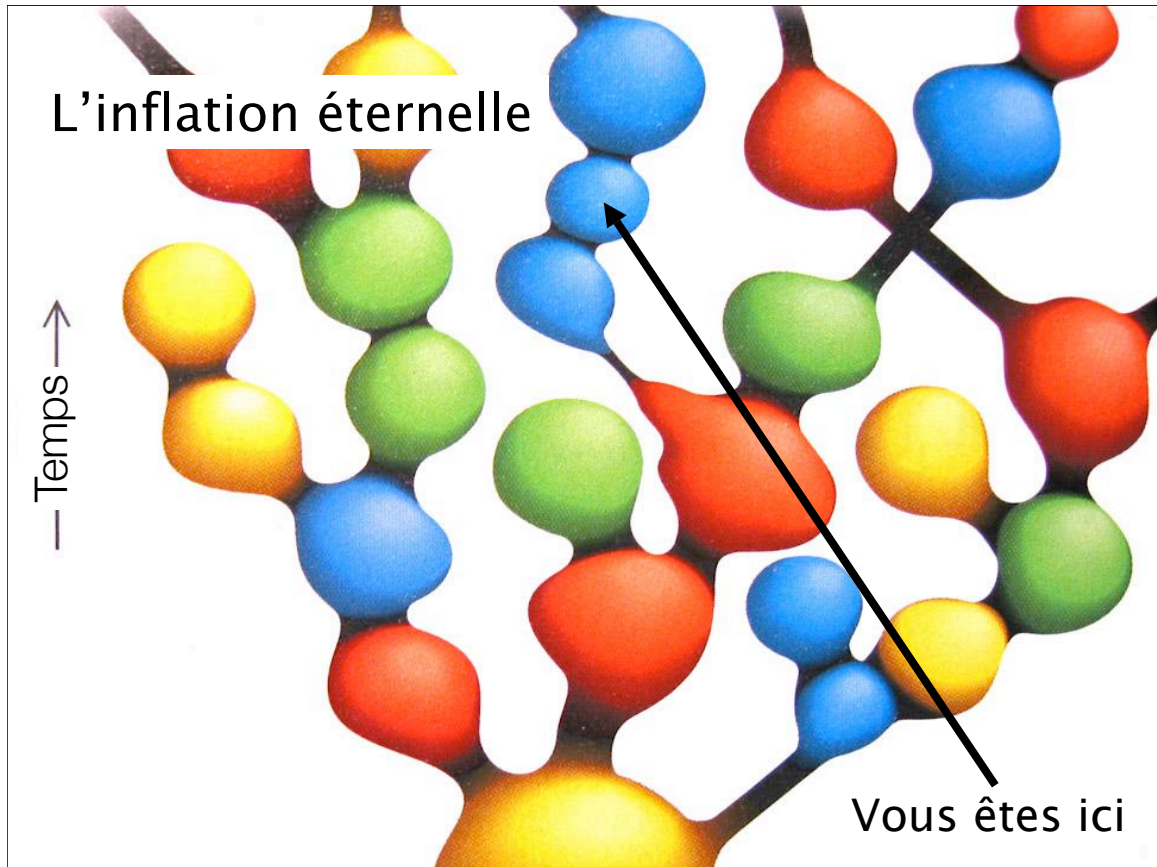
Roberto Trotta

28



Roberto Trotta





31

Un exemple d'effet de loupe probabiliste

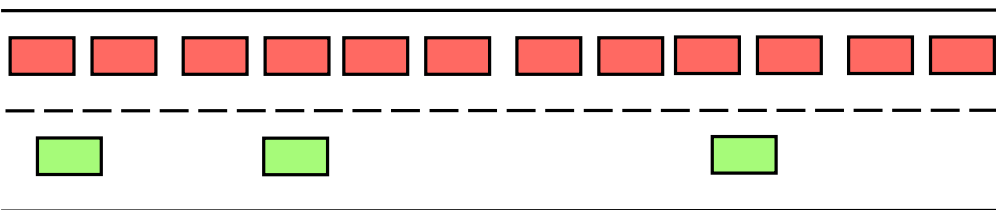
Imperial College  
London

*Pourquoi les voitures dans l'autre voie avancent  
toujours plus vite que nous?*

15 voitures

Probabilité(lent) =  $12/15 = 80\%$

Probabilité(vite) =  $3/15 = 20\%$



Roberto Trotta

32



- **Le principe anthropique "trivial" :**  
L'Univers doit satisfaire certaines contraintes (par exemple : son âge ou sa température) pour que la vie biologique puisse exister.  
Utilisé par exemple par Fred Hoyle dans son calcul sur la résonance du carbone.
- **Le principe anthropique faible :**  
Les lois de la physique doivent satisfaire des contraintes pour permettre l'apparition de la vie. Par exemple : il est nécessaire d'avoir un certain nombre d'ajustements fins parmi les constantes fondamentales.  
Utilisé par exemple pour expliquer la valeur de la constante cosmologique.
- **Le principe anthropique fort :**  
Les coïncidences entre les différentes constantes fondamentales ne sont pas le fruit du hasard, mais cela montrerait une finalité de l'évolution cosmique.  
Valence métaphysique.

Roberto Trotta

33

## La belle au bois dormant



Voir: JP Delahaye, *Pour la science*, Juillet 2003.

34

# La belle au bois dormant

Dimanche



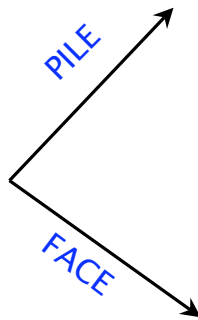
Une pièce de monnaie non truquée est lancée 1 fois

Lundi

**Entretien**  
La Belle est à nouveau endormie  
(ses souvenirs sont effacés)

Mardi

**Entretien**  
Fin



**Entretien**  
Fin

# La belle au bois dormant (cont.)

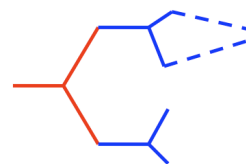
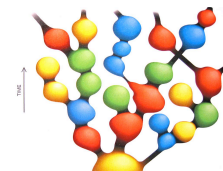
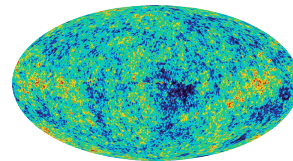
- Lors de l'entretien, on demande à la Belle au bois dormant :

**“Vu que vous avez été réveillée, quelle est la probabilité que la pièce de monnaie soit tombée pile ?”**

- Qu'en pensez-vous ?

## Y a-t-il d'autres Univers ?

- D'un point de vue statistique, l'effet de loupe probabiliste nous porte à réévaluer les probabilités des différentes théories physiques proportionnellement au nombre d'observateurs que ces mêmes théories prédisent
- Malheureusement, nous ne savons pas calculer le nombre d'observateurs à partir de principes physiques fondamentaux !
- Selon le principe de la Belle au bois dormant, notre existence est une indication que la vie existe ailleurs dans l'Univers.
- Essayez avec vos intuitions !



Roberto Trotta

37

## La structure des lois de la physique

Newton, Einstein

**Lois "locales"**

Effets de sélection

**Conditions initiales**

Distributions de probabilité

**Constantes fondamentales**

Multivers

**Théorie des cordes ?**

**La théorie du tout ?**

Roberto Trotta

38