



**Du Big Bang à l'Inconscient,
un dialogue possible sous le couvert de l'anonymat**

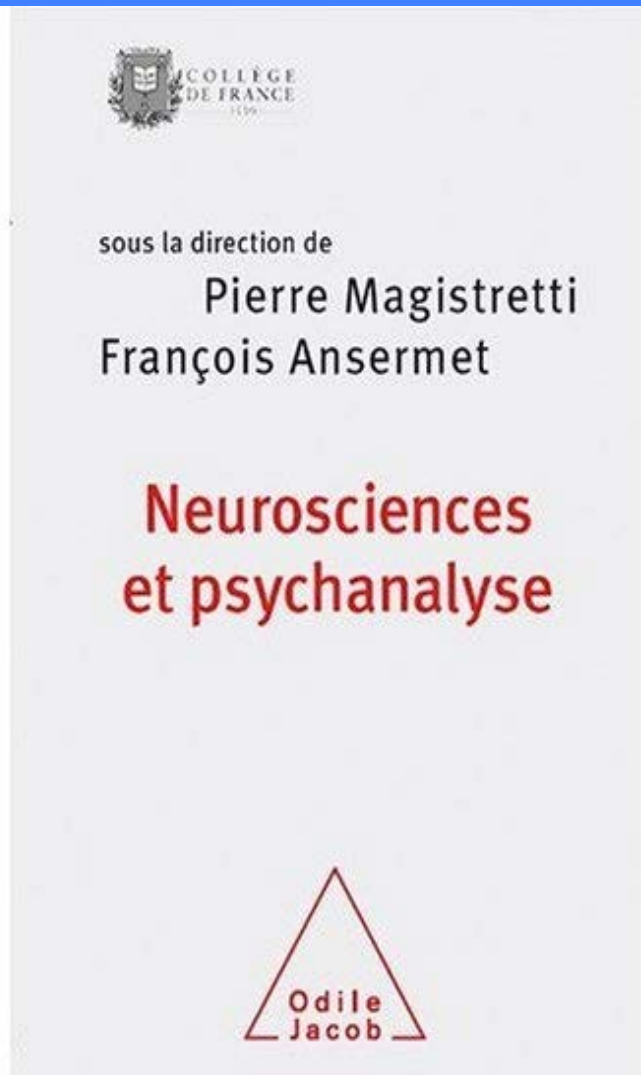
Simposietto - 4 juin 2011

Y.-A. Kaufmann
Chef de clinique Cs PEPS - Navihgation

Exploration des univers

1. Introduction
2. Energie sombre
3. Inconscients
4. Mode par défaut
5. Théorie des fractals
6. Du big bang à l'inconscient: l'énergie sombre du cerveau

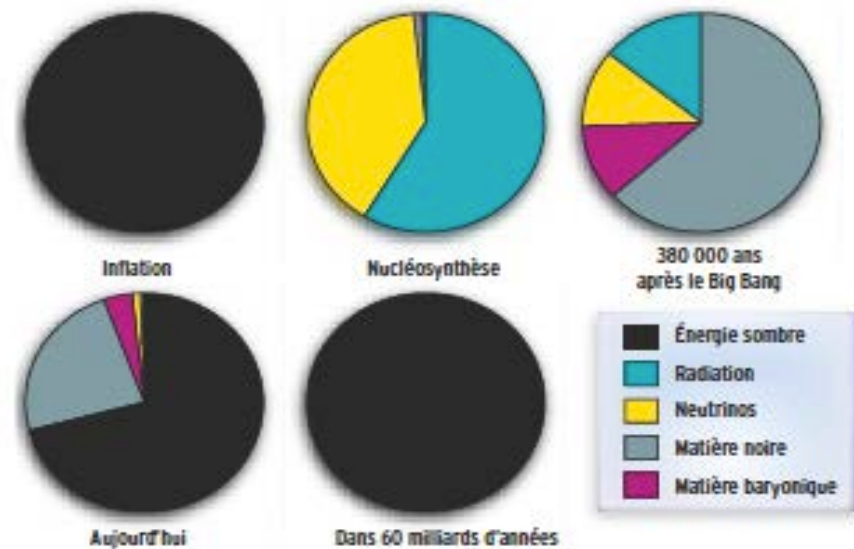
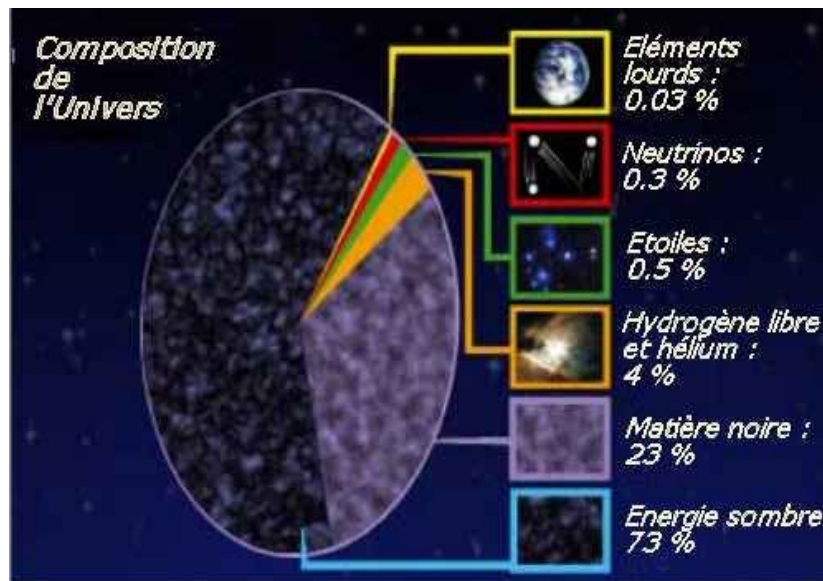
Simposietto – 4 juin 2011



David Gross Nobel Laureate 2004 (Physics), Kavli Institute for Theoretical Physics, University of California, Santa-Barbara, U.S.A

Energie sombre I

Définition: état invisible et immatériel inconnu (pas une particule) de l'univers qui se soustrait de la matière visible et de la matière noire. La répartition est uniforme et de densité quasi constante dotée d'une pression négative, qui agit comme une sorte d'antigravité qui alimente l'expansion cosmique alors que la gravité de la matière la freine.



Riazuelo A., PLS, 2011

CE QUI SE CACHE DU CÔTÉ OBSCUR

Les observations astronomiques ont révélé l'existence dans l'Univers d'un type de matière (non baryonique) et d'une forme d'énergie (sombre), tous les deux invisibles et dont la nature est encore inconnue.

MATIÈRE BARYONIQUE: 4 %
La matière ordinaire, dont sont composés les atomes, peut exercer et subir toutes les forces fondamentales connues de la nature. C'est tout ce que nous pouvons voir de façon directe.

MATIÈRE NON BARYONIQUE: 23 %
Elle n'est sensible qu'à une partie des forces connues, ainsi qu'à des interactions qui lui sont propres.

Matière chaude
Certaines formes de matière, comme les neutrinos, naissent avec une vitesse comparable à celle de la lumière.



Matière froide
Certaines formes de matière, à leur création, se déplacent à faible vitesse.



Auto-interaction
Les particules pourraient interagir beaucoup plus fortement qu'avec la matière ordinaire.



Matière noire miroir
Chaque particule ordinaire aurait un double.

Interactions cachées (scénario sans WIMP)
Les particules noires pourraient être sensibles à des versions « noires » des interactions électromagnétique et faible.



Super-WIMP
Ces particules résultant de la désintégration des WIMP ne seraient pas sensibles à l'interaction faible.

GRAVITÉ



Particules supersymétriques
Le principe de supersymétrie fait naturellement apparaître des particules inédites.

WIMP
Particules massives interagissant faiblement via la gravité et l'interaction faible.

GRAVITÉ



INTERACTION FAIBLE

Axions
Ces particules encore plus légères et interagissant plus faiblement que les neutrinos résoudraient un problème lié à l'interaction forte.

QUINTESSENCE
Forme dynamique d'énergie qui pourrait avoir été créée par les interactions avec la matière.

ÉNERGIE DU VIDE
L'espace vide recèlerait en fait une énergie colossale, due aux fluctuations quantiques.



ÉNERGIE SOMBRE: 73%

Energie sombre II

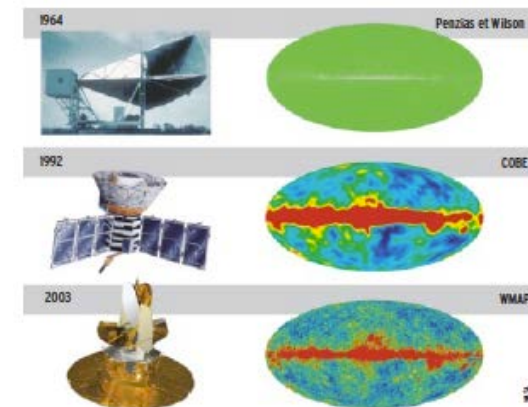
Histoire:

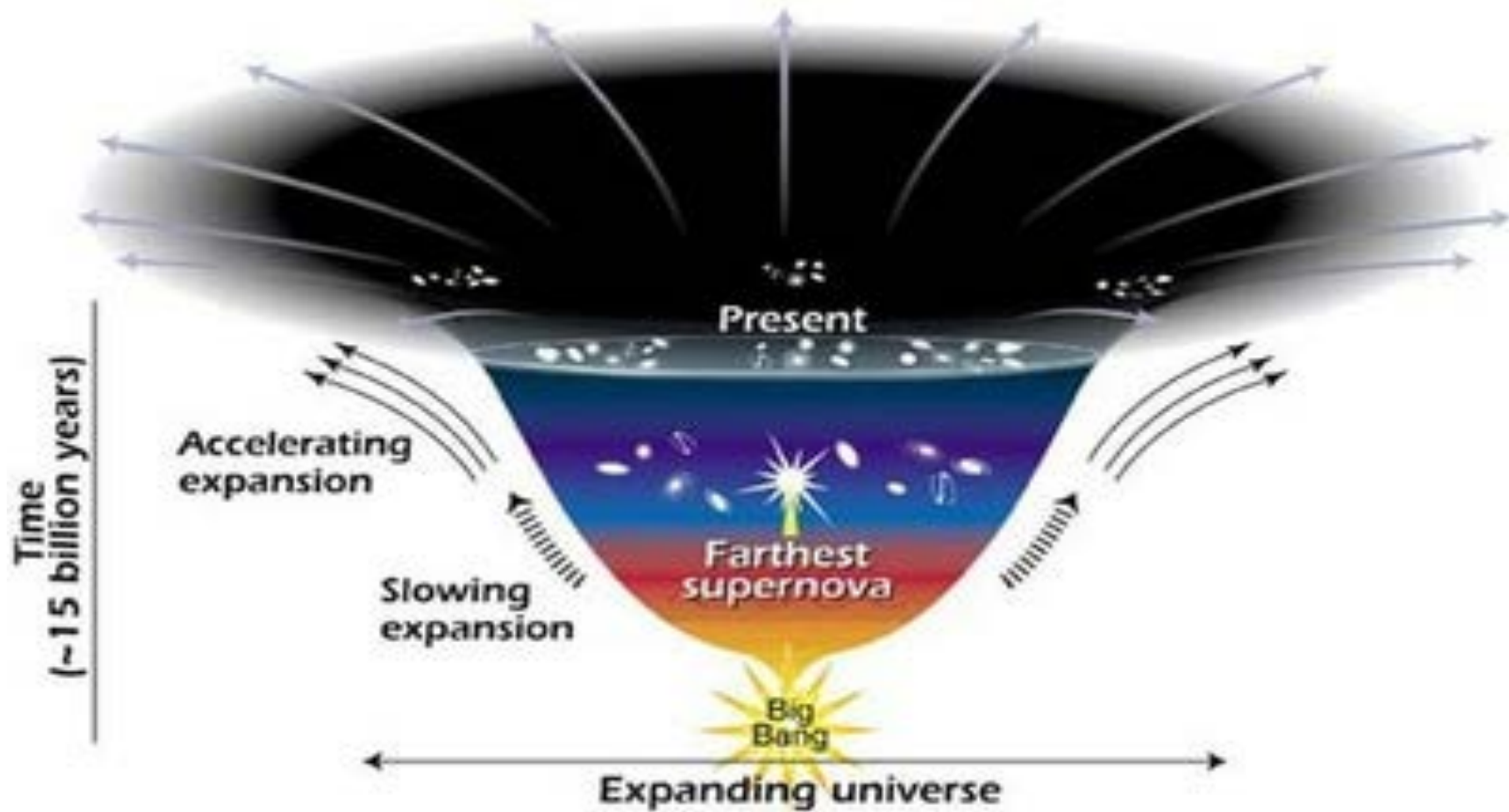
- 1917 – Einstein: constante cosmologique (CC)
- 1960 - Arno Penzias et Robert Wilson: fond diffus cosmologique EM (FDC)
- 1992- COBE: variations de T° du FDC
- 1998- CC = énergie sombre (étude des supernovae I)
- 2003- WMAP: meilleure définition visuelle du FDC
- 2012- Planck: étude du FDC
- Avenir- SNLS: étude des supernovae I

Définitions:

Fond diffus cosmologique électromagnétique = écho lumineux du Big Bang

Supernovae Ia: explosion d'une naine blanche issue d'une étoile moyenne





L'Univers, du début à la fin

Quels événements ont présidé à la naissance de l'Univers ? Lesquels marqueront sa « mort » ? Pour décrire ces deux phases clés, nous devons passer en revue $10^{10^{26}}$ années, avec une précision de l'ordre de 10^{-43} seconde !

10^{-43} seconde

À cette échelle de temps, dite de Planck, la cosmologie standard est aveugle. Pour décrire cette époque, nous aurons besoin de théories quantiques de la gravitation, telle la théorie des cordes (voir *Les premiers instants de l'Univers*, par P. Peter, page 24).

10^{-35} seconde

Apparition des particules usuelles (quarks, électrons, neutrinos...), puis transition de grande unification : l'interaction forte (qui lie les quarks entre eux) et l'interaction électrofaible (union des interactions faible et électromagnétique) se séparent. Par la suite, l'énergie de la soupe chaude et dense de l'Univers primordial engendre sans cesse des paires particules/antiparticules, qui s'annihilent aussitôt.

10^{-6} seconde

Les quarks forment des hadrons, tels le proton et le neutron, et les antiquarks des antihadrons. La densité d'énergie atteinte dans les collisions d'ions lourds de l'accélérateur LHC correspond à cette époque. Par la suite, le refroidissement « gèle » la production de paires hadrons/antihadrons (seules des paires électron/positron sont encore produites, et ce jusqu'à une seconde). Celles qui existent s'annihilent, et un léger excès de matière demeure. Plusieurs scénarios se déroulant à des instants divers tentent d'expliquer la formation de cet excès (voir *Antimatière : une disparition bientôt expliquée ?*, par S. Davidson, page 70).

10^{-11} seconde

Transition de phase électrofaible. L'interaction électrofaible se divise en deux : l'interaction faible (responsable de la radioactivité β) et l'interaction électromagnétique. Un peu auparavant sont peut-être apparues les hypothétiques particules de matière noire, dont on détecte les effets gravitationnels.

Inflation

Les distances sont multipliées par 10^{26} (et les volumes par 10^{78}) en 10^{-34} seconde : la région dont est issu notre Univers observable passe de 10^{-26} à 10^{-28} mètre cube. L'expansion continue ensuite plus lentement.

Big Bang ou grand rebond ?

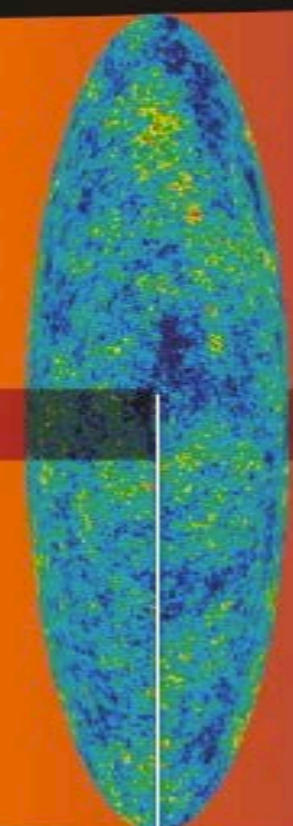
Le Big Bang marque-t-il vraiment le commencement de l'Univers ? Certaines théories stipulent que ce n'est qu'une phase de transition entre un univers qui se contracte et notre Univers en expansion (voir *L'Univers rebondissant*, par M. Bojowald, page 8).

1 seconde

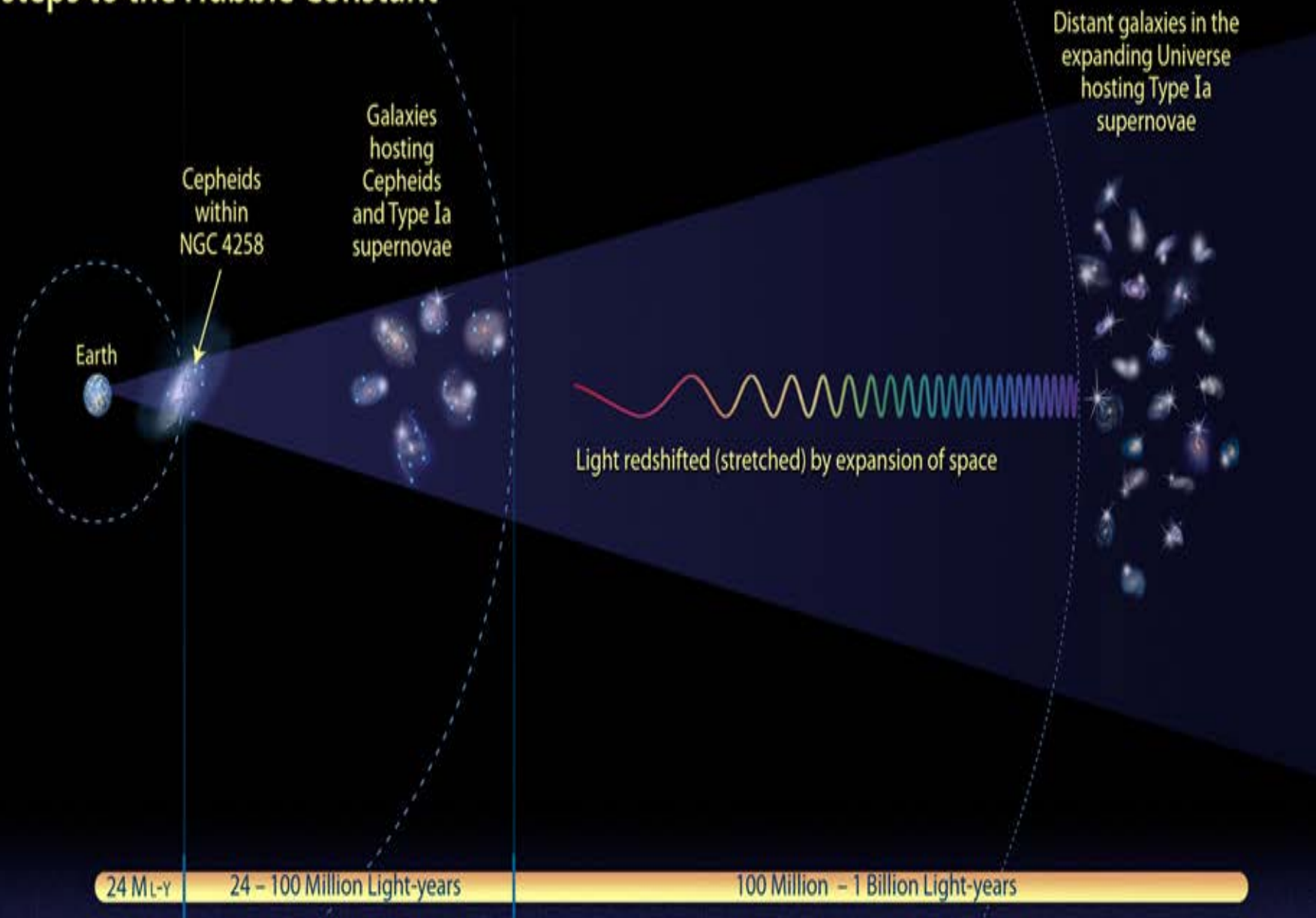
Émission d'un « fond diffus » de neutrinos et début de la nucléosynthèse primordiale, qui durera trois minutes. Les noyaux des éléments légers (hydrogène, hélium et certains de leurs isotopes) se forment.

380 000 ans

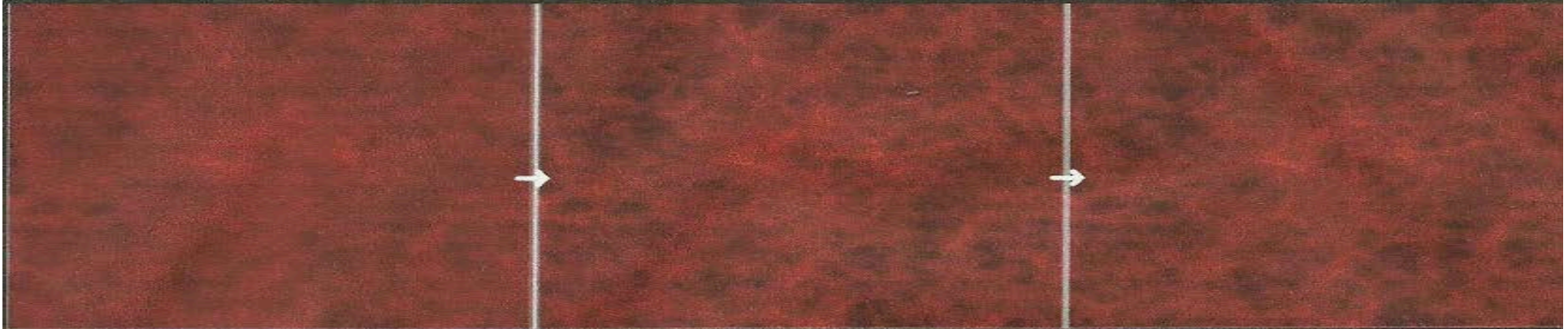
Émission du fond diffus cosmologique, lorsque les électrons se joignent aux noyaux pour constituer les premiers atomes. C'est la plus ancienne image de l'Univers connue. Auparavant, les photons ne pouvaient s'échapper de la soupe dense et opaque de l'Univers primordial. Seules d'hypothétiques ondes gravitationnelles émises juste après le Big Bang et le fond diffus de neutrinos, encore jamais détectés, auraient interagi assez peu pour franchir cette barrière.



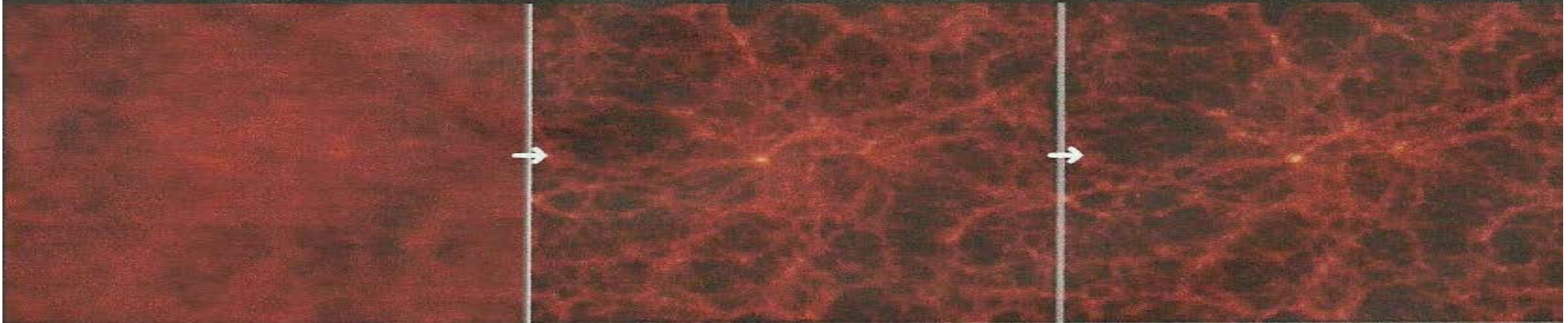
Three steps to the Hubble Constant



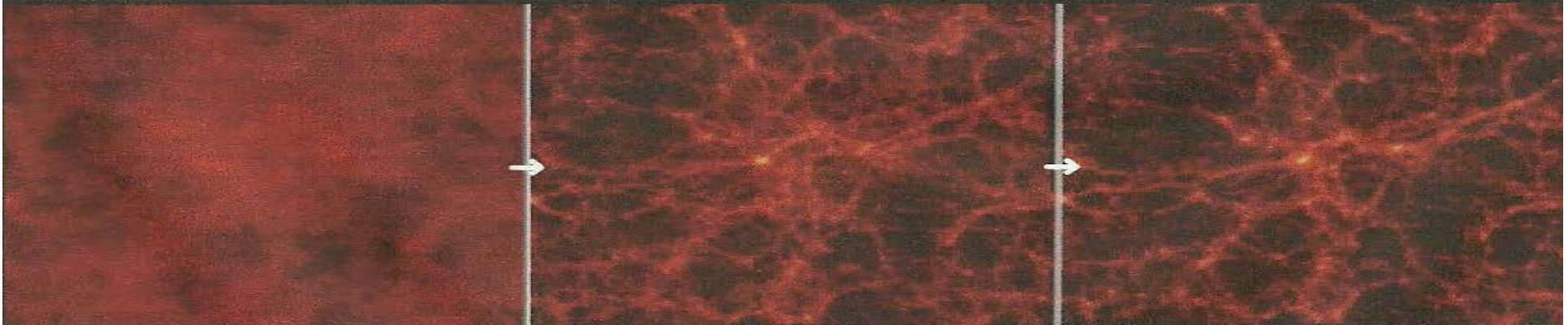
Densité d'énergie sombre plus élevée ($\Omega_{\Lambda} = 0,99$)



Densité d'énergie sombre observée ($\Omega_{\Lambda} = 0,75$)



Densité d'énergie sombre nulle ($\Omega_{\Lambda} = 0$)

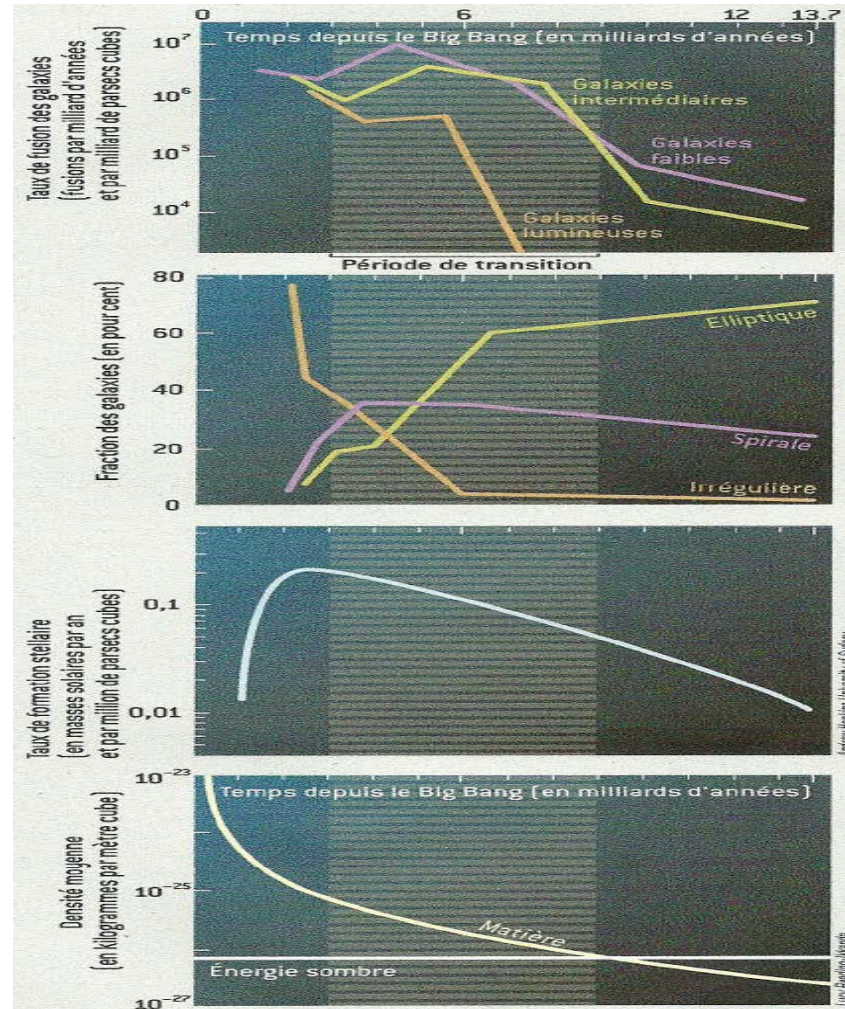


Taille : 170 millions d'années-lumière

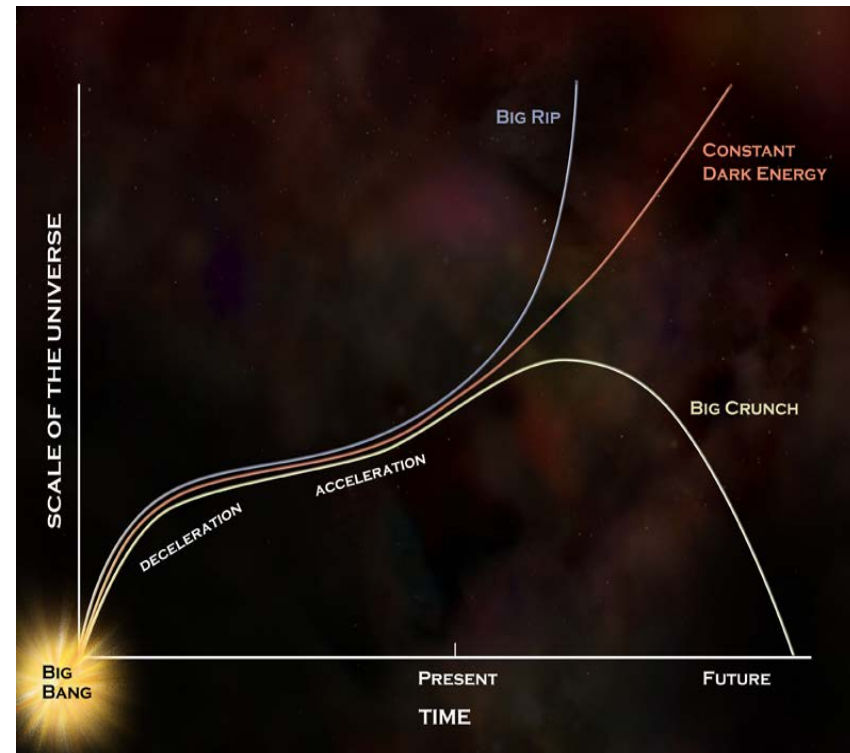
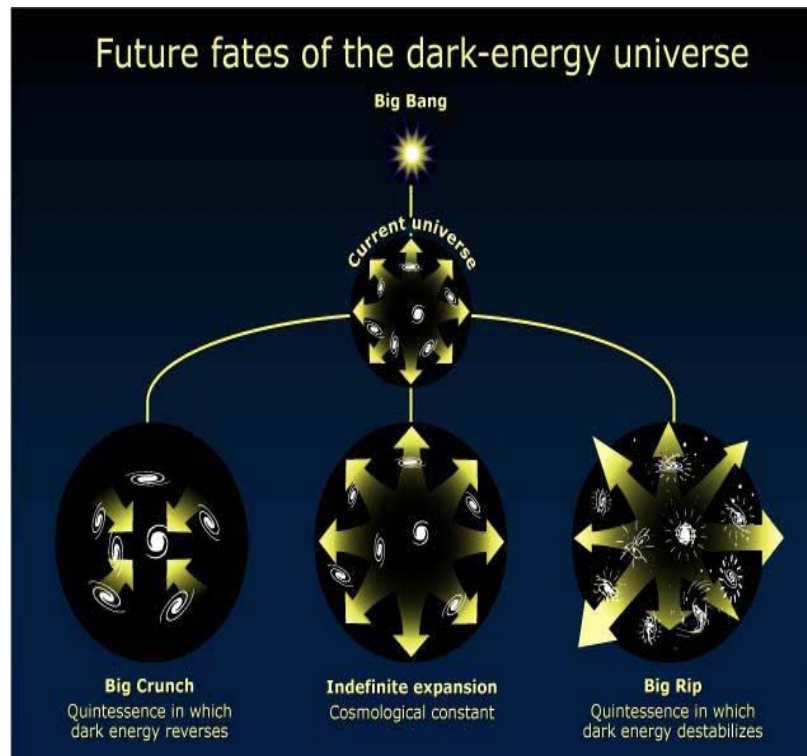
Taille : 750 millions d'années-lumière

Taille : un milliard d'années-lumière





Energie sombre III



Le LHC (Large Hadron Collider) au CERN



Collisionneur proton-proton: Rayon de 4.3 km

Une énergie sans précédent:

$E_{\text{proton}} = 7 \text{ TeV}$, $E_{\text{cm}} = 14 \text{ TeV}$

EN 5-mars-2007



78

Inconscients

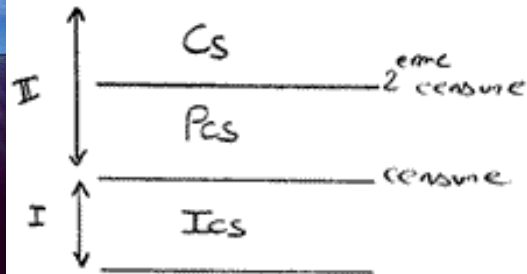
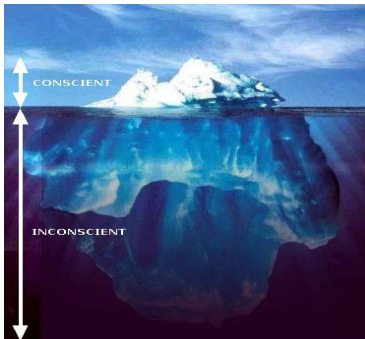
Inconscients psychothérapeutiques vs cognitifs



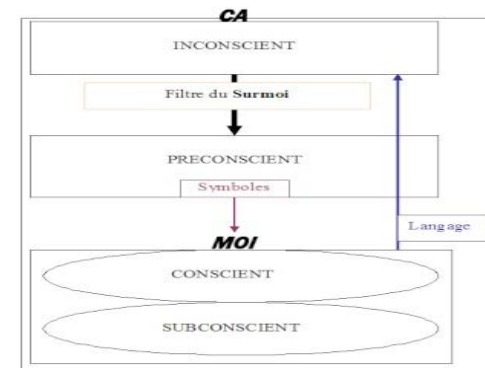
S. Freud

Inconscient : siège des pulsions innées, des désirs et des souvenirs refoulés

1ere topique

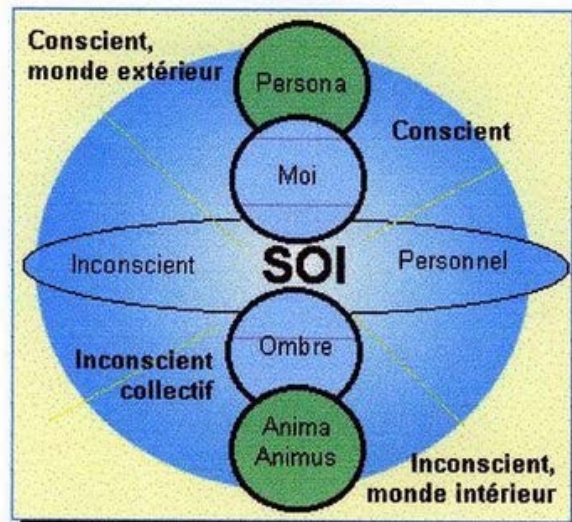


2e topique



C.-G. Jung

Inconscient :

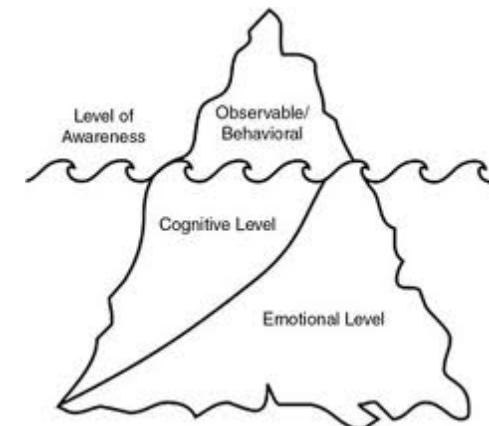
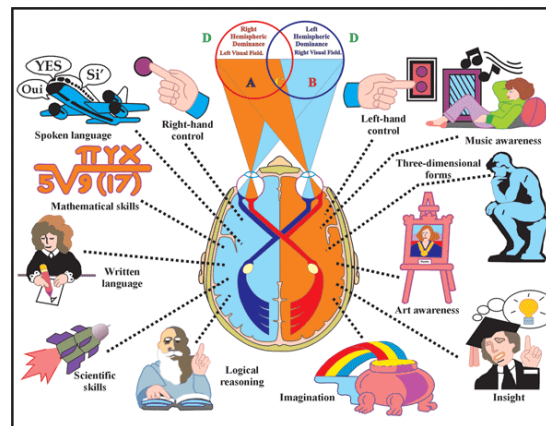


Le mécanisme de la psyché selon C.-G. Jung

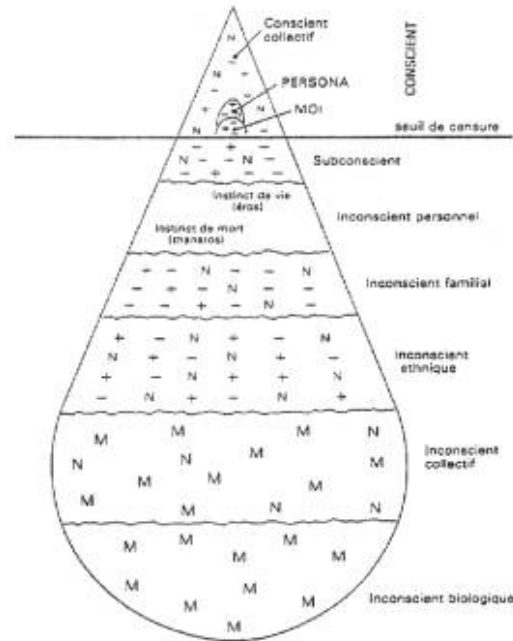
Persona: masque social
Animus: masculin de la femme
Anima: féminin de l'homme
Ombre: part de nous-même refoulée

Inconscient biologique

Définition : activité psychique qui se déroule hors de la sphère consciente dans l'esprit d'un individu: ex: perception subliminale, désir subconscient, préjugé implicite, apprentissage procédural



Inconscient global

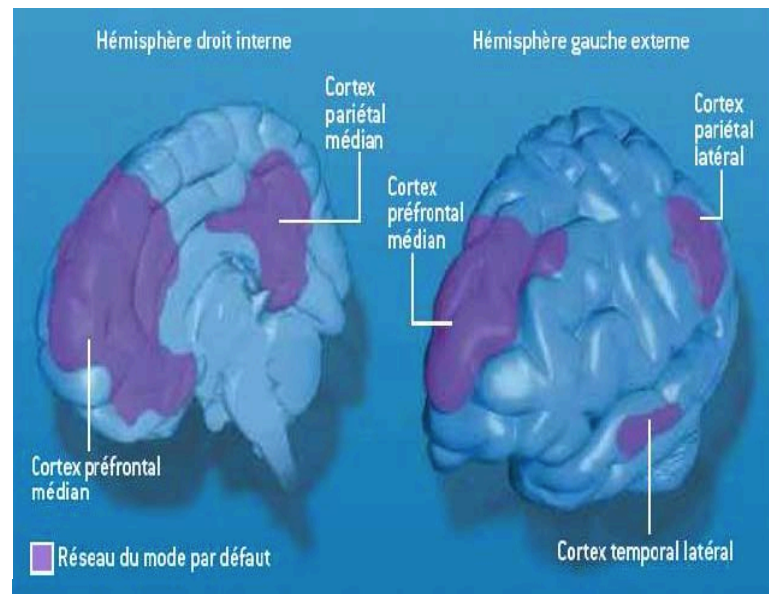
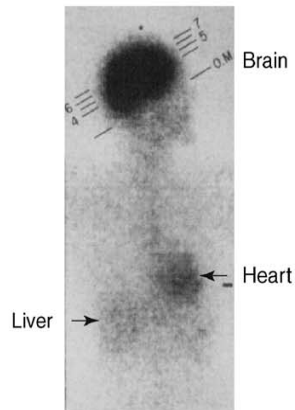


M. H de Valors

Mode par défaut (« default mode »)

Définition: activité du cerveau au repos.

Resting metabolism



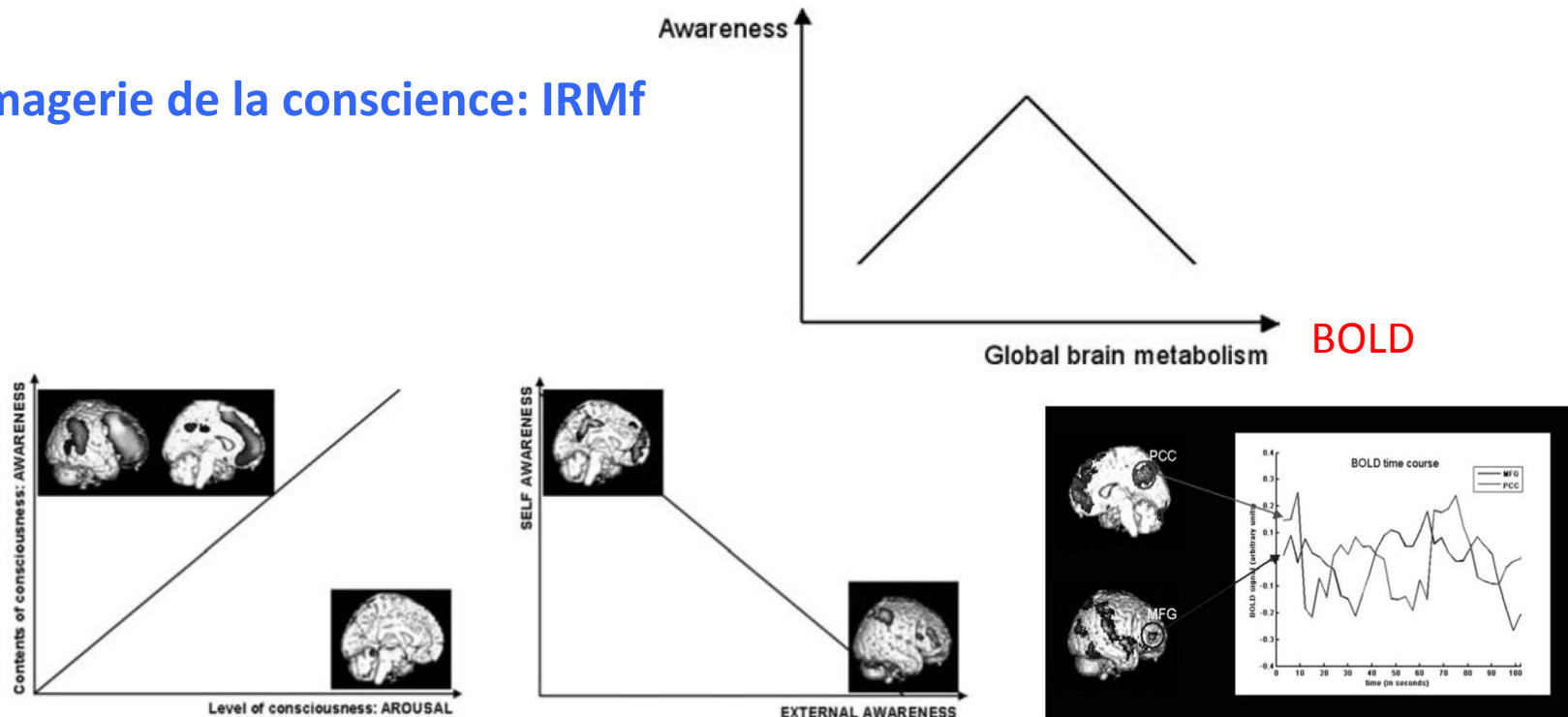
Raichle M., Trends in Cognitive sciences, 2010



Mode par défaut II

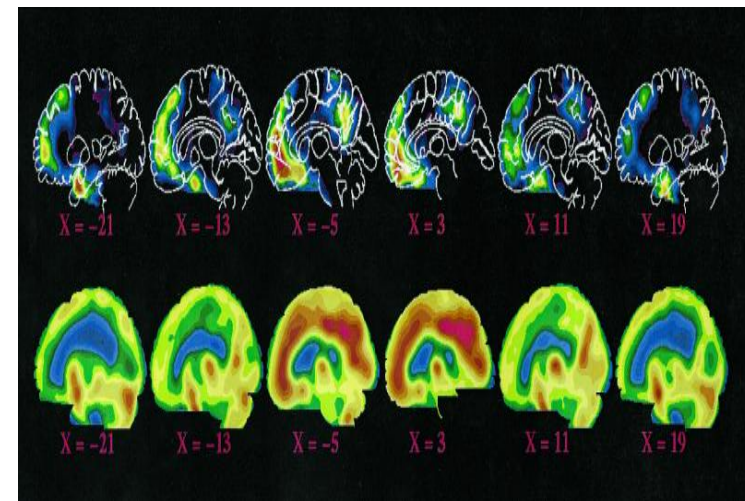
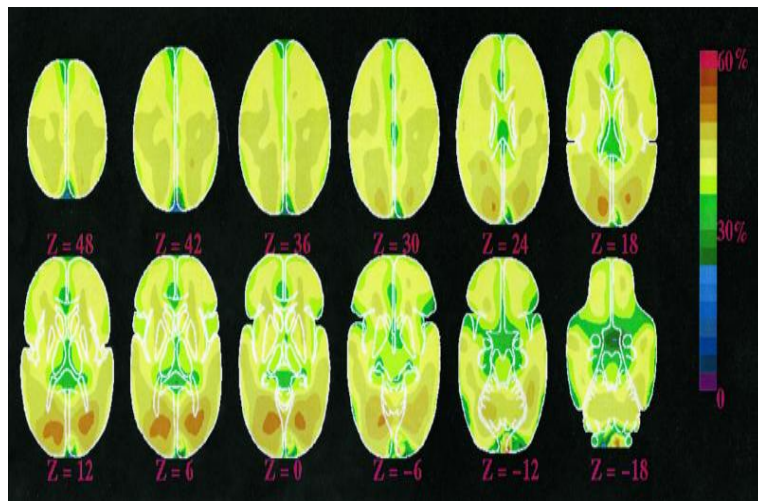
Imagerie de la conscience: IRMf

M. Boly & al. , Ann N Y Acad Sci. 2008



Mode par défaut IV

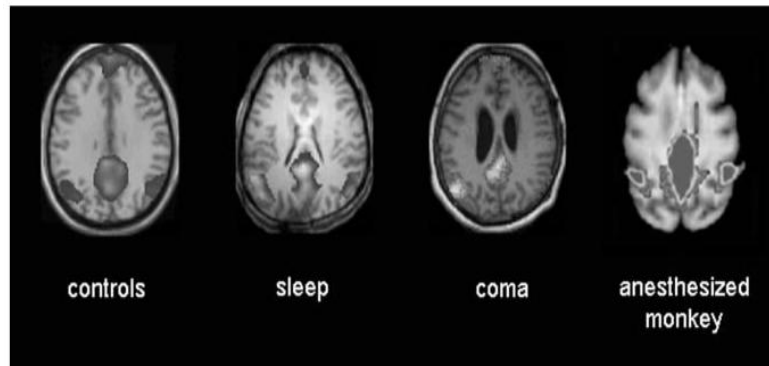
Imagerie de la rêverie: couché sans réflexion les yeux fermés



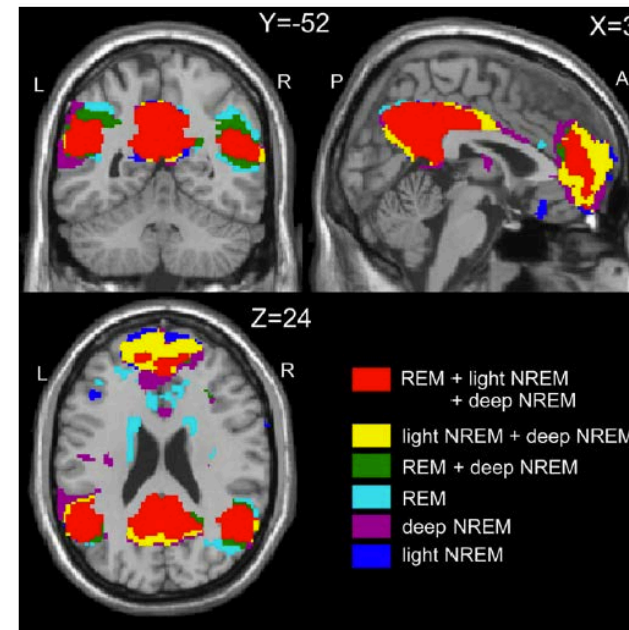
M.E. Raichle & al. , PNAS. 2001

Mode par défaut V

Imagerie de l'état conscient *et* inconscient:



M. Boly & al. , Ann N Y Acad Sci. 2008



T. Koike & al. , Neuroscience research. 2011

Mode par défaut VI

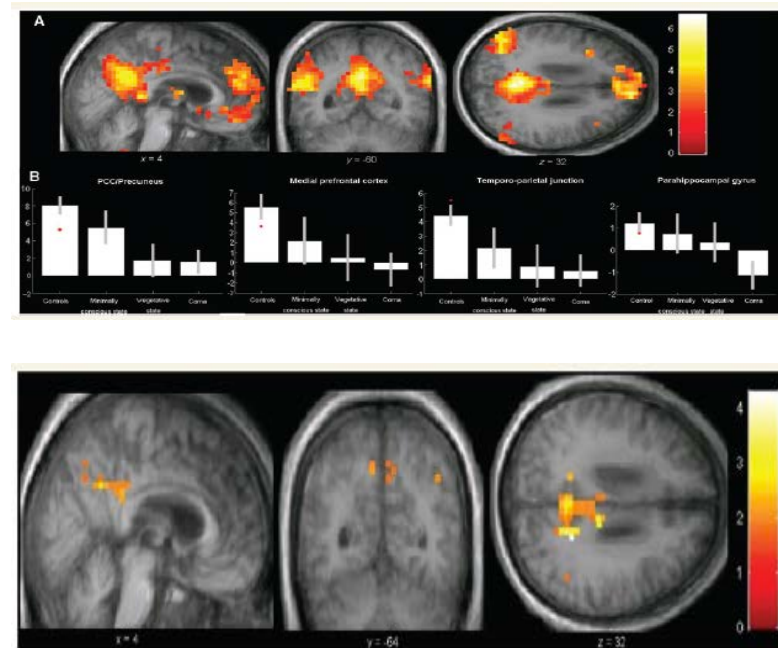
Imagerie de l'état conscient à inconscient:

Areas		x	y	z	Z-value	P-value
Posterior cingulate cortex/precuneus		-8	-52	28	6.82	<0.001
Medial prefrontal cortex		8	52	32	5.53	<0.001
Superior frontal sulcus	R	28	24	40	5.22	<0.001
	L	-20	36	48	6.05	<0.001
Temporo-parietal junction	R	52	-56	24	5.41	<0.001
	L	-48	-56	20	5.92	<0.001
Parahippocampal gyrus	L	-28	-32	-20	4.95	<0.001
Temporal cortex	R	64	-8	-24	5.44	<0.001
	L	-60	-12	-24	4.82	<0.001
Inferior frontal gyrus	R	40	24	-20	4.04	0.001
Post-central gyrus	L	-52	-16	44	3.59	0.002
Insula	L	-32	-16	8	3.00	0.013
Thalamus		-8	-8	0	2.73	0.025
Brainstem		0	-20	-24	2.71	0.026
Cerebellum	R	12	-44	-40	3.55	0.003
	L	-28	-80	-36	4.75	<0.001

Areas		x	y	z	Z-value	P-value
Minimally conscious state > unconscious						
Posterior cingulate cortex/precuneus		20	-48	32	3.62	0.012
Medial prefrontal cortex		-4	52	-24	1.81	0.035*
Temporo-parietal junction	R	64	-52	24	2.35	0.010*
Parahippocampal cortex	L	-32	-20	-24	2.11	0.017*
Temporal cortex	R	60	-56	28	2.35	0.010*
Thalamus		-24	-28	-12	1.75	0.040*
Brainstem		12	-16	-16	1.70	0.045*
Minimally conscious state < unconscious						
No areas could be identified						

P-values are corrected for false discovery rate in a 10mm radius spherical small volume centred on a priori coordinates. *Non-corrected P-values.

Vanhaudenhuyse A.&al., Brain, 2009



Mode par défaut VII

Hypothèse:

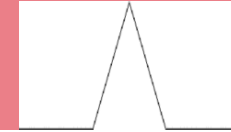
Gilles Lafargues (Laboratoire de neurosciences fonctionnelles et pathologies CNRS):

« La **fonction** du réseau du mode par défaut est **d'assurer la cohérence des pensées au cours de la vie**, qu'il s'agisse de se souvenir du passé ou d'imaginer l'avenir, en facilitant l'élaboration des modèles mentaux liés à des événements personnels ».

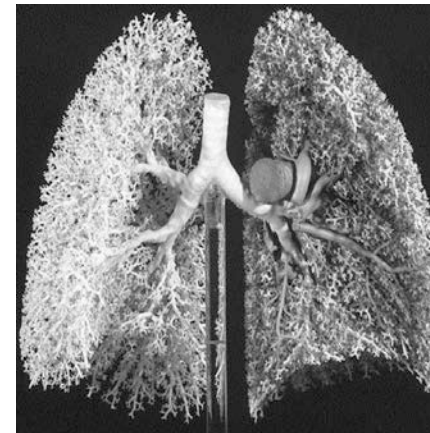
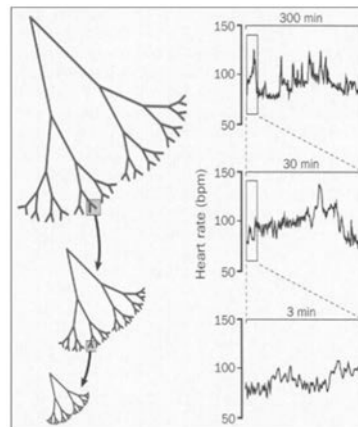
Question 1

Le mode par défaut est-il une représentation de l'inconscient (Ics) ou plutôt du préconscient (Pcs)?

Théorie des Fractals



Définition: forme géométrique fragmentée qui peut être divisée en différentes parties dont chaque représentation est la copie identique à une échelle inférieure de l'entité de base.



Simposietto – 4 juin 2011

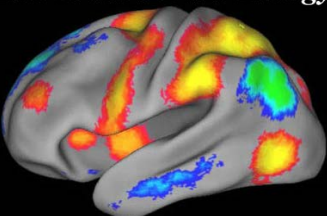
L'énergie sombre du cerveau I

M. Raichle

**THE GOLDMAN-RAKIC NARSAD
DISTINGUISHED LECTURE**

*Hosted by the Dept. of Neurobiology
& Kavli Institute for Neuroscience at Yale*

"The Brain's Dark Energy"



Marcus E. Raichle, M.D.
Dept. of Radiology & Neurology
Washington University School of Medicine

Thursday, June 23rd, 2005
Hope Bldg., Room 216 @ 4:00 P.M.



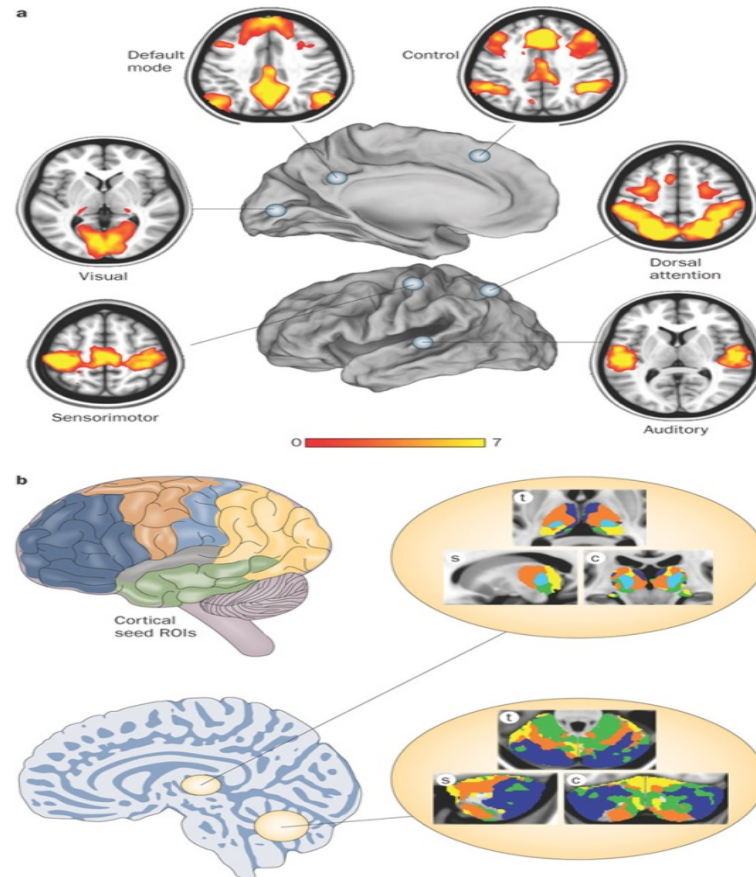
Rencontre du mode par défaut et de l'énergie sombre: fractale?

	Energie sombre	Mode par défaut
Energie de base (soutien)	+++	+++
Présence énergétique invisible	73%	60-80%
Nécessaire pour expliquer la totalité	++ Univers (Accélération de l'expansion)	+? Cerveau (Inconscient?)
Nature / Fonction inconnue	+++ (activité, forme, répartition des galaxies?)	+++ (activité des autres zones, programmation des tâches, organisation des souvenirs?)

L'énergie sombre du cerveau II

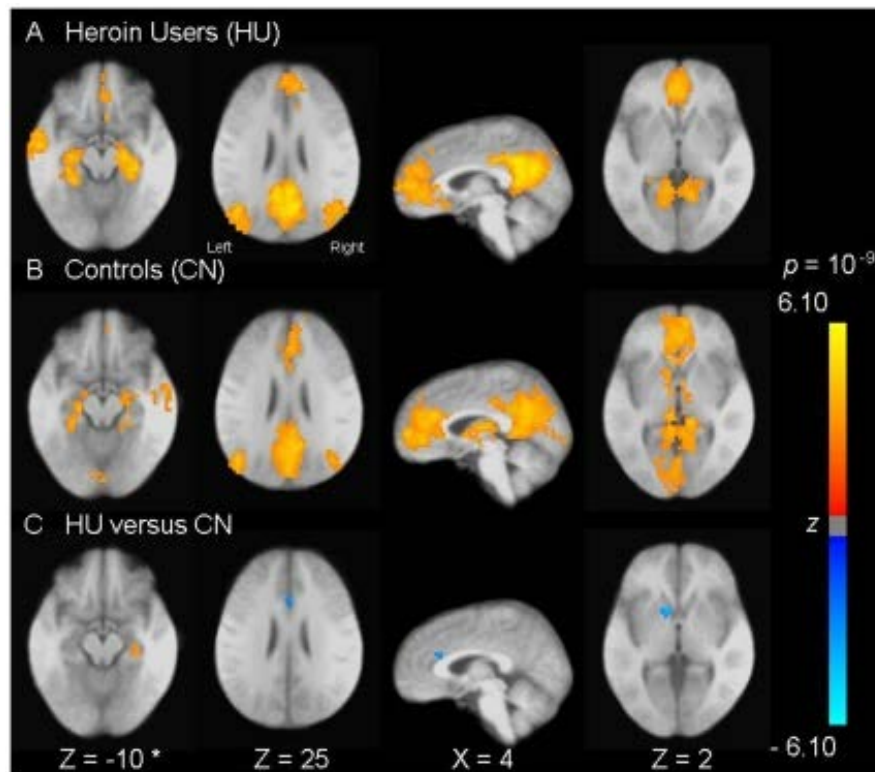
Implications

- **Schizophrénie** (Jafri M.G.&al, Neuroimage, 2008; Jardri R., European congress of psychiatry, 2010): augm.
- **Alzheimer** (Li S.&al, Radiology, 2002)
- **Dépression** (Greicius M.D.&al., Biol Psychiatry, 2007)
- **TDAH** (Tian L.&al., Neurosci letter, 2006)
- **Autisme** (Cherkassky V.L.&al, Neuroreport, 2006; Monk C.S.&al. Neuroimage, 2009)
- **Addictologie** (Ma N.&al., PLoS One, 2011)
- **Applications neurochirurgicales** (Zhang D.&al., Neurosurgery, 2010)



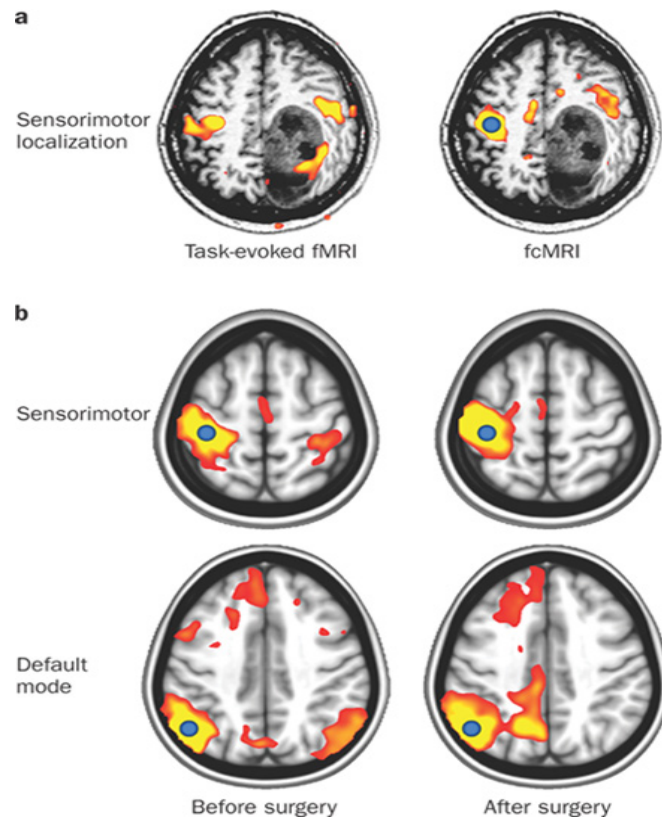
Zhang, D. & Raichle, M. E. (2010) Disease and the brain's dark energy
Nat. Rev. Neurol. doi:10.1038/nrneuro.2009.198

L'énergie sombre du cerveau III



Ma N.&al., PLoS, 2011

L'énergie sombre du cerveau IV



Zhang D.&Raichle M.E.:, Neurology, 2010

Question 2

Le mode par défaut est-il une fractale de l'énergie sombre?

Merci de votre attention



Yves-Alexandre.Kaufmann@hcuge.ch