

Gaïa: hypothèse, programme de recherche, ou philosophie de la nature?

Sébastien Dutreuil



- Formation en sciences de la Terre
 - Master et thèse en histoire et philosophie des sciences sur l'hypothèse Gaïa (2012 - 2016)
- (Dir: Jean Gayon et Philippe Huneman, à l'IHPST/Paris 1)

L'hypothèse Gaïa Lovelock & Margulis (1960-1970's)

1. La vie a une
influence massive sur
son environnement
géologique



2. L'environnement global est resté stable/habitable
pendant plus de trois milliards d'années en dépit de
perturbations externes (augmentation de la luminosité)

Hypothèse: c'est la vie qui régule l'environnement
chimique et climatique terrestre.



... Pseudo-science qui
n'a intéressé que les
mouvements *New Age*



Dans les années 1980: les biologistes rejettent Gaïa comme pseudo-science

Gaïa – la grande Terre mère ! L'organisme planétaire ! –

Suis-je le seul biologiste à souffrir d'une convulsion désagréable, d'un sentiment d'irréalité, quand les médias m'invitent encore une fois à la prendre au sérieux ? [...]

La science marginale, la pseudo-science, l'obscurantisme, l'expression de bons sentiments et le mysticisme trouvent aujourd'hui une faveur presque médiévale y compris chez

des gens éduqués. Par exemple, qui, une décennie auparavant, se serait attendu à l'astrologie, à la médecine marginale, à la guérison par la foi, aux excentricités nutritionnelles, au mysticisme religieux, et à un millier d'autres manies et cultes qui grèvent maintenant nos sociétés développées. Postgate, 1988

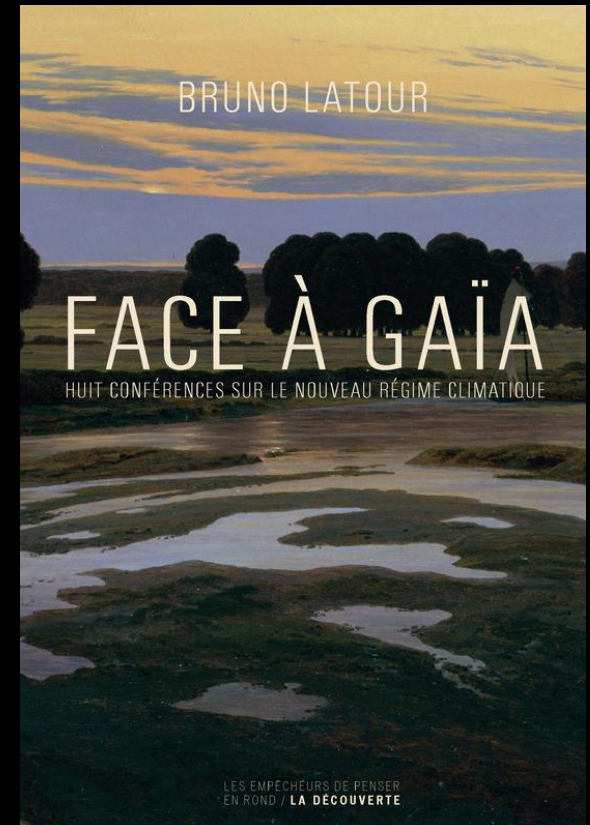
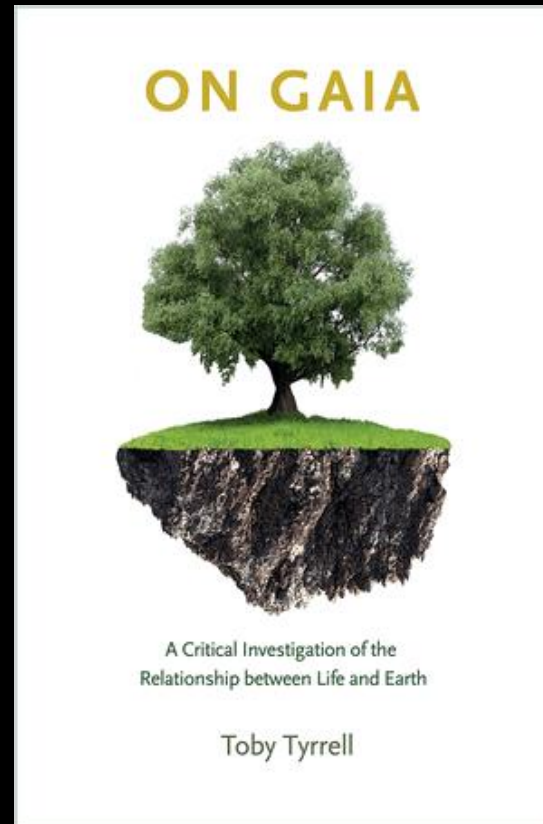
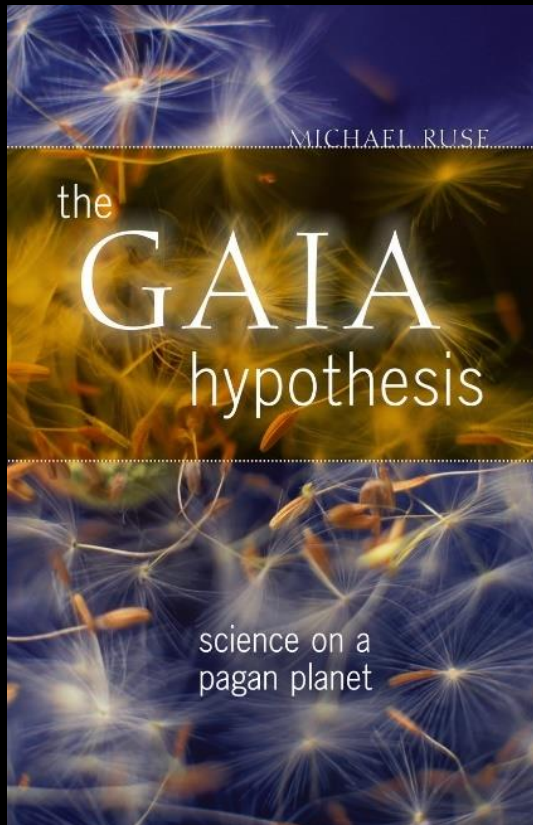
Le « récit standard » qui a diffusé à propos de HG

(i) Pseudo-science / universellement rejetée par les scientifiques

(ii) les critiques importants sont les biologistes de l'évolution

Gaïa ~ hypothèse controversée

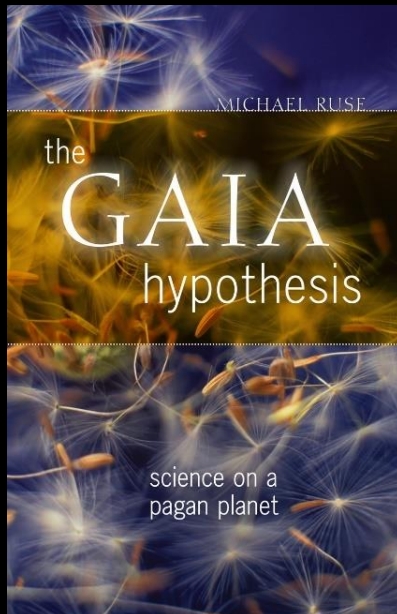
...Qui s'est infléchie récemment (2013)



... mais qui persiste: Gaïa comme « hypothèse controversée »

« The most expansive conception of a balance of nature—the Gaia hypothesis [39]—has been almost **universally** rejected by scientists [40]. »

Simberloff 2014, *PLOS Biology*



“Although **the scientific community rejected** the hypothesis, the general public embraced it with enthusiasm and still does. Here it seems to me is a question that is worth asking”

Ruse 2014

Pourquoi 2°C?



Pourquoi 2°C?



Scientifiquement folklorique

Politiquement sympathique

Scientifiquement folklorique

*Scientifiquement incontournable.
Reconfiguration profonde des sciences de
l'environnement et de la Terre.*

Politiquement sympathique

Politiquement problématique.

Qu'*est*-ce que Gaïa?

Qu'*est*-ce que Gaïa?

Une question centrale qui divise la littérature ...

Réception
(diverses disciplines
scientifiques, écologie
politique, philosophie)

Lovelock

Argument

4 attitudes à propos de « Gaïa »

dans les travaux de Lovelock & Margulis
& dans la réception de Gaïa

1. Hypothèse/théorie

Tester & modéliser

2. Programme de recherche

*Réorienter les questions
et méthodes scientifiques*

3. Philosophie de la nature &

*Reconfigurer des catégories
conceptuelles (vie, nature,
environnement)*

... prescriptions
environnementales

*Prescrire ou s'opposer à des
politiques environnementales
concrètes*

Argument

Qu'est-ce que Gaïa?

~~Une hypothèse controversée~~

1. Hypothèse/théorie

Tester & modéliser

2. Programme de recherche

*Réorienter les questions
et méthodes scientifiques*

3. Philosophie de la nature &

*Reconfigurer des catégories
conceptuelles (vie, nature,
environnement)*

... prescriptions
environnementales

*Prescrire ou s'opposer à des
politiques environnementales
concrètes*

Plan

1. Une hypothèse pseudo-scientifique? Remise en question du récit standard
2. Qui s'intéresse à Gaïa? Cartographie de la controverse
3. Gaïa comme hypothèse / théorie
4. Gaïa comme programme de recherche
5. Gaïa comme philosophie de la nature
6. Gaïa et la pollution: une entité au centre d'une politique de la nature

Rejetée par les scientifiques?

Pseudo-science

Normatif

Universellement rejetée par les scientifiques

historique

Dénonciation expéditive non argumentée

‘mysticism’
‘at the fringe of science’
‘pseudo-science’

Postgate (1988)
Gould (2002)
Simberloff (2014)

L'analyse poppérienne *détaillée* de Kirchner (1989 – 2002, 2003)



Pseudo-science

Normatif

Universellement rejetée par les scientifiques

historique

Développement de HG 1980's

Habitabilité de la terre et érosion des roches

Nature Vol. 296 8 April 1982

24. Lowe, J. J. & Walker, M. J. C. *Nature* **264**, 632–633 (1976).
25. Walker, M. J. C. & Lowe, J. J. *J. Biogeogr.* **8**, 475–491 (1981).
26. Lowe, J. J. & Walker, M. J. C. in *Studies in the Scottish Lateglacial Environment* (eds Gray, J. M. & Lowe, J. J.) 101–118 (Pergamon, Oxford, 1977).
27. Ruddiman, W. F. & McIntyre, A. *Quat. Res.* **3**, 117–130 (1973).
28. Ruddiman, W. F., Sancetta, C. D. & McIntyre, A. *Phil. Trans. R. Soc. B* **280**, 119–142 (1977).
29. Godwin, H. & Willis, E. H. *Proc. R. Soc. B* **150**, 199–215 (1959).
30. Sissons, J. B. & Walker, M. J. C. *Nature* **249**, 822–824 (1974).
31. Kirk, W. & Godwin, H. *Trans. R. Soc. Edinb.* **65**, 225–249 (1963).
32. Bishop, W. W. *Trans. J. Proc. Dumfries. Galloway nat. Hist. Antiq. Soc.* **40**, 117–132 (1963).
33. Pennington, W. *Boreas* **4**, 157–171 (1975).
34. Bishop, W. W. & Coope, G. R. in *Studies in the Scottish Lateglacial Environment* (eds Gray, J. M. & Lowe, J. J.) 61–88 (Pergamon, Oxford, 1977).

Life span of the biosphere

J. E. Lovelock

Coombe Mill, St Giles on the Heath, Launceston,
Cornwall PL15 9EY, UK

M. Whitfield

Marine Biological Association of the United Kingdom,
The Laboratory, Citadel Hill, Plymouth PL1 2PB, UK

There has been life on Earth for at least 3,500 Myr but the assumption that a comparable future lies ahead may not be justified. Main sequence stars appear to increase their burning rate as they age. Thus the Sun, if a typical star, can be predicted to have increased its output by 30% since the Earth's origin 4,500 Myr ago¹. The maintenance of an equitable climate since life began probably required some means of planetary thermostasis. The Gaia hypothesis proposed by Lovelock and Margulis² included an unspecified biological means for climate control. Walker *et al.*³ suggests an abiological automatic thermostasis in which the atmospheric abundance of CO₂, a greenhouse gas,

Influence du DMS sur le climat

NATURE VOL. 326 16 APRIL 1987

REVIEW ARTICLE

655

Oceanic phytoplankton, atmospheric sulphur, cloud albedo and climate

Robert J. Charlson*, James E. Lovelock†, Meinrat O. Andreae‡ & Stephen G. Warren*

* Department of Atmospheric Sciences AK-40, University of Washington, Seattle, Washington 98195, USA

† Coombe Mill Experimental Station, Launceston, Cornwall PL15 9RY, UK

‡ Department of Oceanography, Florida State University, Tallahassee, Florida 32306, USA

The major source of cloud-condensation nuclei (CCN) over the oceans appears to be dimethylsulphide, which is produced by planktonic algae in sea water and oxidizes in the atmosphere to form a sulphate aerosol. Because the reflectance (albedo) of clouds (and thus the Earth's radiation budget) is sensitive to CCN density, biological regulation of the climate is possible through the effects of temperature and sunlight on phytoplankton population and dimethylsulphide production. To counteract the warming due to doubling of atmospheric CO₂, an approximate doubling of CCN would be needed.

Modélisation mathématique Daisyworld

Tellus (1983), 35B, 284–289

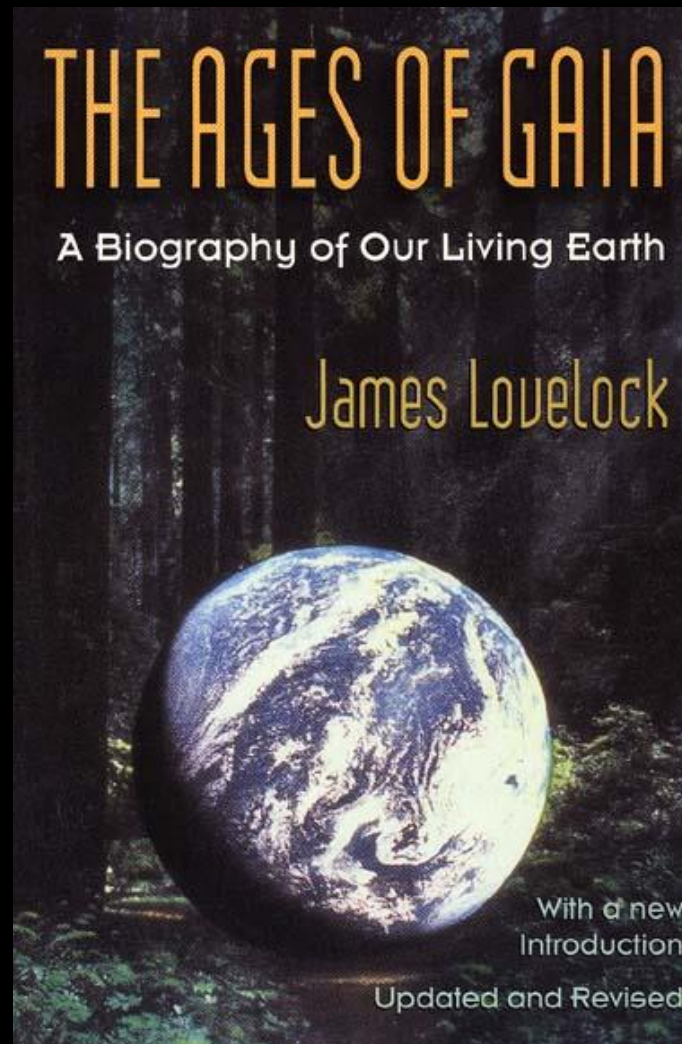
284

Biological homeostasis of the global environment: the parable of Daisyworld

By ANDREW J. WATSON, *Marine Biological Association, The Laboratory, Citadel Hill, Plymouth PL1 2PB, England* and JAMES E. LOVELOCK, *Coombe Mill, St. Giles on the Heath, Launceston, Cornwall PL15 9RY, England*

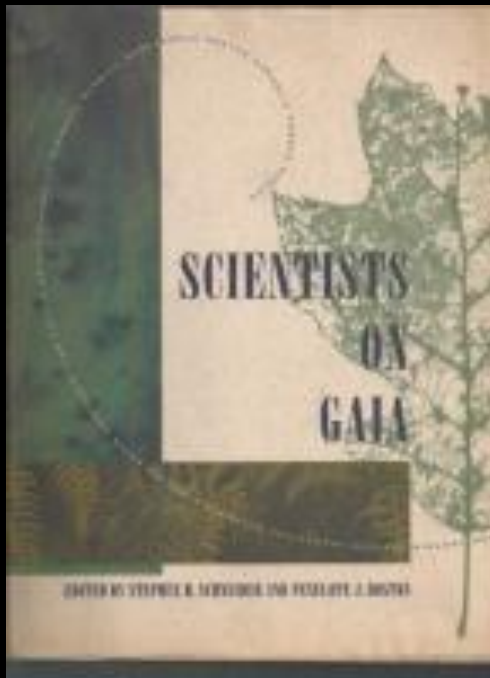
(Manuscript received October 20, 1982; in final form February 14, 1983)

Développement de HG 1980's



Développement de HG

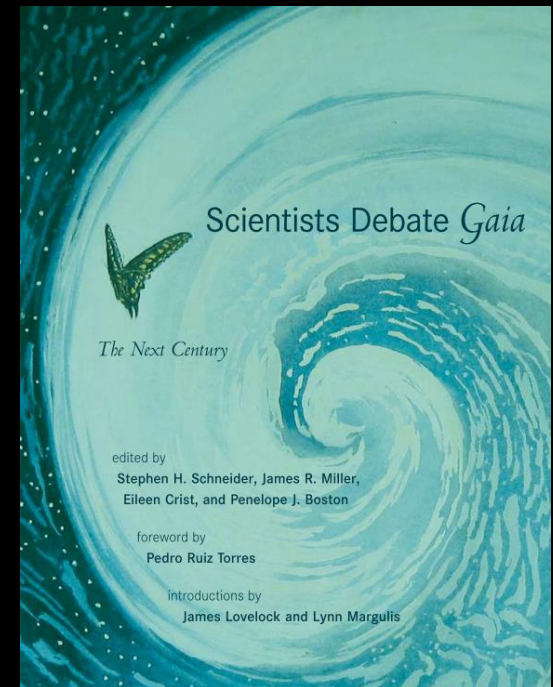
Les conférences internationales



1988

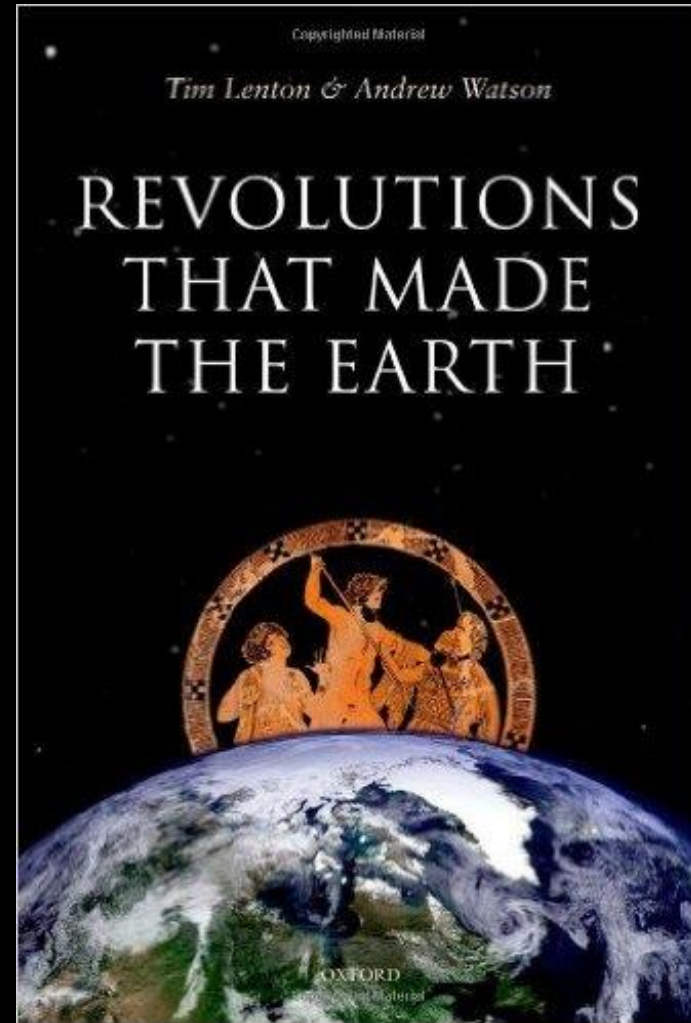
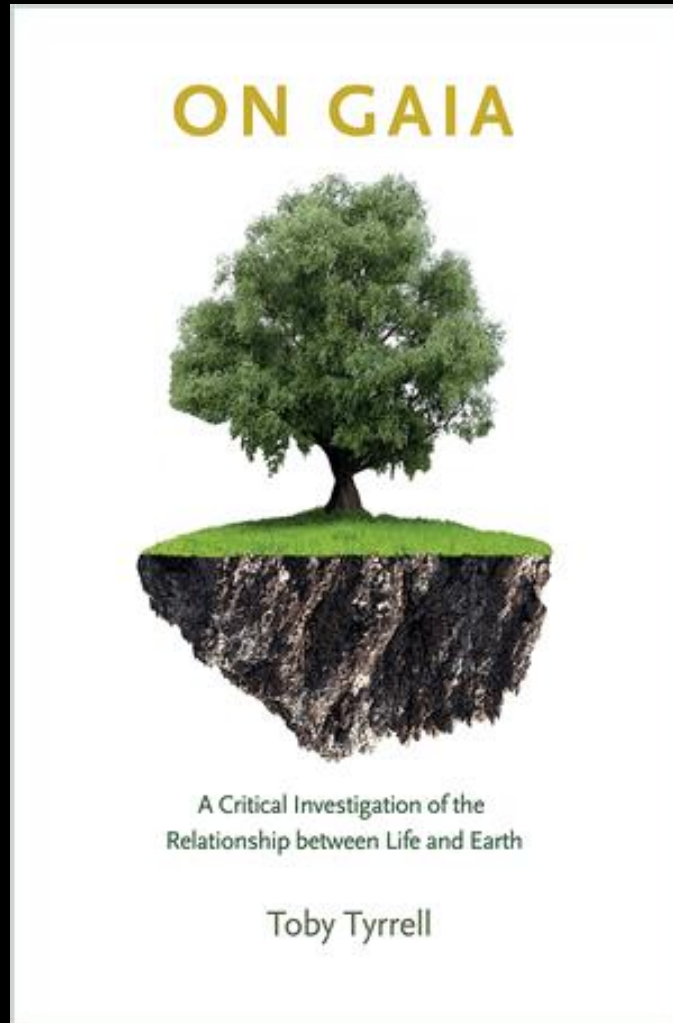
3 séries de
conférences à
Oxford

1990's



2000

Le « débat scientifique » se poursuit



Bilan

- 4 grandes conférences internationales
- ~ 200 articles scientifiques
- > 10 livres scientifiques
- Emergence des « sciences du système Terre »

Une hypothèse rejetée par la communauté scientifique?!

Plan

1. Une hypothèse pseudo-scientifique? Remise en question du récit standard
2. Qui s'intéresse à Gaïa? Cartographie de la controverse
3. Gaïa comme hypothèse / théorie
4. Gaïa comme programme de recherche
5. Gaïa comme philosophie de la nature
6. Gaïa et la pollution: une entité au centre d'une politique de la nature

Récit standard (2/2)

Les critiques importants sont les biologistes de l'évolution
(la controverse a lieu avec les biologistes de l'évolution)

Surprenant (1972 – 1979)

ICARUS 21, 471–489 (1974)

Biological Modulation of the Earth's Atmosphere

LYNN MARGULIS

*Department of Biology, Boston University,
Boston, Massachusetts 02215*

AND

J. E. LOVELOCK

*Department of Applied Physics, University of Reading,
Reading, England*

Received August 7, 1973; revised November 6, 1973

HOMOEOSTATIC TENDENCIES OF THE EARTH'S ATMOSPHERE

Origins of Life 5 (1974) 93–103.

JAMES E. LOVELOCK

University of Reading, Dept. of Applied Physical Science, Reading, England

and

LYNN MARGULIS

Dept. of Biology, Boston University, Boston, Mass., U.S.A.

Atmospheric Environment Pergamon Press 1972. Vol. 6, pp. 579–580. Printed in Great Britain.

LETTER TO THE EDITORS

GAIA AS SEEN THROUGH THE ATMOSPHERE

Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the gaia hypothesis

Tellus XXVI (1974), 1–2

J. E. LOVELOCK, *Bowerchalke, Nr. Salisbury, Wilts. England* and
LYNN MARGULIS, *Department of Biology, Boston University, 2, Cummington Street,
Boston, Mass. USA*

Pure and applied geophysics

The Biosphere as Ancient and Modern Modulator of the Earth's Atmosphere

By LYNN MARGULIS¹⁾ and J. E. LOVELOCK²⁾

Conclusions

We have presented some of the evidence concerning the Gaia hypothesis. The hard core geochemists will still no doubt argue that the cycling of gases through the biosphere is a passive process and does not determine atmospheric composition. He may compare it with

Faux (1972 – 2016)

	Articles citant HG	Articles sur HG
The american naturalist	3	0
Evolution	1	0
Evolutionary biology	1	0
Annual review of ecology, Evolution and Systematics	2	0
Evolutionary Ecology	0	0
Trends in Ecology and Evolution	6	3

Volume total publié sur
HG par les biologistes de
l'évolution depuis 40 ans



56 pages de Kirchner
1989, 2002, 2003

Controverse avec les biologistes de l'évolution?

- Les biologistes de l'évolution *ne s'intéressent pas* à HG depuis plus de trente ans
- Les partisans de HG « prennent au sérieux » les critiques formulées par Dawkins (1982) et Doolittle (1981)

Qui s'intéresse à HG?
Cartographie (sommaire) de la controverse

Le rôle important de *climatologues* dans l'*organisation* du débat scientifique



Schneider souhaitait que Gaia soit discutée dans des arènes scientifiques et pas uniquement dans *Coevol Quarterly*

- Conférences internationales (Chapman,)
- Espaces de discussions dans *Climatic Change*

Ann Henderson Sellers: RoG; soutiens dans des publications

Qui s'intéresse à HG?

Une réception riche dans diverses disciplines

CLIMATOLOGIE

NCAR, Hadley Centre

GEOCHIMIE ET
HISTOIRE DE LA TERRE

Lars Sillén, Heinrich Holland,
Robert Garrels, Robert Berner, etc.

SCIENCES DE LA
COMPLEXITE

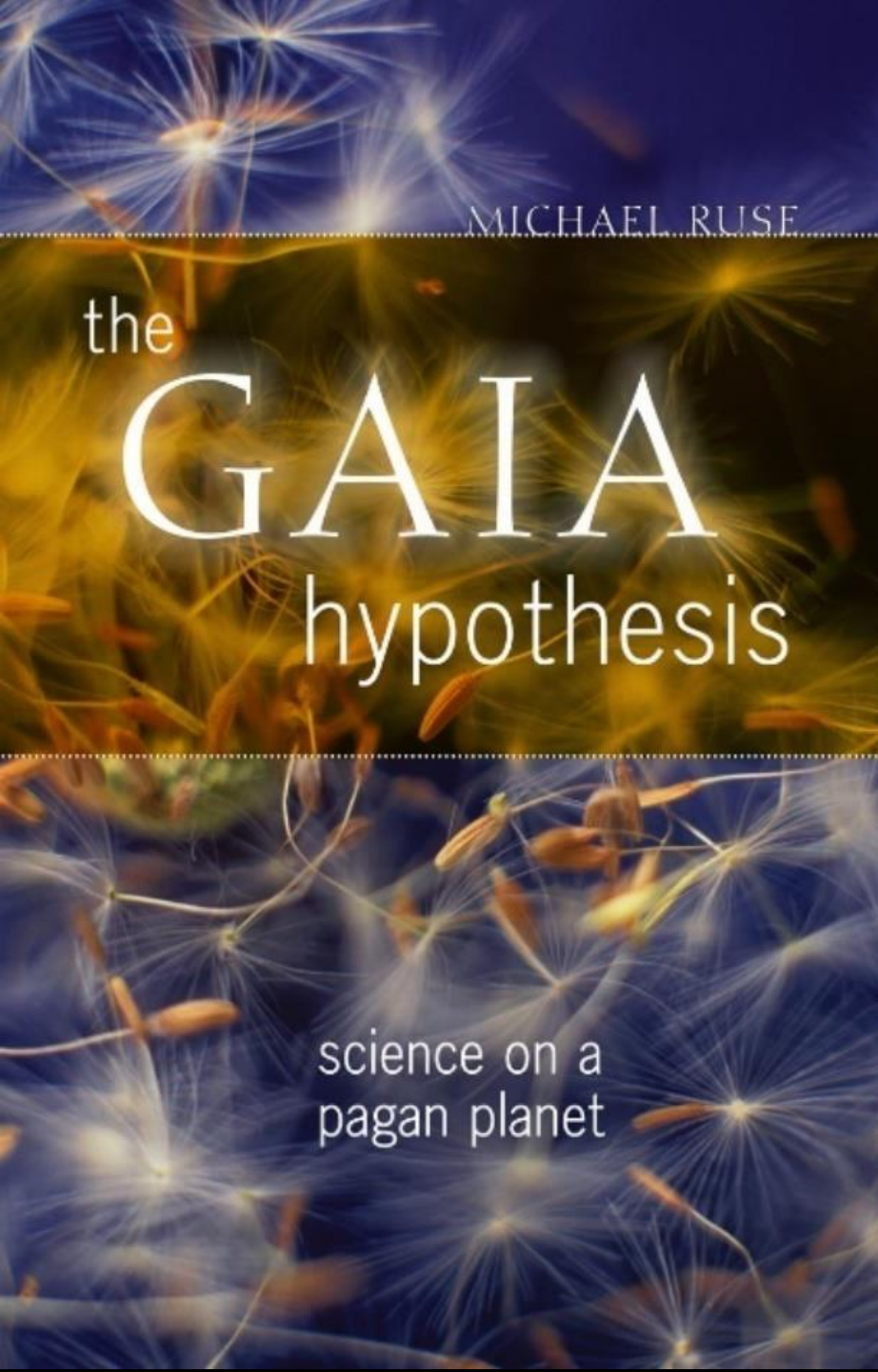
Cybernétique, *Alife*, physiologie,
Santa Fe

(Écologie)

(Odum, (Hutchinson), Loreau, etc.)

(astrobiologie)

Réception auprès du « grand public »



MICHAEL RUSE

the
GAIA
hypothesis

science on a
pagan planet

Question de Ruse

« Comment expliquer le succès de HG auprès du grand public et son rejet par « les » scientifiques? »

Réponse de Ruse

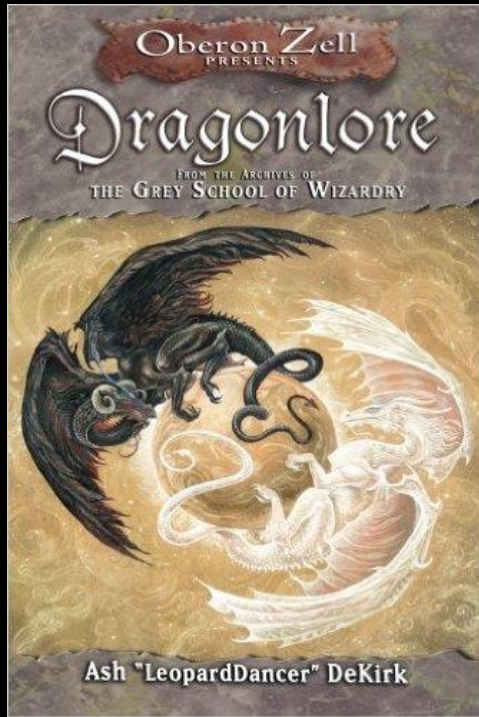
Tradition qui voit la Terre comme un organisme qui va du romantisme du 19^e siècle au néo-paganisme des années 1960-1970



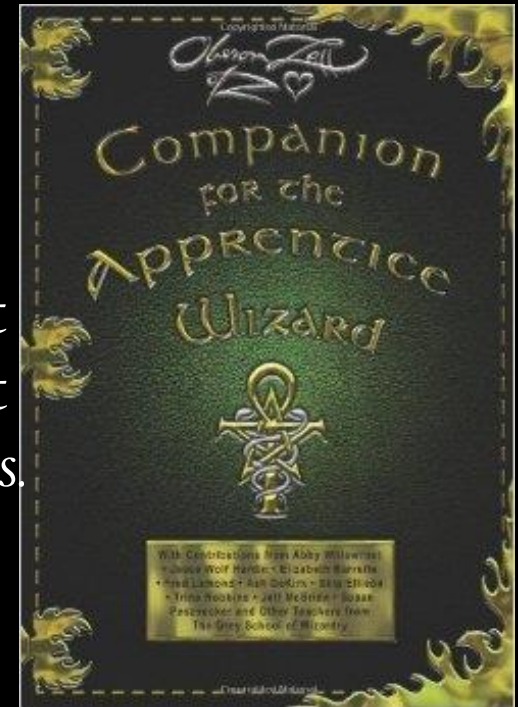
« Oberon Zell- Ravenheart »

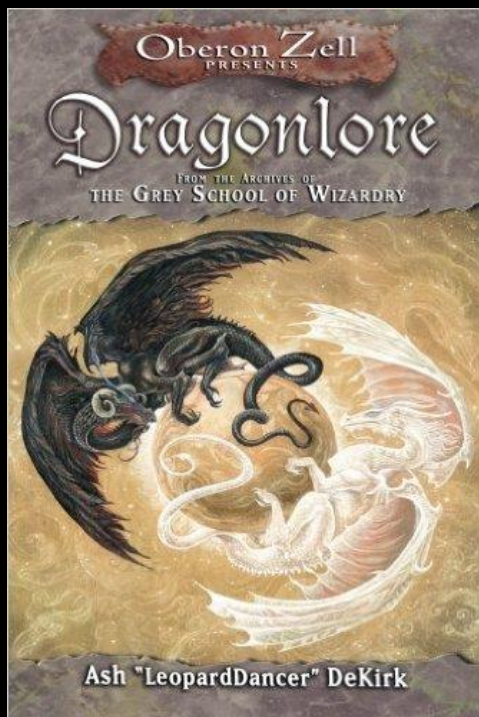
« Cet homme remarquable se décrit lui-même sur son site web comme un 'psychologue transpersonnel, métaphysicien, naturaliste, théologien, shaman, auteur, artiste, sculpteur, lecteur, enseignant' et également comme un 'initié à l'Église Égyptienne de la Source Éternelle' ainsi qu'un 'Prêtre de la confrérie d'Isis'. »

Ruse, 2013

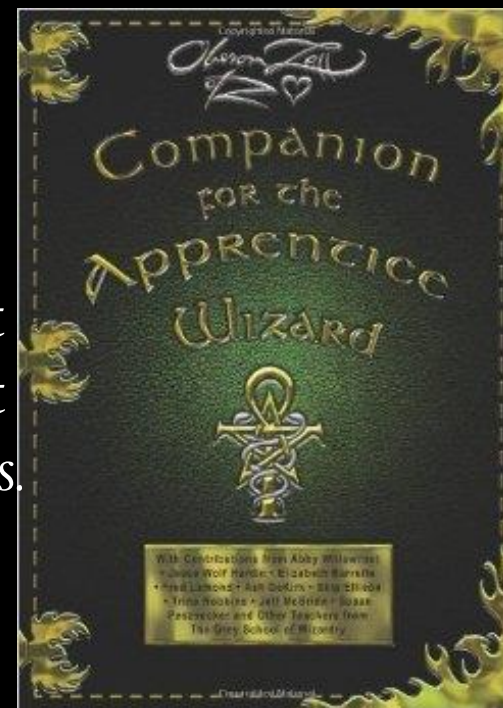


Fédère les mouvements néo-païens 1960's et 1970's en créant la revue *Green Egg* (1968-1976) et le mouvement *Church of All Worlds*.





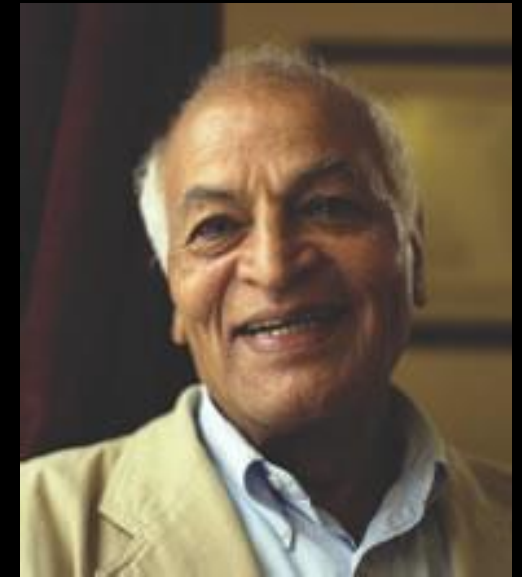
Fédère les mouvements néo-païens 1960's et 1970's en créant la revue *Green Egg* (1968-1976) et le mouvement *Church of All Worlds*.



Revendique la primeur sur « l'hypothèse Gaïa » au titre d'un texte de 1971 dans *Green Egg*.

Lovelock ne le cite jamais

Néo-paganisme ou Contre-culture environnementale & Ecologie politique ?

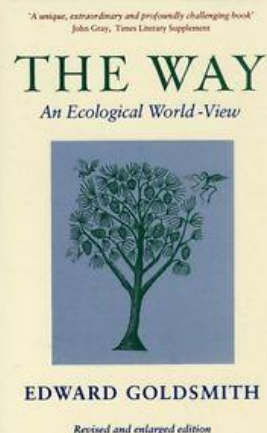
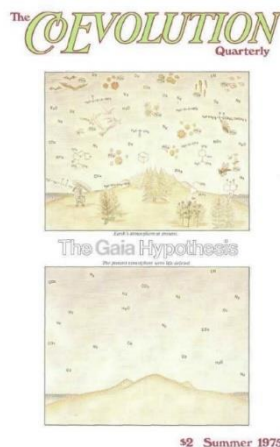


WHOLE EARTH CATALOG

access to tools



Fall 1968
\$5



En philosophie(s) de l'environnement



Contre-culture
environnementale
et écologie
politique

Tradition académique
spéculative
(morale/métaphysique,
théologie, phénoménologie)

Anthropologie
philosophique &
philosophie
politique de la nature

Bilan: une réception large

Diverses disciplines scientifiques

Ecologie(s) politique(s)

Philosophie(s) de l'environnement

Plan

1. Une hypothèse pseudo-scientifique? Remise en question du récit standard
2. Qui s'intéresse à Gaïa? Cartographie de la controverse
3. Gaïa comme hypothèse / théorie
4. Gaïa comme programme de recherche
5. Gaïa comme philosophie de la nature
6. Gaïa et la pollution: une entité au centre d'une politique de la nature

Une « petite » littérature de scientifiques enthousiastes et critiques

~ 200 articles; quelques livres

THE GAIA HYPOTHESIS: CAN IT BE TESTED?

James W. Kirchner

Hands up for the Gaia hypothesis

James E. Lovelock

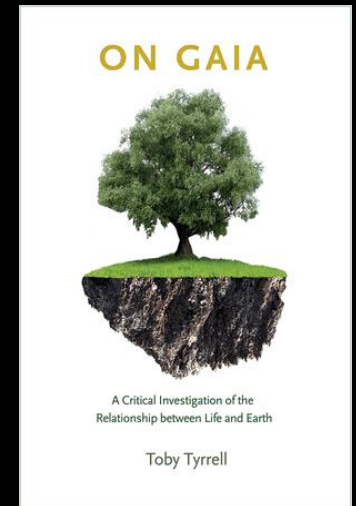
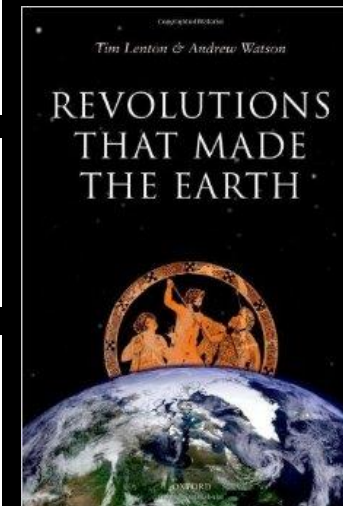
THE GAIA HYPOTHESIS: CONJECTURES AND REFUTATIONS

JAMES W. KIRCHNER

Gaia and natural selection

Timothy M. Lenton

Evidence indicates that the Earth self-regulates at a state that is tolerated by life, but which leave the most descendants be the ones that contribute to regulating their planetary environment. This theory focuses on the feedback mechanisms, stemming from naturally selected traits of organisms that generate such self-regulation.



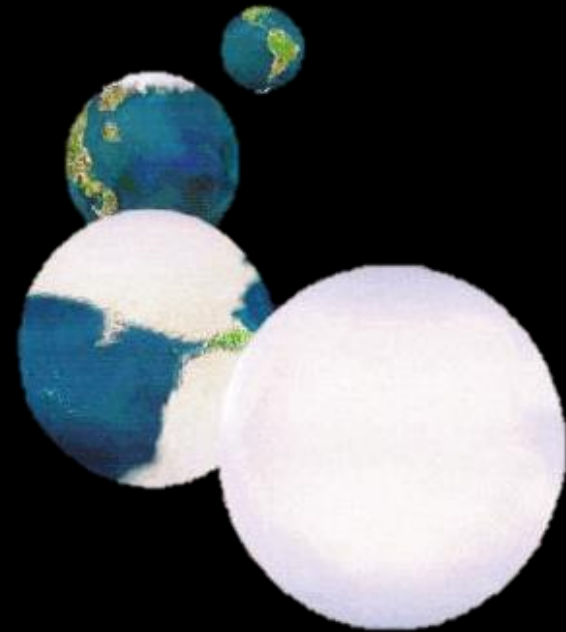
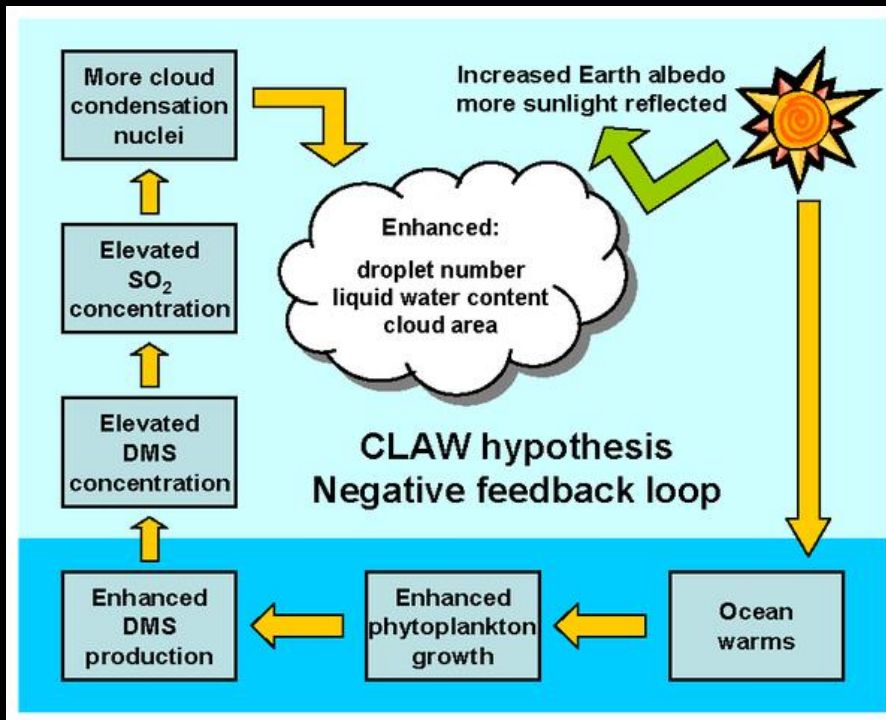
Lovelock, Lenton, Watson, Boyle, Williams, Kirchner,
Dyke, Cox, Betts, Kleidon, Volk, Harding, Wilkinson,
Tyrrell, Ward

Gaïa: le nom d'une « *hypothèse* »

« *La vie* » « *régule* » ou « *déstabilise* » « *l'environnement* »
(et retire un « *bénéfice* » de cette « *régulation* »)

Que l'on *teste* (vrai/faux; confirmé/infirmé)
avec des arguments empiriques de
Climatologie / (bio)géochimie / écologie ...

Les faits de biogéochimie & climatologie et d'histoire de la Terre



« La vie » « régule » ou « déstabilise » « l'environnement »

Tyrrell (2013)

Comparison of the three competing hypotheses to major facts

<i>Observation</i>	<i>Hypothesis</i>		
	Gaia	Geological	Coevolution
Suboptimal planetary environment	✗	✓	✓
Biological role in shaping the environment	✓	✗	✓
Highly variable environment over time	✗	✓	✓
Sustained planetary habitability over several billion years	✓	✓ (with anthropic principle)	✓ (with anthropic principle)
Evolutionary innovations with detrimental environmental consequences	✗	✗	✓

✓ denotes compatibility of a hypothesis with an observation or class of facts; ✗ denotes incompatibility

*Le problème principal de l' « hypothèse » :
son haut niveau de généralité*

« La vie régule l'environnement »

« La vie »

Effet *global* (régional) de

- certains types de vivants;
- l'ensemble de la vie

« La vie régule l'environnement »

« La vie »

Effet *global* (régional) de

- certains types de vivants;
- l'ensemble de la vie

« Régule »

- Normes « dynamiques »
(résistance, résilience, etc.)
- Normes biologiques
(qui? fitness type/habitabilité)

« La vie régule l'environnement »

« La vie »

Effet *global* (régional) de

- certains types de vivants;
- l'ensemble de la vie

« Régule »

- Normes « dynamiques »
(résistance, résilience, etc.)
- Normes biologiques
(qui? fitness type/habitabilité)

L' « Environnement »



- Océan (pH, Redox, Mg/Ca, C/N/P);
- Atmosphère (pO₂, pCO₂, pN₂/pAtm, DMS, NO_x)
- Géophysique (albédo, continents, pluviométrie, T)

Comment s'en sortir?

Gaia, confirmée ou non?

« Comptage de points »
(définition métrique)

« Redéfinition » de
l'hypothèse (habitabilité)

(climatic change 2000's; Chapman II; Tyrrell 2013; Ward 2009)

Contrairement à ce que son nom indique, Gaïa n'a pas été considérée comme une « hypothèse », sinon par des scientifiques critiques de Gaïa: Kirchner, Tyrrell et Ward

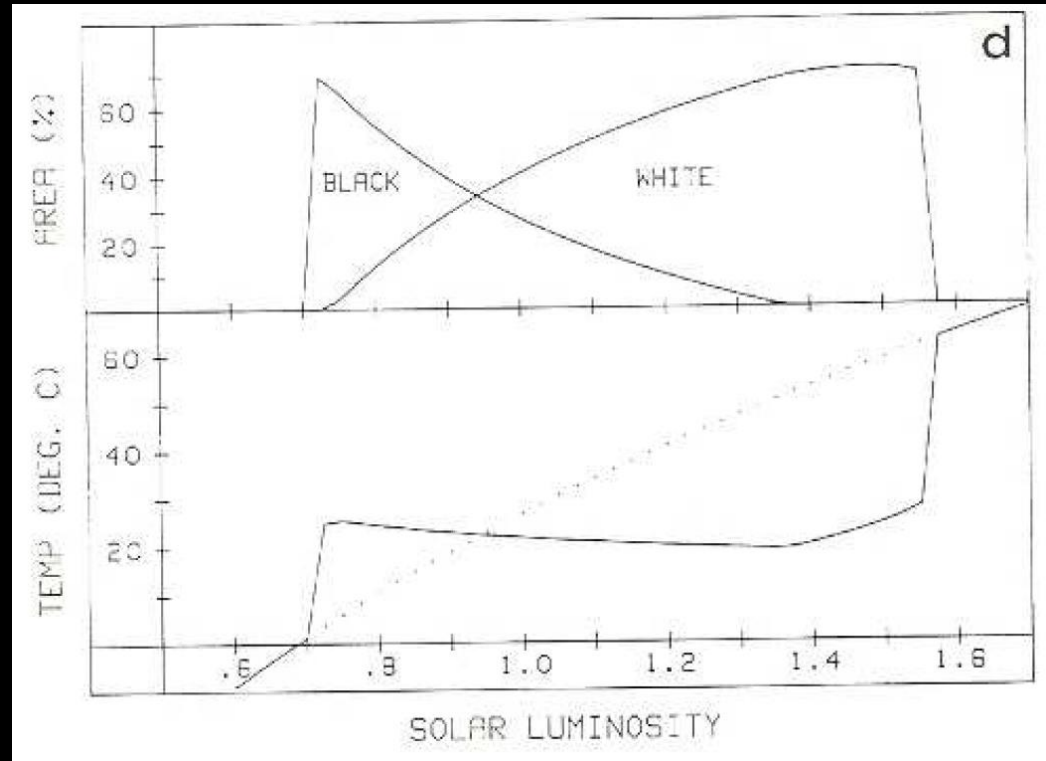
Gaïa: le nom d'une « *théorie* » (post 1980) ...

... que l'on *élabore avec des modèles*

Sous quelles conditions

« La vie » « régule » ou « déstabilise » « l'environnement »
(et retire un « bénéfice » de cette « régulation »)

Modèle mathématique abstrait: Daisyworld



Watson & Lovelock 1983

Le développement de Daisyworld

Watson & Lovelock 1983

Keeling 1991, Lovelock 1992, Harding et Lovelock 1996

Kirchner 1989, Lovelock 1992, Lansing et al 1998

Robertson & Robinson 1998, Lenton et Lovelock 2001, Cohen et Rich 2000, Williams et Noble 2005, Wood et al 2006, Williams 2006, Wood et Coe 2007

Saunders 1994, 1998, Harvey 2004

Ackland 2003, Ackland et Wood 2010, Adams 2003, Adams et Carr 2003

McDonaldGibson et al. 2008; Weaver & Dyken 2008-2013 Williams & Lenton 2007-2010

Régulation possible (sans altruisme)

Diversité (pâquerettes/lapins/renards/kudzu)

Altruisme, « tricheurs » et produits dérivés

Evolution (mutation des deux traits des pâquerettes/compétition/reformulation fitness)

Schème physiologique de régulation

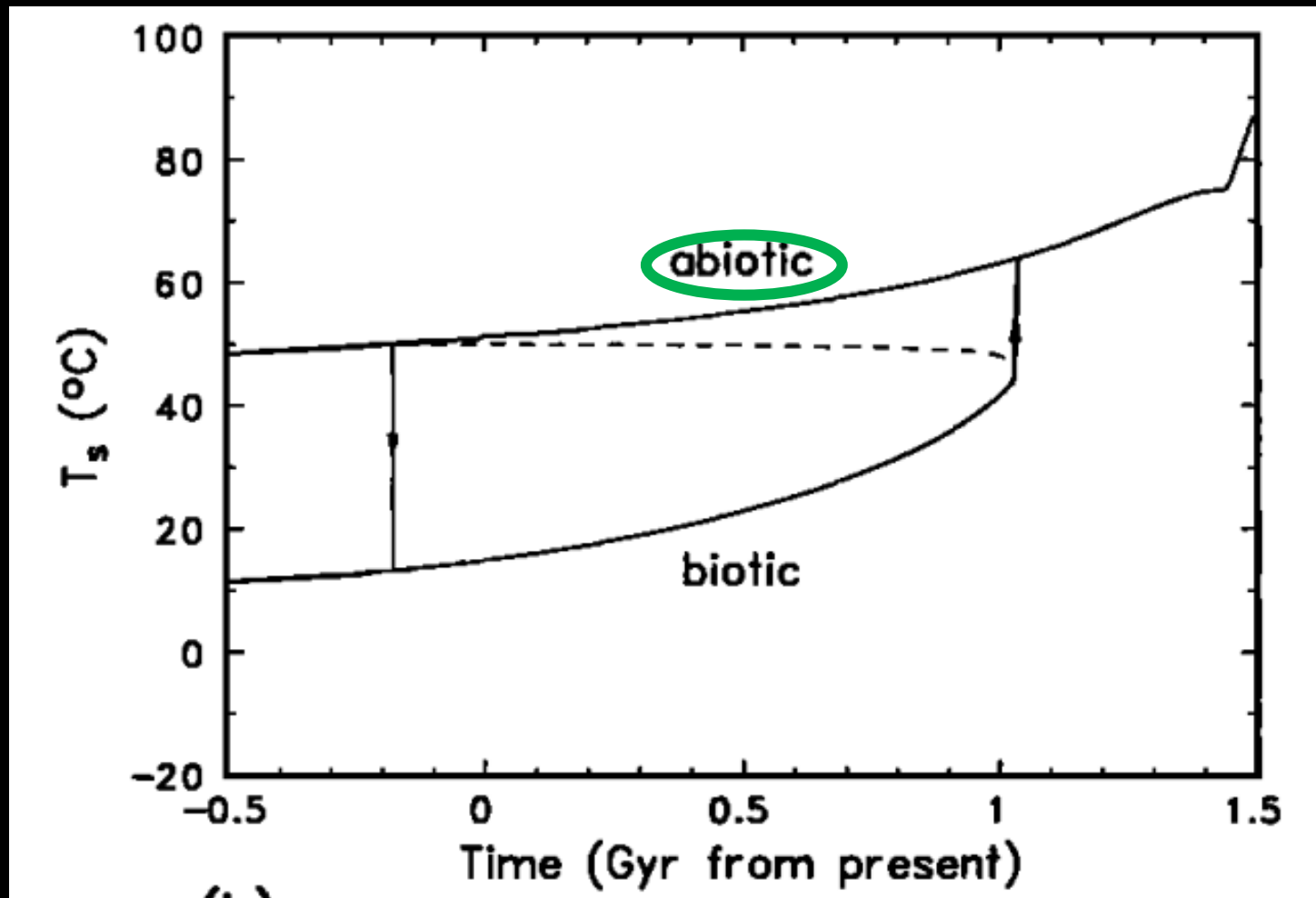
Versions spatiales (AC) et catastrophes/transitions abruptes

Simplifications, nouveaux modèles et élévation du niveau de généralité

~ 100 articles (*Alife*, mathématiciens, systèmes complexes, informaticiens, théoriciens-sur-Gaïa, etc.)

Le rôle de Daisyworld (1/3)

*Explorations de propriétés **modales** de la Terre: « **what if** »*



(Dutreuil 2014)

Le rôle de Daisyworld (2/3)

*Explorations de propriétés **modales** de la Terre:*

Contingence / nécessité

de l'émergence d'une « régulation »
(ou maintien de l'habitabilité)

compte tenu des propriétés abstraites
des vivants

(Dutreuil 2014)

Le rôle de Daisyworld (3/3)

Elaboration de ...

Mécanismes théoriques abstraits de
régulation (oscillation, déstabilisation, etc.)

Le rôle de Daisyworld (3/3)

Elaboration de

Mécanismes théoriques abstraits de
régulation (oscillation, déstabilisation, etc.)

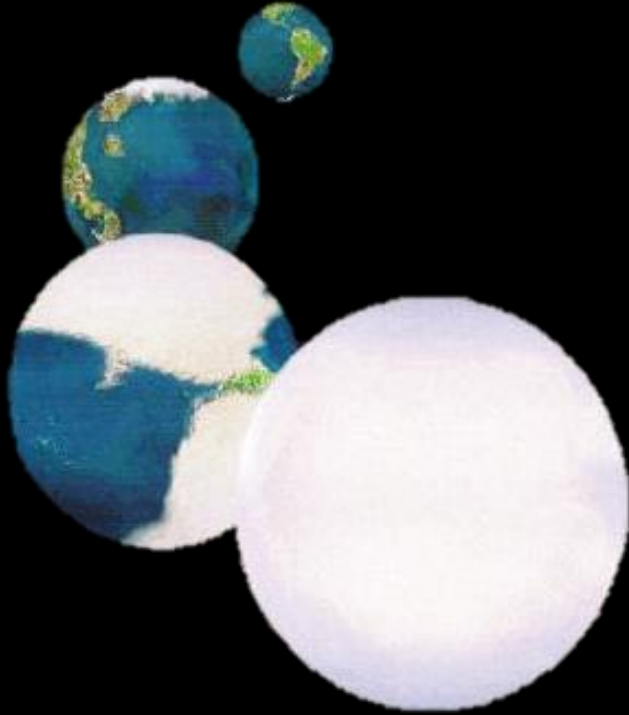
Confirmation
réfutation

Instanciación

Faits d'histoire de la vie et de la Terre

(Dutreuil 2014)

Après 1990's: dialogue de sourds?



Ward 2009
Tyrrell 2013

HYPOTHESE



Williams/Lenton 2008-2010
Boyle 2000's
Weaver & Dyke 2000/2010's

THEORIE

Bilan

Gaïa comme *hypothèse* que l'on teste en la confrontant de manière directe aux faits

Gaïa comme *théorie* que l'on élabore avec des modèles

Plan

1. Une hypothèse pseudo-scientifique? Remise en question du récit standard
2. Qui s'intéresse à Gaïa? Cartographie de la controverse
3. Gaïa comme hypothèse / théorie
4. Gaïa comme programme de recherche
5. Gaïa comme philosophie de la nature
6. Gaïa et la pollution: une entité au centre d'une politique de la nature

Lovelock

“Gaia is a new way of organizing the facts about life on Earth, not just a hypothesis waiting to be tested.” Lovelock 2004

GEOPHYSIOLOGY, THE SCIENCE OF GAIA

James E. Lovelock
Coombe Mill, St. Giles on the Heath
Launceston, Cornwall, England

Planet. Space Sci., Vol. 30, No. 8, pp. 795-802, 1982
Printed in Great Britain.

0032-0633/82/080795-08\$03.00/0
Pergamon Press Ltd.

THE REGULATION OF CARBON DIOXIDE AND CLIMATE: GAIA OR GEOCHEMISTRY*

J. E. LOVELOCK
Department of Cybernetics, University of Reading, Reading, U.K.

and

A. J. WATSON
Marine Biological Association, Citadel Hill, Plymouth, U.K.

Gaïa: le nom d'un nouveau programme de recherche réorientant les recherches en sciences de la vie et de la Terre

Contenu:

2 revendications **méthodologiques** (1970 - ...)

1. L'influence de la vie sur son environnement géologique doit être davantage prise en compte
(1970's: par les géochimistes, climatologues et géologues;
1980's: et par les biologistes)

2. La « Terre » doit être étudiée « comme un système »

~~Vrai/faux – réfutation/confirmation~~

Suivre/ne pas suivre les recommandations

« Cet âge de l'exploration des mers et des terres a généré l'histoire naturelle de la même manière que la technologie des satellites et la pénétration de l'espace ont mené à la théorie Gaïa. [...] [Lovelock] réalise un plan moderne pour le retour à la respectable histoire naturelle, l'entreprise de laquelle biologie, géologie, sciences de l'atmosphère et météorologie n'ont pas encore irréversiblement divorcé l'une de l'autre. »

Margulis 2004

2 revendications *historiographiques* (1990 -)

1. La vie a effectivement été prise en compte (par les climatologues, et quoique dans une moindre mesure, par les géochimistes)

2. Gaïa à l'origine des « sciences du système Terre »

~~Vrai/faux – arguments empiriques/modèles~~
Vrai/faux historiographique

2 revendications *historiographiques* (1990 -)

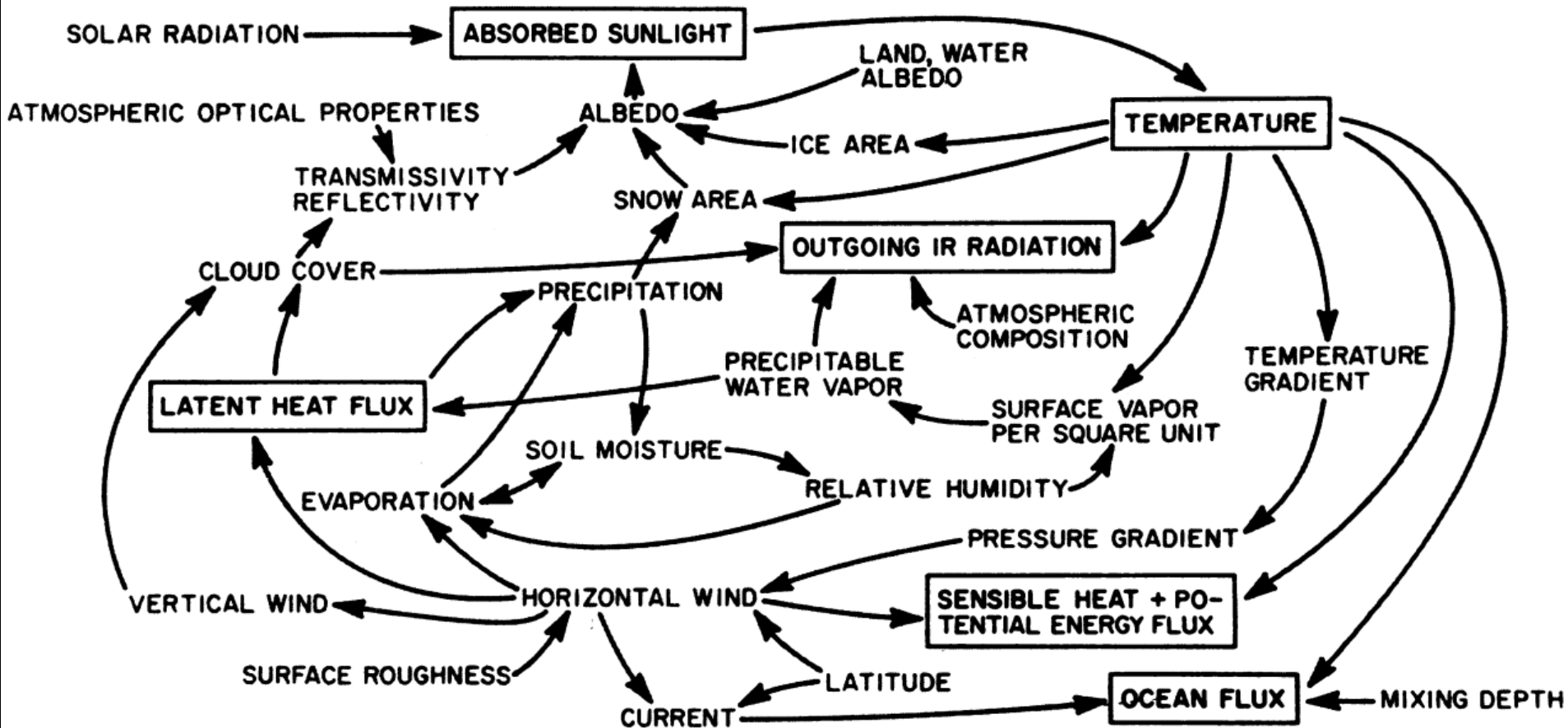
1. La vie a effectivement été prise en compte (par les climatologues, et quoique dans une moindre mesure, par les géochimistes)

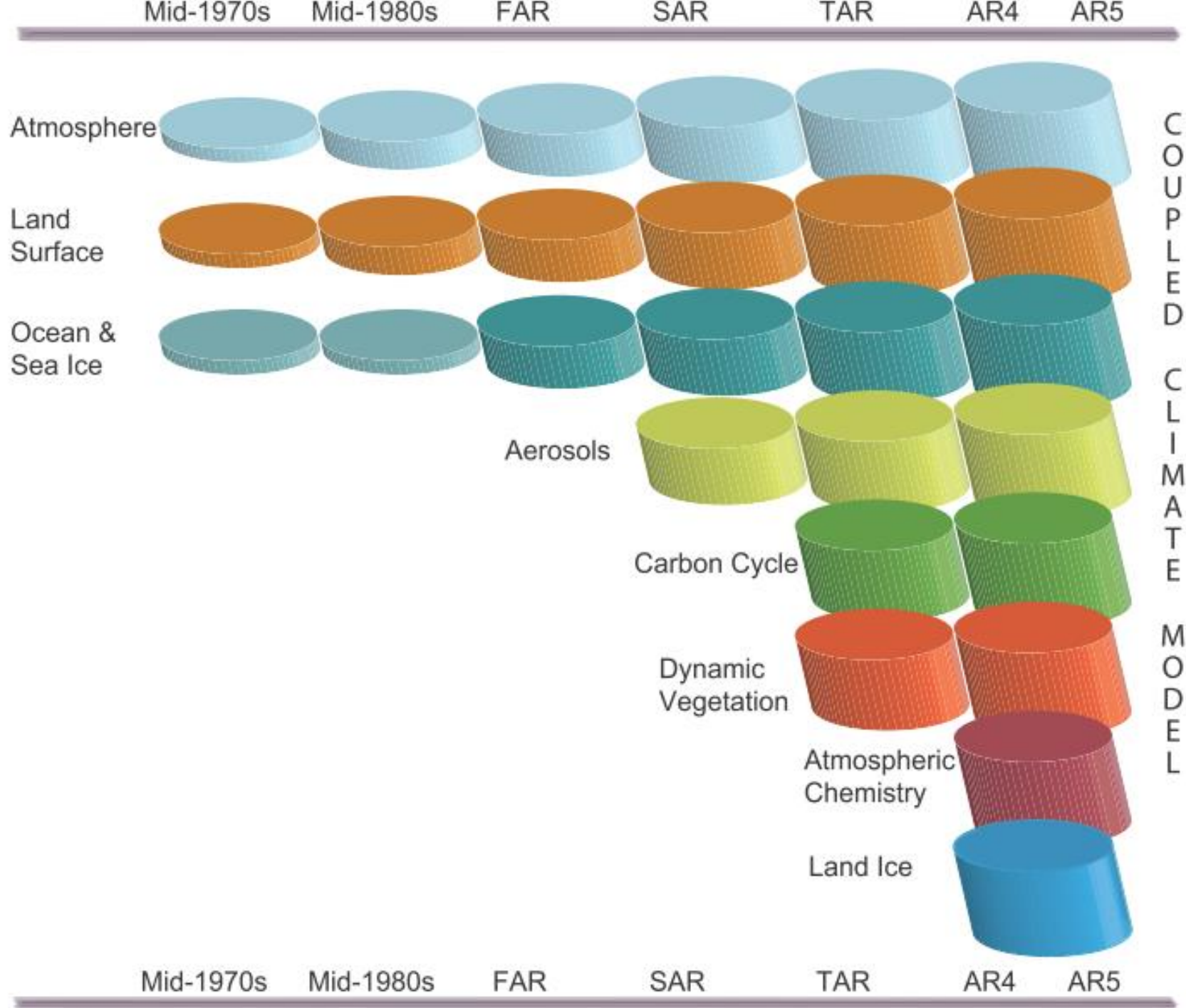
2. Gaïa à l'origine des « sciences du système Terre »

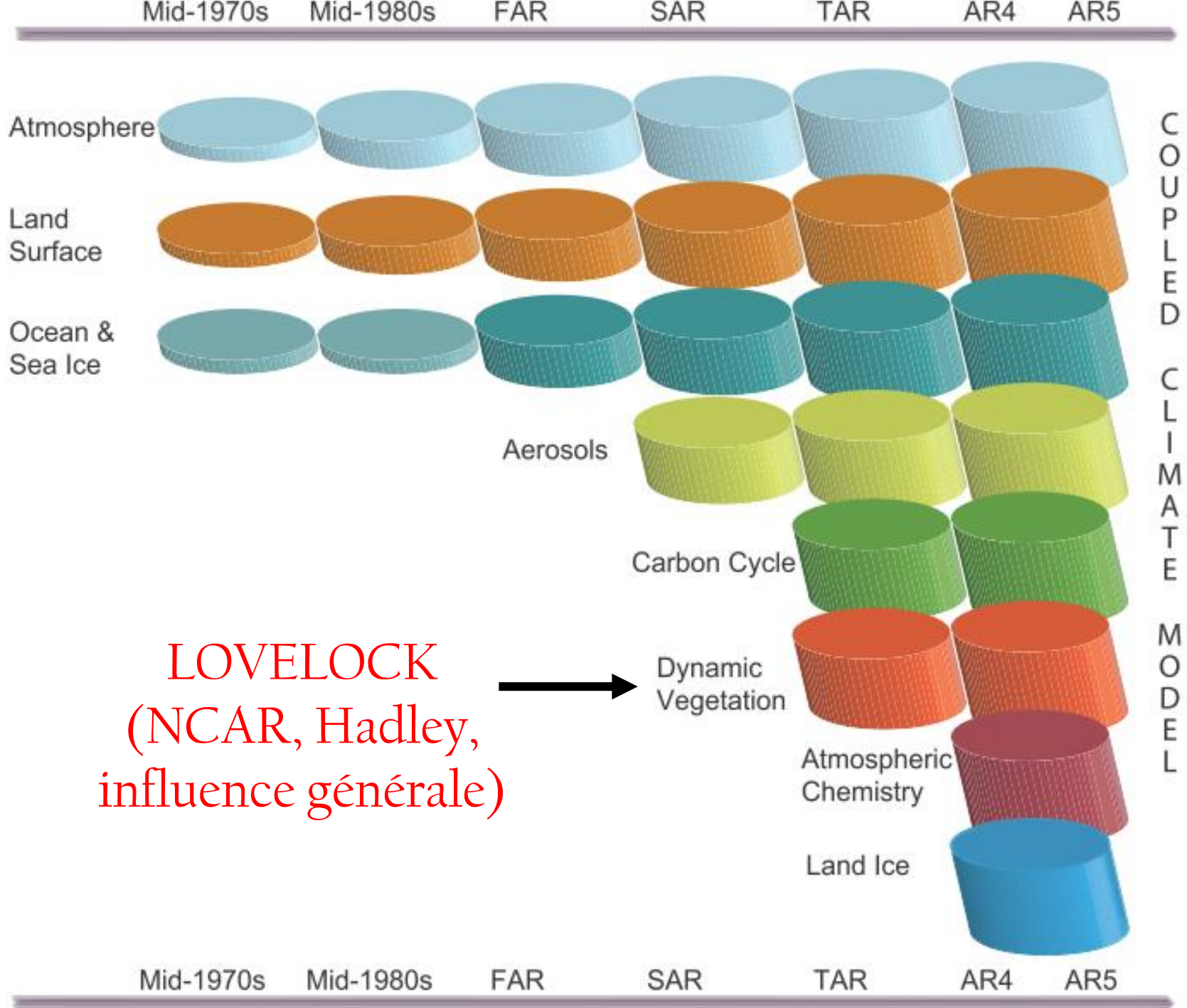
*Biologie
Climatologie,
Histoire de la vie/Terre
(géochimie)*

Climatologie 1970's

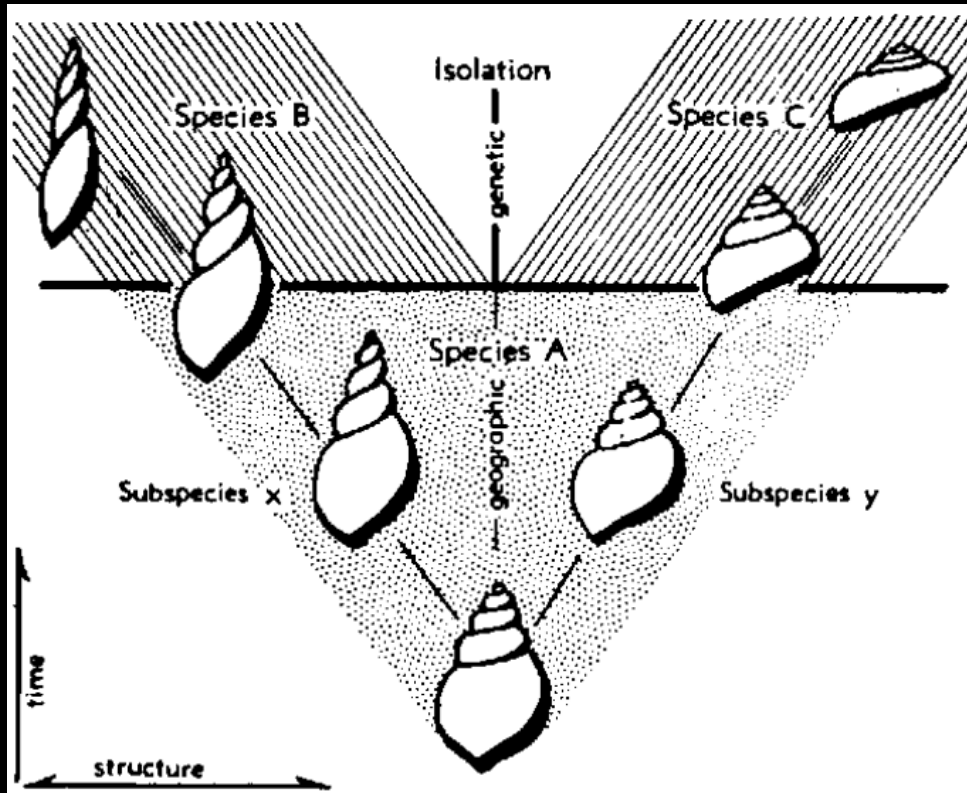
CLIMATIC CAUSE-AND-EFFECT (FEEDBACK) LINKAGES





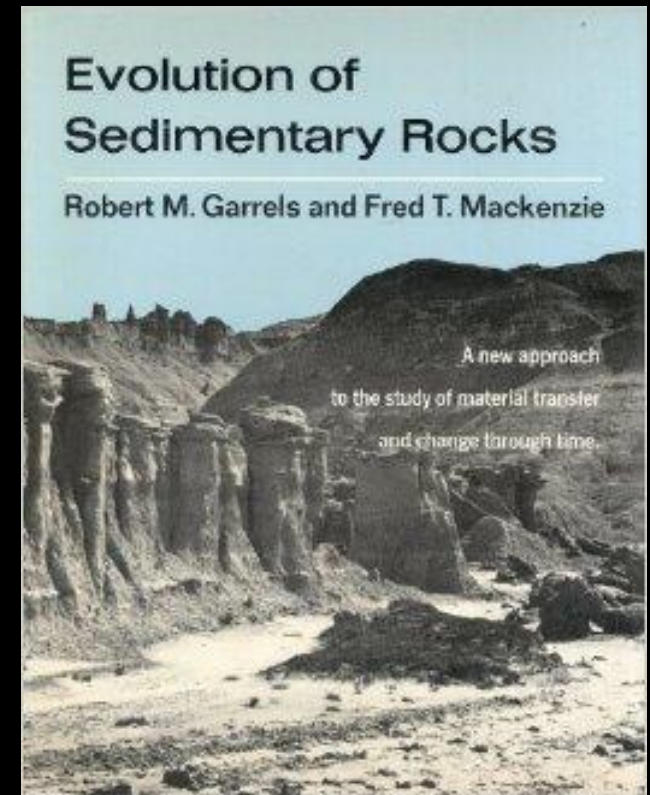


Histoire de la vie et de la Terre dans les années 1970



(Gould, Eldredge, Raup, Sepkoski, Stanley)

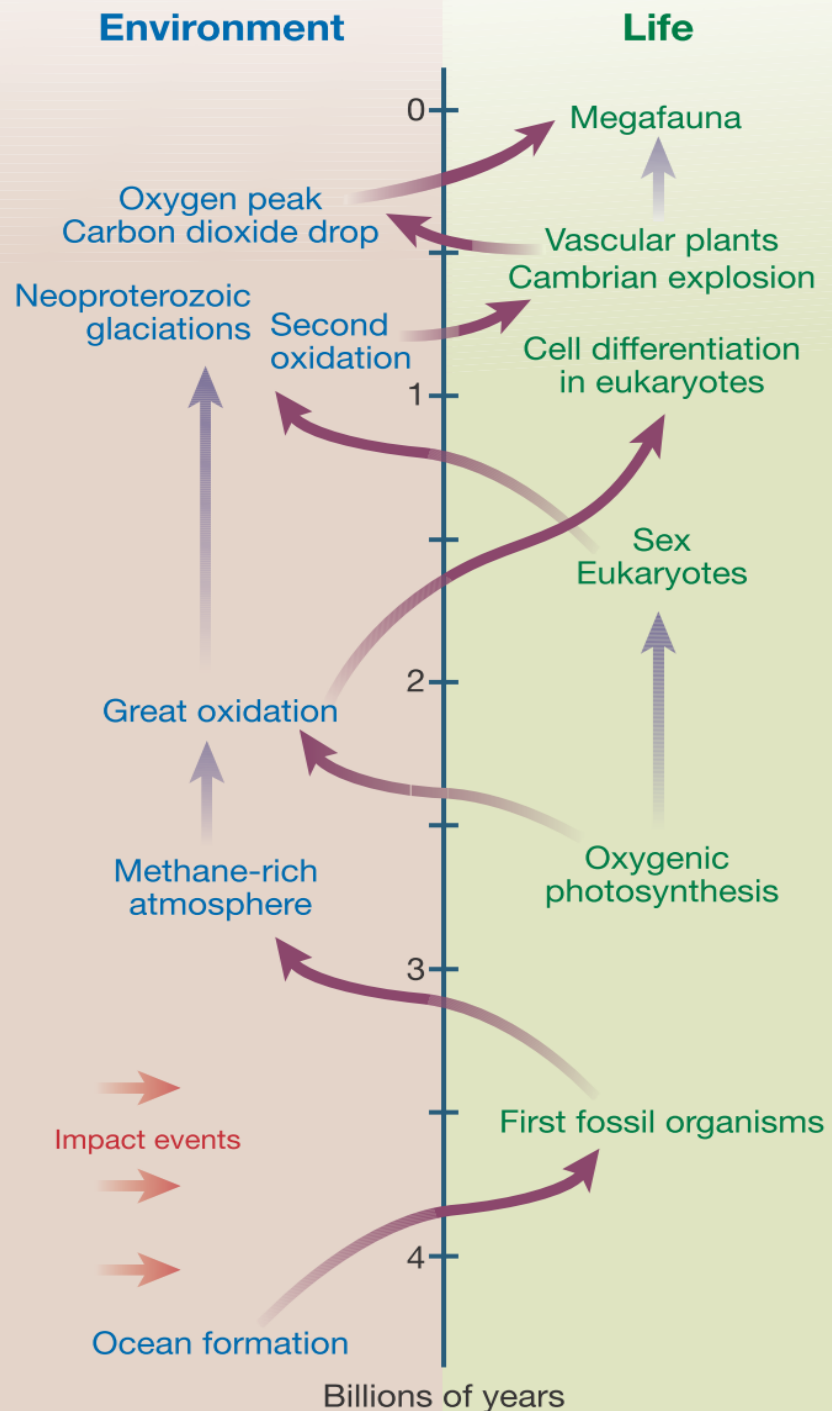
Paléobiologie 1970's



(Garrels, Holland, etc.)

Géochimie (1970's)

Histoire de la vie et de la Terre après les 1990's



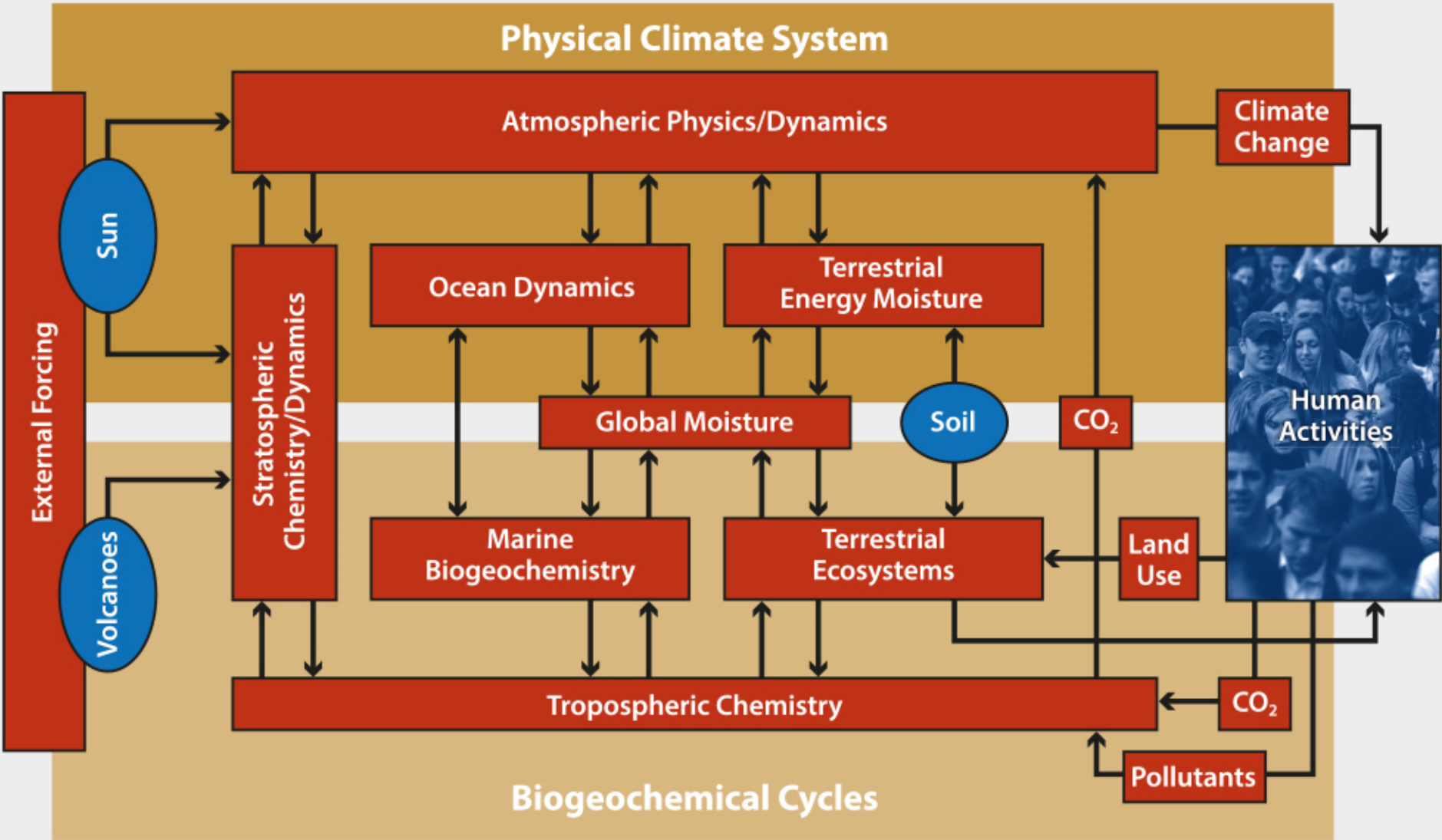
2 revendications *historiographiques* (1990 -)

1. La vie a effectivement été prise en compte (par les climatologues, et quoique dans une moindre mesure, par les géochimistes)

2. Gaïa à l'origine des « sciences du système Terre »

« Earth System Science »





98
17
1.1
V.8
1996
C.1

PROGRAM FOR GLOBAL CHANGE

Earth System Science

Overview



JPL D-95

(NASA-CR-160174) GSCS CHMSTR: IMPACTS -82-32906
CY HABITABILITY, A SCIENTIFIC BASIS FOR
LIFE-SUPPORT (Int. Geosphere-Biosphere Prog.) 10 9
HC AC2/97 121 CRCL 138 63/45 42clan
J3937

Global Change: Impacts on Habitability A Scientific Basis for Assessment

A Report by the Executive Committee of a Workshop
held at Woods Hole, Massachusetts, June 21-26, 1982

Submitted on behalf of the Executive Committee
on July 7, 1982, by Richard Goody (Chairman)



National Aeronautics and
Space Administration
Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology
Pasadena, California

Toward an International Geosphere-Biosphere Program



A Study of Global Change



(COMMITTEE PRINT)

85602959
THE INTERNATIONAL GEOSPHERE/
BIOSPHERE PROGRAM—1984

REPORT

PREPARED BY THE
SUBCOMMITTEE ON
SPACE SCIENCE AND APPLICATIONS
TRANSMITTED TO THE
COMMITTEE ON SCIENCE AND TECHNOLOGY
HOUSE OF REPRESENTATIVES

NINETY-NINTH CONGRESS
FIRST SESSION
Serial B



U.S. GOVT. DEPOSITORY
APRIL 1985
MAY 29 1985

Printed for the Committee on Science and Technology

U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE
WASHINGTON : 1985

4. Sci 2:99/B

2031977

GLOBAL CHANGE



Edited by
T.F. MALONE & J.G. ROEDERER

PROGRAM FOR GLOBAL CHANGE

Earth System Science Overview



GLOBAL CHANGE

REPORT No. 1 1986

The International Geosphere-Biosphere
Programme: A Study of Global Change
Final Report of the Ad Hoc
Planning Group
ICSU 21st General Assembly, Berne,
Switzerland 14-19 September, 1986

The International Geosphere-Biosphere Programme: A Study of Global Change (IGBP)



NASA-CR-176519
19860011521

Global Change in the Geosphere-Biosphere Initial Priorities for an IGBP



REFERENCE COPY
A PROGRAM FOR GLOBAL CHANGE

Earth System Science A Closer View



1980's

Herbert Friedman		
Thomas Malone	Climatologists	
Shelby Tilford	Oceanographers	ICSU/IGBP
Francis Bretherton	Mathematicians	NASA
John 'Jack' Eddy	Solar physicists	NOAA
Bert Bolin	Geochemists	NSF
Berrien Moore	Biogeochemists	NRC
Don Anderson	Global ecologists	NAS
Paul Crutzen	Ecosystem	Congress
Wallace Broecker	ecologists, etc.	
Micahel McElroy		
Daniel Botkin ...		

Interdisciplinary & international research program...

... To study the **Global Changes**
Of the **Earth as a system**

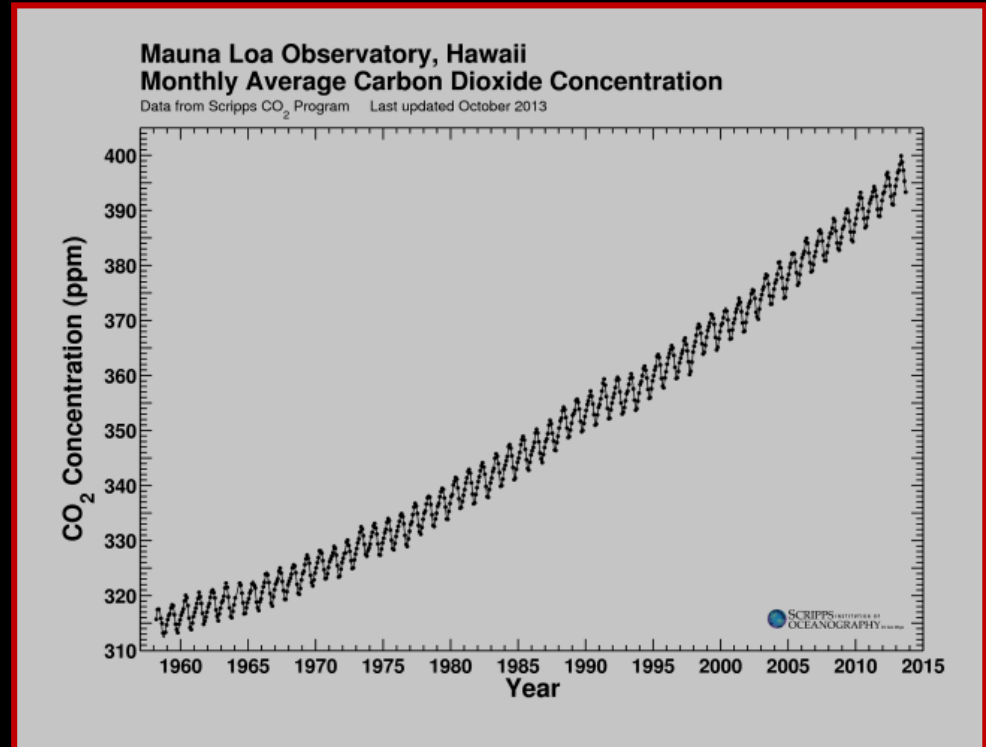
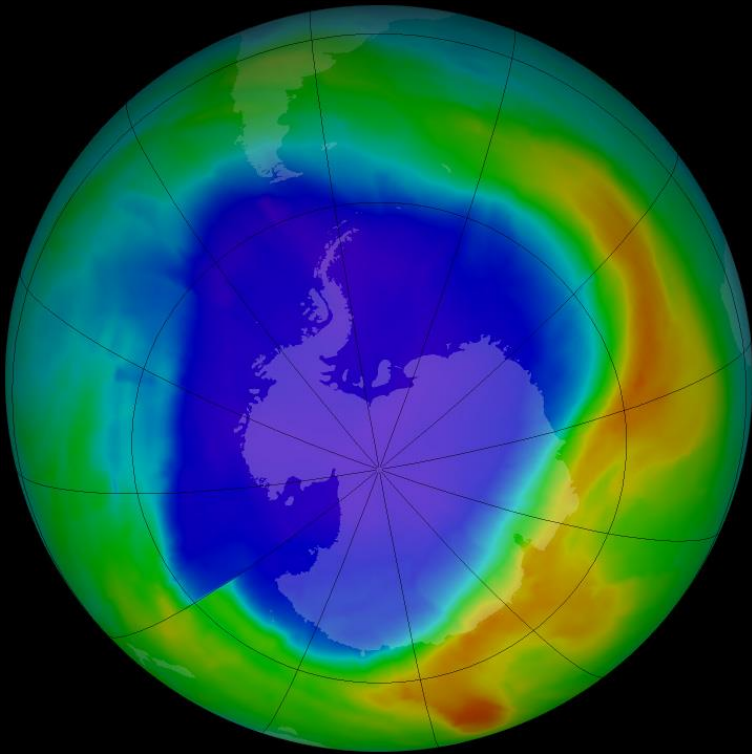
Une nouvelle « science » de la Terre

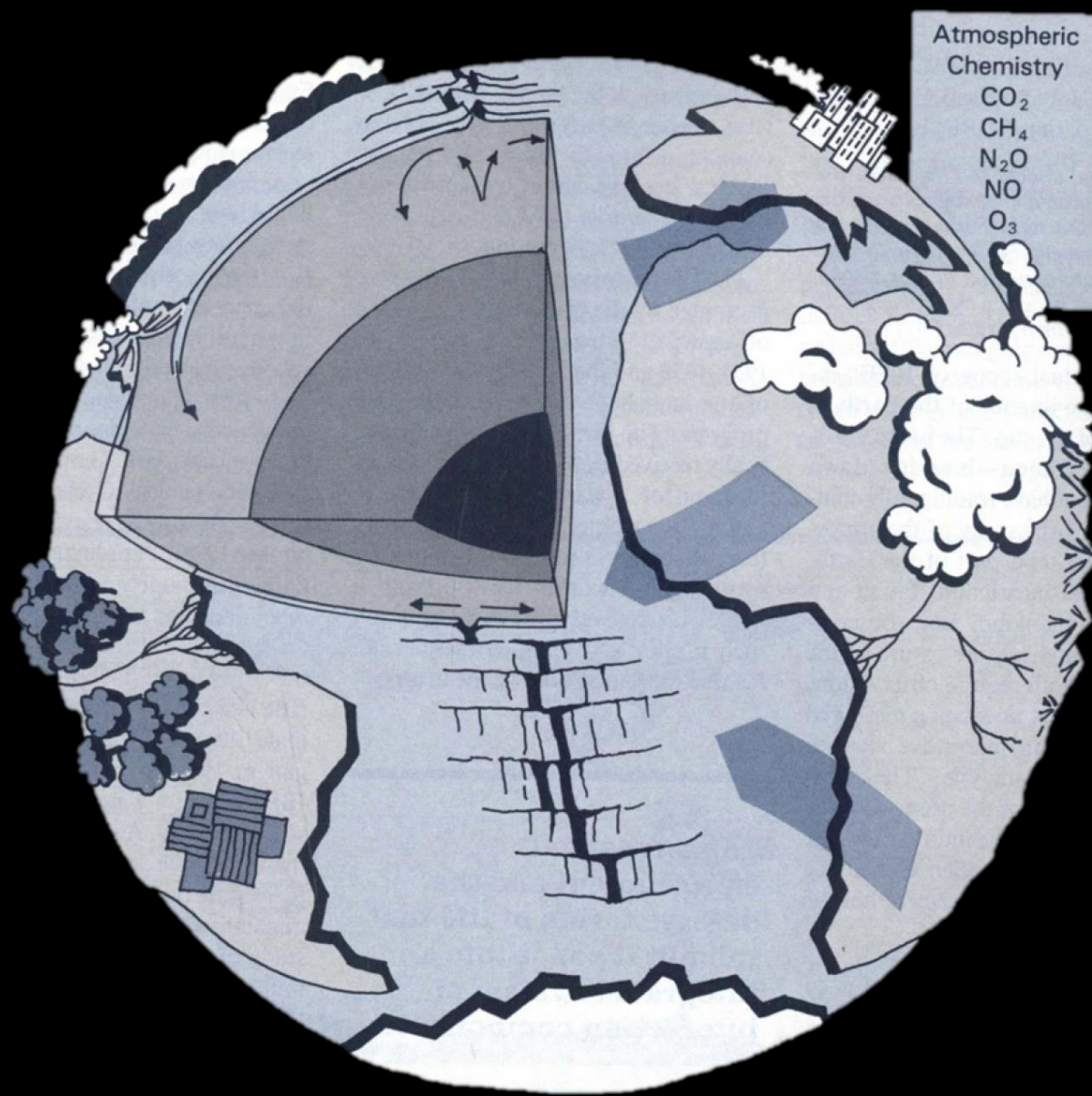
“What will surely emerge **is a new science of the earth.**”
(John ‘Jack’ Eddy, 1988)

“a new **paradigm for research in the earth sciences**”
(Malone 1985)

“the second **Copernician revolution**”
(Schellnhuber 1999)

(i) Urgence scientifique: les changements globaux des années 1980





Atmospheric
Chemistry

CO_2

CH_4

N_2O

NO

O_3

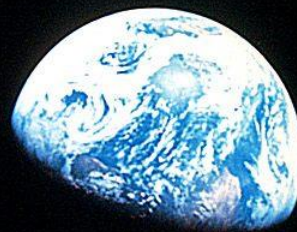
(ii) Un argument ontologique:
la reconnaissance de la Terre comme un système

Earthrise

How We First Saw
Ourselves



Robert Poole



LA TERRE VUE
D'EN HAUT
Sebastian Vincent
Grevs mühl

L'invention de l'environnement global





EARTH SYSTEM SCIENCE

FROM BIO

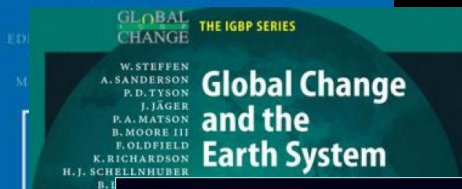


'Earth system' analysis and the second Copernican revolution

H. J. Schellnhuber

impacts

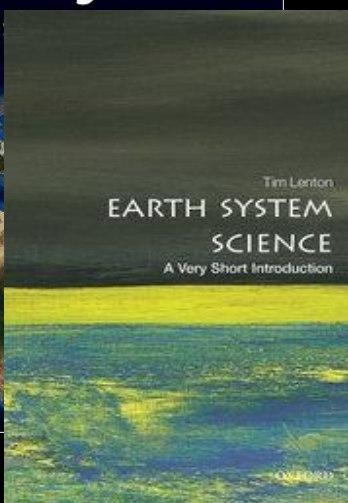
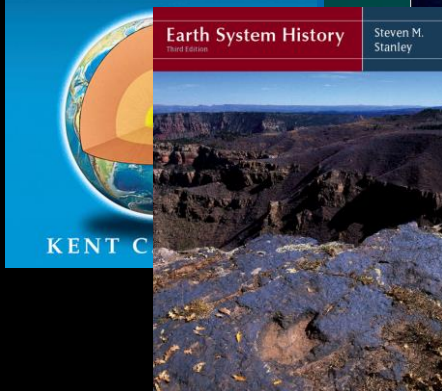
EARTH SYSTEM ANALYSIS FOR SUSTAINABILITY



Understanding the Earth System

Global Change

EARTH as an Evolving Planetary System



Using the Earth System for Integrating the Science Curriculum

VICTOR J. MAYER

The Ohio State University, 1945 North High Street, Columbus, OH 43210, USA

GLOBAL

IGBP

International
Geosphere-Biosphere
Programme

CHANGE

+ foisonnement hors IGBP

1980's

Herbert Friedman
Thomas Malone
Shelby Tilford
Francis Bretherton
John 'Jack' Eddy
Bert Bolin
Berrien Moore
Don Anderson
Paul Crutzen
Wallace Broecker
Micahel McElroy
Daniel Botkin ...

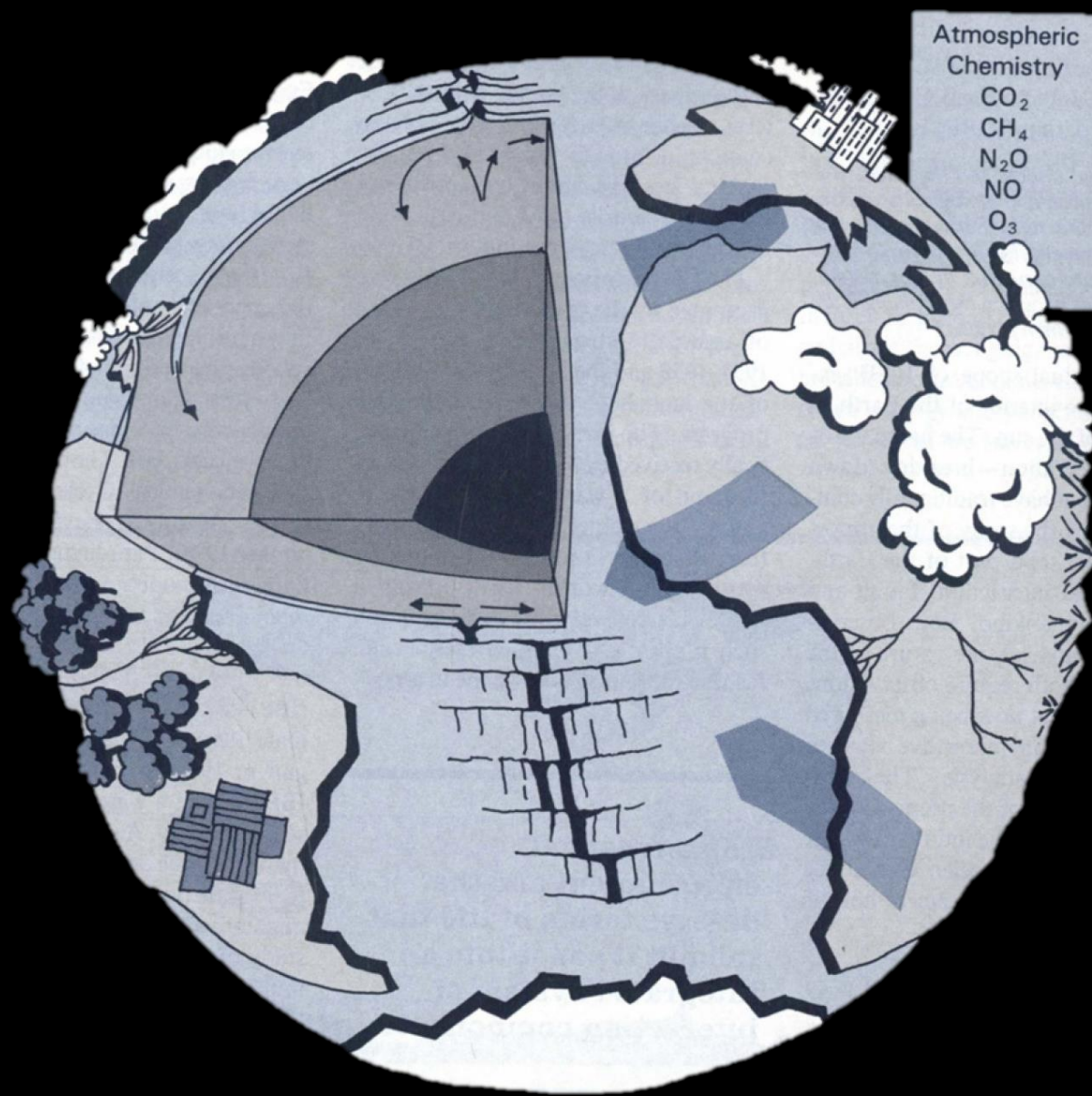
Climatologists
Oceanographers
Mathematicians
Solar physicists
Geochemists
Bioscientists

ICSU/IGBP
NASA
NOAA
NSF
NRC
NAS
Congress

LOVELOCK
?

Interdisciplinary & international research program...

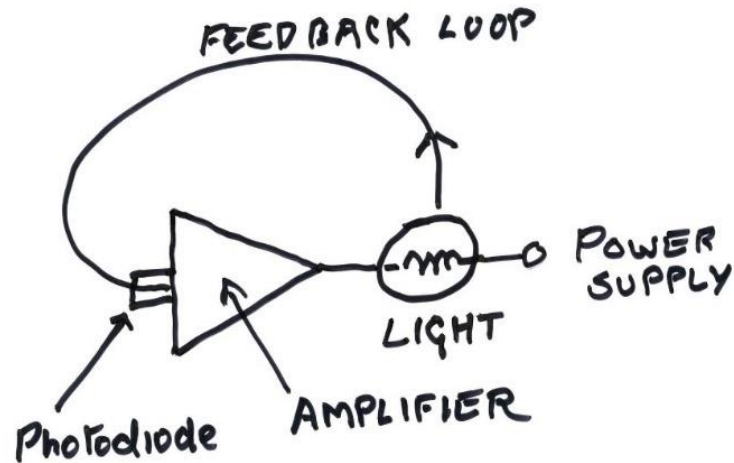
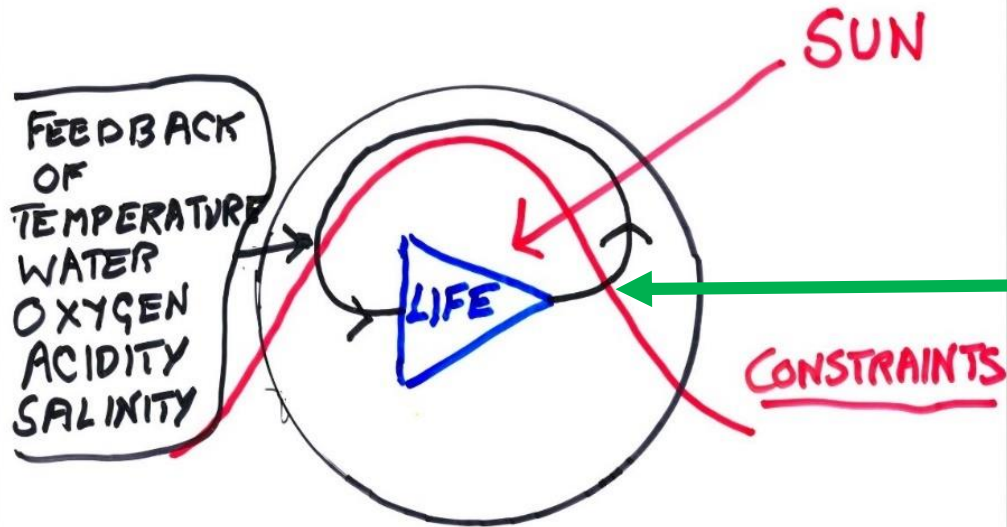
... To study the **Global Changes**
Of the **Earth as a system**



- TERRE VUE DE L'ESPACE
- LOVELOCK

(ii) Un argument ontologique:
la reconnaissance de la Terre comme un système

GAIA The EARTH SYSTEM



1980's

Herbert Friedman

Thomas Malone

Shelby Tilford

Francis Bretherton

John 'Jack' Eddy

Bert Bolin

Berrien Moore

Don Anderson

Paul Crutzen

Wallace Broecker

Micahel McElroy

Daniel Botkin ...

Climatologists

Oceanographers

Mathematicians

Solar physicists

Geochemists

Biogeochemists

Global ecologists

Ecosystem
ecologists, etc.

ICSU

NASA

NOAA

NSF

NRC

NAS

Congress

Interdisciplinary & international research program...

... To study the **Global Changes**
Of the **Earth as a system**

Third Edition
THE EARTH SYSTEM
Lee R. Kump · James E. Kasting · Robert G. Crane

EARTH SYSTEM SCIENCE

GLOBAL and PLANETARY CHANGE

Editors:
Sient Grooten
Thomas Crutten
Kerstin Meier
Piero Pirazzoli

Special Issue:
Monitoring and Modelling of Arctic Sea Ice
Chuanxin Dong and Yanyan Shen
(Guest Editors)

EARTH SYSTEM ANALYSIS FOR SUSTAINABILITY

GLOBAL CHANGE
THE IGBP SERIES

Global Change and the Earth System

W. STEFFEN
A. SANDERSON
P. D. TYSON
J. JÄGER
P. A. MATSON
B. MOORE III
F. OLDFIELD
K. RICHARDSON
H. J. SCHELLHUBER

Understanding the Earth System

Global Change

EARTH as an Evolving Planetary System

Earth System History

Steven M.
Stanley

EARTH SYSTEM SCIENCE

A Very Short Introduction

Tim Lenton

'Earth system' analysis and the second Copernican revolution

H. J. Schellnhuber

impacts



PennState
College of Earth
and Mineral Sciences

Earth and Environmental Systems Institute



Using the Earth System for Integrating the Science Curriculum

VICTOR J. MAYER

The Ohio State University, 1945 North High Street, Columbus, OH 43210, USA

Bilan

« Gaia programme de recherche »

Prise en compte de l'influence de la vie en sciences de la Terre (climatologie, géochimie, histoire de la Terre)

Emergence des sciences du système Terre

Impact scientifique >> hypothèse Gaia

Pourquoi 2°C?



L'apport scientifique central de Gaïa n'est pas la proposition d'une hypothèse ou l'élaboration d'une théorie. C'est une contribution ontologique

Atmospheric Environment Pergamon Press 1972. Vol. 6, pp. 579–580. Printed in Great Britain.

LETTER TO THE EDITORS

GAIA AS SEEN THROUGH THE ATMOSPHERE

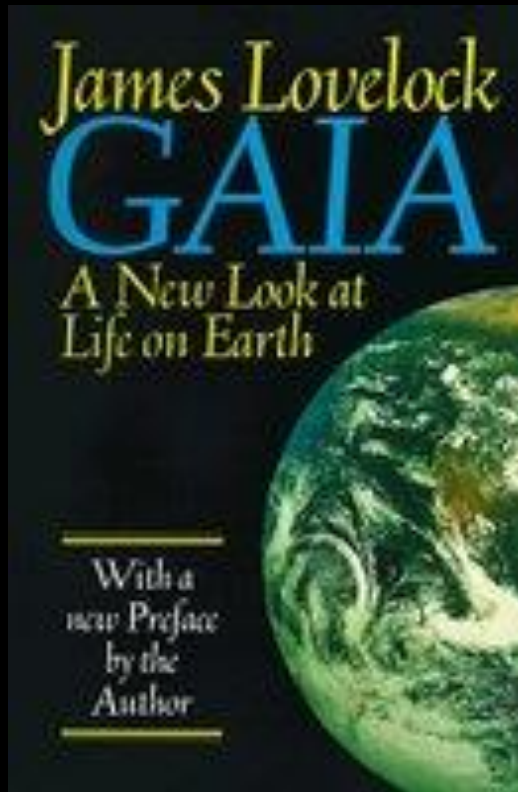
La nouvelle conception de la Terre apportée par Gaïa a été à la base d'une reconfiguration importante des sciences de l'environnement et de la Terre.

Elle a aussi été à la base de l'élaboration d'une philosophie de la nature.

Plan

1. Une hypothèse pseudo-scientifique? Remise en question du récit standard
2. Qui s'intéresse à Gaïa? Cartographie de la controverse
3. Gaïa comme hypothèse / théorie
4. Gaïa comme programme de recherche
5. Gaïa comme philosophie de la nature
6. Gaïa et la pollution: une entité au centre d'une politique de la nature

Gaïa comme philosophie de la nature (Lovelock)

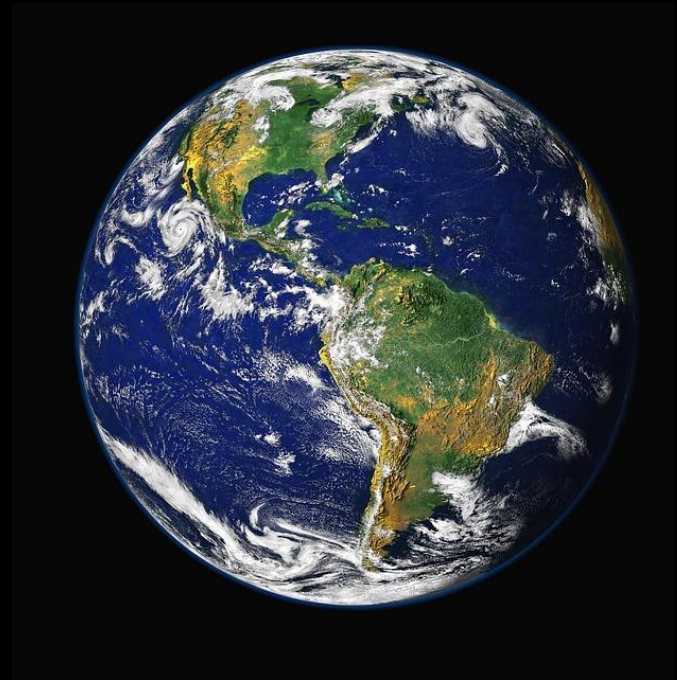


« L'hypothèse Gaïa est pour ceux qui aiment marcher ou simplement se tenir debout et regarder autour d'eux, s'émerveiller de la Terre et de la vie qu'elle porte, et spéculer à propos des conséquences de notre propre présence ici. C'est une alternative à cette vision pessimiste qui voit la nature comme une force primitive à dominer et conquérir. C'est également une alternative à la vision tout autant déprimante de notre planète comme un vaisseau spatial dément, voyageant à jamais, sans pilote et sans but, en cercle autour du soleil. » Lovelock 1979

Tension entre...

« reterrestrialisation »
Relocalisation de la nature

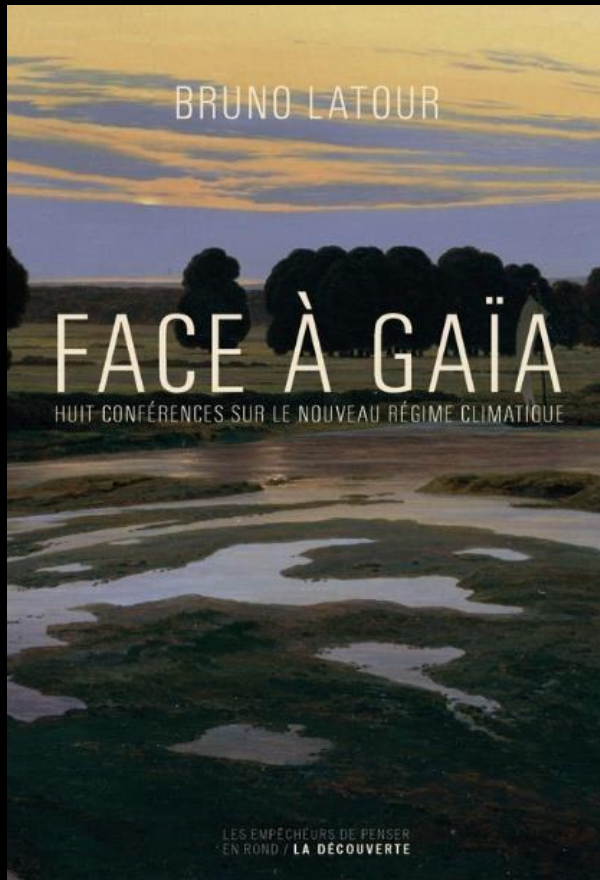
(Latour 2015)



Elévation au global

(Kwa 2005, 2010, Uhrqvist 2014)
Callicott 2014, Larrere & Larrere 2015,
Dahan et Aykut, 2015, Latour 2015)

Relocalisation de la nature



« Il est difficile de ne pas être frappé par la symétrie renversée entre les gestes de Galilée et de Lovelock levant de modestes instruments vers le ciel pour y faire des découvertes radicalement opposées. (...) Tandis que Galilée, levant les yeux de l'horizon vers le ciel, renforçait la similitude entre la Terre et tous les autres corps en chute libre, Lovelock, baissant les yeux à partir de Mars dans notre direction, diminue en fait la similitude entre toutes les planètes et cette Terre si particulière qui est la nôtre. » [Latour, 2015 : 102, 105]

L'élévation au « global » de l'environnement et de l'écologie

L'élévation au « global » de l'environnement et de l'écologie

« La différence entre elles, je le maintiens, n'est pas une différence de degré hiérarchique, d'échelle, de complétude, mais de type. En d'autres termes, la perspective locale n'est pas une appréhension plus limitée ou plus étroitement focalisée que le global, c'est une perspective qui repose sur un mode d'appréhension – un mode qui est basé sur un engagement actif et perceptif avec les composants du monde au sein duquel on habite, dans l'affaire pratique de la vie, plutôt que sur l'observation détachée et désintéressée d'un monde à part. »

Ingold, 1993:38

L'élévation au « global » de l'environnement et de l'écologie



La philosophie de la nature de Lovelock

Métaphysique

Nature/Terre/Gaïa/système;
vie/environnement (rôle actif des vivants; ressources/régulation; etc.)

La philosophie de la nature de Lovelock

Métaphysique

Nature/Terre/Gaïa/système;
vie/environnement (rôle actif des vivants; ressources/régulation; etc.)

Epistémologie

empirisme chimique, intuition devant le concept, petits modèles,
promenades solitaires dans la nature

La philosophie de la nature de Lovelock

Métaphysique

Nature/Terre/Gaïa/système;
vie/environnement (rôle actif des vivants; ressources/régulation; etc.)

Epistémologie

empirisme chimique, intuition devant le concept, petits modèles,
promenades solitaires dans la nature

Ethique-programme politique concret

Chaque partie est importante pour Lovelock, depuis les 1960/1970s

La philosophie de la nature de Lovelock

~~Vrai/faux (sciences empiriques) / méthodologie/historiographie~~

*Vision du monde, philosophie contre philosophie,
politique contre politique*

Une série de prescriptions environnementales et politiques très concrètes (Lovelock)

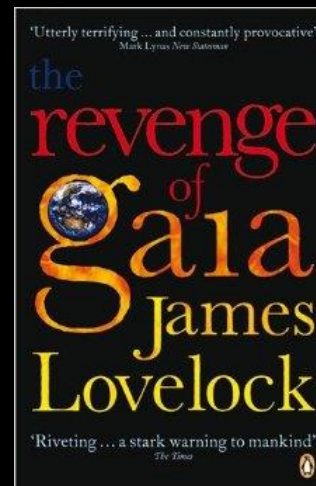
Géoingénierie

Pro-nucléaire

Suspension des Droits de l'Homme et de la démocratie

Trivialisation des pollutions chimiques

Dénonce la « surpopulation » et l'agriculture



2006

James Lovelock 1979

GAIA

A New Look at
Life on Earth

With a
new Preface
by the
Author

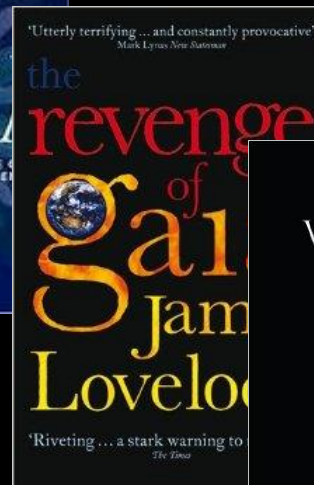
THE AGES OF GAIA 1988
A Biography of Our Living Earth



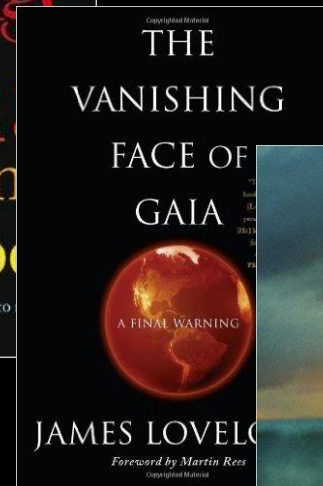
1991
(2005)



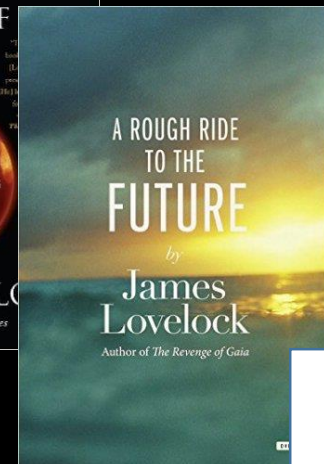
2000



2006



2009



2014

New Scientist
Guardian
The ecologist
Resurgence
Coevolution Quarterly
Conférences

2017 –
Science
fiction

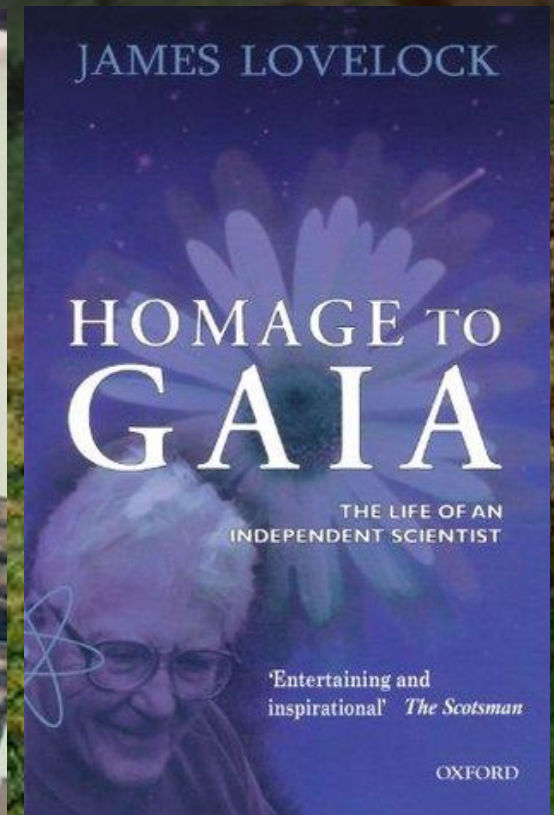
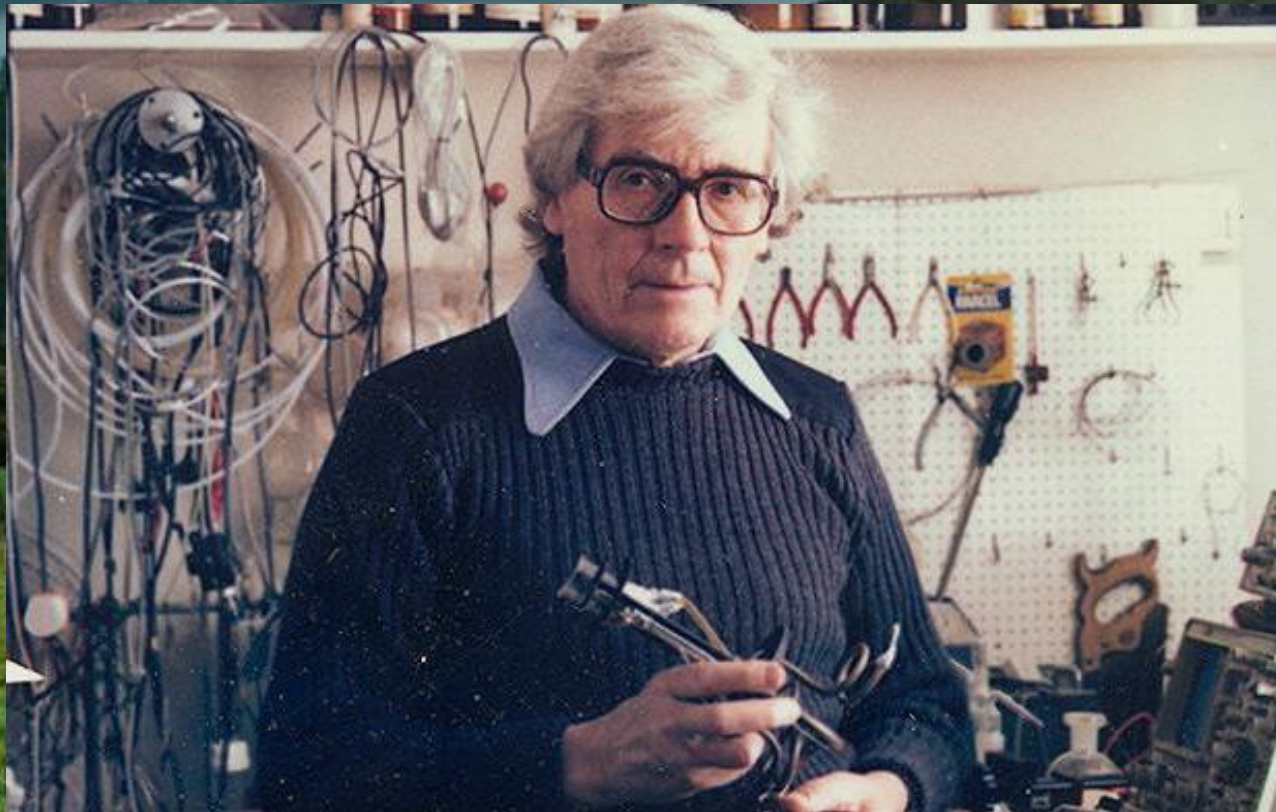
*Pour comprendre la controverse que Gaïa a engendrée,
il est au moins aussi utile de s'intéresser au rôle, trop
souvent méconnu, de ces prescriptions politiques de
Lovelock, plutôt qu'aux faux problèmes de la téléologie
et de l'explication de l'altruisme.*

Plan

1. Une hypothèse pseudo-scientifique? Remise en question du récit standard
2. Qui s'intéresse à Gaïa? Cartographie de la controverse
3. Gaïa comme hypothèse / théorie
4. Gaïa comme programme de recherche
5. Gaïa comme philosophie de la nature
6. Gaïa et la pollution: une entité au centre d'une politique de la nature

*Relecture historique du contexte dans lequel l'hypothèse Gaïa a
été élaborée dans les années 1960 et 1970*

1964 (45 ans ..) - : « scientifique indépendant »



L'hypothèse Gaïa

568

NATURE

August 7, 1965 VOL. 207

a fortunate circumstance that it has proved possible to accommodate the headquarters of both Councils in the same building. For the time being, the machinery of administration will be much the same as hitherto, with the Natural Environment Research Council taking over

responsibility for the parts of the grants and awards programme that lie within its field. The emphasis on continuity should be particularly welcomed by universities and others concerned with this important aspect of the Government's policy for science.

A PHYSICAL BASIS FOR LIFE DETECTION EXPERIMENTS

By DR. J. E. LOVELOCK

Bowerchalke, Nr. Salisbury, Wiltshire

ICARUS 7, 149-159 (1967)

Life Detection by Atmospheric Analysis

DIAN R. HITCHCOCK

Hamilton Standard, Windsor Locks, Connecticut

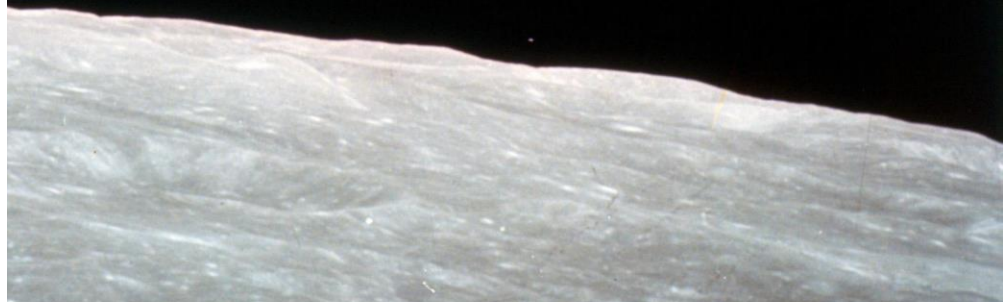
AND

JAMES E. LOVELOCK

Bio-Science Section, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California

Communicated by Lewis D. Kaplan

Received December 16, 1966





The Scientific Life

A MORAL HISTORY OF A LATE MODERN VOCATION

STEVEN SHAPIN



Scientifique
indépendant

ou

« entrepreneur
scientifique »

?

Entrepreneur scientifique?

The Scientific Life

A MORAL HISTORY OF A LATE MODERN VOCATION

STEVEN SHAPIN



La vie scientifique

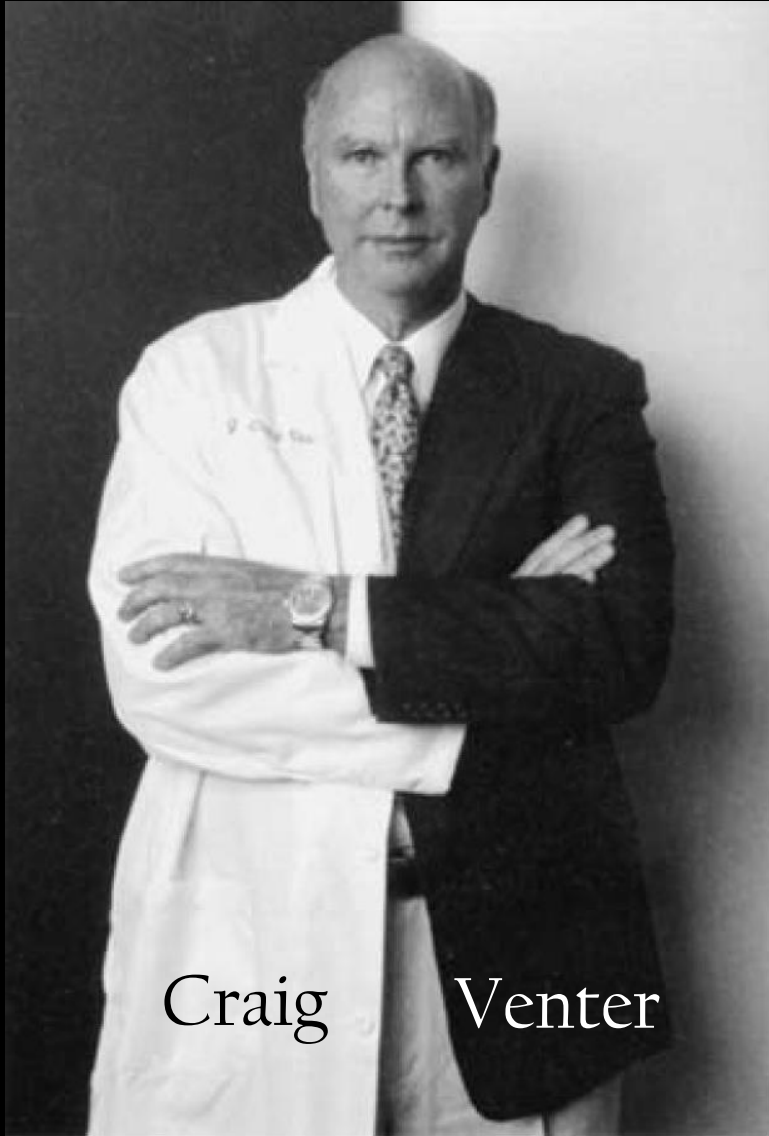
Génie solitaire et exceptionnel dont la vocation est inspirée par Dieu (XVIIe et XVIIIe siècle)

Figure de l'amateur au XIXe siècle

Gemme ou homme ordinaire employé.e d'un Etat et participant à une entreprise collective (XXe)

Naissance de « l'entrepreneur scientifique » dans les années 1970

Entrepreneur scientifique



Craig Venter

L'entrepreneur scientifique est défini comme celui qui est à la fois un scientifique qualifié et, comme tous les entrepreneurs commerciaux, quelqu'un qui prend des risques. (...) Ils ont un pied dans la production de connaissances et l'autre dans la fabrications d'instruments, de services et, finalement d'argent. Ils peuvent ou non être conscient de l'existence de 'conflits' entre ces aspects de leur identité, mais ils incarnent des conduites et des activités qui, au cours du vingtième siècle, ont largement été considérées comme en tension, et parfois en opposition.

[Shapin, 2008 : 210]

Exemple typique: *Start-ups*
biotech de la *Silicon Valley*

« having fun, making money »



DDT

CFC et ozone war

(plomb essence)

Smog Los Angeles

Changement climatique

Pluies acides

La pollution
globale, métier de
Lovelock au
moment de HG



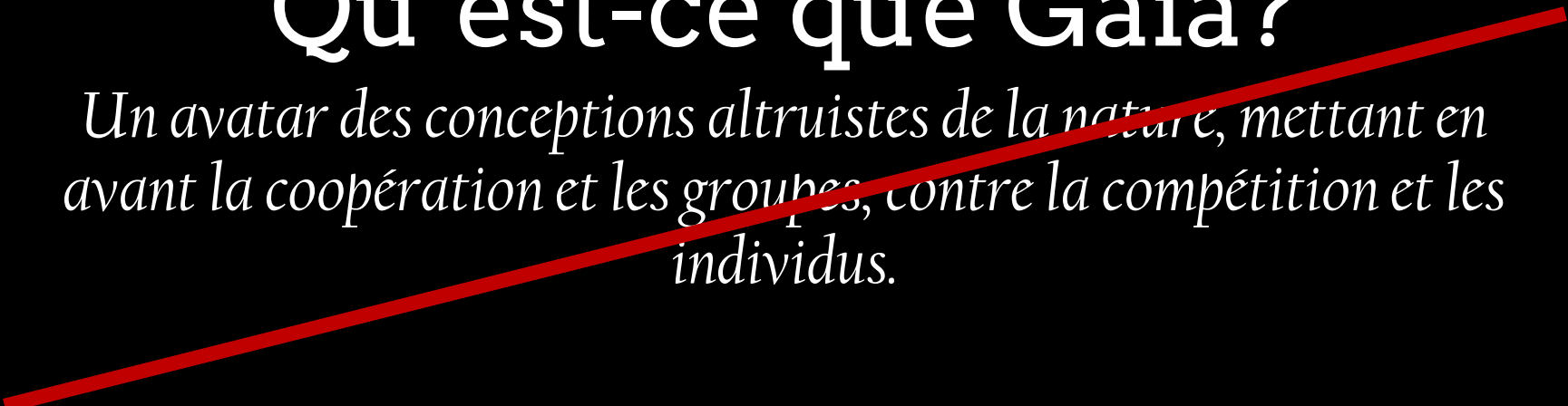
La première formulation écrite de « Gaïa » : note prospective pour Shell 1966

To summarise. In the next 33 years we enter a phase where human activity becomes a significant portion of the total biological activity of the planet. Hitherto the climate of the Earth and the chemical composition of the surface, air and sea have evolved with life to provide optimum conditions for its survival; furthermore, this optimum was actively maintained by biological cybernetic processes. It is in Shell's interest

to participate in the maintenance of this optimum whatever may be the cause of a departure from it. It should be an interesting challenge and keep us alive.

Qu'est-ce que Gaïa?

Un avatar des conceptions altruistes de la nature, mettant en avant la coopération et les groupes, contre la compétition et les individus.



Qu'est-ce que Gaïa?

Un cadre pour penser les problèmes de pollutions chimiques de l'environnement global, qui émergent dans les années 1970

Qu'est-ce que Gaïa?

Un cadre pour penser les problèmes de pollutions chimiques de l'environnement global, qui émergent dans les années 1970

Dr. Lovelock stressed that he was not suggesting that the Gaia hypothesis implies that we could let nature solve man's problems and that everything would be all right.

Instead, he pointed out, if Gaia exists, our approach to environmental problems might be somewhat different from one in which we assumed nature was a passive entity with no homeostatic response changes. Gaia might provide a rationale for global studies of environmental issues. [1977]

Remarques conclusives

Scientifiquement folklorique

*Scientifiquement incontournable.
Reconfiguration profonde des sciences de
l'environnement et de la Terre.*

Politiquement sympathique

Politiquement problématique.

Argument

Qu'est-ce que Gaïa?

~~Une hypothèse controversée~~

1. Hypothèse/théorie

test & model

2. Programme de recherche

*Réoriente les questions et
méthodes scientifiques*

3. Philosophie de la nature &

*Reconfigurer des catégories
conceptuelles (vie, nature,
environnement)*

... prescriptions
environnementales

*Prescrire ou s'opposer à des
politiques environnementales
concrètes*

Nouvelle conception de la Terre





Merci!