Jacques Grinevald

La Biosphère de l'Anthropocène

climat et pétrole, la double menace

Repères transdisciplinaires (1824-2007)



georg éditeur

Collection Stratégies énergétiques, Biosphère & Société

LA BIOSPHÈRE DE L'ANTHROPOCÈNE

Stratégies Energétiques, Biosphère & Société (SEBES)

Collection dirigée par Benoît LAMBERT, docteurs ès sciences politiques de l'Université de Genève, Philippe LEBRETON, professeur émérite de biologie végétale de l'Université Claude Bernard Lyon 1, et Ivo RENS, professeur honoraire de l'Université de Genève (Faculté de droit).

OUVRAGES PARUS DANS LA COLLECTION SEBES DES ÉDITIONS GEORG

Ivo Rens et Joel Jakubec, éd.
Le droit international face à l'éthique et la politique de l'environnement, 1996, 272 pages.

Ivo Rens et Joel Jakubec, éd.
Radioprotection et droit nucléaire. Entre les contraintes économiques et écologiques, politiques et éthiques, 1998, 416 pages.

Jean-Paul Bozonnet et Joel Jakubec, éd.
L'Ecologisme à l'aube du XXI^e^ siècle. De la rupture à la banalisation ?, 2000, 256 pages.

Joel Jakubec, éd.
Le développement durable. Un bilan multisectoriel provisoire, 2004, 128 pages.

Benoît Lambert
Cyclopolis, ville nouvelle, 2004, 285 pages.

Jacques Grinevald

La Biosphère de l'Anthropocène

Climat et pétrole, la double menace

Repères transdisciplinaires
(1824-2007)

georg ÉDITEUR

Ce volume de la collection Stratégies Energétiques, Biosphère & Société (SEBES) est publié avec le soutien de la Fondation Biosphère et Société, de la Fédération Rhône-Alpes de protection de la nature (FRAPNA), de la Fondation Hans Wilsdorf, et de la Loterie Romande.

L'auteur remercie personnellement toutes les Fondations et toutes les personnes qui ont contribué à rendre possible cette publication. Il exprime sa reconnaissance au soutien fidèle du professeur Ivo Rens et à l'excellente assistance éditoriale de Laurence Gudin.

Couverture : Fred Michiels

Image de couverture : la Terre vue de la Lune, photo de la NASA, mission Apollo 8 publiée in Winds of Change, 75th Anniversary NASA publication (page 102), by James Shultz

Mise en pages : Laurence Hirschi

© Copyright 2007 Georg Editeur – Département livre des Editions Médecine & Hygiène
46, chemin de la Mousse · CH-1225 Chêne-Bourg/Genève
e-mail : livre@medhyg.ch · site web : www.medhyg.ch

Tous droits de reproduction, y compris par la photocopie, de traduction et d'adaptation réservés pour tous les pays.

ISBN 978-2-8257-0941-2

Jacques GRINEVALD, né à Strasbourg en 1946, installé à Genève depuis 1951, est philosophe et historien du développement scientifique et technologique. Il a passé son doctorat de philosophie à Paris en 1979 avec une thèse sur « Energie et civilisation : de Vitruve à Carnot et retour ». Il a aussi une formation en sciences politiques (Institut de Hautes études internationales) à l'Université de Genève, où il a été rédacteur puis responsable du Service de presse et d'information (1972-74). Assistant puis chargé d'enseignement à la Faculté de droit, il a été nommé en 1987 chargé de cours à la Faculté des sciences économiques et sociales de l'Université de Genève. De 1973 à 1979, il a été assistant et chercheur associé (à titre honorifique) à l'Institut universitaire d'études du développement (IUED), devenant chargé de cours en 1982 et professeur titulaire en 2004. Parallèlement, durant vingt-cinq ans (1980-2005), il a été chargé de cours à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL/programme Homme-Technique-Environnement puis Science-Technique-Société). Il est membre de plusieurs sociétés savantes, dont la Geological Society of London, History of Science Society, AAAS (American Association for the Advancement of Science), International Society for Ecological Economics. Il vient d'être nommé membre du Conseil scientifique des Parcs de France.

Chronologie sommaire

I. La révolution thermo-industrielle (1824-1945)

II. Le nouvel âge nucléaire (1945-1956)

III. De l'année Géophysique Internationale à la planétologie (1957-1969)

IV. Ecologie globale et révolution environnementale (1970-1987)

V. Le climat de la Terre entre dans la politique internationale (1988-2007)

I. La révolution thermo-industrielle (1824-1945)

1824 Sadi CARNOT annonce, d'une manière inouïe, une nouvelle science de *la puissance motrice du feu* (la thermodynamique).
Joseph FOURIER introduit l'effet de serre (avant la lettre) dans le problème cosmologique de la température à la surface de la Terre.

1837 Louis AGASSIZ lance le débat sur l'âge glaciaire dans l'histoire de la Terre.

1850 Développement de la Thermodynamique (science de l'énergie) : la révolution thermo-industrielle commence à transformer le monde (début de l'époque géologique de l'Anthropocène).

1859 Début de l'histoire américaine du pétrole.
Charles DARWIN, *L'Origine des espèces.*

1861 John TYNDALL mesure en laboratoire les propriétés radiatives des gaz.

1865 Rudolf CLAUSIUS définit le Second Principe de la Thermodynamique comme la loi de l'entropie croissante de l'Univers.

1870 John D. ROCKEFELLER crée la Standard Oil Company.

1875 Eduard SUESS définit les « enveloppes géologiques » : atmosphère, hydrosphère, lithosphère et *biosphère.*

1896 Svante ARRHENIUS fonde la théorie moderne de l'effet de serre.
Découverte de la radioactivité.

1912 Alfred WEGENER propose sa théorie révolutionnaire de la dérive des continents.

1914-18 Première Guerre mondiale.
Le charbon domine le développement des « nations civilisées » (la production mondiale de charbon dépasse 1200 millions de tonnes) mais *le pétrole* devient la ressource stratégique par excellence.

1917 La Révolution russe.
Découverte du premier gisement pétrolier géant au Vénézuéla (Bolivar-Coastal).

1924 Vladimir I. VERNADSKY, *La Géochimie* (Paris) : « l'homme civilisé », une nouvelle force géologique.
Alexandre I. OPARIN, *L'Origine de la vie* (Moscou).
W. KÖPPEN et A. WEGENER, *Die Klimate der geologischen Vorzeit.*

1926 V. I. VERNADSKY, *Biosfera* (Leningrad).
(*La Biosphère*, Paris, 1929).

1930 Découverte d'un gisement pétrolier géant au Texas.

1938 Guy S. CALLENDAR relie l'augmentation de la température moyenne depuis 50 ans à la croissance des émissions industrielles de gaz carbonique dans l'atmosphère.

1939-45 Deuxième Guerre mondiale.

II. Le nouvel âge nucléaire (1945-56)

1945 La bombe atomique.
Essai d'Alamogordo (Nouveau Mexique, USA), 16 juillet.
Bombardements stratégiques de l'armée américaine au Japon : une bombe atomique détruit Hiroshima, 6 août ; une bombe atomique détruit Nagasaki, 9 août.

1948 Début de l'exploitation du gisement pétrolier supergéant de Ghawar en Arabie Saoudite.
Aux Etats-Unis, la consommation commence à dépasser la production nationale de pétrole.

1949 L'URSS fait exploser sa première bombe atomique.
La course aux armements nucléaires va dominer la guerre froide entre l'Est et l'Ouest.

1950 Les Nations Unies élargissent le programme d'assistance technique pour le développement économique des « pays sous-développés » et « en retard ».

1952 Willard LIBBY, *Radiocarbon Dating.*
La Grande-Bretagne fait exploser sa première bombe atomique.
Premier essai de bombe thermonucléaire dans le Pacifique (USA).

1953 Premier essai de bombe thermonucléaire en URSS.
Découverte de la « double hélice » de l'ADN.
Eugène ODUM, *Fundamentals of Ecology.*

1955 1re Conférence internationale sur les applications pacifiques de l'énergie atomique, Nations Unies, Genève.
Man's Role in Changing the Face of the Earth, International Symposium, Princeton (16-22 juin).

1956 M. King HUBBERT prévoit le pic de la production pétrolière aux Etats-Unis pour 1970.
Gilbert PLASS tente de raviver la théorie climatique du CO_2.
UIPN devient UICN (Union Internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources).
Les Nations Unies adoptent les statuts de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), qui voit le jour en 1957.

III. De l'année Géophysique Internationale à la planétologie (1957-69)

1957 Roger REVELLE et Hans SUESS, dans une étude sur les échanges de dioxyde de carbone entre l'atmosphère et l'océan, déclarent que les êtres humains sont en train d'effectuer une expérience géophysique de grande ampleur unique en son genre.
La Grande-Bretagne fait exploser sa première bombe atomique.

1957-58 Année Géophysique Internationale. Début de l'âge de l'espace.
Charles David KEELING commence ses mesures en continu des variations du CO_2 dans l'atmosphère à l'Observatoire du Mauna Loa, à Hawaii.

1960 Création de l'OPEP (Organisation des pays exporateurs de pétrole).
La part du pétrole commence à dépasser celle du charbon comme source d'énergie primaire dans le monde.
Premier essai nucléaire de la France (dans le Sahara algérien).

1961 Création du WWF.

1962 Rachel CARSON, *Silent Spring*.
Début du mouvement écologiste américain.

1964 La Chine fait exploser sa première bombe atomique.

1965 Premier rapport scientifique au Gouvernement américain sur le problème environnemental des émissions de CO_2 dues à la combustion des énergies fossiles.

1967 Création de l'Association Internationale d'Ecologie (INTECOL), section de l'Union Internationale des Sciences Biologiques (IUBS).
OMM-CIUS : programme de recherches sur l'atmosphère globale (GARP) dont le Comité mixte d'organisation est présidé par Bert BOLIN.
Début des modèles numériques de prévision climatique pour un doublement de la concentration du CO_2 dans l'atmosphère.

1968 « Conférence de la Biosphère », UNESCO, Paris, 4-13 septembre.
Dernières découvertes de gisements pétroliers géants (à Prudhoe Bay, en Alsaka, et à Shaybah en Arabie Saoudite).

1969 Mission Apollo 11 de la NASA (USA) :
l'Homme débarque sur la Lune (20 juillet).
Le Conseil International des Unions Scientifiques (ICSU) crée le Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).
David BROWER créé The Friends of the Earth.

IV. Ecologie globale et révolution environnementale (1970-1987)

1970 USA : Le Jour de la Terre, 22 avril.
Scientific American, n° spécial *« the Biosphere »*.
Max NICHOLSON, *The Environmental Revolution.*
Année européenne de la protection de la nature.
Edward GOLDSMITH publie le n° 1 de *The Ecologist.*

1971 Nicholas GEORGESCU-ROEGEN, *The Entropy Law and the Economic Process.*
Howard T. ODUM, *Environment, Power and Society.*
UNESCO : Programme *Man and the Biosphere* (MAB).

1972 *The Ecologist* publie *A Blueprint for Survival.*
The Limits to Growth / Les limites à la croissance.
(Rapport MEADOWS (MIT) au Club de Rome.)
International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).
Lynton K. CALDWELL, *In Defense of the Earth : International Protection of the Biosphere.*
James LOVELOCK, « Gaia as seen through the atmosphere ».
Barbara WARD et René DUBOS, *Only One Earth.*
Conférences des Nations Unies sur l'environnement humain, Stockholm, Suède, (5-16 juin).
Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE).

1973 Guerre du Kippour et « l'arme du pétrole ».
1er choc pétrolier pour les Etats-Unis et ses alliés.

1974 L'Inde procède à son premier essai nucléaire « pacifique ».
OMM : Advisory Group on Climate Change.
M. MOLINA et F.S. ROWLAND démontrent que des substances chimiques (CFC) d'origine industrielle peuvent détruire l'ozone stratosphérique.
James LOVELOCK et Lynn MARGULIS lancent l'Hypothèse Gaïa.

1975 V. RAMANATHAN : les chlorofluorocarbures (CFC) sont des gaz à effet de serre.
Nicholas GEORGESCU-ROEGEN, « Energy and Economic Myths ».

1976 Déclaration de l'OMM sur les changements climatiques.

1979 1re Conférence mondiale sur le climat, OMM (Genève).
James LOVELOCK, *Gaia : A New Look at Life on Earth*
Révolution islamique en Iran : 2e choc pétrolier

1980 OMM-PNUE-CIUS :
Conférence internationale d'experts sur le gaz carbonique et le climat.
UICN-PNUE-WWF :
« Stratégie mondiale de la conservation : la conservation des ressources vivantes au service du développement durable »

1982 Nations Unies : Charte Mondiale de la Nature.

1983 Environment Protection Agency : *Can We Delay a Greenhouse Warming ?*
Conférence scientifique sur les conséquences environnementales de la guerre nucléaire à Washington.

1984 20e A.G. du Conseil International des Unions Scientifiques :
Symposium « Global Change » (IGBP).

1985 Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone (PNUE).
Découverte du « trou d'ozone » au-dessus de l'Antarctique !
OMM-PNUE-CIUS : Conférence de Villach sur l'évaluation du rôle du dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre sur les variations du climat et des impacts associés.

1986 26 avril : catastrophe nucléaire de Tchernobyl (Ukraine-URSS).
21e A.G. du Conseil International des Unions Scientifiques, Berne (Suisse) lance officiellement le Programme International Géosphère-Biosphère (IGBP).
Contre-choc pétrolier (surabondance de l'offre/demande).

1987 Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (PNUE).
Commission mondiale sur l'environnement et le développement : « Notre Avenir à tous » (Rapport Brundtland) (doctrine internationale du *« sustainable development »*, le « développement soutenable » ou « durable »).

V. Le climat de la Terre entre dans la politique internationale (1988-2007)

1988

James HANSEN (NASA) affirme, le 28 juin, devant une commission du Congrès américain que l'effet de serre est là et qu'il faut passer à l'action.
Conférence mondiale de Toronto, Canada-OMM-PNUE (27-30 juin).
OMM-PNUE : IPCC (GIEC).
L'Assemblée générale des Nations Unies adopte une Résolution « sur la protection du climat mondial pour les générations présentes et futures ».

1989

International Conference on Global Warming and Climate Change : « Perspectives from Developing Countries », New Delhi, 21-23 février.
« Atmosphère et climat », Colloque de Lassay, Paris, 4 mars.
Conférence de La Haye sur la protection de l'atmosphère du globe, 11 mars.
Colloque Planète Terre, Paris, 12-13 juin.
Stephen SCHNEIDER, *Global Warming : Are We Entering the Greenhouse Century ?*

1990

(1er) Rapport d'évaluation scientifique de l'IPCC :
Global Warming : The Greenpeace Report.
Deuxième Conférence mondiale sur le climat OMM, PNUE, FAO, UNESCO, ICSU, Genève, 12-21 novembre.
L'Assemblée générale des Nations Unies adopte la Résolution 45/212 (21 décembre) sur « la protection du climat mondial pour les générations présentes et futures de l'humanité ».

1991

(1re) Guerre du Golfe.
L'Assemblée générale des Nations Unies crée un Comité intergouvernemental chargé de la négociation d'une Convention-cadre sur les changements climatiques.
Fin de l'URSS (8 décembre).

1992

« Le Sommet de la Terre », Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, Rio de Janeiro, Brésil, 3-14 juin.
Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.
Convention des Nations Unies sur la diversité biologique.

1995

IPCC (GIEC), Deuxième rapport d'évaluation.
1re Session de la Conférence des Parties (COP-1) à la Convention-cadre sur les changements climatiques, Berlin, 28 mars-7 avril.

1997 3e session de la Conférence des Parties (COP-3), Kyoto, 1-10 décembre, Protocole de Kyoto.
Colin CAMPBELL, *The Coming Oil Crisis.*

1998 L'Inde et le Pakistan procèdent officiellement à des essais de bombe atomique.
Colin CAMPBELL et Jean LAHERRERE, « La fin du pétrole bon marché ».

2000 IPCC (GIEC), Troisième rapport d'évaluation.
Paul CRUTZEN et Eugene STROEMER, « *The Anthropocene* ».

2001 Création de l'ASPO (à l'initiative de Colin CAMPBELL) : Association for the Study of Peak Oil&Gas.
11 septembre : l'hyper-terrorisme frappe à New York et Washington les symboles de la toute-puissance des Etats-Unis (origine principale des coupables : l'Arabie saoudite de Ben Laden !)

2003 World Climate Change Conference, Moscou, 29 septembre-3 octobre.

2005 L'Assemblée générale des Nations Unies (22 décembre) adopte une résolution proclamant pour 2008 l'Année Internationale de la Planète Terre.

2006 Film d'Al GORE sur la menace climatique, *Une vérité qui dérange.*
Documentaire suisse *The Oil Crash.*

2007 IPCC (GIEC) : Quatrième rapport d'évaluation.

2007-08 Année polaire internationale.

2008 Année internationale de la planète Terre.

« L'homme en tant qu'être vivant est indéfectiblement lié aux phénomènes matériels et énergétiques d'une des enveloppes géologiques de la Terre : la Biosphère. Et il ne peut en être physiquement indépendant un seul instant. »

Vladimir I. VERNADSKY (1945)

« C'est l'ignorance qui domine la science de la Biosphère, le centre de notre projet. »

Jerome RAVETZ (1986)

Introduction

Le dossier que je présente ici au public – en marge de mon enseignement et d'autres travaux en cours, et après bien des scrupules et des hésitations – n'est qu'une tentative provisoire, volontairement incomplète et inachevée. J'espère bien pouvoir rapidement fournir une deuxième édition revue et corrigée. Ce n'est qu'un essai, dans le vrai sens du terme, et en l'occurrence d'un genre hybride, personnellement modifié. Comme la plupart de mes travaux, depuis une trentaine d'années et même un peu plus, il s'agit toujours d'un *work in progress*, sans doute parce que je suis avant tout un philosophe et un chercheur interdisciplinaire, toujours critique, y compris sur moi-même. Une bonne partie de ma vie intellectuelle et professionnelle a été consacrée à l'histoire des idées et à une approche socio-épistémologique du développement à l'échelle mondiale, en particulier du développement scientifique et technologique issu de la « révolution moderne » de l'Europe chrétienne occidentale.

Malgré quelques velléités, souvent malheureuses, la vocation du signataire de ces lignes n'est pas celle d'un écrivain (je n'ai pas la plume facile !), mais plutôt d'un éternel étudiant, engagé dans la résistance contre « la barbarie del "especialismo" » (selon l'expression du philosophe espagnol José Ortega y Gasset dans l'entre-deux-guerres). C'est aussi une vocation pédagogique (j'ai pratiqué le métier d'enseignant dans des milieux très

différents), mais si j'aime les choses sérieuses, je n'aime pas me prendre trop au sérieux. On connaît la différence que faisait Paul Valéry – l'un de mes poètes et penseurs préférés – entre les gens qui ont des idées et les gens qui sont sérieux ! Ce livre, qui est un guide de lecture, un instrument de travail et de réflexion, est destiné aux esprits curieux, aux amateurs, aux vrais dilettantes, au vieux sens italien du terme. La Geological Society of London les acceptent encore, j'en suis très honoré, et je profite de l'occasion pour souhaiter à cette auguste et prestigieuse société savante un heureux bicentenaire en cette année 2007 !

Issu d'un travail de longue haleine, présenté ici sous une forme fragmentaire et schématique, peut-être un peu déroutante au premier abord, ce livre voudrait partager ma passion pour l'histoire des sciences et tout particulièrement les sciences de la Terre et de la Vie, qu'on cherche à présent à réunir sous le concept de Système Terre parce qu'il s'agit d'une coévolution, entre le vivant, la Terre, le climat et à présent les humains. Relativement tôt, je me suis acclimaté à des paysages intellectuels et des mondes culturels très différents, élaborant une pensée métisse qui recherche la réconciliation et la synthèse plutôt que la division et l'analyse. Ce qui ne veut pas dire que j'ai rejeté les spécialisations et les approches analytiques. Entre le romantisme et le classicisme, on peut trouver ou inventer des styles intermédiaires.

Eduqué dans mon enfance d'une manière française très catholique, je me suis éloigné – après le dépaysement et la décentration d'un long séjour au cœur de l'Afrique – d'un certain humanisme religieux soi-disant universel que je trouve à présent terriblement « eurocentrique », et même excessivement anthropocentrique. Je me suis révolté intérieurement, contre le fossé des « deux cultures », en l'occurrence celle, religieuse ou humaniste, qu'on m'avait inculquée, et celle, plus écologique et plus scientifique, que j'ai été chercher ailleurs et qui m'aida à dépasser les préjugés de mon analphabétisme environnemental et de mon inculture épistémologique. Réduire ce fossé « moderne », entre culture et nature, ne se fait pas plus en un jour que Rome ! Même à un niveau modestement individuel. Cela ne se fait pas non plus tout seul. Ce fut pour moi, et c'est toujours, une randonnée inachevée, incertaine et périlleuse, mais c'est un bonheur d'aimer découvrir et apprendre, voire de se tromper et de le reconnaître. Comme nous disait le regretté Jean Piaget, en apprenant, on gagne deux fois, car en apprenant quelque chose on apprend aussi à apprendre.

Mes études en sciences économiques et sociales, heureusement menées de front avec mon penchant pour la philo, mais aussi à cause de l'actualité des problèmes scientifiques et de l'évolution des relations internationales, m'amenèrent à ma seconde *alma mater*, l'histoire des sciences, non

pas purement intellectuelle mais avec le regard critique de la sociologie (politique) des sciences et des techniques dont l'essor faisait partie de ma génération, dans les années 1970. Au même moment, l'écologie (scientifique et politique) devenait bien une nouvelle perspective, aussi subversive que passionnante. Mais il restait beaucoup à faire pour en prendre toute la mesure et en approfondir toutes les implications théoriques et pratiques.

En retour, j'ai pratiqué, d'une manière transdisciplinaire, voire indisciplinée, une épistémologie critique et une interdisciplinarité qu'on peut bien appeler sauvages, si on veut. J'ai toujours revendiqué la liberté de mener mes recherches sans contraintes disciplinaires ou dogmatiques, avec un penchant certain pour ce bricolage intellectuel dont parlait l'anthropologue Claude Lévi-Strauss dans *La pensée sauvage*, que l'un de mes professeurs de philosophie, à Besançon, avait eu le bon goût de me donner à lire pour un examen peu avant Mai 68. Bien entendu, cela me faisait sortir des sentiers battus et notamment du splendide isolement des sciences de l'homme (ou des sciences économiques et sociales) par rapport aux sciences de la nature. Mon premier amour pour la cosmologie, la thermodynamique et la cybernétique, trois domaines traversés par la redoutable question de l'entropie (cette nouveauté épistémologique de notre civilisation thermo-industrielle) dans les années 1960, ne fut pas un détour inutile, bien au contraire. Sans le savoir (car nous n'avons aucune information en provenance du futur, précisément à cause de la « flèche du temps » entropique !), c'était une bonne préparation à ma rencontre, en 1974, avec le grand Nicholas Georgescu-Roegen.

La « conscience écologique », qui ne tombe pas du ciel (mais nous aide à voir comment va le ciel !), demande tout un apprentissage, toute une nouvelle éducation, à rebours des cloisonnements disciplinaires, et surtout du grand partage entre les sciences de l'homme et les sciences de la nature, de sorte qu'il me fallût faire de longs efforts, heureusement avec quelques grands amis, plus âgés et plus jeunes, mais aussi très souvent en nomade solitaire, en marge des « multinationales de la pensée » (je dois cette formule à Michel Serres, envers qui ma reconnaissance et mon affection dépassent tout ce que je suis capable d'exprimer en matière de gratitude). Tant bien que mal, je suis devenu un dissident de la religion établie de mon époque et de ma société, m'aventurant dans des domaines difficilement accessibles aux profanes, du moins avant de se familiariser avec les jargons scientifiques. Ce vagabondage intellectuel ne me rapporta pas beaucoup de sécurité ou de confort, mais me récompensa, au-delà de mes espérances, en m'ouvrant de nombreuses perspectives sur quelques profondes révolutions intellectuelles de mon temps qui transforment

radicalement notre conception de la vie sur Terre et notre intime relation avec la vie de la Terre, notre extraordinaire et unique « planète vivante » dans le système solaire.

Chemin faisant, j'ai fait de nombreuses rencontres et j'ai eu la chance de m'intéresser à l'écologie globale, la science de la Biosphère, au moment même où cette nouvelle approche planétaire de la vie faisait l'objet d'admirables recherches interdisciplinaires, aux Etats-Unis, en relation avec l'aventure spatiale de la NASA, et, en URSS, avec ce que j'ai proposé d'appeler la « révolution vernadskienne », à peine visible au niveau international avant la publication de la première édition critique, en anglais, de *La Biosphère* de Vernadsky, dont on m'a fait l'honneur de me confier l'Introduction (Vernadsky, 1998). De nouvelles perspectives, malheureusement pas toujours très rassurantes, se sont ouvertes, dans les années 1980, pour cette reconnaissance de notre rôle dans « le destin de la Terre » (Schell, 1982), plus précisément dans l'évolution de la Biosphère actuelle.

Depuis cette époque de fièvre épistémologique pour la nouvelle science, encore embryonnaire et incertaine, de la Biosphère, en relation avec le lancement du Programme International Géosphère-Biosphère (IGBP), dans les années 1980, ma vision critique du développement mondial, selon les canons de l'Occident, prit une tournure qui dépassait, tout en la prolongeant, la révolution bioéconomique de Nicholas Georgescu-Roegen. Rejetée par le *mainstream* des économistes, elle est de plus en plus reconnue par les fondateurs de la mouvance (encore très minoritaire) de l'économie écologique, de l'écologie industrielle, et aussi du nouveau mouvement social (encore plus minoritaire) qui fait campagne pour la décroissance, tous considérant Nicholas Georgescu-Roegen comme un père fondateur et un auteur phare. Avec Georgescu-Roegen, Michel Serres, Ilya Prigogine et quelques autres, la thermodynamique, avec son fameux principe de Carnot, devenu, depuis Clausius (1865), la loi de l'entropie, est revenue sur le devant de la scène, éclairant, avec sa chaleur et ses feux, cette *histoire humaine de la nature* que Serge Moscovici avait, dès 1968, si magistralement mise en perspective, en ravivant, cette fois sur terre, « la pluralité des mondes » (Grinevald, 1975).

Dans le présent dossier, par souci de simplification pédagogique et faute de place, je laisse de côté ce débat anthropologique et philosophique. Il en reste, je crois, des échos que le lecteur découvrira lui-même. Plus que quelques rappels autobiographiques, pour en situer la genèse, ce travail documentaire peu commun, résolument transdisciplinaire, demande une introduction qui serve surtout d'avertissement pour le lecteur qui ne connait pas déjà certaines de mes publications, de mes nom-

breuses conférences ou des idées enseignées depuis des années. Cette petite introduction peut et doit servir de mode d'emploi, car ce livre, tout compte fait, n'est rien d'autre qu'une invitation au voyage encyclopédique, transdisciplinaire comme on dit transocéanique, un carnet de notes, un mémento, un recueil raisonné de références, une tentative de chronologie et de bio-bibliographie annotée, bref une simple boîte à outils. A chaque lecteur, ou utilisateur, de s'en servir comme il l'entend.

Naturellement, une telle publication mérite (et je l'espère bien) une avalanche de critiques. D'ores et déjà, je m'excuse des omissions qui pourraient décevoir ou froisser l'amour-propre de certains auteurs injustement oubliés dans ce (petit) livre de référence. J'en ai déjà fait plus d'une fois l'amère expérience, et je le regrette sincèrement, mais c'est inévitable, ou alors il ne faut citer personne et écrire des romans (il en existe aussi sur la guerre pour le pétrole et le réchauffement – ou le nouvel âge glaciaire – de la Terre). Je suis bien conscient du caractère imparfait, incomplet, provisoire et plein de lacunes (qualifiées ou non) de cette publication qui ne représente qu'une partie, mais que j'espère essentielle, du dossier que j'ai patiemment constitué au cours des années où j'ai eu la chance d'être chargé de cours et d'avoir assez de temps libre pour lire presque tout ce que j'avais envie de lire (j'ai sais que ce n'est pas un privilège largement répandu). Mon métier d'enseignant, et accessoirement de conférencier, m'a habitué à confectionner et à distribuer de nombreux documents bibliographiques de ce genre. Ici, j'ai largement puisé dans les polycopiés distribués à mes étudiants depuis des années. On demande à un professeur de fournir des repères, de suggérer des pistes de recherche et de réflexion, des noms d'auteurs ! Même et surtout à l'heure de l'Internet et des « moteurs de recherche », ce rôle de guide me semble indispensable. Mais en tant qu'enseignant, je sais surtout que le plus difficile à transmettre, c'est le désir de remettre en question ses propres préjugés et ses croyances les plus fondamentales ! La connaissance est non seulement un processus psychologique et social, mais aussi un processus génétique et historique. C'est auprès de l'exemple de certains de nos aînés que nous apprenons le sens de la fameuse formule qui a traversé les siècles, depuis Bernard de Chartes (au XII^{e} siècle), dit-on, en passant par Isaac Newton, Arthur de Gobineau ou Claude Bernard : nous sommes bien tous des nains mais juchés sur les épaules des anciens, les géants surtout, nous pouvons voir plus loin qu'eux. Récemment, dans la préface de son livre *Le désenchantement du monde. Une lecture politique de la religion*, Marcel Gauchet a fait remarquer que « nous sommes des nains qui ont oublié de monter sur les épaules des géants. Si l'altitude de leur prouesses nous est interdite, le secours de leur taille nous reste offert. »

Ici comme dans mon enseignement, et la plupart de mes publications, j'ai le souci de revenir aux sources, de relire les pionniers et les authentiques fondateurs du savoir. L'un de mes cours s'intitule « Les sources de la pensée écologique ». On en trouvera ici quelques traces. Ce cours fait d'ailleurs suite à un enseignement intitulé « Catastrophisme et écologie politique » (initialement « Les fonctions idéologiques du catastrophisme ») que nous avons donné ensemble, Ivo Rens et moi, depuis 1973, c'est-à-dire au lendemain du tollé qui accueillit le premier rapport au Club de Rome, le fameux « rapport Meadows » (1972) sur *Les limites à la croissance*. Il est important de se rappeler qu'il était déjà question de la crise écologique (annoncée en fait depuis Hiroshima), de la crise de l'énergie, pressentie bien avant le premier choc pétrolier de 1973 ; et qu'il était déjà question des conséquences de l'expansion de l'espèce humaine dans ce « monde fini » qu'est notre Terre en tant que planète habitable. Mais il faut bien le reconnaître, on n'avait pas encore bien compris l'accélération de la dynamique d'un système aussi complexe que la Biosphère altérée par l'activité humaine, et on ne croyait pas sérieusement à l'imminence d'une double menace comme celle du changement climatique et de la déplétion mondiale du pétrole brut !

En premier lieu, ce livre, qui se veut un simple dossier pédagogique, peut être classé dans la littérature actuelle sur l'écologie, l'environnement, le développement durable (c'est-à-dire écologiquement soutenable et socialement équitable !), le climat et l'énergie (un couple inséparable !), mais on peut tout aussi bien le classer dans la littérature épistémologie et l'histoire des sciences, l'économie ou encore les relations internationales, la mondialisation ou la géopolitique. Sa problèmatique est en effet très large puisqu'il s'agit de cette « problématique mondiale » que cherchait à conceptualiser et à mettre en discussion publique un visionnaire comme Aurelio Peccei, ce grand industriel italien à l'origine du Club de Rome, en avril 1968, et dont il fut l'animateur jusqu'à sa mort en mars 1984 (j'ai conservé la notice nécrologique parue dans le *Corriere della Sera* parce que j'étais ce jour-là en Italie pour une conférence du mouvement pour la paix et la non-violence). On a oublié que le premier rapport au Club de Rome illustrait déjà le problème des courbes exponentielles de notre croissance avec la « courbe de Keeling » qui mesure la dangereuse dérive anthropogénique de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère de notre planète en même temps qu'elle nous révèle les oscillations saisonnières de la respiration de Gaïa, la Biosphère de la planète Terre.

Il ne s'agit pas ici d'imiter les travaux de prospective à long terme, mais simplement de rappeler leur rôle d'éveilleur des consciences. Dans le domaine des rapports entre énergie et climat, et en l'occurrence dans le

problème du changement climatique planétaire provoqué par les gaz à effet de serre de la civilisation thermo-industrielle, le travail de conceptualisation le plus audacieux a été publié dans le cadre du projet appelé « le développement soutenable de la Biosphère » (Clark et Munn, éds, 1986), entrepris à l'IIASA, en marge des discussions interdisciplinaires au sein du Conseil International des Unions Scientifiques (ICSU) qui devaient aboutir au lancement du très ambitieux Programme International Géosphère-Biosphère (Malone et Roederer, eds, 1985 ; ICSU, 1986). La création de l'IPCC (GIEC en français, pour Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) n'est venue qu'ensuite (OMM-PNUE, 1988). Le « consensus scientifique » n'a pas été créé par l'IPCC, c'est au contraire l'existence de ce « consensus scientifique », depuis 1985 (la Conférence de Villach, OMM-PNUE-ICSU, 1985) qui a rendu possible et nécessaire la création, par l'OMM et le PNUE, de cet organisme hybride qu'est l'IPCC (GIEC), inédit et unique en son genre, pour affiner et diffuser l'expertise scientifique nécessaire à la mise en place du processus diplomatique devant aboutir au cadre politico-juridique de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. L'IPCC a en effet joué son rôle d'intermédiaire entre la recherche scientifique et le processus de décision politique au sein de la communauté internationale. C'est d'ailleurs à cause de ce rôle proprement diplomatique que l'IPCC est devenu une cible pour les critiques en provenance des milieux d'affaires qui cherchaient – c'est logique de la part des industriels du charbon et du pétrole – à préserver leurs droits acquis. Les incertitudes, nullement niées par les experts de l'IPCC, bien au contraire, servirent de prétextes pour monter en épingle des polémiques qui se présentaient dans le monde politico-économique et surtout médiatique comme de véritables controverses scientifiques, alors qu'il s'agissait le plus souvent – et j'en suis témoin – de caricatures des authentiques et ligitimes controverses, parfois extrêmement vives, qui ont lieu dans les cercles scientifiques spécialisés ou la communauté scientifique au sens le plus large du terme. Le temps a fait son œuvre, dans tous les sens du terme. Les prévisions des années 1970 n'ont pas été démenties à l'aube du XXI^{e} siècle, bien au contraire : l'accélération des émissions du gaz carbonique (directement liée à la croissance économique mondiale) et des changements climatiques n'est pas contestable, et les sceptiques, comme ils s'appellent eux-mêmes, se font de plus en plus rares (raison de plus pour que quelques-uns jouent, sur la scène des télé-m'as-tu-vu, au génie incompris et isolé). Le bulletin Météo donne de plus en plus raison aux Cassandres et, qu'on le veuille ou non, le climat est désormais au cœur des affaires internationales. Que cela soit bon ou non au climat international des affaires est un autre problème !

Le temps presse pour chacun d'entre nous, parce que nous sommes tous des êtres vivants, c'est-à-dire fragiles et mortels ! Il en va de même de l'habitabilité humaine de la Biosphère, brutalement altérée par l'expansion technologique et démographique d'une seule espèce zoologique singulière, en l'occurrence la nôtre, auto-proclamée *Homo sapiens sapiens*. « Tout ce qui vit est digne de mourir », aimait dire le grand Goethe, dont le nom évoque, pour toute la grande tradition naturaliste de Humboldt à Vernadsky, et de James Hutton à James Lovelock, cette science holistique qui considère la nature comme « le grand Tout animé d'un souffle de vie » (selon la formule de Goethe citée par Alexandre de Humboldt dans son *Cosmos*). On nous parle beaucoup des impératifs économiques de la mondialisation, mais il est grand temps de réfléchir aux impératifs de la mondialisation écologique, ou si l'on préfère de la nécessité de penser l'écologie à l'échelle planétaire, parce que le monde vivant auquel nous appartenons est un phénomène à l'échelle de la Terre. C'est pour cela que le mot Biosphère a été inventé. La science de la Biosphère, c'est l'écologie globale, autrement dit à l'échelle de la Terre en tant que planète du système solaire. Dans cette perspective planétaire, tous nos problèmes prennent un autre sens, y compris nos problèmes métaphysiques et religieux.

Penser l'écologie à l'échelle de la Biosphère constitue une véritable révolution intellectuelle (pas seulement scientifique), dont les implications philosophiques et pratiques sont considérables. Pour ma part, je dois bien avouer mon penchant pour la réflexion philosophique qui nourrit et accompagne ma curiosité scientifique. La réciproque est vraie. Science et philosophie sont à nouveau dans une période de renaissance, et donc aussi de crise entre l'ancien savoir qui n'est toujours pas mort et le nouveau, fragile et incertain comme tout ce qui nait et cherche sa place au soleil. L'émergence relativement récente de ce nouveau domaine qu'on appelle l'écologie globale, la science de la Biosphère, cherche actuellement sa place au sein du paradigme interdisciplinaire et holistique des Sciences du Système Terre *(Earth System Science)*, mais il faut bien avouer que cette place n'est pas encore garantie face à l'importance de la tradition géophysique et de sa rhétorique de la « machine de la Terre ». Redonner au vivant une place centrale dans notre Théorie de la Terre, comme le propose la géophysiologie de James Lovelock, n'est pas encore une évidence pour tout le monde. Les résistances mentales et institutionnelles sont d'autant plus fortes qu'elles sont liées à de puissants intérêts et aux racines historiques de ce qu'on appelle la raison d'Etat, qui n'est pas sans rapport avec un certain état de Raison.

Malgré tout, on revient de nos jours sur la question fondamentale de Schrödinger (1944) : *Qu'est-ce que la vie ?* mais à un niveau d'intégration

de l'organisation biologique et écologique que la génération du grand physicien-philosophe autrichien (exilé à Dublin pendant la Deuxième Guerre mondiale) commençait à peine à envisager, parce qu'elle était orientée et dominée par sa vision atomiste de la matière, aux origines de la nouvelle vision moléculaire de la vie, et non, comme certains naturalistes, vers une vision planétaire et cosmique du rôle de la « matière vivante » dans les grands cycles chimiques de la Terre, et en cela extraordinaire et unique en son genre dans le système solaire. L'essor du paradigme biogéochimique, dans les années 1980, est venu bouleverser les relations entre l'écologie et notre conception scientifique du monde. A l'échelle humaine, la seule qui fait sens pour nous, l'écologie globale représente bien une nouvelle cosmologie de l'humanité faisant corps avec toute la Terre en tant que « planète vivante ». Ce faisant, une nouvelle figure du sacré est sans doute en train de se dessiner, non dans l'image de la Terre, même si on a de bonnes raisons de l'appeler à nouveau Gaïa, non, bien évidemment, dans l'image de cet Homme prométhéen qui se prend pour l'âme du monde ou la conscience de la Nature, mais dans une nouvelle alliance entre l'espèce humaine et toute la Biosphère, alliance sans précédent parce que réellement planétaire et d'une manière qu'on peut seulement exprimer avec la métaphore de la symbiose, utilisée par Lynn Margulis ou par Michel Serres, notamment dans son admirable petit livre intitulé *Le Contrat naturel*. « Le temps de l'orgueil est fini », déclarait le héros (défenseur des éléphants du Tchad) de Romain Gary dans *Les Racines du ciel* (que j'ai lu avec ferveur en 1970 alors que je me trouvais précisément au Tchad). L'arrogance de l'humanisme fait partie des racines culturelles et historiques de notre crise écologique. On commence à peine à l'admettre. Mais toute une littérature naturaliste, ou écologiste, le dit depuis plus de trente ans. La récente révélation de l'immensité de l'évolution biologique, à vrai dire de la coévolution géobiologique, à laquelle nous appartenons, est désormais là pour nous aider à retrouver des repères dans le Cosmos, parce que celui-ci avait volé en éclats dans la révolution scientifique des « temps modernes », dans cette transition « du monde clos à l'univers infini » (Alexandre Koyré) qui est sans doute à l'origine de notre mythologie moderne de la croissance économique illimitée.

Si je publie un document rassemblant des repères puisés pour l'essentiel dans la littérature scientifique, c'est parce que je crois que la pensée scientifique moderne issue de l'aventure spirituelle et politico-économique de l'Occident contient aussi son propre correctif évolutif et redécouvre, avec la Biosphère de la planète Terre et son extraordinaire évolution cosmique, une nouvelle manière de relier les hommes entre eux, l'espèce humaine et toute l'aventure de la vie sur Terre, ce qui est bien le

propre d'une nouvelle définition de l'humilité, ou si l'on préfère de la sagesse. Ce faisant, je m'aperçois que je retrouve ma précoce sympathie pour Albert Camus, dont l'enthousiasme de ma jeunesse avait retenu l'idée qu'il n'y a pas d'amour de vivre sans désespoir de vivre, de sorte que l'antique sagesse du *memento mori* donne tout son sens à cette « importance de vivre » dont parle si bien l'écrivain chinois Lin Yutang, si proche à mon sens de Bergson et de Georgescu-Roegen, pour qui « la joie de vivre » est le sens même de la vie, non pas contre ou malgré l'entropie, mais précisément grâce à cette loi naturelle implacable de l'entropie qui relie le vivant à tout le reste de l'Univers ! C'est bien parce que le Soleil n'en finit pas de mourir que nous jouissons, l'espace d'un soupir, de la splendeur d'être là, sur cette Terre et plus précisément dans la Biosphère de cette planète si extraordinaire que certains l'ont appelée « la planète miracle » et d'autres, tout simplement Gaïa, comme l'antique déesse grecque de la Terre-Mère.

Il est grand temps de revenir à cette sagesse qui traverse les cultures et les siècles, mais que la mythologie moderne de la rationalité, « mécaniste et arithmomorphique » (N. Georgescu-Roegen), nous a fait oublier au profit du dogme de l'expansion et de la croissance économique illimitée, dont on commence à comprendre – à la suite de pionniers comme M. King Hubbert ou N. Georgescu-Roegen – qu'il fait partie d'une illusion de perspective et d'une échelle d'observation trop courte, inhérente à l'âge d'or des combustibles fossiles, du charbon et surtout du pétrole (40% du marché mondial de l'énergie aujourd'hui !).

Ce que j'appelle ici la double menace : climat et pétrole, ne doit évidemment pas cacher – bien au contraire – les autres menaces, parmi lesquelles il y a la menace nucléaire, sous toutes ses formes. Le développement, comme on dit, est en crise, mais c'est peu dire. La vraie crise du développement, désormais à l'échelle du monde, et plus précisément de la Biosphère, s'enracine dans une histoire culturelle de longue durée, bien plus profonde qu'on le pense communément lorsqu'on regarde le prix de l'essence ou le bulletin météo de la télévision. Dans sa célèbre conférence du 26 décembre 1966 au Congrès annuel de l'AAAS, à Washington, sur « Les racines historiques de notre crise écologique », le professeur Lynn White (1967) avait déjà indiqué une piste de réflexion, que je rappelle encore une fois ici, parce que « le débat Lynn White » est loin d'être clos. A peine a-t-il commencé.

Un autre texte a énormément marqué la conceptualisation de ma perspective sur la crise de l'environnement qui est avant tout la crise du développement du modèle de l'Occident : *la Thanatocratie* de Michel Serres (1972). Avec le concept de « révolution carnotienne », j'ai essayé, sur les

traces de Michel Serres, de Nicholas Georgescu-Roegen et de quelques autres (en revenant aux sources), de questionner cette funeste alliance historique qu'illustrent, dans la tradition française du Génie et de la théorie des machines, « Carnot la guerre » et « Carnot la science ». J'ai longuement médité sur Carnot, père et fils. Avec Jean-Jacques Salomon aussi, dont le livre de 1970, *Science et politique*, contribua d'une manière décisive à orienter mes études de sciences politiques et de politique de la science, j'ai compris que la politique de la science était fille de la guerre, pas de la paix. Pour ma génération, née après Hiroshima, cette évidence s'imposait. Beaucoup préfère l'oublier, la refouler. On trouvera quelques allusions ici à cette lancinante question de la guerre, raison d'Etat par définition et par tradition, mais en fin de compte très peu par rapport à l'immense littérature qui existe sur ce sujet (et qui occupa de longues années de ma jeunesse studieuse et anxieuse), et cela malgré le fait que le thème « pétrole et guerre » est plus que jamais d'actualité.

Ce que je cherche à souligner ici, c'est qu'il y a bien *Quelque chose de nouveau sous le soleil*, selon l'expression qui sert de titre à la magistrale « histoire environnementale du XX^{e} siècle » de John R. McNeill (2000). Ce dernier, cela mérite d'être noté ici, est le digne fils du grand historien mondialiste William H. McNeill, dont *La Recherche de la puissance : technique, force armée et société depuis l'an mil* (McNeill, 1982) m'avait confirmé, s'il en était encore besoin, la pertinence de « l'hypothèse de Mars » (en combinant Freud, Carnot et Serres) avec laquelle je cherchais à comprendre – avant d'essayer d'en faire des cours – l'histoire singulière du génie de l'Occident, autrement dit le développement historique de la « technologie de la puissance » (Grinevald, 1977). Rien, hélas, dans l'actualité scientifique, politique, économique et géostratégique de ces dernières années – après la fin de la Guerre froide ! – ne m'a vraiment incité à abandonner cette inquiétante hypothèse de travail et de réflexion.

J'ai passé des années à étudier la lancinante question des rapports entre science, technique, guerre et raison d'Etat. Ce n'était pas un sujet très apprécié. On préfère ne pas savoir, ne pas y penser. Les questions militaires doivent rester dans l'ombre, comme les questions énergétiques et a fortiori les rapports entre ces deux domaines ! La question brûlante – mais encore trop peu discutée – des conséquences politiques, économiques et sociales du pic de la production pétrolière mondiale (le fameux pic de Hubbert), c'est-à-dire de la fin du pétrole abondant et bon marché et le début des temps difficiles pour notre addiction au pétrole, ravive des inquiétudes et des préoccupations qui furent celles du début des années 1970, au moment du premier débat sur « la crise de l'énergie ». C'était l'époque de la révolution environnementale, lorsque l'écologie devint

une affaire publique et non plus seulement une spécialité de biologistes et de naturalistes conservationnistes.

Disciple et ami du grand économiste hétérodoxe Nicholas Georgescu-Roegen, j'appris très tôt à m'intéresser aux écrits du géologue M. King Hubbert et d'une manière plus générale à l'écologie des ressources naturelles, aussi bien minérales que biotiques (une distinction capitale souvent masquée dans la doctrine internationale du développement et même du développement durable). J'ai donc très vite été attiré par les thèses récentes des géologues pétroliers comme Colin Campbell ou Jean Laherrère, qui sont manifestement des héritiers spirituels du prophète Marion King Hubbert. Après avoir lu *The Coming Oil Crisis* du géologue pétrolier britannique Colin Campbell (1997), grâce à un contact chez Petroconsultants, à Genève, j'ai suivi la naissance et l'activité internationale de l'ASPO, cette association lancée par Colin Campbell pour étudier « le pic du pétrole » (le pic de Hubbert de la production pétrolière à l'échelle mondiale) et alerter le monde sur ses redoutables implications. C'était dans la logique de mes premières recherches sur la problématique « Energie et civilisation» dont j'avais fait mon sujet de thèse, en relation avec ma fascination pour les métaphores de l'entropie, dans les années 1970.

En passant, je tiens à remercier plusieurs membres de l'ASPO qui ont bien voulu répondre à mes interrogations et à ma curiosité, à commencer par Colin Campbell (bien avant la création de l'ASPO), Jean Laherrère et Pierre-René Bauquis. Dans le monde des pétroliers, la question climatique n'était pas bien vue, c'est le moins qu'on puisse dire, mais la courtoisie de ce milieu professionnel m'a toujours impressionné, car je n'avais pas une aussi agréable expérience avec le monde des ingénieurs de l'énergie atomique. Ged Davis, quand il était chez Shell International (à Londres), m'a même fait l'honneur de m'inviter dans un sympathique séminaire de prospective (« Concepts for the 21st Century»), en décembre 1996 à Thoune, dans le cadre des activités du World Business Council for Sustainable Development. L'assistante de Ged Davis au WBCSD était l'une de mes anciennes étudiantes ! Ce workshop a bien contribué à me familiariser avec la manière de penser des experts des multinationales et de la prospective énergétique mondiale fabriquée à l'IIASA (l'Institut international d'analyse appliquée des systèmes, créé en 1972) et que nous présenta Nabojsa Nakicenovic. Je pourrais rappeler maintes expériences de ce genre, mais ce n'est pas le lieu.

Ce qui importe ici, c'est de mentionner que je m'intéresse à la longue durée historique, aussi bien dans la rétrospective du passé que dans la prospective du futur. Mon père, ancien syndicaliste devenu haut fonctionnaire international au BIT, m'avait fait connaître, dès les années 1960,

cette notion de « prospective » et quelques grands esprits, comme Bertrand de Jouvenel, qui en développaient la théorie générale et les applications à l'échelle du monde. De sorte que je ne fus pas trop surpris, à partir de 1972, par les rapports publiés par le Club de Rome ou par l'IIASA qui était aussi, en partie, une création du génie diplomatique d'Aurelio Peccei, réunissant des chercheurs de l'Est et de l'Ouest, et insufflant à l'IIASA ses propres préoccupations environnementales. Le problème du gaz carbonique et de l'évolution du climat fut – on ne le sait pas assez – l'un des grands problèmes abordés en ce haut lieu (dans le château baroque de Laxenburg, près de Vienne, en Autriche) de la recherche interdisciplinaire sur ce que Peccei appelait « la problématique mondiale ». C'était bien avant que le grand public ne découvre l'existence de ce type de menace planétaire. Cependant, je dois aussi reconnaître ici mon scepticisme vis-à-vis de l'optimisme technocratique qui émanait le plus souvent des rapports de ce genre d'analyse systémique globale. A mon sens, les aspects philosophiques, culturels et sociologiques étaient trop négligés dans ce genre de recherches qui se voulaient essentiellement scientifiques. L'influence des experts soviétiques avait cependant un certain mérite : ils connaissaient les concepts de Biosphère et de Noosphère de leur compatriote quasi légendaire : l'Académicien Vladimir I. Vernadsky. Je le découvris par d'autres chemins, mais mon itinéraire croisa assez rapidement ce qui se faisait à l'IIASA (Clark et Munn, éds, 1986).

Le temps passe, en effet, de plus en plus vite ! La dynamique de la mondialisation manifeste bien cette *accélération évolutive* dont le regretté François Meyer m'a si bien convaincu, malgré toutes les critiques socio-épistémologiques et anthropologiques que je pouvais faire à l'endroit des applications socio-historiques de son extraordinaire « Problématique de l'Evolution » (Meyer, 1954, 1974). Cette idée d'accélération soulève de délicats problèmes d'interprétation, mais je reconnais avec l'ami François Meyer que c'est un point de vue qui se rapproche de « l'heuristique de la peur » conceptualisée par le philosophe Hans Jonas. L'accélération réconcilie, d'une certaine manière, les deux paradigmes antagonistes du catastrophisme et de l'uniformitarisme. Cela dit, je salue les membres de l'ASPO, comme l'ont fait récemment Yves Cochet (2005), dans *Pétrole Apocalypse*, et Eric Laurent (2006), dans *La Face cachée du pétrole*, car je suis convaincu (à vrai dire je l'étais déjà) qu'ils font œuvre de salut public en cherchant à réveiller l'opinion publique du dangereux sommeil dogmatique vis-à-vis de la boulimie pétrolière de la croissance sans fin de notre civilisation militaro-industrielle moderne. Mais il est vrai que le pétrole n'est qu'une partie du problème énergétique et que le problème énergétique n'est qu'un aspect de notre crise écologique. La déstabilisation

de la Biosphère actuelle, de son système climatique comme de sa biodiversité, me semble un problème encore plus redoutable. A vrai dire, en disant que la question du climat et la question du pétrole forment une double menace, je simplifie à outrance. Mais c'est une évidence scientifique qui est en train de s'imposer, et les implications politiques, sociales et aussi culturelles en sont considérables. La crise morale et métaphysique, elle, est sans doute encore à peine pressentie.

Le terme d'Anthropocène, qui est un néologisme scientifique relativement récent, est sans doute encore inconnu du grand public, mais ce n'est pas un concept très compliqué, ni d'ailleurs tout à fait original et sans précédents. A vrai dire, il ne date pas de l'an 2000 (Crutzen et Stroemer, 2000), puisqu'il se trouvait déjà en 1992 dans un bon livre sur le *Global Warming* (Revkin, 1992). Il possède plusieurs précédents, dont certains remontent à la seconde moitié du XIX[e] siècle (Stoppani, 1873). Comme la notion de Noosphère ou d'Anthroposphère, inventées dans l'entre-deux-guerres par Edouard Le Roy, Pierre Teilhard de Chardin et Vladimir Vernadsky, la notion d'Anthropocène cherche à désigner l'époque géologique toute récente manifestement dominée par l'impact environnemental global de l'activité économique et de l'expansion démographique de l'espèce humaine. La chronologie et la signification de l'Anthropocène sont encore en discussion, mais elles sont plus précises que celles de la Noosphère de Teilhard de Chardin ou de l'ère anthropozoïque de l'abbé Stoppani (1873). Pour le grand naturaliste russe Vladimir I. Vernadsky, le père de la biogéochimie et l'auteur de la première monographie scientifique sur *La Biosphère* (1926) comme « phénomène planétaire de caractère cosmique », il était clair déjà que « l'homme civilisé » représentait *une nouvelle force géologique*, capable de perturber l'équilibre séculaire du cycle global du carbone. A la même époque, Alfred Lotka (1925) pensait la même chose et en rendait explicitement responsable l'utilisation industrielle des combustibles fossiles.

C'est en grande partie parce que je me suis intéressé à l'œuvre encore largement méconnue (en dehors du monde russe) du grand Vernadsky et à son influence sur l'histoire de l'écologie scientifique, notamment avec sa conception biogéochimique et thermodynamique de la Biosphère, si proche du concept Gaïa de James Lovelock, que j'en suis venu à m'engager résolument dans la nouvelle problématique de l'écologie globale et du développement soutenable. Dans le même temps, l'intérêt du public ne cessait de grandir pour l'avenir et la protection de notre environnement planétaire. Curieusement, c'est avec la fin de la Guerre froide que le débat sur le réchauffement de la Terre succéda à la théorie de l'Hiver nucléaire et à la découverte du « trou d'ozone » dans la strato-

sphère de l'Antarctique et s'installa sur l'agenda des relations internationales et de la nouvelle diplomatie environnementale.

La Biosphère de l'Anthropocène ! Qu'est-ce que ça veut dire ? Non, ce n'est pas très compliqué, du moins à première vue. Ensuite, on peut chercher à approfondir et c'est bien l'objectif de ce recueil chronologique de références. On verra que le mot Anthropocène arrive naturellement pour désigner l'ère géologique que traverse actuellement la Biosphère, parce que les grands cycles biogéochimiques, qui sont étroitement associés au fonctionnement et à l'évolution du système climatique, sont à présent de plus en plus gravement perturbés par le métabolisme industriel global de l'économie mondiale. Ce concept d'Anthropocène désigne l'époque géologique toute récente marquée par l'impact de la croissance industrielle et démographique mondiale qui se distingue nettement de la relative stabilité de l'Holocène, c'est-à-dire de cette époque des 10 000 dernières années qui correspondent, grosso modo, à « l'histoire immobile » des sociétés agraires du Néolithique. La révolution thermo-industrielle est venue rompre cette relative stabilité environnementale de la Terre humaine. Bien entendu, l'ère néolithique n'est nullement celle d'un long fleuve tranquille, mais relativement à l'explosion démographique et technologique des deux derniers siècles, et surtout du XX^{e} siècle, le passé semble stationnaire et « froid », tandis que l'époque actuelle manifeste une « surchauffe de la croissance » (Meyer, 1974) incontestable.

Comme toute idée neuve, cette notion d'Anthropocène, véritable « géologie de l'humanité » (Crutzen, 2002), possède toute une préhistoire, qui s'éclaire rétrospectivement. On le découvrira dans ces repères bio-bibliographiques qui jalonnent, d'une manière discontinue et fragmentaire ici, la préhistoire intellectuelle de nos problèmes actuels. Comme on le verra dans les pages qui suivent, de nombreux chercheurs nous laissent un héritage intellectuel considérable souvent encore mal connu, surtout en dehors des cercles scientifiques. Ma conception de la culture écologique nécessaire pour appréhender nos problèmes actuels, ou ce qu'on appelle maladroitement le « développement durable », fait une place de choix aux sources scientifiques de notre savoir sur le développement et l'environnement (comme on dit), et en l'occcurrence sur ce que le programme MAB de l'Unesco appelle « l'Homme et la Biosphère ».

Ce terme d'Anthropocène s'inscrit dans une tradition naturaliste, et surtout chez les géologues qui mettent en évidence l'impact de plus en plus important de l'espèce humaine dans les transformations récentes de la face de la Terre. Cette tradition, qui remonte au XIX^{e} siècle, voire même à Buffon, avait déjà donné toute une série de termes proches de cette idée d'une époque géologique dominée par Anthropos (on trouve

le mot « Anthroposphère » sous la plume de Teilhard). La plus célèbre de ces notions, dans le sillage de la découverte de la Biosphère (Suess, 1909), est celle de Noosphère, dont la naissance remonte au trio extraordinaire formé par la rencontre, dans le Paris des années 1920, de Pierre Teilhard de Chardin, Edouard Le Roy et Vladimir Vernadsky (Grinevald, 1987). Cependant, le néologisme qui a désormais la faveur de la communauté internationale des nouvelles sciences du système Terre est l'Anthropocène. Dans ce milieu de la coopération scientifique internationale mobilisée autour de grands programmes de recherches, comme le Programme International Géosphère-Biosphère (IGBP), ce terme a été lancé en l'an 2000 par Paul Crutzen, l'un des trois lauréats du prix Nobel de chimie 1995, grand spécialiste de la chimie de l'atmosphère et du système Terre, et le professeur américain Eugene F. Stoermer, qui est à la fois biologiste et géologue (Crutzen et Stroemer, 2000).

Le terme d'Anthropocène est désormais utilisé pour désigner l'ère industrielle des combustibles fossiles, c'est-à-dire l'époque géologique toute récente qui se distingue de l'Holocène, l'interglaciaire des 10 000 dernières années et qui venait après les glaciations du Pléistocène, en gros les temps préhistoriques des sociétés paléolithiques. La nouvelle « géologie de l'humanité » (Crutzen, 2002) se distingue nettement par l'augmentation soudaine de la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre que mesurent « la courbe de Keeling » (de 1958 à nos jours) et, en remontant beaucoup plus loin dans le passé, les méthodes de la paléoclimatologie, dont fait partie l'analyse isotopique des bulles d'air encloses dans les carottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique. Par rapport au niveau préindustriel (je préfère dire la période 1750-1850 plutôt que « l'ère industrielle depuis 1750 »), la dérive anthropogénique de la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre est à présent non seulement très nette mais encore spectaculaire, comme le montre le graphique diffusé par le Troisième rapport de 2001 du GIEC (IPCC). Elle se révèle encore plus impressionnante lorsqu'on remonte encore plus loin dans les archives glaciaires. L'histoire du climat et de l'environnement de la Terre se révèle un sérieux avertissement, si on y réfléchit bien.

L'Holocène est, ou plutôt était, une période interglaciaire relativement chaude par rapport au climat froid du Pléistocène (terme introduit dans le débat de la théorie glaciaire), qui se distingue comme une période relativement stable de l'histoire environnementale qui a vu l'essor des civilisations agraires néolithiques. Comparée à l'accélération historique de notre « société chaude » (selon la métaphore thermodynamique de Claude Lévi-Strauss), cette période de l'Holocène correspond assez bien à « l'histoire immobile » évoquée par Emmanuel Le Roy

Ladurie dans sa Leçon inaugurale au Collège de France, le 30 novembre 1973 (publiée dans les *Annales* en mai 1974). A noter que la notion de Révolution Néolithique a été créée par analogie avec la notion de Révolution Industrielle (elle-même métaphore post-révolutionnaire dans les années 1820-30 !) par l'archéologue et préhistorien V. Gordon Childe, et diffusée par son livre *Man Makes Himself*, publié en 1936 (et traduit en français en 1943 sous le titre *La Naissance de la civilisation*). Dans la longue durée de l'histoire humaine de la Biosphère du Quaternaire, l'Anthropocène se caractérise par une fulgurante « accélération de l'Histoire », selon une métaphore dynamique typique de la révolution thermo-industrielle. S'ouvre donc, à l'aube du XXI[e] siècle (du calendrier chrétien de l'Occident ; toutes les autres dates sont aussi de ce calendrier), une nouvelle période géologique humainement surchauffée, que Paul Crutzen qualifie, à juste titre, de *terra incognita*.

La chronologie adoptée ici repose sur une périodisation de la Révolution Industrielle qui ne cède pas au mythe de la machine à vapeur de James Watt. Si une hirondelle ne fait pas le printemps, une (voire 500 ou même 2000) machine à vapeur ne fait pas non plus la Révolution industrielle ! L'histoire économique, comme bien d'autres, est écrite par le vainqueur, c'est bien connu, de sorte qu'on retrace le développement préindustriel (ou protoindustriel) dans l'optique du triomphe de la machine à vapeur. Ce faisant, on exagère son importance dans le monde (et en l'occurrence dans la Grande-Bretagne) du XVIII[e] siècle. Et dans le même temps on sousestime l'usage énergétique de la force humaine et animale, et même de la force motrice des moulins (à eau et à vent). Significativement, on a totalement oublié – après la naissance de la théorie mécanique de la chaleur (la thermodynamique) vers le milieu du XIX[e] siècle, le paradigme vitruvien de l'architecture hydraulique ! Significativement le grand traité de Bélidor (les quatre somptueux volumes de son *Architecture hydraulique*) disparaît après la réédition critique du premier volume par Navier, en 1819 ! C'est dans ce contexte, qui voit la naissance, chez les ingénieurs-savants, des concepts modernes de travail mécanique, de rendement et d'énergie, que prend toute sa signification historique et socio-épistémologique la fin du paradigme vitruvien, renvoyé dans les oubliettes de l'histoire par le triomphe des *machines à feu* dont Sadi Carnot inaugure la théorie tout en transformant radicalement l'image de la nature du monde physique, de sorte qu'on peut et qu'on doit parler de la « révolution carnotienne » (Grinevald, 1976, 1977, 1978), ce qui devient évident pour qui met en parallèle, au début des années 1970, les travaux révolutionnaires de Donald Cardwell, Nicholas Georgescu-Roegen, Michel Serres, Ilya Prigogine et Howard T. Odum, pour citer des auteurs qui

s'inscrivent dans l'héritage de la théorie thermodynamique créée par le génie longtemps incompris de Sadi Carnot. La ***révolution thermo-industrielle***, qui prend tout son sens avec le concept de révolution carnotienne, s'inscrit dans la longue durée de « l'histoire humaine de la nature » (au sens donné en 1968 par l'*Essai* de Serge Moscovici), mais avec la double perspective des réflexions contemporaines sur les aspects bio-économiques de l'entropie et la valorisation de cette découverte de l'irréversibilité de l'histoire de la nature par la révolution thermo-industrielle de la modernité occidentale. C'est aussi une manière de penser l'*Anthropocène*, d'en souligner la contingence et l'historicité irréversible.

La périodisation de l'Anthropocène a fait l'objet de controverses (Ruddiman, 2003, 2005), mais les résultats les plus récents du forage du projet européen EPICA dans l'Antarctique (popularisés par le film d'Al Gore, *Une vérité qui dérange*) démontrent clairement que la croissance de la concentration atmosphérique du CO_2 sort complètement, depuis deux siècles à peine (c'est-à-dire la révolution thermo-industrielle de l'Anthropocène) et des cycles naturels des 800 000 dernières années et de la relative stabilité des derniers 10 000 ans de la longue révolution agraire du Néolithique. Certes, cette « vérité qui dérange » n'a pas encore convaincu tout le monde, ni même tous les scientifiques (qui ne sont pas tous des spécialistes des sciences de l'atmosphère, de la paléoclimatologie ou de l'évolution de la Biosphère !), mais les spécialistes des sciences économiques et sociales auraient tort de penser qu'ils ne sont pas concernés par ces découvertes spectaculaires des sciences de la Terre.

Crutzen (qui n'est pas un historien) a proposé, avec une autorité scientifique qui n'est pas discutée, la date symbolique de la machine à vapeur à double effet de 1784 de James Watt comme début de l'Anthropocène. Il a certes raison de souligner l'importance de la machine à vapeur (Bergson l'avait déjà fait dans *L'Evolution créatrice* en 1907), mais la machine à vapeur, inventée au XVIII^{e} siècle, ne prend la place des roues hydrauliques, des chevaux et de la marine à voile, que bien plus tard, dans la seconde moitié du XIX^{e} siècle. La révolution industrielle est peut-être bien un effet du siècle des Lumières, mais elle est incontestablement un fait du XIX^{e} siècle et ne s'impose au monde qu'au XX^{e} siècle. La révolution du « développement économique », fondée sur les moteurs thermiques et les énergies fossiles, ne triomphe pas avant la fin du XIX^{e} siècle ; et à l'échelle du monde, son triomphe est le fait du XX^{e} siècle, voire de la seconde moitié du XX^{e} siècle, grâce au pétrole. Si la révolution thermo-industrielle commence avec la domination du charbon comme source principale d'énergie de l'industrialisation, c'est avec l'âge d'or du pétrole qu'elle manifeste toute sa puissance comme nouvelle « force géo-

logique » dans « les révolutions de la surface du globe », pour paraphraser le baron Cuvier (Grinevald, 1976).

Dans ce dossier, l'ordre chronologique n'est pas seulement une remontée dans l'histoire intellectuelle de notre modernité scientifique, elle est aussi, en partie, autobiographique, puisque j'inclus des références à mes propres publications (cela va sans dire, je ne prétends pas qu'il s'agit de classiques, mais au moins ainsi le lecteur comprendra un peu mieux le parcours progressif de ma propre culture, ses limites et ses choix !). Ce serait une perte de temps d'essayer de décrire en détail les racines de ce travail d'historien des idées scientifiques et d'épistémologue de la révolution thermo-industrielle. Je voudrais seulement encore donner ici quelques indications afin que le lecteur ne se méprenne pas sur le caractère transdisciplinaire (et apparemment indiscipliné) du présent document. Tout d'abord, ce dossier n'a pas d'autre ambition que d'être un mémento chronologique et bio-bibliographique, aussi précis que possible. Cette sélection raisonnée couvre des domaines trop souvent cloisonnés et qui s'ignorent mutuellement. Mon souci vise à clarifier la situation souvent très confuse qui existe actuellement dans la diffusion des notions de base des sciences de l'environnement, des sciences du système Terre, et tout ce nouveau domaine scientifique et pédagogique qu'on appelle le « développement durable » et le « changement global ». Si l'essentiel de ce dossier provient de différents polycopiés distribués à mes étudiants et à quelques amis, de mes carnets de notes et de publications dispersées et souvent confidentielles, je pense que l'ensemble forme un document inédit... et j'espère utile.

Un premier gros dossier, inédit parce que trop lourd et indigeste (même à mon goût !), a précédé le présent dossier. Je l'avais intitulé *Penser et repenser la Révolution Industrielle à l'échelle du monde (1824-2004) Thinking and Rethinking the Industrial Revolution at the world scale*, et il contenait déjà une bonne partie des références que le lecteur retrouvera ici, mais entretemps j'ai distribué plusieurs autres dossiers du même genre, mais centré sur « la double menace : climat et pétrole ». Puis j'ai recentré le tout sous un titre qui me semble définir mieux et ma problématique et tout mon travail de ces trente dernières années : La Biosphère de l'Anthropocène. La formule d'un tel livre de référence fait en effet bien partie de ma démarche de chercheur en même temps que de mon métier d'enseignant. Les étudiants me demandent sans cesse des références bibliographiques, des repères chronologiques ou des pistes de recherche ! Internet est certes une aide incomparable, mais à condition d'apprendre à y naviguer, et à éviter le nauffrage. A cet égard, le rôle des professeurs et des chercheurs chevronnés me semble plus nécessaire que

jamais ! J'ai donc mis de côté mon gros manuscrit indigeste et j'ai tenté ici de sélectionner un ensemble de références qui puissent fournir à la fois un cadre de pensée et des pistes de réflexion.

La crise du pétrole, qui viendra bientôt, et probablement plus tôt qu'on le croit, et la menace climatique provoquée par ce qu'on pourrait aussi appeler la crise du cycle du carbone ! Pour comprendre cette double crise, il me semble de plus en plus clair qu'un effort de réflexion transdisciplinaire est plus que nécessaire, il est urgent. C'est encore une bonne raison de publier, malgré toutes ses imperfections, ce document qui cherche à mettre en perspective et en interférence des domaines d'études trop souvent séparés et isolés.

Malgré ses multiples imperfections et lacunes, je publie ce volume parce que j'ai admis, à la suite de l'accueil de mes récents polycopiés sur ce sujet du pétrole et du climat, qu'un tel document pouvait être utile dans l'état de confusion qui règne de nos jours. Les plus jeunes n'ont pas connu la « fièvre épistémologique » des années 1970 qui a accompagné les premières réflexions sur l'écologie globale, la crise de l'environnement et la crise de l'énergie de la civilisation industrielle avancée. Cette tentative de bibliographie chronologique est sans doute trop ambitieuse, mais la créativité intellectuelle ne supporte pas le manque d'audace. Evidemment, ce dossier est volontairement sélectif, très incomplet et fatalement inachevé. A vrai dire, pratiquement tous mes travaux – qui portent depuis le début des années 1970, directement ou indirectement, sur la problématique énergétique (ladite « machine du climat » n'est-elle pas une métaphore de la civilisation occidentale qui a fait de la nature une machine à notre service ?) – appartiennent à cette catégorie épistémologique qu'on peut bien appeler, si on veut, interdisciplinarité sauvage. Le temps presse pour ce genre d'aventure. J'espère que mes lecteurs le comprendront.

Pour ne pas alourdir outre mesure cette introduction, j'exprime ici mon immense gratitude envers toutes les personnes grâce à qui j'ai pu, jusqu'ici, vivre et penser, mais je dis cela sans nommer personne en particulier, tout simplement parce que la liste des noms remplirait à elle seule la moitié de ce petit livre. Comme cela aussi, on ne pourra pas me faire le reproche d'oublier tel ou tel nom, comme j'ai eu parfois la maladresse de le faire (notamment en 1993 avec une brève liste des « pionniers de l'écologie » !). Je voudrais cependant faire une petite exception pour remercier mon frère Paul-Marie : sa généreuse collaboration dans le domaine bibliographique (depuis de nombreuses années) est celle d'un expert méticuleux (historien du livre, il a été conservateur de la bibliothèque de l'Imprimerie nationale à Paris). Nous partageons des valeurs communes, de sorte que c'est bien agréable de pouvoir réfléchir ainsi fra-

ternellement sur les graves problèmes de notre monde et singulièrement sur les responsabilités de notre culture dans cette crise écologique qui s'annonce.

Ce chantier a pris plusieurs formes, depuis le document intitulé *The Industrial Revolution and the Earth's Biosphere: A Scientific Awareness in Historical Perspective. Selective bibliographical notes*, publié en 1990 par ProClim, le Programme climatologique de l'Académie suisse des sciences. C'était une contribution au ProClim Workshop 4: « Human Dimensions of Climate Change and Societal Response », organisé à l'Académie des sciences à Berne le 22 septembre 1989. La forme plus récente, intégrant bien davantage l'historiographie économique de la Révolution Industrielle, fut le gros manuscrit, de plus de cinq cents pages, intitulé *Penser et repenser la Révolution Industrielle à l'échelle du monde (1824-2006)* (2006, inédit). Sa publication me paraît aujourd'hui improbable, comme bien d'autres manuscrits également inachevés. Le présent travail de bibliographie raisonnée et chronologique reprend aussi bien des éléments à divers polycopiés, comme *Les sources de la penseé écologique*, ou *Le développement de la crise planétaire et le catastrophisme de l'âge nucléaire* (Université de Genève, Faculté de droit, 1981, 21 p. ; 2e version : IUED, « Itinéraires. Notes et travaux », n° 26, 1985, 205 p. ; 3e version : Université de Genève, Faculté des sciences économiques et sociales et Faculté de droit, 1996, 146 p.). Ces polycopiés furent distribué à plusieurs générations d'étudiants dans le cadre du séminaire d'histoire des doctrines politiques (« Catastrophisme et écologie politique ») que nous avions créé, Ivo Rens et moi, dès 1973, bien avant que l'écologie ne fusse à la mode en politique et ne devint l'un des grands enjeux de la politique internationale. Nous n'étions pas en avance : nous étions simplement à l'heure du grand débat lancé en 1972 par le Club de Rome sur « les limites à la croissance » et par les écologistes et savants contestataires qui s'étaient fait connaître au Forum en marge de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain tenue à Stockholm en juin 1972.

On ne peut plus, de nos jours, réfléchir à l'impact de l'activité humaine sur la face de la Terre sans tenir compte de l'émergence de cette science et de cette conscience (encore embryonnaire et très lacunaire) de la Biosphère de la planète Terre.

C'est dans le sillage du débat sur la théorie Gaïa de James Lovelock et de Lynn Margulis que la conception *biosphérique* de la face de la Terre, développée par le grand naturaliste russe Vladimir I. Vernadsky dans l'entre-deux-guerres (Vernadsky, 1926, 1929), a été ravivée au sein de la communauté interdisciplinaire qui se mobilise autour du paradigme holistique des nouvelles sciences du système de la Terre – *Earth System*

Science. Mais le dialogue reste souvent difficile entre les spécialistes des biosciences et des géosciences. La publication récente d'une édition critique en anglais de *La Biosphère* (Vernadsky, 1998) est à la fois un effet et une cause dans cette mouvance à la recherche d'une réconciliation entre la Vie et la Terre. Dans la littérature dominante des géosciences de l'environnement et des biosciences de l'évolution, le mot biosphère est malheureusement trop souvent pris dans l'acception réduite au biote, c'est-à-dire de la totalité des organismes vivants. Dire que c'est l'ensemble des espèces et des milieux où elles vivent, n'est pas non plus tout à fait satisfaisant, car il manque l'aspect fonctionnel et biogéochimique que l'écologie moderne donne au concept d'écosystème, qui se rapproche de la conception biosphérique de Vernadsky (ce n'est pas un hasard puisque Lindeman, en 1942, citait *La Biosphère* de Vernadsky).

La signification tronquée de la notion de biosphère, en marge de l'écologie, se retrouve dans la tradition géochimique depuis V. M. Goldschmidt, et elle a été également adoptée par les modélisateurs des sciences de l'atmosphère et du climat, de sorte que le terme de biosphère n'est plus qu'un élément ou un sous-ensemble dans la définition du système climatique. On retrouve cette définition bizarre dans le texte – juridique – de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. J'en ai longuement discuté avec plusieurs experts, y compris Bert Bolin. Un géographe et chercheur interdisciplinaire anglais (Huggett, 1999) a même écrit tout un article sur cette question terminologique et sémantique, comme je l'avais fait moi-même. Huggett finit, comme le professeur d'écologie français François Ramade, par retenir le néologisme *écosphère* (Cole, 1958 ; Commoner, 1971 ; Ehrlich et al., éds, 1971) en lieu et place de « Biosphère » (Grinevald, 1987, 1988 ; Polunin et Grinevald, 1988) pour désigner le système écologique global de notre planète Terre. A mon sens, cette confusion – curieusement assez semblable à celle qui entoure le mot entropie – cache un grave déficit épistémologique et une situation morale et ontologique sans doute encore plus grave en ce qui concerne la signification de l'admirable formule d'Elisée Reclus, en exergue à *L'Homme et la Terre*, à savoir : « L'homme est la Nature prenant conscience d'elle-même ».

J'espère que le dossier documentaire que je présente ici sera utile tant aux étudiants qu'aux spécialistes. Ce dossier aurait pu se limiter à la crise du pétrole qui s'annonce, à la notion historico-critique de révolution thermo-industrielle ou aux implications bioéconomiques de la révolution carnotienne. Mais la problématique énergétique, depuis la révolution environnementale de 1970, n'est plus séparable des développements récents de l'écologie globale. Elle est de plus en plus confrontée aux

conséquences climatiques (et donc biogéographiques et écologiques) de cette croissance économique mondiale (socialement si inégale) qui repose presqu'entièrement sur l'épuisement des stocks finis de ressources géologiques non renouvelables (Hubbert, 1966; Georgescu-Roegen, 1971; Cook, 1976). Si les civilisations sont mortelles, comme le disait Paul Valéry au lendemain de la Première Guerre mondiale, la civilisation thermo-industrielle risque de ne pas mourir seule, puisque son triomphe, puis son déclin plus ou moins brutal, pourraient bien entrainer un désastre – comme l'immense histoire biogéologique de la Terre en a connu quelques-uns – pour toute la Biosphère.

L'écologie globale, comme science de la Biosphère, est bien un changement de perspective aussi considérable, aussi révolutionnaire, que la révolution copernicienne. Ce qu'on regarde comme une norme de l'évolution humaine, à savoir notre modernité thermo-industrielle, se révèle soudain une extraordinaire ex-croissance du métabolisme exosomatique de l'espèce humaine, et en l'occurrence d'un certain genre de vie, typiquement occidental et auto-proclamé « moderne » ou « développé ». La corrélation entre l'utilisation massive des énergies fossiles et ce qu'on appelle le développement ou la croissance économique, se lit désormais sur les graphiques qui montrent la croissance mondiale des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et qui possèdent la même allure que la plupart des indices de la croissance économique (qui inclut la technologie et la démographie) à l'échelle mondiale. Energies fossiles, croissance économique et environnement global forment désormais une problématique interdisciplinaire que nos universités ont bien du mal à intégrer dans notre tradition académique de division du travail intellectuel. Il ne s'agit pas seulement de favoriser les relations interdisciplinaires, mais surtout d'instaurer une nouvelle approche transdisciplinaire et holistique pour intégrer le « développement » de/dans la Biosphère (Grinevald, 1987).

Malgré bien des difficultés, la science et la conscience de la Biosphère, l'écologie globale, nous ouvrent des perspectives entièrement nouvelles qui impliquent de repenser la Révolution Industrielle et les rapports entre économie et écologie. En dépit de quelques pionniers plus ou moins visionnaires (mentionnés dans ce dossier), nous commençons à peine à réaliser qu'une force géologique nouvelle est apparue à la surface de la Terre, au sein de la Biosphère, et que cette force anthropique sans précédent n'est autre que nous-mêmes, collectivement. Cela implique une nouvelle science politique, une réelle géopolitique non plus fondée sur une géophysique inerte mais sur une géophysiologie (comme dit James Lovelock, le père du concept Gaïa).

Toute chronologie, toute sélection biographique ou bibliographique, aussi systématiques soient-elles, sont inévitablement biaisées par le jugement, la culture et les limites du savoir de son auteur. C'est la loi du genre : ce dossier n'y déroge pas. A chacun, j'imagine, le soin de compléter, de corriger, de commenter et de poursuivre ce travail. Je dois noter encore, dans cet avertissement préliminaire, qu'il s'agit d'un travail essentiellement théorique. Mais – comme nous l'enseigne l'histoire de la pensée scientifique et de la technologie – rien n'est plus pratique qu'une bonne théorie ! Vivre, évidemment, ce n'est pas uniquement penser… c'est aussi agir et réagir ! Humainement, c'est-à-dire en toute conscience.

« C'est qu'il ne suffit pas d'observer, il faut se servir de ses observations, et pour cela il faut généraliser. (...) Le savant doit ordonner ; on fait la science avec des faits comme une maison avec des pierres ; mais une accumulation de faits n'est pas plus une science qu'un tas de pierres n'est une maison. (...)

Si solidement assise que puisse nous paraître une prévision, nous ne sommes jamais sûrs *absolument* que l'expérience ne la démentira pas, si nous entreprenons de la vérifier. Mais la probabilité est souvent assez grande pour que pratiquement nous puissions nous en contenter. Mieux vaut prévoir sans certitude que de ne pas prévoir du tout. »

Henri POINCARÉ (1854-1912)
La Science et l'hypothèse
Paris, Flammarion, 1902.
(coll. « Champs », 1989, p. 157-160.)

« Nous jouons à la roulette russe avec le climat. »

Wallace BROECKER
« Unpleasant surprises in the greenhouse ? »
Nature, (9 juillet) 1987, 328, p. 123-126.

« Matthew Simmons, qui n'est pas véritablement un personnage fantasque, parle de " réalité terrible, soigneusement cachée : un véritable tsunami énergétique va bientôt submerger l'économie mondiale ". »

Eric LAURENT
La face cachée du pétrole
Paris, Plon, 2006, p. 265.

"Die Geschichte der Wissenschaften ist die Wissenschaft selbst."
Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832)

Repères chronologiques transdisciplinaires, notes et références

N.B. L'ordre alphabétique des noms d'auteurs se trouve dans l'index en fin de volume.

I. La révolution thermo-industrielle (1824-1945)

1824 Date doublement symbolique pour nous, non-événement pour l'époque : la Restauration, à Paris, alors en pleine bataille pour ou contre l'***industrialisme*** et le ***romantisme***...

Rétrospectivement, cette date symbolise pour nous la naissance conjointe et du paradigme théorique de **la révolution thermo-industrielle**, autrement dit la « révolution carnotienne » de la thermodynamique (Carnot, 1824), et du concept scientifique de **l'effet de serre** (Fourier, 1824). (Grinevald, 1990, 1992).

Sadi CARNOT (1796-1832), *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*, Paris, chez Bachelier, 1824, 118 p.

Edition critique par Robert Fox, Paris, Vrin, 1978, 371 p. ; voir *Sadi Carnot et l'essor de la thermodynamique*, Paris, Editions du CNRS, 1976, 435 p. (Colloque international du 150e anniversaire de la publication des *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, CNRS, Ecole Polytechnique, Paris, 11-13 juin 1974.)

Sadi Carnot et la « révolution thermo-industrielle »

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, ingénieur militaire comme son père, l'illustre Général Lazare Carnot (ancien ministre de la guerre, mais aussi théoricien des machines hydrauliques), Sadi Carnot s'intéresse aux moteurs thermiques de la nouvelle technologie industrielle anglaise. Il a examiné attentivement les brevets du célèbre ingénieur anglais James Watt (1736-1819). Il se passionne pour

1824



l'**économie politique**, la science sociale de la nouvelle « société industrielle ». Il prévoit que les **machines à feu** « paraissent destinées à produire **une grande révolution dans le monde civilisé** ».

Sadi Carnot publie sa théorie en 1824, un an après la disparition de son père, mort en exil en 1823. Tout un symbole : l'ancien monde classique est mort, le nouveau monde industriel est en train de naître !

Voir Grinevald, *Du développement de la thermodynamique à la thermodynamique du développement*, Genève, IUED-Ecologie globale, 2007.

Note sur l'idée de la Révolution Industrielle

Cette métaphore, postérieure à la Révolution (française), apparaît discrètement, en France et en Belgique, dans les années 1820-1830. Elle est reprise par Friedrich Engels (1845) et par Karl Marx. Mais elle reste peu usitée dans l'historiographie et l'enseignement. Depuis les ouvrages fondateurs, en 1884, d'Arnold Toynbee (1852-1883), en Angleterre, et surtout, en 1906, de l'historien français Paul Mantoux (1877-1956), l'historiographie de « la Révolution Industrielle » (dont la périodisation classique situe sa naissance dans l'Angleterre du XVIII[e] siècle, vers 1760) se retrouve au cœur (selon des perspectives idéologiques divergentes) d'une nouvelle discipline académique spécialisée : l'*histoire économique (et sociale)*. C'est un domaine académique passionné, et passionnant, plein de controverses, qui possède à présent une immense bibliographie et différentes écoles, mais c'est aussi un domaine d'études généralement enfermé dans le splendide isolement épistémologique de la science économique éloigné des sciences de l'ingénieur et des sciences de la nature, de sorte qu'on y traite relativement peu des ressources minérales et des énergies fossiles qui font la spécificité du mode de production industriel par rapport au mode de production agraire des « sociétés traditionnelles ». Wrigley, 1988, fait figure d'exception : voir la critique de Verley, 1991 ; et Sieferle, 2001. Le modèle, le paradigme ou le dogme, dès les années 1950-60, c'est la théorie économique de la croissance, qui marque aussi l'idéologie du développement : on retrace alors rétrospectivement les étapes qui permettent à une société « traditionnelle » de devenir « moderne », c'est-à-dire « industrielle ». L'industrialisation elle-même est un processus qui peut être décomposé en plusieurs phases, selon les grandes mutations socio-technologiques. La machine à vapeur n'est pas seulement un moteur de/dans cette histoire, c'est aussi et surtout une brûlante métaphore, le symbole de la « société chaude », de la nouvelle « civilisation de la puissance » qui maîtrise enfin réellement la nature. On se dispute sans

1824

fin pour savoir si la révolution industrielle, dans la Grande-Bretagne (qui en est le berceau), est une discontinuité brutale, une catastrophe (dont la chronologie est aussi controversée), ou une continuité évolutive, dans la longue durée du développement économique dont la « société de consommation » semble l'apogée, au dire des prophètes de la société technologique ou post-industrielle. On se dispute entre libéraux et marxistes sur « le sens de l'histoire », sans voir la rupture anthropologique, socio-épistémologique et cosmologique qui instaure la pertinence de l'historicité et de l'irréversibilité, le temps entropique irrévocable de la transformation du monde, le temps géologique de la révolution thermo-industrielle, ou si l'on préfère de l'Anthropocène.

Au-delà des querelles d'écoles, on admet généralement (bien que certains proclament à présent qu'il s'agit d'un mythe) que la « Révolution Industrielle » (ou la première révolution industrielle) est née dans la seconde moitié du XVIII[e] siècle, en Grande-Bretagne, de la machine à vapeur perfectionnée par James Watt (1736-1819). La nouvelle histoire environnementale, qui remonte soit à l'Antiquité (voir le grand livre de Clarence Glacken) soit à ladite révolution industrielle anglaise du XVIII[e] siècle, n'ose pas vraiment remettre en question l'idée de la Révolution Industrielle comme modèle du progrès technique, de la modernité, du développement et, pour tout dire, de l'évolution de la civilisation humaine.

A cet égard, la catégorie historico-géologique d'Anthropocène (Crutzen, 2002) mérite toute l'attention des historiens qui souhaitent dépasser la division du travail intellectuel de notre société hyper-industrielle, à savoir le grand partage entre les sciences de l'homme et les sciences de la nature. C'est le pari de la nouvelle histoire environnementale. L'image de la « Révolution Industrielle », dont l'origine est située, *rétrospectivement*, dans le XVIII[e] siècle (à cause de la légende de James Watt et de la machine à vapeur !), est donc entièrement à revoir, comme le souligne la critique écologiste de la civilisation militaro-industrielle, critique interdisciplinaire et holistique à laquelle j'ai essayé discrètement de contribuer.

L'histoire économique du développement parle de la Révolution Industrielle comme de la deuxième grande mutation de l'évolution de la civilisation humaine, comme si la civilisation industrielle d'origine occidentale n'était pas une dérive civilisationnelle contingente parmi d'autres. Parler de modernisation et d'industrialisation, voire de développement (même durable) ne change guère le cadre de pensée qui reste toujours celui de l'idéologie progressiste et productiviste de l'Occident. Pas plus que celle de la vie dans son ensemble, l'évolution de l'humanité n'est un long fleuve, ou un chemin de fer, sans discontinuités et catastrophes. On devrait aussi remarquer que l'autre grande bifurcation : la Révolution néolithique, est une notion née de la Révolution Industrielle ; il s'agit de métaphores circulaires, puisque l'une suit l'autre, et inversement, selon qu'on parle de l'histoire ou de l'historiographie ! Parler de la Révolution Industrielle pour le siècle des Lumières est un fâcheux anachronisme et un contresens anthropologique et écologique. L'Europe reste fondamentalement néolithique à l'époque d'Adam Smith et de ses amis, James Hutton, Joseph Black ou James Watt.

On doit à Michel Foucault et à Michel Serres une meilleure compréhension de la discontinuité qui sépare l'*épistémé* de l'Europe classique (XVII[e]-XVIII[e]) et

1824 le XIX[e] siècle qui invente « la civilisation industrielle » et l'idéologie évolutionniste du « sens de l'Histoire », même si l'idéologie progressiste de l'évolution sociale (illustrée par Herbert Spencer et bien d'autres) s'enracine (il suffit de bien lire Adam Smith et Karl Marx) dans l'ethnocentrisme de l'anthropologie occidentale qui distingue (malgré parfois un certain scepticisme moral) le sauvage et le civilisé, les modernes et les « sous-développés » (Grinevald, 1975). L'idéologie de l'industrialisation (et de la croissance !) refoule, en fait, comme le paradigme néoclassique de la science économique dominante, la rupture écologique et anthropologique de la « révolution thermo-industrielle » (Grinevald, 1977, 1979, 1982, 1990b).

Cette transition, véritable rupture à l'échelle des civilisations mais aussi de l'évolution biologique de l'espèce humaine, voire de l'évolution biologique tout court, est si importante, et lourde de sens pour l'avenir, qu'il ne faut plus hésiter à lui donner sa place dans l'histoire géobiologique de la Terre, et pourquoi pas l'appeler l'Anthropocène, car on a de bonnes raisons, à présent, pour souligner la discontinuité du présent avec l'Holocène, c'est-à-dire la période chaude, interglaciaire, du long passé néolithique des sociétés et des civilisations agraires appelées traditionnelles à cause de notre idéologie de l'industrialisation et de la croissance économique.

Cf. J. Grinevald, *Penser et repenser la Révolution Industrielle à l'échelle du monde/1824-2006/Thinking and Rethinking the Industrial Revolution at the world scale*, Genève, 2006, 550 p. inédit. Dans cet essai inachevé, et probablement interminable, je mentionne de très nombreuses références, parfois très connues, mais parfois aussi très peu reconnues comme pertinentes pour évaluer la signification historique et environnementale de la Révolution Industrielle de l'Occident. A titre préliminaire, pour le lecteur qui ne connaît pas ce domaine d'études, je recommande les publications suivantes (par ordre alphabétique) :

François COCHET et Gérard Marie HENRY, *Les révolutions industrielles : Processus historiques, Développements économiques*, Paris, Armand Colin, 1995, 381 p.

Donald C. COLEMAN, *Myth, History and the Industrial Revolution*, London, The Hambledon Press, 1992, 225 p.

Margaret JACOB, *Scientific Culture in the Making of the Industrial West*, New York, Oxford University Press, 1997, 269 p.

David LANDES, *Richesse et pauvreté des nations : Pourquoi des riches ? Pourquoi des pauvres ?*, trad. de l'anglais par Jean-François Sené, Paris, Albin Michel, 2000, 760 p.

Christine McLEOD, « James Watt, heroic invention and the idea of the Industrial Revolution », p. 96-116 in Maxine Berg et Kristine Bruland, eds., *Technological Revolutions in Europe : Historical Perspectives*, Cheltenham, Edward Elgar, 1998, 325 p.

Joel MOKYR, ed., *The British Industrial Revolution : An Economic Perspective*, Boulder, Westview Prss, 1993, 362 p.

A.E. MUSSON et Eric ROBINSON, *Science and Technology in the Industrial Revolution*, Manchester, Manchester University Press, 1969, 534 p.

Kenneth POMERANZ, *The Great Divergence : Europe, China, and the Making of Modern World Economy*, Princeton, Princeton University Press, 2000, 382 p.

Rolf Peter SIEFERLE, *The Subterranean Forest : Energy Systems and the Industrial Revolution*, London, The White Horse Press, 2001, 230 p.

1824

Peter N. STEARNS, *The Industrial Revolution in World History*, Boulder, Westview Press, 1993, 254 p.

Patrick VERLEY, *La Révolution industrielle*, Paris, Gallimard, coll. « Folio », 1997, 543 p.

Patrick VERLEY, *L'Echelle du monde. Essai sur l'industrialisation de l'Occident*, Paris, Gallimard, 1997, 713 p.

E.A. WRIGLEY, *Continuity, Chance and Change: The character of the industrial revolution in England*, Cambridge, Cambridge University Press, 1988, 146 p.

Joseph FOURIER (1768-1830), « Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires », ***Annales de Chimie et de Physique***, 1824, 27, p. 136-167.
(trad. anglaise in *American Journal of Science*, 1837, 32, p. 1-20).

On cite généralement (depuis Arrhénius, 1896 ; Plass, 1956 ; Ramanathan, 1988) l'édition de 1827 (« Mémoire sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires », *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de l'Institut de France*, 7, p. 570-604), qui n'est qu'une seconde édition, très légèrement modifiée. C'est en effet l'édition de 1827 qui est reprise dans les *Œuvres de Fourier*, éd. par Gaston Darboux, Paris, Gauthier-Villars, t. 2, 1890, p. 97-125. Elle rappelle pourtant, en note de bas de page, l'édition originale de 1824. Cette référence de 1827 n'est pas en soi un péché historiographique bien grave (ce n'est pas un anachronisme !), mais c'est, hélas, une façon commune de passer à côté du parallèle que permet, et suggère, la date de 1824, à savoir le parallèle avec le mémoire de Sadi Carnot (1824), acte de naissance, tout aussi symbolique que le mémoire de Fourier, tous deux incompris à l'époque, de la nouvelle « philosophie naturelle » de la révolution thermo-industrielle (Grinevald, 1990, 1992).

Ancien de l'Expédition d'Egypte, auteur de la « Préface historique » de la *Description de l'Egypte* (vol. I, 1810), mentor des frères Champollion, Joseph Fourier est davantage reconnu comme le fondateur de la physique-mathématique, avec sa célèbre *Théorie analytique de la chaleur*, Paris, Firmin Didot, Père et Fils, Libraires pour les Mathématiques, l'Architecture hydraulique et la Marine, 1822 (Grinevald, 1977, p. 189). Dans son essai de 1824, qui achève une série de mémoires sur le problème de la chaleur du globe terrestre commencée en 1811, Fourier cherche surtout à réfuter l'influence de la chaleur souterraine sur le climat et il s'inscrit dans le débat sur « le refroidissement séculaire du globe terrestre » lancé par Buffon et poursuivi, en 1827, dans l'*Essai sur la température de l'intérieur de la terre* de Louis Cordier. Le génie de Fourier est ici de donner un cadre général au problème cosmologique de la détermination de la température moyenne de la surface de la planète Terre dans le système solaire. Ce faisant, il définit bien le contexte « thermodynamique » (avant la lettre et sans connaître la théorie du jeune Carnot) du problème, la Terre se situant entre la « source chaude » du Soleil et la « source froide » de l'espace interstellaire. Il souligne en passant, mais avec une prescience remarquable, le rôle de l'écran atmosphérique dans le bilan thermique

1824 de la Terre – encore qualitatif car on manque de données quantitatives. Cependant, ce n'est pas encore ce qu'on appelle la théorie de l'effet de serre ! Fourier parle bien du rôle régulateur des océans sur le climat, mais pas du potentiel de réchauffement de la vapeur d'eau. Ce qui manque c'est précisément ce qui, dans l'atmosphère, est responsable de l'effet de serre. Contrairement à ce qu'on lit souvent de nos jours, il ne dit rien non plus du gaz carbonique. Pour les gaz à effet de serre, il faut attendre Tyndall (1861). Fourier n'utilise pas non plus l'expression « effet de serre ». Il introduit cependant la métaphore qui est à l'origine de cette expression : à savoir la signification qu'il donne au fameux « héliothermomètre » (une sorte de four solaire) construit (dans les années 1770) par Horace Bénédict de Saussure (1740-1799), « le célèbre voyageur », comme Fourier appelle notre grand savant genevois aux origines de l'alpinisme et de la géologie alpine. Comme on sait, la plupart des pionniers de la thermodynamique, surtout les Anglais, firent aussi des « voyages dans les Alpes » (voir Tyndall, 1861 ; Grinevald, 1990, 1992 ; Bard, 2004).

1825 **M. le Baron G. CUVIER** (1769-1832), *Discours sur les révolutions du globe et sur les changements qu'elles ont produits dans le règne animal*, troisième édition française, Paris, G. Dufour et Ed. d'Ocagne, 1825, 400 p.
(cité in Grinevald, 1976)

Il s'agit du fameux « Discours préliminaire » du premier des quatre volumes des *Recherches sur les ossemens fossiles...*, de 1812, qui n'a été republié séparément qu'à partir de 1821. Cette édition de 1825 sera encore publiée jusqu'au milieu du XIX^{e} siècle. Ce fut un grand succès populaire, le manifeste des partisans du « catastrophisme »...

1828 **Adolphe BRONGNIART** (1801-1876), *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles*, Paris, F. G. Levrault, 1828, 223 p.

Aux origines de la paléobotanique et de ses rapports avec l'évolution des cycles biogéochimiques du carbone et de l'oxygène.

1830 **Charles LYELL** (1797-1875), ***Principles of Geology**, being an attempt to explain the former changes of the Earth's surface, by reference to causes now in operation*, London, John Murray, vol. I, 1830, 511 p. ; vol. II, 1832, 330 p. ; vol. III, 1833, 398 p. + appendices et index. ; trad. fr. (de la 4^{e} éd.) : ***Principes de géologie**, ou illustrations de cette science empruntées aux changements modernes que la Terre et ses habitants ont subis,* Paris, Langlois et Leclerq, 1843-48, vol. 1, 519 p. ; vol. 2, XI, 575 p. ; vol. 3, 554 p. ; vol. 4, 500 p.

12^{e} éd. anglaise : 1876. Voir la réimpression de l'édition originale : *Principles of Geology*, (introduction et bibliographie de Martin J. S. Rudwick), Chicago, University of Chicago Press, 1990, 3 vol. ; ou, plus accessible, la récente édition de poche (abrégée et éditée par James A. Secord) : ***Principles of Geology***, Harmondsworth, Penguin Classics, 1997, 471 p.)

1830 A l'occasion de son bicentenaire, la Geological Society of London vient de créer une superbe Lyell Collection, en ligne.

Héritier de la *Theory of the Earth* de James Hutton, du moins telle que John Playfair l'expose, en 1802, dans *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth*, Lyell traite longuement des changements climatiques du passé et des variations de la température (dans l'Hémisphère Nord). Il remarque notamment, à la suite de A. Brongniart, que les végétaux fossiles d'allure tropicale des houilles du Carbonifère témoignent logiquement d'un climat beaucoup plus chaud. Il rappelle le débat (depuis Buffon) sur le refroidissement séculaire de la Terre, citant à ce propos Fourier (1824), sans remarquer d'ailleurs l'introduction de cette nouveauté épistémologique que nous appelons l'effet de serre et que Lyell (comme les géologues de son temps) ignore superbement!

Nicolas-Théodore de SAUSSURE (1767-1845), « Mémoire sur les variations de l'acide carbonique atmosphérique », *Annales de Chimie et de Physique*, 1830, 44, p. 5-45.

L'image populaire actuelle de l'effet de serre oublie les origines genevoises de la physique de l'atmosphère! Pourtant, la renommée des savants genevois, de Saussure, père et fils, n'est plus à faire! Ils étaient toujours cités jadis: Fourier (1824), Pouillet (1838), Forbes (1842), Mouchot (1869) ou encore Tyndall (1872) ne manquent pas de rappeler les expériences « héliothermiques » de M. de Saussure, c'est-à-dire Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799), le père de Nicolas-Théodore. Le fils s'est fait un nom dans la chimie de l'atmosphère et la physiologie végétale (aux origines de la biogéochimie) avec ses *Recherches chimiques sur la végétation*, un classique de 1804 (rééd. fac-similé: Paris, Gauthier-Villars, 1957). N.-T. de Saussure mesurait les variations du CO_2 dues aux échanges entre la végétation et l'air atmosphérique en ville de Genève et dans la campagne environnante.

1833 **Luke HOWARD** (1772-1864), *The Climate of London Deduced from Meteorological Observations Made in the Metropolis and at Various Places around It*, Second edition, London, J. & A. Arch, Cornhill; Longman & Co, 1833, 3 vol.

Cette chronologie, je l'avoue, est ici un peu arbitraire, mais je ne voulais pas manquer de citer l'admirable Luke Howard, pour plusieurs raisons. La première édition de *The Climate of London*, en 2 vol., date de 1818-1820. Dans ce livre (je le mentionne malgré le fait – c'est une exception – que je ne l'ai pas lu, ni même trouvé malgré mes recherches et l'aide généralement très efficace de mes amies Jocelyne et Claire-Lise, que je remercie vivement en passant, de la bibliothèque de l'Institut de physique de mon *alma mater*). Howard (voir Helmut E. Landsberg, « The climate of towns », in Thomas, ed., 1956, p. 584-606; *The Urban Climate*, New York, Academic Press, 1981, p. 5) découvre le phénomène « îlot de chaleur » que constitue une agglomération urbaine. J'aurais bien voulu mentionner son petit essai *On the Modification of Clouds* (London, 1804), mais il n'entre pas dans ma chronologie (je demande pardon au grand Goethe grâce à qui le nom de Luke

1833 Howard est devenu immortel !). Hélas, en dehors de quelques historiens de la peinture et de la météorologie (les nuages sont un bon trait d'union entre les deux !), j'ai constaté que Luke Howard était de nos jours un illustre inconnu dans nos écoles. Heureusement, à présent, on peut découvrir toute cette étonnante histoire dans *L'invention des nuages. Comment un météorologue amateur a découvert le langage du ciel*, de son jeune compatriote tout aussi génial et modeste qui s'appelle Richard Hamblyn (1965). Deux noms à découvrir !

1837 «Discours de Neuchâtel» de **Louis AGASSIZ** (1807-1873) «sur les glaciers, les moraines et les blocs erratiques», prononcé le 24 juillet 1837 à l'ouverture des séances de la Société Helvétique des Sciences Naturelles à Neuchâtel.
(*Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 1837, II, p. v-xxxii)

Texte repris dans Agassiz, 1840. Malgré les observations et les idées d'H.-B. de Saussure (et James Hutton, qui aimait le citer longuement en français !), de Jean-Pierre Perraudin, d'Ignace Venetz, Jean de Charpentier, c'est ce fameux discours de Neuchâtel qui lança les controverses (savantes et populaires) sur la «théorie glaciaire». L'étude des glaciers, qui intéresse alors les fondateurs de la théorie des gaz et de la chaleur (la thermodynamique), est alors en relation directe avec l'exploration des hautes Alpes. L'histoire géologique des changements climatiques va occuper une large part de l'histoire naturelle au XIX^{e} siècle.

Agassiz est traduit en anglais à Edimbourg en 1838. Il est furieusement discuté par son cher collègue écossais James David Forbes (1809-1868) et d'autres savants en Grande-Bretagne et ailleurs. Invité aux Etats-Unis, Agassiz émigre définitivement – comme son ami Arnold Guyot – et devient professeur de zoologie et de géologie à Harvard. Agassiz épouse le catastrophisme de Cuvier mais substitue la glaciation au déluge ! La théorie glaciaire prendra vite une tournure essentiellement astronomique, avec Adhémar, 1842 ; Croll, 1864, 1875 ; et Milankovitch, 1920. Voir Imbrie et Palmer Imbrie, 1979 ; Oldroyd, 1996 ; Bard, 2004.

1838 **Christian Friedrich SCHÖNBEIN** (1799-1868), chimiste allemand qui enseigne à l'Université de Bâle (Suisse), introduit le terme de *géochimie*.

Il découvre aussi, dans son laboratoire, un nouveau gaz, l'ozone (O_3) (qui sera détecté dans l'atmosphère vers le milieu du XIX^{e} siècle).

Claude S.M. POUILLET (1791-1868), «Mémoire su la chaleur solaire, sur les pouvoirs rayonnants et absorbants de l'air atmosphérique, et sur les températures de l'espace», *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 1838, 7(2), p. 24-65.

«M. Fourier est, je crois, le premier qui ait eu l'idée de regarder l'inégale absorption de l'atmosphère comme devant exercer une influence sur les températures du sol. Il y avait été conduit par les belles expériences faites par de Saussure, en 1774, sur quelques cimes élevées des Alpes et dans les plaines voisines, pour comparer les intensités relatives de la chaleur solaire.» (p. 49)

1838 Ce texte, qui décrit son *pyrhéliomètre*, contient la première estimation quantitative de la « constante solaire » et du rôle de la vapeur d'eau dans l'effet de serre, deux problèmes physiques controversés tout au long du XIX[e] siècle. Pouillet est l'auteur d'un célèbre *Traité de physique expérimentale et de météorologie* (Paris, Béchet, 4 vol., 1827-1830 ; 7[e] éd. Paris, 1856, 2 vol., 848 p.), traduit en allemand et en italien. Pouillet est cité par Arrhenius (1896). Les travaux de Pouillet sont contemporains des premières études du rayonnement infrarouge, initiées par Sir William Herschel (depuis 1800). L'un des protagonistes les plus curieux de cette tradition expérimentale relativement négligée par la grande histoire des sciences est un physicien et météorologiste de Naples, Macedonio Melloni (1798-1854), dont la carrière était souvent troublée par l'agitation politique de l'Europe des « révolutions » nationales. Il dut s'exiler plusieurs fois, à Paris, à Dôle, à Genève (où il fut un ami d'Auguste de la Rive, un carrefour de l'Europe savante). Melloni traduisit Pouillet en italien. Voir P. A. Kidwell, « Prelude to solar energy : Pouillet, Herschel, Forbes and the solar constant », *Annals of Science*, 1981, 38, p. 457-476. Cité in Grinevald, 1990, 1992 ; Bard, 2004.

1840 **Louis AGASSIZ** (1807-1873), *Etudes sur les glaciers*, Neuchâtel, Jent et Gassmann, 1840, 346 p.

Agassiz présenta sa théorie de l'âge glaciaire à Glasgow en 1840. Cette théorie glaciaire, très populaire et très controversée au cours du XIX[e] siècle, constitue la préhistoire du débat actuel sur les cycles glaciaires. Pierre Thuillier, « Un anti-évolutionniste exemplaire : Louis Agassiz », *Revue des Questions Scientifiques*, 1974, 145, p. 195-215, p. 405-424 ; communication personnelle. Voir Bard, 2004.

Le **Chanoine [Louis] RENDU** (1789-1859), *Théorie des glaciers de la Savoie*, Chambéry, Puthod, 1840, 126 p.

Un texte « à jamais mémorable », selon Tyndall, qui accusa James David Forbes de l'avoir sous-estimé et plagié ! Ce petit livre (célèbre à l'époque romantique et qui témoigne, sur le mode naturaliste religieux, d'un admirable « sentiment de la Nature ») est une rareté de bibliophile. L'exemplaire que j'ai lu (et photocopié) est celui de la Bibliothèque publique et universitaire de Genève (et qui n'avait pas encore été coupé !). Voir James David Forbes, *Occasional Papers on the Theory of Glaciers, Now First Collected and Chronologically Arranged*, Edinburgh, Adam & Charles Black, 1859. Le mince ouvrage du Chanoine Rendu (qui va devenir Evêque d'Annecy) est bien oublié de nos jours !

1841 **Jean-Baptiste DUMAS** (1800-1884), *Essai de statique chimique des êtres organisés,* Paris, Fortin et Masson, 1841.

(Leçon donnée le 20 août 1841 pour la clôture de son cours à l'Ecole de Médecine de Paris). « L'atmosphère constitue donc le chaînon mystérieux qui lie le règne végétal au règne animal. »
Voir Dumas et Boussingault, 1844.

1842 **Joseph ADHEMAR** (1797-1862), *Révolutions de la mer*, Paris, Carilian-Goeury et V. Dalmont, 1842, 184 p.
(2e éd.: *Révolutions de la mer, déluges périodiques*, Paris, Lacroix-Comon, 1860, 258 p.).

« Enfin je crois que l'on doit regarder les pôles comme les baromètres de la terre, et que les observations faites dans les voisinages de ces régions si intéressantes et cependant si peu connues nous apprendront plus de choses en physique et en météorologie que toutes les indications incertaines de nos baromètres parisiens. » (citation tirée de la présentation en ligne du Laboratoire de glaciologie et de géophysique de l'environnement de Grenoble).

Ce mathématicien français est le premier à proposer une explication astronomique aux périodes glaciaires de l'histoire géologique de la Terre. Il sera suivi par Croll et Milankovich. Voir Imbrie et Palmer Imbrie, 1979 ; Berger, 1992 ; Bard, 2004.

1844 **Jean-Baptiste DUMAS** (1800-1884) et **Jean-Baptiste BOUSSINGAULT** (1802-1887), *Essai de statique chimique des êtres organisés*, Paris, Fortin, Masson & Cie, 3e éd., 1844, 147 p.

(3e éd. de la conférence faite par Dumas en 1841 ; la 2e édition date de 1842. Cette 3e éd. porte enfin le nom de son ami Boussingault, véritable coauteur de cette célèbre étude qui marque la naissance, avant la lettre, de la biogéochimie de l'atmosphère (voir Hutchinson, 1944). Ce texte était cité par Vernadsky, 1924. Il l'est à nouveau par James Lovelock et Lynn Margulis, les cofondateurs de l'hypothèse Gaïa. Voir Grinevald, 1987, 1988.

1845 **Jacques Joseph EBELMEN** (1814-1852), « Sur les produits de la décomposition des espèces minérales de la famille des silicates », *Annales des mines*, 1845, 7, p. 3-66.

Génie reconnu en son temps mais trop vite oublié après sa mort prématurée. Ebelmen découvre – en avance sur son temps, car la géochimie n'existe pas encore ! – le grand cycle du carbone, dominé par le volcanisme (qui est le principal agent restituant à l'atmosphère le gaz carbonique) et l'érosion chimique des roches qui précipite et absorbe le CO_2. A l'échelle humaine, ce grand cycle chimique de la Terre est apparemment en équilibre, comme les savants de la seconde moitié du XIXe siècle le confirmèrent (notamment Théophile Schlosing). En 1845, personne n'imagine que l'industrialisation fondée sur les moteurs thermiques et le charbon (puis le pétrole) mettra en danger cet admirable équilibre de « l'économie de la nature » ! Je dois la compréhension de ma redécouverte d'Ebelmen (via Vernadsky, 1924) à ma correspondance avec Robert Berner, le grand spécialiste de l'évolution du cycle du carbone à Yale. Voir Berner et Maasch, 1996 ; Berner, 2004 ; et Acot, 2003, p. 249-250 ; Bard, 2004.

Alexander von HUMBOLDT (1769-1859), ***Kosmos.*** *Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*, Stuttgart, vol. 1, 1845, 493 p. ; trad. fr. : *Cosmos, essai d'une description physique du monde*, Paris, Gide et Cie, 1846, 582 p.

1845



Premier volume de la magistrale synthèse (5 vol.) de la « science humboldtienne » qui va inspirer de nombreux naturalistes et notamment les fondateurs (Suess, Vernadsky, Teilhard de Chardin) de la conception moderne des « envelopes géologiques » de la structure sphérique du Globe, avec l'idée de la *biosphère*, en interaction avec l'atmosphère, l'hydrosphère et la lithosphère. A. de Humboldt est à l'origine de la climatologie (avec ses « lignes isothermes de la distribution de la chaleur sur le globe », *Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil*, 1817) et de la biogéographie (on cite toujours son célèbre *Essai sur la Géographie des plantes*, 1805). Voir la récente réédition française de sa grande synthèse : *Cosmos. Essai d'une description physique du monde*, Thizy et Paris, Editions Utz, 2001, 2 vol., 1166 p.

Julius Robert MAYER (1814-1878), *Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhang mit dem Stoffwechsel. Ein Beitrag zur Naturkunde*, Heilbronn, Verlag der C. Drechlerschen Buchhandlung, 1845, 112p. ; trad. fr. de Louis Pérard : *Mémoire sur le mouvement organique dans ses rapports avec la nutrition*, Paris, Masson, 1872, 136 p.

Aux origines du concept fondamental de **métabolisme** (*Stoffwechsel* en allemand). Le médecin J.R. Mayer possède une grande vision naturaliste des échanges chimiques et énergétiques entre les organismes vivants et le milieu terrestre alimenté par le flux de l'énergie solaire. Sa découverte de l'équivalence quantitative de la chaleur et du travail et sa contribution à la grande découverte de « la conservation de l'énergie » furent l'objet de vives controverses en son temps. Tyndall, qui avait étudié en Allemagne, défendit la priorité et l'honneur de Mayer dans la patrie de James Joule. La fortune du concept physiologique et biochimique de métabolisme sera considérable, surtout à la suite de l'œuvre fondamentale de Claude Bernard, puis avec Cannon et Henderson, Schrödinger (1944) et la Cybernétique (Wiener, 1948). On le retrouve aujourd'hui dans la bioéconomie de Georgescu-Roegen, dans l'économie écologique et dans l'écologie industrielle. Voir Fischer-Kowalski, 1998. Voir aussi Borrini et Margen, 1985 ; Martinez-Alier, 1987 ; Grinevald, 1992, 1993 ; Ayres et Simonis, eds, 1994 ; Erkman, 1998.

1847 **Herman von HELMHOLTZ** (1821-1894), ***Ueber die Erhaltung der Kraft. Eine physikalische Abhandlung***, Berlin, G. Reimer, 1847, 70 p. ; trad. fr. de Louis Péard : *Mémoire sur la conservation de la Force*, précédé d'un Exposé élémentaire de la transformation des forces naturelles, Paris, Masson, 1869, 137 p.

Les mémoires de Helmholtz furent réunies dans ***Populäre wissenschaftliche Vorträge***, Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 3 vol., 1865, 1871, 1876. C'est ce mémoire, après les expériences de Mayer et de Joule, qui fait triompher la grande découverte de la conservation de l'énergie. Voir Helmholtz, *Science*

1847 *and Culture : Popular and Philosophical Essays*, edited by David Cahan, Chicago, University of Chicago Press, 1995, 436p. ; et Bernard Pourprix et Jacqueline Lubet, *L'aube de la physique de l'énergie : Helmholtz, rénovateur de la dynamique*, Paris, Vuibert, 2004, 170 p.

1848 **William THOMSON** (1824-1907), « On an absolute thermometric scale, founded on Carnot's theory of the motive power of heat, and calculated from the results of Regnault's experiments on the pressure and latent heat of steam », *Philosophical Magazine*, 1848, 33, p. 313-317.
(Repris in *Mathematical and Physical Papers*, Cambridge, Cambridge University Press, vol. I, 1882, p. 100-106).

Le futur Lord KELVIN est le premier savant (le plus important *natural philosopher* de l'Empire victorien) à reconnaître le génie de l'ingénieur français Sadi Carnot (dont il découvrit le nom, tout d'abord, grâce à sa lecture, à Paris, du « Mémoire sur la théorie de la puissance motrice de la chaleur » (*Journal de l'Ecole Polytechnique*, 1834) de l'ingénieur saint-simonien Emile Clapeyron (1799-1864), qui présentait le « cycle de Carnot » d'une manière graphique conforme au formalisme mathématique enseigné à l'Ecole Polytechnique. Il ne réussit pas à trouver un exemplaire des *Réflexions* de Sadi Carnot chez les libraires de Paris en 1845. A partir de ce qu'il a appris, dans Clapeyron, de la théorie de Carnot, W. Thomson établit l'échelle moderne de la température absolue (les degrés Kelvin ou K), ainsi il n'y a pas de température négative (et la thermodynamique enseignera qu'on ne peut jamais atteindre le degré 0 ! 0° K = –273° C / 0° C = 273 K.

1849 **William THOMSON** (1824-1907), « An account of Carnot's Theory of the Motive Power of Heat, with numerical results deduced from Regnault's experiments on steam », *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 1849, 16, p. 541-574. (Repris in *Mathematical and Physical Papers*, Cambridge, Cambridge University Press, vol. I, 1882, p. 133-164.) trad. fr. de Marcel Verdet : « Examen de la théorie de la puissance motrice de la chaleur de S. Carnot », *Annales de Chimie et de Physique*, 1852, 35, p. 248-255.

En 1848, W. Thomson a enfin reçu une copie du mémoire de Carnot de la part de son collègue Lewis Gordon (1815-1876), le premier titulaire de la chaire d'*engineering* créée en mémoire de James Watt à l'Université de Glasgow. A propos de « l'expérience de pensée » à la base de « la théorie de Carnot », le futur Lord Kelvin déclare : *« Nothing in the whole range of Natural Philosophy is more remarkable than the establishment of general laws by such a process of reasoning »*. Thomson décrit la « machine idéale » de Carnot comme « a *perfect* thermo-dynamic engine », inventant ainsi le mot *thermodynamique*, qui se diffuse difficilement, ne devenant d'un usage courant que vers la fin du XIX^{e} siècle. Voir Tait, 1868.

1850 **William THOMSON (Lord KELVIN), William John Macquorn RANKINE** (1820-1872) en Grande-Bretagne, et **Rudolf CLAUSIUS** (1822-1888)

1850 en Allemagne, fondent la Thermodynamique (théorie dynamique ou mécanique de la chaleur) sur ses deux Principes fondamentaux:
1. l'équivalence de la chaleur et du travail (la conservation de l'énergie);
2. la dissipation de l'énergie mécanique (la loi de l'entropie – Clausius, 1865).

L'influence de la thermodynamique sur l'étude de la physique de l'atmosphère a été décisive. Voir Elisabeth Garber, « Thermodynamics and meteorology (1850-1900) », *Annals of Science*, 1967, 33, p. 51-65; Wegener, 1911. Voir J. Grinevald, *Du développement de la thermodynamique à la thermodynamique du développement*, Genève, IUED, Document IUED–ECOLOGIE GLOBALE, 2007).

1852 **William HOPKINS** (1793-1866), « On the causes which may have produced changes in the Earth's superficial temperature », *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 1852, 2, p. 56-92.

W. Hopkins a été élu en 1851 président de la Geological Society.

William THOMSON (1824-1907), « On a universal tendency in Nature to the dissipation of mechanical energy », *Proceedings of the Royal Society of Edinburg*, 1852, 3, p. 139-142; et ***Philosophical Magazine***, 1852, 4, p. 304-306.
(Repris in *Mathematical and Physical Papers*, Cambridge, Cambridge University Press, vol. I, 1882, p. 511-514).

« 1.– Il y a actuellement, dans le monde matériel, une tendance universelle à la dissipation de l'énergie mécanique.

» 2.– Toute restauration de l'énergie mécanique qui ne serait pas plus que compensée par son équivalent de dissipation, est impossible dans les phénomènes que présente la matière inanimée, et probablement n'est jamais effectuée non plus par le moyen de la matière organisée, que celle-ci soit enfermée dans la vie végétale ou soumise à la volonté d'une créature animée.

» 3.– La Terre doit avoir été dans le passé, à une époque séparée de nous par un temps fini, et sera dans l'avenir, à une époque séparée de nous par un temps fini, impropre à l'habitation de l'homme tel qu'il est constitué à présent, à moins que des opérations n'aient eu lieu ou ne soient destinées à être accomplies, qui sont impossibles sous l'empire des lois auxquelles sont soumises les opérations connues qui ont lieu actuellement dans le monde matériel. » (traduction française de Brunhes, 1908)

1854 **Herman von HELMHOLTZ** (1821-1894), ***Über die Wechselwirkung der Naturkräfte*** *und die darauf bezüglichen neuesten Ermittlungen der Physik*, Königsberg, Gräfe und Unzer, 1854; trad. fr. de Louis Péard: « Exposé élémentaire de la transformation des forces naturelles », in *Mémoire sur la conservation de la Force*, Paris, Masson, 1869, 137 p.
(Trad. anglaise par John Tyndall: « On the interaction of natural forces », *Philosophical Magazine*, 1856, 11, p. 489-518; rééd. p. 153-193 in *Popular Lectures on*

1854 *Scientific Subjects,* Introduction by John Tyndall, London, Longmans, Green & Co. ; 1873, 397p.

1855 **Matthew Fontaine MAURY** (1806-1873), *The Physical Geography of the Sea and its Meteorology*, New York, London, Sampson Low, Son and Co., 1855, 432 p.
(Reprint, avec une introduction de John Leighly: Cambridge, Mass., Harvard University Press, Belknap Press, 1963, 432 p.)
Trad. fr. : *Géographie physique de la mer*, Paris, Librairie militaire, maritime et polytechnique, 2e éd., 1861, 580 p.

Ce grand livre « pour les gens du monde » (8e édition en 1861) est le plus connu de cet officier de la U.S. Navy qui est à l'origine de la coopération internationale (pas encore intergouvernementale) dans le domaine de l'océanographie et de la météorologie.

William John Macquorn RANKINE (1820-1872), « Outlines of the science of energetics », *Edinburgh New Philosophical Journal*, 1855, 2, p. 120-141.
(Rééd. in W.J.M. Rankine, *Miscellaneous Scientific Papers*, ed. by J.W. Miller, London, Charles Griffin, 1891, p. 209-228. Cité in Grinevald, 1976, 1984 ; voir Smith, 1999.

1857 Début de l'industrie pétrolière en Roumanie

Rudolf CLAUSIUS (1822-1888), « Über die Art der Bewegung, die wir Wärme nennen », *Annalen der Physik und Chemie*, 1857, 100, p. 353-380 ; « On the nature of the motion we call heat », *Philosophical Magazine*, 1857, 14, p. 108-127.

1859



Charles DARWIN (1809-1882), ***The Origin of Species*** *by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life,* London, John Murray, 1859, 502 p. (6e éd. 1872)
(Voir ***L'Origine des espèces*** *au moyen de la sélection naturelle ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie*, texte établi par Daniel Becquemont à partir de la traduction d'Edmond Barbier, Introduction, chronologie, bibliographie par Jean-Marc Drouin, Paris, GF-Flammarion, 1992, 604 p.)

C'est naturellement le début de **la révolution darwinienne** qui bouleverse non seulement l'Histoire naturelle classique mais encore toute l'idée biblique que l'humanité occidentale se fait de la Nature vivante et de sa place sur la Terre. Son collègue Alfred Russel WALLACE (1823-1913) développait des idées semblables sur la sélection naturelle et il défendra le darwinisme, mais au soir de sa vie sa

philosophie spiritualiste entrera en contradiction avec le naturalisme sans Dieu de Darwin ; aux origines, naturellement, avec Malthus et Humboldt, de la pensée évolutionniste et écologique moderne, y compris la révolution bioéconomique de Georgescu-Roegen.

1859 Le 27 août 1859, près de Titusville, Etat de Pennsylvanie (USA), le légendaire « Colonel » **Edwin L. Drake** (1819-1880) fait jaillir **le pétrole** d'un forage d'une vingtaine de mètres de profondeur.

Premier événement marquant la naissance de « l'histoire du pétrole », selon la légende américaine bien établie dans l'historiographie du pétrole.

En 1859, les Etats-Unis produisent environ 275 tonnes de pétrole, dépassant ainsi les 200 tonnes du pétrole roumain de l'année précédente. Les Etats-Unis vont être à l'avant-garde et largement dominer l'histoire mondiale du pétrole (voir Yergin, 1991). Dans les années 1920, la production pétrolière des Etats-Unis représentera encore 80% de la production mondiale, et encore plus de la moitié vers 1950. La production américaine (sans l'Alaska) atteindra son pic (de Hubbert) en 1970 avec une moyenne d'environ 11 millions de barils par jour.

Les associés de cette entreprise illustrée par le nom du « colonel Drake » avaient été encouragés par le *Report on the Rock Oil, or Petroleum* (New Haven, 1855) rédigé par le chimiste Benjamin Silliman, jr. (1816-1885), de Yale College, qui peut aussi être considéré comme un père fondateur dans la protohistoire de l'industrie du pétrole.

William John Macquorn RANKINE (1820-1872), *A Manuel of the Steam Engine and other Prime Movers*, London, Glasgow, Griffin, 1859 ; trad. fr. : *Manuel de la machine à vapeur et des autres moteurs,* Paris, Dunod, 1878, 763 p.

(En ligne : Bibliothèque nationale de France, Gallica).

1861 **John TYNDALL** (1820-1893), « On the absorption and radiation of heat by gases and vapours, and on the physical connexion of radiation, absorption, and conduction », ***Philosophical Magazine***, 1861, 22(146, p. 169-194, 273-285).

(Repris avec des commentaires dans Tyndall, 1872, chap. I).

« The researches on glaciers which I have had the honour of submitting from time to time to the notice of the Royal Society, directed my attention in a special manner to the observations and speculations of De Saussure, Fourier, M. Pouillet, and Mr. Hopkins, on the transmission of solar and terrestrial heat throught the earth's atmosphere. » (p. 169)

Tyndall a déjà publié *The Glaciers of the Alps* (London, John Murray, 1860, 444 p.) C'est le deuxième mémoire – le plus important (celui de 1859 est très court) – d'une longue série. Tyndall entend faire pour la matière gazeuse ce que l'émigré italien Macedonio Melloni avait fait pour les états solides et liquides de la matière.

1861 Ces expérimentations en physique des phénomènes de radiation et d'absorption font appel à une chimie moléculaire encore balbutiante, associée à la théorie cinétique de gaz. Tyndall avait étudié en Allemagne, en 1848-51, avec Robert Bunsen (1811-1899), le collègue de Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), l'inventeur du spectroscope qui permet de mesurer les raies du spectre caractérisant les éléments chimiques. Pour faire court, on doit malheureusement ici laisser de côté le rôle des instruments de l'analyse spectrale et tout le développement de la spectroscopie (je n'en avais pas tenu compte, je le regrette, dans mes premiers papiers sur l'histoire de l'effet de serre). Notre physicien irlandais développe à la Royal Institution de Grande-Bretagne, à Londres (où il succèda à son mentor Faraday), une physique expérimentale du rayonnement infrarouge (avant la lettre, le terme ne date que des années 1880), avec des instruments de sa propre fabrication. Tyndall est un brillant bricoleur ! Il étudie les propriétés radiatives de l'acide carbonique (CO_2) et l'ozone (O_3) en plus de la vapeur d'eau (H_2O) parmi les gaz et vapeurs qui absorbent une partie de la chaleur rayonnante dont il comprend magnifiquement les implications pour l'atmosphère et le climat de la Terre (il ne dit pas encore gaz à effet de serre mais il introduit la métaphore de la couverture chauffante !). A partir de ses expériences en laboratoire, mais aussi de ses spéculations d'alpiniste et de spécialiste du grand débat (lancé par Agassiz) sur les glaciers et les changements climatiques du passé, Tyndall imagine le rôle probable des variations du cycle de l'eau et des oscillations du dioxyde de carbone atmosphérique dans les changements de la température – et du climat – de l'histoire géologique de la Terre (voir Tyndall, 1863 ; 1872). A noter que dès 1861, ses études sont présentées en français par son ami Auguste de La Rive (1801-1873), le physicien genevois qui a repris en 1836 la rédaction de la *Bibliothèque universelle* (ex-*Bibliothèque britannique*) et a créé, en 1846, les *Archives des sciences physiques et naturelles* (dans lesquelles se trouvent les travaux de Tyndall – ce que la jeune historiographie de l'effet de serre a jusqu'ici ignoré). Grinevald, 1990, 1992 ; Fleming, 1998 ; Weart, 2003 ; Bard, 2004.

1863 **John TYNDALL** (1820-1893), ***Heat considered as a mode of motion***, London, Longmans, Green & Co., 1863, 452 p. (2e éd. : *Heat, a mode of motion*, 1865, 3e éd. 1868, 4e éd. 1870.) ; trad. fr. : ***La Chaleur, mode de mouvement***, 2e éd. trad. de l'abbé François Moigno (1804-1884), Paris, Gauthier-Villar, 1874, 576 p.

Livre populaire en son temps qui introduit, en passant, l'une des grandes « merveilles de la nature » pour la « philosophie naturelle » (et la physique expérimentale) du XIXe siècle : « l'effet de serre » (avant la lettre) de l'atmosphère de la Terre. Il utilise ici la métaphore de la « couverture » protégeant du froid de l'espace (notamment la nuit) la vie sur la Terre. Voir Tyndall, 1861, 1872. Grinevald, 1990.

1864 **James CROLL** (1821-1890), « On the physical cause of the change of climate during geological epochs », *Philosophical Magazine*, 1864, 28(4), p. 121-137.

Voir Agassiz, 1837 ; 1840 ; Adhémar, 1842 ; Croll, 1875 ; et Imbrie et Palmer Imbrie, 1979 ; Berger, 1992 ; Bard, 2004.

1864 **Georg Perkins MARSH** (1801-1882), ***Man and Nature; or, Physical Geography as Modified by Human Action***, New York, Scribners ; London, Sampson Low, 1864, 560 p.

Voir la 2e éd. : Marsh, 1874 ; et Thomas, éd., 1956 ; Turner et al., éds, 1990 ; Grinevald, 1990, 1991, 2005 ; Naredo et Gutierrez, eds, 2005.

Une source fondamentale de l'environnementalisme (surtout américain) et de la problématique géographique et géologique moderne de l'impact de l'activité humaine sur la face de la Terre. Une source bien connue dans la tradition de la géographie humaine (historique, culturelle) et de l'écologie politique. Un classique de la nouvelle histoire environnementale. Mais la question des sources d'énergie de l'industrialisation est à peine évoquée.

Elisée RECLUS (1830-1905), « De l'action de l'homme sur la géographie physique. L'Homme et la Nature », *La Revue des Deux Mondes*, 1864, 54, p. 762-771.

Il se disait géographe parce qu'anarchiste et anarchiste parce que géographe. On redécouvre en lui un précurseur de nos préoccupations écologiques, mais sa foi dans le Progrès appartient à son siècle, plus au nôtre. Voir Reclus, 1866 ; Marsh, 1864.

1865 **Claude BERNARD (1813-1878),** ***Introduction à l'étude de la médecine expérimentale***, Paris, J.B. Baillière, 1865, 400 p.

« Nous avons d'une part l'*organisme* dans lequel s'accomplissent les phénomènes vitaux, et d'autre part le *milieu cosmique* dans lequel les corps vivants, comme les corps bruts, trouvent les conditions indispensables pour la manifestation de leurs phénomènes. Les conditions de la vie ne sont ni dans l'organisme ni dans le milieu extérieur, mais dans les deux à la fois. » (Deuxième partie, chap. 1).

Ce livre fondateur pour l'épistémologie des sciences biologiques, et la physiologie en particulier, a inspiré de nombreux théoriciens de l'écologie et de la science de la Biosphère. Vernadsky aimait citer le grand Claude Bernard. Les créateurs de la théorie de l'homéostasie se situent dans son héritage intellectuel. Voir Henderson, 1915 ; Cannon, 1929, 1932 ; Redfield, 1958. Il pourrait bien être une source, via la cybernétique des régulations, pour la géophysiologie de la Biosphère-Gaïa. L'enveloppe biosphérique, avec ses fluides et sa membrane atmosphérique, n'est-elle pas le « milieu intérieur » de la biodiversité qui a besoin de se protéger de l'enfer des profondeurs de la Terre et du froid et des ténèbres de l'environnement cosmique de l'unique globe terraqué du système solaire ?

Rudolf CLAUSIUS (1822-1888), professeur de physique au Polytechnicum et à l'Université de Zürich, introduit le terme ***entropie*** (S) et définit les deux principes fondamentaux de la **Théorie mécanique de la chaleur** (la Thermodynamique) sous la forme classique (pour tout système isolé) :

1. **L'énergie de l'Univers est constante.**
2. **L'entropie de l'Univers tend vers un maximum.**

1865 Clausius (mémoire repris dans son livre intitulé *Théorie mécanique de la chaleur*) utillise le mot Univers pour désigner tout système isolé, et sa pensée a bien un aspect cosmologique. Voir les histoires de la thermodynamique et les livres sur l'entropie. La culture scientifique européenne du XIX^{e} siècle, dominée par la vision mécaniste, newtonienne-laplacienne, du monde, accueillit plutôt mal cette surprenante découverte de l'entropie de cette nouvelle cosmologie « chaude » de la civilisation thermo-industrielle. Voir Clausius, 1867. Georgescu-Roegen, 1966, 1971, 1979, 1995 ; Cardwell, 1971 ; Grinevald, 1975, 1976, 1982 ; Smith, 1999.

W. Stanley JEVONS (1832-1882), ***The Coal Question***. *An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of our Coal-mines*. London, Cambridge University Press, 1865, 2^{e} éd. 1866.
(3rd ed., edited by A.W. Flux, London, Macmillan, 1906, 467p. ; Reprints of Economic Classics : New York, Augustus M. Kelley, 1965).

« Civilisation, says Baron Liebig, is *the economy of power*, and our power is coal. It is the very economy of the use of coal that makes our economy what it is ; and the more we render it efficient and economical, the more will our industry thrive, and our works of civilisation grow. The steam-engine is the motive power of this country, and its history is a history of successive steps of economy. » (1906, p. 142-143)

« There is, moreover, this most serious and yet obvious difference to be noted. A farm, however far pushed, will under proper cultivation continue to yield for ever a constant crop. But in a mine there is no reproduction ; the produce once pushed to the utmost will soon begin to fail and sink towards zero. So far, as our wealth and progress depend upon the superior command of coal we must not only cease to progress as before – we must begin a retrograde career. » (1865, p. 155 ; 1906, p. 201)

« I draw the conclusion that I think any one would draw, that we cannot long maintain our present rate of increase of consumption ; that we can never advance to the higher amounts of consumption supposed. But this only means that the check to our progress must become perceptible within a century from the present time ; that the cost of fuel must rise, perhaps within a lifetime, to a rate injurious to our commercial and manufacturing supremacy ; and the conclusion is inevitable, that our present happy progressive condition is a thing of limited duration. » (1906, p. 274-275)

Le Malthus de l'énergie ! Jevons ne croit pas à l'avenir du pétrole, et sa génération ignore l'énergie nucléaire. Curieusement, Jevons oublie le problème de l'épuisement des ressources minérales et de l'énergie fossile, en l'occurrence du charbon, lorsqu'il cherche, dans sa *Theory of Political Economy*, en 1871, à ériger l'économie politique en science mathématique sur le modèle de la méanique rationnelle. Cet éminent économiste et philosophe des sciences britannique est considéré comme l'un des pères de la théorie néoclassique en économie. Cité in Georgescu-Roegen, 1971, 1995 ; Grinevald, 1979, 1982, 1984, 1990 ; Martinez-Alier, 1987.

1866 Le naturaliste allemand **Ernst HAECKEL** (1834-1919) crée le mot écologie (« oecologie ») pour désigner une nouvelle discipline des sciences naturelles.

Voir Deléage, 1991 ; Pascal Acot, ed., *The European Origins of Scientific Ecology*, Amsterdam, Gordon and Breach Publishers, Editions des Archives Contemporaines, vol. 2, 1998, p. 703. Et les nombreux ouvrages, à présent, sur l'histoire de l'écologie.

Elisée RECLUS (1830-1905), « Du sentiment de la nature dans les sociétés modernes », *Revue des Deux Mondes*, 1866, 63, p. 352-381.

Ce remarquable commentaire en marge du livre de Marsh (1864), que Reclus a visiblement lu avec ferveur, a été récemment republié : E. Reclus, *Du sentiment de la nature dans les sociétés modernes et autres textes*, anthologie composée, présentée et annotée par Jöel Cornuault, Charenton, Editions Premières Pierres, 2002, 212 p.

1867 **Rudolf CLAUSIUS** (1822-1888), *Über den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie*, Braunschweig, 1867, 17 p. ; trad. fr. : « Le second principe fondamental de la théorie mécanique de la chaleur », *Revue des cours scientifiques de la France et de l'étranger*, 1868, 10, p. 153-159.
(Trad. anglaise : « On the second fundamental theorem of the mechanical theory of heat ; a lecture delivered before the Forty-first Meeting of the German Scientific Association, at Frankfort on the Maine, September 23, 1867 », *Philosophical Magazine*, 1868, 35, p. 405-419).

Pour la première fois, Clausius présente la nouvelle cosmologie de la chaleur impliquée par la loi de l'entropie, le Second Principe (de la thermodynamique) qui s'enracine dans la théorie de « la puissance motrice du feu » de Sadi Carnot (1824). Il oppose désormais le temps unidirectionnel et irréversible de l'entropie croissante aux conceptions cycliques du temps des sociétés néolithiques. La modernité thermo-industrielle s'impose ainsi contre « le mythe de l'éternel retour » (Mircea Eliade) des sociétés agraires traditionnelles. En 1867, Karl Marx (1818-1883) a publié à Berlin le premier tome de son grand livre *Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie*, qui ignore la « révolution carnotienne » et les implications bio-économiques de la découverte de l'entropie (Georgescu-Roegen, 1971 ; Grinevald, 1977, 1982).

1868 **Anders J. ANGSTRÖM** (1814-1874), *Recherches sur le spectre solaire*, Uppsala, W. Schultz, 1868, 42 p.

Durant tout le XIX^{e} siècle, depuis Pouillet (1838), la mesure de la « constante solaire » fait l'objet de larges divergences et de vives controverses. La précision des mesures ne viendra qu'au XX^{e} siècle et surtout avec les satellites de la technologie spatiale.

1868 **Peter Guthrie TAIT** (1831-1901), ***Sketch of the History of Thermodynamics***, Edinburgh, Edmonston and Douglas, 1868, 128p. ; trad. fr. : *Esquisse historique de la Théorie dynamique de la chaleur*, Paris, Gauthier-Villars, 1870, 200 p.

Développement de deux articles parus dans la *North British Review* en 1864. Tait est le grand ami de W. Thomson, avec qui il a écrit un fameux traité de « Philosophie naturelle », dans lequel il n'est pas question du deuxième principe de la thermodynamique. En 1868, Tait se trompe complètement à propos de la loi de l'entropie de Clausius, qui devient : « the Entropy of the Universe tends to zero » ! (p. 29) La deuxième édition, en 1877, ne corrige pas ce contresens : *Errare humanum est, perseverare diabolicum.*

1869 **Augustin MOUCHOT** (1825-1912), *La Chaleur solaire et ses applications industrielles*, Paris, Gauthier-Villars, 1869, 238 p.
(2e éd. 1879 ; rééd. : Paris, Albert Blanchard, 1980).

« La terre n'est, à vrai dire, qu'**une vaste serre chaude** relativement aux espaces célestes. L'air qui l'environne de toutes parts forme autour d'elle une atmosphère transparente analogue à une immense cloison vitrée ; car il est prouvé que ce gaz se comporte comme le verre à l'égard des rayons calorifiques, c'est-à-dire qu'il livre immédiatement passage à la chaleur du soleil en même temps qu'il s'oppose au rayonnement du sol ».

Mouchot (comme H.-B. de Saussure) fait partie des pionniers de l'utilisation économique de l'énergie solaire (voir Ken Butti et John Perlin, *A Golden Thread : 2500 years of solar architecture and technology*, with a foreword by Amory Lovins, London and Boston, Marion Boyars, 1980, 289 p.) Dans son livre, il rappelle ses illustres précédesseurs, de sorte que celui-ci possède une valeur historiographique précieuse, malheureusement peu exploitée. A Genève, l'historien des sciences René Sigrist, inspiré par Mouchot, a écrit de belles choses sur l'histoire de cette ancienne physique expérimentale de l'énergie solaire et notamment l'héliothermomètre de H.-B. de Saussure à l'origine de la métaphore de l'effet de serre de l'atmosphère. Voir René Sigrist, *Le capteur solaire de Horace-Bénédict de Saussure*, Genève, Editions Passé/Présent/Librairie Jullien Editeur, 1993, 223 p. ; et Alexandre Herléa, éd., *L'énergie solaire en France*, Paris, Editions du CTHS, 1995, 224 p. Voir aussi Bard, 2004.

1870 **John D. ROCKEFELLER** (1839-1937), crée, aux Etats-Unis, la Standard Oil Company, mais l'industrie pétrolière commence à peine… l'automobile n'est pas encore un fait de civilisation !

Angelo SECCHI (1818-1878), ***Le Soleil***, Paris, Gauthier-Villars, 1870, 422 p.

Ce savant jésuite donne ici la synthèse de tout ce que la science moderne sait à l'époque sur les relations entre le Soleil et la Terre.

1871 Premier congrès international de géographie, Anvers, Belgique, 1871.

James Clerk MAXWELL (1831-1879), *Theory of Heat*, London, Longmans, Green and Co., 1871, 333 p.; trad. fr. (Georges Mouret): ***La Chaleur. Leçons élémentaires sur la thermométrie, la calorimétrie, la thermodynamique, et la dissipation de l'énergie***, Paris, B. Tignol, 1891, 432 p.

Naissance officielle du «démon de Maxwell»... Bien entendu, Maxwell est aussi l'immortel auteur du célèbre *Traité d'électricité et de magnétisme* (2 vol., 1873, trad. fr.: 1885). Il faudrait citer de nombreux travaux sur le rayonnement électromagnétique qui sont indispensables à l'intelligibilité du bilan thermique de la Terre dans son environnement cosmique, le système solaire.

1872 **August Heinrich Rudolf GRISEBACH** (1814-1879), *Die Vegetation der Erde nach Ihrer Klimatischen Anordnung*, Leipzig, W. Engelmann, 2 vol., 1872; trad. fr.: *La végétation du globe d'après sa disposition suivant les climats,* Paris, J.B. Baillière et Fils, 2 vol., 1875-78, 765 p.

Robert Angus SMITH (1817-1884), ***Air and Rain: the Beginnings of a Chemical Climatology***, London, Longmans. Green, and Co., 1872, 613 p.

Premier traité de chimie analytique de l'environnement atmosphérique de la révolution industrielle à Manchester. Voir R. A. Smith, «On the air and rain of Manchester», *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester*, 1852, 10, p. 207-217. R.A. Smith est le père fondateur de la science des pluies acides et de ses conséquences biologiques (cité in Grinevald, 1990).

John TYNDALL (1820-1893), ***Contributions to Molecular Physics in the Domain of Radiant Heat***, London, Longmans, Green and Co., 1872, 446 p.

Un recueil de tous ses mémoires sur la physique du rayonnement infrarouge avec des commentaires historiques et autobiographiques passionnants. Voir Tyndall, 1859, 1861, 1863; Fleming, 1998.

1873 Premier Congrès international de météorologie, 2-16 septembre 1873, Vienne, Autriche (voir *Cent ans de coopération internationale en météorologie (1873-1973)*, OMM-N° 345, Genève, Organisation météorologique mondiale, 1973, 64 p.)

Antonio STOPPANI (1824-1891), *Corso di Geologia*, vol. II, *Geologia stratigrafica*, Milano, G. Bernardoni e G. Brigola, editori, 1873, 868 p.

Dans les paragraphes 1326, 1327 et 1338 du deuxième volume de ce gros traité de géologie en trois volumes (vol. 1, 1871, 504 p.; vol. III, 1873, 723 p.), l'abbé Stoppani, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Milan, développe l'idée qu'une ère géologique nouvelle s'ouvre avec l'interférence de l'histoire humaine dans les terrains du Quaternaire, qu'il s'agit d'une ère «anthropozoïque», manifestant un élément nouveau dans la nature, «une nuova forza tellurica», qui par

1873 sa puissance et son universalité s'impose aux plus grandes forces du globe. Cette idée de Stoppani, typique de l'idéologie de l'industrialisation et de l'anthropocentrisme chrétien (Stoppani s'inscrit dans une perspective apologétique qui fait penser au géologue et évolutionniste Teilhard de Chardin) est mentionnée, en passant, dans Marsh (1874, p. 607), cité à son tour par William Clark en 1986, qui est la référence des deux petits articles qui introduisent la notion actuelle d'Anthropocène : Crutzen et Stoermer, 2000, et Crutzen, 2002. Voir Grinevald, 1991, 2005.

1874 **Georg Perkins MARSH** (1801-1882), ***The Earth as Modified by Human Action:*** *A New Edition of « Man and Nature »*, New York, Scribner, Armstrong & Co., 1874, 656 p.

Dans cette deuxième édition de son grand livre *Man and Nature; or, Physical Geography as Modified by Human Action* (1864), Marsh cite le *Corso di Geologia*, vol. II, *Geologia stratigrafica*, de l'abbé Antonio Stoppani (1824-1891), qui introduit l'idée d'une ère géologique nouvelle avec l'industrie humaine, « l'ère anthropozoïque ». On est bien dans la tradition prométhéenne de l'idéologie industrielle et dans l'anthropocentrisme du christianisme occidental, qui culminera avec la notion de Noosphère introduite vers 1924-25 par Vernadsky, Teilhard de Chardin et Edouard Le Roy. Voir Grinevald, 1987, 1991, 2005.

1875 **James CROLL** (1821-1890), ***Climate and Time*** *in their Geological Relations: A Theory of Secular Changes of the Earth's Climate*, London, Dalday, Isbister, 1875, 577 p.

Voir Croll, 1864 ; Milankovitch, 1920 ; Bard, 2004.

Eduard SUESS (1831-1914), ***Die Entstehung der Alpen***, Wien, W. Braunmüller, 1875, 168 p.

Origine géologique de l'idée de Biosphère. Introduction, dans le dernier chapitre général sur la structure concentrique de la Terre, du concept des « enveloppes géologiques » (esquissée déjà dans le *Cosmos* de A. de Humboldt) : **l'atmosphère** (l'air), **l'hydrosphère** (l'eau), **la lithosphère** (les roches) et **la biosphère** (ensemble des organismes vivants et du milieu où ils vivent). Voir Grinevald, 1987c, 1988 ; Samson et Pitt, éds, 1999 ; Huggett, 1999.

1878 Exposition universelle de Paris.
Le **moteur à combustion interne**,
fonctionnant au gaz suivant un cycle à quatre temps, remporte un succès retentissant. Son inventeur est le mécanicien allemand Nicolas-Auguste OTTO (1832-1891). Sa priorité est contestée par les ingénieurs français qui invoquent l'antériorité d'Etienne Lenoir (1822-1900) et d'Alphonse Beau de Rochas (1815-1893). L'emploi des hydrocarbures liquides ne se répandra qu'au début du XX^{e} siècle avec l'essor de l'automobile et de l'aviation.

1878 Premier Congrès géologique international à Paris, 1878
(*Congrès International de Géologie: Comptes Rendus*, Paris, 1878, Paris, Imprimerie Nationale, 1880, 313 p.)

1879 Le Congrès des Etats-Unis crée le **U.S. Geological Survey** (USGS)
L'un de ses chercheurs, le géologue Charles Doolittle Walcott (1850-1927), qui en sera le directeur de 1894 à 1907, est de nos jours considéré comme le fondateur de la paléontologie du Précambrien.

Josef STEFAN (1835-1893), « Über die Beziehung zwischen der Wärmestrahlung und der Temperatur », *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie Wissenchachften,* Wien, 1879, 79, p. 391-428.

La loi de Stefan, qui stipule que le rayonnement thermique total émis par un corps noir est proportionnel à la 4^{e} puissance de la température absolue, ne sera comprise et adoptée qu'à la suite de sa dérivation théorique par Boltzmann, 1884, de sorte qu'on l'appelle la loi de Stefan-Boltzmann. Le concept de corps noir *(schwarze Körper)* a été introduit en 1862 par Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) dans ses travaux fondateurs de la spectroscopie.

1880 **Thomas Sterry HUNT** (1826-1892), « The chemical and geological relations of the atmosphere », *American Journal of Science*, 1880, 19, p. 349-363.

T.S. Hunt était l'un des participants, et même l'un des initiateurs, du Congrès géologique international de Paris en 1878. Un jalon dans l'histoire encore peu connue de l'évolution du cycle du carbone. Le paradigme dominant – voir Schlosing, 1880 – est alors celui de l'équilibre de la nature – pratiquement sans histoire ! – en l'occurrence la stabilité de la concentration moyenne du gaz carbonique dans l'atmosphère du globe. Voir aussi Ebelmen, 1855 ; Cook, 1882 ; Högbom, 1984 ; Arrhenius, 1896 ; Vernadsky, 1924 ; Berner, 2004.

Théophile SCHLOSING (1824-1919), « Sur la constance de la proportion d'acide carbonique dans l'air », *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* (Paris), 1880, 90(15), p. 1410-1413.

1881 Exposition internationale d'Electricité de Paris (début du groupe électrogène à gaz et à pétrole).

1882 1re Année polaire internationale (1882-1883).

Ernest H. COOK, « Carbon dioxide as a constituent of the atmosphere », *Philosophical Magazine*, 1882, 14(89), p. 387-395.

Voir Ebelmen, 1855 ; Hunt, 1880 ; Vernadsky, 1924.

1884 **Ludwig BOLTZMANN** (1844-1906), « Ableitung des Stefan'schen Gesetzes betreffend die Abhängigkeit der Wärmestrahlung von der Temperatur aus der elektromagnetischen Lichttheorie », *Annalen der Physik und Chemie*, 1884, 22(3), p. 291-294.

La loi de Stefan-Boltzmann, qui manquait jusqu'alors pour mesurer la puissance du rayonnement thermique. Voir Stefan, 1879. Voir les ouvrages de physique de l'atmosphère.

1885 **Rudolf CLAUSIUS** (1822-1888), *Ueber die Energievorräthe der Natur und ihre Verwerthung zum Nutzen der Menschheit*, Bonn, Verlag von Max Cohen & Sohn, 1885, 26 p.

On doit la redécouverte de ce texte peu connu (*Sur les réserves énergétiques de la Nature et leur utilisation au service de l'humanité*, trad. fr. par Matthias Finger et Jacques Grinevald, inédit), qui est une conférence de Clausius en tant que Recteur de l'Université de Bonn, le 22 mars 1885, au physicien Klaus Schlüpmann. Communication personnelle. Voir aussi Martinez-Alier et Schlüpmann, 1987, p. 73-88.

1886 **Ludwig BOLTZMANN** (1844-1906), « Der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie », *Almanach der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften,* Wien, 1886, 36, p. 225-259.
(Repris in *Populäre Schriften*, Leipzig, Verlag von Johann Ambroius Barth, 1905, chap. 3, p. 28-50 ; rééd. (éd. Engelbert Broda), Brauschweig/Wiesbaden, Frier. Vieweg & Sohns, 1979, p. 26-46. Traduction anglaise in Ludwig Boltzmann, *Theoretical Physics and Philosophical Problems*, ed. by Brian McGuinness, Dordrecht, Reidel, 1974, p. 13-32.)

« La lutte générale des êtres vivants pour l'existence n'est par conséquent pas une lutte pour les matières premières – celles-ci, pour tout organisme, existent en abondance dans l'air, l'eau et le sol – ni même pour l'énergie qui est contenue dans tout corps suffisamment sous forme de chaleur, malheureusement non transformable, mais une lutte pour l'entropie, qui devient disponible en passant du soleil brûlant à la terre froide. Pour exploiter au maximum ce transfert, les plantes étendent la surface immense de leurs feuilles et forcent l'énergie solaire, avant qu'elle ne tombe au niveau de la température de la surface terrestre, à opérer des synthèses chimiques encore inexplorées dont nous n'avons encore aucune idée dans nos laboratoires. Les produits de cette cuisine chimique constitue, pour le monde animal, l'objet de la lutte » (trad. de l'allemand par Matthias Finger et Jacques Grinevald).

Ce texte est la source probable (non citée) de Schrödinger (1944), et, explicitement, de Lotka, 1922, 1925 ; Georgescu-Roegen (1966, 1971), qui signale cette filiation entre Schrödinger et cette conférence de Boltzmann sur le second principe de la thermodynamique. Voir Grinevald, 1984, p. 53 ; et introduction in Georgescu-Roegen, 1995, p. 35 n24. Voir aussi Gause, 1934.

1888 **Camille FLAMMARION** (1842-1925), *L'Atmosphère: météorologie populaire*, Paris, Hachette, 1888, 808 p.

« L'Atmosphère terrestre, en absorbant une portion si considérable des rayons solaires, ne les anéantit pas, elle les tient en réserve pour les employer plus tard à notre avantage. Elle agit presque exactement comme une serre, laissant arriver jusqu'à la Terre les rayons calorifiques lumineux du Soleil et s'opposant ensuite à ce qu'ils s'en retournent se perdre dans l'espace » (p. 31-32).

(Je ne sais pas si cette phrase se trouve déjà dans la 1re éd.: *L'Atmosphère: Description des grands phénomènes de la nature*, Paris, Hachette, 1872, 824 p.)

1889 **Gottlieb DAIMLER** (1834-1900), ingénieur allemand qui a collaboré avec Otto, et construit depuis peu à Suttgart des moteurs à combustion interne à haute vitesse fonctionnant à l'essence, présente son moteur d'automobile à l'Exposition universelle de Paris.

Georges GOUY (1854-1926), « Sur l'énergie utilisable », *Journal de Physique*, 1889, 8, p. 501-518.

Une conséquence du deuxième principe de la thermodynamique (le principe de Carnot) n'est autre que la distinction anthropomorphique (comme le souligna Max Planck pour le déplorer, et N. Georgescu-Roegen pour en souligner l'aspect bio-économique) entre l'énegie (qui se conserve dans les transformations d'un système thermodynamique isolé) et l'énergie utilisable, qui diminue tandis que l'entropie augmente. Aux origines du concept moderne d'énergie. Cité in Grinevald, 1984. Voir Georgescu-Roegen, 1995.

1892 **Henri POINCARÉ** (1854-1912), *Thermodynamique* (cours donnés à la Sorbonne en 1888-89, édité par J. Blondin), Paris, Gauthier-Villars, 1892, 432 p. (2e éd. 1908).

Le Principe de Carnot qui postule l'impossibilité d'une transformation cyclique monotherme de chaleur en travail s'ennonce ici très clairement: « Il est impossible de faire fonctionner une machine thermique avec une seule source de chaleur. » Les implications technologiques et économiques de ce Second Principe de la Thermodynamique sont immenses et encore trop peu appréciées (voir Georgescu-Roegen, 1995).

1893 L'ingénieur allemand **Rudolf DIESEL** (1858-1913), inspiré par le cycle de Carnot, dont l'enseignement lui a été transmis à la Technische Horschule de Munich par son professeur Karl von Linde (1842-1934), un ancien étudiant de Clausius au Polytechnicum de Zürich, publie à Berlin son livre « Théorie et construction d'un moteur thermique rationnel destiné à remplacer la machine à vapeur ».

1894 **Arvid Gustaf HÖGBOM** (1857-1940), « Om sannolikheten för sekulära förändringar i atmosfärens kolsyrehalt », *Svensk Kemisk Tidskrift*, 1894, 6, p. 169-176.

Texte en suédois ! Mais Arrhénius (1896, p. 269-273) donne de longs extraits de cette étude « sur la probabilité des variations séculaires du cycle du dioxyde de carbone atmosphérique » de son collègue géochimiste de la Société de physique de Stockholm. Cité aussi par Rubey, 1951. Voir la réévaluation récente de Berner, 1995 ; et le chapitre sur « l'effet de serre » dans Crawford, 1996 ; et Heimann, 1997.

1895 **Luigi DE MARCHI** (1857-1936), ***Le cause dell'Era Glaciale***. *Ricerca teorica delle condizioni che determinano l'attuale distribuzione delle temperature e delle pioggie sulla superficie terrestre e che possono averla modificata nei precedenti periodi geologici*, R. Istituto Lombardo, Pavia, Tipografia Fratelli Fusi, 1895.

Je ne connais pas ce livre, mais c'est une référence à l'époque d'Arrhenius (1896). De Marchi passe en revue les nombreuses théories sur les âges glaciaires. Voir Mudge, 1997 ; Bard, 2004.

1896 Découverte de la radioactivité par le physicien français Henri Becquerel (1852-1908), qui partagera le prix Nobel de physique en 1903 avec Pierre (1859-1906) et Marie Curie (1867-1934).

Svante ARRHENIUS (1859-1927), « On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground », *The London, Edinburgh and Dublin* ***Philosophical Magazine*** *and Journal of Science*, 1896, 41(251), p. 237-276.

« A simple calculation shows that the temperature in the Arctic regions would rise 8 to 9 degrees Celsius if the carbonic acid increased to 2.5 or 3 times its present value. In order to get the temperature of the ice age, the carbonic acid in the air should sink to 0.65 to 0.55 of its present values, lowering the temperature by 4 to 5 degrees Celsius. »

Texte extrait d'une communication présentée à l'Académie royale des sciences de Suède, le 11 décembre 1895. Cette étude de synthèse sur les changements climatiques et les oscillations des périodes glaciaires et interglaciaires, en relation avec les oscillations du cycle du carbone est considérée, depuis Plass (1956), comme le fondement historique de la théorie de l'effet de serre. Le savant suédois, l'un des trois pères fondateurs de la chimie physique, prix Nobel de chimie (1903), est aussi un pionnier de la « physique cosmique », et c'est dans ce cadre (proche de celui de Vernadsky) qu'il étudie la « théorie de la serre chaude » *(sic)* dont il attribue la paternité à Fourier (1827), Pouillet et Tyndall. Les mérites d'Arrhénius sont multiples, mais il se préoccupe davantage d'expliquer les périodes glaciaires que de tirer la sonnette d'alarme sur le réchauffement planétaire (de quelques degrés) qui résultera, dans quelques milliers d'années (pense-t-il), d'un doublement

1896 (voire plus) de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère à cause de la combustion des énergies fossiles par la civilisation industrielle moderne. Voir Grinevald, 1990, 1992, 1997; Deléage, 1991; Crawford, 1996; Crawford, 1997; Rodhe et al., 1997; Fleming, 1998; Weart, 2003.

William RAMSAY (1852-1916), *Gases of the Atmosphere: The History of their Discovery*, London, Macmillan, 1896; trad. fr.: *Les gaz de l'atmosphère. Histoire de leur découverte*, Paris, Georges Carré et C. Naud, Editeurs, 1898, 194 p.

Voir Jacobson, 2002.

1897 **Thomas C. CHAMBERLIN** (1843-1928), « A group of hypotheses bearing on climatic changes », ***Journal of Geology***, 1897, 5 (7), p. 653-683.

Voir aussi la suite in Chamberlin, 1898, 1899.

Chercheur américain hors du commun, à l'origine du développement de la géologie à l'Université de Chicago, Chamberlin était un esprit interdisciplinaire exemplaire, reliant – déjà – la géologie à l'astronomie et à la cosmologie, comme son collègue suédois Arrhénius. Il plaidait pour le pluralisme méthodologique. Il découvrit l'une des premières boucles de rétroaction de l'effet de serre, avec la vapeur d'eau (H_2O), et il soutenait la théorie climatique du CO_2, dont l'intuition revient à Tyndall. Cité in Grinevald, 1990.

1898 **Thomas C. CHAMBERLIN** (1843-1928), « The influence of great epochs of limestone formation upon the constitution of the atmosphere », *Journal of Geology*, 1898, 6 (6), p. 609-621.

Voir Chamberlin, 1897, 1899. Cité in Grinevald, 1990; Fleming, 1998; Weart, 2003.

Hugo HILDEBRAND HILDEBRANDSSON (1838-1920) et **Léon TEISSERENC DE BORT** (1855-1913), *Les Bases de la Météorologie Dynamique. Historique, état de nos connaissances*, Paris, Gauthier-Villars, t. 1, 1898, 228 p.; t. 2, 1900, 345 p.

1899 **Svante ARRHENIUS** (1859-1927), « Les oscillations séculaires de la température à la surface du globe terrestre », *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 1899, 10, p. 337-342.

Cet article français du savant suédois n'est pas une traduction de son étude de 1896, mais en reprend quelques points essentiels. Il nous rappelle qu'il n'existe aucune inquiétude dans l'Europe de la fin du XIX^{e} siècle à propos d'un éventuel réchauffement climatique, tout d'abord parce que l'idée la plus répandue était que « la température de notre globe va sans cesse en décroissant lentement ». Cette idée est alors popularisée par *La Fin du monde* de l'astronome Camille Flammarion. Il n'existe pas non plus d'inquiétude à propos d'un éventuel renforcement

1899 de l'effet de serre provoqué par les émissions d'acide carbonique de la combustion industrielle du charbon (Arrhenius n'évoque pas encore le pétrole). Une telle perturbation de l'équilibre du cycle du carbone est envisagée par Arrhénius (qui cite son « honorable collègue, le professeur Högbom »), mais, déduction faite du rôle régulateur de l'océan et de la végétation, une augmentation de 50% de la quantitié d'acide carbonique dans l'atmosphère, « par suite de la combustion industrielle du charbon », correspondant à une « élévation de température de 4 à 5° C », pourrait survenir... « en trois mille ans » !

« Quoi qu'il en soit, il est vraisembable qu'en raison de la consommation toujours croissante du charbon, qui s'attaque non seulement aux dépôts houillers, mais aussi aux dépôts de tourbe, nous marchons vers une période plus chaude, pendant laquelle les conditions de milieu seront en général plus favorable aux êtres vivants. »

Dans un dernier paragraphe, Arrhénius évoque l'atmosphère et la température de la planète Terre, selon l'état assez flou des connaissances en planétologie comparée (avant la lettre) de cette époque « préspatiale » ! Enfin, il faut relire aujourd'hui Arrhénius à la lumière de la théorie Gaïa :

« En résumé, il est évident, d'après ce qui précède, que l'atmosphère qui entoure les planètes, par ses propriétés différentes de l'une à l'autre, fonctionne comme un régulateur extrêmement puissant, qui maintient les conditions thermiques favorables à la vie organique dans des limites beaucoup plus étendues qu'on ne l'eût supposé jadis. »

Thomas C. CHAMBERLIN (1843-1928), « An attempt to frame a working hypothesis of the cause of glacial periods on an atmospheric basis, I, II, III », *Journal of Geology*, 1899, 7 (6), p. 545-561 ; 7 (7), p. 667-685 ; 7 (8), p. 751-787.

1900 **Knut ÅNGSTRÖM** (1857-1910), « Ueber die Bedeutung des Wasserdampfes und der Kohlensäure bei der Absorption der Erdatmosphäre », *Annalen der Physik*, 1900, 3, p. 720-732.

Marcel BRILLOUIN (1854-1948), *Mémoires originaux sur la Circulation générale de l'Atmosphère*, Paris, Georges Carré & C. Naud, 1900, 165 p.

(Mon exemplaire est celui de l'auteur, annoté de sa main !) Marcel Brillouin est le père du physicien Léon Brillouin (1889-1969), le créateur du concept de néguentropie issu de l'équivalence – très discutable – entre information et entropie (statistique).

Edmund Albert LETTS (1852-1918) and **R.F. BLAKE**, « The carbonic anhydride of the atmosphere », *Scientific Proceedings of the Royal Society of Dublin*, 1900, 9, p. 107-270.

(Voir Trabalka et Reichle, éds., 1986, p. 66-88).

1901 **Jean PERRIN** (1870-1942), *Les Principes. Exposé de thermodynamique*, Paris, Gauthier-Villars, 1901, 300 p.

La loi de l'entropie croissante est une loi d'évolution ! L'évolution biologique semble alors soit déroger à cette loi de la physique-chimie, soit la contredire – le débat est alors très vif et oppose différentes écoles de pensée (voir J. Perrin, « Le contenu essentiel des principes de la thermodynamiqe », *Bulletin de la Société française de philosophie*, 1906, 6, p. 81-111.) Cette controverse ne sera pas résolue avant l'introduction du concept de « système ouvert » (Defay, 1929), le succès du petit livre de Schrödinger (1944) et les développements de la thermodynamique de non-équilibre ou des phénomènes irréversibles (Prigogine, 1947).

Alexander Ivanovich WOEIKOF (1842-1916), « De l'influence de l'homme sur la terre », *Annales de géographie*, 1901, 50, p. 97-114 ; 51, p. 193-215.

Ce grand naturaliste russe, professeur de géographie à l'Université de Saint-Pétersbourg, était aussi météorologiste et climatologue. Il était un ami du père d'Alfred Wegener. V. Vernadsky le connaissait bien. Il connaissait l'œuvre de Marsh (1864, 1874) par l'intermédiaire d'Elisée Reclus. Cette étude fait partie des cris d'alarme des naturalistes sur la déforestation et ses conséquences climatiques. Voir Grinevald, 1991, 2005.

1902 Le météorologiste Léon **TEISSERENC DE BORT** (1855-1913) présente à l'Académie des sciences (Paris), le 28 avril 1902, ses résultats surprenants sur la structure thermique verticale de l'atmosphère, introduisant la distinction fondamentale entre la basse atmosphère (turbulente) qu'il va nommer (un peu plus tard) la **troposphère** et la haute atmosphère (calme) qu'il va nommer la **stratosphère**.

Les recherches sur l'ozone dans la haute atmosphère (le premier Congrès scientifique international sera organisé à Paris en 1929) expliqueront cette discontinuité dans le profil vertical des températures qui diminuent avec l'altitude dans la troposphère puis remonte dans la stratosphère (au-delà de la zone stable de la tropopause).

1903 Création de la Ford Motor Company (USA).
(Voir Ford, 1911).

Svante ARRHENIUS (1859-1927), ***Lehrbuch der kosmischen Physik***, Leipzig, Verlag von S. Hirzel, t. 1, *Physik des Himmels* ; t. 2, *Physik der Atmosphere*, 1903, 1026 p.

Un traité pour une discipline scientifique qui n'existe pas encore ! Sur les variations de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère, le cycle du carbone, le renforcement anthropogénique de l'effet de serre et ses conséquences sur le réchauffement de la surface de la Terre, voir le vol. 2, p. 892-893, 916-917.

1903 **Kliment A. TIMIRYAZEV** (1843-1920), « The cosmic function of green plant », *Proceedings of the Royal Society of London*, 1903, 72, p. 424-461.

(Ou C.A. Timiriazeff). Spécialiste de la photosynthèse, ce grand défenseur du darwinisme en Russie est une référence pour Vernadsky et Oparin.

Alfre Russel WALLACE (1822-1913), ***Man's Place in the Universe:*** *a study of the results of scientific research in relation to the unity or plurality of worlds*, London, George Bell & Sons, 1903 ; trad. fr. de Mme C. Barbey-Boissier, *La Place de l'homme dans l'univers. Etudes sur les résultats des recherches scientifiques sur l'unité et la pluralité des mondes*, Paris, Schleicher Frères éditeurs, 1907, 306 p.

Un livre fantastique à relire aujourd'hui ! On a l'impression de visiter la préhistoire de l'hypothèse Gaïa et des théories modernes sur la Biosphère dans le cosmos ! Voir les chap. xi, sur les conditions physiques essentielles à la vie organique ; xiii, sur « la Terre en relation avec la Vie. Conditions atmosphériques » ; le chap. xiv s'intitule : « La Terre est la seule planète habitable du système solaire » (p. 243-260). Contrairement à ses contemporains qui se plaisent à croire que la planète Mars est habitée, Wallace affirme que Mars est totalement inhabitable !

1904 **Vilhelm BJERKNES** (1862-1951), « Das Problem der Wettervorhersage, betrachtet von Standpunkte der Mechanik und der Physik », ***Meteorologische Zeitschrift***, 1904, 21, p. 1-7 ; trad. fr. de Daniel Gondouin : « Le problème de la prévision du temps du point de vue de la mécanique et de la physique », *La Météorologie*, 1995, 9, p. 57-62.

Après des études à Paris (élève de Poincaré) et en Allemagne (élève de Hertz), ce physicien norvégien, né à Christiana (Oslo), rencontre, à l'université de Stockholm, Svante Arrhenius et ses collègues géophysiciens. En 1918, Bjerknes revient en Norvège où il fonde l'Institut de géophysique de Bergen : la fameuse « Ecole de Bergen » va être le berceau de la météorologie moderne. Voir Friedman, 1989 ; Nebeker, 1995 ; Rochas et Javelle, 1993.

1906 **Svante ARRHENIUS** (1859-1927), *Världarnas utveckling*, Stockholm, Gebers, 1906 ; trad. angl., all. et russe, 1908 ; trad. italienne, 1909 ; trad. fr. : ***L'Evolution des mondes***, Paris, Librairie polytechnique Charles Béranger, 1910, 246 p.

Le livre le plus populaire du grand physico-chimiste suédois qui s'aventurait aussi dans la physique cosmique et la cosmologie. Le succès de ce livre tient surtout à la théorie de l'origine extraterrestre de la vie qu'il soutenait et qui s'appelle la panspermie. Pour la théorie de l'effet de serre, voir le chap. 2 : « La vie à la surface des corps de l'espace », où se trouve la première vulgarisation de la théorie selon laquelle les changements de la température moyenne de la surface de la Terre sont associés avec les variations de la concentration du dioxide de carbone dans l'atmosphère (la « théorie de la serre chaude » du gaz carbonique),

1906 et le rôle climatique des émissions de gaz carbonique dans l'atmosphère engendrées par l'utilisation massive et accélérée des énergies fossiles (charbon et pétrole) par la civilisation industrielle. Arrhénius, qui habite le nord de l'Europe, se montre plutôt optimiste sur les conséquences climatiques et humaines d'un tel réchauffement de la Terre. Voir Grinevald, 1990, 1992 ; Crawford, 1997 ; Fleming, 1998 ; Weart, 2003.

1907 **Henri BERGSON** (1859-1941), ***L'Evolution créatrice***, Paris, Librairie Félix Alcan, 1907, 372 p.

Voir surtout le chapitre III où il est question de la Vie, et des systèmes vivants, dans le contexte cosmique du système solaire et de son énergétique à la lumière des deux principes de la thermodynamique. Bergson considère la loi de l'entropie de Clausius, c'est-à-dire le principe de Carnot, comme « la plus métaphysique des lois de la nature, en ce qu'elle nous montre du doigt, (...) la direction où marche le monde ».

Voir Georgescu-Roegen, 1995, p. 204.

1908 **Charles G. ABBOT** (1872-1973) et **F.E. FOWLE** déterminent enfin la « constante solaire ». *Annals of the Astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution*, Washington.

Bernard BRUNHES (1867-1910), ***La Dégradation de l'Energie,*** Paris, Flammarion, « Bibliothèque de Philosophie scientifique », 1908, 394 p. (Rééd. : coll. « Champs », 1991, 410 p.)

Un classique de l'histoire et de la philosophie du principe de Carnot et de la thermodynamique classique (la science de l'énergie), qui reste d'une grande utilité pédagogique, notamment à propos des malentendus qui entourent le mot « énergie » et les implications économiques du Second principe de la thermodynamique. Une source méconnue pour la bioéconomie de Georgescu-Roegen (qui possédait ce livre chez lui à Nashville). Bernard Brunhes, qui a aussi laissé son nom en géologie (en paléomagnétisme), est le frère du grand géographe Jean Brunhes (1869-1930), qui le cite à propos de la « Raubwirthschaft » dans sa *Géographie humaine*. Voir Grinevald, 1976, 1977, 1982 ; Raumolin, 1984 ; Martinez-Alier, 1987.

Frank W. CLARKE (1847-1931), ***The Data of Geochemistry***, United States Geological Survey Bulletin 330, Department of Interior, Washington, Government Printing Office, 1908, 716 p.
(2e éd. 1911, 3e éd. 1916, 4e éd. 1920, 5e éd. 1924, 841p. Voir Vernadsky, 1924).

Le chimiste F.W. Clarke est le patron, de 1883 à sa retraite en 1925, du laboratoire d'analyse, à Washington, de l'U.S. Geological Survey, fondé en 1879 (et qui publie les statistiques officielles des ressources minérales et notamment de l'état des réserves de pétrole). Ce Service géologique de l'Administration fédérale s'est

1908 souvent trompé dans ses estimations ! Si le terme de **géochimie** a été créé dès 1838 par le chimiste allemand Christian Friedrich Schönbein (1799-1868), professeur à l'Université de Bâle, célèbre comme « découvreur de l'ozone » (mais aussi inventeur de puissants explosifs !), c'est ce gros travail de compilation systématique de Clarke qui marque la naissance de la géochimie, comme nouvelle discipline remplaçant l'ancienne géologie chimique et l'ancienne chimie géologique. Dans la *Géochimie*, Vernadsky (1924), qui a été immédiatement marqué par *Data of Geochemistry*, présente cette discipline hybride comme une « nouvelle science du XX^{e} siècle ». A vrai dire, dans le monde occidental, la géochimie ne devient une *big science* qu'au lendemain de la Deuxième Guerre mondiale, dans l'héritage scientifique et instrumental du Projet Manhattan – le MED, dirigé par le Corps des Ingénieurs de l'U.S. Army, a été dissous en 1946 et son héritage transféré dans la nouvelle administration civile de la puissante Atomic Energy Commission (AEC). C'est donc à l'Université de Chicago que se situe alors La Mecque de la géochimie américaine, dans le contexte scientifico-militaire de la Guerre froide. Il en va de même du côté soviétique. A côté de l'école russe de Vernadsky et Fersman, la géochimie doit aussi ses fondements aux travaux, en Norvège et en Allemagne, du minéralogiste Victor Moritz Goldschmidt (Rankama et Sahama, 1950 ; Mason, 1952).

Henry LE CHATELIER (1850-1936), *Leçons sur le carbone, La combustion, Les lois chimiques*, Paris, Dunod & Pinat, Hermann, 1908, 456 p.

Le héros – un officier du Génie de l'Armée française ! – s'appelle Sadi Carnot, le fils aîné du Grand Carnot. Qui a dit que la science n'avait pas de patrie ? Le grand métallurgiste et physico-chimiste français lui consacre de nombreuses pages, soulignant la motivation industrielle de l'auteur des *Réflexions sur la puissance motrice du feu*. Le Chatelier (avec Pierre Duhem) est le premier en France à réaliser l'importance des travaux de Gibbs. Cité in Vernadsky, 1924.

1909 **Wilhelm OSTWALD** (1853-1932), *Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft*, Leipzig, Verlag von Dr. Werner Klinkhardt, 1909 ; trad. fr. : ***Les fondements énergétiques de la science de la civilisation***, Paris, Girard et Brière, 1910, 148 p.

L'un des créateurs, avec Arrhenius et le hollandais J.H. van't Hoff, de la chimie physique, le professeur W. Ostwald développa toute une philosophie moniste « énergétiste » dont l'influence sur la pensée sociale n'est pas négligeable... il inspira plusieurs auteurs, dont l'anthropologue évolutionniste américain Leslie White (critiqué par Claude Lévi-Strauss). Voir Grinevald, 1979, 1982, 1990 ; Martinez-Alier, 1987.

Eduard SUESS (1831-1914), ***Das Antlitz der Erde***, Wien, Prag, Leipzig, G. Freytag, t. III, 2, 1909, chap. XXVII, « Das Leben ».
(Le *magnum opus* du grand géologue viennois se compose de plusieurs volumes : t. I, 1883 ; t. I, II, 1885 ; t. II, 1888 ; t. III, 1, 1904 ; t. III, 2, 1909).

1909 Trad. fr. : ***La Face de la Terre***, trad. fr. et annotée sous la direction d'Emmanuel de Margerie, t. III, 4e partie (Fin), épilogue de Pierre Termier, Paris, Armand Colin, 1918, 1724 p.

Chapitre final (XXVII), « La Vie » :

« Carl Rokitansky, l'un des éminents fondateurs de l'anatomie pathologique, au cours des longues années qu'il enseigna dans la grande ville de Vienne, eut entre les mains des milliers de cadavres humains. Il vit passer les générations ; il vit comment, en dehors de l'espèce humaine, le même cycle : naissance, nutrition, reproduction, mort, se répétait sous les modalités les plus différentes. Toute vie lui apparut comme un aspect particulier d'un même phénomène total et il put, résumant son expérience, parler non pas de l'unité ou de l'origine commune, mais de la *solidarité* de toute vie.

« C'est à Lamarck et à Darwin que nous devons d'être arrivés à cette conception. Or, maintenant que la route est frayée, cette vue ne nous apparaît plus comme le résultat final d'une vaste synthèse, mais comme le point de départ commun, physiologique, auquel ces grands savants nous ont amenés. Elle implique la notion d'une *Biosphère*, qui marque à la vie sa place au-dessus de la Lithosphère, et qui d'ailleurs n'embrasse que la vie sur notre planète, avec les conditions de température, de constitution chimique, etc., qu'elle suppose, et à l'exception de toutes les spéculations sur les processus vitaux dont d'autres corps célestes peuvent être le siège. De ces conditions, il résulte que la biosphère est un phénomène limité non seulement dans l'espace, mais aussi dans le Temps » (p. 1632-1633).

Voir Teilhard de Chardin, 1925, 1955 ; Vernadsky, 1924, 1926, 1929, 1998 ; et Grinevald, 1987, 1988, 1990, 1991 ; Smil, 2000.

1910 **Wilhelm OSTWALD** (1853-1932), ***L'Energie***, Paris, Librairie Félix Alcan, 1910, 238 p.

Ce livre (qui ne contient aucune indication sur l'édition originale allemande) a connu plusieurs rééditions dans l'entre-deux-guerres avant de disparaître dans les oubliettes d'une historiographie souvent très partiale. Grande figure de la science germanique du tournant du siècle, Ostwald est pourtant bien connu comme l'un des trois principaux fondateurs de la chimie physique, prix Nobel de chimie en 1909. Ernst Haeckel lui demanda de présider la Ligue Moniste Allemande fondée en 1906 pour propager la philosophie de l'unité de la Nature qui entendait remplacer la vision mécaniste et dualiste cartésienne qui avait séparé l'Homme et la Nature. L'échec tragique de cette première « écologie politique » germanique n'a pas cessé d'assombrir les racines idéologiques des Verts (les *Grünen* en Allemagne), malgré les malentendus évidents qui encombrent ce genre de pseudo-filiation historique entre l'écologisme et le national-socialisme. Ostwald fut le premier soutien pour Arrhénius dont la thèse sur la dissociation électrolytique avait été mal acceptée. Plus important : la philosophie énergétiste, dont Ostwald est le principal théoricien et propagandiste, s'est retrouvée en conflit violent avec l'épistémologie néo-mécaniste, dont le Viennois Ludwig Boltzmann était le défenseur héroïque, avant de se suicider en 1906 à Duino, au bord de

1910 l'Adriatique (là où Rilke, le poète, écrivit ses *Elégies*). Les fondateurs de la mécanique statistique furent les grands adversaires de l'énergétisme, mais le plus virulent et le plus inattendu des protagonistes de ce drame épistémologique, ce fut Lénine – dont *Matérialisme et empiriocriticisme* (Moscou, 1909, 2e éd. 1920 ; trad. fr. : Paris, Editions sociales internationales, 1928, 427 p.) devint le dogme officiel de l'Union soviétique de Staline. Que Lénine prenne parti pour les atomistes néomécanistes contre les énergétistes et les « disciples russes de Mach » n'est pas sans signification pour évaluer, aujourd'hui (voir Georgescu-Roegen, 1995), cette ténébreuse affaire qui marque le tournant funeste de l'aventure atomiste de l'Occident et la dérive nucléaire des Grandes puissances. Ce que W. Ostwald appelait « l'impératif énergétique » n'impliquait pas, pour ainsi dire, les atomes ; il disait simplement : « ne gaspillez pas l'énergie, utilisez-la ! »

1911 **Henry FORD** (1863-1947), qui a construit sa première automobile en 1896, lance la production en série de son « modèle T » créé en 1908.

La productivité va vite augmenter, les salaires aussi, et les ouvriers vont pouvoir acheter cette automobile populaire dont le prix a aussi évolué à la baisse. En 1926, la production est de 1 800 000 voitures (le prix est passé de 1200 à 295 dollars). La concurrence de General Motors stimule le marché. C'est une révolution dans les transports, les routes et les villes. Selon Ford, c'est une philosophie sociale. (cf. H. Ford, *Le Progrès*, trad. fr. par Arthur Foerster, Paris, Payot, 1930). Le terme de « Fordisme » provient des critiques marxistes et se diffuse dans les années 1930 pour caractériser tout le modèle américain du capitalisme industriel.

Dans le même temps, l'ingénieur Frederick W. Taylor (1856-1915) recherche la maximisation de la productivité du travail, concept technocratique qu'il diffuse dans *Principles of Scientific Management*, publié en 1911. Les fascistes, les bolchéviks et les nazis sont fascinés par le productivisme du Nouveau Monde !

Le nombre d'automobiles aux Etats-Unis, de 1 200 00 en 1909, monte à 4,8 millions en 1940. Cette nouvelle civilisation de l'automobile est alors une exception dans le monde. Il est vrai que les USA dominent l'industrie pétrolière mondiale.

Dans le monde de 1948, le nombre d'automobiles sera proche de 65 millions ; 123 millions en 1960 ; 208 millions en 1970 ; 300 millions en 1977... environ 800 millions aujourd'hui.

Wilhelm OSTWALD (1853-1932), « Der energetische Imperativ », *Annalen der Naturphilosophie*, 1911, 10, p. 113-117.

Ostwald a développé cet argument – « ne pas gaspiller l'énergie ! » – dans son livre *Der Energetische Imperativ*, Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 1911.

Alfred WEGENER (1880-1930), *Thermodynamik der Atmosphäre*, Leipzig, J. A. Barth, 1911, 331 p.

Le génial créateur de la théorie de la « dérive des continents » est un savant difficile à classer, selon le critère académique moderne des disciplines. C'est un

1911 physicien, au vieux sens du terme, dans la tradition encyclopédique de Humboldt, l'auteur du *Cosmos*. Avec son beau-père W. Köppen, il passe de l'astronomie à la météorologie, de la géographie physique à la biogéographie et à la paléoclimatologie (Köppen et Wegener, 1924). Voir Wegener, 1912, 1915.

1912 **Alfred WEGENER** (1880-1930) présente le 6 janvier 1912, devant l'assemblée annuelle de la *Geologische Vereinigung*, à Frankfurt/Main, ses « idées nouvelles » sur la formation des grandes structures (continents et océans) de la surface de la Terre. C'est la naissance (l'idée n'est pas entièrement nouvelle) de l'hypothèse de « la dérive des continents ». Voir Wegener, 1915.

1913 **Lawrence J. HENDERSON** (1878-1942), ***The Fitness of the Environment:*** *an inquiry into the biological signifcance of the properties of matter*, New York, Macmillan, 1913, 317 p.
(Rééd. avec une introduction de George Wald, Boston, Beacon Press, 1958 ; cité in Grinevald, 1987).

Chap. VIII, « Life and the cosmos » : « A half century has passed since Darwin wrote "The Origin of Species", and once again, but with a new aspect, the relation between life and the environment presents itself as an unexplained phenomenon. The problem is now far different from what it was before. For adaptation has won a secure position among the greatest of natural processes, a position from which we may suppose it is certainly never to be dislodged ; and natural selection is its instrument, even if, as many think, not the only one » (p. 274).

Ce livre marque le retour d'une conception holistique de la vie, indissolublement liée à son milieu terrestre. Ce grand physiologiste américain, ami et collègue de Walter Cannon à Harvard, a fait une partie de ses études en France, à l'Université de Grenoble, et, avec Cannon (concept d'homéostasie), il poursuit et élargit l'héritage scientifique du grand Claude Bernard (voir p. 286-287), à qui il reprend, comme Vernadsky (1924), l'idée du rapport indissoluble entre l'organisme vivant et son « milieu cosmique », son environnement. Henderson, qui s'inspire de la physico-chimie (il cite Arrhenius notamment) et de la thermodynamique chimique de Gibbs, souligne l'importance environnementale des propriétés de l'eau et du dioxyde de carbone « for the great biological cycle upon the earth » (p. 133). C'est l'un des grands livres fondateurs des sciences environnementales, avant le catastrophisme écologique de l'après-Hiroshima. Voir aussi Cannon, 1929, 1932.

Arthur HOLMES (1890-1965) publie la première édition de ***The Age of the Earth*** (London, 1913)

Il estime que notre Mère la Terre est vieille de 1,6 milliard d'années.

Il ne cessera de modifier son estimation, comprenant vite que c'est dans les mesures physiques de la radioactivité et des isotopes que se trouve la clé de la controverse entre Lord Kelvin (qui calculait une histoire de la Terre relativement courte, selon son point de vue thermodynamique, et les géologues, acquis aux

1913 idées évolutionnistes, qui imaginaient un temps géologique beaucoup plus profond, sans savoir encore le mesurer correctement. En 1946, Holmes donnera à la Terre un âge de 2,9 milliards d'années ; et l'année suivante : 3,35 milliards. Voir Cherry L.E. Lewis, *The Dating Game : One Man's Search for the Age of the Earth*, Cambridge, Cambridge University Press, 2000, 253 p. Voir Holmes, 1965 ; Patterson, 1956 ; Richet, 1999 ; Jackson, 2006.

1914 1918 « La Grande Guerre », la Première Guerre mondiale.
Le charbon domine le développement des « nations civilisées » (la production mondiale de charbon dépasse 1200 millions de tonnes) mais *le pétrole* devient, à cause de la mécanisation des forces armées, la ressource stratégique par excellence (entre 1913 et 1920, la production mondiale de pétrole passe de 20 millions à 100 millions de tonnes).

1915 **William D. MATTHEW** (1871-1930), « Climate and evolution », *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1915, 24, p. 171-318.
(Rééd. : Special Publications of the New York Academy of Sciences, vol. 1, 1939, 223 p.)

Matthew est un biogéographe et un paléoclimatologue. Cette étude très documentée rappelle les controverses de l'époque juste avant la parution du livre de Wegener (1915).

Alfred WEGENER (1880-1930), ***Die Entstehung der Kontinente und Ozeane***, Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1915, 94 p.
(2e éd. 1920, 135 p. ; 3e éd. 1922, 144 p. ; 4e éd. 1929, 231 p.)

(Il existe une récente édition conjointe de la 1re éd. de 1915 et de la 4e éd. de 1929 : Borntraeger, Verlagsbuchhandlung, 2005, 481 p.)

Première traduction française (3e éd. all.) : ***La genèse des continents et des océans. Théorie des translations continentales***, Paris, 1925, 161 p. ; la seconde (4e éd. all.) : Paris, Librairie Nizet et Bastard, 1937, 236 p. (rééd. Christian Bourgois, 1990).

« Nous sommes – écrit Wegener dans la préface de la 4e édition (1928) – devant la Terre comme un juge devant un accusé refusant toute réponse, et nous avons la tâche de découvrir la vérité à l'aide de *présomptions*. (...) Ce n'est qu'en réunissant les données de toutes les sciences qui se rapportent à l'étude du globe que nous pouvons espérer obtenir la « vérité », c'est-à-dire l'image qui systématise de la meilleure façon la totalité des faits connus et qui peut, par conséquent, prétendre être le plus probable. Et, même dans ce cas, nous devons nous attendre à ce qu'elle soit modifiée, à tout moment, par toute nouvelle découverte, quelle que soit la science qui l'ait permise. »

Alors que *La Face de la Terre* de Suess marque la fin d'une époque, commencée avec les *Principes de Géologie* de Lyell (mais Suess est aussi une transition vers le mobilisme et Wegener s'en inspire !), la théorie audacieuse de Wegener, qui ne manque pas de précédents (comme Wegener le reconnaît dans l'édition de 1928)

1915 annonce une nouvelle vision de la Terre, que peu de ses contemporains acceptent. Le géologue suisse Emile Argand (1879-1940), qui lui apporte son soutien au Congrès international de géologie à Bruxelles en 1922 (voir « La Tectonique de l'Asie », *Compte rendu du XIII^e^ C.G.I.*, Liège, 1924, p. 171-372), souligne l'opposition du « mobilisme » de Wegener avec le « fixisme » de la tradition géologique.

« A moving continent is as strange as a moving earth was to our ancestors, and we may be as prejudiced as they were », selon Philip Lake (« Wegener's displacement theory », *Geological Magazine*, 1922, 59, p. 338-346), cité par Ursula B. Marvin, *Continental Drift. The Evolution of a Concept*, Washington, Smithsonian Institution Press, 1973, p. 5).

L'historien anglais de la géologie Anthony Hallam a significativement écrit :

« Le véritable obstacle au triomphe de Wegener n'était pas tant l'insuffisance des données qu'une certaine Gestalt de la Terre : le paradigme stabiliste. » *Une révolution dans les sciences de la Terre (de la dérive des continents à la tectonique des plaques,* trad. de l'anglais (1973), Paris, Seuil, 1976, p. 159 ; cité in Grinevald, 1987).

Voir Kristie Macrakis, « Alfred Wegener : self-proclaimed scientific revolutionary », *Archives internationales d'histoire des sciences*, 1984, 34(112), p. 163-176 (communication personnelle) ; Martin Schwarzbach, *Wegener 1880-1930 : le père de la dérive des continents*, trad. de l'all. (1980), Paris, Belin, 1985, 144 p. ; et Wilson, 1968 ; Oreske, 1999.

1920 **Milutin MILANKOVITCH** (1879-1958), *Théorie mathématique des phénomènes thermiques produits par la radiation solaire*, Académie des sciences et des arts de Zagreb, Paris, Gauthier-Villars, 1920, 339 p.

Fondement moderne de la théorie des grands cycles glaciaires-interglaciaires dans l'histoire climatique de la Terre, bien avant la confirmation des travaux de la glaciologie et de la paléoclimatologie démontrant les oscillations de la température moyenne de la Terre et leur corrélation avec les variations de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère. Dans les années 1980, la théorie astronomique des changements climatiques de Milankovitch a été revisitée grâce au professeur André Berger, de l'Institut d'Astronomie et de Géophysique de l'Université Catholique de Louvain, envers qui j'ai une dette de reconnaissance astronomique pour tout ce qu'il m'a généreusement donné et appris. Voir Köppen et Wegener, 1924 ; Schneider et Londer, 1984 ; Berger, 1992. A. Berger et al., éds, 1984. A. Berger et T.P. Andjelic, « Milutin Milankovitch, père de la théorie astronomique des paléoclimats », *Histoire et Mesure*, 1988, 3(3), p. 385-402.

1922 **Alfred J. LOTKA** (1880-1949), « Contribution to the energetics of evolution », *Proceedings of the National Academy of Sciences* (USA), 1922, 8, p. 147-158.

Voir Lotka, 1925, 1934, 1939, 1944, 1945 ; Boltzmann, 1886 ; Georgescu-Roegen, 1971, 1995 ; H. Odum, 1971 ; Grinevald, 1982, 1984, 1987 ; Martinez-Alier, 1987.

1922 **Victor Moritz GOLDSCHMIDT** (1888-1947), « Der Stoffwechsel der Erde », *Zeitschrift für Elektrochemie und angew. Physikalische Chemie*, 1922, 28, p. 411-421.

Petit texte prophétique ! Le « métabolisme de la Terre », c'est la métaphore géophysiologique par excellence de la nouvelle conception du Système de la Terre, avec les grands cycles géochimiques et biogéochimiques de la planète Gaïa (Goldschmidt a été en relation avec Vernadsky). Aujourd'hui, les nouvelles approches de la bioéconomie, de l'économie écologique et de l'écologie industrielle s'intéressent au « métabolisme industriel » de l'économie mondiale dans le cadre du grand métabolisme biogéochimique de la Biosphère. L'œuvre en allemand de V.M. Goldschmidt, considéré comme le père de la géochimie moderne (Mason, 1992), est difficile d'accès et réservée aux spécialistes. Voir Goldschmidt, 1929 ; Vernadsky, 1924.

Lewis Fry RICHARDSON (1881-1953), *Weather Prediction by Numerical Process*, Cambridge, Cambridge University Press, 1922, 236 p.
(Rééd. : New York, Dover, 1965).

Faire de la météorologie une science exacte, mathématique, une physique de l'écoulement atmosphérique (selon les principes de la mécanique des fluides et de la thermodynamique), n'était pas une idée entièrement nouvelle. Voir aussi Bjerknes, 1904. Richardson, chercheur anglais non-conformiste, et visionnaire, un temps assistant de Karl Pearson, le fondateur de la statistique mathématique moderne, est un pacifiste bien connu, pionnier de la *Peace Research*. Il fut objecteur de conscience (un Quaker comme Luke Howard) durant la Grande Guerre. C'est lui qui lança en météorologie, avec une avance de vingt ans sur l'utilisation de l'ordinateur, l'idée du calcul numérique pour la prévision du temps (l'évolution de la circulation atmosphérique). De cette prévision numérique du temps, on passera, dans les années 1960 à la modélisation numérique de l'évolution du climat global (voir Manabe et Wetherald, 1967). Voir G. Platzman, « A retrospective view of Richardson's book on weather prediction », *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1967, 48, p. 514-550. Voir aussi Nebeker, 1995 ; et Rochas et Javelle, 1993 ; Miller et Edwards, éds, 2001.

Robert Lionel SHERLOCK (1875-1948), ***Man As A Geological Agent***, Foreword by A. S. Woodward, London, H.F. & G. Witherby, 1922, 372 p.

« Assuming T.C. Chamberlin's working hypothesis, referred to above, is correct, and that the Permian glacial epoch was caused by the removal of carbon from the atmosphere by living beings during the Carboniferous period, we may reasonably consider the result of a reversal of the process.

« The world's annual consumption of coal now exceeds 1000 millions tons. Taking the average percentage of carbon in coal as 84, and supposing that 4% remains unburnt in the ash, then 800 millions tons of carbon are annually burnt to make 2,933 million tons of carbon dioxide, which passes into the atmosphere. This also receives a considerable amount of carbon dioxide from burnt petroleum.

1922 (...) In 1908 the world's output was about 40 millions tons, and the total output of petroleum, up to 1908 inclusive, was 446 319, 514 tons. The average percentage of carbon dioxide added to the atmosphere by burning the above amount of oil is 1 209 079 563 tons. In reallity this far below the true amount, for there has been an appalling waste of oil and natural gas by fires at the wells, and the real figure is probably fully 2,000 million tons of carbon dioxide. At three parts in 10 000 the carbon dioxide in the atmosphere amounts to about 2 200 000 million tons, equivalent to 600 000 million tons of carbon. At the present rate of consumption of coal and oil, which adds some 840 million tons of carbon to the air annually, it is clear that in about seven hundred years the carbon dioxide in the air would be doubled, and in one thousand four hundred years trebled, bringing about the warm climate foretold by Arrhenius, unless there are means of removal as yet unknown. (...) (p. 305-306).

« Truly it would seem as if " Man strews the earth with ruin. " Man's most permanent memorial is a rubbish-heap, and even that is doomed to be obliterated.

« Perhaps the most difficult, and at the same time the most interesting, problem that arises in connection with our subject is the relation between Man's psychology and his geological activities. His most profound interference with Nature have their origin in his thoughts, and it is the changes in Man's ideas that are responsible for the intermittency of his activities » (p. 343).

Tout ce chapitre IX – sur les effets de la combustion du charbon, du pétrole, et de la déforestation sur l'atmosphère et le climat – est à relire aujourd'hui. Ce géologue anglais cite Arrhenius, Chamberlin, Clarke, Jevons, Marsh, Reclus, Woeikof... Il fait une étonnante comparaison entre l'activité naturelle des « sauvages » et l'activité artificielle des « civilisés », tout en notant que cette distinction « is unreal » (p. 344).

1923 **Svante ARRHENIUS** (1859-1927), « Les sources mondiales d'énergie », in *Conférences sur quelques problèmes actuels de la chimie physique et cosmique*, faites à l'Université de Paris en avril et mai 1922, Paris, Gauthier-Villars, 1923, p. 73-92.

Arrhénius ne s'inquiète pas ici d'un éventuel réchauffement du climat, mais de l'épuisement des réserves de combustibles fossiles :

« La consommation de la houille avant la guerre, écrit-il, s'est accrue du double en une dizaine d'années. De là résulte que nous avons consommé autant de charbon fossile en dix ans, que l'homme en a brûlé durant tout le temps passé. **Le développement a été, pour ainsi dire, explosif et nous courons à une catastrophe**. Ce progrès explosif est le signe caractéristique de l'industrialisme. Il n'est pas limité à l'usage du charbon, mais il s'étend aux différentes autres matières premières. » Cité in Grinevald, 1990.

1924 First World Power Conference (1re Conférence mondiale de l'énergie), London, 11 juillet 1924, (1700 délégués de 40 nations), organisateur : l'industriel britannique Daniel DUNLOP (1868-1935) (le nom de Conférence mondiale de l'énergie sera adopté au Congrès de Moscou en 1968).

1924 **Henrik LUNDEGARDH** (1912-1969), *Der Kreislauf der Kohlensäure in der Natur*, Jena, Fischer Verlag, 1924, 308 p.

Ce grand spécialiste suédois de la physiologie végétale présente une synthèse des travaux de son temps sur le cycle du dioxyde de carbone et rappelle l'importance des échanges entre la végétation et l'atmosphère.



Vladimir I. VERNADSKY (1863-1945), ***La Géochimie***, Paris, Librairie Félix Alcan, « Nouvelle Collection scientifique », 1924, 404 p.

« Mais à notre époque géologique – ère psychozoïque, ère de la Raison – se manifeste un nouveau fait géochimique d'une importance capitale. Dans le cours des derniers milliers d'années l'action géochimique de l'humanité, qui au moyen de l'agriculture s'empare de la matière vivante verte, est devenue intense et excessivement multiple. Nous observons une étonnante rapidité de la croissance de cette action. C'est l'action de la conscience et de l'esprit collectif de l'humanité sur les processus géochimiques. L'homme a introduit une nouvelle forme d'action de la matière vivante avec la matière brute. Ce ne sont plus seulement les éléments nécessaires à la production, à la formation de la matière vivante qui entrent ici en jeu et changent ses édifices moléculaires. Ce sont des éléments nécessaires à la technique et à la création des formes civilisées de la vie. L'homme agit ici non comme *Homo sapiens*, mais comme *Homo faber* » (p. 342).

(Vernadsky cite en note *L'Evolution créatrice* de Bergson, 1907).

« Une force géologique nouvelle est certainement apparue à la surface terrestre avec l'homme » (p. 344).

Ce livre fondamental – ignoré par les philosophes et les historiens des sciences – présente la géochimie, « l'histoire des éléments chimiques dans notre planète », comme une « science nouvelle du XX^{e} siècle ». Il fut traduit en allemand en 1930 et en russe en 1934. Il contient les conférences que Vernadsky donna à la Sorbonne en 1922-23, grâce à l'invitation du Recteur de l'Université de Paris, le mathématicien Paul Appell (1855-1930). Parmi l'audience, assez faible, il y avait Edouard Le Roy et parfois Pierre Teilhard de Chardin. Vernadsky séjourna en France de mai 1922 à décembre 1925, avant de retourner, en s'arrêtant à Prague où résidait son fils, en URSS, en 1926, où il poursuivra ses travaux de biogéochimie avec le soutien de ses amis de l'Académie des sciences. Le chap. 3, « Le carbone et la matière vivante dans l'écorce terrestre » (p. 208-344) est une grandiose synthèse de l'état de la question du cycle du carbone, qui inclut la perturbation humaine (avec la déforestation surtout).

Une traduction anglaise de *La Géochimie* (d'après la version russe) vient juste de paraître aux Etats-Unis : *Essays on Geochemistry and the Biosphere*, Santa Fe, Synergetic Press, 2006, 480 p.

1924

Biologie + géologie + chimie = biogéochimie

La philosophie et l'histoire des sciences n'ont guère prêté attention jusqu'ici aux origines et à l'évolution de la biogéochimie, considérée comme une branche de la géochimie (Vernadsky, 1924 ; Mason, 1952). La biogéochimie est une nouvelle discipline créée par Vernadsky au cours des années 1920, dans le cadre de ses recherches sur le rôle de la « matière vivante » dans l'écorce terrestre, autrement dit la face de la Terre. Elle dérive de son étude des sols (Vernadsky fut un élève et un collaborateur de V. Dokuchaev, le père de la pédologie génétique) et de sa grandiose vision géologique du rôle des organismes et microorganismes vivants dans la coévolution de la lithosphère, de l'hydrosphère et de l'atmosphère, c'est-à-dire dans la formation de « la biosphère », cette « enveloppe géologique » de la Terre pénétrée et *animée* par la prodigieuse activité biologique qui utilise le flux de l'énergie libre du rayonnement solaire. La biogéochimie, à la suite de Vernadsky et de son école russe, est devenue la science de la Biosphère, au carrefour des sciences de la Vie et des sciences de la Terre qu'elle réunit justement pour étudier cette « totalité » bioinerte qu'est la Biosphère, donnant un sens scientifiquement plus précis au vieux terme de Nature usité par l'Histoire naturelle du XIX^{e} siècle. Le terme de biogéochimie apparaît pour la première fois sous la plume de Vernadsky, à ma connaissance, dans un texte français de 1923, intitulé « plaidoyer pour l'établissement d'un laboratoire bio-géochimique » (je l'ai vu dans le « dossier Vernadsky » aux Archives de l'Institut à Paris. On ne m'a pas autorisé à le publier !). Il a été publié en anglais la même année dans les *Transactions of the Liverpool Biological Society*.

Malgré les relations internationales de Vernadsky, sa proposition de créer un laboratoire de recherche en biogéochimie resta lettre morte à l'époque, tant en France qu'en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis. C'est l'une des raisons de son retour en URSS, où sa chère Académie lui permit de poursuivre ses travaux scientifiques (la censure communiste interdit les publications qu'elle jugeait non conforme au dogme du matérialisme dialectique !) et c'est dans l'Union soviétique de Staline que Vernadsky bénéficia d'un Laboratoire de biogéochimie ! La réception des idées biogéochimiques de Vernadsky en Allemagne : son livre de *Géochimie* fut traduit en 1930, à un bien mauvais moment ! Elles ont été ravivées notamment par Wolfgang E. Krumbein, un pionnier de la géomicrobiologie environnementale et de la géophysiologie à l'Université d'Oldenburg.

Notre rencontre, à Lutry, sur les rives vaudoises du Léman, reste pour moi un souvenir impérissable. J'étais manifestement face à un génie, digne héritier de Goethe et d'Alexandre de Humboldt !

La biogéochimie vernadskienne, développée en Union soviétique durant la pire époque stalinienne, est restée largement méconnue à l'étranger, à l'exception, aux Etats-Unis, de George Evelyn Hutchinson, qui bénéficia, à Yale University (New Haven), d'un accès direct aux travaux de Vernadsky, grâce à la collaboration de son collègue et ami George Vernadsky (1887-1973), le fils du savant,

1924 installé à Yale comme professeur d'histoire russe (communication personnelle du prof. G. E. Hutchinson). Dans le monde anglo-saxon, c'est dans le sillage des publications de G. Evelyn Hutchinson et ses étudiants et collaborateurs que se développa la recherche sur les cycles biogéochimiques, au voisinage de la limnologie, de la pédologie et de l'écologie (voir Lindeman, 1942 ; Odum, 1953).

Toutefois, c'est avec la montée en puissance de l'écologie globale (l'écologie écosystémique à l'échelle de la planète), et des sciences de l'atmosphère, après « la révolution environnementale » (Nicholson, 1970), que ce courant de pensée interdisciplinaire et holistique arriva sur le devant de la scène, notamment grâce au SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment), créé par l'ICSU (International Council of Scientific Unions) à la suite de la « Conférence de la Biosphère » de l'UNESCO (1968). Voir les nombreux rapports sur les cycles biogéochimiques (Lickens, éd., 1981), et leur altération par l'activité humaine, et notamment sur le cycle du carbone. C'est dans ce cadre de la coopération scientifique internationale mobilisée autour des problèmes de l'environnement global que le suédois Bert Bolin, environnementaliste de la première heure, se distingua comme le chef de file de l'étude quantitative et la modélisation du cycle global du carbone et des autres cycles biogéochimiques, en relation directe avec le grand problème de l'énergie, de l'effet de serre et du changement climatique (voir Bolin, 1970, 1975, 1977 ; Bolin et al., éds, 1979, 1981, 1983, 1986 1981). Toutes ces recherches scientifiques restèrent assez méconnues, en dehors des spécialistes, jusque vers la fin des années 1980, lorsque la coopération scientifique intergouvernementale commença à tirer la sonnette d'alarme (Grinevald, 1990) et que le « Global Change » (IGBP) se fit largement connaître. L'hypothèse Gaïa joua un rôle provocateur décisif aussi. Voir Gorham, 1991 ; Schlesinger, 1991, 2004 ; Smil, 1991, 1997, 2002 ; Butcher et al., éds, 1992 ; Vernadsky, 1998 ; Crutzen, 2002.)

Alexander Ivanovich OPARIN (1894-1980) publie sa première étude sur ***l'origine de la vie*** sur Terre faite en 1922 à la Société botanique de Moscou : ***Proiskhozhdenie zhizni***, Moscou, Izd. Moskovshii Raboshii, 1924, 71 p.

(Trad. angl. par Ann Synge in John D. Bernal, *The Origin of Life*, London, Weidenfeld and Nicholson, 1967, appendice I, p. 199-234 ; rééd. p. 31-71 in David W. Deamer et Gail R. Fleischaker, éds, ***Origins of Life: The Central Concepts***, Boston and London, Jones and Bartlett Publishers, 1994, 431 p.)

Ce petit livre russe, proche de la perspective biogéochimique de Vernadsky, est de nos jours vénéré comme *le* texte fondateur de ce nouveau domaine de la recherche scientifique au carrefour des sciences de la vie et des sciences de la Terre : voir Stanley L. Miller, J. William Schopf et Antonio Lazcano, « Oparin's " Origin of Life " : sixty years later », *Journal of Molecular Evolution*, 1997, 44, p. 351-353.

A la suite de l'article du biologiste anglais John B.S. Haldane (1892-1964) – (« The origin of Life », *Rationalist Annual*, 1929, p. 148-153), on parle de la thèse

1924 ou de l'hypothèse Oparin-Haldane. C'est l'émergence d'une approche scientifique – après la démolition de la doctrine de la « génération spontanée » par Louis Pasteur – qui postule une évolution prébiologique de l'inerte au vivant à partir d'un environnement géochimique sur la Terre primitive très différent du milieu terrestre que le métabolisme des microorganismes vivants a progressivement transformé. Les relations entre l'atmosphère et la face de la Terre, entre le climat et l'émergence du vivant, jouent un rôle qui va être de plus en plus discuté par les chercheurs engagés dans cette recherche des origines de la vie sur Terre. L'exploration pétrolière, avec son intérêt scientifique pour la sédimentologie, la micropaléontologie, la paléobiologie, la biogéochimie et la géomicrobiologie, va largement contribuer à l'essor de cette nouvelle vision de la coévolution de la vie et de la Terre.

Les idées d'Oparin, d'abord peu reconnues puis très controversées (ce savant soviétique prendra parti pour Lyssenko !), intéressent directement l'évolution de la pensée géologique et évolutionniste, et se retrouvent dans les débats autour de la Biosphère et de l'hypothèse Gaïa.

Oparin, qui est biochimiste et possède la grande culture naturaliste de son temps, a été marqué par les travaux du grand darwiniste russe Kliment A. Timiriazev (1903) sur le « rôle cosmique des plantes ». Il partage avec Vernadsky, et bien d'autres, ce qu'on appelle le « cosmisme russe ». Une approche de la nature aux antipodes du réductionnisme cartésien qui sera la philosophie naturelle de nombre de pionniers de la biologie moléculaire (Monod, 1970).

Le vieux problème de l'origine de la Vie rejoint ici le problème géochimique de la formation de la Biosphère (le milieu planétaire de la Vie dans le cosmos), impliquant une évolution chimique de la surface du globe terraqué, de la composition des enveloppes terrestres, de l'atmosphère notamment, et une transition entre évolution géochimique et évolution organique puis proprement biologique. C'est une perspective interdisciplinaire révolutionnaire pour l'époque. Voir Schopf, éd., 1983.

Comme *Biosfera* de Vernadsky (1926), ce petit livre russe d'Oparin mit des lustres à se faire connaître et reconnaître. Oparin publiera une version révisée et plus élaborée de cet essai en 1936. Ce nouveau livre sera traduit aux Etats-Unis par Sergius Morgulis : ***Origin of Life***, New York, Macmillan, 1938, 270 p. (rééd. Dover, 1953). Vernadsky est cité plusieurs fois ! Une 3e édition, en 1956, est traduite par Ann Synge en 1957, et porte le titre ***The Origin of Life on the Earth***. C'est le thème du mémorable Symposium international organisé à Moscou, par l'Académie des Sciences de l'URSS, en 1957, et dont la cheville ouvrière est le professeur Alexandr I. Oparin, figure importante dans l'empire de la « science soviétique ». Son ralliement au dogme officiel du « matérialisme dialectique » (postérieur à son essai de 1924) et son attitude dans l'affaire Lyssenko entâchèrent gravement sa réputation aux yeux des biologistes non-marxistes du « monde libre »...

Oparin est malgré tout un savant interdisciplinaire qui joua un rôle décisif, avant bien d'autres, dans le rapprochement des sciences biologiques, de la chimie, de la thermodynamique, des sciences géologiques et de l'astrophysique, qui a ouvert la voie à un autre regard sur l'émergence de la vie sur Terre dans une perspective

1924 cosmologique. Il était d'ailleurs proche du géophysicien russe Otto I. Schmidt (1891-1956), dont il suivit les travaux sur l'origine de la Terre et du système solaire. En français, voir A.I. Oparin, ***L'Origine de la vie sur Terre***, éd. fr. par P. Gavaudan et Michel Guyot, préface, remarques et commentaires par P. Gavaudan (1905-1985), Paris, Masson, 1965, 515 p. Une première initiation se trouvait dans le beau petit livre de Joël de Rosnay, *Les origines de la vie*, Paris, Editions du Seuil, 1966, 190 p. (à qui je dois beaucoup). Il manque une étude fouillée sur les relations entre Vernadsky, Oparin et Schmidt.

Wladimir P. KÖPPEN (1846-1940) et **Alfred WEGENER** (1880-1930), ***Die Klimate der geologischen Vorzeit***, Berlin, Borntraeger, 1924, 256 p.

Aux débuts de la paléoclimatologie moderne, intégrant la dérive des continents. Wegener avait épousé la fille de W. Köppen, éminent météorologiste allemand originaire de St-Pétersbourg. Contemporains et collègues de Milankovitch, 1920 ; Voir Wegener, 1915 (qui utilise, en plus des arguments géophysiques et géologiques, des arguments biogéographiques et paléoclimatiques).

1925 **Alfred J. LOTKA** (1880-1949), ***Elements of Physical Biology***, Baltimore, William & Wilkins Company, 1925, 460 p.
(Rééd. : *Elements of Mathematical Biology*, New York, Dover, 1956.)

« The great industrial era is founded upon, and at the present day inexorably dependent upon, the exploitation of the fossil fuel accumulated in past geological ages. (...) But whatever may be the ultimate course of events, the present is an eminently atypical epoch. Economically we are living on our capital ; biologically we are changing radically the complexion of our share in the carbon cycle by throwing into atmosphere, from coal fires and metallurgical furnaces, ten times as much carbon dioxide as in the natural biological process of breathing » (p. 222).

Lotka et Vernadsky ne se sont jamais rencontrés mais ils se reconnurent et s'apprécièrent mutuellement. Vernadsky (1929) cite Lotka (1925). Lotka citera ensuite Vernadsky (1924, 1929). Lotka n'était pas un écologiste mais il deviendra une source fondamentale pour l'écologie théorique et le débat sur le cycle du carbone et sa perturbation par l'activité industrielle. Il est aussi un prédécesseur direct de la thèse de M. King Hubbert (1949) et de la révolution bioéconomique de Georgescu-Roegen (Grinevald, 1987). Lotka discute, comme Clarke (1908), Arrhenius (1896, 1906) et Chamberlin (1897), de la théorie climatique du CO_2 (imaginée par Tyndall dès les années 1860), et il souligne clairement la perturbation globale du cycle du carbone provoquée par l'époque industrielle des combustibles fossiles. Voir Grinevald, 1990, 1991.

Pierre TEILHARD DE CHARDIN (1881-1955), « L'HOMINISATION. Introduction à une étude scientifique du Phénomène humain », Paris, 6 mai 1925, inédit, (repris in « Œuvres de Teilhard de Chardin », t. 3, *La Vision du Passé*, Paris, Editions du Seuil, 1957, p. 75-111.)

1925 Après la Biosphère de Suess, Teilhard (qui écrit depuis 1924 le mot Biosphère avec une majuscule, parce que c'est « un Tout spécifique, vaste entité tellurique, difficile à représenter... » !) ajoute la formation de la Noosphère, la nouvelle sphère géologique spécifiquement humaine (notamment avec la Technosphère), créée par l'Hominisation (« à partir et au-dessus de la Biosphère ») et que Teilhard interprète comme l'aboutissement planétaire de l'évolution biosphérique (au sens systématique de Teilhard !) de l'histoire de la Terre. Pour Teilhard, en effet, la Biosphère est un domaine nouveau pour la science, ouvert par la Systématique : c'est d'ailleurs cette perspective, considérant le biote dans sa totalité planétaire, dans son unité phylogénétique et son extraordinaire diversité morphologique, qui a été généralement adoptée par les biologistes du XX^e^ siècle qui ignorèrent l'œuvre de Vernadsky et sa distinction entre les notions de « matière vivante » et de « la Biosphère ». Les rares exceptions se trouveront parmi les écologistes de l'école de G.E. Hutchinson ! Ce texte sur L'Hominisation, qui ne manque pas de souffle, est la première esquisse – largement et explicitement utilisée par son ami Edouard Le Roy dans ses cours au Collège de France (Le Roy, 1927, 1928) – de son œuvre majeure, *Le Phénomène humain* (Teilhard de Chardin, 1955). Dès l'année 1920, achevant la lecture de *La Face de la Terre* de Suess, Teilhard notait (Cahier du 25 février 1920) : « Quel sera le Suess de l'Anthroposphère ? » (cité in Mgr Bruno de Solages, *Teilhard de Chardin. Témoignages et étude sur le développemet de sa pensée*, Toulouse, Privat, 1967, p. 141). Cet essai scientifico-philosophique est écrit après les conférences de Vernadsky à la Sorbonne (1922-23), *La Géochimie* de Vernadsky (1924) et après le premier voyage en Chine de notre géologue, paléontologue et mystique évolutionniste qui inquiète déjà les autorités de l'Eglise, à commencer par l'Ordre religieux auquel Teilhard s'est soumis toute sa vie, depuis qu'il était entré chez les Jésuites. Durant mon adolescence très catholique dans le vieux collège jésuite de Dôle (la ville natale de Pasteur), non seulement j'ai lu avec ferveur les œuvres de Teilhard (et la littérature alors à la mode sur sa vie et sa pensée), mais j'ai éprouvé une admiration sans bornes pour la sainteté de ce géologue de terrain, le premier penseur de la Terre en tant que totalité en évolution que je découvrais... à côté de Saint-Exupéry (l'auteur de *Terre des Hommes*). Je n'avais pas encore lu Edouard Le Roy. Teilhard et Le Roy avaient été mis à l'Index par l'Eglise catholique en 1930 ! De plus, les études teilhardiennes étaient muettes sur Vernadsky (comme mon enquête fouillée le confirmera plus tard). La conception biogéochimique de la Biosphère était alors une sorte de savoir ésotérique, à mon sens un peu mieux compris par Le Roy que par Teilhard. Voir Teilhard, 1947 ; Grinevald, 1987a ; 1991.

1926 **Jan Christiaan SMUTS** (1870-1950), ***Holism and Evolution***, New York and London, Macmillan, 1926, 361 p.

« It is my belief that Holism and the holistic point of view will prove important in their bearings on some of the main problems of science and philosophy, ethics, art and allied subjects. » (p. x)

Cet essai philosophico-scientifique est à l'origine du terme et du concept de « holisme » (du grec *holos*, tout). Le point de vue holistique change radicalement

1926 notre perspective dans l'étude de l'évolution de la vie, de l'esprit et de la société. A la suite de Bergson (1907), Smuts (philosophe surtout célèbre comme Général et homme d'Etat Sud-Africain) souligne aussi le caractère « créateur » de l'Evolution, de même que l'interdépendance et la coopération des « totalités » *(wholes)*. Sa pertinence est controversée (voir Tansley, 1935), mais son influence a été fondamentale dans l'émergence de la « conscience écologique » contemporaine.

Vladimir Ivanovich VERNADSKY (1863-1945), ***Biosfera***, Leningrad, Nauchno-techn. Izd., 1926, 146 p.
(rééd. : Moscou, 1967 ; *Biosfera i Noosfera*, Moscou, Airic Press, 2003, 575p. ; trad. angl. : Vernadsky, 1998 ; 2006).

Vladimir Vernadsky est le créateur, dans les années 1920, de la biogéochimie et de la théorie moderne de la Biosphère de la planète Terre. On peut et on doit le considérer comme le père fondateur de l'écologie globale, la science de la Biosphère. Sa perspective planétaire, de dimension cosmologique, qui n'oubliait pas les implications pratiques et sociales de la connaissance scientifique, préfigure le nouveau paradigme du « Global Change » et des sciences du système Terre *(Earth System Science)*.

Voir la 2e édition revue et augmentée, en français : *La Biosphère* (Vernadsky, 1929).

Les deux éditions de 1926 et 1929 ont été utilisées pour la récente édition critique en anglais : *The Biosphere* (Vernadsky, 1998) ; voir aussi Vernadsky, 1929. Voir Grinevald, 1987, 1988, 1993 ; Polunin et Grinevald, 1988 ; Bunyard, éd., 1996 ; Levit, 2000 ; Smil, 2002.

1927 **Edouard LE ROY** (1870-1954), *L'Exigence idéaliste et le fait de l'évolution*, Paris, Boivin, 1927, 270 p.

Mathématicien de formation, proche de Poincaré, catholique fervent mais hétérodoxe à cause de son enthousiasme pour l'Evolution, Le Roy est devenu philosophe à la suite de sa découverte de *« la nouvelle philosophie »* de Bergson. Disciple et ami du professeur Henri Bergson, il en est le suppléant puis le successeur à la chaire de philosophie du Collège de France. Il succédera aussi à Bergson à l'Académie française en 1945. Dans les années 1920, son ami le plus intime est le savant jésuite Pierre Teilhard de Chardin, avec qui il a suivi, en 1922-23, l'enseignement de l'Académicien russe V. Vernadsky à la Sorbonne. Des discussions privées de cet extraordinaire trio (ou troïka) est née une vision grandiose, diversement interprétée, de l'histoire de l'évolution cosmique de la vie sur Terre et du rôle de *l'Homo sapiens faber* dans la phase actuelle – en crise ! – de cette évolution accélérée qui va de la Géosphère à la Biosphère et de la Biosphère à la Noosphère. La fortune de cette vision, très anthropocentrique chez les penseurs chrétiens que sont Teilhard et Le Roy, et nettement biogéologique, voire biocentrique, chez Vernadsky, commence à peine à éveiller un certain intérêt critique, depuis Grinevald, 1985, 1987a, 1987b, 1988. Démêler, dans la création

1927 du néologisme de Noosphère, la part respective de ces trois penseurs est un véritable casse-tête. Voir Le Roy, 1928 ; Teilhard, 1925, 1955, 1956 ; Vernadsky, 1945 ; Samson et Pitt, éds, 1999 ; Levit, 2000, 2001.

1928 **Arthur S. EDDINGTON** (1882-1944), ***The Nature of the Physical World*** (Gifford Lectures 1927), Cambridge, University Press, 1928, 361 p. ; trad. fr. : *La nature du monde physique*, Paris, Payot, 1929, 349 p.

« A mon avis, **la loi** d'après laquelle l'**entropie** croît constamment – c'est **la deuxième loi de la thermodynamique** – occupe **la position suprême parmi les lois de la Nature**. Si quelqu'un vous fait observer que votre théorie favorite de l'univers est en désaccord avec les équations de Maxwell, tant pis pour ces équations ; si l'on trouve qu'elle est contredite par l'observation c'est qu'il s'agit d'observateurs qui sabotent quelquefois les faits ; mais si l'on constate que votre théorie est en contradiction avec la deuxième loi de thermodynamique, il n'y a plus aucun espoir : vous n'avez qu'à vous écrouler dans la plus profonde humiliation. » (p. 89)

Célèbres « Conférences Gifford » données en 1927 à l'Université d'Edimbourg. Cet éminent astronome et physicien britannique va lancer la fortune prodigieuse d'une belle métaphore pour définir l'anisotropie du temps qu'implique l'irréversibilité de l'entropie croissante : ***Time's Arrow*** – « la flèche du temps ».

La pensée d'Eddington (dont Jacques Merleau-Ponty, mon directeur de thèse en philosophie, était un grand connaisseur) est une source d'inspiration pour quelques grands théoriciens de la loi de l'entropie, comme Ilya Prigogine ou Nicholas Georgescu-Roegen. Voir Introduction à *La Décroissance* de Georgescu-Roegen, 1995.

Willem A.J.M. Van WATERSCHOOT van der GRACHT (1873-1943), ed., ***Theory of Continental Drift:*** *a Symposium on the Origin and Movement of Land-masses both Inter-continental and Intra-continental, as proposed by Alfred Wegener. By fourteen authors*, Tulsa, American Association of Petroleum Geologists ; London, John Murray, 1928, 240 p.

Van Waterschoot van der Gracht (un nom aristocratique un peu difficile à retenir mais on peut l'appeler van der Gracht), un géologue hollandais qui travaille alors aux États-Unis et se trouve à la tête d'une compagnie pétrolière, est l'organisateur et principal orateur (Wegener n'a pas pu venir, mais un texte de lui est publié ici) de ce colloque de l'American Association of Petroleum Geologists, à New York, le 15 novembre 1926. En fait, il est à peu près le seul favorable à Wegener : la communauté des géologues américains va d'ailleurs, plus qu'aucune autre, rejeter la dérive des continents, jusqu'aux années 1960 (Oreske, 1999), lorsque s'impose la « tectonique des plaques », qui marque le triomphe des géophysiciens sur les géologues et les paléontologues naturalistes. On redécouvre alors la figure de Wegener, héroïque « père fondateur » de la « révolution wégenérienne » (Wilson, 1968). Cette rhétorique kuhnienne de Wilson contribua à ma conviction qu'il y avait, encore invisible, une « révolution vernadskienne » (Grinevald, 1987, 1988, 1990, 1998).

1928 **Edouard LE ROY** (1870-1954), *Les Origines humaines et l'évolution de l'intelligence*, Paris, Boivin, 1928, 337 p.

« Il faut se résoudre finalement à regarder l'enveloppe humaine de la biosphère comme étant du même ordre de grandeur, de la même importance dans l'économie totale des choses, que la biosphère elle-même. Ce n'en sera donc point une partie, mais une homologue. » (p. 26)

La Noosphère : « C'est la sphère de la réflexion, de l'invention consciente et libre, de la pensée proprement dite, bref, la sphère de l'esprit. »

« Ai-je besoin de dire qu'en dépit des mots inévitables, ce n'est pas spatialement que se distinguent Biosphère et Noosphère ? A bien des égards, elles se compénètrent ; mais la seconde est une transfiguration de la première. » (p. 54)

Voir Le Roy, 1927 ; Teilhard de Chardin, 1925 ; Vernadsky, 1924, 1945 ; Grinevald, 1987 ; Samson et Pitt, eds, 1999.

1929 **Walter B. CANNON** (1871-1945), « Organization for physiological homeostasis », *Physiological Review*, 1929, 9(3), p. 399-431.

Introduction du concept d'**homéostasie** dans la tradition bernardienne de la physiologie des régulations (avant la cybernétique). Ce grand physiologiste, collègue et ami de Lawrence J. Henderson (1913) à Harvard, a déjà introduit la notion d'homéostasie dans un hommage à Charles Richet (1850-1935), disciple du grand Claude Bernard : W.B. Cannon, « Physiological regulation of normal states : some tentative postulates concerning biological homeostatics », p. 91-93 in *A Charles Richet : ses amis, ses collègues, ses élèves, 22 mai 1926*, éd. par Auguste Petit, Paris, Les Editions Médicales, 1926, 10 2p. Voir Cannon, 1932. La fortune de ce concept sera fantastique : il est au cœur de la géophysiologie de Gaïa !

1er Congrès scientifique international sur l'ozone atmosphérique
15-17 mai 1929, Paris, organisé par le physicien français Charles FABRY (1867-1945) sur une suggestion de son collègue anglais Gordon M.B. Dobson.

Raymond DEFAY (1897-1990), « Introduction à la thermodynamique des systèmes ouverts », *Bulletin de l'Académie Royale de Belgique (Classe des Sciences)*, 1929, 15, p. 678-688.

Texte peu connu et rarement cité par Prigogine ! Defay est l'un des fondateurs de l'Ecole de Bruxelles en thermodynamique des phénomènes irréversibles (ou de non-équilibre), créée par Théophile de Donder (1872-1957) et illustrée, après la Deuxième Guerre mondiale, par Ilya Prigogine (1917-2003) et ses collaborateurs. La thermodynamique des phénomènes irréversibles permet de résoudre l'apparent conflit entre le vivant et la loi de l'entropie croissante. Elle est essentielle pour comprendre l'évolution conjointe du vivant et des transformations de la face de la Terre dans le contexte cosmique du système solaire. Voir Wicken, 1987 ; Ulanowicz et Hannon, 1987 ; Schneider et Kay, 1994 ; Schwartzman, 1999 ; Kleidon et Lorenz, éds, 2005 ; Schneider et Sagan, 2005.

1929 **Gordon M.B. DOBSON** (1889-1976), « Measurements of the amount of ozone in the Earth's atmosphere and its relation to other geophysical conditions », *Proceedings of the Royal Society of London*, 1929, 122, p. 456-486.

Voir G.M.B. Dobson, « Forty years' research on atmospheric ozone at Oxford: a history », *Applied Optics*, 1968, 7(3), p. 387-405 ; Charles Fabry, *L'ozone stratosphérique*, Paris, CNRS, 1950, 278 p. ; A. Vassy, éd., *Symposium sur l'ozone (2-7 septembre 1968, Monaco)*, Paris, CNRS, 1969, 305 p. ; Mégie, 1989 ; et l'excellent « Que sais-je ? » de Patrick Aimedieu, *L'ozone stratosphérique*, Paris, Presses universitaires de France, 1996, 127 p.

Victor Moritz GOLDSCHMIDT (1888-1947), « The distribution of the chemical elements », *Proceedings of the Royal Institution*, 1929, 26, p. 73-86.

(Conférence publique de V.M. Goldschmidt, professeur de minéralogie à Oslo, à la Royal Institution de Londres, le 15 mars 1929 ; rééd., abrégée, in *Nature*, (6 juillet) 1929, 124(3114), p. 15-17.) Voir Goldschmidt, 1922 ; Vernadsky, 1924.

Vladimir I. VERNADSKY (1863-1945), ***La Biosphère***, Paris, Librairie Félix Alcan, « Nouvelle Collection scientifique », 1929, 323 p.

« Ce livre a paru en russe en 1926. La traduction française a été revue et, dans quelques unes de ses parties, refondues, comparativement au texte russe. Il fait suite à notre essai sur *La Géochimie,* publié dans la même collection (1924), dont une traduction russe vient de paraître et dont une traduction allemande paraîtra bientôt.

Nous ne donnons presque pas d'indications bibliographiques. On les trouvera dans notre *Géochimie.* Nous avons touché les mêmes problèmes dans plusieurs articles, dont les plus importants ont paru en français dans la *Revue générale des Sciences* (1922-1928) et dans les *Bulletins de l'Académie des Sciences de Leningrad* (Petersbourg) (1926-1927).

Le but de ce livre est d'attirer l'attention des naturalistes, des géologues, et surtout des biologistes sur l'importance de l'étude quantitative de la vie dans ses rapports indissolubles avec les phénomènes chimiques de la planète. » (Préface à l'édition française, décembre 1928)

Comme l'édition originale de 1926, ce livre est composé de deux essais : I. La biosphère dans le cosmos ; II. Le domaine de la vie. Dans l'édition française, traduite par lui-même, avec l'assistance de son épouse Natalia, Vernadsky a ajouté un troisième essai, en appendice, qui est une communication faite à la Société des Naturalistes de Leningrad le 5 février 1928 : " L'évolution des espèces et la matière vivante. " (Rééd. avec une préface de Jean-Paul Deléage : Paris, Seuil, coll. « Points/Science », 2002). Voir Vernadsky, 1926, 1998.

1932 **Walter B. CANNON** (1871-1945), ***The Wisdom of the Body***, New York, Norton, 1932, 327 p. (2e éd. révisée : 1939, 333 p.) ; trad. fr. : *La Sagesse du corps*, Paris, Editions de la Nouvelle Revue Critique, 1946, 267 p.

Le classique du grand physiologiste d'Harvard sur l'homéostasie, avec ses applications sociologiques. Le titre est évidemment emprunté à la célèbre « Harveian

1932 Oration on the Wisdom of the Body » du physiologiste anglais Ernest H. Starling (1866-1927). La grande idée de Claude Bernard selon laquelle « la fixité du milieu intérieur est la condition de la vie libre » était aussi ravivée (*Biological Review*, 1932, 7, p. 24-87) par le physiologiste anglais Joseph Barcroft (1872-1947). Voir Bernard, 1878 ; Cannon, 1929 ; Henderson, 1913. Les écologistes, dont le premier paradigme n'est autre que « l'équilibre de la nature » (Egerton, 1973 : Worster, 1977), aiment citer *La Sagesse du corps* ! Est-ce aussi une source pour la géophysiologie de Gaïa ?

1935 **Arthur TANSLEY** (1871-1955), « The use and abuse of vegetational concepts and terms », ***Ecology***, 1935, 16(3), p. 284-307.
(Rééd. p. 318-341 in Leslie A. Real et James H. Brown, éds, *Foundations of Ecology : Classic Papers with Commentaries*, Chicago and London, University of Chicago Press, 1991, 905 p.) Trad. fr. de J.-M. Drouin, 1984, inédit.

Introduction du concept moderne d'**écosystème** par ce célèbre botaniste anglais, l'un des pères de la conservation de la nature. Ce concept a peu de succès avant Lindeman, 1942, et Odum, 1953.

Vladimir A. KOSTITZIN (1882-1963), *Evolution de l'atmosphère, circulation organique, époques glaciaires*, Paris, Herman, 1935, 45 p.

Ce géophysicien russe, disciple de Vernadsky, introduit l'idée des oscillations de la théorie astronomique des glaciations dans l'évolution des grands cycles biogéochimiques de la planète. Ses travaux ont été interrompus par la guerre. Emigré russe juif à Paris, Kostitzin a été arrêté par les Allemands. Rescapé d'un camp de concentration, il ne s'occupera plus, après la guerre, de biogéochimie et de biologie mathématique (il fait partie de ce qui a été appelé l'âge d'or de l'écologie théorique) et son nom sombrera pratiquement dans l'oubli. Cité par Ausubel, 1983. Deléage, 1991.

1937 **Alexander L. DU TOIT** (1878-1948), ***Our Wandering Continents. An Hypothesis of Continental Drifting***, London, Oliver & Boyd, 1937, 366 p.

Un rival très généreux envers Wegener (1915). Le point de vue de Du Toit est celui d'un géologue d'Afrique du Sud... pour qui l'évidence de la dérive des continents, avec l'Amérique du Sud, s'impose plus facilement que dans l'Hémisphère Nord !

1938 **Guy Stewart CALLENDAR** (1898-1964), « The artificial production of carbon dioxide and its influence on temperature », *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1938, 64, p. 223-237 (discussion p. 237-240).

« Few of those familiar with the natural heat exchange of the atmosphere, which go into the making of our climates and weather, would be prepared to admit that the activities of man could have any influence upon phenomena of so vast a scale. »

1938 « In the following paper I hope to show that such influence is not only possible, but is actually occurring at the present time. »

G.S. Callendar démontre, statistiques et graphiques à l'appui, que la combustion du charbon (qui a envoyé depuis 50 ans plus de 150 milliards de tonnes de CO_2 dans l'air) est responsable d'une augmentation (6% depuis 1900) de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère, ce qui a déjà entrainé une augmentation sensible de la température moyenne de l'hémisphère Nord. Cette communication à la Société royale de météorologie, à Londres, est reçue avec scepticisme et incrédulité. Fils d'un éminent thermodynamicien, Callendar est aussi un physicien et un ingénieur, mais il s'intéresse, en amateur, à la météorologie et aux époques glaciaires. Il pense d'ailleurs que la combustion industrielle des combustibles fossiles pourrait s'avérer bénéfique pour l'humanité sous plusieurs aspects, au-delà de la fourniture d'énergie et de chaleur : une légère augmentation de la température moyenne pourrait avoir un effet important aux limites septentrionales des terres cultivables. Son optimisme rejoint celui d'Arrhenius (1896, 1906). Callendar publiera plusieurs autres études du même genre jusqu'en 1961 sans convaincre ses contemporains. Voir aussi Callendar, 1940. Je remercie mes correspondants du Met (Meteorological Office de Grande-Bretagne) et de la Royal Meteorological Society pour leur courtoisie et leur généreuse assistance. La figure de Guy Callendar est restée dans l'ombre : voir Peter Brimblecombe et Ian Langford, *Guy Stewart Callendar and the Increase in Global Carbon Dioxide*, Air and Waste Management Association, 1995 (communication personnelle). Voir Fleming, 1998, 2007.

Alexander I. OPARIN (1894-1980), ***Origin of Life***, trans. by Sergius Morgulis, London, Macmillan, 1938, 274 p.
(Rééd. : New York, Dover, 1953 et 1965, 270 p.) Le petit livre de 1924 n'est pas encore connu dans la communauté scientifique internationale, c'est cette deuxième édition (parue en russe à Moscou en 1936), entièrement révisée et augmentée, qui va donner accès aux idées d'Oparin dans le monde anglo-saxon. Les Français attendront : Oparin, 1965. Je n'ai jamais osé parler des rapports entre Vernadsky et Oparin, car mon ignorance de la langue russe est malheureusement totale ! Mais Oparin citait souvent Vernadsky, parfois pour le critiquer !

1939 1939-45, Deuxième Guerre mondiale
(De 1940 à 1945 la production mondiale de pétrole passe de 295 millions à 355 millions de tonnes ; la production mondiale de charbon s'est stabilisée dès 1913 vers 1220 millions et ne dépassera 2000 millions de tonnes qu'au début des années 1960).

1940 **Guy Stewart CALLENDAR** (1898-1964), « Variations of the amount of carbon dioxide in different air currents », *Quarterly Journal of the Royal Meteorologicl Society*, 1940, 66, p. 395-400.

1940 On est malgré tout frappé aujourd'hui par la modération du ton et cette conclusion : « no danger » ! Voir Callendar, 1938 ; et Fleming, 2007.

Rupert WILDT (1905-1976), « Note on the surface temperature of Venus », *Astrophysical Journal,* 1940, 91, p. 266-268.

D'origine allemande (émigré aux Etats-Unis en 1934), cet astronome américain découvre l'effet de serre de l'atmosphère de gaz carbonique de la planète Venus. La température dépasse largement le point d'ébullition de l'eau. Carl Sagan confirma cette thèse en 1961 : « Vénus, c'est l'enfer » ! Voir Sagan et Mullen, 1972.

1941 **Georges DEFLANDRE** (1897-1973), *La Vie créatrice des roches. Le rôle batisseur des Etres microscopiques et la genèse des Houilles et des Pétroles*, Paris, Presses universitaires de France, coll. « Que sais-je ? », 1941, 128 p.

Merveilleux petit livre, épuisé. Son auteur est l'un des fondateurs de la micropaléontologie mondiale. Deflandre est un naturaliste qui a recueilli au Muséum d'histoire naturelle de Paris l'héritage de Stanislas Meunier (1843-1925), auteur d'une étonnante *Géologie biologique* (1914), proche déjà de Vernadsky. Deflandre se situe lui-même dans la voie ouverte par la *Mikrogeologie* (Leipzig, 1854) du médecin allemand Christian Gottfried Ehrenberg (1795-1876), un compagnon d'A. de Humboldt. Sa contribution à la naissance du paradigme biogéologique (Cloud, 1983) souligne l'importance des microorganismes dans la formation des roches sédimentaires, dont l'importance était grandissante avec l'exploration pétrolière et ses rapports avec l'essor de la biogéochimie.

« Le plancton, source de la Vie dans les mers de tous âges, a donc joué aussi le rôle d'un immense accumulateur d'énergie, récupérée aujourd'hui et utilisée sur toute la surface du globe sous la forme du pétrole. La puissance ainsi emmagasinée laisse loin derrière elle par sa quantité, par ses facultés d'utilisation, d'extériorisation ultrarapide et pleine de souplesse, celle pourtant déjà si remarquable, que l'humanité avait récupérée avec la houille. » (p. 116)

Dans la dernière édition (7e) qui date de 1967, on peut lire : « A quand la dernière goutte de pétrole ? C'est à cette question que répondaient les paragraphes qui, dans les éditions précédentes, servaient de conclusion à ce chapitre consacré à la genèse des hydrocarbures. Question relativement angoissante en 1941, l'est-elle moins aujourd'hui, alors que l'humanité entrevoit dans l'Atome, une source d'énergie immense – demain, peut-être inépuisable – cependant que la captation directe de l'énergie solaire semble devoir dépasser bientôt le stade de l'expérimentation et que des travaux de plus en plus grandioses accroissent la production des usines hydro-électriques dans des proportions fantastiques ? (…) Dans l'histoire de l'humanité, **l'ère du pétrole** ne constituera cependant qu'un court épisode, vécu seulement par quelques générations. » (p. 118-119)

1942 **Henry PEYRET** (1905), ***La guerre des matières premières***, Paris, Presses universitaires de France, coll. « Que sais-je ? », 1942, 136 p.

Voir aussi « La bataille de l'énergie » : Peyret, 1960.

Raymond L. LINDEMAN (1915-1942), « The trophic-dynamic aspect of ecology », ***Ecology***, 1942, 23(4), p. 399-418.

(Rééd. p. 157-176 in Leslie A. Real et James H. Brown, éds, *Foundations of Ecology : Classic Papers with Commentaries*, Chicago and London, University of Chicago Press, 1991, 905 p. La traduction française de Jean-Marc Drouin, dans sa thèse de 1984 sous la direction de Michel Serres, est inédite (communication personnelle).

« The trophic-dynamic approach viewpoint, as adopted in this paper, emphasizes the relationship of trophic or " energy-availing " relationships within the community-unit to the processs of sucession. From this viewpoint, which is closely allied to Vernadsky's " biogeochemical " approach (cf. Hutchinson and Wollack, 1940) and the " oekologische Sicht " of Friederichs (1930), a lake is considered as a primary ecological unit in its own right, since all the lesser " communities " mentioned above are dependent upon other components of the lacustrine food cycle for their very existence. » (...)

« The biosphere as a whole, however, as Vernadsky (1929, 1939) so vigorously asserts, may exhibit a high degree of true trophic equilibrium. »

Texte posthume avec un addendum signé par G.E. Hutchinson. Lindeman est cité et commenté dans tous les livres sur l'histoire de l'écologie scientifique. Voir Grinevald, 1987 ; Deléage, 1991 ; et les ouvrages sur l'histoire du concept d'écosystème et de l'écologie. L'Evêque, 2001.

Harald Ulrik SVERDRUP (1888-1957), **Martin W. JOHNSON** (1893-1984) et **Richard H. FLEMING** (1909-1990), *The Oceans : Their Physics, Chemistry and General Biology*, New York, Prentice-Hall, 1942, 1087 p.

Le premier manuel général de l'océanographie moderne qui va connaître aux Etats-Unis un succès considérable au lendemain de la Deuxième Guerre mondiale. Le chapitre sur la chimie de l'eau de mer traite largement du cycle du dioxyde de carbone entre l'atmosphère et l'océan.

1943 **Marcel FLORKIN** (1900-1979), *Introduction à la biochimie générale*, Liège, Editeur Desoer, Paris, Masson, 1943, 372 p.

Livre bien oublié qui rappelle pourtant que ce grand biochimiste belge, ami de l'écologiste et biogéochimiste Paul Duvignaud, n'ignorait pas *La Biosphère* de Vernadsky (cité p. 9). Le 1er chapitre s'intitule d'ailleurs : « La Biosphère », et le chap. XI : « Traversée des êtres vivants par les cycles biosphériques ». Florkin était aussi un historien de la biochimie. Duvigneaud et Florkin ont écrit ensemble sur « La Biosphère » (*Encyclopaedia Universalis*, 1968).

1943 **Charles Kenneth LEITH** (1875-1956) et al., *World Minerals and World Peace*, Washington, Brookings Institution, 1943, 253 p.

Face à la dépendance en ressources minérales de la croissance industrielle des Etats-Unis, le modèle de la société industrielle avancée, ce livre constitue un sérieux avertissement sur les implications stratégiques et militaires de l'exploitation et de la déplétion des ressources minérales non-renouvelables. Ce phénomène physique est masqué par l'idéologie du progrès technique et le dogme de la substitution chez les économistes. Il a été laissé dans l'ombre à cause de l'augmentation des réserves et de la pensée linéaire qui extrapole trop facilement cette tendance historique dans un futur illimité, oubliant les difficultés croissantes (notamment le coût énergétique) de l'extraction des « ressources » utilisables et accessibles de la croûte terrestre. Dans le court terme, le catastrophisme de Leith, qui remontait à l'entre-deux-guerres, se révéla une erreur d'estimation, assez courante avec les statistiques et l'état de l'exploration géologique de l'époque, mais on peut considérer le géologue C.K. Leith comme un pionnier de l'école des limites physiques (opposée à l'école des économistes qui ne considèrent qu'une rareté relative par rapport au marché capitaliste). Un précurseur des « present day Cassandras », selon le géologue E. Cook (1976, p. 390).

1944 **Arthur HOLMES** (1890-1965), *Principles of Physical Geology*, Thomas Nelson & Sons, 1944, 532 p.

Un manuel fondamental qui donne une vision globale de la géologie parmi les sciences de la Terre et de l'Univers. Voir la 2e éd. : 1965 (plus facile à trouver).

George Evelyn HUTCHINSON (1903-1991), « A century of atmospheric biogeochemistry », *American Scientist,* 1944, 32, p. 129-132.

Texte – rappelant la tradition qui remonte à l'étude de Dumas et Boussingault (1844) – qui sert de présentation à Gordon A. Riley (1911-1985), « The carbon metabolism and photosynthetic efficiency of the earth as a whole », *American Scientist*, 1944, 32, p. 132-134.

Erwin SCHRÖDINGER (1887-1961), ***What is Life?*** *The Physical Aspect of the Living Cell*, Cambridge, Cambridge University Press, 1944, 96 p. (2e éd. révisée et augmentée, 1945 ; rééd. avec *Mind and Matter*, Cambridge University Press, 1967, 178 p. ; trad. fr.: ***Qu'est-ce que la vie?***, Genève, Bruxelles, Editions de la Paix, 1951, 91 p. ; rééd. : Paris, Seuil, coll. « Points », 1993, 242 p.

Le classique dans le débat sur l'entropie et la vie. Ce célèbre petit livre est l'une des sources scientifiques de la pensée bioéconomique de Georgescu-Roegen (communication personnelle, 1975). Ce livre a marqué toute une génération, y compris les pionniers de la biologie moléculaire, de la thermodynamique des systèmes ouverts (Prigogine) et de la géophysiologie (Lovelock). Cela fait beaucoup pour un petit recueil de conférences données en exil à Dublin pendant la guerre !

1944 **W.I. VERNADSKY** (1863-1945), « Problems of Biogeochemistry, II : The Fundamental Matter-Energy Difference between the Living and the Inert Natural Bodies of the Biosphere », (Translated by George Vernadsky, Edited and condensed by G.E. Hutchinson), ***Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences***, 1944, 35, p. 483-517.

« We live in an unprecedented, geologically significant epoch. Man by his work, and his conscious attitude toward life, is remaking a terrestrial envelope, the geological domain of life, the biosphere. He is transforming into a new geological state, the noosphere (*). He creates within the biosphere new biogeochemical processes that did not exist before. A planetary phenomenon, the biogeochemical history of the chemical elements, is becoming notably changed. For example, previously non-existent free metals, such as aluminum, magnesium, and calcium, and their allowys, are now created in enormous quantities. Vegetable and animal life is radically modified and disturbed, new races and species being created. The face of the planet is being deeply changed. A process of turbulent blossoming is now going on in the biospheral envelope of the earth, and the subsequent development of this process may be expected to assume tremendous proportions. » (p. 487-488)

(*) E. Le Roy, *L'exigence idéaliste et le fait de l'évolution*, Paris, 1927, p. 196.

(Communication personnelle de G.E. Hutchinson, 1985). La première partie, *Problèmes de biogéochimie I, La signification de la biogéochimie pour la Biosphère*, date de 1933 (en russe uniquement). Voir Grinevald, 1987, 1988. Voir Vernadsky, 1945, 1998).

1945 **Vladimir I. VERNADSKY** (1863-1945), « The Biosphere and the Noosphere », ***American Scientist***, (janvier) 1945, 33(1), p. 1-12.

« Until recently the historians and the students of the humanities, and to a certain extent even the biologists, consciously failed to reckon with the natural laws of the biosphere, the only terrestrial envelope where life can exist. Basically man cannot be separated from it ; it is only now that this indissolubility begins to appears clearly and in precise terms before us. He is geologically connected with its material and energetic structure. Actually no living organism exists on earth in a state of freedom. All organisms are connnected indissolubly and uninterruptedly, first of all through nutrition and respiration, with the circumambient material and energetic medium. Outside it they cannot exist in a natural condition. » (p. 4)

« In our century the biosphere has acquired an entirely new meaning ; it is being revealed as a planetary phenomenon of cosmic character. » (p. 4)

Traduit du russe par George Vernadsky, édité par G. E. Hutchinson, pour faire suite à Vernadsky, 1944. La deuxième partie, le petit texte sur la Noosphère, a été écrit en pleine guerre et publié à Moscou en 1944. Il a été repris dans le grand livre posthume, inachevé, de Vernadsky intitulé *La Structure chimique de la Biosphère de la Terre et son environnement*, publié par l'Académie des sciences de l'URSS, avec les coupures habituelles de la censure communiste, en 1965, puis en 1987. Vernadsky a développé sa vision de la Noosphère, comme transformation

1945 anthropogénique de la Biosphère, dans un livre longtemps inédit, *La pensée scientifique comme phénomène planétaire*, publié pour la première fois en 1977 (avec des coupures de la censure) puis intégralement en 1991. Une version anglaise, en 1997, a été publiée par Alexandre L. Yanshin, le président de la Commission de l'Académie des sciences pour l'étude de l'héritage scientifique de Vernadsky. (communication personnelle de A.L. Yanshin).

II. Le nouvel âge nucléaire (1845-1956)

1945 USA : Projet Manhattan (1942-1946), Manhattan Engineer District (MED).
16 juillet 1945, première explosion atomique à Alamogordo, dans le désert du Nouveau Mexique.
6 août 1945, une bombe atomique américaine détruit la ville de Hiroshima (Japon).
9 août 1945, une bombe atomique américaine détruit la ville de Nagasaki (Japon).
Le « nouvel âge nucléaire », voir Groves, 1962 ; Rens et Grinevald, 1979 ; Grinevald, 1983, 1985, 1986.

1946 Le 24 janvier 1946, la première Résolution de l'Assemblée Générale des Nations Unies crée la Commission de l'énergie atomique.

Ilya PRIGOGINE (1917-2003) et J. M. WIAME, « Biologie et thermodynamique des phénomènes irréversibles », *Experientia*, 1946, 2, p. 451-453.

Physico-chimiste belge, d'origine russe, Ilya Prigogine (dont les travaux seront récompensés par le prix Nobel de chimie en 1977) a soutenu sa thèse, *Etude thermodynamique des phénomènes irréversibles* en 1945 (publiée en 1947) à l'Université libre de Bruxelles, où une brillante école développait la thermodynamique de non-équilibre appliquée aux systèmes ouverts (Defay, 1929). Comme venait de le mettre en évidence *What is Life ?* de Schrödinger (1944), les systèmes vivants étudiés par la biologie sont des systèmes ouverts (des « structures dissipatives » selon la terminologie de Prigogine) qui produisent de l'entropie dans leur environnement. Il n'y a donc pas de flagrante contradiction épistémologique entre l'entropie (le deuxième principe de la thermodynamique) et le vivant, pas plus qu'entre la vie, la Terre et le cosmos ! Voir Glandsdorff et Prigogine, 1971 ; Prigogine et Stengers, 1979 ; Denbigh, 1975 ; Wicken, 1987 ; Schneider et Sagan, 2005.

1947 **Leslie R. HOLDRIGE** (1907-1999), « Determination of world plant formation from simple climatic data », ***Science***, 1947, 105, p. 367-368.

Pour comprendre l'impact du réchauffement planétaire sur la biodiversité. La température et l'humidité sont deux variables fondamentales de la biogéographie (aux origines de l'écologie avec Humboldt, de Candolle, Darwin, Wallace, Grisebach…), autrement dit la science de la distribution des formations végétales à la surface de la Terre (dans la Biosphère, que certains écologistes appellent l'écosphère). Le travail de ce pionnier de l'écologie tropicale, qui n'a pas toujours été reconnu, est à la base de la classification moderne des zones de vie et de la

1947 cartographie des biorégions. Le débat sur la crise de la biodiversité et le réchauffement planétaire souligne la pertinence et l'actualité de l'œuvre de Holdrige, écologiste américain qui créa le *Tropical Science Center* à San José, Costa Rica. Voir Holdridge, 1967.

Aldo LEOPOLD (1887-1948), «The ecological conscience», *Wildlife Conservation Bulletin*, 1947, 12, p. 4-7.

Une source capitale pour la conscience écologique et l'éthique environnementale... Voir Leopold, 1949.

François MEYER (1912-2004), ***L'accélération évolutive***, Paris, Librairie des sciences et des arts, 1947, 67 p.

Avant même de connaître le géologue André Cailleux (1951), ce philosophe français, alors chargé de cours à l'Université du Chili, à Santiago, esquisse ce qui deviendra le cœur de sa thèse sur la «Problématique de l'évolution» (Meyer, 1954, 1974), à savoir sa «découverte» (communication personnelle!) de *l'accélération* du processus biologique qui domine l'histoire cosmique de la Terre. Quelle est la parenté entre cette loi d'accélération évolutive et l'idée, plus ancienne et eurocentrique de «l'accélération de l'Histoire»? Voir Grinevald, 1975, 1978, 1990; Rens et Grinevald, 1975.

Pierre TEILHARD DE CHARDIN (1881-1955), «Une interprétation biologique plausible de l'histoire humaine: la formation de la «Noosphère», *Revue des Questions Scientifiques*, janvier 1947, p. 7-35.
(Repris in *Œuvres*, t. 6, «L'Avenir de l'Homme», Paris, Editions du Seuil, 1959, p. 199-231). Voir Teillhard, 1956a, 1956b; Le Roy, 1927, 1928; Vernadsky, 1945; Grinevald, 1987a, p. 35; 1991; 2005.

1948 La Conférence de Fontainebleau (France), 4-5 octobre 1948, sous l'égide de l'UNESCO (Dir. Julian Huxley), crée l'Union Internationale pour la Protection de la Nature (UIPN) (siège: Bruxelles, Belgique) qui deviendra l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources (UICN) en 1956.

Norbert WIENER (1894-1964) lance la révolution épistémologique de la Cybernétique (voir Grinevald, 2000).

L'Assemblée générale des Nations Unies adopte la Résolution 198 (III) sur le «Développement économique des pays insuffisamment développés» et la Résolution 200 (III) sur l'«Assistance technique en vue du développement économique». La doctrine de l'ONU, dominée par l'idéologie occidentale de l'industrialisation, définit le problème des «pays sous-développés» comme une préoccupation internationale majeure, aussi importante que les problèmes de la guerre et de l'énergie atomique.

1948 Le « progrès technique » est vu comme la mesure de l'évolution des sociétés, définissant toute société prémachiniste ou insuffisamment mécanisée comme une société « en retard » et donc « sous-développée ».
La quantité d'énergie par tête d'habitant est considérée comme la mesure du progrès et de l'évolution de la civilisation.
(Voir Grinevald, 1975, 1977, 1978, 1981)

Début de l'exploitation du gisement géant de pétrole de Ghawar, le plus important du Golfe persique, en Arabie Saoudite.

G. Evelyn HUTCHINSON (1903-1991), « Circular causal systems in ecology », *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1948, 50, p. 221-246.
Une bonne partie concerne « The biogeochemical approach : the carbon cycle in the Biosphere ». Dans les Conférences de la Fondation Macy (naissance de la Cybernétique), Hutchinson était appelé « notre écologiste » par Gregory Bateson (1904-1980), le futur gourou de l'épistémologie de la complexité et du mouvement écologiste de la contre-culture américaine des années 1960.
« On living in the biosphere », *Scientific Monthly*, 1948, 67, p. 393-397.
L'approche biogéochimique intéresse encore très peu le monde scientifique ! (communication personnelle du professeur Hutchinson en 1985).

Faifield OSBORN (1887-1969), ***Our Plundered Planet***, Boston, Little, Brown and Co, 1948, 217 p. ; trad. fr. : *La Planète au pillage*, Paris, Payot, 1949, 214 p.
« Il semble n'y avoir guère d'espoir en l'avenir si nous ne nous décidons pas à accepter la conception suivant laquelle l'homme est, comme tous les autres êtres vivants, partie prenante d'un vaste ensemble biologique. » (p. 196)
« Faudra-t-il donc un nouvel et catastrophique avertissement de la nature pour relancer dans l'opinion publique la volonté d'agir ? Ne saurait-elle accepter dès maintenant les multiples signes précurseurs de la crise qui approche et prendre les mesures pour l'éviter ? » (p. 200)
Un livre-manifeste qui fait époque : c'est le début du nouvel âge de l'écologie à l'échelle du monde ; un cri d'alarme, au lendemain de la Deuxième Guerre mondiale, trop vite oublié. F. Osborn cite l'idée que l'homme est devenu une nouvelle force géologique (la bibliographie contient : Vernadsky, 1945). C'est la première génération du catastrophisme écologique, après Hiroshima.

1949 L'URSS fait exploser sa première bombe atomique.

United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources, Lake City, New York, 17 août – 6 septembre 1949 (conférence d'experts tenue au siège provisoire de l'ONU dans Long Island).

1949 **Warden Clyde ALLEE** (1885-1955), **Alfred E. EMERSON, Orlando PARK, Thomas PARK et Karl P. SCHMIDT,** ***Principles of Animal Ecology***, Philadelphia and London, W. B. Saunders, 1949, 837 p.

Cette équipe constitue alors « l'école de Chicago » en écologie. Ce livre est en fait l'un des premiers grands manuels d'écologie générale. La section I sur « l'histoire de l'écologie » est une première, largement exploitée par les premiers historiens de l'écologie (comme Camille Limoges, Frank Egerton et Donald Worster). La Section II porte sur « l'analyse de l'environnement ». Dans la dernière section (V), « Ecology and Evolution », entièrement rédigée par Alfred E. Emerson (1896-1976), on trouve une déclaration « organiciste » et « holistique » qui frappe de nos jours par sa similitude avec la philosophie de *La Biosphère* de Vernadsky (qui est cité) et la théorie Gaïa de James Lovelock et Lynn Margulis :

« Through the action of the habitat upon living systems, the reaction of these upon the environment often resulting in an organic evolution of the physical environment, and the coaction between organismic units of various levels of integration upon each other, we find that life and habitat are integrated into an evolving ecosystem (Egler, 1942 [" Vegetation as an object of study "]), ultimately incorporating the entire biosphere of the earth (Vernadski, 1929 [*La Biosphère*], 1945 [" The Biosphere and the Noosphere "]). The unity of the biosphere is the resultant of the complex interaction of many factors – a complexity so great that many competent biologists have failed to recognize the existence of the unitary whole. Our attemps to analyze and synthetize the ecological aspects of the biosphere are necessarily superficial; the principles that emerge at his stage of our knowledge are often out of perspective. » (p. 729)

M. King HUBBERT (1903-1989), « Energy from fossil fuels », ***Science***, 1949, 109, p. 103-109.

Ce texte historique, présenté au Symposium sur les sources d'énergie, à Washington, durant la célébration du centenaire de l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), est disponible aujourd'hui en ligne. Il souligne le caractère transitoire, extrêmement bref à l'échelle de l'histoire humaine et a fortiori de l'évolution biogéologique de la Terre, de l'âge industriel des combustibles fossiles, et notamment du pétrole. Marion King Hubbert est un géologue et géophysicien américain qui travaille avec la compagnie Shell et l'U.S. Geological Survey. Hubbert cite Lotka, 1925. Voir Hubbert, 1956, 1969, 1972, 1976, 1981.

Gerard P. KUIPER (1905-1973), ed., ***The Atmospheres of the Earth and Planets***, Chicago, University of Chicago Press, 1949, 366 p.
(2e éd. révisée, 1952, 434 p.)

Voir surtout Harrison Brown, « Rare gases and the formation of the Earth's atmosphere », p. 260-268 (2e éd. p. 258-266), cité in Grinevald, 1988, p. 20. C'est le début de la reconnaissance de la nature secondaire de l'atmosphère de la Terre et de l'évolution de sa composition chimique qui va se révéler très différente des autres planètes du système solaire (planétologie comparée). Voir Kuiper, éd., 1954;

1949 Berkner et Marshall, 1965; Lovelock et Margulis, 1974; Lovelock, 1979, 1988; Schneider et Londer, 1984.

Aldo LEOPOLD (1887-1948), ***A Sand County Almanach***, New York, Oxford University Press, 1949, 226 p.; trad. fr.: *Almanach d'un comté des sables*, Paris, GF Flammarion, 2000, 290 p.

Ce livre est aux sources de la sensibilité écologique et aux fondements philosophiques de l'éthique environnementale (traduction littérale de *environmental ethics*, qui pourrait tout aussi bien être appelée l'éthique écologique), proche des sources de la *Deep Ecology* (« l'écologie profonde » critiquée par les humanistes qui lui reproche son anti-anthropocentrisme).

Sergei N. WINOGRADSKY (1856-1953), *Microbiologie du sol. Problèmes et méthodes*, Paris, Masson, 1949, 861 p.

Voir surtout « Principes de la microbiologie oecologique, une synthèse », p. 839-848. Collection des travaux de ce grand savant russe qui découvrit en 1890 la chimiosynthèse et en comprit le rôle fondamental dans l'écologie bactérienne. Il approfondit aussi la nitrification, c'est-à-dire l'action des microbes dans l'assimilation de l'azote gazeux de l'atmosphère. Winogradsky est l'un des fondateurs de la bactériologie et de la microbiologie après Louis Pasteur qui l'invita en 1890 à venir travailler à l'Institut établi sous son nom. Ce n'est qu'en 1922 que Winogradsky s'installa à l'Institut Pasteur de Paris. Cité in Polunin et Grinevald, 1988.

1950 Production mondiale de pétrole = environ 10 millions/b/j.

Charles Ernest Pelham BROOKS (1888-1957), « Selective annotated bibliography on climatic changes. » *Meteorological Abstracts and Bibliography*, 1950, 1 (4), p. 446-75.

Voir aussi C.E.P. Brooks, « Geological and historical aspects of climatic change », p. 1004-1018 in Thomas F. Malone, ed., *Compendium of Meteorology*, Boston, American Meteorological Association, 1951, 1334 p.

Kalervo RANKAMA (1913-1995) et **Thure Georg SAHAMA** (1910-1983), ***Geochemistry***, Chicago, University of Chicago Press, 1950, 912 p.

Le premier grand traité de cette nouvelle discipline des sciences de la Terre qui vient de prendre son essor et son autonomie académique en tant que discipline scientifique. L'historiographie et la philosophie des sciences ont négligé cette partie de l'histoire de notre compréhension de l'environnement terrestre. Cité dans l'introduction de J. Grinevald, in Vernadsky, 1998. Voir Mason, 1952.

Carl SCHMITT (1888-1985), ***Der Nomos der Erde*** *im Völkerrecht des Jus Publicum Europaeum*, Berlin, Duncker & Humblot, 1950, 2e éd. 1974; trad. fr.: ***Le***

1950 ***Nomos de la Terre*** *dans le droit des gens du Jus publicum europaeum*, présenté et annoté par Peter Haggenmacher, Paris, Presses universitairs de France, 2001, 364 p.

Un point de vue historico-critique sur les origines géopolitiques et théologico-juridiques du « monde moderne » créé par l'expansion outre-mer des Grandes puissances européennes. On ne peut faire l'économie de ce livre érudit et profond, mais bien entendu, on n'est pas obligé d'en accepter toutes les interprétations. On sait que cet éminent juriste allemand est très controversé, en raison de ses liens avec le national-socialisme d'Hitler. Si on n'a pas le temps de lire ce grand livre, on peut se faire une idée du point de vue géopolitique et historique de Carl Schmitt en lisant son petit livre *Land und Meer*, de 1942; trad. fr.: *Terre et mer: un point de vue sur l'histoire mondiale*, introduction et préface de Julien Freund, Paris, Editions du Labyrinthe, 1985; Grinevald, 2003, p.79.

1951 **Harold F. BLUM** (1899), ***Time's Arrow and Evolution***, Princeton, Princeton University Press, 1951, 220 p.
(2e éd. 1955; 3e éd. 1968, 232 p.)

Un grand classique de l'histoire scientifique (qui reste encore à écrire, malgré quelques contributions récentes) des relations entre la loi de l'entropie et les phénomènes de la nature, et notamment des relations entre les organisations biologiques, y compris la Biosphère dans sa totalité, et l'environnement terrestre. C'est une source importante de la révolution bioéconomique de Georgescu-Roegen. Je dois la lecture précoce de ce livre à Joël de Rosnay et à François Meyer, avant de rencontrer Georgescu-Roegen.

André CAILLEUX (1907-1986), « L'homme en surexpansion », *Bulletin de la Société préhistorique de France,* 1951, 48 (1-2), p. 62-80.

Voir aussi « L'accélération de la préhistoire à nos jours », p. 722-730 in André de Cayeux, *La Science de la Terre*, Paris, Bordas, 1969, 799 p.; J. Grinevald, « Hommage à André de Cayeux (1907-1986) », *Lettre Science Culture*, (Paris), avril 1988, 34, p. 5.; voir Meyer, 1947, 1954, 1974.

William W. RUBEY (1898-1974), « Geological history of sea water: an attempt to state the problem », *Bulletin of the Geological Society of America,* 1951, 62, p. 1111-1148.
(Rééd. in Brancazio et Cameron, éds,1964, p. 1-63).

« The conclusion, arrived at so laboriously here – that CO_2 has been supplied to the atmosphere and ocean gradually and at about the same rate that is have been substracted by sedimentation – is not particularly new. The Swedish geologist, A.G. Högbom, clearly recognized in 1894 (summarized in Arrhenius, 1896, p. 269-273) that CO_2 has been supplied continuously to the earth's surface since early in geologic history and that the chief source of this supply must have been volcanic or juvenile. »

1951 Texte célèbre chez les géochimistes (mais le nom de Högbom est passé inaperçu !). Voir H. Holland, « The geologic history of sea water ; an attempt to solve the problem », *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1972, 36 (6), p. 637-651 ; et Holland, 1984.

Harold UREY (1893-1981), « The origin and development of the earth and other terrestrial planets », ***Geochimica et Cosmochimica Acta***, 1951, 1, p. 209-277.
(Suite : 1952, 2, p. 263-268). Voir Urey, 1952 ; Miller, 1953.

1952 **Eugene AYRES** et **Charles A. SCARLOTT**, ***Energy Sources : The Wealth of the World***, New York, McGrae-Hill, 1952, 344 p.
Voir Ayres, 1956.

Willard F. LIBBY (1908-1980), ***Radiocarbon Dating***, Chicago, University of Chicago Pres, 1952, 124 p.

Libby (p. 21) cite l'édition allemande (1930) de *La Géochimie* de Vernadsky (1924). La méthode de datation par les mesures du dosage isotopique du carbon 14, qui valut à son auteur le prix Nobel de chimie en 1960, représente une révolution pour les mesures chronologiques de l'archéologie, de la préhistoire et de la paléoclimatologie. Les traceurs radioactifs permettent l'étude quantitative dans la modélisation du cycle du carbone.

Brian MASON (1917), ***Principles of Geochemistry***, New York, Wiley, 1952, 310 p.
(2e éd. 1958 ; 3e éd. 1966 ; 4e éd. avec Carleton B. Moore, 1982, 344p.)

« An important school of geochemistry had developed in the U.S.S.R., especially since 1917. Its greates names have been V.I. Vernadsky and his younger collegues A.E. Fersman and A.P. Vinagradov. Its productivity has been immense. Geochemistry in the U.S.S.R. has been particularly directed toward the search for and exploitation of mineral raw materials, evidently with considerable success. » (p. 5)

Cet éminent géochimiste d'origine néo-zélandaise a publié la meilleure introduction à cette discipline qui va devenir fondamentale dans la nouvelle vision de la Terre en tant que planète dans le cosmos et système chimique en évolution. Mason a travaillé dans l'exploration pétrolière. Il commence son livre par un très utile historique. Mason a récemment écrit une précieuse monographie sur son maître : *Victor Moritz Goldschmidt : Father of Modern Geochemistry*, San Antonio, Texas, The Geochemical Society, 1992, 184 p. Voir Goldschmidt, 1954. Le Prix Goldschmidt est la plus prestigieuse distinction de la Geochemical Society, fondée aux Etats Unis en 1955 (une société savante qui redécouvre aujourd'hui Vernadsky, le fondateur de la géochimie en Russie).

1952 President's Materials Policy Commission, ***Resources for the Freedom***, Washington, Government Printing Office, 1952, 5 vol.

Ce fameux « Rapport Paley » s'inquiète déjà, statistiques et graphiques à l'appui, de la dépendence croissante de l'expansion industrielle des Etats-Unis vis-à-vis de la disponibilité des ressources minérales non-renouvelables, et notamment des hydrocarbures.

Nina A. STEPANOVA, « A selective annotated bibliography of carbon dioxide in the atmosphere », *Meteorological Abstracts*, 1952, 3, p. 137-170.

Une référence peu connue citée par Weart (2003). D'origine russe, Nina A. Stepanova travaille alors au U.S. Weather Bureau à Washington. Elle a traduit un livre fondamental de M. I. Budyko (publié à Leningrad, 1956): *The Heat Balance of the Earth's Surface*, Washington, U.S. Weather Bureau, U.S. Department of Commerce, Office of Technical Services, 1958, 259 p.

Harold C. UREY (1893-1981), ***The Planets:*** *Their Origin and Development*, New Haven, Yale University Press, 1952, 245 p.

Une fabuleuse synthèse, assez spéculative, qui va marquer l'essor de la vision géochimique du système solaire, la recherche sur l'origine de la vie sur Terre. Urey inspire à son jeune collaborateur Stanley L. Miller (1953) la fameuse reconstitution dans son laboratoire de l'atmosphère primitive. Voir Urey, 1951.

1953 **Stanley L. MILLER** (1930-2007), « A production of amino acids under possible primitive Earth conditions », *Science*, (15 mai) 1953, 117, p. 528-529.

Miller travaille alors avec Harold Urey à l'Université de Chicago, la Mecque de la géochimie et de la science nucléaire issues du Projet Manhattan. Tous deux ont adopté le point de vue d'Oparin (1938). L'étonnant succès de son expérience de laboratoire simulant l'atmosphère primitive et produisant, grâce à des décharges électriques dans une soi-disant « soupe primitive » des acides aminés suscite alors un enthousiasme délirant. Ce triomphalisme lance définitivement les recherches scientifiques sur l'origine de la vie, au moment même où la biologie moléculaire du gène devient le dogme des biologistes qui cherchent à surpasser, inconsciemment, l'exploit de 1945 des atomistes. C'est à Joël de Rosnay, rencontré pour la première fois en 1965, juste après Jacques Monod (son mentor), à l'occasion d'une réunion des Amis de Pierre Teilhard de Chardin à Véselay, que je dois la première orientation sérieuse de ma curiosité intellectuelle pour ce domaine interdisciplinaire de la recherche scientifique contemporaine, reliant l'étude des mécanismes de base du vivant avec la géochimie et les théories géologiques et cosmologiques. Hélas, on ignorait pratiquement tous à l'époque les rapports entre Oparin et Vernadsky.

James D. WATSON (1928) et **Francis H. CRICK** (1916-2004) « Molecular structure of nucleic acids; a structure for desoxyribose nucleic acid », *Nature*, (25 avril) 1953, 171, p. 737-738.

1953 Retentissante découverte de la structure en « double hélice » de l'ADN (acide désoxyribonucléique : support moléculaire de l'hérédité) : « Nous avons trouvé le secret de la vie », déclara Crick... un peu prématurément !

Cet événement scientifique retentissant – qui fera de l'ombre à la tradition naturaliste des écologistes (malgré les critiques hétérodoxes d'un B. Commoner) marque le départ officiel de la marche triomphale de **la biologie moléculaire** (et du génie génétique) et consacrera l'empire de la vision réductionniste (« cartésienne » selon Jacques Monod) du vivant (réduisant l'idée de *biosphère* au *biote*, la somme des organismes vivants). Watson et Crick partageront le prix Nobel de médecine et physiologie en 1962 avec le physicien et cristallographe Maurice Wilkins (1916-2004) – mais pas avec l'assistante de ce dernier, Rosalind Franklin (1920-1958), morte à l'âge de 37 ans. Cette brillante scientifique, restée dans l'ombre, semble faire figure de victime sacrifiée dans ce fantastique épisode de l'aventure scientifique du XX^{e} siècle. Significativement, comme pour expier une injustice, c'est sur un émouvant hommage à Rosalind que se termine le récit autobiographique iconoclaste de James Watson (trad. fr. : *La double hélice: compte rendu personnel de la découverte de la structure de l'ADN*, Paris, Robert Laffont, 1968), dont l'avant-propos faisait cet aveu mémorable: « La science, comme le montrera cet ouvrage, procède rarement de la manière logique que lui prêtent les profanes. Au contraire, sa marche en avant (et parfois en arrière) est faite d'événements très humains dans lesquels les personnalités et les traditions culturels jouent un rôle majeur. »

La littérature historiographique et critique sur les origines et le développement de la biologie moléculaire souligne notamment le rôle de la métaphore de l'information et du « code génétique ». Voir surtout Lily E. Kay (1947-2000) : *Who Wrote the Book of Life? A History of the Genetic Code*, Stanford, Stanford University Press, 2000, 441p.

Eugene P. ODUM (1913-2002), ***Fundamentals of Ecology***, Philadelphia, Saunders, 1953, 384 p.
(2^{e} éd. 1959 ; voir la 3^{e} éd. : Odum, 1971).

Un traité fondamental qui vient à son heure et qui va marquer durablement l'enseignement de la nouvelle écologie, centrée sur la notion d'écosystème (la somme des écosystèmes constituant l'écosystème à l'échelle de la planète, à savoir la Biosphère). Son frère cadet, Howard, est le rédacteur du chapitre « Principes and concepts pertaining to energy in ecological systems ».

Le triomphalisme de la jeune biologie moléculaire fait de l'ombre à l'écologie scientifique pratiquement ignorée du grand public et même du monde académique !

Gilbert N. PLASS (1920), « The carbon dioxide theory of climate change », ***EOS***. *Transactions of the American Geophysical Union*, 1953, 34, p.332.

Un simple résumé ! Ce physicien américain présente sa première étude reprenant la théorie climatique de l'effet de serre du gaz carbonique (Arrhenius, 1896 ;

1953 Callendar, 1938) dans la section de météorologie de la réunion annuelle de l'AGU. Voir Plass, 1956, 1959.

Harold SHAPLEY (1885-1972), ed., ***Climatic Change:*** *Evidence, Causes, and Effects*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1953, 318 p.

Voir surtout le chapitre 5 du patron du U.S. Weather Bureau, Harry Wexley (1911-1962), « Radiation balance of the Earth as a factor in climatic change », p. 73-105.

1954 **Gerard P. KUIPER** (1905-1973), ed., ***The Earth As A Planet*** (The Solar System, vol. II), Chicago, University of Chicago Press, 1954, 751 p.

Livre fondamental de la science américaine au lendemain de la Deuxième Guerre mondiale, du Projet Manhattan (avec l'essor de la géochimie à Chicago) et du début de l'âge nucléaire, qui fait le point sur ce que l'on sait et ce que l'on pense ignorer de la Terre en tant que planète tellurique porteuse de vie dans le système solaire. Pour la première fois, un ouvrage d'ensemble – astronomie, géophysique, géochimie (Brian Mason), géologie (J. Tuzo Wilson), océanographie (H.U. Sverdrup), météorologie (H.R. Byers), physique de la basse et de la haute atmosphère – offre une place à un écologiste : **G.E. Hutchinson**, « The biochemistry of the terrestrial atmosphere », p. 371-433. Voir aussi Hutchinson, 1944 ; Kuiper, ed., 1949.

François MEYER (1912-2004), ***Problématique de l'évolution***, Paris, Presses universitaires de France, 1954, 281 p.

« L'Homme s'est cependant progressivement affirmé comme groupe dominant au point que nombreux sont les auteurs aujourd'hui qui voient dans l'espèce humaine un perturbateur puissant du régime de la biosphère. C'est que la fragilité physiologique de l'espèce humaine a été en fait surcompensée dans des proportions considérables par l'accroissement des mécanismes régulateurs dans le domaine comportemental et technique (p. 169-170).

C'est une allusion à Julian Huxley, André Leroi-Gourhan, André Cailleux, F. Osborn, Teilhard de Chardin, Edouard Le Roy et Vernadsky (cité en note p. 171). Voir Meyer, 1947, 1974.

L'idéologie progressiste du nouvel âge atomique (le fameux discours du president Eisenhower à la tribune des Nations Unies sur « l'atome pour la paix » date de 1953) transparaît bien ici aussi :

« Les réserves de carbone ou de pétrole », ajoute Meyer, ne « sont pas inépuisables » mais « par la mobilisation de l'énergie nucléaire, l'espèce humaine s'affranchit de ces limites et se rend indépendante des conditions limitatives jadis imposées » (p. 171).

Pour ce philosophe français hors du commun et assez isolé (malgré l'Association des Amis de Pierre Teilhard de Chardin, où je l'ai rencontré pour la première fois), scientifique chez les philosophes et philosophe chez les scientifiques,

1954 l'évolution de la technique humaine (avec sa vision évolutionniste continuiste) apparaît comme la phase d'accélération de l'hominisation de l'évolution biologique, phase instrumentale, comme disait Teilhard, dans laquelle la vie en vient à se porter tout entière sur une dimension technique non organique qui, pour ainsi dire, se libère de la Biosphère pour former une Noosphère ! C'est incontestablement grandiose comme conception évolutionniste de l'Homme et de la Vie sur Terre, mais on peut émettre quelques critiques socio-épistémologiques et anthropologiques, en commençant par reconnaître que cette vision appartient aux illusions de l'âge d'or de la puissance énergétique de l'Occident, alors entièrement fondé, non sur le nucléaire, mais sur les combustibles fossiles !

Palmer C. PUTNAM (1900-1984), *Energy in the Future*, New York, Macmillan, 1954, 556 p.

Voir Thomas, éd., 1956 ; Hubbert, 1966.

Alfred René UBBELOHDE (1907-1988), ***Man and Energy***, London, Hutchinson, 1954, 247 p.

Ce thermodynamicien anglais, auteur de ***Time and Thermodynamics*** (Oxford University Press, 1947, 110 p.), est un bon vulgarisateur. Ici, il défend la pertinence de la thermodynamique pour aborder les problèmes de l'énergie. Sa perspective est à la fois historique, épistémologique et socio-économique. Malheureusement sa vision historique reste tributaire de l'énergétique socio-évolutionniste de W. Ostwald et Leslie White, qu'il ne critique nullement (contrairement à Claude Lévi-Strauss à l'époque).

1955 Conférence internationale sur les applications pacifiques de l'énergie atomique Palais des Nations, Genève, 8-20 août 1955.
(*Proceedings of the International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy*, New York, United Nations, 1956, 16 vol.)
L'ONU va créer une Agence Internationale de l'Energie Atomique (1956-1957).

Homi BHABHA (1909-1966), « The peaceful uses of atomic energy », ***Bulletin of the Atomic Scientists***, 1955, 11, p. 280-284.

(Grinevald, 1984, p. 12 : « Plus ou moins explicitement, de nombreux auteurs partagent cette conception linéaire qui néglige les différences culturelles et l'hétérogénéité des structures énergétiques. La logique du développement des forces productives n'est évidente que pour l'idéologie industrielle de la culture du XIX^e^ siècle. Cette conception unidimensionnelle de l'humanité est une construction sociale qui date de l'ère de l'énergie. Cela ne veut pas dire qu'elle ne contient pas une part d'information, cela signifie qu'elle est pour une bonne part un mythe de l'ère thermo-industrielle.

« Parmi beaucoup d'autres du même genre, une brillante illustration de ce mythe a été donnée par l'exposé inaugural du Président de la fameuse Conférence

1955 internationale sur les applications pacifiques de l'énergie atomique de Genève, en août 1955. Le Président de cette Conférence de Genève était un physicien du tiers-monde, Homi Bhabha (1909-1966), le patron de la Commission indienne pour l'énergie atomique. Son point de vue n'était pas tant celui d'un « pays sous-développé » que celui d'un ancien étudiant du Polytechnicum de Zurich et du Cavendish Laboratory de Cambridge ; il exprimait l'idéologie occidentale du progrès et toutes les illusions de l'époque concernant « l'atome pour la paix ». Pour Peter Pringle et James Spigelman, qui ont écrit une excellente histoire politique de l'énergie nucléaire [*Les Barons de l'atome*], Bhabha « sera la véritable personnification de l'optimisme irraisonné qui caractérise les balbutiements du développement atomique. »

Fred COTTRELL (1903), ***Energy and Society:*** *The Relation Between Energy, Social Change, and Economic Development*, New York, McGraw-Hill, 1955, 330 p.
(Rééd. : Westport, Conn., Greenwood Press, 1970, 1974, 1975, 1976).

L'une des premières histoires économiques et sociales de l'énergie. Cottrell doit beaucoup, comme il le dit lui-même, au livre fondateur de Lewis Mumford, *Technics and Civilization*, publié en 1934 (trad. fr. : *Technique et Civilisation*, Paris, Seuil, 1950). Ce livre a été longtemps méconnu.

Howard T. ODUM (1924-2002) et **Richard C. PINKERTON**, « Time's speed regulation : the optimum efficiency for maximum power output in physical and biological systems », ***American Scientist***, 1955, 43 (2), p. 331-343. (Rééd. in Richard G. Wiegert, éd., ***Ecological Energetics***, « Benchmark Papers in Ecology / 4 », Stroudsburg, Penn., Dowder, Hutchinson & Ross, 1976, p. 38-50).

« The rate of entropy increase in maintaining our American civilization with fuels is very great and its efficiency in terms of growth and maintenance may not be large. If the optimum efficiency-maximum power principle applies, then competing civilizations must necessarily have a maximum power output and necessarily a low but optimum efficiency. »

Un classique qui s'inspire de Lotka, 1925. Voir Odum, 1971.

Hans E. SUESS (1909-1993), « Radiocarbon concentration in modern wood », *Science*, 1955, 122, p. 415-417.

Hans Suess est le fils du professeur Franz Eduard Suess (1867-1941) et le petit-fils du grand géologue autrichien Eduard Suess ! Premières mesures isotopiques démontrant l'origine fossile de la récente augmentation de la concentration du CO_2 atmosphérique, alors qu'avant 1950, l'augmentation du CO_2 provenait surtout de la déforestation, car la biomasse contient de faibles doses de radioactivité du rayonnement cosmique. A l'époque on doit tenir compte de la radioactivité des essais nucléaires dans l'atmosphère !

1955 **Pierre TEILHARD de CHARDIN** (1881-1955), ***Le Phénomène humain***, Paris, Editions du Seuil, 1955, 348 p.

« La double crise, déjà sérieusement amorcée, au Néolithique, et qui approche de son maximum sur la Terre moderne, elle tient d'abord, nous l'avons dit, à une *Prise en masse* (à une "planétisation", pourrait-on dit) de l'Humanité : Peuples et civilisations parvenus à un tel degré, soit de contact périphérique, soit d'interdépendance économique, soit de communion psychique, qu'ils ne peuvent plus croître qu'en s'interpénétrant. Mais elle tient aussi à ce fait que, sous l'influence combinée de la Machine et d'un surchauffement de Pensée, nous assistons, à un formidable jaillissement de puissances inoccupées. » (p. 280)

(La traduction anglaise, *The Phenemenon of Man*, introduite par Sir Julian Huxley, paraîtra en 1959.) Ce livre remarquable, écrit à Pékin, de 1938 à 1940, mais pensé depuis le début des années 1920, qui contient un Avertissement daté de Paris, mars 1947, et une postface datée de Rome, octobre 1948, est le testament scientifique – et spirituel – d'un visionnaire de l'évolution de la Terre, de la Vie et de l'Esprit hors du commun. Toute sa vie, il a été censuré par le Vatican (pendant que Vernadsky était censuré par Moscou). Les idées populaires sur l'Evolution, la Terre, la Biosphère et la Noosphère doivent beaucoup à ce livre, beaucoup plus connu que les ouvrages de Vernadsky.

A l'annonce de l'Année Géophysique Internationale (1957-58), l'enthousiasme et l'idéalisme de Teilhard de Chardin s'expriment admirablement dans une lettre datée de New York, le 12 décembre 1954 : « Hier, dans *Time*, je lisais avec plus que de l'intérêt un long article sur le projet, réellement international, cette fois (la Russie collabore) d'une année géophysique en 1957 pour prendre scientifiquement meilleure "conscience" du globe. C'est encore terriblement superficiel comme unification spirituelle de l'homme. Mais c'est le premier pas, c'est le doigt dans l'engrenage de l'unification, dirais-je : et je trouve profondément émouvant ce grand mouvement concerté où pour la première fois depuis quelques billions d'années, un geste unanime (unanimement orienté) s'exécutera au dimensions de la Terre : "L'an I de la Noosphère" ! »

John von NEUMANN (1903-1957), « Can we survive technology ? », *Fortune*, 1955, 38, p. 106-8, 151-2 ; rééd. in *Collected Works*, éd. A.H. Taub, New York, Pergamon, 1963, vol. 6, p. 504-519 (trad. fr. : « Pouvons-nous survivre à la technologie ? », *Futuribles*, 1999, 244, p. 119-130).

Ce grand mathématicien, physicien et ingénieur américain, d'origine hongroise, qui est à l'origine, aux USA, de la physique du calcul (autrement dit de l'ordinateur) et de son utilisation pour la prévision numérique en météorologie, pensait qu'on pouvait non seulement avoir un impact sur l'atmosphère mais qu'il serait désirable de manipuler le temps… et pourquoi pas à des fins militaires. (Cité in Grinevald, 2000). Voir Miller et Edwards, eds., 2001.

1956 UIPN devient UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources) s'installe en 1961 à Morges puis, en 1979, à Gland (Suisse).

Francis C. EVANS (1914-2002), « Ecosystem as the basic unit in ecology », ***Science***, (22 juin) 1956, 123, p. 1127-1128.
Voir Tansley, 1935 ; Lindeman, 1942 ; Odum, 1953.

Clarence J. GLACKEN (1909-1989), « Changing ideas of the habitable world », p. 70-92 in William L. Thomas, ed., ***Man's Role in Changing the Face of the Earth***, Chicago, University of Chicago Press, 1956, 2 vol., 1193 p.

M. King HUBBERT (1903-1989), ***Nuclear energy and the fossil fuels***, presented before the Spring Meeting of the Southern District Division of Production, American Petroleum Institute ; Houston, Texas, Shell Development Company, Exploration and Production Research Division, Publication n° 95, 1956, 40 p.
(Publié aussi *in Drillling and Production Practice*, Dallas, American Petroleum Institute, 1956, p.7-25).
(Disponible en ligne : www.hubbertpeak.com/hubbert/1956/1956.pdf) et rééd. pour le 50e anniversaire dans le *Energy Bulletin*, 8 mars 2006.



« According to the best currently available information, the production of petroleum and natural gas on a world scale will probably pass its climax within the order of a half century, while for both the United States and for Texas, the peaks of production may be expected to occur with the next 10 or 15 years (1966 to 1971). »

Marion King Hubbert présenta cette étude le 8 mars 1956 à une réunion de l'American Petroleum Institute à San Antonio, au Texas. Sa prévision selon laquelle la production pétrolière aux USA (sans l'Alaska) atteindra son pic (maximum) vers 1970 et commencera ensuite à décliner inexorablement ne suscita alors que scepticisme et réprobation. On le prit pour un fou ; cependant, au début des années 1970, les faits lui donnèrent raison et il devint célèbre dans les milieux qui se préoccupaient des ressources naturelles non renouvelables. Un seul économiste, dans les années 1960, prit les travaux de Hubbert sur les combustibles fossiles au sérieux : le professeur Nicholas Georgescu-Roegen. Mais ce texte historique, qui était aussi un plaidoyer pour le développement industriel de l'énergie nucléaire, est à relire sans oublier l'immense espérance pour les « utilisations pacifiques de l'énergie atomique » soulevée par le discours « Atoms for Peace » du Président Eisenhower devant l'Assemblée générale des Nations Unies le 8 décembre 1953 et par la Conférence des Nations Unies à Genève en août 1955. Voir Hubbert, 1948, 1962, 1969, 1972, 1976, 1981.

1956 Le monde des combustibles fossiles selon Hubbert : une excroissance spectaculaire mais brève et exceptionnelle dans la longue durée de l'histoire humaine !

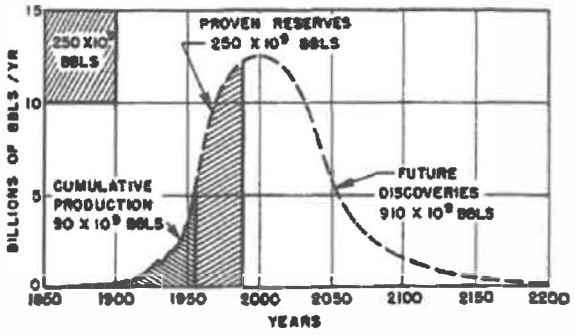


Figure 20 – Ultimate world crude-oil production based upon initial reserves of 1250 billion barrels.

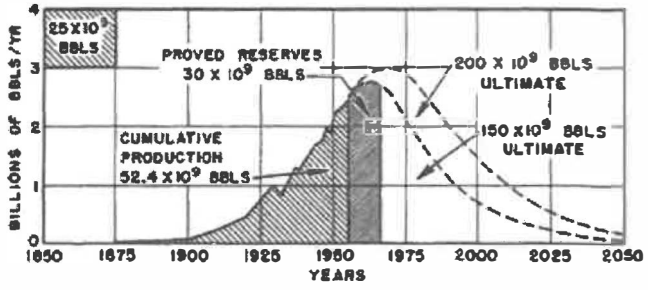


Figure 21 – Ultimate United States crude-oil production based on assumed initial reserves of 150 and 200 billion barrels.

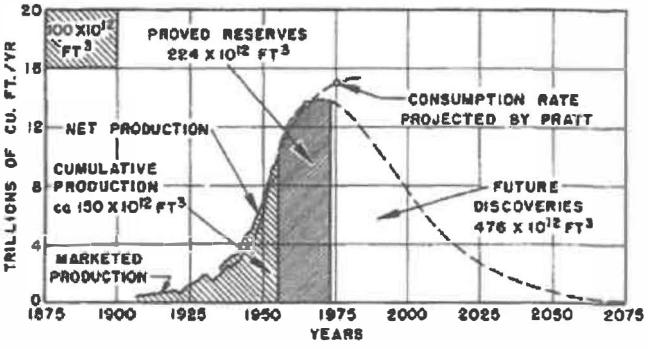


Figure 22 – Ultimate United States production of natural gas based upon initial reserves of 850 trillion cubic feet (Pratt, 1956).

Published on 8 Mar 2006 by Energy Bulletin ‹http://www.energybulletin.net/13630.html›

1956 **Gilbert PLASS** (1920), « The carbon dioxide theory of climatic change », ***Tellus***, 1956a, 8(2), p. 140-154.
« Carbon dioxide and the climate », *American Scientist*, 1956b, 44, p. 302-316.
« Effect of carbon dioxide variations on climate », *American Journal of Physics*, 1956c, 24 (5), p. 376-387.

Ce physicien américain travaille un peu trop seul, à l'époque, et le Département de l'Energie n'existe pas encore ! Voir Plass, 1959 ; Clark, éd., 1982 ; Grinevald, 1990, 1992 ; Fleming, 1998 ; Weart, 1997, 2003.

William L. THOMAS (1920), ed., ***Man's Role in Changing the Face of the Earth***, Chicago, University of Chicago Press, 1956, 2 vol., 1193 p.

Le grand classique de la littérature environnementale, édité avec la collaboration de Carl O. Sauer, Marston Bates et Lewis Mumford, et qui représente les Actes du Symposium international organisé par la Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research, à Princeton University, 16-21 juin 1955. Cette réunion académique rendait hommage à Marsh (1864). Sauer, Bates et Mumford sont tous les trois d'authentiques fondateurs du nouvel environnementalisme américain de l'après-Hiroshima. Le géologue et paléontologue Pierre Teilhard de Chardin, rentré de Chine et qui travaillait à la Wenner-Gren Foundation à New York, venait de mourir brusquement le 10 avril 1955. Le texte qu'il avait donné pour ce symposium – trop peu connu en France – est intitulé « The Antiquity and World Expansion of Human Culture » (p. 103-112). Teilhard y rappelle la notion de Noosphère créée conjointement dans les années 1920 avec Le Roy et Vernadsky (Grinevald, 1987a). Voir Eugene Ayres, « The age of fossil fuels », p. 367-381, et Glacken, 1956. Pour la suite, voir Turner et al., éds, 1990 ; Grinevald, 1990, 1991, 2005 ; Naredo et Gutièrrez, éds, 2005 ; Ehlers et Krafft, éds, 2006.

III. De l'Année Géophysique Internationale à la planétologie (1957-1969)

1957 ANNÉE GÉOPHYSIQUE INTERNATIONALE (AGI) INTERNATIONAL GEOPHYSICAL YEAR (IGY)

(1er juillet 1957 – 31 décembre 1958)

4 octobre 1957 : lancement du premier satellite artificiel (le *Spoutnik* de l'URSS). Les Américains lancent *Explorer 1* le 31 janvier 1958 qui permettra au physicien James Van Allen (1914-2006) de découvrir les ceintures de radiation (dites de Van Allen) qui protègent la Terre du vent solaire.

Symposium international sur l'origine de la vie sur Terre Académie des Sciences de l'URSS, Moscou, 19-24 août 1957

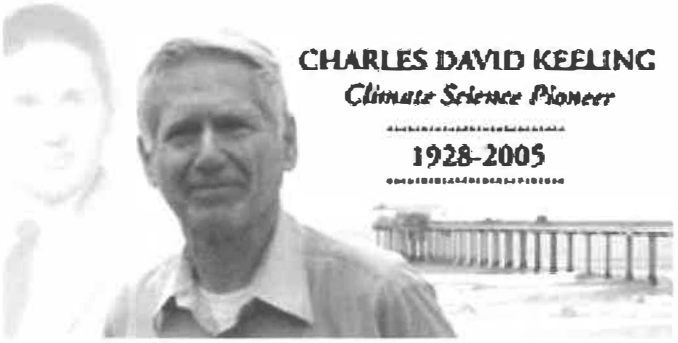
Voir F. Clark et R.L. Synge, éds, *Proceedings of the First International Symposium on the Origin of Life on the Earth, Moscou, 1957*, New York, Pergamon Press, 1959, 691 p.

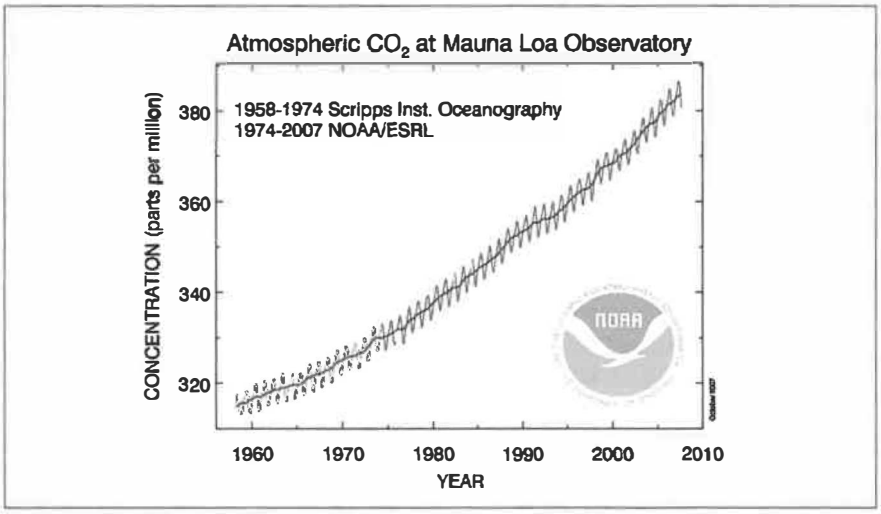
Voir Oparin, 1924, 1938, 1965 ; Florkin, éd., 1960.

Charles David KEELING (1928-2005), commence ses mesures systématiques en continu des variations du CO_2, à l'Observatoire du **Mauna Loa**, Hawaii.

En 1957, Charles David KEELING, alors chercheur au nouveau département de géochimie du California Institute of Technology (Caltech), est invité par Roger Revelle, le directeur de la Scripps Institution of Oceanography (La Jolla, University of California, San Diego), à rejoindre ce prestigieux centre de recherche de l'océanographie américaine. En collaboration avec le météorologue Harry Wexler (1911-1962), directeur du U.S. Weather Bureau, et dans le cadre budgétaire américain de l'IGY, Revelle propose à Keeling de s'installer à l'Observatoire du Mauna Loa, dans la grande île d'Hawaii (à plus de 3400 m du niveau de la mer), au milieu du Pacifique (19,5°N/155,6°W), afin d'y mesurer systématiquement la concentration du CO_2 atmosphérique. Keeling fabrique ses propres instruments et commence ses mesures en mars 1958 (valeur moyenne : 315,58 ppm). Dès mars 1959, la valeur moyenne est en augmentation : 316,37 ppm. La teneur de l'atmosphère en CO_2 varie selon des oscillations saisonnières d'une manière spectaculaire, qui pourraient masquer l'augmentation croissante si cette mesure n'était pas établie

1957 sur une assez longue durée. En fait, l'augmentation de la moyenne annuelle se confirme bien d'année en année et Keeling a vite l'intuition de ce qui ne s'appelle pas encore **«la courbe de Keeling»**. Cette découverte est double, c'est celle du cycle saisonnier annuel (associé à la photosynthèse, au métabolisme de la végétation, ou, comme on le dira plus tard, à la géophysiologie de la Biosphère ou de Gaïa !), et, c'est la dérive que Keeling associe très vite à la perturbation humaine du cycle du carbone, car elle manifeste une croissance accélérée de la concentration moyenne du CO_2 dans l'atmosphère qui correspond à l'augmentation de la déforestation et de l'usage des combustibles fossiles. Une centaine de stations d'observation à travers le globe viendront progressivement confirmer ce travail exemplaire, que je considère comme «la pierre de Rosette» du problème de la dérive anthropogénique de l'effet de serre ou du «Global Warming». Mais qui connaît le grand Keeling ? Il n'a pas obtenu le prix Nobel, ni de chimie, ni de la paix (comme Linus Pauling) !





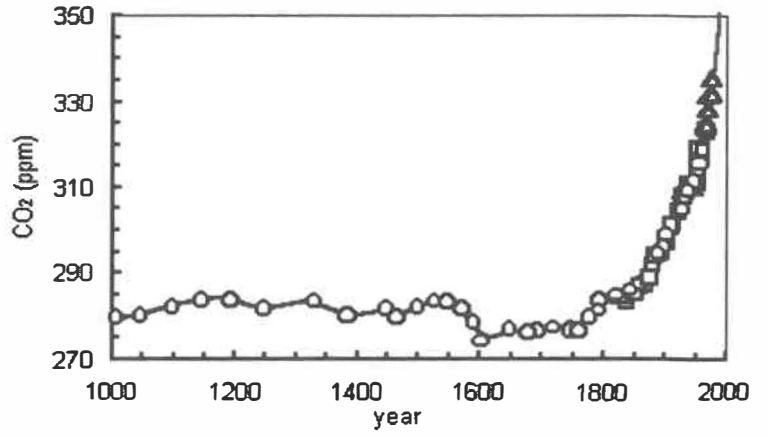
1957

Voir C.D. Keeling, « The influence of Mauna Loa Observatory on the development of atmospheric CO_2 research », in J. Miller, ed., *Mauna Loa Observatory 20th Anniversary Report*, NOAA, Special Report, 1978, p. 36-54; Keeling et al., « Measurements of concentration of carbon dioxide at Mauna Loa Observatory, Hawaii », in Clark, ed., *Carbon Dioxide Review 1982*, 1982, p. 377-385).

De 315,66 parties par million (0,031% en volume) en 1959, la concentration moyenne du gaz carbonique grimpe d'année en année à une vitesse elle-même croissante. Par exemple: 316,59 en 1960; 319,99 en 1965; 325,51 en 1970; 331,00 en 1975; 338,36 en 1980, ...

La relative stabilité séculaire, spectaculaire depuis l'an 1000, et en gros durant toute l'ère interglaciaire de l'Holocène (les derniers 10 000 ans), se situe à un niveau de l'ordre de 280 ppm, pris comme la norme du niveau préindustriel de la concentration du CO_2 dans l'atmosphère. Ce niveau a été incontestablement dépassé depuis un peu plus d'un siècle, le niveau actuel se situant déjà au-dessus de 380 ppm, c'est-à-dire 100 ppm au-dessus du niveau naturel préindustriel, ce qui est la différence entre le niveau de 180 ppm d'une ère glaciaire et le niveau de 280 ppm de l'interglaciaire de l'Holocène qui a vu l'essor des civilisations néolithiques (agraires). Que nous réserve l'avenir d'un tel déséquilibre (avec une accélération croissante) ?

Une chose est donc dévenue manifeste, pour la recherche scientifique internationale depuis la fin des années 1980, et plus encore aujourd'hui (EPICA, 2004), c'est la nette corrélation entre les variations du CO_2 (et du méthane) dans l'atmosphère et les variations de la température moyenne globale de la Terre, ainsi que la corrélation, tout aussi nette, entre la récente augmentation du gaz carbonique dans l'atmosphère et l'utilisation croissante des combustibles fossiles depuis le milieu du XIX^{e} siècle (la révolution thermo-industrielle).



Source : OMM, 1988

1957

La courbe de Keeling ne prend tout son sens, et ne devient manifestement alarmante, qu'à partir de la comparaison avec les niveaux révélés par les archives glaciaires de la paléoclimatologie, c'est-à-dire la reconstitution de la courbe qui illustre les oscillations de la concentration du gaz carbonique de l'atmosphère grâce à l'analyse des carottes glaciaires issues des forages effectués au Groenland et dans l'Antarctique. Une différence de 100 ppm, c'est l'ordre de grandeur des cycles naturels désormais scientifiquement bien reconnus sur plus de 400 000 ans et même plus de 800 000 ans ! Voir Petit et al., 1999 ; EPICA, 2004 ; Jouzel et Debroise, 2004, 2007.

Roger REVELLE (1909-1991) et **Hans SUESS** (1909-1993), « Carbon dioxide exchange between the atmosphere and ocean and the question of an increase of atmospheric CO_2 during the past decades », ***Tellus***, 1957, 9, p. 18-32.

« During the next few decades the rate of combustion of fossil fuels will continue to increase, if the fuel and power requirements of our word-wide industrial civilization continue to rise exponentially, and if these needs are met only to a limited degree by development of atomic power. (...)

Thus human beings are now carrying out a large-scale geophysical experiment of a kind that could not have happened in the past nor be reproduced in the future. Within a few centuries we are returning to the atmosphere and oceans the concentrated organic carbon store in sedimentary rocks over hundreds of millions of years. This experiment, if adequately documented, may yield a far-reaching insight into the processes determining weather and climate. It therefore becomes of prime importance to attempt to determine the way in which carbon dioxide is partitioned between the atmosphere, the oceans, the biosphere and the lithosphere. » (p. 19-20)

Comme on le voit, cette étude scientifique n'est nullement alarmiste ; elle attire simplement l'attention sur un grand problème géophysique qui associe l'évolution actuelle du cycle du carbone au développement énergétique de la civilisation industrielle. Les deux chercheurs de la Scripps Institution of Oceanography (University of California, La Jolla) plaident surtout pour plus de recherches sur le problème du CO_2. Sur ce point, l'Administration américaine suivra cet avis, mais modestement pendant encore une dizaine d'années, avant la création, en 1977, du gros Departement of Energy (DOE). Voir Andersen et Malahoff, éds, 1977 ; Brewer, 1978 ; Clark, éd., 1982 ; Revelle, 1982 ; Trabalka, éd., 1985, Bolin et al., éds, 1986 ; Trabalka et Reichle, éds, 1986 ; Grinevald, 1990 ; Weart, 1997, 2003 ; voir Ronald Rainger, « Patronage and science : Roger Revelle, the U.S. Navy, and oceanography at the Scripps Institution », *Earth Sciences History*, 2000, 19, p. 58-89.

1958 1re Conférence des Nations Unies sur le droit de la mer
UN Conference on the Law of the Sea
(Genève, 25 février – 27 avril 1958)
De nombreuses réunions aboutiront à la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (signature: 1982; entrée en vigueur: 1994).
Contrairement aux autres pays industriels, les Etats-Unis n'ont pas ratifié ce traité.

1er octobre 1958: création de la NASA
National Aeronautics and Space Administration (USA)

LaMont C. COLE (1916-1978), « The Ecosphere », ***Scientific American***, 1958, 198 (4), p. 83-96.
(Repris in Ehrlich et al., éds, *Man and the Ecosphere*, 1971, p. 11-16).

Ce néologisme créé par un écologiste américain bien connu illustre la flagrante ignorance du concept de Biosphère développé par Vernadsky. Il suffit de lire les premières lignes de cet article pour voir que ce néologisme « écosphère », qui cherche à combiner le concept de biosphère (défini ici comme « the collective totality of living creatures on the earth », selon une idée attribuée à Lamarck et à Vernadsky !) et le concept d'écosystème (Tansley, 1935) repose sur une méconnaissance totale de l'enseignement de Vernadsky ! Ce texte « *misleading* » qui lance le mot écosphère dans la littérature environnementale sera republié in Ehrlich et al., éds, 1971. Voir Grinevald, 1987, 1988; Polunin et Grinevald, 1988; Huggett, 1999.

Alfred C. REDFIELD (1890-1983), « The biological control of chemical factors in the environment », ***American Scientist***, 1958, 46 (3), p. 205-221.

« It is a recognized principle of ecology that the interactions of organisms and environment are reciprocal. The environment not only determines the conditions under which live exists, but the organisms influence the conditions prevailing in their environment. »

(réédition partielle in Kormondy, éd., 1965, p. 196-200). Ce physiologiste, professeur à Harvard, travailla quarante ans avec la Woods Hole Oceanographic Institution (fondée en 1930), située au Cape Cod, au bord de l'Atlantique, dans le Massachussetts. Lovelock, 1986; Grinevald, 1988, 1990d; Sterner et Elser, 2002.

1959 Traité de Washington sur l'Antarctique (1er décembre 1959).

First International Oceanographic Congress, New York, 31 août – 12 septembre 1959.

Bert BOLIN (1925) et **Eric ERIKSSON**, « Changes in the carbon dioxide content of the atmosphere and the sea due to fossil fuel combustion », p. 130-142 in B. Bolin, éds, ***The Atmosphere and the Sea in Motion.***

1959 ***Scientific Contributions to the Rossby Memorial Volume***, New York, Rockefeller Institute Press; Oxford University Press, 1959, 509 p.

B. Bolin rend hommage à son maître Carl-Gustaf Rossby (1898-1957), dont il édite ici un récent texte intitulé «Current problems in meteorology» (p. 9-49), dans lequel Rossby écrivait: «It has been pointed out frequently that mankind now is performing a unique experiment of impressive planetary dimensions by now consuming during a few hundreds years all the fossil fuel deposited during millions of years. The meteorological consequences of this experiment are as yet by no means clarified.»

Gilbert PLASS (1920), «Carbon dioxide and climate», *Scientific American*, 1959, 201, p. 41-47.

(Rééd. in Ehrlich et al., éds, 1971, p.173-179) Voir Plass, 1956; Grinevald, 1990; Weart, 2004.

1960 OPEP (Bagdad, septembre 1960).

Le Venezuela, l'Irak, l'Iran, l'Arabie saoudite et le Koweït créent l'OPEP (Organisation des pays exportateurs de pétrole) (OPEC en anglais, la langue officielle de cette organisation intergouvernementale accréditée auprès des Nations Unies et dont le siège est à Vienne, Autriche). Le but initial est de lutter contre la baisse des cours du baril et l'hégémonie des sociétés pétrolières occidentales. La composition de l'OPEP a varié (entrée du Qatar en 1961, Libye et Indonésie en 1962, Abu Dhabi en 1967, Algérie en 1969, Nigeria en 1971...)

En 1960, l'OPEP représente 38% (0,398Gt/a) de la production mondiale; 47% pour les USA (0,347Gt/a) et l'URSS (0,148Gt/a). Début des années 1970, l'OPEP représentera près de 50% de la production mondiale.

Marcel FLORKIN (1900-1979), *Aspects of the Origin of Life*, Oxford, Pergamon, 1960, 199 p.; trad. fr.: *L'Origine de la vie. Quelques aspects du problème.* Textes choisis et préfacés par M. Florkin, Président de l'Union internationale de biochimie, Paris, Gauthier-Villards, 1962, 268 p.

Contient notamment: A.P. Vinogradov, «L'origine de la biosphère», p. 36-54. Alexander Vinogradov (1895-1975), patron de l'Institut de Géochimie et de Chimie Analytique V.I. Vernadsky de Moscou, ancien étudiant et collaborateur de Vernadsky, qu'il cite naturellement: «Les propositions de base relatives à la biosphère ont incontestablement été établies par E. Suess. Cet auteur a introduit dans la science le concept de biosphère, enveloppe de la Terre composée de tout ce qui est vivant. V.I. Vernadsky, avec la perspicacité qui le caractérisait, a montré tout ce que cette enveloppe signifie en ce qui concerne les processus géochimiques terrestres. Il a écrit que «d'un point de vue géologique et géochimique, le problème important n'est pas celui de la synthèse d'un organisme individuel mais celui de l'émergence de la biosphère.» (p. 36)

(Voir Grinevald, 1988, p. 12).

1960 **Henry PEYRET** (1905), *La bataille de l'énergie*, Paris, Presses universitaires de France, coll. « Que sais-je ? », 1960, 128 p.
(2e éd. entièrement refondue : 1964).

« Finalement, la révolution industrielle du XIXe siècle doit sa fortune à deux sources primaires d'énergie : le charbon et le pétrole, qui doivent à leur tour, leur fortune aux esclaves mécaniques que cette révolution a fait sortir des laboratoires, puis des usines. » (p. 19)

1961 Création du National Center for Atmospheric Research (NCAR) à Boulder, Colorado (USA). Premier directeur : John Firor.

Hans E. SUESS (1909-1993), « Fuel residuals and climate », *Bulletin of the Atomic Scientists*, 1961, 17, p. 374-375.

Ce remarquable petit article, passé inaperçu, illustre la prescience de cet éminent géochimiste qui s'étonne qu'on se préoccupe si peu de l'impact que pourrait avoir l'augmentation de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère. Il s'inquiète pour l'équilibre thermique de la Terre. Les émissions industrielles liées à la combustion du charbon et du pétrole lui semblent pourtant aussi inquiétantes que les déchets radioactifs des centrales nucléaires (et des essais atomiques dans l'atmosphère) dont le public s'alarme, à juste titre.

1962



(source : www. NOAA)

Rachel L. CARSON (1907-1964), ***Silent Spring***, Boston, Houghton Mifflin, 1962, 368 p. ; trad. fr. : ***Printemps silencieux***, préface de Roger Heim, Paris, Plon, 1963, 283 p.

« Dédié à Albert Schweitzer, qui a écrit : « L'homme a perdu l'aptitude à prévoir et à prévenir. Il finira par détruire la terre. »

Paul DUVIGNEAUD (1913-1991), *Ecosystème et Biosphère (L'Ecologie, science moderne de synthèse*, vol. 2), Bruxelles, Ministère de l'Education nationale et de la Culture. Direction générale de l'organisation des études, Documentation 23, 1962, 137 p.

Voir Duvigneaud, 1974.

David M. GATES (1921), ***Energy Exchange in the Biosphere***, New York, Harper & Row, 1962, 151 p.

Voir Morowitz, 1968 ; et « the Biosphere », *Scientific American*, 1970.

1962 **Leslie R. GROVES** (1896-1970), *Now It Can Be Told: The Story of the Manhattan Project*, New York, Harper & Brothers, 1962, 464 p.

« Compartmentalization of knowledge, to me, was the very heart of security. My rule was simple and not capable of misinterpretation – each man should know everything he need to know to do his job and nothing else. » (p. 140)
(Cité in Grinevald, 1986).

M. King HUBBERT (1903-1989), ***Energy Resources***. A Report to the Committee on Natural Resources, Washington, National Academy of Sciences-National Research Council, 1962, 141 p.
Voir Hubbert, 1948, 1956, 1969, 1976, 1981.

1963 Traité de Moscou, 5 août 1963 portant interdiction des expériences des armes nucléaires dans l'atmosphère, dans l'espace et sous l'eau, signé par l'URSS, les Etats-Unis et la Grande-Bretagne ainsi qu'une nuée de pays non nucléaires. La France, la Chine et l'Inde refusent... craignant de ne pas pouvoir devenir des puissances nucléaires...
(Voir Commoner, 1966).

The Conservation Foundation, *Implications of Rising Carbon Dioxide Content of the Atmosphere*, New York, The Conservation Foundation, 1962, 15 p.

L'un des premiers avertissements sur les risques écologiques du réchauffement planétaire de l'augmentation de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère qui résultera dans un siècle. (2x CO_2 = augmentation de 3,8° C de la température moyenne de la Terre.)

Olivier COSTA DE BEAUREGARD (1911-2007), ***Le Second Principe de la Science du Temps: entropie, information, irréversibilité***, Paris, Editions du Seuil, 1963, 158 p.

Essai scientifico-philosophique fascinant, écrit dans un style admirable, sur un sujet d'épistémologie et de cosmologie difficile mais grandiose et d'un intérêt fondamental. A mettre en parallèle avec Georgescu-Roegen, 1971 (pour apprécier la différence !). C'est un livre à lire et à relire un crayon à la main. Très utile pour s'initier aux difficultés du concept d'entropie, de son interprétation statistique et ses rapports avec la notion mathématique d'information. Voir Rosnay, 1975 ; Leff et Rex, éds, 1990 ; Grinevald, 1975, 1978, 1979, 2000.

Henri LABORIT (1914-1995), ***Du soleil à l'homme***. *L'organisation énergétique des structures vivantes*, Paris, Masson, 1963, 157 p.

Ce petit livre nous enseigna (du moins à toute une génération qui redécouvrait, avec l'enthousiasme des débuts de l'âge de l'espace, notre « connection cosmique ») une approche biophysique fondée sur les bases énergétiques (en appli-

1963 cation des principes de la thermodynamique) du fonctionnement des systèmes vivants à la surface de notre planète Terre animée par la lumière et la chaleur du rayonnement solaire. Ce manuel expose très clairement les notions biochimiques et physiologiques de base, soulignant le concept central de métabolisme et « l'homéostasie de Cannon » (p. 82). Lorsqu'elle s'arrête de fonctionner, d'être alimentée en charbon, la machine à vapeur ne meurt pas ! Une locomotive peut bien être « La bête humaine » de Zola, mais ce n'est pas un être vivant ! Par contre, dans le monde biophysique de l'organisation biologique : la « structure disparaît avec la disparition de l'action finalisée. *Sa finalité semble donc bien être le maintien de sa structure.* » (p. 17) Une belle leçon d'épistémologie pour les sciences du vivant, mais qui ignore encore La Biosphère de Vernadsky et les rapports entre biochimie et géochimie qui sont au coeur de l'écologie globale, c'est-à-dire planétaire.

Sewart L. UDALL (1920), ***The Quiet Crisis***, with an Introduction by John F. Kennedy, New York, Holt, Rinehart and Winston, 1963, 209 p.

Secrétaire d'Etat à l'Intérieur dans l'Administration de John F. Kennedy et Lyndon B. Johnson, de 1961 à 1969, Udall joua un rôle non négligeable dans la réflexion critique sur les ressources naturelles (dénonçant « le mythe de la surabondance ») et la « conscience écologique » dans l'Amérique des années 1960. Il faisait partie des admirateurs de Rachel Carson et comprenait le message de M. King Hubbert. Son livre rappelle les grands pionniers de l'environnementalisme américain, comme G. P. Marsh, Thoreau, Gifford Pinchot, Theodore Roosevelt, Aldo Leopold ou John Muir.

1964 La Chine fait exploser sa première bombe atomique.

Peter J. BRANCAZIO et **A.G. W. CAMERON**, éds, ***The Origin and Evolution of Atmospheres and Oceans***, New York, John Wiley & Sons, 1964, 314 p.

Actes d'une conférence mémorable organisée à New York par le Goddart Institute for Space Studies de la NASA, les 8-9 avril 1963. Contient la réédition du texte classique de Rubey, 1951 ; et L.V. Berkner et L.C. Marshall, « The history of growth of oxygen in the Earth's atmosphere », p. 102-124 ; texte qui est une étape décisive dans l'essor de la biogéochimie de l'atmosphère en relation avec l'évolution du climat de la Terre. Voir Berkner et Marshall, 1965 ; Holland, 1984 ; Schneider et Londer, 1984 ; Lovelock, 1979, 1988.

Willi DANSGAARD (1922), « Stable isotopes in precipiation », ***Tellus***, 1964, 16, p. 436-448.

Pionnier de la glaciologie et paléoclimatologie, ce chercheur danois a montré qu'on pouvait utiliser des mesures isotopiques pour analyser l'air des carottes glaciaires et en tirer des informations précises sur la composition chimique et la

1964 température de l'atmosphère du passé géologique de la Terre. Le nom de Dansgaard n'est pas encore connu du grand public !

Paul SEARS (1891-1990), « Ecology – a subversive subject », ***BioScience***, 1964, 14 (7), p. 11-15.
Voir Shepard et McFinley, éds, 1969.

1965 **Elso S. BARGHOORN** (1915-1984) et **Stanley A. TYLER** (1906-1963), « Microorganisms from the Guntflint chert: these structurally preserved Precambrian fossils from Ontario are the most ancient organisms known », ***Science***, 1965, 147, p. 563-577.

Un premier rapport sur cette incroyable découverte, dans les stromatolithes de Guntflint (Ontario, Canada), de microfossiles, avait été publié en 1954, mais c'est cet article qui fit époque et lanca la paléobiologie précambrienne, ouvrant de nouvelles perspectives sur l'immense coévolution de la vie et de la Terre. Professeur de paléobotanique et de géologie à Harvard, Barghoorn est considéré comme un père fondateur (Knoll, 2003, p. 34). Voir Margulis et Olendzenski, éds, 1992, p. 70-84 ; Schopf, 1999 ; Schopf, éd, 1983 ; Schopf et Klein, éds, 1992.

Llyod V. BERKNER (1905-1967) et **Lauriston C. MARSHALL** (1902-1979), « History of major atmospheric components », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1965, 53, p. 1215-1226.

« Nous avons une dette immense envers Berkner et Marshall pour l'effet stimulant que leur idées ont eu sur le développement des sciences de la Terre. Comme Vernadsky et Hutchinson avant eux, c'étaient des savants qui présentaient un modèle du monde dans lequel la vie avait un rôle à jouer et n'était pas un simple spectateur obligé de s'adapter aux caprices climatiques et chimiques d'un monde purement physique et chimique. La communauté scientifique accepta leurs idées avec enthousiasme. L'une d'elles était le postulat mineur que la présence d'une couche d'ozone stratosphérique était une exigence essentielle pour la vie à la surface de la planète. » (Lovelock, *Les Ages de Gaïa* (1988), Paris, Editions Odile Jacob, coll. « Opus », 1997, p. 11).

Lovelock (1988) ne donne pas de référence bibliographique pour les travaux de Berkner et Marshall, mais propose la lecture de Holland, 1984 ; et de Schneider et Londer, 1984. Voir aussi Brancazio et Cameron, éds, 1964 ; Cloud et al, 1965.

Preston CLOUD, H.D. HOLLAND, B. COMMONER, C.F. DAVIDSON, A.F. FISCHER, L.V. BERKNER et **L.C. MARSHALL**, « Symposium on the evolution of the Earth's atmosphere », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1965, 53, p. 1169-1226.
Voir surtout Berkner et Marshall, 1965.

1965 **Arthur HOLMES** (1890-1965), *Principles of Physical Geology*, 2e édition, Thomas Nelson & Sons, 1965, 1288 p.

(Je n'ai pas vu la 1re éd., 1944, 532 p.) Ce magnifique ouvrage, illustré et plein d'idées, souvent en avance sur son temps, représentait une synthèse didactique exceptionnelle. Entre Suess et Holmes, il y a bien entendu Wegener et la découverte de la radioactivité ! Holmes était un géologue chevronné, qui travailla un temps dans l'exploration pétrolière. C'est surtout, comme Wegener, un esprit interdisciplinaire et encyclopédique par excellence. Malgré toutes ses qualités de visionnaire, cette œuvre reste étrangère à la crise écologique annoncée par les pionniers de la conservation de la nature. Voir Holmes, 1913.

George Evelyn HUTCHINSON (1903-1991), « The Biosphere or volume in which organisms actually live », p. 1-26 in ***The Ecological Theater and the Evolutionary Play***, New Haven, Yale University Press, 1965, 139 p.

Aharon KATCHALSKY (1913-1972) et Peter **F. CURRAN** (1931-1974), *Nonequilibrium Thermodynamics in Biophysics*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1965, 248 p.

S'il n'avait pas été assassiné dans l'attentat terroriste du 30 mai 1972 à l'aéroport de Tel-Aviv, Katchalsky serait aussi connu (en dehors du petit cercle des spécialistes) que le célèbre Prigogine ou le professeur Henri Atlan (qui cite souvent Katchalsky). Livre cité par Georgescu-Roegen (1979) et qui fait le point, au milieu des années 1960, sur le développement de la thermodynamique des processus biologiques. On trouve un bon résumé des idées de Katchalsky dans : « Thermodynamics of flow and biological organization », ***Zygon***. *Journal of Religion and Science*, 1971, 6, p. 99-125. Voir P.F. Curran, « Thermodynamics of living systems : the contributions of Aharon Katzir-Katchalsky », p. xix-xxvii in Benjamin Gal-Or, éd., *Modern Developments of Thermodynamics*, New York, Wiley ; Jerusalem, Israel Universities, 1974, 458 p. Voir Georgescu-Roegen, 1995.

Edward J. KORMONDY (1926), éd., ***Readings in Ecology***, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1965, 219 p.
(2e éd., 1976 ; 3e éd., 1984 ; 4e éd., 1996, xvi-559 p.).

Cette belle anthologie contribua à la reconnaissance de l'écologie comme nouvelle approche interdisciplinaire et holistique de « l'économie de la nature ».

Albert **L. LEHNINGER** (1917-1986), ***Bioenergetics :*** *The Molecular Basis of Biological Energy Transformations*, New York, W.A. Benjamin, 1965, 258 p. ; trad. fr. : ***Bioénergétique***. *Base moléculaire des transformations de l'énergie biologique*, Paris, Ediscience, 1969, 238 p.

C'est le manuel scientifique qui fonde, ou du moins popularise, l'enseignement de la thermodynamique biologique, en l'occurrence l'énergétique du métabolisme vue sous l'angle de la biochimie moléculaire. Cependant, tout un chapitre (3),

1965 « Ecoulement de l'énergie dans le monde biologique », situe bien la thermodynamique biologique dans son contexte écologique planétaire, rappelant que toute l'énergie biologique provient, via la phytosynthèse de la végétation, du rayonnement solaire, et que cette énergie du Soleil, transformée dans les organismes vivants, se dégrade en chaleur et finit par se dissiper dans l'espace. La discussion sur « le démon de Maxwell », dans le paragraphe « Entropie et information » (p. 205-207), est alors un passage obligé, repris in Monod, 1970.

Clair C. PATTERSON (1922-1995), « Contaminated and natural environments of man », *Archives of Environmental Health,* 1965, 11, p. 344-360.

Ce géochimiste américain, célèbre pour son calcul, au milieu des années 1950, de l'âge de la Terre (4,55 milliards d'années), est devenu un héros de la cause de l'environnement avec sa mise en évidence de la contamination des chaînes alimentaires à l'échelle mondiale par le plomb tetraethyl introduit dans l'essence dans les années 1930 (un exploit funeste de l'ingénieur chimiste Thomas Midgley, celui qui inventa aussi les CFC !).

Roger REVELLE, W. BROECKER, H. CRAIG, C.D. KEELING, J. SMAGORINSKY, « Atmospheric carbon dioxide : carbon dioxide from fossil fuels – the invisible pollutant », Appendix YA, in President's Science Advisory Committee, Environmental Pollution Panel, ***Restoring the Quality of Our Environment***, Washington, Superintendant of Documents, Government Printing Office, 1965, p. 111-113.

Le problème environnemental global de l'augmentation de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère due à la combustion des sources d'énergie fossiles se trouve pour la première fois exposé au niveau gouvernemental, aux Etats-Unis, la plus grande puissance militaro-industrielle du monde. Les auteurs de ce rapport sont tous des scientifiques chevronnés spécialisés en géochimie, océanographie et sciences de l'atmosphère (cité in Grinevald, 1990).

Vladimir VERNADSKY (1863-1945), *Khimicheskoe stronenie biosfery Zemli i ee okruzhenie* [La Structure chimique de la Biosphère de la Terre et de son environnement], éd. V.I. Baranov, Moscou, Nauka, 1965, 374 p. (First draft translation by David Langmuir, 1976, inédit ; communication personnelle).

Livre cité aux Etats-Unis par le généticien américain d'origine russe (et ancien assistant de Vernadsky en 1919 à Kiev) Theodosius Dobzhansky... La diffusion secrète des idées de Vernadsky aux Etats Unis pendant la guerre froide pourrait faire l'objet d'une thèse de doctorat en histoire des sciences ou en sociologie de la connaissance scientifique !

1966 **Barry COMMONER** (1917), ***Science and survival,*** New York, Viking Press, 1966, 150 p. : trad. fr. : ***Quelle terre laisserons-nous à nos enfants ?***, Paris, Editions du Seuil, coll. « Science ouverte », 1969, 207 p.

1966 «En tant que biologiste je suis parvenu à cette conclusion : nous avons atteint une phase critique de notre vie sur terre. Notre milieu ambiant est un système complexe, régi par un mystérieux équilibre, et cet ensemble reçoit les chocs de tous les assauts que lui livrent les polluants. Jamais, jusqu'ici, cette mince surface où se développe et se perpétue la vie n'a encore été soumise à l'action d'agents aussi variés, aussi nouveaux et aussi influents. Les effets cumulatifs de ces polluants, leurs interactions, et l'amplification de ces dernières peuvent être fatals à **l'édifice complexe qu'est la biosphère**. Et parce que l'homme, après tout dépend lui aussi de ce système, je crois que si cette pollution de la Terre continue sans contrôle, elle finira sans doute par détruire l'aptitude de notre planète à favorier la vie.» (p. 163-164)

«Nous vivons pour quelque temps une ère de sursis, qui nous assure encore un délai suffisant pour restaurer et préserver la qualité biologique de l'environnement, si nous voulons bien en payer le prix, aussi élevé qu'il soit. Mais la menace la plus immédiate qui pèse sur notre survie – la guerre atomique – correspond à un faux pas dont nous ne nous relèverions jamais. Je ne connais aucun moyen technique, aucune forme de défense civile ou de contre-offensive susceptible de protéger efficacement la biosphère des effets catastrophiques d'une guerre nucléaire de grande envergure. Il n'existe à mon avis, qu'une seule façon de survivre à une telle guerre : c'est de faire en sorte qu'elle n'éclate jamais.» (p. 168-169)

Nicholas GEORGESCU-ROEGEN (1906-1994), ***Analytical Economics: Issues and Problems***, Harvard University Press, 1966, 434 p. ; trad. fr. : ***La science économique : ses problèmes et ses difficultés***, Paris, Dunod, 1970, 300 p.

Dans sa préface élogieuse, Paul A. Samuelson déclarait : « Je défie tout économiste informé de rester satisfait de soi après avoir médité sur cet essai. » Samuelson faisait référence à la 1re partie : « Introduction : quelques problèmes d'orientation en économie », qui fait plus d'une centaine de pages et constitue un livre en soi. Ce long essai philosophique contient déjà l'essentiel de la critique épistémologique des fondements mécanistes et arithmomorphiques de la science économique occidentale dominante, tant marxiste que néoclassique. On trouve ici déjà la thèse révolutionnaire selon laquelle la Loi de l'Entropie, le second principe de la thermodynamique issu du mémoire de Carnot (1824), s'applique non seulement aux organismes vivants et à tout le processus de l'évolution biologique, mais encore au processus économique des sociétés humaines, et surtout à la société industrielle. L'économie (humaine) n'est donc pas une exception « hors sol » dans l'économie de la nature ! Thèse développée in Georgescu-Roegen, 1971, 1976, 1979, 1995 ; Grinevald, 1977, 1978, 1979, 1980, 1992.

1967 Création de l'International Association for Ecology (INTECOL), partie de la section Environment de l'International Union of Biological Sciences (IUBS).

1967 ICSU (Conseil International des Unions Scientifiques) et OMM (Organisation Météorologique Mondiale) créent le **Global Atmospheric Research Programme** (GARP).
Directeur du Joint Organizing Committe du GARP : Bert Bolin.
Voir Lorenz, 1967 ; GARP, 1975.
(Après la Conférence mondiale sur le climat de 1979, le successeur du GARP sera le Programme climatique mondial).

Leslie R. HOLDRIGE (1907-1999), *Tropical Life Zone*, San José, Costa Rica, Tropical Research Center, 1967, 206 p.

L'impact du réchauffement planétaire sur la biogéographie mondiale met en lumière l'importance de la notion de « zones de vie », délimitées (régions latitudinales et ceintures altitudinales) en fonction des climats (température ; humidité), développée depuis la fin de la Deuxième Guerre mondiale par ce pionnier trop peu connu de l'écologie tropicale, malgré l'utilisation du système d'Holdrige par un certain nombre de biogéographes travaillant avec l'UICN. Voir le chapitre de première main que lui consacre Patrick Matagne (1955) dans *Comprendre l'écologie et son histoire*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, coll. « La bibliothèque du naturaliste », 2002, 208 p.

Edward LORENZ (1917), ***The Nature and Theory of the General Circulation of the Atmosphere***, WMO N° 218, Technical Publication N° 115, Genève, Organisation météorologique mondiale, 1967, 161 p.

Le météorologiste mathématicien américain Edward Lorenz est une figure centrale de l'essor des sciences de l'atmosphère et des méthodes de prévision numérique du temps et du climat. Il a joué un rôle clé dans la convergence de la météorologie théorique et de la théorie mathématique des systèmes dynamiques. Il est célèbre comme fondateur de la théorie du chaos avec ses travaux sur les limites de la prédictibilité en dynamique atmosphérique. Voir Lorenz, 1963, 1984.

Syukuro MANABE (1931) et **Richard T. WETHERALD** (1936), « Thermal equilibrium of the atmosphere with a given distribution of relative humidity », ***Journal of the Atmospheric Sciences***, 1967, 24 (3), p. 241-259.

Début des modèles climatiques en trois dimensions de la prévision numérique sur ordinateur pour calculer l'impact d'un doublement du dioxyde de carbone atmosphérique (2 x CO_2) sur le bilan thermique de la Terre. En l'occurrence, le résultat donne une augmentation de la température moyenne du globe de 2° C. Par la suite, ces auteurs reconnaîtront avoir sous-estimé le réchauffement de la troposphère : Manabe et Wetherald, 1975 ; Manabe, 1997.

En 1968, le labo de « Suki » (surnom de ce géophysicien d'origine japonaise), le Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL) de la NOAA, quitta Washington pour Princeton, où la modélisation de l'évolution climatique globale va être développée avec des ordinateurs toujours plus puissants. Ce centre de recherche

1967 avait été créé, d'abord dans le cadre de l'U.S. Weather Bureau, en 1955, par le météorologiste Joseph Smagorinsky (1924-2006). En 1967, Manabe et Wetherald n'étaient pas encore concernés par le problème environnemental du CO_2. Jusqu'en 1975 et même au début des années 1980, les observations et les statistiques sur la température moyenne de la Terre ne semblent guère dépasser le « bruit de fond », le brouillard statistique, de la variabilité naturelle de l'atmosphère. De plus, la thèse du refroidissement par la pollution (les aérosols souffrés) est assez populaire et partagée par d'éminents météorologistes, comme Reid Bryson (communication personnelle à la réunion annuelle du World Council For The Biosphere en 1985). Voir Miller et Edwards, éds, 2001.

Lynn WHITE, Jr. (1907-1987), « The historical roots of our ecologic crisis », ***Science,*** 1967, 155, p. 1203-1207.
(Rééd. in Lynn White, *Machina ex Deo : Essays in the Dynamism of Western Culture*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1968, 186 p. ; réimpression paperback sous le titre *Dynamo and Virgin Reconsidered*, MIT Press, 1971. Trad. fr. de J. Grinevald : *Les racines historiques de notre crise écologique*, relue par l'auteur, polycopié, 1978, inédit. D'autres traductions françaises ont été publiées plus récemment, notamment par Alain de Benoist, in *Krisis*, septembre 1993, 15, p. 60-71.
Le retentissement de cette conférence, donnée à la réunion annuelle de l'American Association for the Advancement of Science (AAAS), à Washington, le 26 décembre 1966, a été considérable. Il y a tout un « débat Lynn White », sur lequel je possède un énorme dossier, encore inédit. C'est un texte d'anthologie dans la littérature environnementaliste, l'éthique environnementale et « l'écologie profonde ». Sans mes relations avec Lynn White, professeur d'histoire de la technologie médiévale à l'University of California, Los Angeles (UCLA), je n'aurais sans doute jamais osé proposer, en 1980, un cours sur l'histoire de la technique ! Lynn White était le père fondateur de l'histoire culturelle du développement technologique de l'Occident et son influence sur les historiens et les critiques de la technique moderne a été considérable, malgré le peu de place ménagé dans le monde académique à cette discipline hybride et encore trop peu reconnue. Elle est pourtant indispensable pour mettre en perspective les dimensions humaines du fameux Global Change.

1968 CONFÉRENCE DE LA BIOSPHÈRE
Conférence intergouvernementale d'experts sur les bases scientifiques de l'utilisation rationnelle et de la conservation des ressources de la biosphère, UNESCO, Paris, 4-13 septembre 1968.
(Voir Unesco, 1970).

Cette « Conférence sur la biosphère », qui rassemble environ 250 scientifiques de 62 pays, se concentre sur les **ressources biotiques**, en marge du Programme Biologique International (1964-74), selon les préoccupations conservationnistes de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources, créée à la Conférence de Fontainebleau en 1948 sous l'égide de l'UNESCO,

1968 dont le Directeur général est alors le naturaliste anglais Julian Huxley). Cette assemblée de spécialistes des sciences biologiques et de l'environnement s'inquiète surtout de l'explosion démographique, de la pollution et de la dégradation de l'environnement humain, cependant elle ne touche pas (à l'instar de l'UICN) au pétrole et aux ressources minérales, à la base de la croissance industrielle moderne. Ce faisant, elle donne une curieuse orientation au concept de Biosphère – dont l'origine est pour la première fois attribuée, au niveau international, au grand Vernadsky, comme le rappelle la délégation soviétique et le rapport introductif du pédologue russe V. Kovda (1970). Depuis lors, cette notion de biosphère va circuler mais avec des acceptions floues et variées. L'Unesco va malgré tout contribuer à lancer la notion de Biosphère dans la coopération internationale, notamment avec la mise en chantier, en 1971, de son programme **« l'Homme et la Biosphère »** (**MAB** – *Man and the Biosphere*), qui à son tour va développer le concept, mis au point par Michel Batisse en 1974, de **« réserves de (la) biosphère »**. Les artisans de cette conférence et de cette époque héroïque des pionniers de la sauvegarde internationale de la Biosphère (de sa biodiversité en l'occurrence – pas encore de son « système climatique » !) appartiennent à une génération qui vient de disparaître et à laquelle on doit rendre hommage : Francesco di Castri (1930-2005), Michel Batisse (1922-2004), François Bourlière (1914-1993), René Dubos (1901-1982), Victor Kovda (1905-1991)...

Ludwig von BERTALANFFY (1901-1972), ***General System Theory***, New York, George Braziller, 1968, 289p. ; trad. fr. : *Théorie générale des systèmes*, Paris, Dunod, 1973, 296 p.

Dès les années 1930-40, ce biologiste d'origine autrichienne a conceptualisé l'aspect dynamique de l'état stationnaire *(steady state)* dans la thermodynamique des systèmes ouverts, parallèlement aux travaux de l'école de Bruxelles. Son ambitieuse théorie générale des systèmes implique une critique épistémologique de la conception réductionniste de la science mécaniste et atomiste, à laquelle Bertalanffy opposait une « vision biologique du monde ». Il est mort avant la théorie Gaïa !

Ramon MARGALEF (1919-2004), *Perspectives in Ecological Theory*, Chicago, Chicago University Press, 1968, 111 p.

« It is impossible in these times to develop a " natural " ecology, one that ignores the impact of man. » (p. 49)

« The evolution of man has not been in the direction of passive adjustment to more mature ecosystems but is actively sustained through a regression of the rest of the biosphere. In this sense, technology and modern life are very wasteful. » (p. 97)

Proche de l'école d'écologie scientifique de Yale, animée par G. E. Hutchinson, le grand écologiste catalan Ramon Margalef (que j'aimais beaucoup) a été le premier titulaire d'une chaire d'écologie en Espagne, à l'Université de Barcelone, en 1967. Voir Margalef, 1980.

1968 **Harold J. MOROWITZ** (1927), ***Energy Flow in Biology:*** *Biological Organization as a Problem in Thermal Physics*, New York, Academic Press, 1968, 179 p.

« The global ecological system, the biosphere, can then be defined as that part of the terrestrial surface which is ordered by the flow of energy, mediated by photosynthetic processes. The importance of energy flow has long been recognized by ecologists to be the vital step in organizing the ecosystem. » (p. 81)

« Our current concepts of thermodynamics are rooted in the industrial revolution and the attemps to determine how much mechanical work is available from heat engines. Entropy provides a measure of the work that is unavailable because of our lack of knowledge of the detailed state of the system. » (p. 130)

Voir Henri Atlan, « Flux d'énergie et organisation biologique », *Sciences*, 1970, 68, p. 58-62 ; et Vernadsky, 1929 ; Bertalanffy, 1968 ; Georgescu-Roegen, 1966, 1971 ; Odum, 1953 ; Odum, 1971, 1983 ; Glandsdorff et Prigogine, 1971.

Vladimir N. SUKACHEV (1880-1967) et **N. DYLIS,** *Fundamentals of Forest Biogeocoenology*, trad. du russe (1964), Edinburgh and London, Oliver & Boyd, 1968, 672 p.

Grande synthèse de l'écologie russe qui a développé sous le concept de biogéocoénologie une vision écosystémique mieux enracinée dans la biogéographie et dont les fondements théoriques s'inspirent explicitement de l'approche biogéochimique et énergétique de la Biosphère de Vernadsky. Disciple aussi de V.V. Dokuchaev (1867-1920), G. F. Morozov (1867-1920), grand spécialiste de la science forestière russe, inspire aussi le géobotaniste Sukachev et son école soviétique (cité in Grinevald, 1987, 1988).

1969 NASA : Mission APOLLO 11
Le premier homme sur la Lune, juillet 1969.

Cet événement spectaculaire, qui marque une date historique incontestable dans l'aventure de l'espèce humaine sur Terre, et plus prosaïquement dans la compétition pour « la conquête de l'espace » entre les deux super-puissances (USA-URSS) de la Guerre froide, est retransmis en direct par la télévision américaine dans le monde entier.

C'est une date capitale dans l'histoire humaine de la Nature et de la découverte de la Terre en tant que planète dans le cosmos.

Michel BATISSE (1922-2004), « Notre planète devient-elle inhabitable ? », *Le Courrier de l'UNESCO*, 1969, 22, p. 4-5.

Cet article du Monsieur Environnement de l'Unesco, et qui fut un authentique pionnier, fait suite à la « Conférence de la Biosphère » organisée par l'Unesco en septembre 1968. Voir Dubos, 1969.

1969 **Mikhail I. BUDYKO** (1920-2003), « The effect of solar radiation variations on the climate of the Earth », ***Tellus***, 1969, 21, p. 611-619.

Une comptabilité du bilan énergétique de la Terre dans le système solaire qui fit autorité chez les experts du climat et des sciences de l'atmosphère dans les années 1970.

Preston CLOUD (1912-1991), ed., ***Resources and Man,*** National Research Council/National Academy of Sciences, San Francisco, Freeman, 1969, 259 p.
(Voir surtout : Marston Bates, « The Human Ecosystem », p. 21-30 ; et Hubbert, 1969).

C'est Georgescu-Roegen qui attira mon attention sur l'importance de cet ouvrage qu'il estimait à sa juste valeur, alors que ses collègues économistes l'ignoraient systématiquement.

Willi DANSGAARD (1922) et al., « On thousand centuries of climatic record from Camp Century on the Greenland Ice Sheet », ***Science***, 1969, 166, p. 377-380.

Les mesures isotopiques de l'oxygène des bulles d'air du forage d'une carotte glaciaire de 1390 mètres de profondeur révèlent pour la première fois les changements climatiques d'un passé d'environ 100 000 ans. Voir Willi Dansgaard, *Frozen Annals : Greenland Ice Sheet Research*, University of Copenhague, Niels Bohr Institute for Astronomy, Physics and Geophysics, 2005, 123 p. (en ligne).

René DUBOS (1901-1982), « La Biosphère : entre l'homme et la nature, un équilibre délicat », *Le Courrier de l'Unesco*, 1969, 22, p. 7-14.

« A mesure qu'augmente la population mondiale, les dimensions limitées du vaisseau spatial Terre et l'inéluctable épuisement de ses ressources naturelles obligeront inévitablement à fonder son exploitation sur les principes écologiques les plus stricts. Or, les hommes ne se sont pas encore suffisamment rendu compte qu'il s'agit là d'une impérieuse nécessité. »

Voir Batisse, 1969. Texte qui fait suite à la « Conférence de la Biosphère » organisée par l'Unesco en septembre 1968. Voir Dubos, 1972.

M. King HUBBERT (1903-1989), « Energy resources », p. 157-242 in Preston Cloud, ed., ***Resources and Man,*** National Research Council/National Academy of Sciences, San Francisco, Freeman, 1969, 259 p.

« Because gas and oil are exhaustible resources, the discovery history of these fuels in any particular area must be characterized by a beginning, a period of increase, a period of decline, and ultimately, an end. In this sequence, the most significant dates are neither those of the beginning or of the end, but that of the transition between the period of increase and the period of decline. »

Voir Cloud, éd., 1969 ; Georgescu-Roegen, 1975.

1969 **Edward J. KORMONDY** (1926), ***Concepts of Ecology***, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1969, 209 p.
(4e éd. : 1996, 559 p.)

Gordon J. McDONALD (1929), « The modification of planet Earth by Man », ***Technology Review***, 1969, 72(1), p. 27-35.

Paul SHEPARD (1925-1996) et **Daniel McFINLEY,** eds., ***The Subversive Science: Essays Toward an Ecology of Man***, Boston, Houghton Mifflin, 1969, 553 p.

L'une des premières, et des plus complètes, anthologies de la nouvelle littérature écologiste sur la crise environnementale du développement de la civilisation industrielle (voir Sears, 1964 ; White, 1967).

IV. Ecologie globale et révolution environnementale (1970-1987)

1970 La production domestique de pétrole aux Etats-Unis (sans l'Alaska) atteint son point culminant (environ 10 m/b/j), comme l'avait prévu M. K. Hubbert dès 1956, alors que la consommation américaine est déjà de plus de 14 m/b/j (17 m/b/j en 1992 ; 20 m/b/j en 2000 ...)

Bert BOLIN (1925), « The carbon cycle », ***Scientific American***, 1970, 223(3), p. 124-132.
(Aussi paru in *the Biosphere*. A Scientific American Book, 1970, p. 49-56 ; rééd. in Edward O. Wilson, éd., *Ecology, Evolution, and Population Biology*, Readings from Scientific American, San Francisco, Freeman, 1974, p. 219-227.)

« Since around 1850 man has inadvertently been conducting a global geochemical experiment by burning large amounts of fossil fuel and thereby returning to the atmosphere carbon that was fixed by photosynthesis millions of years ago. Currently between five and six billion tons of fossil carbon per year are being released into the atmosphere. This would be enough to increase the amount of carbon dioxide in the air by 2.3 parts per million per year if the carbon dioxide were uniformly distributed and not removed. » (...)

« In any case the dynamic equilibrium among the major carbon dioxide reservoirs in the biomass, the atmosphere, the hydrosphere and the soil has been disturbed, and it can be said that they are in a period of transition. » (...)

« Meanwile human activities continue to change explosively. The acceleration in the consumption of fossil fuels implies that the amount of carbon dioxide in the atmosphere will keep climbing from its present value of 320 parts per million to between 375 and 400 parts per million by the year 2000, in spite of anticipated large removals of carbon dioxide by land vegetation and the ocean reservoir. A fundamental question is : What will happen over the next 100 or 1000 years ? Clearly the exponential changes cannot continue. »

Dans cet article, la courbe illustrant la quantité de combustibles fossiles que l'humanité pourrait théoriquement utiliser est reprise, dit Bolin, des projections de Harrison Brown au milieu des années 1950 : « If a third of the carbon dioxide produced by burning it all were to remain in the atmosphere, the carbon dioxide level would rise from 320 ppm today to about 1500 ppm over the next several centuries. »

1970

Preston CLOUD (1912-1991), ed., ***Adventures in Earth History***, San Francisco, Freeman, 1970, 992 p.

Très utile anthologie qui rassemble les sources géologiques (au sens large) de la « révolution environnementale ».

G. Evelyn HUTCHINSON (1903-1991), **« The Biosphere »**, ***Scientific American***, 1970, 223(3), p. 44-53.
(Aussi paru in ***the Biosphere***, A Scientific American Book, 1970, p. 3-11 ; rééd. in Edward O. Wilson, ed., ***Ecology, Evolution, and Population Biology***. Readings from Scientific American, San Francisco, Freeman, 1974, p. 195-203).

Texte capital (trop négligé, même parmi les écologistes !) qui marque, à la suite de la « Conférence de la Biosphère » de 1968 (Unesco, 1970), le début de la redécouverte de la conception vernadskienne de la Biosphère et l'émergence de l'écologie globale, nettement plus visible vers la fin des années 1980. Voir Hutchinson, 1965 ; Grinevald, 1987, 1988 ; Polunin et Grinevald, 1988 ; Grinevald, « Introduction », in Vernadsky, 1998.

Charles D. KEELING (1928-2005), « Is carbon dioxide from fossil fuel changing man's environment ? », ***Proceedings of the American Philosophical Society***, 1970, 114(1), p. 10-17.

Donne une longue citation de Roger Revelle, le M. Greenhouse Effect (qui fut aussi le professeur d'Al Gore à Harvard...).

Victor A. KOVDA (1904-1991), « Conceptions scientifiques contemporaines de la biosphère », p. 13-31 in *Utilisation et conservation de la biosphère*, Paris, Unesco, 1970, 305 p.

Texte introductif pour « la conférence de la biosphère » de l'Unesco, en 1968, rédigé par cet éminent pédologue soviétique, bon connaisseur de l'école biogéochimique de Vernadsky. Kovda, que connaissait bien notre ami N. Polunin, fut la cheville ouvrière, à l'Unesco, de la promotion du concept écologique de biosphère. Voir Grinevald, 1987, 1988 ; Polunin et Grinevald, 1988.

Helmut E. LANDSBERG (1906-1985), « Man-made climatic changes », ***Science***, (18 décembre) 1970, 170, p. 1265-1274.

Margaret MEAD (1901-1978), « The Island Earth », *Natural History*, 1970, 79(1), p. 22, 102-103.

Célèbre anthropologue américaine, épouse d'un anthropologue également célèbre, Gregory Bateson (1904-1980), le gourou de l'épistémologie de la complexité et des théoriciens de la mouvance écologiste, Voir NASA, 1970 ; Kellogg et Mead, éds, 1977.

1970 **Jacques MONOD** (1910-1976), ***Le hasard et la nécessité :*** *essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*, Paris, Editions du Seuil, 1970, 197 p.

« En trois siècles la science, fondée par le postulat d'objectivité, a conquis sa place dans la société : dans la pratique, mais pas dans les âmes. Les sociétés modernes sont construites sur la science. Elles lui doivent leur richesse, leur puissance et la certitude que des richesses et des pouvoirs bien plus grands encore seront demain, s'il le veut, accessibles à l'Homme. Mais aussi, de même qu'un « choix » initial dans l'évolution biologique d'une espèce peut engager l'avenir de toute sa descendance, de même le choix, inconscient à l'origine, d'une pratique scientifique a-t-il lancé l'évolution de la culture dans une voie à sens unique; trajet que le progressisme scientiste du XIX^e^ siècle voyait déboucher infailliblement sur un épanouissement prodigieux de l'humanité, alors que nous voyons aujourd'hui se creuser devant nous un gouffre de ténèbres.

« Les sociétés modernes ont accepté les richesses et les pouvoirs que la science leur découvrait. Mais elles n'ont pas accepté, à peine ont-elles entendu, le plus profond message de la science : la définition d'une nouvelle et unique source de vérité, l'exigence d'une révision totale des fondements de l'éthique, d'une rupture radicale avec la tradition animiste, l'abandon définitif de l' « ancienne alliance », la nécessité de forger une nouvelle. » (p. 185-186)

Ce livre-manifeste proclamait – dans une langue admirable – la nouvelle conception moléculaire de la biologie (« cartésienne » ?), aux antipodes philosophiques de l'organicisme et du holisme souvent revendiqués par les écologistes (pour qui « la Biosphère » ne se réduit pas à la somme des organismes vivants). Jacques Monod (ne pas confondre avec Théodore Monod) ignorait – comme ses collègues (Theodosius Dobzhansky, d'origine russe, est une exception !), le nom de Vernadsky et sa conception de la Biosphère. Le professeur J. Monod était célèbre bien avant de recevoir le Prix Nobel de médecine et physiologie en 1967, avec ses amis André Lwoff (1902-1994) et François Jacob (1920). La pensée de Jacques Monod, qui rejoignait la « philosophie de l'absurde » d'Albert Camus, fit sur moi une forte impression depuis notre discussion en privé à l'occasion des Rencontres Internationales de Genève en 1965. *Le hasard et la nécessité* développait les idées esquissées dans sa *Leçon inaugurale au Collège de France*, intitulée « De la biologie moléculaire à l'éthique de la connaissance », le 3 novembre 1967. Voir Rosnay, 1975.

NASA, ***This Island Earth***, (Oran W. Nicks), Washington, National Aeronautics and Space Administration, NASA SP-250, 1970, 182 p.

Le programme Apollo, qui aboutit à l'Homme sur la Lune en 1969, nous a légué cette admirable métaphore de notre planète Terre comme *une île* dans l'immense océan du froid et des ténèbres de l'espace interstellaire. Cette métaphore biogéographique, qui doit beaucoup à l'article « The Island Earth » de Margaret Mead (1970), a cependant été moins bien acceptée que celle, terriblement technocratique et anthropocentrique, du « vaisseau spatial Terre » *(Spaceship Earth)*, directement issue, depuis le milieu des années 1960 (en pleine guerre froide), de l'entreprise scientifico-technologique de la « conquête de l'espace ».

1970 **Max NICHOLSON** (1904-2003), ***The Environmental Revolution**: a guide for the new masters of the world*, London, Hodder & Stoughton ; New York, McGraw-Hill, 1970, 366p. ; trad. fr. : ***La révolution de l'environnement**. Guide à l'usage des nouveaux maîtres du monde*, Paris, Gallimard, 1973, 465 p.

Le grand livre de synthèse qui fait époque : l'année 1970 est bien l'an un d'un changement de perspective. L'écologie, promue sur le devant de la scène par le mouvement de la conservation de la nature, que représente le naturaliste britannique Max Nicholson, révèle la crise écologique du développement en même temps qu'elle implique une révolution mentale pour toute l'humanité confrontée aux limites de la Biosphère. Ce livre magistral n'a malheureusement pas été apprécié à sa juste valeur dans les milieux universitaires plus que jamais compartimentés et spécialisés. Voir Hutchinson, 1970 ; Unesco, 1970 ; UICN, 1980.

Peter ODELL (1930), ***Oil and World Power***, Harmondsworth, Penguin Books, 1970 ; 7e éd. 1983, 288 p. ; trad. fr. : *Le pétrole et le pouvoir mondial*, Paris, Alain Moreau, 1973, 234 p.

Un classique qui date… Voir Sampson, 1975 ; Yergin, 1991 ; Youngquist, 1997 ; Leggett, 1999 ; Nouschi, 1999 ; Klare, 2004 ; Laurent, 2006 ; Sébille-Lopez, 2006.

SCIENTIFIC AMERICAN, eds., ***The Biosphere***. A Scientific American Book, San Francisco, Freeman, 1970, 134 p.
(C'est le numéro spécial de septembre 1970).

The biosphere – this thin film of air and water and soil and life no deeper than ten miles, or one four-hundredth of the earth's radius – is now the setting of the uncertain history of man.

The biosphere provides the context and perspective for consideration, in this book, of the questions that are clustered in public discussion in the United States today under the horizon-sweeping title of « Environment » (…)

Man must learn to see himself in his true place and proportion in the biosphere.

Heedless use of technology has so far created no problems that wise use cannot resolve. On the other hand, the worldwide, accelerating spread of industrial civilization requires the coordinate spread of a word view that embraces the needs and rights of every man in the common destiny of mankind and within the finite dimension of the planet (préface des éditeurs).

Contient notamment : A.H. Oort, The energy cycle of the Earth ; G.M. Woodwell, The energy cycle of the biosphere ; H.L. Penman, The water cycle ; B. Bolin, The carbon cycle ; E.S. Deevey, The mineral cycles ; L.R. Brown, Human food production as a process in the biosphere ; S.F. Singer, Human energy production as a process in the biosphere ; H. Brown, Human materials production as a process in the biosphere. Une référence majeure, trop souvent négligée (omise dans la traduction française du rapport Meadows, 1972). Une référence pour Georgescu-Roegen (1975, 1995). Ce numéro spécial a été traduit en russe (1972), en espagnol (1972) et en italien (1976), mais pas en français. Voir Grinevald, 1985, 1987, 1988 ; Polunin et Grinevald, 1988.

1970 **S. Fred SINGER** (1924), ed., ***Global Effects of Environmental Pollution***, Dordrecht, Reidel, 1970, 218 p.
(Actes d'un symposium de l'AAAS, à Dallas, décembre 1968).

Lorsque l'affaire de l'effet de serre devint politique et entra dans les relations internationales, S.F. Singer se rangera du côté des sceptiques, soutenus par le lobby industriel du charbon et du pétrole. Le problème du CO_2 et du climat tient une place importante dans ce volume collectif.

Gordon Rattray TAYLOR (1913-1981), ***The Doomsday Book***, Greenwich, Conn., Fawcet Publications, 1970, 320 p.; trad. fr.: *Le Jugement dernier*, Paris, Calmann-Lévy, 1970, 294 p.

Ce journaliste scientifique anglais a mené une vaste enquête dans les milieux scientifiques avant de rédiger cet essai qu'il est facile (avec un tel titre) d'accuser de tomber dans le catastrophisme. Malheureusement, dans l'édition française, comme c'est souvent le cas (voir Carson, 1962), l'appareil critique a été omis. C'est un excellent témoignage du « catastrophisme écologique » du tournant des années 1960-70. Le chapitre sur l'impact des activités industrielles sur la chimie de l'atmosphère est particulièrement remarquable. Il montre bien l'inquiétude, mais aussi l'incertitude scientifique, de l'époque: « Ere glaciaire ou chaleur mortelle? » G.R. Taylor cite notamment J. Lovelock, B. Commoner, F. Osborn, R. Dasmann, Lynn White, F.F. Darling, LaMont Cole, Thomas Malone, G. MacDonald, R. Bryson, Manabe et Wetherald, M. Budyko, R. Revelle, C. Patterson, bref, les pionniers du débat actuel...

UNESCO, ***Utilisation et conservation de la biosphère***, Paris, Unesco, « recherches sur les ressources naturelles », 1970, 305 p.
Actes de la « Conférence de la Biosphère » à l'Unesco en 1968.

Carroll M. WILSON et **William H. MATTHEWS,** eds., ***Man's Impact on the Global Environment:*** *Assessment and Recomendations for Action*, Report of the Study of Critical Environmental Problems (SCEP), Cambridge, Mass., and London, MIT Press, 1970, 319 p.

Pour la préparation de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain à Stockholm (1972). Les éditeurs sont professeurs au M.I.T.: C. Wilson, à la Sloan School of Management, et W. Matthews au Département de génie civil. Ce rapport inscrit le problème de l'effet de serre du CO_2 (avec réf. à Chamberlin, 1899, et Arrhenius, 1896; « la courbe de Keeling », p. 47-48), dans la problématique environnementale à l'échelle planétaire. Il ne s'agit pas du tout de catastrophisme écologique: les recommandations visent uniquement la recherche scientifique et son orientation. Malgré tout, c'est une source importante (voir Forrester, 1971; Meadows et al., 1972; Goldsmith et al., 1972). Ce rapport a été ignoré en France, à l'exception d'un authentique penseur comme Armand Petitjean, retiré dans sa bibliothèque de La Baume, en Cévennes (voir Petitjean, éd., 1974).

1970 Bibliothèque encyclopédique fabuleuse, digne d'un prince de la Renaissance (la nouvelle renaissance écologique), où j'ai passé mes plus belles heures de lecture et de discussion sur tous les aspects de « notre crise écologique ». Edward (« Teddy ») Goldsmith y fait aussi allusion dans la préface de son grand livre sur l'écologie (Goldsmith, 1992). Voir Wilson et Matthews, éds, 1971.

1971 **Donald S. L. CARDWELL** (1919-1998), ***From Watt to Clausius: The Rise of Thermodynamics in the Early Industrial Age***, London, Heinemann ; New York, Cornell University Press, 1971, 336 p.

Mes études historiques et épistémologiques sur le développement de la thermodynamique et ses rapports avec les technologies de l'énergie (roues hydrauliques et machines à feu) doivent beaucoup à mes relations avec Cardwell, professeur d'histoire des sciences et de la technologie à l'Université de Manchester, et à ses collaborateurs, Richard Hills et surtout Arnold Pacey. Cette école de Manchester a révolutionné notre manière de penser la révolution industrielle (pas seulement à Manchester !), du moins par rapport au rôle pratique et idéologique de la science (une catégorie moderne délicate à utiliser pour cette époque), et aux origines de la thermodynamique. Hélas, l'histoire des rapports entre science, technique et société est le parent pauvre de nos hautes écoles (j'ai été bien placé pour le constater).

Barry COMMONER (1917), ***The Closing Circle: Nature, Man and Technology***, New York, Knopf, 1971, 326 p. ; trad. fr. : *L'encerclement : Problèmes de survie en milieu terrestre*, Paris, Editions du Seuil, coll. « Science ouverte », 1972, 300 p.

« Sans l'action des plantes, des animaux et des micro-organismes qui se trouvent en eux, il n'y aurait pas d'eau pure dans les lacs et dans les rivières. Sans les processus biologiques qui se poursuivent dans le sol depuis des millions d'années, nous n'aurions ni récoltes alimentaires, ni essence, ni charbon. Cette machinerie vitale constitue notre capital biologique, la base élémentaire dont dépend l'ensemble de notre productivité. Si nous la détruisons, toute notre technologie la plus avancée deviendra inutilisable, cependant que s'effondreront les systèmes économiques et politiques qui reposent sur elle. La crise de l'environnement est comme le premier signal de l'imminence de ce désastre. » (p. 21)

Le titre français est désastreux ! L'analyse de Commoner fut vertement contestée par l'écologiste Paul Ehrlich. Cette controverse portait sur l'origine de la crise de l'environnement : la technologie américaine de l'après-guerre selon Commoner, la surpopulation mondiale selon Ehrlich. Ce débat est loin d'être clos. Voir Constance Holdren, « Ehrlich versus Commoner : an environmental fallout », *Science*, 1972, 177, p. 245-247 ; B. Commoner, « The Closing Circle », *Environment*, 1972, 14(3), p. 23, 52) ; P. Ehrlich and J. Holdren, « The Closing Circle », *Environment*, 1972, 14(3), p. 24, 39. Voir Commoner, 1966, 1976.

1971 **Earl COOK** (1920-1983), « The flow of energy in an industrial society », *Scientific American*, 1971, 224(3), p. 134-147.
(Rééd. in *Energy and Power*, 1971, p. 83-91). Voir Cook, 1976 ; Smil, 1997, 2003.

Roger DAJOZ (1929), *Précis d'écologie*, Paris, Dunod, 1971, 434 p.
(2e éd. 1972, 444 p. ; 3e éd., 1975, 550 p. ; 7e éd. 2000, 615 p. ; 8e éd. 2006).

Premier manuel français, à ma connaissance, de l'enseignement universitaire de l'écologie générale. A partir de la 6e édition (1996), cet ouvrage prend une nouvelle dimension (pas seulement avec un grand format), le texte est désormais largement enrichi de précieuses références historiques. Entre-temps, en effet, Dajoz a publié une remarquable étude des sources historiques, trop peu connue : « Eléments pour une histoire de l'écologie. La naissance de l'écologie moderne au XIXe siècle », *Histoire et Nature*, 1984, 24-25, p. 5-111.

Paul R. EHRLICH, John P. HOLDREN, et **Richard W. HOLM,** eds, ***Man and the Ecosphere***, Readings from Scientific American, San Francisco, Freeman, 1971, 307 p.

Ce recueil reprend le néologisme « ecosphere » introduit dans le *Scientific American* (en introduction : Cole, 1958). A comparer avec le précédent numéro sur « the Biosphere ». Sur le problème du gaz carbonique et du climat, reprend simplement l'article de Plass, 1959.

Energy and Power. A Scientific American Book, San Francisco, Freeman, 1971, 144 p.

Numéro spécial de septembre 1971 du *Scientific American*. Une crise de l'énergie attend l'histoire de la civilisation industrielle (modèle américain) au tournant ! Voir surtout Cook, 1971 ; Hubbert, 1971 ; Grinevald, 1976.

Richard FALK (1930), ***This Endangered Planet:*** *Prospect and Proposals for Human Survival*. New York, Random House. 1971, 495 p.

R. Falk est professeur de droit international public et de relations internationales aux Etats-Unis.

Jay FORRESTER (1918), ***World Dynamics***, Cambridge, Mass., Wright-Allen Press, 1971, 142 p. ; trad. fr. : *Dynamique mondiale*, Lyon, Presses universitaires de Lyon, coll. « Science des systèmes », 1982, 224 p.

Voir Meadows et al., 1972 ; SCEP, 1970.

Robert M. GARRELS (1916-1988) et **Fred T. MACKENZIE** (1934), ***Evolution of Sedimentary Rocks***, New York, Norton, 1971, 397 p.

Un classique de la conception géochimique de l'environnement et du fonctionnement de « l'usine chimique » (sic) de la Terre. Voir « Le monde schématique de

1971

Robert Garrels» in Westbroeck (1992) 1998, p. 77-93. Voir aussi Garrels, Mackenzie et Hunt, 1975; Mackenzie, et Mackenzie, 1995.

Nicholas GEORGESCU-ROEGEN (1906-1994), ***The Entropy Law and the Economic Process***, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1971, 457 p.



Le *magnum opus* du professeur Georgescu-Roegen, qui propose un nouveau paradigme et représente une « révolution scientifique » invisible (au sens de Thomas Kuhn), reprend presque mot pour mot des pages entières – sur les rapports méconnus entre économie, thermodynamique, irréversibilité, évolution et biologie – de la longue introduction de son précédent livre, *Analytical Economics* (Georgescu-Roegen, 1966). *The Entropy Law and the Economic Process* sera l'une des principales sources d'inspiration, à côté des Odum (1971), de la nouvelle perspective écologique globale qui intègre l'activité économique dans la Biosphère, perspective interdisciplinaire et holistique développée par l'Economie écologique et l'Ecologie industrielle. Voir Georgescu-Roegen, 1966, 1975, 1976, 1979, 1995; Grinevald, 1974, 1976, 1977, 1980, 1992.

John HARTE (1939) et **Robert SOCOLOW** (1937), ***Patient Earth***, New York, Holt, Rinehart and Winston, 1971, 364 p.

Herman E. Daly, « Introduction: Towards a steady-state economy », p. 1-29. Georgescu-Roegen critiquera, au nom de sa conception de l'entropie, ce retour à la doctrine classique de « l'état stationnaire » propagé par son ancien étudiant (Vanderbilt University, Nashville). Daly va devenir célèbre (il est cité in Meadows et al., 1972, et sera engagé au département Environnement de la Banque mondiale) et persistera dans l'idéal de « l'état stationnaire », assimilé au « développement durable » *(sustainable development)*, de sorte que Georgescu-Roegen va se fâcher et rompre les relations avec son plus proche disciple américain. Cette déplorable situation va assombrir la réputation académique de Georgescu-Roegen et contribuer à son isolement intellectuel, surtout aux Etats-Unis. Pour ma modeste part, je ne me suis jamais fâché avec Daly et, autant que je le pouvais, j'ai cherché une issue non-violente à cette querelle entre maître et élève, hélas si fréquente dans les milieux intellectuels où les rivalités personnelles et le plagiat sont monnaie courante.

John P. HOLDREN (1944) et **Paul R. EHRLICH** (1932), éds, ***Global Ecology***: *Readings Toward a Rational Strategy of Man*, New York, Harcourt Brace Jovanocivh, 1971, 295 p.

L'une des premières occurrences dans la littérature environnementale américaine, à ma connaissance, du terme « écologie globale ». Mais ce recueil d'articles

1971 est moins « planétaire » que le numéro spécial sur « la biosphère » du *Scientific American* de septembre 1970.

M. King HUBBERT (1903-1989), « The energy resources of the Earth », *Scientific American*, 1971, 22483, p. 60-70.
(Rééd. in *Energy and Power*. A Scientific American Book, San Francisco, Freeman, 1971).

William H. MATTHEWS, William W. KELLOG et **G.D. ROBINSON,** éds, ***Man's Impact on the Climate***, Cambridge, Mass., and London, MIT Press, 1971, 594 p.

Voir S. Manabe, « Estimates of future change of climate due to the increase of carbon dioxide concentration in the air », p. 249-264. Voir Wilson et Matthews, éds, 1970, 1971.

William W. MURDOCH (1939), éd., ***Environment: Resources, pollution and society***, Staford, Conn., Sinauer Associated, 1971, 440 p.

Anthologie environnementaliste très complète qui décrit en détail la crise écologique de la société industrielle avancée. On retrouve les noms désormais célèbres : K. Boulding, L. Brown, L. Caldwell, P. Cloud, E. Cook, M.K. Hubbert, G. MacDonald… C'est une référence de Georgescu-Roegen, 1975.

Erico NICOLA (1907-2001), « L'homme et son environnement », p. 16-24 in ***Remises en question***, par D. de Rougemont, E.C. Nicola, D. Sidjanski, H. Schwamm, Genève, Institut universitaire d'études européennes, 1971, 49 p.

« Une vision plus large est nécessaire, c'est celle, entre autres, de l'écologie politique, qui devrait concevoir l'ensemble multipolaire de tous les éléments qui forment la biosphère. L'homme lui-même doit s'intégrer fonctionnellement dans ce tout, servir le principe de la Vie, au lieu de s'attribuer une place d'honneur irréelle et même absurde. »

Une précieuse bibliographie accompagne ce petit texte passé inaperçu et dont la diffusion est restée confidentielle, comme tous les textes, toujours très brefs, rédigés par cet illustre inconnu qui était en fait une éminence grise de la conservation de la nature et l'un des pionniers les plus convaincus de la sauvegarde de la Biosphère. Le « Colonel », comme on l'appelait, n'hésitait pas à assumer le rôle de Cassandre de « l'ère écologique ». Météorologiste de métier, qui joua un rôle clé durant la dernière guerre et garda de bonnes relations avec l'armée suisse et le gouvernement fédéral, Nicola était un scientifique hors du commun, devenu, comme le pacifiste Einstein, « citoyen du monde ». Il fut l'intermédiaire discret mais efficace entre le Club de Rome et les plus hautes autorités de la Confédération helvétique qui accueillirent la fameuse réunion de Berne, en juin 1970, où Jay Forrester présenta son « modèle mondial » devant le « collège invisible » du

1971 Club de Rome. Ma première rencontre avec Erico Nicola remonte à une réunion du World Council For The Biosphere, en 1988, où le président N. Polunin nous présenta mutuellement comme « les princes de la Biosphère » ! Célibataire et esthète fortuné, il fut un mécène pour l'installation de l'UICN sur les rives vaudoises du lac Léman, à Morges puis à Gland, et l'un des créateurs du WWF. A Buchillon, il possédait la superbe propriété des Bois Chamblards, qu'il légua (je suis à l'origine de cette idée !) à l'EPFL. Puisse cette grande école d'ingénieurs en faire bon usage, dans l'esprit « biosphérique » du sage Nicola !

Eugene P. ODUM (1913-2002), ***Fundamentals of Ecology***, 3rd Edition, Philadelphia, Saunders, 1971, 588 p.
(1re éd. : Odum, 1953). Cette 3e édition, revue et augmentée, a connu une large diffusion dans le monde, mais ce traité fondamental de la science écologique moderne n'a curieusement pas été traduit en français. Cette édition est une source d'inspiration scientifique pour les fondateurs de l'économie écologique et de l'écologie industrielle.

Howard T. ODUM (1924-2002), ***Environment, Power and Society***, New York, Wiley-Interscience, 1971, 340 p.

« Let us follow the principles of energy in environmental-scale systems that include our industrial civilization. To see these pattern which are bigger than ourselves, let us take a special view through the macroscope. » (p. 9)

« **The Biosphere.** We can begin a systems view of the earth through the macroscope of the astronaut high above the earth. From an orbiting satellite, the earth's living zone appears to be very simple. The thin water- and air-bathed shell covering the earth – the biosphere – is bounded on the inside by dense solids and on the outside by the near vacuum of outer space. (...) From the heavens it is easy to talk of gaseous balances, energy budgets per million years, and the magnificent simplicity of the overall metabolism of the earth's thin outer shell. With the exception of energy flow, the biosphere can be seen as the closed system that it for the is, a closed system of the type whose materials are cycled and reused.

The biosphere is the largest ecosystem, but the forests, the seas, and the great cities are systems also. » (p. 11)

Véritable manifeste pour une approche écosystémique (et énergétique) globale, manuel typique de la vogue holistique et interdisciplinaire du tournant des années 1960-70. Ce livre très original a largement contribué à généraliser l'enseignement de la nouvelle science des écosystèmes à la problématique de « l'environnement » et de « la crise de l'énergie », en l'occurrence du pétrole (dont l'agriculture moderne selon le modèle américain fait un usage inconsidéré et lamentable du point de vue du rendement thermodynamique de l'ensemble du système agro-alimentaire industriel). Ecologiste et biogéochimiste formé à l'école de G.E. Hutchinson à Yale, le frère cadet d'Eugène Odum a créé toute une méthodologie originale (inspirée de la modélisation des circuits électriques !) pour l'analyse

1971 énergétique (thermodynamique) appliquée aux systèmes complexes de la société comme de la nature. Son approche transdisciplinaire, symbolisée par un instrument symbolique d'observation globale, qu'il nomma le « macroscope », essentiel pour étudier l'écosystème planétaire – la Biosphère, a été repris, d'une manière très pédagogique par Joël de Rosnay (1975). Il faut savoir cependant que cette philosophie néo-énergétiste a été vertement critiquée par Georgescu-Roegen (1975, 1977, 1995), et notamment l'équivalence de l'information et de l'entropie, de même que l'équivalence (similaire) entre l'économie (ou les flux monétaires) et l'écologie (les cycles naturels). Un livre phare pour les pionniers de l'Economie écologique et de l'Ecologie industrielle.

Carroll L. WILSON et **William H. MATTHEWS,** éds, ***Inadvertent Climate Modification,*** Report of the Study of Man's Impact on Climate (SMIC), Cambridge, Mass. And London, MIT Press, 1971, 308 p.

Rapport de la conférence « Study of Man's Impact on Climate » (SMIC), à Stockholm. Un point de vue très géophysique, qui fait peu de place aux aspects biologiques malgré la session consacrée au « Global Ecological Problems ». Les climatologues soviétiques, qui participent à ses réunions, sont plus proches d'un point de vue biogéographique et biosphérique !

1972 CONFÉRENCE DE STOCKHOLM
United Nations Conference on Human Environment
Conférence des Nations Unies sur l'environnemnt humain
Stockholm (Suède), juin 1972
Secrétaire général : le Canadien Maurice Strong (1929)

Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE)
United Nations Environment Progamme (UNEP)
Siège : Nairobi (Kenya)
Premier Directeur : Maurice Strong

IIASA
International Institute for Applied Systems Analysis (Laxenburg, Autriche)
La Mecque de la prospective énergétique mondiale à long terme et de l'interaction complexe entre énergie-climat-société (voir Flohn, 1977, 1980, 1981; Williams, éd., 1978; Ausubel, 1980; Clark et Munn, eds., 1986 ; Nakicenociv et al. éds, 1998).

Carl AMERY (1922-2005), ***Das Ende der Vorsehung. Die gnadenlosen Folgen des Christentums***, Reinbek, Rowohlt, 1972, 256 p. ; trad. fr. (version française établie par Armand Petitjean) : ***La Fin de la Providence***, Paris, Seuil, coll. « Equilibres », 1976, 223 p.

Dans le sillage du débat Lynn White sur les racines historiques (et religieuses) de « notre crise écologique » (malgré l'absence de référence explicite à Lynn White,

1972

1967), l'écrivain allemand signe ici un véritable réquisitoire contre les illusions de la modernité occidentale, qu'elle soit de Gauche ou de Droite. Cette critique « écologiste » du Christianisme réel, dans son développement socio-historique occidental, offre un point de vue européen assez différent du point de vue américain de Lynn White. Né Christian Anton Mayer, Carl Amery est l'écrivain engagé qui fonda en 1980 la *E.-F. Schumacher-Gesellschaft für politische Ökologie*, à Munich, comme branche allemande de l'association ECOROPA (créée lors des réunions de Paris en 1976 et de Metz en 1977. (Il a publié plusieurs livres sur la crise écologique, dont *Natur als Politik : die ökologische Chance des Menschen*, Reinbeck, Rowohlt, 1976, 222 p.)

Lynton Keith CALDWELL (1913-2006), ***In Defense of the Earth : International Protection of the Biosphere***, Bloomington, Indiana University Press, 1972, 295 p. ; trad. fr. *La Terre en danger : Pour une protection internationale de la biosphère*, Paris, Les Editions Inter-nationales, coll. « Tendances actuelles », 1973.

Pas diffusée en France, la version française est difficile à trouver ! J'en dois une photocopie à l'auteur lui-même, que je rencontrais dans les réunions du World Council For The Biosphere organisées par le professeur N. Polunin. Voir Caldwell, 1963, 1984, 1990.

Raymond DASMANN (1919-2002), ***Planet in Peril ? Man and the Biosphere Today***, New York, Penguin Books-Unesco, 1972, 136 p.

Chap. I : « The Environmental Crisis » ; 2 : « The Biosphere » ; 3 : « The Impact of Man : The Historical Record ; 4 : « The Impac of Man : The Recent Record ; 5 : « The Movement Towards Conservation ; 6 : « New Goals, New Decisions » ; 7 : « An International Programme ».

« The Biosphere Conference held in Unesco House in Paris 1968 was a major step forward for the United Nations system. It represented the first major intergouvernmental conference directed towards solving the problem of the biosphere in its totality. » (p. 127)

Hélas, le programme MAB (Man and the Biosphere), malgré quelques résultats non négligeables, comme les « réserves de la biosphère », n'a pas eu la fortune que nombre de biologistes de la conservation espéraient. La crise politique dans laquelle l'Unesco s'embourba n'est sans doute pas étrangère à ce déclin du thème des rapports entre l'Homme et la Biosphère au profit de notions aussi floues que l'environnement ou le développement durable !

René DUBOS (1901-1982), ***A God Within***, New York, Charles Sribner's Sons, 1972, 325 p. ; trad. fr. de Armand Petitjean : ***Les Dieux de l'écologie***, Paris, Fayard, coll. « Ecologie », 1973, 239 p.

Le titre anglais fait référence au mot de son héros Louis Pasteur (1822-1895) : « Ce sont les Grecs qui nous ont légué le plus beau mot de notre langue : le mot " enthousiasme " du grec " en theo " un Dieu intérieur ». Admirable éloge de

1972 "l'esprit du lieu", plaidoyer environnementaliste pour la diversité culturelle et naturelle de ce monde vivant (proche de "l'éthique du respect de la vie" d'Albert Schweitzer). La diversité, dans l'unité de la biosphère, est la beauté de la Terre. Le docteur Dubos esquisse ce qu'il appelle, depuis peu, une "Théologie de la Terre". On attribue souvent à René Dubos le slogan écologiste : « Penser globalement, agir localement ». Voir Dubos, 1968, 1969.

François ELLENBERGER (1915-2000), « La métaphysique de James Hutton (1726-1797) et le drame écologique du XX^e^ siècle », *Revue de synthèse*, 1972, 67-68, p. 267-283.

Ce grand maître de l'historiographie de la géologie, dont je partage (en disciple d'Ellenberger pour une bonne part) la passion pour James Hutton, était aussi un authentique pionnier, en France, de la réflexion philosophique sur notre crise écologique. Cité in Grinevald, 1991d.

Rhodes W. FAIRBRIDGE (1914-2006), éd., ***The Encyclopedia of Geochemistry and Environmental Sciences*** (Encyclopedia of Earth Sciences Series, vol. IVA), New York, Van Nostrand Reinhold, 1972, 1321 p.

Edward GOLDSMITH (1928) et al., « A Blueprint for Survival », ***The Ecologist***, 2(1), p. 1-43 ; et ***A Blueprint for Survival***, London, Tom Stacey, 1972, 173 p. ; rééd. Harmondsworth, Penguin Books, 1972, 139 p. ; trad. fr. de Armand Petitjean : ***Changer ou disparaître***, Paris, Fayard, coll. « Ecologie », 1972, 158 p.

Nicholas GEORGESCU-ROEGEN (1906-1994), « Economics and Entropy », ***The Ecologist***, 1972, 2(7), p. 13-18 ; trad. fr. : « La loi de l'entropie et le problème économique », in Georgescu-Roegen, 1979, p. 17-36 ; 1995, p. 53-71 ; 2006, p.65-84.

M. King HUBBERT (1903-1989), « Man's conquest of energy : its ecological and human consequences », p. 1-50 in ***The Environmental and Ecological Forum 1970-71***, Oak Ridge, Tenn., U.S. Atomic Energy Commission, Office of Information Services, 1972, 186 p.

Voir Hubbet, 1949, 1956, 1966, 1981.

Cynthia HUNT (1941) et **Robert M. GARRELS** (1916-1988), ***Water: The Web of Life***, New York, Norton, 1972, 208 p.

Cynthia Hunt a épousé Robert Garrels en 1970 ; ensemble, ils vont écrire ce merveilleux livre sur le cycle de l'eau présenté sous tous ses aspects à l'échelle du grand système géochimique de la Terre. Voir Garrels et al., 1975 ; Gregor et al., éds, 1988.

1972 **James LOVELOCK** (1919), « Gaia as seen through the atmosphere », ***Atmospheric Environment***, 1972, 6, p. 579-580.

Première annonce scientifique du père spirituel de « l'hypothèse Gaïa ». La réception est alors presque nulle, contrairement au cas de la fameuse hypothèse d'Alfred Wegener dans les années 1910. La première personnalité de la communauté scientifique qui se montre enthousiaste vis-à-vis de cette idée (déjà ancienne mais longtemps négligée) que l'atmosphère est une extension de la vie sur Terre, n'est autre que la microbiologiste américaine Lynn Margulis (elle-même révolutionnaire dans son domaine), ex-épouse du célèbre astronome et planétologue Carl Sagan. Voir Lovelock et Margulis, 1974 ; Margulis et Lovelock, 1975 ; Lovelock, 1979, 1988, 2006 ; Rambler et al., 1989 ; Schneider et Boston, éds, 1991 ; Schneider et al., 2004 ; Grinevald, 1987, 1988, 1990, 1991, 1992.

Lester MACHTA (1919-2001), « The role of the oceans and biosphere in the carbon dioxide cycle », p. 121-145 in David Dyrssen et Daniel Jagner, éds, *The Changing Chemistry of the Ocean*, Stockholm, Almvist & Wicksell ; New York, Wiley Interscience, 1972, 365 p.

Texte présenté et distribué au 20e Symposium Nobel, à Göteborg, Suède, 16-20 août 1971. Ce météorologiste de l'Administration fédérale américaine souligne la signification planétaire de la courbe exponentielle de l'augmentation du gaz carbonique dans l'atmosphère, manifestement d'origine humaine. Cette croissance suit l'utilisation, également exponentielle, des combustibles fossiles. Machta cite bien les mesures de Keeling mais on ne parle pas encore communément de « la courbe de Keeling » ! Le graphique présenté par Machta est repris dans le rapport Meadows pour le Club de Rome (Meadows, et al., 1972 ; hélas pas dans la traduction française) ; voir aussi Woodwell et Pecan, éds, 1973.

Donella MEADOWS (1941-2001), et al, ***The Limits to Growth***. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind, New York, Universe Books, 1972, 205 p. ; trad. fr. de Janine Delaunay : « Les limites à la croissance », p. 131-304 in ***Halte à la croissance ?***, Paris, Fayard, coll. « Ecologie », 1972, 314 p.

Ce (premier) rapport au Club de Rome, souvent appelé de manière erronée le Rapport du Club de Rome, publié en plusieurs langues au printemps 1972 (quelques mois avant la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain à Stockholm), a fait l'effet d'un gros pavé dans la mare. Un large public a été choqué, mais aussi parfois séduit, suscitant de vives réactions contradictoires. Il a servi de catalyseur à la naissance de l'écologie politique et d'un changement de perspective, probablement aussi révolutionnaire que celui de Copernic, de Darwin et de Freud. On cria aussi au scandale ! L'hérésie du message alarmiste de ce « livre des limites » (Armand Petitjean) était trop évidente ! Dans un « monde fini », en l'occurrence la Biosphère de notre planète Terre, la poursuite de la croissance illimitée est une absurdité écologique : cela ne peut que provoquer, à plus ou moins brève échéance, l'effondrement *(collapse)* de l'écosystème global. La

1972 prévision numérique de ce modèle situait l'effondrement vers la fin des années 2020 ! Ce catastrophisme écologique suscita un tollé du côté de l'establishment des économistes et des hommes politiques, y compris des syndicalistes, des partis communistes et des intellectuels marxistes. L'ensemble du spectre philosophico-politique des pays démocratiques occidentaux chercha la parade dans une réaffirmation de la foi dans le mythe de la régulation du marché et le progrès scientifique et technique illimité.

Les réactions furent également vives au Japon, où la croissance industrielle est totalement dépendante du pétrole de l'étranger. Dans le monde communiste de l'époque, dominé par l'Union soviétique, la réception de ce retentissant rapport, en provenance du M.I.T. et du Club de Rome, fut particulièrement joyeuse : on y vit une preuve flagrante de la faillite du système capitaliste et de son expansion impérialiste. De plus, on y vit une illustration accablante de l'éternel retour de l'infâme Malthus !

Ce rapport méthodologiquement audacieux et novateur, qui popularisa la prospective de « la problématique mondiale » (Aurelio Peccei), fut critiqué pour son utilisation encore peu connue de la simulation numérique sur ordinateur, modélisation simplifiée qui mettait en évidence les limites de la dynamique de l'écosystème mondial de l'humanité triomphante. « Les limites à la croissance » s'imposa comme un document de référence, à vrai dire son caractère *heuristique* et *prophétique* n'a jamais été totalement oublié, bien au contraire (voir Georgescu-Roegen, 1995).

La publication d'une deuxième version mise à jour en 1992 ne fit aucun bruit ; la troisième édition fut reçue par un silence inquiétant ! L'annonce de la fin imminente du pétrole abondant et bon marché et la menace de plus en plus crédible du réchauffement climatique ravivent incontestablement l'actualité de ce débat de société sur « les limites à la croissance ». Voir Petitjean. éd., 1974 ; Meyer, 1974 ; Grinevald, 1975 ; Bernard et al., éds, 2003 ; Gras, 2003.

Nicholas POLUNIN (1909-1997), éd., ***The Environmental Future*** (First International Conference on Environmental Future, Finland, 27 June-3 July 1971), London, Macmillan ; New York, Barnes & Noble, 1972, 660 p.

Voir surtout N. Polunin, « The Biosphere today », p. 33-52. Conférence non officielle qui réunit les principaux spécialistes des questions environnementales de l'époque en vue de la préparation scientifique de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain qui doit se tenir en juin 1972 à Stockholm. Le professeur N. Polunin, géobotaniste à la retraite, est alors l'éditeur, à Genève, de la revue internationale *Biological Conservation*. En 1974, il crée la grande revue *Environmental Conservation*, et sera l'éminence grise de la nouvelle diplomatie mondiale de l'environnement. Curieusement, son nom est très peu cité dans la littérature sur la politique internationale de l'environnement et l'écologie politique. Voir Vallentyne et al., 1980 ; Polunin, 1984 ; Polunin et Grinevald, 1988 ; Grinevald, 1998 ; Samson et Pitt, éds, 1999.

1972 **Carl SAGAN** (1934-1996) et **George MULLEN,** «Earth and Mars: evolution of atmospheres and surface temperatures», ***Science***, 1972, 177, p. 52-56.

Etude qui lance le débat scientifique sur l'effet de serre à l'échelle du système solaire et donc de la planétologie comparée. Sagan compare l'évolution de l'effet de serre atmosphérique sur la Terre, Mars et Vénus, cette dernière planète connaissant un *«runaway greenhouse effect»*, un effet de serre qui s'est emballé; autrement dit, selon la formule de Carl Sagan, «Vénus, c'est l'enfer»! Voir Schneider et Londer, 1984; Lovelock, 1979, 1988.

Michel SERRES (1930), «La Thanatocratie», ***Critique***, 1972, 298, p. 199-227. (Repris in ***Hermès III. La traduction,*** Paris, Editions de Minuit, 1974, p. 76-93).

Texte fulgurant et profond, d'un lyrisme prophétique, sans doute l'apogée du catastrophisme éclairé de la philosophie de Michel Serres à l'époque de la prise de conscience, dans certains milieux scientifiques, de la crise écologique engendrée par la civilisation scientifico-militaro-industrielle de l'Occident. Texte à mettre en parallèle, à mon sens, avec «L'urgence du pire» de Cioran (1911-1995), republié dans *Ecartèlement* (Paris, Gallimard, 1979, p. 51-65). A noter que le texte de Michel Serres est tout d'abord un commentaire du livre du journaliste scientifique anglais Robin Clarke, *The Science of War and Peace* (1971); trad. fr.: *La course à la mort ou la technocratie de la guerre*, Paris, Seuil, 1972. Cela m'a énormément marqué à mon retour d'Afrique, en 1972. Ce qu'il faudrait remettre en question, n'est-ce pas cette dérive thanatocratique de la modernité occidentale? La dérive anthropogénique de l'effet de serre ne s'inscrit-elle pas dans cette dérive civilisationnelle de longue durée? Voir Serres, 1990; Grinevald, 1975, 1977, 1978, 1984, 1990, 1991.

Jean TRICART (1920-2003), ***La Terre, planète vivante***, Paris, Presses universitaires de France, coll. «Le géographe», 1972, 184 p.

«Le développement accéléré des techniques oblige à donner toute son importance à une vision écologique des problèmes. Il remet à la première place, qu'elle n'aurait jamais dû perdre, la solidarité de l'Homme avec tous les autres êtres vivants.

L'irruption de la technique dans les conditions écologiques, dans la biosphère. Voilà, à notre avis, le thème majeur de réflexion de notre époque. Dans le monde entier, la meilleure part de notre énergie intellectuelle devrait lui être consacrée, au plan de la recherche comme au plan de la formation. Le programme l'Homme et la Biosphère répond partiellement à cette préoccupation.» (p. 182)

J'ai partagé cette conviction. Hélas, ce n'était pas l'opinion commune. Dans la grande école d'ingénieurs où j'essayais d'introduire un peu de conscience sociale et d'écologie, mon patron m'a dit un jour: «Vous devriez enlever le mot Biosphère dans votre plan de cours» – Pourquoi? – «Parce que l'industrie n'aime pas.» (sic)

Je conserve précieusement quelques lettres, à la fin des années 1980, de Tricart, géographe à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg: des morceaux d'anthologie! Il était en colère contre ses collègues, aveugles face à la crise écologique qui s'annonçait. Dès 1988, dans sa *Revue de géomorphologie dynamique* (créée avec André Cailleux), il avait publié un article intitulé «Une menace pour notre milieu: l'effet de serre»! Aucune réaction...

1973 Guerre du Kippour (octobre 1973)
1er « choc pétrolier » pour le monde industriel occidental (1973-74)
Aux Etats-Unis, tout le monde parle de la « crise de l'énergie » !
Les physiciens, et les écologistes invoquent à nouveau *les principes fondamentaux* (de la thermodynamique !)...
La production mondiale de pétrole est alors de 58 m/b/j. Il n'y a pas pénurie, les prix augmentent, mais malgré cela la production et la consommation continuent leur croissance exponentielle à un taux plus faible...

Frank N. EGERTON (1936), « Changing concept of the balance of nature », *Quarterly Review of Biology*, 1973, 48, p. 322-350.

Le professeur Egerton est le premier – et le principal – historien des sciences écologiques aux Etats-Unis ; il prépare actuellement une histoire mondiale de longue durée très complète sur les idées écologiques et l'écologie en tant que science dont il me fait le privilège d'être l'un des premiers lecteurs, au fur et à mesure de l'avancement de cet admirable travail publié en feuilletons dans le *Bulletin of the Ecological Society of America.*

Michel GRENON, ***Ce monde affamé d'énergie***, préface de Sicco Mansholt, Paris, Robert Laffont, 1973, 313 p.

Livre paru en janvier 1973, avant le « choc pétrolier » d'octobre 1973 ! M. Grenon va travailler à l'IIASA.

M. King HUBBERT (1903-1989), « Survey of world energy resources », *The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin*, 1973, 66(735), p. 37-54.

De 1950 à 1973, la production mondiale de pétrole a augmenté de 4 à 20 m/b/j, une croissance de pratiquement 7% en moyenne par an. Voir Hubbert, 1949, 1956, 1981.

Ivan ILLICH (1926-2002), ***Energie et équité***, Paris, Seuil, 1973, 58 p.
(2e éd. coll. « Techno-critique », avec une annexe de Jean-Pierre Dupuy, et une bibliographie, 1975, 89 p.)

Ce texe iconoclaste d'Illich, écrit en français en collaboration avec Luce Giard et Vincent Bardet, était d'abord partiellement paru, sous le titre « Energie, vitesse et justice sociale », dans le journal français *Le Monde* en juin 1973.

Charles D. KEELING (1925-2005), « Industrial production of carbon dioxide from fuel and limestone », ***Tellus***, 1973, 25, p.174-198.

David PIMENTEL (1925) et al., « Food production and the energy crisis », *Science*, 1973, 182, p. 443-449 : trad. fr. : « Le gouffre énergétique de l'agriculture moderne », *Les Temps Modernes*, 1975, 349-350, p. 309-327.

1973 En un mot, nous mangeons du pétrole ! Le rendement énergétique de l'agriculture moderne, qui est dramatiquement bas, voire négatif, selon l'analyse énergétique nette globale, est masqué par le calcul économique de son efficacité. Un texte écrit juste avant le choc pétrolier d'octobre 1973 et dont le retentissement a été considérable dans les milieux scientifiques de sensibilité écologique. Voir Pimentel et Pimentel, 1979 ; Georgescu-Roegen, 1971, 1975 ; Odum, H., 1971 ; de Rosnay, 1975.

Louis PUISEUX (1928), *L'Energie et le désarroi post-industriel. Essai sur la croissance énergétique*, Paris, Hachette Littérature, 1973, 188 p.

Ce livre a été achevé avant le choc pétrolier d'octobre 1973. Economiste à l'EDF, Puiseux fera lui-même la critique de ce premier livre sur le thème « énergie et civilisation » (chap. iv). Voir Puiseux, 1977 (communication personnelle).

Ernst Friedrich SCHUMACHER (1911-1977), ***Small is Beautiful:*** *A Study of Economics As if People Mattered*, London, Blond & Briggs, 1973 ; trad. fr. : *Small is beautiful. Une société à la mesure de l'homme*, Paris, Contretemps/Seuil, 1978, 318 p.

Une bible de la contestation – dans les années 1970 – de l'économie dominante et de son gaspillage énergétique. Cet économiste anglais, d'origine allemande, qui travailla comme conseiller pour les Charbonnages de la Grande-Bretagne, devint – après un mémorable séjour en Asie, où il rencontra la diversité des valeurs avec la culture bouddhiste – un critique radical du modèle militaro-industriel de l'Occident. Figure internationale de la non-violence, Fritz Schumacher est le père du mouvement des « technologies intermédiaires ». Adepte de ce mouvement, le journaliste scientifique anglais Robin Clarke parlait des « technologies douces », à inventer, pour les opposer aux « technologies dures » des Etats militaro-industriels de la modernité actuelle. Merci à sa belle-fille, Diana Schumacher.

C.C. [Carl Christian] WALLEN (1917), ***A brief survey of meteorology as related to the biosphere***, Genève, Organisation météorologique mondiale, 1973, 54 p.

George M. WOODWELL (1928) et **Erene V. PECAN**, éds, ***Carbon and the Biosphere***, Proceedings of the 24th Brookhaven Symposium in Biology, Upton, New York, May 16-18, 1972, CONF-720510, Washington, U.S. Atomic Energy Commision, National Technical Information Service, 1973, 392 p.

Préface : « The change that man is making in the world carbon budget is among the most abrupt and fundamental changes that the biosphere has experienced in all of world history. (...) The topic is of unquestioned importance and has been addressed recently by various learned groups (...). Theses studies have emphasized that prediction is dependent not only on collaboration among scientists of diverse disciplines but on new konwledge : the biosphere is poorly known. (...) Many of

1973 these estimates are crude, a fact that emphasizes only that the science of the biosphere is still primitive, despite its obvious importance. »
Voir Woodwell, 2002 ; Woodwell et Mackenzie, éds, 1995.

1974 OMM (Genève)
création du **Advisory Group on Climate Change** (avec déjà Bert Bolin)

Global Atmospheric Research Programme (GARP)
The physical basis of climate and climate modelling.
(Report of the International Study Conference in Stockhom, 29 July – 10 August 1974, WMO-ICSU), GARP Publications N° 16, Genève, Organisation météorologique mondiale, 1975, 265 p.
Rapport édité par Bert Bolin. Adoption du concept de « système climatique ».

7e Congrès de l'OMM (Genève) adopte une Résolution sur le « Climatic Change » pour un développement plus intensif de l'étude du changement climatique.

Wilson CLARK (1942-1983), ***Energy for Survival:*** *The Alternative to Extinction*, Garden City, NewYork, Anchor Press, 1974, 652 p.
(Rééd. paperback : Anchor Books, 1975).

Préface : « Since the international crisis of 1973-1974, the economic and social effects of petroleum scarcity and increasing oil prises in the industrialized nations have underscored the essential message of this book – that our high-energy, industrial way of life is extremely vulnerable to energy disruptions, and that our way of life must be changed in order to survive the pressures of the future. »

Un livre très complet sur la problématique « énergie et société », ravivée par le débat sur « les limites à la croissance », à l'heure de la « première » alerte sérieuse sur la crise environnementale du pétrole et des combustibles fossiles. A la base de cet excellent manuel, il y a les principes de la thermodynamique et la thèse de Georgescu-Roegen (1971). Un livre trop vite oublié, sans doute parce que son auteur est mort prématurément (dans un accident de la route !).

Paul DUVIGNEAUD (1913-1991), ***La synthèse écologique:*** *populations, communautés, écosystèmes, biosphère, noosphère*, Paris, Doin, 1974, 380 p.
2e éd. 1980. Voir Duvigneaud, 1962.

Paul R. EHRLICH (1932) et **Anne H. EHRLICH** (1933), ***The End of Affluence.*** *A Blueprint for the Future*, New York, Random House, 1974, 307 p.

L'un des premiers plaidoyers pour la décroissance démographique et économique… des Etats-Unis tout d'abord, « nation surdéveloppée » ! Le double problème des combustibles fossiles (le pétrole surtout) et de l'effet de serre du gaz

1974

carbonique anthropogénique est déjà bien présent. Voir Ehrlich, 1970; Ehrlich et al., 1977.

Jacques GRINEVALD, « L'économiste Georgescu-Roegen : intégrer l'économie dans la problématique énergétique et écologique », *Uni-information*, Service de presse et d'information de l'Université de Genève, 1974, 36, p. 28-29.

Compte-rendu de la conférence faite par le professeur N. Georgescu-Roegen au Département d'économétrie de mon alma mater le 6 juin 1974.

James LOVELOCK (1919) et **Lynn MARGULIS** (1938), « Atmospheric homeostasis by and for the biosphere : the Gaia hypothesis », ***Tellus***, 1974, 26, p. 1-10.

La remarquable petite revue suédoise de géophysique était alors éditée par Bert Bolin ! Si le premier article scientifique présentant l'Hypothèse Gaïa date de 1972 (Lovelock, 1972), c'est cet article (accompagné de deux autres parus également en 1974 et aussi en collaboration avec Lynn Margulis), qui lance « l'Hypothèse Gaïa » dans la littérature scientifique. Les réactions immédiates sont maigres, voire même négatives; en général, c'est surtout l'indifférence qui accueille le concept Gaïa : Lovelock et Margulis ont alors vingt ans d'avance !

François MEYER (1921-2004), ***La Surchauffe de la croissance. Essai sur la dynamique de l'évolution***, Paris, Fayard, coll. « Ecologie », 1974, 140 p.

Une application de la théorie de l'accélération évolutive (Meyer, 1947, 1954) à la problématique mondiale du rapport Meadows sur « les limites à la croissance ». Le diagnostic est encore plus sévère car l'allure historique des courbes de la croissance n'est pas exponentielle mais sur-exponentielles. Cette thèse, à la fois continuiste et catastrophiste, prévoit une crise majeure – imminente à l'échelle de l'espèce – pour l'humanité en surexpansion dans une Biosphère saturée, dégradée et déstabilisée. La capacité de charge de la Terre sera dépassée bien plus vite qu'on l'imagine, car précisément on sousestime l'accélération de cette dynamique de croissance. Pour ma critique socio-épistémologique, voir Grinevald, 1975, 2003.

Mario MOLINA (1943) et **F. Sherwood ROWLAND** (1927), « Stratospheric sink for chlorofluorocarbons : chlorine atom catalysed destruction of ozone", ***Nature***, 1974, 249, p. 810-812.

L'étude décisive qui, sans déclencher immédiatement la panique, accuse les CFC (les chlorofluorocarbures) de détruire l'ozone dans la stratosphère. L'affaire, qui ne plait pas à l'industrie de ces produits chimiques, va trainer des années. Le feu des controverses scientifiques sera attisé par les rivalités commerciales internationales et la confusion qui règne parmi les experts. La mobilisation de l'OMM et du PNUE va coordonner l'expertise intergouvernementale, mais il faudra

1974 attendre la terrifiante surprise du « trou d'ozone » dans la stratosphère de l'Antarctique (cf. Farman et al., 1985), juste après la signature, le 22 mars 1985, de la Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone. Molina et Rowland partagèrent avec P. Crutzen le prix Nobel de chimie en 1995.

Armand PETITJEAN (1913-2003), éd., ***Quelles limites? Le Club de Rome répond...***, Paris, Editions du Seuil, coll. « Equilibres », 1974, 188 p.

Ce petit livre, peu connu et oublié aujourd'hui, rassemble les critiques faites au (premier) rapport Meadows (1972) pour le Club de Rome sur « les limites à la croissance » et les réponses de Donella et Dennis Meadows, plus celles faites par plusieurs membres du Club de Rome, ce groupe informel de prospective mondiale réuni, depuis 1968, autour du grand industriel et humaniste italien Aurelio Peccei (1908-1984), dont on trouve ici le rapport sur la « Problématique des limites matérielles » présenté à la Commission économique du Conseil de l'Europe et rédigé avec l'ex-physicien nucléaire allemand Manfred Siebker (1926-1981), que j'ai rencontré dans plusieurs réunions d'ECOROPA. On trouve aussi dans ce recueil un « Essai sur les limites » du « Livre des Limites » par le philosophe allemand Georg Picht (1913-1981). Ce livre-manifeste, qui contient une extraordinaire introduction de l'écrivain Armand Petitjean lui-même, se situe aux origines de la création, en 1976-77, du très sélect réseau écologiste européen ECOROPA. Parmi les économistes ayant commencé la critique de la théorie économique de la croissance, ce livre mentionne, en note (p. 46) : Kenneth Boulding, Ezra Mishan, Herman E Daly et Nicholas Georgescu-Roegen. A. Petitjean aurait dû être le premier éditeur, en France, de Georgescu-Roegen, mais les Editions du Seuil en décidèrent aurement. Ce ne fut pas la seule maison d'édition française à refuser de publier les thèses bioéconomiques de Georgescu-Roegen. (J. Grinevald, « Hommage à Armand Petitjean », *L'Ecologiste*, octobre 2003, 11, p. 71).

François RAMADE (1934), ***Eléments d'écologie appliquée. Action de l'homme sur la biosphère***, Paris, Ediscience, McGraw-Hill, 1974, 522 p.

(2e éd. : 1978, 576 p. A partir de la 3e éd., 1984, ce manuel très complet est scindé en 2 vol. : *Eléments d'écologie : écologie fondamentale*, 410 p. ; *Eléments d'écologie : écologie appliquée*, 466 p. Malgré notre amicale divergence à propos de la signification et de l'usage des termes biosphère et écosphère, je partage fondamentalement la vision écologique du monde de François Ramade, un professeur d'écologie chevronné à qui je dois beaucoup.)

1975 **Claude C. ALBRITTON** (1915-1988), éd., ***Philosophy of Geohistory: 1785-1970***, Stroudsburg, Dowden, Hutchinson & Ross, « Benchmark Papers in Geology », 1975, 386 p.

Une belle et utile anthologie des sources historiques et épistémologiques de la découverte du « temps profond » de l'histoire de notre Terre. Le divorce entre les géologues et les philosophes, qui fait partie de l'idéologie de l'industrialisation,

1975 était ignoré avant la révolution thermo-industrielle. Paradoxalement, c'est avec cette révolution moderne sur l'énergie et la matière que la pensée philosophique (et géologique) aurait le plus besoin de se retrouver et de se réconcilier.

Bert BOLIN (1925), ***Energy and Climate***. *Conceptual outline introducing a future study*, Stockholm, Secretariat for Future Studies, 1975, 55 p.

Eminent professeur de météorologie à l'Université de Stockholm, spécialiste de l'étude du cycle global du carbone parmi les cycles biogéochimiques, pionnier en Suède des études de l'environnement (très actif dans la préparation de la Conférence de Stockholm sur l'environnement humain, juin 1972), Bert Bolin est aussi l'un des pionniers – et à vrai dire l'homme-clé au carrefour des initiatives du Conseil international des unions scientifiques (ICSU), de l'OMM et du PNUE – de la coopération scientifique internationale dans le domaine « énergie et climat ». Voir Bolin, 1986 ; ICSU, 1984, 1986 ; IPCC, 1988.

Engelbert BRODA (1910-1983), *The Evolution of the Bioenergetic Processes*, Oxford, Pergamon Press, 1975, 211 p.

« The whole Earth and its surface layer are now, broadly speaking, in a steady state. The part of the surface layer that is available to organisms is called *the biosphere*. This term was coined in 1875 by the geologist of Vienna, E. Suess, and extensively used by Vernadsky (see Vernadsky, 1929). The biosphere is also in a steady state (...) » (p. 2).

Comme Suess et Boltzmann (physicien que Broda connaissait bien, il a publié une monographie sur lui en 1955), Broda est originaire de Vienne (Autriche). C'est un biophysicien qui fait autorité et son livre très complet est un bon guide. (Cité in Grinevald, 1988).

Wallace BROECKER (1931), « Climatic change : are we on the brink of a pronounced global warming ? », ***Science,*** 1975, 189, p. 460-463.

Earl F. COOK (1920-1983), « The depletion of geological resources », ***Technology Review***, 1975, 77(7), p.1 4-27.

Voir Cook, 1976, chap. 13 ; Georgescu-Roegen, 1971, 1975, 1995.

GARP, *The Physical Basis of Climate and Climatic Modelling*, Report of the International Study Conference in Stockholm, 29 July - 10 August 1974, Global Atmospheric Research Program, GARP Publications Series N° 16, Geneva, World Meteorological Organization, 1975, 265 p.

Rapport fondamental du Programme de recherches sur l'atmosphère globale (GARP) patronné conjointement par l'OMM et l'ICSU. Les spécialistes de la dynamique de l'atmosphère et de la modélisation climatique adoptent le concept global de système climatique de la Terre *(Earth's climate system)*, qui inclut les interactions entre l'atmosphère, les océans, la cryosphère et la biosphère (en

1975 l'occurrence la végétation !). Cette définition est bien plus complexe que la simple notion géophysique de la « machine climatique », mais ce n'est pas encore la notion planétologique ou géophysiologique de la Biosphère ! Cependant, c'est un grand progrès épistémologique et méthodologique vers une conception systémique globale du climat. En annexe, le météorologiste Edward Lorenz résume sa thèse sur le problème physico-mathématique des limites de la prédictibilité de la dynamique climatique.

Robert M. GARRELS (1916-1988), **Fred T. MACKENZIE** (1934) et **Cynthia HUNT** (1941), ***Chemical Cycles and the Global Environment: Assessing Human Influences***, Los Altos, Cal., W. Kaufman, 1975, 206 p.

« Bob » Garrels, qui avait épousé Cynthia Hunt en 1970, était le géochimiste le plus vénéré de sa génération (communications personnelles de Berner, McElroy, Lovelock, Krumbein, Westbroeck, Mackenzie...). Il a publié, avec F. Mackenzie, un livre fondamental pour la vision géochimique du système Terre (*Evolution of Sedimentary Rocks*, New York, Norton, 1971, 397 p.), proposant une modélisation graphique de l'enchevêtrement des flux qui relient la lithosphère, l'hydrosphère, l'atmosphère et la biosphère (en tant que réservoirs des éléments chimiques). Le livre de 1975 reprend cette conception et offre une évaluation quantitative globale de l'interférence humaine (perturbation associée à l'industrialisation et à l'explosion démographique) avec les flux de matière de l'environnement planétaire. L'écologie industrielle n'existait pas encore ! Voir Hunt et Garrels, 1972 ; Gregor, Garrels, Mackenzie et Maynard, éds, 1988 ; Mackenzie, 1995.

Nicholas GEORGESCU-ROEGEN (1906-1994), « Energy and Economic Myths », ***Southern Economic Journal***, 1975, 41, p. 347-381 ; trad. fr. : « L'énergie et les mythes économiques », in Georgescu-Roegen, 1979, p. 37-104 ; 1995, p. 73-148 ; 2006, p. 85-166.

Rééd. : *The Ecologist*, juin et août-septembre 1975 ; repris comme 1er chap. in Georgescu-Roegen, 1976.

Jacques GRINEVALD, « Energie, technologies et sociétés », *Kwartaalschrift Wetenschappelijk Onerwijs Limburg*, 1975, 4, p. 423-435.

« Science et développement : esquisse d'une approche socio-épistémologique », ***La pluralité des mondes:*** *théories et pratiques du développement*, Cahiers de l'IED, 1, Genève, Paris, Presses universitaires de France, 1975, p. 31-97.

Charles A.S. HALL (1943), « The biosphere, the industriosphere and their interactions », *Bulletin of the Atomic Scientists,* 1975, 31, p. S11-21.

Un texte fondateur qui anticipe la perspective globale de l'Economie écologique et de l'Ecologie industrielle (communication personnelle).

1975 **Claude LORIUS** (1932) et **Robert DELMAS** (1940), « Géochimie des calottes polaires : aspects atmosphériques et climatiques », *Journal de Physique,* 1975, 36, C8, p. 37-43.

Syukuro MANABE (1931 et **Richard T. WETHERALD** (1936), « The effects of doubling CO_2 concentration on the climate of a general circulation model », ***Journal of the Atmospheric Sciences,*** 1975, 32(1), p. 3-15.

Voir Manabe et Wetherald, 1967 ; Manabe, 1997.

Lynn MARGULIS (1938) et **James LOVELOCK** (1919), « The atmosphere as circulatory system of the biosphere – the Gaia hypothesis », ***The CoEvolution Quarterly***, 1975, 6, p. 30-40 ; trad. fr. : « L'atmosphère est-elle le système circulatoire de la biosphère ? : l'hypothèse Gaïa », ***Co-Evolution***, 1980, 1, p. 20-31.

Première présentation française – traduite par Gérard Blanc, codirecteur avec Claudine Brelet, et de la revue *CoEvolution* – de l'hypothèse Gaïa. Voir Lovelock et Margulis, 1974 ; Lovelock, 1979, 1988, 2001 ; Margulis et Sagan, 1987, 1995 ; Grinevald, 1987, 1988, 1993.

Ivo RENS et **Jacques GRINEVALD,** « Réflexions sur le catastrophisme actuel », p. 283-321 in *Pour une Histoire Qualitative. Etudes offertes à Sven Stelling-Michaud*, Genève, Presses universitaires romandes, 1975, 342 p.

Voir Rens et Grinevald, 1979 ; Grinevald, 1984.

Joël de ROSNAY (1938), ***Le macroscope.*** *Vers une vision globale*, Paris, Edtions du Seuil, 1975, 295 p.

« L'illusion de la croissance économique continue est peut-être alimentée par cette idée fausse : l'économie serait un processus cyclique isolé échappant aux lois énergétiques du monde physique et à l'accroissement de l'entropie. L'opposition entre les circuits monétaires et les circuits énergétiques (chacun coulant en sens inverse l'un de l'autre) et la possibilité de création de monnaie ont probablement contribué à enrichir et à renforcer cette illusion. » (p. 148)

On devrait aussi mentionner ici le pétrole abondant et bon marché !

Livre d'un pionnier de la « sensibilité écologique » et de l'analyse éco-énergétique dans le monde d'expression française. Toujours disponible en libraire, en format de poche. Cette introduction illustrée, très pédagogique, à la vision écosystémique globale annonçait les efforts théoriques cherchant à réconcilier économie et écologie. A l'époque, l'Economie écologique et l'Ecologie industrielle n'existaient pas encore ! Ce livre vulgarise, d'une manière très originale, l'idée du « macroscope » d'un écologiste américain encore inconnu en France (Howard T. Odum, 1971) et qui n'a pas été traduit en français. Joël de Rosnay revenait d'un fructueux séjour aux Etats-Unis, comme Edgar Morin (qui publia sa découverte de l'écologie dans son *Journal de Californie*), et tous deux firent partie du Groupe

1975 des Dix réuni à Paris chez le docteur Jacques Robin et sa femme. C'est aussi un témoignage de l'éveil de la conscience planétaire au début des années 1970. Avec quelques illusions de jeunesse, comme le mythe de l'information synonyme de néguentropie (l'entropie négative n'est-elle pas un oxymore ?). Ou encore : « Ecosphère et noosphère ont donc pour support de l'énergie et de l'information. » (p. 130) Et la matière ? Georgescu-Roegen réagira vigoureusement contre le néo-énergétisme de cette époque (voir Georgescu-Roegen, 1979, 1995).

Veerabhadran RAMANATHAN (1944), « Greenhouse effect due to chlorofuorocarbons : climatic implications », ***Science,*** 1975, 190, p. 50-52.

Dans les années 1970-74, plusieurs scientifiques accusent les chlorofluorocarbures (CFC), d'origine exclusivement industrielle, de détruire l'ozone stratosphérique. V. Ramanathan, chimiste de l'atmosphère américain, d'origine indienne, les accuse désormais d'être de puissants gaz à effet de serre ! Cité in Grinevald, 1990.

Anthony SAMPSON (1926-2004), *The Seven Sisters: The Great Oil Companies and the World They Shaped* , New York, Hodder and Stoughton, 1975, 334 p. ; trad. fr. : ***Les Septs Sœurs : Les grandes compagnies pétrolières et le monde qu'elles ont créé***, Paris, Alain Moreau, 1976, 516 p.

Juste après le premier choc pétrolier de 1973-74, ce solide journaliste anglais présentait au grand public la première étude critique d'ensemble des Multinationales qui dominent le monde du pétrole, l'industrie mondiale par excellence : Les sept majors étaient alors cinq compagnies américaines (Exxon, Gulf, Mobil, Socal, Texaco) et BP, c'est-à-dire Britsih Petroleum, et Royal Dutch-Shell. Standard Oil of New Jersey (Esso) fusionnera, ainsi que Standard Oil of New York, avec Mobil pour donner en 1999 Exxon-Mobil ; BP fuisonnera en 1998 avec Amoco, Standard Oil of California deviendra Chevron qui fusionnera avec Texaco en 2000, reprendra le nom de Chevron en 2005. Aujourd'hui, on pourrait ajouter Saudi Aramco, TotalFinaElf, Gazprom, Petrobras (Brésil), Petronas (Malaisie) et PDVSA (Venezuela), CNPC (Chine), NIOC (Iran). Voir Yergin, 1991 ; Laurent, 2006.

U.S. Committe for the Global Atmospheric Research Program, *Understanding Climate Change:* *A Program for Action*, National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, National Academy Press, 1975, 239 p.

A ma connaissance, c'est ce rapport qui introduit définitivement dans la communauté internationale de la météorologie et des sciences de l'atmosphère le concept de « climate system » (système du climat, ou système climatique).

1976 **Barry COMMONER** (1917), ***The Poverty of Power: Energy and the Economic Crisis,*** New York, Alfred A. Knopf, 1976, 314 p. ; trad. fr. : *La pauvreté du pouvoir : l'énergie et la crise économique*, Paris, Presses universitaires de France, 1980, 176 p.

1976 Table des matières : chapitre 1. Le problème ; 2. La thermodynamique, science de l'énergie ; 3. Les combustibles fossiles : le pétrole ; 4. Les combustibles fossiles : le charbon ; 5. L'énergie nucléaire ; 6. Le soleil ; 7. L'utilisation de l'énergie ; 8. Le prix de l'énergie.

« Principale source énergétique de la plupart des pays du monde, le pétrole a été le révélateur de la crise de l'énergie. » (p. 23)

« Il est clair à présent que les problèmes de l'énergie, de l'environnement et du système économique sont si intimement liés qu'il doit bien y avoir dans cet enchevêtrement de crises un vice commun. Se trouve-t-il dans l'écosystème, le système productif ou le système économique ? » (p. 155)

Pour le directeur du Centre de biologie des systèmes naturels à l'Université Washington de Saint-Louis : « La cause foncière de nos difficultés est l'inégale répartition des biens : l'existence de pays riches et de pays pauvres et, dans chacun, d'individus riches et d'individus pauvres. »

Voir Commoner, 1966, 1970.

Earl COOK (1920-1983), ***Man, Energy, Society***, San Francisco, Freeman, 1976, 478 p.

« It is a paradox that, despite our marvelous ability to find and use energy, to measure it, and to predict its state, we are very far from being able to forecast accurately the social impacts, or to foresee possibly irreversible environmental consequences of energy use, or even to chart the future availability of energy resources. We understand energy scientifically, we control it technologically, but we have not mastered it as the majour factor of social well-being. » (p. 2)

« Had he lived, Carnot, the founder of the science of thermodynamics who anticipated almost the entire energy theory, would have become one of the greatest scientists of all time. » (p. 32)

Un ouvrage didactique très complet, qui ne manque pas de citer Cottrell (1955), Cardwell (1971), Georgescu-Roegen (1971, 1975), et d'autres pionniers du débat « énergie et société ». Professeur de géologie à la Texas A & M University depuis 1965, président de l'Association of American State Geologists, membre du Committee on National Materials Policy de la National Academy of Sciences, E. Cook est aussi un héritier de M. King Hubbert. Il a vite reconnu la pertinence des thèses hétérodoxes de Georgescu-Roegen.

Nicholas GEORGESCU-ROEGEN (1906-1994), « Economics and mankind's ecological problem », in *U.S. Economic Growth from 1976 to 1986 : Prospects, Problems, and Patterns*, vol. 7, *The Limits to Growth*, Joint Committee, Congress of the United States, Washington, U.S. Government Printing Office, 1976, p. 62-91.

« Solar energy does not pose a problem of intergenerational economics, whereas terrestrial energy, as well as terrestrial matter, does. The coal consumed by us today is no longer available to any future generation. And every Cadillac, Rolls Royce, or Volga of produced for our present extravaganza means fewer

1976

plowshares for some future generations. Worse still, instead of forging our weapons into plowshares, as the famous saying invites us, are now forging future plowshares into weapons. » (p. 79)

Le point de vue de Georgescu-Roegen était alors opposé au point de vue (un tantinet optimiste !) du célèbre futurologue Herman Kahn (1922-1983), dont on doit rappeler qu'il était aussi un éminent théoricien de « l'équilibre de la terreur » (ou de la promesse quasi biblique de l'apocalypse nucléaire) à l'époque de la Guerre froide... Voir Georgescu-Roegen, 1995.

Energy and Economic Myths: Institutional and Analytical Economic Essays, New York, Pergamon, 1976, 376 p.

« The idea that the economic process is not a mechanical analogue, but an entropic, unidirectional transformation began to turn over in my mind long ago, as I witnessed the oil wells of the Ploesti field of both World Wars' fame becoming dry one by one and as I grew aware of the soil by continuous use and by rains as well. However, it was the new representation of a process that enabled me to crystallize my thoughts in describing for the first time the economic process as the entropic transformation of valuable natural resources (low entropy) into valueless waste (high entropy). » (p. XIV)

Voir Georgescu-Roegen, 1975, 1995. J. Grinevald, « Energy and Economic Myths, by Nicholas Georgescu-Roegen », *Technology and Culture*, 1981, 22, p. 655-658.

M. King HUBBERT (1903-1989), « Exponential growth as a transient phenomenon in human history », in Margaret A. Strom, ed., *Societal Issues, Scientific Viewpoints*, New York, American Institute of Physics, 1976, p. 75-84.
(Texte présenté au 4e Congrès international du WWF, « The Fragile Earth : Toward Strategies for Survival », San Francisco, 1976 ; rééd. in Herman E. Daly et Kenneth N. Townsend, éds, *Valuing the Earth : Economics, Ecology, Ethics*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1993, p. 113-126.) Voir Hubbert, 1948, 1969, 1981.

« A better appreciation of the brievety and exceptional character of the epoch of the fossil fuels can be gained if we view it in the perspective of a longer time span of human history than we have considered therefore. (...) Brief as this period is, having arisen, as we have seen, principally within the last century, it has already exercised one of the most disturbing influences ever experienced by the human species in its entire biological existence. (...) It appears therefore that one of the foremost problems confronting humanity today is how to make the transition from the precarious state that we are now in to this optimum future state by a least catastrophic progression. Our principal impediments at present are neither lack of energy or material resources nor of essential physical and biological knowledge. Our principal constraints are cultural. »

Charles D. KEELING (1928-2005) et al., « Atmospheric carbon dioxide variations at Mauna Loa Observatory, Hawaii », ***Tellus***, 1976, 28(6), p. 538-551.

1976 **Amory LOVINS** (1947), « Energy strategy : the road not taken ? », ***Foreign Affairs***, 1976, 55, p. 65-96 ; (trad. fr. par des Amis de la Terre et Edouard Kressmann : « Stratégie énergétique et choix de société », *Foi et Vie*, 1977, 2-3, p. 48-93).

Voir Lovins, 1977, 1980 ; Schumacher, 1973 ; Georgescu-Roegen, 1975 ; Stobaugh et Yergin, éds, 1979 ; Grinevald, 1984.

Michael B. McELROY (1939), *Chemical Processes in the Solar System : A Kinetic Perspective*, London – Boston, Butterworths, 1976, 211 p.
(Reprint from *Chemical Kinetics. International Review of Science, Physical Chemistry*, 1976, 9, p. 127-211) (communication personnelle).

Essai scientifique fondamental, certes assez technique et difficile, mais qui ouvrait, pour son temps, des horizons scientifiques aussi nouveaux que l'hypothèse Gaïa de James Lovelock, dont ce texte est d'ailleurs proche. Ce géophysicien d'Harvard souligne notamment l'importance des perturbations anthropogéniques récentes des grands cycles chimiques de la Terre dans le contexte planétologique du système solaire. McElroy définissait biosphère comme Lovelock, à savoir simplement la somme de tous les êtres vivants, le biote, et non pas comme Vernadsky, qui est alors encore largement ignoré. J'ai découvert l'existence de ce texte en lisant Schell, 1982 ; puis McElroy me l'a envoyé par la poste. J'étais fou de joie ! Faire la connaissance d'un planétologue comme Michael McElroy est une véritable aventure intellectuelle pour un pauvre pékin qui se pique de cosmologie ! McElroy fait partie des pères fondateurs du concept de « Global Change » et du nouveau paradigme interdisciplinaire et holistique des *Earth System Science*. Sa notoriété publique est contemporaine de l'affaire de l'ozone stratosphérique.

Organisation Météorologique Mondiale (Genève) « Déclaration de l'OMM sur les changements climatiques, élaboré par le Comité exécutif »
(*Bulletin de l'OMM*, 1976, 25(3), p. 229-231).

Michel SERRES (1930), « Estime », in Chatelet, Derrida, Foucault, Lyotard, Serres, *Politiques de la philosophie* (Textes réunis par Dominique Grisoni), Paris, Grasset, 1976, p. 99-120.
(Repris dans ***Hermès IV. La distribution***, Paris, Editions de Minuit, 1977, p. 275-290).

« La théorie de la chaleur, à partir de Carnot, est science de la pratique des moteurs, des machines à feu. Elle semble apparaître si marginalement que le texte de fondation mit des lustres à être lu. La source paraît maigre et la diffusion lente. Et cependant la crue reprend, ici, avec le même gradient de croissance que celui, foudroyant, de la révolution industrielle. La thermodynamique devient rapidement une philosophie générale des sciences : elle touche à la physique, locale et générale, dans l'expérience et ses valuations, dans la théorie et ses principes régulateurs, elle touche à la chimie, aux sciences de la terre, à l'astrophysique, aux sciences du vivant, génétique ou écologie, et ainsi alentour. Elle forme un nouveau

1976 paradigme, si prégnant, si global, que nous ne l'avons pas encore clairement reconnu, alors que nous vivons, travaillons et pensons de lui et en lui, depuis plus d'un siècle. C'est lui qui rend désuet les discours de la mécanique ordinaire, et qui renvoie au XVIII[e] siècle toutes les théories instruites seulement du mouvement produit par un rapport de forces, statique et dynamique. »

Voir Grinevald, 1977, 1980, 1982.

La science économique et l'histoire occidentale de la Nature

L'œuvre épistémologique de Michel Serres en philosophie et en histoire des sciences m'a aidé, d'une manière personnelle décisive, à saisir le message hétérodoxe et proprement révolutionnaire de l'économiste Nicholas Georgescu-Roegen. Et réciproquement. En restant rivée, depuis sa formation dans l'Europe préindustrielle (proto-industrielle disent certains), à l'épistémologie **mécaniste** de la philosophie naturelle dominante de cette Europe classique (il suffit de relire l'œuvre complète d'Adam Smith pour s'en convaincre), la **science économique** (la fameuse *dismal science* comme le romantique Thomas Carlyle appelait l'économie politique), est typique de la « modernité » capitaliste occidentale (décrite par Karl Marx, Werner Sombart, Max Weber, Joseph Schumpeter...). Fière de sa mathématisation, avec Jevons et Walras (son « arithmomorphisme » selon le mot de Georgescu-Roegen), cette prétendue science économique a bien fait sa « révolution newtonienne » (Karl Popper), mais elle a manqué, à l'heure de cette école si bien nommée néoclassique, la « révolution carnotienne » (Grinevald, 1975, 1976, 1977). Le paradigme thermodynamique a introduit « la flèche du temps » entropique, c'est-à-dire l'irréversibilité précisément en phase avec le développement de la civilisation de la puissance motrice des « machines à feu », qui épuise le « grand réservoir » de la nature (c'est une métaphore de Sadi Carnot), en l'occurrence des combustibles fossiles. Cette révolution thermo-industrielle opère une rupture, trop longtemps méconnue, avec les anciennes cosmologies cycliques, dont fait encore partie le modèle intrinsèquement réversible de la Mécanique newtonienne. La mécanique analytique, rationnelle et céleste, appartient à l'époque de l'Europe des horloges mécaniques, des moulins et du paradigme vitruvien de l'architecture hydraulique (de Bélidor à Navier). La Physiocratie était congruente et cohérente avec cette vision cyclique du monde. La théorie physique, à partir de Joseph Fourier et de Sadi Carnot, introduisit l'irréversibilité du monde des températures, de la chaleur de la nouvelle société industrielle, avec ses « machines à feu ». La rupture de Carnot, le fils, est encore plus radicale que celle de Fourier, car elle n'est pas seulement au niveau de la théorie physique (et de ses implications cosmologiques), elle est aussi épistémologique, et donc socio-épistémologique. Elle concerne l'utilisation pratique de la chaleur, parce que la machine à vapeur transforme la chaleur en travail mécanique, mais aussi en perte (en chaleur inutilisable), ce que Clausius appelle l'entropie. Cette distinction entre l'énergie

1976 (grandeur qui se conserve) et l'énergie utilisable (qui se dissipe) est au cœur du fameux Deuxième Principe de la Thermodynamique, le principe de Carnot. Le premier économiste à vraiment comprendre cette « révolution carnotienne » et à en tenir compte pour revoir les fondements de l'analyse économique n'est autre que Nicholas Georgescu-Roegen (1966, 1971). C'est lui qui a mis en lumière, précisément à l'époque où on redécouvre les « grands principes » (de la thermodynamique) à l'occasion de la « crise de l'énergie » et de la « crise de l'environnement », « les aspects bio-économiques de l'entropie » (Georgescu-Roegen, 1975, 1979, 1995). **La révolution bioéconomique de Georgescu-Roegen** (Grinevald, 1977, 1980, 1992), refoulée par l'establishment académique de la science économique dominante (néoclassique), reste encore au stade (selon Thomas Kuhn) de l'invisibilité, comme d'autres révolutions scientifiques (Grinevald, 1987, 1998) ! Cependant, on ne le sait pas assez, la nouvelle perspective bioéconomique de Georgescu-Roegen est la source d'inspiration fondamentale, avec l'écologie systémique d'Howard T. Odum (1971), des nouvelles approches interdisciplinaires qui se nomment l'Economie écologique et l'Ecologie industrielle.

W.C. WANG, Y.L. YUNG, A.A. LACIS, T.MO et J.E. HANSEN, « Greenhouse effect due to man-made perturbations of trace gases », ***Science***, 1976, 194, p. 685-690.

Voir Hansen et al., 1981.

1977 Organisation Météorologique Mondiale (Genève) « Rapport technique sur les changements climatiques présenté par le Groupe d'experts des changements climatiques du Comité exécutif de l'OMM »
(*Bulletin de l'OMM*, 1977, 26(1), p. 55-61).

Charles F. BAES, H.E. GOELLER, J.S. OLSON, et **R.M. ROTTY,** « Carbon dioxide and climate : The uncontrolled experiment », ***American Scientist,*** 1977, 65, p. 310-320.

Une version populaire du rapport de Ch. F. Baes et al., *The Global Carbon Dioxide Problem*, Oak Ridge, Oak Ridge National Laboratory, 1976, 78p. Voir Clark, éd., 1982 ; Post et al., 1990.

Bert BOLIN (1925), « The impact of production and use of energy on the global climate », ***Annual Review of Energy,*** 1977, 2, p. 197-226.

Paul EHRLICH (1932), **Anne H. EHRLICH** (1933) et **John P. HOLDREN** (1944), ***Ecoscience: Population, resources, environment,*** San Francisco, Freeman, 1977, 1051 p.

1977 Il s'agit de la 3e éd., entièrement révisée et augmentée, du manuel général d'écologie humaine : voir Ehrlich, 1970. L'appareil critique de ce gros manuel universitaire est monumental et sans équivalent dans nos manuels d'enseignement usuels. Ce véritable traité d'écologie fondamentale et appliquée a pris dans cette édition une ampleur particulière sur les problèmes de l'énergie et de l'atmosphère grâce à la collaboration du physicien John Holdren, codirecteur, pendant vingt-trois ans, du programme interdisciplinaire sur l'énergie et les ressources naturelles à l'Université de Californie, à Berkeley, avant de devenir professeur de politique environnementale à Harvard. Holdren a été un membre très actif de Pugwash, association de savants (occidentaux et soviétiques) militant pour la non-prolifération de l'armement nucléaire. Cette organisation internationale non-gouvernementale a reçu le prix Nobel de la paix en 1995 (prix vivement contesté dans certains Etats membres de l'OTAN).

Heinrich FLOHN (1912-1997), « Climate and energy : a scenario to a 21st century problem », ***Climatic Change***, 1977, 1(1), p. 5-20.

La revue interdisciplinaire *Climatic Change* a été créée par Stephen H. Schneider. Voir Flohn, 1979, 1980, 1981.

Denis HAYES (1945), ***Rays of Hope : The Transition to a Post-Petroleum World***, A Worldwatch Institute Book, New York, Norton, 1977, 240 p.

Militant pacifiste contre la guerre au Vietnam, étudiant à la Kennedy School of Government de Harvard, Denis Hayes fut le coordinateur de la première Journée de la Terre (*Earth Day*) aux Etats-Unis, le 22 avril 1970. Il est devenu un expert de grande renommée dans le domaine de l'énergie solaire et des énergies renouvelables.

Martin W. HOLGATE (1931) et **Gilbert F. WHITE** (1911-2006), éds, ***Environmental Issues***. SCOPE Report 10, London, John Wiley & Sons, 1977, 224 p.

Dans la littérature environementaliste et/ou écologiste, on néglige souvent le travail considérable effectué par la coopération scientifique internationale dans le cadre du Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), créé en 1969 par l'International Council of Scientific Unions (ICSU). Le SCOPE joua, et continue à jouer, un rôle décisif dans l'étude des problèmes de l'environnement global. Ce Rapport 10 fut présenté en octobre 1976 à l'Assemblée générale de l'ICSU, il soulignait les *« global trends in the biosphere and environmental issues most urgently requiring international and interdisciplinary scientific effort »* (préface). La 1re partie s'intitule : « Man's place in the biosphere ». Dans le chapitre 3, « Environmental Concerns », on peut lire : « A major global concern is the effect of human activities on the biogochemical cycle of carbon » (p. 55-58) et l'impact des activités humaines sur l'atmosphère et le climat est traité avec un sentiment d'urgence encore peu commun (p. 58-75). A ma grande honte, je n'ai découvert

1977

le SCOPE qu'au milieu des années 1980, et tout d'abord à propos des cycles biogéochimiques (Bolin et al., 1979 ; Bolin, éd., 1981 ; Bolin et Cook, éds, 1983) et des études sur les « *Environmental Consequences of Nuclear War* » (qui font l'objet du rapport SCOPE 28, publié en 1986).

William W. KELLOGG (1917), ***Effects of Human Activities on Global Climate***, WMO Technical Note N° 156, WMO N° 486, Genève, OMM, 1977, 47 p.

« Influence des activités de l'homme sur le climat du globe, I, II », ***Bulletin de l'OMM***, 1977-78, 26(4), p. 255-268 ; 27(1), p. 3-11.

« Les hommes de science ont montré une réticence bien compréhensible à s'engager ouvertement dans le débat sur la question controversée et parfois angoissante de la plus ou moins grande influence que l'homme peut exercer sur le climat du globe. Il est clair, pourtant, que cette question ne peut être esquivée. Mais, c'est la première fois, dans l'histoire de l'humanité, que le concert des nations doit faire face à la menace d'un changement de l'environnement qui affecte vraiment l'ensemble du globe, changement qui est prévisible et sur lequel il serait possible d'agir en prenant des mesures appropriées sur le plan international. » (p. 255)

Amory LOVINS (1947), ***Soft Energy Paths: Toward a Durable Peace,*** Harmondsworth, Penguin Books, 1977, 231 p.

Dans une précédente bibliographie annotée, mon commentaire était : "Quelle est la différence entre Lovins et Kissinger ? Kissinger est prix Nobel de la paix, mais ne pourrait pas recevoir celui de physique. Lovins n'est pas prix Nobel, mais il pourrait recevoir les deux ! » (Grinevald in Rens, éd., 1981, p. 306). Voir Lovins, 1976 ; Lovins et Lovins, 1980.

Eugene P. ODUM (1913-2002), « The emergence of ecology as a new integrative discipline », ***Science***, (25 mars) 1977, 195, p. 1289-1293.

(Cité in Rens et Grinevald, 1979).

Dominique RAYNAUD (1942), « Les gaz des carottes polaires », *La Recherche*, 1977, 74, p. 81-84.

Denis de ROUGEMONT (1906-1985), ***L'Avenir est notre affaire***, Paris, Stock, 1977, 375 p.

L'écrivain suisse Denis de Rougemont se fait ici le porte-parole des écologistes européens. C'est un plaidoyer anti-nucléaire, anti-croissance illimitée, anti-stato-national, anti-militariste, et pour une Europe fédéraliste des éco-régions. En 1976, D. de Rougemont a été appelé par Armand Petitjean à une réunion à Paris qui

1977 créa l'association ECOROPA, dont il devint, à titre symbolique, le président. Le secrétaire étant Edouard Kressman (1907-1985), un marchand de vin bordelais proche du cercle protestant de Jacques Ellul (1912-1994) et de Bernard Charbonneau (1910-1996), tous membres fondateurs d'ECOROPA. La première réunion d'ECOROPA fut organisée en 1977 à Metz, à l'Institut Européen d'Ecologie dirigé par Jean-Marie Pelt. Les problèmes de l'énergie et du climat furent au cœur des préoccupations de ce réseau des têtes pensantes de l'écologie politique européenne, dont le porte-parole le plus célèbre est le militant franco-britannique Edward (« Teddy ») Goldsmith.

Werner STUMM (1924-1999), éd., ***Global Chemical Cycles and Their Alteration by Man***, Berlin, Abakon Verlagsgesellschaft, 1977, 347 p.

Rapport de la Dahlem Conference, Berlin, novembre 1976. Voir Breuer, 1978. Cité in Grinevald, 1990a, 1990b, 2005. Stumm était professeur à l'Ecole polytechnique fédérale de Zürich.

Crispin TICKELL (1930), ***Climatic Change and World Affairs***, Harvard Studies in International Affairs, Number 37, Cambridge, Mass., Harvard University, Center for International Affairs, 1977, 69 p.

Ce diplomate britannique est un pionnier de la politique internationale sur les problèmes de l'environnement atmosphérique et du changement climatique. Il sera Ministre de l'environnement de Mme Thatcher puis ambassadeur aux Nations Unies. Ce petit livre a été écrit durant l'année académique 1975-76 au Center for International Affairs de Harvard. Je suis personnellement très reconnaissant envers Sir Crispin Tickell, car c'est surtout grâce à lui que je dois d'avoir été élu le 28 mars 2001 à la Geological Society of London, avec d'autres membres de la Gaia Society.

1978 **Albert A. BARTLETT** (1923), « Forgotten fundamentals of energy crisis », *American Journal of Physics*, 1978, 46(9), p. 876-888.
(Rééd. augmentée in *Journal of Geological Education*, 1980, 28, p. 4-35).

Article très pédagogique, comme il se doit dans ce journal de l'association américaine des professeurs de physique, qui explique clairement la logique mathématique des courbes exponentielles de la population et de la production-consommation des ressources de combustibles fossiles dans un « environnement fini ».

« The question of how long our resources will last is perhaps the most important question that can be asked in a modern industrial society. Dr. M. King Hubbert, a geophysicist now retired from the United States Geological Survey, is a world authority on the estimation of energy resources and on the prediction of their patterns of discovery and depletion. Many of the data used here come from Hubbert's papers. » (p. 878)

Bartlett fait partie des références de l'ASPO ; voir surtout Youngquist, 1997.

1978 **Georg BREUER** (1919), *Geht uns die Luft aus ? Ökologische Perspektiven der Atmosphäre*, Stuttgart, Deutsche Verlags-Anstalt, 1978 ; trad. angl. : ***Air in danger : Ecological perspectives of the atmosphere,*** Cambridge, Cambridge University Press, 1980, 189 p.

Ce journaliste allemand a eu le privilège d'assister, en observateur, à la mémorable Conference Dahlem, à Berlin, en novembre 1976, sur les cycles chimiques de la Terre et leurs altérations par l'Homme (voir Stumm, éd., 1977). Il raconte d'une manière vivante et très pédagogique les discussions de ces savants (bien des grands noms étaient là) qui s'inquiètent alors de l'impact de l'Homme sur les cycles naturels et le climat global de la Terre. Ce merveilleux petit livre, qui m'a beaucoup appris, intègre aussi les discussions menées en 1978 à l'IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) sur « dioxyde de carbone, climat et société » (Williams, éd., 1978). Peter S. Liss (School of Environmental Sciences, University of East Anglia) écrivait dans son compte-rendu : « The book is certainly timely in that it presents in considerable detail much of the background behind the current debate over Lovelock's Gaia hypothesis, recently expounded in his book *Gaia: A New Look of Life on Earth* (Oxford University Press, 1979 – see *Nature* 282, 154 for review) ». (*Nature*, 15 janvier 1981, 289, p. 210).

Peter G. BREWER (1940), « Carbon dioxide and climate », *Oceanus*, 1978, 21(4), p. 13-17.

Tout ce numéro de la prestigieuse petite revue de la science et de l'exploration océanographiques aux Etats-Unis (Woods Hole Oceanographic Institution) est consacré au problème du dioxyde de carbone et du climat (du point de vue de la recherche ; il n'est pas question de mesures politico-économiques !). Brewer cite Callendar (1938).

Wolfgang KRUMBEIN (1937), éd., *Environmental Biogeochemistry and Geomicrobiology*, An Arbor, Michigan, Ann Arbor Science, 1978, 3 vol., 1052 p.

Voir Krumbein in Bunyard, éd., 1996 ; Krumbein, 1985, 2000.

Philippe LEBRETON (1933), *Eco-logique. Initiation aux sciences de l'environnement,* Paris, InterEditions, 1978, 239 p.

Voir aussi, plus subversif encore et toujours d'une brûlante actualité, l'ouvrage-manifeste de ce pionnier de l'enseignement français de l'écologie fondamentale et appliquée : *L'ex-croissance, ou les chemins de l'écologisme,* préface de Brice Lalonde, Paris, Denoël, 1978, 346 p.

Thierry de MONTBRIAL (1943), ***L'énergie: le compte à rebours***, Rapport présenté au Club de Rome. Recommandations de Robert Lattès et Carroll Wilson, Paris, Editions Jean-Claude Lattès, 1978, 318 p.

1978 L'avant propos du Comité Exécutif du Club de Rome déclare notamment: « Le Club de Rome a toujours donné une importance primordiale à ce problème de l'énergie en raison même de son rôle vital pour l'avenir de l'humanité. » (...)

« Cependant, tandis que la demande d'énergie continue toujours de croître inéluctablement dans le monde, spécialement dans les pays industriels avancés et les pays à hauts revenus, l'attitude des nations est tellement égoïste et à courte vue qu'une crise catastrophique de l'énergie apparaît désormais inévitable et pourrait éclater avant même que ne soient élaborés des plans concertés. Nous pensons que cette éventualité suffit à justifier ce Rapport dont la publication a précisément pour objet d'éviter que ne survienne un tel désastre.

Avec ce travail, l'objet de notre effort est en fait d'alerter à la fois l'opinion publique et ceux qui décident – les « décideurs » – de leur démontrer qu'il existe une menace contre l'humanité, à peine émergente aujourd'hui, mais qui pourrait pourtant atteindre une gravité équivalente à celle d'une guerre nucléaire. »

Le monde occidental est alors à la veille d'un nouveau « choc pétrolier », provoqué par la chute du Shah et la Révolution islamique en Iran. Pour ce brillant politologue français, professeur d'économie à l'Ecole Polytechnique et Chef du Centre d'Analyse et de Prévision au Ministère des Affaires Etrangères, la solution à l'impasse du pétrole, dont il prévoit la fin proche, réside dans le choix politique de l'énergie nucléaire (avec les surrégénérateurs !). En 1979, Thierry de Montbrial devient le directeur du nouvel Institut Français des Relations Internationales. L'argument pro-nucléaire, en l'occurrence, repose sur l'épuisement du pétrole bien plus que sur le problème du CO_2 et de la menace du réchauffement climatique.

Ralph M. ROTTY, « Atmospheric carbon dioxide possible consequences of future fossil fuel use », *Resources and Energy*, 1978, 1(3), p. 231-249.

Ulrich SIGENTHALER (1941-1994) et **Hans OESCHGER** (1927-1998), « Predicting future atmospheric carbon dioxide levels », ***Science,*** 1978, 199, p. 388-395.

Vision optimiste pour la croissance économique mondiale, mais plutôt inquiétante pour les niveaux de CO_2 dans l'atmosphère (par rapport au niveau naturel préindustriel des années 1750-1850) ! Dans une réunion de ProClim à Berne, le professeur Oeschger m'a personnellement dit que sa motivation était à l'époque associée au soutien de la politique nucléaire en Suisse. La position pro-nucléaire si controversée de Jim Lovelock n'est nullement isolée dans les milieux scientifiques.

Bernard TISSOT (1931) et **Dietrich H. WELTE** (1935), ***Petroleum Formation and Occurrence: A New Approach to Oil and Gas Exploration,*** Berlin, Springer Verlag, 1978, 538 p.

(2e éd., 1984, 699 p.) Pour tout savoir, ou presque, sur la biogéochimie de la genèse des gisements de pétrole et de gaz naturel. Voir Hunt, 1979. Je remercie Jean Laherrère pour ses précieuses informations.

1978 **John H. MERCER** (1922-1987), « West Antarctic ice sheet and CO_2 greenhouse effect : a threat of disaster », ***Nature***, 1978, 271, p. 321-325.

Cette hypothèse catastrophiste du glaciologue anglais John Hainsworth Mercer d'une désagrégation des plates-formes de glace qui flottent sur la mer de l'Antarctique de l'Ouest (dont le socle rocheux se situe sous le niveau de la mer), sonnait comme l'avertissement d'un Saint-Jean Baptiste de l'effet de serre. La fonte des glaces flottantes qui stabilisent l'inlandsis de l'Antarctique occidental aurait des conséquences dramatiques. Si le grand public ignora alors cet avertissement d'un chercheur plutôt tranquille (au dire de ses collègues canadiens), l'hypothèse de Mercer généra d'importantes discussions scientifiques (voir Oppenheimer, 1998), soulignant en somme l'instabilité de la *cryosphère* (le royaume des glaces et des neiges éternelles de notre Terre actuelle) sous la pression du réchauffement climatique annoncé par la théorie de l'effet de serre du CO_2. On sait depuis Arrhénius (1896) que les hautes latitudes manifestent une augmentation de température bien au-dessus de l'augmentation moyenne de la température du Globe associée à l'augmentation de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère. En 1978, cependant, la communauté des météorologistes était encore très réservée et penchait plutôt vers le risque d'un refroidissement provoqué par les aérosols et d'autres processus provoqués par l'homme comme la désertification (communication personnelle de Reid Bryson). Cela dit, les récentes études post-Mercer ont des implications politiques non négligeables (voir Michael Oppenheimer et Robert B. Alley, « The West Antarctic ice sheet and long term climate policy », *Climatic Change*, 2004, 64, p. 1-10) !

1979 CONFÉRENCE MONDIALE SUR LE CLIMAT, OMM, Genève, 12-23 février 1979.

Proceedings of the World Climate Conference, WMO N° 537, Genève, Organisation météorologique mondiale, 1979, 791 p. (voir surtout B. Bolin, « Global ecology and man », p. 27-56 ; et H. Flohn, « A scenario of possible future climates – natural and manmade », p. 243-266).

Wilfrid BACH, Jürgen PANKRATH et **William KELLOGG,** éds, ***Man's Impact on Climate***, Amsterdam, Elsevier, 1979, 327 p.

Voir aussi Bach et al., éds, 1980 ; Flohn, 1980, 1981 ; Ausubel, 1980.

Bert BOLIN (1925), **E. DEGENS, S. KEMPE** et **P. KETNER,** éds, *The Global Carbon Cycle*, SCOPE Report N° 13, Chichester, Wiley, 1979, 491 p.

Voir Bolin, 1970 ; Bolin, éd., 1981 ; Bolin et Cook, éds, 1983.

Nicholas GEORGESCU-ROEGEN (1906-1994), ***Demain la décroissance : entropie-écologie-économie***, préface et traduction d'Ivo Rens et Jacques Grinevald, Lausanne, Pierre Marcel Favre, 1979, 157 p.

(Sur l'historique de cette laborieuse publication et sa première réception, voir l'Introduction dans la deuxième édition : Georgescu-Roegen, 1995.)

1979 **Jacques GRINEVALD,** *Energie et civilisation: de Vitruve à Carnot et retour*, Thèse de 3e cycle en philosophie, Université de Paris X-Nanterre, 1979, 241 p. (inédit).

Le jury était composé des professeurs Jacques Merleau-Ponty (directeur), Michel Serres et Marc Guillaume. Le premier titre déposé (en 1973) était un peu différent: «Les métaphores de l'entropie», pour faire suite à mon premier mémoire sur *La notion d'entropie dans la pensée contemporaine* (Grinevald, 1973). Mon sujet a évolué en phase avec l'actualité internationale de «la crise de l'énergie» et de mes recherches sur l'histoire, au cœur de la révolution industrielle, du développement de la thermodynamique et mon concept de «révolution carnotienne», largement inspiré du rapprochement et de la combinaison des nouveautés épistémologiques du début des années 1970 (Georgescu-Roegen, Prigogine, Michel Serres).

John M. HUNT (1918-2005), *Petroleum Geochemistry and Geology*, New York, Freeman, 1979, 617 p.

(2e éd. 1996, 743 p.) Le manuel classique de l'un des fondateurs de la géochimie moderne du pétrole (et dont la biographie scientifique passe par la fameuse Woods Hole Oceanographic Institution) qui est étroitement associée à l'étude du cycle biogéochimique du carbone et à son évolution dans l'histoire géobiologique de la Terre. Voir J.M. Hunt et al., «Early developments in petroleum geochemistry», *Organic Geochemistry*, 2002, 33(9), p. 1025-1052.

HANS JONAS (1903-1993), ***Das Prinzip Verantwortung.*** *Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*, Franckfurt am Main, Suhrkamp, 1979; trad. fr.: ***Le Principe Responsabilité:*** *une éthique pour la civilisation technologique*, Paris, Cerf, 1990, 336 p. (rééd. Flammarion, coll. «Champs», 1998).

Les rapports historiques de Jonas avec l'écologie (politique) ne sont pas ceux qu'on dit généralement de nos jours: l'influence de Jonas sur le mouvement écologiste est faible et tardive, c'est l'inverse qui est vrai. En tant que philosophe de la biologie, Jonas a été marqué par le catastrophisme de la littérature environnementaliste du tournant des années 1960-70. Il le dit lui-même et situe son livre dans cette littérature du catastrophisme écologique (analysé dans Rens et Grinevald, 1975, 1979; Grinevald, 1984). Voir Dupuy, 2002.

Gisela KUTZBACH, ***The Thermal Theory of Cyclones:*** *A History of Meteorological Thought in the Nineteenth Century*, Boston, American Meteorological Society, 1979, 255 p.

Une excellente étude historique pour approfondir le rôle de la thermodynamique dans la formation de la météorologie dynamique moderne, science qui cherche à comprendre la (thermo)dynamique de l'atmosphère. Sa rhétorique du «moteur thermique» et de la «machine climatique» rappelle bien ses origines

1979 sociales et sa vision du monde, enracinées dans la révolution thermo-industrielle. La théorie thermique des cyclones souligne l'importance du paramètre température de la surface des océans. Les cyclones, qui s'appellent aussi ouragans ou typhons, risquent bien d'augmenter en puissance et en fréquence avec le réchauffement des océans (une tendance mesurée avec précision...). Voir aussi Rochas et Javelle, 1993; Lynas, 2004.

John IMBRIE (1925) et **Katherine PALMER IMBRIE,** *Ice Ages: Solving the Mystery*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1979, 224 p. (2e éd. mise à jour: Cambridge, MA: Harvard University Press, 1986.) Un livre sur l'histoire de la théorie glaciaire depuis ses débuts avec Agassiz. Une sérieuse introduction bien documentée. Voir Berger, 1992; Bard, 2004.

James LOVELOCK (1919), ***GAIA: A New Look at Life on Earth***, Oxford, Oxford University Press, 1979, 157 p.; trad. fr.: *La terre est un être vivant. L'Hypothèse Gaïa*, Monaco, Le Rocher, 1986, 184 p. (rééd.: Paris, Gallimard, coll. « Champs »).

(En anglais, il y a une nouvelle édition corrigée, avec une nouvelle préface de l'auteur: Oxford University Press, 1995, 148 p.) Voir Lovelock, 1972; Lovelock et Margulis, 1974; Grinevald, 1987, 1988, 1992, 1993.

David PIMENTEL (1925) et **Marcia PIMENTEL,** ***Food, Energy and Society***, London, Edward Arnold, 1979, 165 p.

La crise du pétrole, qui s'annonce depuis le début des années 1970, frappera les systèmes agro-alimentaires modernes qui dépendent à présent davantage du *oil* que du *soil*, comme on peut le dire en anglais. Les travaux sur l'analyse éco-énergétique des agroécosystèmes de Pimentel et de ses collaborateurs font autorité. Cite M. King Hubbert, 1972.

Robert STOBAUGH et **Daniel YERGIN** (1947), éd., ***Energy Future:*** *The Report of the Energy Project at the Harvard Business School*, New York, Random House, 1979, 353 p.; 3e éd. 1982.; trad. fr.: ***L'Energie du Futur.*** *Rapport présenté par le groupe du « projet Energie » à la Harvard Business School*, Paris, Economica, 1983, 315 p.

« Le pétrole, ce moteur de la vie industrielle, est devenu un de ses plus grands probèmes. » (p. 21)

Un résumé a été publié dans la revue *Foreign Affairs* (Spring 1979, 57, p. 836-871).

1980 *World Conservation Strategy*
Stratégie mondiale de la conservation
La conservation des ressources vivantes au service du développement durable, IUCN, PNUE, WWF, 1980.

1980 Important rapport aux origines de la doctrine internationale du développement durable ou soutenable – *sustainable development,* cité dans le « Rapport Brundtland » (1987), mais qui ne dit rien sur l'écologie globale des ressources minérales et donc rien sur la dépendance de la civilisation thermo-industrielle mondiale actuelle vis-à-vis du charbon, du pétrole et du gaz naturel !)

Déclaration sur le gaz carbonique et le climat, Conférence des experts OMM-PNUE-ICSU, Villach (Autriche)

Jesse H. AUSUBEL (1951), ***Climatic Change and the Carbon Wealth of Nations***, Laxenburg, International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA Working Paper 80-75, 1980, 50 p.

Le problème des conséquences climatiques de l'utilisation massive des combustibles fossiles a été l'un des principaux sujets des recherches interdisciplinaires de prospective menées à l'IIASA dès ses débuts. La solution à l'impasse catastrophique de l'économie des énergies fossiles semblait l'option nucléaire, mais elle-même dangereuse et controversée ! Ce fameux Institut international pour l'analyse appliquée des systèmes, à Laxenburg, en Autriche, a été créé par la coopération internationale entre plusieurs académies des sciences (dont celles des USA et de l'URSS) au début des années 1970. Ausubel est l'un des fondateurs de l'écologie industrielle. Voir Flohn, 1980, 1981 ; Bach et al., 1979, 1980.

Wilfrid BACH, Jürgen PANKRATH et **Jill WILLIAMS,** éds, ***Interactions of Energy and Climate***, Boston, Reidel, 1980, 569 p.

(Proceedings of an international workshop, Münster, Allemagne, 3-6 mars 1980). Voir notamment : Ralph Rotty et Gregg Marland, "Constraints on fossil fuel use », p. 191-212 ; V. Ramanathan, « Climatic effects of anthropogenic trace gases », p. 269-280. Voir Bach et al., éds, 1979.

Gerald O. BARNEY, éd., ***The Global 2000 Report to the President: Entering the Twenty-First Century***, A Report Prepared by the Council on Environment Quality and the Department of State, Washington, U.S. Government Printing Office, 1980, 3 vol.
(Rééd. 1 vol. : Harmondsworth, Penguin Books, 1982, 766 p.) Voir aussi Speth, 2004.

Bert BOLIN (1925), *Climatic Changes and Their Effects on the Biosphere,* WMO-N° 942.
Genève, Organisation météorologique mondiale, 1980, 49 p.

Mikhail I. BUDYKO (1920-2001), ***Ecologie globale***, Moscou, Editions du Progrès, 1980, 336 p.

Edition originale en russe : 1977, 328 p. Version anglaise : *Global Ecology*, 1980, 323 p. Un manuel qui venait à son heure, mais avec une certaine longueur d'avance

1980

malgré tout. Fondamental et toujours très utile. Pour cet éminent météorologiste soviétique, représentant bien connu de l'URSS à l'OMM (à Genève), l'écologie globale est la science planétaire de la Biosphère, laquelle inclut, depuis l'enseignement de Vernadsky, l'atmosphère et les climats. Voir aussi Budyko, 1986.

William R. CATTON (1926), ***Overshoot: The Ecological Basis of Revolutionary Change***, Foreword by Stewart Udall, Urbana, 1980, 298 p.

« Fossil-fueled engines were to serve as the prime mover in launching the Industrial Revolution; they thereby brought about comprehensive reorganization of human societies. Industrialization compounded exuberance ; James Watt was as much a revolutionary as Columbia has been. » (p. 42)

« James Watt has been conventionally regarded as something of a cultural hero for giving man access to a vast "new" source of energy. In the eighteenth century no one could recognize that, by inventing the steam engine, Watt was invening a way for mankind to overshot the sustainable carrying capacity of this one earth. (...) Watt reinforced man's belief in limitlessness. » (p. 52)

Une analyse socio-écologique radicale de la « surchauffe de la croissance » de la civilisation urbano-industrielle de l'âge d'or du pétrole. Un livre phare pour les militants du mouvement *Earth First !* aux Etats-Unis dans les années 1980. La préface de Stewart Udall (1920), ancien membre du Cabinet des Présidents John F. Kennedy et Lynton Johnson (de 1961 à 1969), et auteur du livre environnementaliste *The Quiet Crisis* (1963), souligne, s'il en était besoin, le sérieux de ce livre à la frontière de la sociologie, de l'histoire sociale, de la philosophie politique et de l'écologie scientifique. Catton insiste sur l'impasse énergétique du « rêve américain » d'expansion et de croissance économique sans limites.

Robert DELMAS (1940), « Le gaz carbonique atmosphérique du passé », *La Recherche*, 1980, 114 (11), p. 992-994.

Robet Delmas est l'auteur, avec Jean-Marc Ascencio et Michel Legrand (tous trois du Laboratoire de Glaciologie et de Géophysique de l'Environnement de Grenoble) de l'étude fondamentale : « Polar ice evidence that atmospheric CO_2 20 000yr BP was 50% of present », *Nature*, 1980, 284, p. 155-157. L'analyse de l'air des carottes glaciaires de l'Antarctique révèle pour la première fois le fait que durant le dernier âge glaciaire (il y a 20 000-15 000 ans) la teneur en CO_2 de l'atmosphère était à un niveau (0.016%) de 50% en-dessous du niveau actuel (0.033%). Je remercie Robert Delmas personnellement.

Hermann FLOHN (1912-1997), ***Possible Climatic Consequences of a Man-Made Global Warming***, Laxenburg, Austria, International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA RR-80-30, 1980, 81 p.

Voir Flohn, 1977, 1979, 1981 ; Ausubel, 1980 ; Bach et al., éds, 1979, 1980.

1980 **William W. KELLOGG** (1917), « Modeling future climate : it is time to plan for a climate change and a warmer Earth », ***Ambio***, 1980, 9, p. 216-221.

Voir Kellogg, 1977, 1978, 1979, 1987 ; Kellogg et Schware, 1982.

Amory B. LOVINS (1947) et **L. Hunter LOVINS** (1950), ***Energy/War: Breaking the Nuclear Link***, San Francisco, Friends of the Earth, 1980, 168 p.

Un petit essai dense et très documenté qui aborde en fait toute la dramatique problématique énergétique actuellement dominée par le modèle scientifico-militaro-industriel des grandes puissances. Voir Lovins, 1976, 1979.

Ramon MARGALEF (1919-2004), ***La Biosfera****, entre la termodinamica y el juego*, Barcelona, Omega, 1980, 236 p.

Cité in Grinevald, 1987. Voir Margalef, 1968, 1997.

Lev A. PIRUZYAN et al., « Chemistry and the Biosphere », ***Environment,*** 1980, 22(10), p. 25-30 (traduit du russe).

« The notion that mankind was becoming a power of geological scale, by the beginning of the 20th century, clearly expressed by A. P. Pavlov in Moscow and, independently, by C. Schuchert in New Haven. They interpreted in a new way long-known facts on the changes in the environment caused by human activities, coming to the conclusion that their manifestation characterized the beginning of a new geological era. Ideas on the new geological era, « psychozoic » according to Schuchert, " anthropogenic " according to Pavlov – were developed in detail by V. I. Vernadsky. »

Les références au géologue russe Alexi Petrovich Pavlov (1845-1929) et au géologue américain Charles Schuchert (1858-1942) se trouvent dans Vernadsky. Voir Grinevald, 1991, 2005.

Jeremy RIFKIN (1945), with Ted Howard, ***Entropy: A New World View***, Afterword by Dr Nicholas Georgescu-Roegen, New York, The Viking Press, 1980, 305 p.

(Rééd. : Bantam Books, « A Bantam New Age Books », 1981 ; 2e éd. augmentée : ***Entropy into the Greenhouse World***, New York, Bantam Books, 1989, 354 p).

Dédicace : « To Dr. Nicholas Georgescu-Roegen who laid the groundwork by persevering as prophet and teacher. »

« In the end, warfare, and its preparation, are the most highly entropic form of human activity. » (p. 163)

La partie essentielle de ce livre est une paraphrase des textes de Georgescu-Roegen sur l'entropie, malheureusement sans la même rigueur et parfois avec des maladresses fâcheuses. Le succès commercial de cet essai du très médiatique « hérétique » américain, bien connu parmi les critiques du « rêve américain », contribua au retour de la métaphore de l'entropie comme nouveau paradigme

1980 du déclin programmé de la société industrielle avancée. Rifkin m'envoya un exemplaire de presse à l'Université fédérale de Rio de Janeiro, où je donnais alors un cours sur « la révolution carnotienne et le développement ». Hélas, au lieu de servir la cause défendue par Georgescu-Roegen, ce bestseller de Rifkin désservit cruellement la réputation scientifique de notre ami Georgescu ! A cause surtout du malentendu désastreux qu'il jeta dans les relations entre Georgescu-Roegen et Ilya Prigogine, le célèbre prix Nobel de chimie 1977, le rival de Georgescu-Roegen dans la controverse sur l'interprétation de la loi de l'entropie. Voir ma critique dans *Technology and Culture* (1982, 24, p. 234-236), traduite par le regretté Melvin Kranzberg (1917-1995), le rédacteur en chef de cette excellente revue académique que l'EPFL – malgré ma demande pour mon enseignement en histoire de la technique – n'avait pas !

L'influence de ce livre a été considérable, comme je peux le constater dans la prose des prophètes du déclin pétrolier et de la décroissance, et notamment Kunstler (2005). George Monbiot : « The Age of Entropy is here. We should all now be learning how to live without oil », *The Guardian*, 24 août 2004, p. 13. Voir Rifkin, 2002.

John R. VALLENTYNE (1926), **J.R. (Rudi) STRICKLER** (1938) et **Nicholas POLUNIN** (1909-1997), « Proposal : International Year of the Biosphere », ***Environmental Conservation***, 1980, 7(1), p. 2.

L'éminent limnologiste et environnementaliste canadien Jack Vallentyne, le populaire éducateur sous le nom de « Johnny Biosphere », était mon meilleur ami dans le « collège invisible » présidé par le grand écologiste Nicholas Polunin, le très sélect **World Council For The Biosphere**, créé en 1984 et qui ne fonctionne plus depuis la disparition du professeur Polunin. Pour ma part, je fais partie de ceux qui pensent qu'il faudra bientôt, dans l'état d'urgence planétaire, une proposition plus audacieuse encore aux Nations Unies : un véritable **Conseil de sécurité de la Biosphère !**

1981 **Bert BOLIN** (1925), éd., *Carbon Cycle Modelling*, SCOPE Report N° 16, Chichester, Wiley, 1981, 404 p.

Voir Bolin et al., eds., 1979 ; 1983 ; 1986.

Council on Environmental Quality, ***Global Energy Futures and the Carbon Dioxide Problem***, Washington, U.S. Government Printing Office, Superintendent of Documents, January 1981, 92 p.

Cité in Grinevald 1990b.

Hermann FLOHN (1912-1997), *Life of a Warmer Earth : Possible Climatic Consequence of a Man-Made Global Warming*, Laxenburg, Austria, International Institute for Applied Systems Analysis, 1981, 75 p.

Voir Flohn, 1979 (*World Climate Conference*, Genève, OMM) ; Ausubel, 1980.

1981 **James HANSEN** (1941) et al. (6 coauteurs), « Climatic impact of increasing atmospheric CO_2 », ***Science,*** (28 août) 1981, 213, p. 957-966.

M. King HUBBERT (1903-1989), « The world's evolving energy system », *American Journal of Physics*, 1981, 49(11), p. 1007-1029.
Voir Hubbert, 1956, 1966.

Gene F. LICKENS (1935), éd., *Some Perspectives on the Major Biogeochemical Cycles*, SCOPE 17, Chichester, Wiley, 1981, 175 p.
Voir SCOPE, 1969 ; Bolin et Cook, éds, 1983.

William W. KELLOGG (1917) et **Robert SCHWARE,** éds, ***Climate Change and Society: Consequences of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide***, Boulder, CO., Westview Press, 1981, 178 p.
Report of Aspen Institute for Humanities Studies, sponsored by U.S. Department of Energy. Voir Kellogg et Schware, 1982.

National Research Council, ***Atmosphere-Biosphere Interactions: Toward a Better Understanding of the Ecological Consequences of Fossil Fuel Combustion,*** Washington, National Academy Press, 1981, 263 p.
Remarquable rapport (mais qui l'a vraiment lu ?) du Committee on the Atmosphere and the Biosphere qui prévoit une crise dans la Biosphere perturbée par la croissance de la civilisation industrielle !

François RAMADE (1934), ***Ecologie des ressources naturelles***, Paris, Paris, Masson, 1981, 322 p.
Un livre malheureusement ignoré par les économistes ! Voir Ramade, 1974, 1987 ; Simmons, 1974.

Ivo RENS, éd., Association pour l'Appel de Genève / Geneva Appeal Association, *Livre jaune sur la société du plutonium / Yellow Book on the Plutonium Society*, Neuchâtel, Editions de la Baconnière, 1981, 328 p.
J. Grinevald, « Bibliographie plurilingue », p. 302-317. Voir Rens et Jakubec, éds, 1998.

1982 Charte Mondiale de la Nature.
Résolution 37/7 de l'Assemblée générale des Nations Unies, 28 octobre 1982.

U.S. Department of Energy, DOE Research Conference on CO_2 – Science and Consensus, Berkeley, Springs, West Virginia, 19-24 septembre 1982.
(Voir R.D. Bojkov, *Summary of some WMO activity relevant to atmospheric carbon dioxide*, Genève, OMM, 1982, 9 p. ; comunication personnelle de Rumen Bojkov).

1982 **Daniel BOTKIN** (1937), « Can there be a theory of global ecology ? », *Journal of Theoretical Biology*, 1982, 96, p. 95-98.

Ecologiste américain (University of California, Santa Barbara), Botkin est alors l'un des pionniers de l'écologie globale, c'est-à-dire de l'approche de la vie dans une perspective planétaire. Voir la bibliographie des publications pour 1981-1987 du Biospheric Research Program of the Life Sciences Division de la NASA : Wallace, éd., 1988 ; et Rambler, Margulis et Fester, éds, 1989 (communication personnelle).

William C. CLARK (1948), éd., ***Carbon Dioxide Review 1982***, Oxford, Clarendon Press, 1982, 469 p.

Indispensable synthèse, à l'époque, de l'état des recherches sur le problème énergie fossile, effet de serre du gaz carbonique et évolution du climat. Une somme très complète, avec des bibliographies impeccables. Les idées hétérodoxes de James Lovelock sur Gaïa sont déjà prises au sérieux. C'est un magnifique ouvrage, grand format, parfaitement accessible aux amateurs, c'est même une superbe introduction pour les dilettantes sur la problématique scientifique de la perturbation anthropogénique du cycle global du carbone. Mais pas de véritable historique des racines occidentales du problème ! On doit remercier le travail de coordination et d'édition effectué par W. C. Clark, alors à l'Institute for Energy Analysis, Oak Ridge, Tennessee (voir Clark et Munn, éds, 1986). James Lovelock en fit un compte-rendu élogieux dans la prestigieuse revue anglaise *Nature*.

Richard GOODY (1921), éd., ***Global Change : Impacts on Habitability. A Scientific Basis for Assessment***, Pasadena, Cal., Institute of Technology, Jet Propulsion Laboratory, NASA, 1982, 19 p.

Report by the Executive Committee of a Workshop held at Woods Hole, Massachussets, June 21-26, 1982. A la naissance du projet « Global Change ». Les promoteurs sont des géophysiciens et des planétologues proches de la NASA et de l'Académie nationale des sciences (USA). Le gouvernement américain, encore en pleine guerre froide, n'est pas très chaud ! Le projet va être discuté et en fait transféré au Conseil International des Unions Scientifiques (ICSU) (communication personnelle). Voir McElroy, éd., 1983 ; Malone et Roeder, éds, 1985 ; Grinevald, 1987, 1988, 1990.

Heinrich D. HOLLAND (1927) et **Manfred SCHILDLOWSKI** (1933), éds, ***Mineral Deposits and the Evolution of the Biosphere***, Berlin, Springer-Verlag, 1982, 333 p.

De 1979 à 1989, Schidlowski était le président du projet 157 du Programme International de Corrélations Géologiques soutenu par l'Unesco et qui avait pour titre : « Evolution biologique précoce en relation avec des ressources énergétiques et minérales ». Il m'aida à saisir les relations entre la prospection pétrolière et l'essor de disciplines comme la géochimie organique, la biogéochimie, la paléobiologie

1982 et la géomicrobiologie. Cité in Grinevald, 1988, p. 13n. Voir Tissot et Welte, 1984; Schopf et Klein, éds, 1992.

William W. KELLOGG (1917) et **Robert SCHWARE,** « Society, science and climate change », ***Foreign Affairs***, 1982, 60(5), p. 1076-1109.
Voir Kellogg et Schware, éds, 1981.

Andrei V. LAPO (1937), ***Traces of Bygone Biospheres***, trad. du russe, Moscou, Mir, 1982, 252 p.
(2[e] éd. révisée, 1987, 352 p.; communication personnelle).
Admirable introduction à l'héritage scientifique de Vernadsky écrite par un géologue de St. Pétersburg. J'ai eu le plaisir de présenter cet ami russe dans mon *alma mater*, à la section des sciences de la Terre, à l'occasion d'une conférence qu'il donna sur les idées de Vernadsky. Voir Krumbein et Dyer, 1985; Grinevald, 1988, 1993; Vernadsky, 1998; Levitt, 2001. Krumbein et Lapo, in Bunyard, éd., 1996. A.V. Lapo, « Vladimir I. Vernadsky (1863-1945), founder of the biosphere concept », *International Microbiology*, 2001, 4, p. 47-49.

James LOVELOCK (1919) et **Andrew WATSON** (1952), « The regulation of carbon dioxide and climate: Gaia or geochemistry? », ***Planetary and Space Sciences***, 1982, 30, p. 785-802.

William McNEILL (1917), ***The Pursuit of Power:*** *Technology, Armed Force, and Society since A.D. 1000*, Chicago, University of Chicago Press, 1982, 405p.; trad. fr.: ***La Recherche de la puissance:*** *Technique, force armée et société depuis l'an mil*, Paris, Economica, 1992, 460 p.
Voir J. McNeill, 2000; Grinevald, 1984, 1986.

James Grier MILLER et **Jessie L. MILLER,** « The Earth as a system », *Behavioral Science*, 1982, 27, p. 303-322.
(Voir Grinevald, préface in Académie nationale des sciences (USA), (1990) 1992.)

National Research Council, ***Carbon Dioxide and Climate: a Second Assessment***, National Research Council, Washington, National Academy Press, 1982, 92 p.
Ce deuxième rapport d'évaluation de l'Académie nationale des sciences américaine est aussi appelé le rapport Joseph Smagorinsky (1924-2005), qui était le président de ce groupe d'experts.

1982



Roger REVELLE (1909-1991), « Carbon dioxide and world climate », *Scientific American*, 1982, 247(2), p. 33-42 ; trad. fr. : « Le gaz carbonique et le climat », *Pour la Science*, (octobre) 1982, 60, p. 80-91.

(source : NOAA)

Jonathan SCHELL (1943), ***The Fate of the Earth***, New York, Knopf, 1982, 244 p. ; trad. fr. : *Le destin de la Terre*, Paris, Albin Michel, 1982, 258 p.

Un essai pathétique sur la convergence philosophique et politique des arguments des pacifistes et des écologistes qui manifestaient alors contre la course aux armements nucléaires. Ce livre prophétique, dont la documentation est puisée aux meilleures sources scientifiques, fit une profonde impression sur la génération des chercheurs qui se préoccupaient de l'écologie globale d'une guerre nucléaire. Voir le débat sur la théorie de « l'hiver nucléaire ». C'est dans ce livre du grand journaliste américain que j'ai trouvé la première référence à McElroy (1976), l'éminent géophysicien d'Harvard.

1983 **Jesse H. AUSUBEL** (1951), « Historical note », annexe 2, in National Research Council, ***Changing Climate***, Washington, National Academy Press, 1983, p. 488-491.

Voir Ausubel, 1980. National Research Concil, 1983.

Robert BARBAULT (1943), *Ecologie générale : Structure et fonctionnement de la biosphère,* Paris, Dunod, 1983, 224 p. (5^{e} éd., 2000, 326 p.)

Bert BOLIN (1925) et **Robert B. COOK,** éds., ***The Major Biogeochemical Cycles and Their Interactions***, SCOPE Report N° 21, Chichester, John Wiley and Sons, 1983, 532 p.

Cité in Grinevald, 1987, 1988, 1990. Voir Lickens, éd., 1981 ; Bolin et al., éds, 1986.

Preston CLOUD (1912-1991), « The biosphere », *Scientific American*, 1983, 249(3), p. 175-189 ; trad. fr. : « La biosphère », *Pour la Science*, 1983, 73, p. 138-150.

Voir Cloud in Schopf. éd., 1983.

1983 **Jacques GRINEVALD,** « Wissenschaftsgeschichte und Staatraison », in A. Gsponer, J. Grinevald, B. Vitale, M. Finger, ***Wissenschaft und Krieg***, Zürich, VMP-VSETH [Verein der Mathematiker und Physiker an der ETH Zürich und Verein der Studierenden an der ETH Zürich], 1983, p. 33-52.

Voir Grinevald et al., 1984 ; Grinevald, 1984a, 1984b, 1986. Serres, 1972, 1990.

Jill JÄGER (1949), ***Climate and Energy Systems: A Review of Their Interactions***, New York, John Wiley and Sons, 1983, 231 p.

Richard A. KERR, « The carbon dioxide and climate warming », ***Science***, (9 décembre) 1983, 222, p. 1107-1108.

Michael B. McELROY (1939), éd., *Global Change: A Biogeochemical Perspective*, NASA, Pasadena, California Institute of Technology, JPL Publication 83-51, 1983, 33 p.

Report prepared at NASA-sponsored program that is designed to enhance our understanding of the earth as the support system of life. The program will study change, both natural and anthropogenic, that might affect the habitability of the planet on a time such roughly equal to that of a human life. (...) This study builds upon the principles describe in *Global Change: Impacts on Habitability* (JPL D-95, 1982) » (communication personnelle). Voir McElroy, 1976, 1988 ; Goody, éd., 1982 ; Malone et Roeder, éds, 1985 ; Grinevald, 1987, 1988, 1990.

National Research Council, ***Changing Climate***. *Report of the Carbon Dioxide Assessment Committee*, National Research Council/National Academy of Sciences, Washington, National Academy Press, 1983, 496 p.

Viewed in terms of energy, global pollution, and worldwide environmental damage, the « CO_2 problem » appears intractable. Viewed as a problem of changes in local environmental factors – rainfall, river flow, sea level – the myriad of individual incremental problems take their place among the other stresses to which nations and individuals adapt. It is important to be flexible both in definition of the issue, which is really more climate change than CO_2, and in maintaining a variety of alternative options for response. » (p. 3)

« The CO_2 issue has been with us for over a century, and impacts of increasing CO_2 will be experienced in the century to come. » (p. 81)

La position du National Research Council (NRC), le bras armé de l'Académie nationale des sciences (USA), doit être comparée avec celle, plus alarmiste, des experts de l'Environmental Protection Agency (voir Seidel et Keyes, 1983). Mais dans les deux cas on voit clairement que le problème du gaz carbonique et du climat débouche sur une problématique beaucoup plus complexe, que la notion de *« climate change »* (officiellement traduite en français par « changements climatiques ») exprimée de manière plutôt nébuleuse pour le grand public ! Le professeur

1983 William A. Nierenberg (1919-2000), qui était le président de ce comité d'experts du NRC sur le problème du gaz carbonique, fut le successeur de Roger Revelle dans la puissante communauté océanographique américaine. Voir Nierenberg, éd., 1992. Il fit partie du Marshall Institute, c'est-à-dire d'un groupe scientifique d'influence à Washington qui se situait parmi les « sceptiques » réclamant plus de recherches avant de prendre des décisions politiques lourdes de conséquences pour l'économie et la puissance des Etats-Unis. La soirée passée avec le charmant professeur Nierenberg, à l'occasion des Rencontres environnementales de Genève en mai 1992, fait partie de mon apprentissage en matière de diplomatie environnementale.

Carl SAGAN (1934-1996), « Nuclear winter and climate catastrophe: some policy implications », ***Foreign Affairs***, 1983, 62(2), p. 257-292.

Version plus complète p. 7-62 in Lester Grinspoon, ed., *The Long Darkness: Psychological and Moral Perspectives on Nuclear Winter*, New Haven and London, Yale University Press, 1986, 213 p. Ami de Sagan, Lester Grinspoon est professeur de psychiatrie à la Harvard Medical School. Sur l'aspect psychiatrique de la « terreur nucléaire », voir « la Thanatocratie » (Serres, 1972). Sur la menace de l'Hiver nucléaire, voir Ehrlich, Sagan et al., éds, 1984 ; Sagan et Turco, 1990.

J. William SCHOPF (1941), éd., ***Earth's Earliest Biosphere:*** *Its Origin and Evolution*, Princeton, Princeton University Press, 1983, 543 p.

Voir Preston Cloud, « Early biogeologic history : the emergence of a paradigm », p. 14-31. Un historique qui cite Deflandre (1941), mais dans lequel manque encore Vernadsky ! Voir la suite sur la paléontologie du Précambrien : Schopf et Klein, éds, 1992 ; Knoll, 2003.

Stephen SEIDEL et **Dale KEYES,** ***Can We Delay a Greenhouse Warming?***, Washington, Environmental Protection Agency (EPA), 1983, 180 p.

Ce rapport de l'EPA a été considéré comme alarmiste, tandis que celui de l'Académie des sciences se voulait nettement moins catastrophiste et insistait surtout sur l'intensification des recherches scientifiques. Voir NRC, éd., 1983.

National Research Council/National Academy of Sciences, ***Toward an International Geosphere-Biosphere Program. A Study of Global Change***, Washington, National Academy Press, 1983, 81p.

Première initiative pour un ambitieux programme international de recherche « interdisciplinaire et holistique » sur la Géosphère et la Biosphère, et plus spécifiquement sur le Changement global, c'est-à-dire les transformations naturelles et anthropiques de l'environnement planétaire, lancée par un petit groupe de chercheurs américains, essentiellement des géophysiciens associés à la NASA. Le thème du « Global Change » et l'idée d'une relance de la coopération scientifique internationale ne rencontrent alors pas un bon accueil dans les hautes sphères

1983 administratives et politiques de Washington. Le domaine de l'espace, des sciences de l'atmosphère, de la géophysique, de l'océanographie et de l'écologie globale est trop sensible politiquement. On est encore en pleine guerre froide ! Ce projet d'origine américaine va alors être pris en charge par l'ICSU, qui discute de sa faisabilité à sa 20e Assemblée générale à Ottawa en 1984. Voir Malone et Roederer, éds, 1985.

Ralph M. ROTTY, (?-1988), « Distribution of and changes in industrial carbon dioxide production », *Journal of Geophysical Research*, 1983, 88, C2, p. 1301-1308.

L'analyse de la distribution latitudinale de la production du CO_2 des combustibles fossiles, depuis 1950, est congruente avec les observations selon lesquelles la concentration du CO_2 dans l'hémisphère Nord s'accroit plus rapidement que la concentration dans l'hémisphère Sud, et plus rapidement encore vers 50°-60° N. Les plus grandes variations saisonnières se situent aussi dans ces latitudes. Voir Marland et Rotty, 1984 ; Trabalka, éd., 1985 ; Trabalka et Reichle, éds, 1986.

The World After Nuclear War, Conference on the Long-Term World-Wide Consequences of Nuclear War.
Washington, USA, 31 octobre-1 novembre 1983.

R.D. BOJKOV, éd. *World Meteorological Organization Project on research and monitoring of atmospheric CO_2*, Report 10, Genève, OMM, 1983, 42 p. (communication personnelle de Rumen D. Bojkov).

Report of the WMO (CAS) meeting of experts on the CO_2 concentrations from preindustrial times to I.G.Y., World Climate Programme, Report WCP-53, Genève, Organisation météorologique mondiale, 1983, 34 p.

1984 International Council of Scientific Unions (ICSU), 20th General Assembly, 1984, Ottawa, Canada, Symposium on Global Change.

La prépublication (*Global Change*, ICSU Press, 1984, 357 p.) distribuée aux participants de ce symposium qui examinait le concept et la faisabilité du projet ***International Geosphere-Biosphere Programme*** (d'origine américaine, voir NRC, 1983), est un volume rare mais très précieux pour l'historien des sciences du XXe siècle, dont il reste à écrire bien des pages sur l'essor de l'écologie globale et du paradigme « interdisciplinaire et holistique » des Sciences du Système de la Terre. Mon exemplaire provient de N. Polunin, qui participait à cette réunion interdisciplinaire d'Ottawa aux côtés du Canadien John Vallentyne (voir Vallentyne et al., 1980). Voir Malone et Roederer, éds, 1985.

André BERGER (1942) et al., éds, ***Milankovitch and Climate***, Dordrecht, Reidel, 1984, vol. 1, 510 p., vol. 2, 895 p.

1984 **Jacques GRINEVALD,** *Les dimensions historiques et culturelles de la problématique énergétique en Europe*, Ispra-Courses, « Energy Planning and Management: Experience in Europe and Advanced Developing Countries » (Ispra – Bruxelles, 18–26. 6. 1984), Commission of the European Communities, Ispra, Joint Research Centre, EPM/84/2, 1984a, 61 p. + annexes 1 et 2.

Voir Grinevald, 1977, 1981, 1982.

« Entropologie: le catastrophisme en perspective », *Cahiers de l'IUED*, 15, Genève, IUED; Paris, PUF, 1984b, p.75-97.

« Epistémologie et non-violence », p.147-162 in Roy Preiswerk, *A « contre-courant »: l'enjeu des relations interculturelles*, textes réunis et publiés par Gilbert Rist, Lausanne, Editions d'en bas, coll. « Nord-Sud », 1984, 258 p.

Jacques GRINEVALD, André GSPONER, Lucile HANOUZ et **Pierre LEHMANN,** *La Quadrature du CERN*, Préface de Robert Jungk, Lausanne, Edtions d'en bas, 1984, 186 p.

« Essai indisciplinaire publié à l'occasion du 30e anniversaire du CERN le 29 septembre 1984 ». Le physicien des particules André Gsponer est le principal responsable du contenu scientifique de ce livre, le premier ouvrage critique sur cette organisation intergouvernementale européenne consacrée au développement de la physique des hautes énergies (et non pas de l'énergie nucléaire, comme son titre pouvait le donner à penser !). Pour ma part, je suis essentiellement responsable du chapitre 2: « Le CERN dans l'histoire ». Ce pamphlet pour une « science critique » – qui rappelait (p. 148) la question posée par le grand mathématicien Alexandre Grothendick (lors d'une conférence au CERN du 27 janvier 1972): « Allons-nous continuer la Recherche scientifique ? » – ne nous a pas valu que des amis ! Mes recherches historiographiques et socio-épistémologiques se concentraient alors sur le thème « science et guerre » et c'est la théorie de l'hiver nucléaire qui attira mon attention sur l'effet de serre et l'ambiguïté qui entourait le terme de biosphère.

John HOBBIE et al., « Role of biota in global CO_2 balance: the controversy », *BioScience*, 1984, 34(8), p. 492-498.

Voir Woodwell et Pecan, éds, 1973; Woodwell et Mackenzie, éds, 1995.

Heinrich HOLLAND (1927), ***The Chemical Evolution of the Atmosphere and Ocean***, Princeton, Princeton University Press, 1984, 582 p.

« It remains to see whether this long record [l'extraordinaire stabilité des enveloppes fluides de notre planète, J.G.] will be sustained in the presence of modern man. » (p. 539)

1984 A l'époque H. Holland, une autorité mondiale dans le domaine de la géochimie et de l'évolution de la Terre, reste assez sceptique sur l'hypothèse Gaïa. Le thermostat qui régule cette extraordinaire stabilité du système Terre lui semble essentiellement géophysique et nullement « géophysiologique ».

Ann-Mari JANSSON (1934), éd., *Integration of Economy and Ecology: an Outlook for Eighties,* Proceedings from the Wallenberg Symposia, Stockholm, University of Stockholm, Askö Laboratory, 1984, 240 p.

Premier symposium international réunissant des écologistes et des économistes, organisé en 1982 en Suède par l'écologiste Ann-Mari Jansson (disciple de H.T. Odum).

Edward LORENZ (1917), « Irregularity : A Fundamental Property of the Atmosphere », ***Tellus***, 1984, 36A, p. 98-110.
(Discours de réception du Prix Crafoord à l'Académie royale des sciences de Suède le 28 septembre 1983).

La métaphore de « l'effet papillon » provient de l'exposé de Lorenz intitulé *Predictability : Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set Off a Tornado in Texas ?* (Le battement d'ailes d'un papillon au Brésil peut-il déclencher une tornade au Texas ?), à la réunion annuelle de l'AAAS, à Washington, le 29 décembre 1972, dans une session consacrée au Global Atmospheric Research Program (GARP). Ce texte est resté inédit jusqu'à sa publication dans le livre de Lorenz : *The Essence of Chaos* (University of Washington Press, 1993 ; et London, University College London, 1995, p. 181-184). L'effet papillon, controversé chez les mathématiciens, rappelle à juste titre l'avertissement de Poincaré (1908) sur les difficultés de la prévision météorologique à cause de « la sensibilité aux conditions initiales » de la dynamique de la circulation atmosphérique...

Gregg MARLAND (1942) et **Ralph M. ROTTY** (?-1988), « Carbon dioxide emissions from fossil fuels : 1950-1982 », ***Tellus***, 1984, 36B, p. 232-261.

Ces deux chercheurs (je sais seulement que Rotty est décédé en 1988), de la Carbon Dioxide Research Division, Office of Energy Research, du Département de l'énergie des Etats-Unis, ont fourni à la communauté scientifique l'évidence statistique de la corrélation entre la croissance exponentielle de la production des combustibles fossiles (et du ciment) et celle des émissions de dioxyde de carbone dans l'atmosphère depuis 1950. Voir les mises à jour sur le site Web **cdiac.ornl.gov**, du Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., USA. Voir Trabalka et Reichle, éds, 1986.

Nicholas POLUNIN (1909-1997), « Genesis and progress of the World Campaign and Council For The Biosphere », ***Environmental Conservation***, 1984, 11(4), p. 293-298.

Voir Vallentyne et al., 1980 ; Polunin, 1982 ; Polunin et Grinevald, 1988.

1984 **Stephen H. SCHNEIDER** (1945) et **Randi LONDER,** ***The Coevolution of Climate and Life***, San Francisco, Sierra Club Books, 1984, 563 p.

Merveilleuse synthèse, très pédagogique et richement documentée, qui constitue, encore aujourd'hui, une solide introduction aux sciences de l'atmosphère, aux changements climatiques et à ses intimes relations avec l'évolution du vivant, y compris l'espèce humaine (à la fois agent perturbateur et observateur). Voir Schneider, 1989, 1995, 1996.

1985 Création de la revue scientifique spécialisée *Biogeochemistry* (1985).

PNUE (Nations Unies), Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone

Vienne, Autriche, 22 mars 1985, entrée en vigueur le 22 septembre 1988, (voir le Protocole de Montréal, 1987).

U.S. Deparment of Energy (DOE)

(Office of Basic Energy Sciences, Carbon Dioxide Research Division) publie un rapport d'experts en plusieurs volumes sur le problème du dioxyde de carbone:

- *Atmospheric Carbon Dioxide and the Global Carbon Cycle*
- *Projecting the Climatic Effects of Increasing Carbon Dioxide*
- *Detecting the Climatic Effects of Increasing Carbon Dioxide*
- *Direct Effects of Increasing Carbon Dioxide on Vegetation*

(voir Trabalka, éd., 1985; Kerr, 1986; Lambert, 1987; Grinevald, 1990).

« LA CONFÉRENCE DE VILLACH »

International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and Other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts.

UNEP-WMO-ICSU Conference Villach (Austria), 9-15 Octobre 1985 (publication du Programme climatologique mondial de l'OMM: WMO – N° 66, Genève, Organisation météorologique mondiale, 1986, 78 p.).

Pour les documents scientifiques de cette conférence internationale d'experts, voir Bolin et al., éds, 1986.

Les scientifiques réunis à Villach, charmant village des Alpes autrichiennes, établirent un « consensus » scientifique sur le fait que l'accroissement anthropogénique de la concentration du dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre dans l'atmosphère pourrait produire **« dans la première moitié du siècle prochain, une augmentation de la température moyenne du globe dépassant tout ce que l'humanité a connu dans son histoire. »** (Déclaration de Villach, citée in Grinevald, 1990b, p. 9)

Le « rapport Brundtland » de la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (CMED), publié en avril 1987, a repris cet avertissement de la conférence de Villach et a donné une large publicité aux risques d'un

1985 réchauffement climatique de la planète. Mais en 1985, la question de l'intensification anthropogénique de l'effet de serre ne suscite aucune réaction politique et le grand public ignore encore le problème.

Rosalie BERTELL (1929), *No Immediate Danger? Prognosis for a Radioactive Earth*, London, The Women's Press, 1985 ; trad. fr. : *Sans danger immédiat? L'Avenir de l'humanité sur une planète radioactive*, Montréal, Les Editions de la pleine lune, 1988, 677 p.

La double menace du pétrole et du climat ne doit pas faire oublier les autres menaces, notamment celles liées à l'utilisation (civile, militaire, terroriste...) de l'énergie nucléaire... En 1986, Rosalie Bertell, grande spécialiste du cancer, a obtenu le *Right Livelihood Award*. Ce « Nobel Alternatif », créé en 1980 sur une initiative de l'écrivain Jakob von Uexkull (1944), membre du Parlement européen (pour les Verts allemands) en 1987-89, est décerné par le Parlement suédois.

Grazia BORRINI (1952) et **Sheldon MARGEN** (1919-2004), ***Human Energetics***, Ottawa, International Development Research Centre (IDRC), 1985 ; rééd. in Ashok V. Desai, ed., *Human Energy*, International Development Research Centre (Ottawa) and United Nations University (Tokyo), New Delhi, Wiley Eastern, 1990, p. 41-131.
(Cité in Smil, 1991, 1994).

Remarquable étude interdisciplinaire qui combine l'histoire et l'épistémologie des concepts de travail, d'énergie et d'entropie, la biophysique et la médecine, la thermodynamique et la physiologie, et souligne la dimension anthropologique (la diversité culturelle) et politique (les inégalités économiques) de cette question fondamentale du « besoin énergétique » dans l'alimention humaine. L'argument principal de cette étude est que le besoin énergétique humain est beaucoup plus une question politique que biophysique, et que le droit de décider la quantité de calories par jour qu'une personne devrait pouvoir assumer ne revient pas aux experts mais aux communautés concernées. Grâce à cette étude, j'ai découvert Sheldon Margen, grand spécialiste des questions de nutrition à Berkeley, avec qui travaillait Grazia Borrini, qui, en l'occurrence, remercie Paul Feyerabend pour ses encouragements et pour avoir pu faire des recherches dans sa bibliothèque (communication personnelle).

Joseph C. FARMAN (1930), **B. G. GARDINER** et **J.D. SHANKLIN,** « Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClOx/Nox interaction », ***Nature***, 1985, 315, p. 207-210.

Ce bref article scientifique fait époque : il annonce la découverte inquiétante d'une déplétion saisonnière de l'ozone de la stratosphère au-dessus de l'Antarctique. La grande presse va populariser cette alarmante découverte du « trou d'ozone ». Cet article plutôt discret fait l'effet d'un coup de tonnerre en pleine négociations internationales sur la protection de la couche d'ozone : la Convention

1985 de Vienne vient juste d'être signée. La réalité scientifique dépasse dramatiquement la vérité politique (pour employer une dichotomie de Paul Valéry) ! La petite équipe du British Antarctic Survey (Natural Environment Research Council), conduite par « Joe » Farman, a mesuré avec un spectrophotomètre l'ozone au-dessus de Halley Bay depuis l'Année Géophysique Internationale (1957-58). La corrélation, dans les années 1980, avec les concentrations de CFC (chlorofluorocarbures) se révèle frappante. Mais aucune théorie n'est là pour accueillir cette observation qui provoque un soudain sentiment de crise chez les scientifiques. L'émotion, amplifiée par les médias et les écologistes, frise la panique. Le satellite de la NASA au-dessus du pôle Sud avait bien enregistré le même phénomène mais son ordinateur était qualibré pour ignorer les valeurs trop basses présumées absurdes au regard de la science de l'époque ! A la NASA, cette surprise provoque un véritable branle-bas de combat : Robert Watson (qui deviendra le deuxième président de l'IPCC, à la suite de Bolin) organise dans l'urgence une spectaculaire expédition de la NASA en Antarctique, dans laquelle se distingue une jeune spécialiste de l'atmosphère, Susan Solomon (1956), qui va devenir une figure très médiatique de la défense de l'environnement. L'affaire de la couche d'ozone stratosphérique a pris une tournure dramatique dans la rhétorique écologiste (avec l'appui diplomatique de Mostafa Tolba, le patron du PNUE), devenant le nouveau symbole – après le nucléaire – de la menace que l'activité humaine provoque dans la Biosphère et notamment dans sa membrane atmosphérique qui protège la vie sur Terre. Voir Molina et Rowland, 1974.

Malte FABER (1938) et **John PROOPS** (1947), « Interdisciplinary research between economists and physical scientists : retrospect and prospect », ***Kyklos***, 1985, 38(4), p. 599-616.

Voir Faber et al., éds, 1996 ; Georgescu-Roegen, 1971, 1995 ; Grinevald, 1976, 1982, 1987 ; Martinez-Alier, 1987 ; Vivien, 1994.

Wolfgang KRUMBEIN (1937) et **B.D. DYER**, « This planet is alive – weathering and biology : a multi-faceted problem », p. 143-160 in James L. Drever, éd., *The Chemistry of Weathering*, NATO ASI Series, Dordrecht, Reidel, 1985, 324 p.

Un aperçu de la contribution à la création du nouveau paradigme géophysiologique (associé au concept Gaïa) de Wolfgang Krumbein, éminent savant et philosophe allemand qui est à la fois un géologue, un géomicrobiologiste, l'un des fondateurs de la biogéochimie environnementale et une figure rare d'encyclopédiste et d'historien des sciences environnementales, digne héritier de la tradition naturaliste germanique de Goethe, Ehrenberg et Alexandre de Humboldt. Je conserve une mémoire très vive de la magnifique soirée que nous avons passé ensemble à Lutry, sur les rives vaudoises du lac Léman. Malheureusement, les textes de Krumbein sont méconnus en France, en dehors de quelques amateurs et rares spécialistes (communication personnelle).

1985 **Thomas MALONE** (1917) et **Juan G. ROEDERER** (1929), éds, ***Global Change***, Cambridge, ICSU Press, Cambridge University Press, 1985, 512 p.

Actes revisés du Symposium on Global Change, 20e A.G. de l'ICSU, Ottawa, Canada, 1984. Le *International Geosphere Biosphere Programme: A Study of Global Change* sera définitivement adopté à la 21e A.G. de l'ICSU, à Berne, en 1986.

(Voir Grinevald, 1987, 1988, 1991).

Charles H. SOUTHWICK (1928), éd., ***Global Ecology***, Sunderland, Mass., Sinauer Associates, 1985, 323 p.

Voir Southwick, 1996.

Eric T. SUNDQUIST et **Wallace S. BROECKER**, éds, ***The Carbon Cycle and Atmospheric CO_2: Natural Variations Archean to Present***, Washington, American Geophysical Union, Geophysical Monograph Series 32, 1985, 627 p.

John R. TRABALKA, éd., ***Atmospheric Carbon Dioxide and the Global Carbon Cycle***, Carbon Dioxide Resaerch Division, DOE/ER-0239, Springfiel, Virginia, U.S. Department of Energy, 1985, 315 p.

« The citizens of today's nations have the responsibility for the stewardship of all the Earth, including their actions which may affect its climate. Exercising this responsibility requires an undertanding of atmospheric CO_2 and its effects. Once understood, stewardship then becomes nurturing rather than unrecognized neglect.

Scientists have created the building bloks for this understanding, and the scientific community has recognized its responsibility to more fully understand CO_2-induced effects on our global environment. Through research, as we look towards the 21st century, the application of science will ensure that the additional understanding required for nurturing our planet Earth will be developed. » (Préface de Frederick A. Koomanoff)

« In an important report entitled *Atmospheric Carbon Dioxide and the Global Carbon Cycle* edited by John R. Trabalka and published by the U.S. Department of Energy in December 1985, we can read the following "concluding comments » :

« The system comprising the Earth's surface, atmosphere, and the biota might be viewed as if in homeostasis so that the chemical composition of the atmosphere and the climate are both regulated by biota to its preference. No intricate planning, foresight, or cooperation appears to be needed. Regulation can arise as a simple colligative property of life and its environment. One such view, after Vernadsky (1926) and Hutchinson (1954), was recently restated as the Gaia hypothesis (Hitchcock and Lovelock, 1976; Lovelock, 1979, 1983). It offers a challenging perspective on the natural cycles of the elements. » (Grinevald, 1988, p. 22)

Voir aussi Trabalka et Reichle, éds, 1986 ; Kerr, 1986 ; Lambert, 1987.

1985 **Yevgeni VELIKHOV** (1935), éd., *The night after... Scientists' warning, climatic and biological consequences of a nuclear war*, Moscou, Mir, 1985, 165 p.

Ce recueil d'études scientifiques – peu connu en France ! – est la contribution des savants soviétiques à la terrifiante théorie de l'Hiver Nucléaire (qui correspond à un contre-effet de serre, un *global cooling !*). Y. Velikhov est alors le vice-président de l'Académie des Sciences de l'URSS et le président des Comités des scientifiques soviétiques pour la défense de la paix contre la menace nucléaire. Gorbatchev fut très sensible à cet avertissement des savants de la prestigieuse Académie des Sciences. Il proposa le 15 janvier 1986 de «libérer complètement l'humanité de la menace nucléaire» (Mikhail Gorbatchev, *Mémoires*, Paris, Editions du Rocher, 1997, p. 505).

1986 Catastrophe nucléaire de **Tchernobyl** (URSS), 26 avril 1986.

International Council of Scientific Unions (ICSU)
International Geosphere Biosphere Programme: A Study of Global Change.
Final report prepared for the 21st General Assembly, Berne, September 14-19, 1986 (Paris, ICSU, 1986, 21 p.)

Bert BOLIN (1925) et al., éds, ***The Greenhouse Effect, Climate Change, and Ecosystems***, SCOPE 29, Chichester, Wiley, 1986, 541 p.

Ouvrage essentiel qui contient la Déclaration et les rapports d'évaluation scientifique de la **Conférence de Villach de 1985**. Ce 29e rapport SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment, créé par l'ICSU) établit le « consensus scientifique » et le premier « avertissement » de la coopération scientifique internationale sur la gravité, l'ampleur et les incertitudes du « changement climatique » lié au « réchaufffement planétaire » et ses conséquences géophysiques, écologiques et économiques (agriculture, foresterie...). Ce volume rassemble une importante bibliographie. SCOPE/ICSU est alors en relation étroite avec l'OMM et le PNUE, et ce rapport donne naissance à la création de l'AGGG, mais on n'est pas encore dans le contexte diplomatique et politique de l'expertise intergouvernementale de l'IPCC (Grinevald, 1990, 1992).

Peter BRIMBLECOME (1949), *Air: Composition and Chemistry*, Cambridge, Cambridge University Press, 1986, 224 p.
(2e éd.: *Air Composition and Chemistry*, 1996, 253 p.)

Mikhail I. BUDYKO (1920-2001), ***The Evolution of the Biosphere***, Dordrecht, D. Reidel Publishing, «Atmospheric Sciences Library», 1986, 423 p.

Voir Budyko, 1980; Grinevald, 1987, 1988.

1986 **William C. CLARK** (1948) et **Robert E. MUNN** (1919), éd., ***Sustainable Development of the Biosphere***, Laxenburg, Austria, IIASA, Cambridge University Press, 1986, 491 p.

Dans sa contribution intitulée « Usable knowledge, usable ignorance : incomplete science with policy implications", le philosophe et historien des sciences britannique Jerome R. Ravetz a bien résumé l'essentiel du message épistémologique de ce projet de recherche interdisciplinaire et holistique sur « le développement soutenable de la Biosphère » : « C'est l'ignorance qui domine encore la science de la Biosphère, le centre de notre projet » (p. 421). Dans ce projet de recherche interdisciplinaire, qui prend au sérieux le concept d'écosystème mondial, c'est-à-dire la Biosphère (au sens de Vernadsky) ou Gaïa (au sens de Lovelock), la coopération scientifique internationale menée (avec des scientifiques soviétiques) à l'IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) se situait à l'avant-garde de la prospective environnementale globale, soulignant les interactions complexes entre le développement économique mondial, les écosystèmes, l'énergie, l'atmosphère et le système climatique de la Terre en tant que « planète vivante » en évolution. C'est l'une des contributions majeures à l'épistémologie de l'écologie globale, comme science de la Biosphère, et au nouveau concept du « Global Change ». L'écologiste américain W.C. Clark y joua un rôle clé, à l'interface des sciences du changement climatique et des dimensions humaines des transformations environnementales planétaires. On retrouve dans ce magnifique volume (grand format) nombre d'auteurs désormais célèbres et mentionnés dans le présent dossier. A noter que J. Ravetz (1929) participa, comme moi, à la Conférence de Barcelone (1987) sur l'économie et l'écologie et à la Conférence de Camelford sur l'hypothèse Gaïa (Bunyard et Goldsmith, éds, 1988). Voir aussi Clark, 1989.

Robert E. DICKINSON et **Robert J. CICERONE,** « Future global warming from atmospheric trace gases », ***Nature***, 1986, 319, p. 109-115.

John GEVER, Robert KAUFMANN, David SKOLE et **Charles VOROSMARTY,** ***Beyond Oil: The Threat to Food and Fuel in the Coming Decades,*** A Project of Carrying Capacity, Inc., Cambridge, Mass., Ballinger, 1986, 302 p.

Réédition, sans changement mais avec un nouveau « prologue » : Niwot, University of Colorado Press, 1991. L'inspiration théorique explicite de cette étude de prospective pour l'avenir de la société américaine, effectuée par une équipe (John Gever, Robert Kaufman, David Skole et Charles Vorosmarty) du Complex Systems Research Center de l'Université de New Hampshire, est M. King Hubbert et H. Odum (1971) ; voir aussi Hall et al., 1986.

Jacques GRINEVALD, « The Biosphere, by Vladimir I. Vernadsky », ***Environmental Conservation***, 1986, 13(3), p. 285-286.

1986 Critique de la première traduction anglaise, outrageusement abrégée, de Vernadsky, 1929 : *The Biosphere*, Oracle, Arizona, Synergetic Press, 1986, 82 p. Article relu par Manfred Schidlowski. Voir Vernadsky, 1998.

Charles A.S. HALL (1943), **Cutler J. CLEVELAND** (1956) et **Robert KAUFMANN** (1957), ***Energy and Resources Quality: The Ecology of the Economic Process***, New York, Wiley-Interscience, 1986, 577 p.

Fondamental. Tous les aspects de la problématique énergétique de la société industrielle moderne sont intégrés d'une manière systématique et très didactique. Sur les traces de Howard Odum, le professeur d'écologie de Hall, mais aussi en phase avec les travaux de M. K. Hubbert, Georgescu-Roegen, H. Daly, A. Lovins, E. Cook. Manque seulement de perspective anthropologique pour aborder la dimension du conflit Nord-Sud. Mais la question du pétrole et du gaz carbonique est bien traitée, pour l'époque. Cité in Georgescu-Roegen, 1995.

Richard A. KERR, « Greenhouse warming still coming », *Science*, (2 mai) 1986, 232, p. 573-574.

Commentaire sur les rapports du Département de l'Energie américain de 1985.

James LOVELOCK (1919), « Geophysiology : a new look at Earth science », ***Bulletin of the American Meteorological Society***, 1986, 67, p. 392-397.

Première publication (partielle) de ce texte : « Are we destabilising world climate ? The lessons of geophysiology », *The Ecologist*, 1985, 15(1-2), p. 52-55. Il s'agit du texte qui sert d'argument introductif à la Conférence internationale sur les interactions humaines, biotiques et climatiques dans les régions tropicales humides, et en particulier sur les interactions de la végétation et du climat en Amazonie, organisée par l'Université des Nations Unies en 1985 à l'Institut de recherches spatiales de Sao José dos Campos, au Brésil. Il se trouve in Robert E. Dickinson, éd., *The Geophysiology of Amazonia : Vegetation and Climate Interactions*, The United Nations University, Chichester, Wilely-Interscience, 1987, p. 11-23. Cité in Grinevald, 1987a. Communication personnelle de l'ami Peter Bunyard, à la réunion d'ECOROPA à Saint-Hippolyte-du-Fort en 1986. Peter avait participé à cette réunion interdisciplinaire sur la géophysiologie au Brésil.

Thomas F. MALONE (1917), « Mission to planet Earth : integrating studies of global change », ***Environment***, 1986, 28(8), p. 6-11, 39-42.
(Cité in Grinevald, 1987a).

NASA, ***Earth System Science***. *Overview : A Program for Global Change*, Washington, National Aeronautics and Space Administration, 1986, 48 p.

1986 **Angelo A. ORIO** et **Daniel BOTKIN,** éds, « Man's role in changing the global environment, Part A, Part B », ***The Science of Total Environment***, 1986, 55, p. 399 ; 1986, 56, p. 415.
Voir Botkin et al., éds, 1989.

John R. TRABALKA et **David E. REICHLE,** éds., ***The Changing Carbon Cycle: A Global Analysis***, New York, Springer-Verlag, 1986, 592 p.
(Selected papers from the proceedings of the Sixth Annual Oak Ridge National Laboratory Life Sciences Symposium, held Oct. 31–Nov. 2, 1983 in Knoxville, Tenn).
Ouvrage de synthèse très important, rassemblant une extraordinaire documentation et contenant, exceptionnellement, une contribution politique du Sénateur Albert Gore (« A Congressional Perspective of the Greenhouse Effect »). Ce volume est nettement plus accessible pour le profane que le gros rapport en plusieurs volumes publié en 1985 par le U.S. Department of Energy (DOE). Voir Trabalka, éd., 1985. En France, voir Lambert, 1987.

1987 American Geophysical Union (AGU), nouvelle revue spécialisée : ***Global Biogeochemical Cycles.***

Commission mondiale sur l'environnement et le développement *Notre avenir à tous,* Genève, CMED, 1987.
Le « Rapport Brundtland » lance la doctrine internationale du développement durable ou soutenable. Voir conférence de Toronto, 1988.

Jean Marc BARNOLA (1956), **Dominique RAYNAUD** (1942), **Yevgeniy S. KOROTKEVICH** (1918-1994) et **Claude LORIUS** (1932), « Vostok ice core provides 160 000 year record of atmospheric CO_2 », ***Nature***, 1987, 329, p. 408-414.
Voir Jouzel et al., 1987 ; Berger, 1992 ; Jouzel et al., 1994 ; Jouzel et Debroise, 2004. Cité in Grinevald, 1990c. J'exprime ma sincère admiration à la belle équipe de Grenoble !

Wallace BROECKER (1931), « Unpleasant surprises in the greenhouse ? », ***Nature***, 1987, 328, p. 123-126.
« The inhabitants of planet Earth are quietly conducting a gigantic environmental experiment. (...) The experiment in question is the release of CO_2 and other so-called " greenhouse gases " to the atmosphere. »
Cité in Grinevald, 1990.

Cutler J. CLEVELAND (1956), « Biophysical economics : historical perspective and current research trends », ***Ecological Modelling***, 1987, 38, p. 47-73.

1987 « Biophysical economics uses thermodynamic and ecological principles that emphasizes the role of natural resources in the economic process. »

« The amount of research devoted to energy-environment-economic interaction increased substantially in the wake of the environmental movement and the petroleum crisis of the 1970s. »

Cite S. Carnot, W. Ostwald, S. Podolinsky, F. Soddy, W.F. Cottrell, M.K. Hubbert, H.T. Odum, E. Cook, B. Hannon, R. Ayres, N. Georgescu-Roegen, H. Daly... Voir Hall, Cleveland et Kaufman, 1986 ; Krishnan et al., éds, 1995 ; Faber et al., 1996.

Jacques GRINEVALD, « On a holistic concept for deep and global ecology : The Biosphere », ***Fundamenta Scientiae***, 1987a, 8(2), p. 197-226.

Voir Grinevald, 1985, 1988, 1991 ; Polunin et Grinevald, 1988 ; Bunyard et Goldsmith, éds, 1988 ; Bunyard, éd., 1996 ; Samson et Pitt, éds, 1999.

Vernadsky and Lotka as source for Georgescu-Roegen's Bioeconomics, 2nd Vienna Centre Conference on Economics and Ecology, (Barcelona, Espagne, 26-29 septembre 1987), 1987b, 23 p. (polycopié).
(Trad. en espagnol : Grinevald, 1990a).

« Le développement de/dans la biosphère », *Cahiers de l'IUED*, 17, Genève, IUED, Paris, PUF, 1987c, p. 29-44.

Sur les origines oubliées des notions de Biosphère et de Noosphère dans le Paris des années 1920 avec Vernadsky, Le Roy et Teilhard, au lendemain de la Grande Guerre et de la publication, en 1918, du dernier volume de l'admirable traduction française de *La Face de la Terre* d'Eduard Suess. Voir Samson et Pitt, éds, 1999.

Jill JAEGER (1949), éd., ***Developing Policies for Responding to Climate Change***, Stockholm, Royal Swedish Academy of Sciences, The Beijer Institute, 1987, 53 p. (et WCIP-1, WMO/TD-n° 255, Genève, OMM, 1987.)

(Communication personnelle du Beijer Institute de Stockholm, cité in Grinevald, 1990b).

Jean JOUZEL (1947) et al., « Vostok ice core : a continuous isotope temperature record over the last climate cycle (160 000) », ***Nature***, 1987, 329, p. 403-418.

Cité in Grinevald, 1990c. Voir Barnola et al., 1987 ; Berger, 1992 ; Jouzel et al., 1994 ; Jouzel et Debroise, 2004, 2007.

William W. KELLOGG (1917), « Mankind's impact on climate : the evolution of an awareness », ***Climatic Change***, 1987, 10(2), p. 113-136.

Voir Grinevald, 1990 ; Hart et Victor, 1993 ; Hecht et Tirpak, 1995 ; Weart, 1997, 2003 ; Fleming, 1998 ; Demeritt, 2001.

1987 **Gérard LAMBERT,** « Le gaz carbonique dans l'atmosphère », ***La Recherche,*** 1987, 89, p. 778-787.

Excellente présentation du débat scientifique sur le problème du CO_2 qui vient de faire l'objet de plusieurs rapports d'expertise importants. Lambert cite notamment la série des rapports publiés par le Département de l'énergie des USA (voir DOE, 1985). Voir la contribution de Lambert dans le n° spécial « l'effet de serre » de *La Recherche*, mai 1992 ; et son livre : *L'air de notre temps : le climat, les hommes et les molécules*, Paris, Editions du Seuil, coll. « Science ouverte », 1995, 253 p.

Juan MARTINEZ-ALIER (1939), with **Klaus SCHLÜPMANN** (1936), *Ecological Economics : Energy, Environment and Society*, Oxford, Basil Blackwell, 1987, 286 p.
(2e éd., with a new preface, 1990).

Etude historique et critique sur les prédécesseurs de la révolution épistémologique de Georgescu-Roegen (1971), mais qui appartiennent presque tous au paradigme énergétique (critiqué par Georgescu-Roegen). Développant l'interdisciplinarité discutée lors du colloque « Economia i ecologia » à l'Universitat autonoma de Barcelona, les 28-29 avril 1983 (avec K. Schlüpmann, J.M. Naredo, J. Grinevald, ...), ce premier livre de synthèse arrive à point pour la 2e Vienna Centre Conference on Economics and Ecology organisée par l'économiste catalan Martinez-Alier à Barcelone, les 26-29 septembre 1987, et qui déboucha sur la création de l'International Society for Ecological Economics et sa revue académique *Ecological Economics.* Voir Grinevald, 1987b. Visiter sur la Toile : Internet Encyclopedia of Ecological Economics.

José Manuel NAREDO (1942), *La economia en evolucion : Historia y perspectivas de las categorias basicas del pensamiento economico,* Madrid, Siglo XXI de España, 1987, 538 p.
(3e éd. mise à jour, 2003, 572 p.)

Magistrale synthèse historico-critique de l'histoire intellectuelle de la science économique revisitée à la lumière de la « révolution carnotienne » (J. Grinevald) et de la perspective bioéconomique de Georgescu-Roegen (1971). Un livre capital.

François RAMADE (1934), ***Les catastrophes écologiques***, Paris, McGraw-Hill, 1987, 318 p.

Il s'agit bien d'un manuel universitaire, malheureusement pour des enseignements qui ne font encore guère partie des Facultés et du monde académique en général ! Une mise à jour demanderait beaucoup de travail, j'imagine. Mais l'essai de définition et de typologie garde toute sa valeur méthodologique.

Jeffrey S. WICKEN (1942-2002), *Evolution, Thermodynamics, and Information : Extending the Darwinian Program*, New York and Oxford, Oxford University Press, 1987, 243 p.

1987 Grande synthèse des recherches novatrices d'un génie trop tôt disparu. Les travaux de ce chercheur américain s'inscrivent dans le courant interdisciplinaire qui recherche, depuis Boltzmann (1886) et Schrödinger (1944), une thermodynamique de l'évolution, tant au niveau des écosystèmes que de la Biosphère dans sa totalité. Cet essai épistémologique de thermodynamique biologique fourmille d'idées lumineuses et en dehors des modes fâcheuses qui semèrent dans cette problématique plus de bruit que de signification, ou, en l'occurrence, de chaleur que de lumière. Négligeant après les années 1980 mon ancienne correspondance avec ce remarquable professeur de biochimie de la Pennsylvania State University, j'ai été réellement choqué de constater, suite à la lecture de Schneider et Sagan (2005) exprimant leur reconnaissance à « the late Jeffrey Wicken », sans donner d'autres précisions biographiques, que pratiquement personne ne savait quand était né et mort le génial Jeffrey S. Wicken ! Ma petite enquête, qui fit le tour de mes connaissances dans le domaine de la thermodynamique, resta longtemps sans résultat. Voir J. Grinevald, *Du développement de la thermodynamique à la thermodynamique du développement*, Genève, IUED, Document IUED-Ecologie globale, 2007.

V. Le climat de la Terre entre dans la politique internationale (1988-2007)

1988 Le 23 juin 1988, le climatologue **James HANSEN** (1941), du Goddard Institute for Space Studies de la NASA, à New York, fait une déclaration retentissante devant la Commission du Sénat sur l'énergie et les ressources naturelles à Washington :

« L'effet de serre » de Hansen fait la une de la presse et contribue à mettre le feu aux poudres en ce mois de juin torride à Washington.

Le *problème* devient *l'affaire* de l'effet de serre (*Global Warming*) : *« It is time to stop waffling so much and say that the evidence is pretty strong that the greenhouse effect is here. »*

« The global warming is now sufficiency large that we can ascribe with a high degree of confidence a cause and effect relationship to the greenhouse effect ».
(« The Greenhouse Effect : Impacts on Current Global Temperature and Regional Heat Waves », Statement presented to the U.S. Senate, Committee on Energy and Natural, in ressources ***The Greenhouse Effect and Global Climate Change***, Hearing, 23 June 1988, 100th Congress, 1st session, part 2, p.42-49 ; rééd. in Abrahamson, éd., 1989, p. 35-43.

James Hansen m'avait déjà convaincu lors du *Joint Seminar on Global Habitability* organisé à Genève, les 18-20 mai 1987, par le *Center for the Study of Global Habitability*, NASA-University of Columbia (New York), le PNUE (GRID) et l'Université de Genève. Cette réunion interdisciplinaire, avec quelques grands noms des géosciences de l'environnement global en provenance des Etats-Unis, ne pouvait mieux tomber pour l'enquête sur l'idée de Biosphère que je menais alors en association avec mes amis d'ECOROPA d'une part et du World Council For The Biosphere d'autre part.

CONFÉRENCE DE TORONTO
Toronto, Canada, 27-30 Juin 1988, *The Changing Atmosphere : Implications for Global Security.*
L'Atmosphère en évolution : implications pour la sécurité du globe.
(Publication : WMO/OMM – N° 710, 1988, 483 p).

Dans la Déclaration finale de cette Conférence mondiale, organisée par le Canada en collaboration avec l'OMM et le PNUE, la dramatisation du problème mondial (de la dérive anthropogénique) de l'effet de serre – à vrai dire de l'impact global des activités humaines sur l'atmosphère – atteint soudain l'ampleur apo-

1988 calyptique des conséquences environnementales d'une guerre nucléaire, récemment mises en évidence par le débat sur la terrifiante théorie de « l'Hiver nucléaire » :

> « L'humanité se livre sans frein à une expérience inconsciente qui touche l'ensemble du globe et dont les conséquences définitives ne le céderaient en rien sinon à une guerre nucléaire mondiale. L'atmosphère terrestre change à une vitesse sans précédent en raison des polluants d'origine anthropique, du gaspillage des combustibles fossiles, et des effets de l'augmentation rapide de la population dans de nombreuses régions. Ces changements représentent une grave menace pour la sécurité internationale et ont déjà des conséquences dangereuses dans de nombreuses parties du globe.
>
> Des répercussions profondes découleront du réchauffement mondial et de la hausse du niveau des océans, phénomènes qui se manifestent de plus en plus sous l'effet de l'accroissement de la concentration atmosphérique du gaz carbonique et des autres gaz à effet de serre. D'autres grandes incidences résultent de l'appauvrissement de la couche d'ozone, ce qui aggrave les dommages causés par le rayonnement ultraviolet. Les meilleures prévisions dont nous disposons revèlent la possibilité d'une crise économique et sociale qui pourrait avoir de graves répercussions pour les générations actuelles et futures, aggraver les tensions internationales et augmenter les risques de conflits internationaux et de guerres civiles. Il importe au plus au point d'agir dès maintenant. »

Cette conférence, qui entendait donner une suite internationale concrète au rapport *Notre avenir à tous* de la Commission mondiale sur l'environnement et l'environnement (1987), représentée à Toronto par sa présidente, le Premier ministre norvégien Gro Harlem Brundtland (1939), et qui rassemblait plus de 340 délégués de 46 pays (les Etats-Unis étaient bien représentés mais pas officiellement ; à noter la présence du président de l'OMM, qui était alors un représentant de la République populaire de Chine), plus d'une centaine de juristes et de hauts fonctionnaires, plus de 70 physiciens, une cinquantaine de représentants de l'industrie et du secteur de la production d'énergie (y compris nucléaire), une cinquantaine d'écologistes et une trentaine d'économistes ; cette conférence lança donc publiquement l'objectif politique d'une réduction (en l'occurrence 20% et non 5% comme le demande dix ans plus tard le Protocole de Kyoto) des émissions de gaz à effet de serre et « l'élaboration d'une convention-cadre exhaustive de portée mondiale pour les protocoles concernant la protection de l'atmosphère. » Le Directeur de la conférence de Toronto, le météorologiste canadien Howard L. Ferguson, du ministère de l'Environnement du Canada, devint le Directeur de la Deuxième Conférence mondiale sur le climat (Genève, 1990). J'ai eu la chance de faire sa connaissance à la veille de cette grande conférence, dans une discrète réunion du World Council For The Biosphere, dans la montagne, à l'Hôtel de Sonloup, au-desus des Avants-sur-Montreux, et d'avoir ainsi accès à des informations de première main.

1988 ***Climate and Development***
World Congress, Hamburg, Allemagne, 7-10 novembre 1988.

L'Assemblée générale des Nations Unies
adopte la Résolution 43/53 (6 décembre 1988) « sur la protection du climat mondial pour les générations présentes et futures» affirmant que les changements climatiques sont « une préoccupation commune de l'humanité"

Margaret THATCHER (1925), Premier Ministre britannique (qui possède une formation de chimiste), conseillée par Crispin Tickell, se convertit à la protection internationale de la couche d'ozone.

Dans un discours très remarqué devant la Royal Society (27 septembre), elle annonce qu'elle va convoquer à Londres une importante conférence internationale pour demander une réduction globale de 85% des CFC. Jonathan Porrit, le directeur des *Friends of the Earth*, accueille la conversion de Margaret Thatcher comme « a milestone for the environment ». L'atome avait déjà envahi la politique internationale, à présent c'est l'ozone, les CFC, et donc aussi les gaz à effet de serre...

Mikhail Gorbachev et George Bush vont aussi parler du « Global Warming ».

Est-ce déjà la fin de la Guerre froide ?

Personne n'imagine encore la chute du Mur de Berlin !

Il devient cependant de plus en plus difficile de maintenir le discours moderne de la séparation de la Science et de la Politique, de la Nature et de la Société...

OMM-PNUE établissent conjointement le Groupe d'experts intergouvernemental pour l'étude du changement climatique (renommé ensuite « sur l'évolution du climat ») (GIEC)
Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
(Première réunion : Genève, novembre 1988) ; le professeur Bert Bolin est élu président ; formation de 3 Groupes de travail : I, science ; II, impact ; III, réponses. Secrétariat : IPCC à l'OMM, Genève.

Don L. ANDERSON (1933), et al., ***Mission to Planet Earth***, *Space Science in the Twenty-First Century : Imperatives for the Decades 1995 to 2015,* National Research Council, Commission on Physical Sciences, Mathematics, and Resources, Space Science Board, Task Group on Earth Sciences, Washington, National Academy Press, 1988, 121 p.

Peter BUNYARD (1939) et **Edward GOLDSMITH** (1928), eds., ***GAIA, the Thesis, the Mechanisms, and the Implications***, Camelford, Cornwall, U.K., Wadebridge Ecological Centre, 1988, 251 p.

Proceedings of the First Annual Camelford Conference on the Implications of the Gaia Hypothesis, Wadebride Ecological Center, Worthyvale Manor, Camelford, Cornwall, U.K., 21-24 octobre 1987. Voir Bunyard, éd., 1996; Grinevald, 1988.

1988 **James R. CRAIG, Daniel J. VAUGHAN** et **Brian J. SKINNER,** ***Resources of the Earth: Origin, Use, and Environmental Impact***, Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall, 1988, 395 p.
(2e éd. 1996, 472 p.)

«In 1850, wood constituted approximately 90% of the U.S. fuel sources. By 1880, this had dropped to 50%. By 1900, it was only about 10%. Coal remained the dominant energy source, providing nearly 75% of the nation's energy in 1920. The rapid expansion of oil and gas use finally surpassed coal in the 1940s and 1950s.» (1996, p. 103-104)

Paul EHRLICH (1932) et **John HOLDREN** (1944), éds, ***The Cassandra Conference:*** *Resources and the Human Predicament*, College State, Texas A & M University Press, 1988, 330 p.

Conférence interdisciplinaire organisée en 1985 et dédiée à la mémoire de Earl Cook, décédé en 1983. Des contributions plutôt «catastrophistes» sur la situation écologique du monde moderne et son «développement».

Geoffrey P. GLASBY, «Entropy, pollution and environmental degradation», ***Ambio***, 1988, 17(5), p. 330-335.

Une admirable étude de synthèse générale, bien documentée, dans la ligne ouverte par Georgescu-Roegen (1971), signée par un géochimiste environnementaliste (communication personnelle). Voir Grinevald, 1990b; Georgescu-Roegen, 1995.

Jacques GRINEVALD, «Sketch for a history of the idea of the Biosphere", in P. Bunyard et E. Goldsmith, éds, ***GAIA, the Thesis, the Mechanisms, and the Implications***, Camelford, Cornwall, U.K., Wadebridge Ecological Centre, 1988, p. 1-34.

K. Ya. KONDRATYEV, ***Climate Shocks: Natural and Anthropogenic***, New York, Wiley-Interscience, «Wiley Series in Climate and the Biosphere», 1988, 296 p.

Ce spécialiste soviétique examine trois problèmes: «1. L'effet de serre de l'atmosphère et le climat; 2. L'impact climatique des éruptions volcaniques; 3. (avec G. Nikolsky) Les impacts climatiques potentiels d'une guerre nucléaire.» Kondratyev se montre très prudent dans ses conclusions, soulignant les incertitudes considérables dans l'état actuel des sciences de l'atmosphère et de la biosphère.

James LOVELOCK (1919), ***The Ages of Gaia***, Oxford University Press, 1988, 252 p.; trad. fr.: *Les Ages de Gaïa*, Paris, Robert Laffont, 1990, 293 p. (rééd.: Editions Odile Jacob, coll. «Opus», 1997.)

Dans ce deuxième livre sur la théorie Gaïa, Lovelock répond à ses critiques. Voir Lovelock, 1979, 2001, 2006; Bunyard et Goldsmith, éds, 1988.

1988 **Michael B. McELROY** (1939), « The challenge of global change », *New Scientist*, (28 juillet) 1988, 119, p. 34-36.

Cet article est un extrait de la conférence faite par le directeur du Département des sciences de la Terre et des planètes de Harvard à la Conférence de Toronto. Le professeur McElroy – une source d'inspiration majeure de Jonathan Schell (1982) – est un rival, au noble sens du terme, de James Lovelock (voir McElroy, 1976, 1983), l'un des protagonistes de la controverse scientifique sur l'ozone stratosphérique, et l'un des pères fondateurs du très ambitieux projet de recherche interdisciplinaire sur le « Global Change » (IGBP).

NASA, ***Earth System Science. A Closer View:*** *A Program for Global Change*, Washington, National Aeronautics and Space Administration, 1988, 208 p.

Nicholas POLUNIN et **Jacques GRINEVALD,** « Vernadsky and Biospheral Ecology », ***Environmental Conservation***, 1988, 15(2), p. 117-122.

Nous définissons la Biosphère comme « le système intégrant la vie et les systèmes qui la soutiennent comprenant l'enveloppe périphérique de la planète Terre et l'atmosphère alentours tant que l'on y trouve une forme de vie naturelle. » (p. 118)

Voir Polunin, 1984 ; Grinevald, 1987, 1988.

Frank Sherwood ROWLAND (1927) et **Ivar S.A. ISAKEN,** ***The Changing Atmosphere***, Chichester, Wiley, 1988, 282 p.

Actes de la Conférence Dahlem, Berlin, 1-6 novembre 1987. Tous les aspects de l'altération humaine de l'atmosphère (de la troposphère et de la stratosphère) sont examinés par les meilleurs experts des sciences de l'atmosphère et de l'écologie globale.

Janice S. WALLACE, éd., *Publications of the Biospheric Research Program: 1981-1987*, Prepared for NASA Office of Space Science and Applications, NASA CR-4204, Washington, National Aeronautics and Space Administration, Scientific and Technical Information Division, December 1988, 52 p.
(Aujourd'hui disponible en ligne).

1989 « Planet of the Year : Endangered Earth », ***Time***, 2 January 1989.

CONFÉRENCE DE LA HAYE
11 mars 1989 ; 24 pays, représentés presque tous par leurs chefs d'Etat ou de gouvernement, préconisent une nouvelle autorité institutionnelle pour protéger l'atmosphère du globe.

1989 (La Déclaration de La Haye est publiée en annexe in Colloque de Lassay, ***Pollution, atmosphère et climat***, Paris, Larousse, 1989, p. 165-166 et en anglais in *Environemental Conservation*, 1989, 16(2), p. 174),

Colloque Planète Terre
Sous la présidence du Président de la République François Mitterand, sous la responsabilité scientifique de Claude Allègre, Ministère de la Recherche et de la Technologie, Paris, 12-13 juin 1989.
(*Actes du Colloque Planète Terre, Paris, 12 et 13 juin 1989*, Paris, Ministre de la Recherche et de la Technologie, 1990, 348 p.)

Je suis reconnaissant au docteur Jacques Robin (1919-2007) de m'avoir transmis ce document, car je n'avais pas pu aller à cette conférence où se retrouvèrent Bert Bolin, Frank Press, Al Gore, André Berger, Peter Brewer, Willi Dansgaard, Ged Davis, André Lebeau, Claude Claurius, Nicholas Shakleton, Jean-Claude Duplessy et bien d'autres sommités...

Dean Edwin ABRAHAMSON, éd., ***The Challenge of Global Warming***, Introduction by Senator Timothy Wirth, Natural Resource Defense Council, Washington, Island Press, 1989, 356 p.

Un dossier fondamental : avec le texte de Hansen (1988), la Déclaration de la Conférence de Toronto (1988), « le consensus scientifique » de Villach (1985), le rapport de Jill Jaeger (1987), des textes de G.M. Woodwell, John Firor, Gordon MacDonald, Syukuro Manabe, James G. Titus, Wallace S. Broecker, Ralph Cicerone, V. Ramanathan, etc., et une excellente bibliographie.

Robert U. AYRES (1932), « Industrial metabolism and global change », *International Social Science Journal*, 1989, 121, p. 363-373; trad. fr. : « Le métabolisme industriel et les changements de l'environnement planétaire », ***Revue internationale des sciences sociales***, 1989, 121, p. 401-412.

Cet excellent numéro de la revue éditée sous les auspices de l'Unesco est entièrement consacré aux dimensions sociales du Changement de l'environnement planétaire. Cité in Grinevald, 1990. Robert Ayres, physicien de formation, lecteur de Georgescu-Roegen (1971, 1975), est l'un des pères fondateurs de l'écologie industrielle. Voir Ayres et Simonis, éds, 1994 ; Grinevald, 1990 ; Erkman, 2004.

Ian BURTON et **Peter TOMMERMAN,** « Human dimensions of global change – a review of responsabilities and opportunities », *International Social Science Journal*, 1989, 121, p. 297-313; trad. fr. : « Les dimensions sociales des changements de l'environnement planétaire », ***Revue internationale des sciences sociales***, 1989, 121, p. 329-345.

Tout ce numéro 121 de la revue créée par l'Unesco est consacré aux aspects humains de la problématique géophysique du *Global Change (Global Environmental Change)* et est explicitement centré sur le thème « Réconcilier la sociosphère et la biosphère ». Voir Grinevald, 1990, 1991, 1992.

1989 **William C. CLARK** (1948), « The human ecology of global change », *International Social Science Journal*, 1989, 121, p. 315-345 ; trad. fr. : « L'écologie humaine et les changements de l'environnement planétaire », ***Revue internationale des sciences sociales***, 1989, 121, p. 349-382.
« Managing the planet », ***Scientific American***, 1989, 261, p. 47-54 ; trad. fr. : « La gestion de la planète », ***Pour la Science***, 1989, 145, p. 26-34.

Tout ce numéro spécial de septembre 1989, publié aussi sous forme de livre, marque un tournant pour la promotion de l'écologie globale et de la perspective du « développement durable » (écologiquement soutenable et socialement équitable). Ecologiste américain déjà bien bien connu pour son engagement dans la recherche interdisciplinaire sur la problématique « énergie et climat », W.C. Clark formule clairement dans cet article (parmi d'autres) les implications majeures de la nouvelle problématique mondiale des transformations de l'environnement global, y compris donc le changement du climat. Ce numéro spécial du *Scientific American* marque la naissance, nous dit l'ami Suren Erkman, de l'Ecologie industrielle (Erkman, 1998). Voir Wilson, 1989.

Egon T. DEGENS (1928-1989), ***Perspectives on Biogeochemistry***, Berlin, New York, Spriner-Verlag, 1989, 423 p.

Le premier traité complet de biogéochimie qui présente une nouvelle conception de la « face de la Terre », qui tient compte de la biosphère (selon la notion introduite par Suess et Vernadsky). Une bibliographie très précieuse. E.T. Degens, collègue allemand de Wolfgang Krumbein, était l'un des grands experts de la modélisation et de l'étude quantitative des cycles biogéochimiques menée à partir de 1975 dans le cadre de la coopération scientifique internationale du SCOPE. Voir Bolin et al., éds, 1979. Cité in Grinevald, 1990b.

Robert Marc FRIEDMAN, *Appropriating the Weather : Vilhelm Bjerknes and the Construction of Modern Meteorology*, Ithaca and London, Cornell University Press, 1989, 251 p.

Voir Bjerknes, 1904 ; Nebeker, 1995; Rochas et Javelle, 1993.

Jacques GRINEVALD, « Safeguarding the Biosphere », ***Peace Review***, 1989, 1(2), p. 27-32.

Une revue américaine sur la *peace research*, éditée par un physicien, qui n'a pas duré très longtemps ! Je devais ce contact à mon ami André Gsponer, physicien des particules en colère contre la course aux armements avec qui j'ai travaillé dur pour rédiger *La Quadrature du CERN* (1984).

James LOVELOCK (1919), « Geophysiology : the science of Gaia », ***Reviews of Geophysics***, 1989, 27, p. 215-222.

1989 **Gérard MEGIE** (1946-2004), ***Ozone: L'équilibre rompu***, Paris, Presses du CNRS, 1989, 260 p.

Livre magistral, à la fois historique, scientifique et pédagogique, par l'un des grands scientifiques français prématurément disparu (alors qu'il était à la tête du CNRS). Le rôle de l'ozone dans le bilan thermique de l'atmosphère est double car il diffère selon qu'on considère la troposphère ou la stratosphère. Mégie montre bien que « Effet de serre, diminution de la couche d'ozone, augmentation des propriétés oxydantes et acides de la troposphère sont entièrement liés. » Chap. XI : « L'homme, le climat et la biosphère ». Conclusion : « Un combat commun pour sauver la planète ». « Ce combat intègre nécessairement une réflexion à long terme sur le partage indispensable des richesses de la Terre, la croissance démographique, et l'accélération du développement du Tiers-Monde. Enfin, il impose la prise en compte de la dimension écologique dans tout processus de décision politique et économique. La sauvegarde de notre planète et des intérêts vitaux de l'humanité est à ce prix. » (p. 248) Les scientifiques ont malgré tout bien du mal à remettre en question le mythe du développement !

John F.B. MITCHELL, « The " greenhouse " effect and climate change », *Reviews of Geophysics*, 1989, 27, p. 115-139.

Edgar MORIN (1921), « La pensée écologisée. Pour une nouvelle conscience planétaire », ***Le Monde diplomatique***, octobre 1989, p. 18-19.
(Repris dans Morin, 2007).

Alain PERRODON (1922), ***Le Pétrole à travers les âges***, Paris, Société nouvelle des Editions Boubée, 1989, 265 p.

V. RAMANATHAN (1944), **Bruce R. BARKSTROM** et **Edwin F. HARRISON,** « Climate and the Earth's radiation budget », ***Physics Today***, 1989, 42(5), p. 22-32 (communication personnelle de Ramanathan).

Mitchell B. RAMBLER, Lynn MARGULIS (1938) et **René FESTER** (1965), éds, ***Global Ecology: Toward a Science of the Biosphere***, San Diego, Academic Press, 1989, 204 p.

Ce livre collectif, dont la publication se fit un peu attendre, constitue une sorte de manifeste scientifique en faveur de la théorie Gaïa de James Lovelock et Lynn Margulis, et d'une écologie à l'échelle planétaire, c'est-à-dire une *écologie globale*, une *science de la Biosphère*. Mais l'hommage à Vernadsky brille encore par son absence ! Le problème de l'effet de serre et donc de la régulation de la température de la Terre est au cœur de cette nouvelle science de Gaïa, la « planète vivante », la Biosphère dans le cosmos.

1989 **Sharon L. ROAN,** ***Ozone Crisis:*** *The 15 Year Evolution of a Sudden Global Emergency*, Foreword by Senator Al Gore, New York, Wiley, 1989, 270 p.

Stephen H. SCHNEIDER (1945), « The greenhouse effect : science and policy », ***Science***, (10 février) 1989, 243, p. 771-781.
Global Warming : Are We Entering the Greenhouse Century ?, San Francisco, Sierra Club Books, 1989, 317 p.

Ce livre très complet est un véritable tour de force, admirable. Dommage qu'il n'ait pas été traduit en français ! Si on n'a pas le temps de le lire, on peut toujours relire avec profit l'article fondamental de cet éminent géophysicien et climatologue américain, environnementaliste de la première heure, qui n'a pas manqué de braver le « politiquement correct » de la communauté scientifique qui consiste généralement à fuir la responsabilité sociale du chercheur, et par la même occasion à fuir les médias et le grand public. Steve Schneider a aussi le mérite insigne d'avoir ouvert dès 1988 le débat sur l'hypothèse Gaïa dans le cadre de conférences interdisciplinaires de l'American Geophysical Union (AGU). Voir Schneider et Boston, éds, 1991 ; Schneider et al., éds, 2004. Voir aussi Schneider, 1984, 1996.

Michel SERRES (1930), « La philosophie et le climat », in ***Pollution, atmosphère et climat***, Colloque de Lassay, Paris, Larousse, 1989, p. 50-61.

« Certes, nous pouvons ralentir les processus déjà lancés, légiférer pour consommer moins de combustibles fossiles, replanter en masse les forêts dévastées... toutes d'excellentes initiatives, mais qui se ramènent au total, à la figure du vaisseau courant à vingt-cinq nœuds vers une barre rocheuse où immanquablement il se fracassera et sur la passerelle duquel l'officier de quart commande à la machine de réduire la vitesse d'un dixième sans changer de direction. » Cité in Grinevald, 1990b. Texte magistral repris et développé dans *Le Contrat naturel :* voir Serres, 1990. Ce que bien des critiques ignorèrent !

Ian Gordon SIMMONS (1937), ***Changing the Face of the Earth : Culture, Environment, History***, Oxford, Blackwell, 1989, 487 p.

Ouvrage interdisciplinaire très complet, parfaitement bien documenté, qui combine les leçons de l'écologie systémique et des géosciences de l'environnement avec l'histoire culturelle, la géographie humaine, l'anthropologie. Ce géographe anglais n'ignore pas Georgescu-Roegen ni le concept holistique de Biosphère. Voir Simmons, 1974, 1993.

Edward O. WILSON (1929), « Threats to biodiversity », *Scientific American*, 1989, 261(3), p. 108-116 ; trad. fr. : « La diversité du vivant menacée », *Pour la Science*, 1989, 145, p. 66-73.

La version française n'a pas encore adopté le mot biodiversité ! Professeur d'entomologie à Harvard, Ed Wilson est un naturaliste très controversé, à cause

1989 de sa fameuse sociobiologie (qui a fait l'objet d'un gros livre que je n'ai pas réussi à lire en entier !), mais, vers le milieu des années 1980, il est devenu le champion de la cause de la protection de la biodiversité au sein de la puissante communauté scientifique américaine. En tant que spécialiste de la biogéographie insulaire, la science de l'écologie lui doit beaucoup. En écologie, c'est un ardent défenseur de l'idée selon laquelle l'humanité est en train de précipiter une nouvelle crise d'extinction massive, une crise majeure de la biodiversité, arrivant au plus mauvais moment avec le réchauffement climatique. Voir Wilson, 1985, 1992 ; Wilson, éd., 1988.

1990 **IPCC (GIEC)**, ***Climate Change. The IPCC Scientific Assessment.***
Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, GIEC, 1990, 3 vol. présenté à la Deuxième Conférence mondiale sur le climat.

Deuxième Conférence mondiale sur le climat.
OMM-PNUE-UNESCO-FAO-ICSU, Genève, 12-21 novembre 1990 (voir Jäger et Ferguson, éds, 1991).

Walter H. CORSON, éd., ***The Global Ecology Handbook:*** *What You Can Do About Environmental Crisis*, The Global Tomorrow Coalition, Boston, Beacon Press, 1990, 414 p.

Une véritable encyclopédie, très didactique, à la fois théorique et pratique. Les références bibliographies sont pertinentes mais presque uniquement américaines. On y trouve cependant (ce n'est pas un paradoxe pour la doctrine « Penser globalement, agir localement ») un plaidoyer pour l'écorégionalisme.

Jean-Claude DUPLESSY (1942) et **Pierre MOREL** (192), *Gros temps sur la planète*, Paris, Editions Odile Jacob, 1990, 297 p.
(Rééd. : Odile Jacob, coll. « Points », 1992, 339 p.)

Un ouvrage de vulgarisation rédigé par deux scientifiques bien placés pour offrir une synthèse faisant autorité, juste avant la publication du premier rapport de l'IPCC, dont la version française (canadienne !) n'a guère circulé en France ! Qui connaissait le GIEC (le sigle français de l'IPCC) en France en 1990 ? Ce livre de Duplessy et Morel est la première présentation en français du dossier scientifique du réchauffement planétaire provoqué par le développement économique mondial depuis la Révolution Industrielle. Duplessy travaille alors au Centre des faibles radioactivités du Laboratoire mixte CNRS-CEA, à Gif-sur-Yvette ; il fait partie de la brillante équipe française des glaciologues et des paléoclimatologues qui analysent les carottes glaciaires, les archives de l'histoire environnementale de la Terre. Morel, fondateur du Laboratoire de météorologie dynamique du CNRS, était, à l'OMM, à Genève, le Secrétaire du Programme climatologique mondial, parfaitement au courant de la coopération scientifique internationale

1990 qui souleva le problème de l'impact humain sur la composition de l'atmosphère et l'évolution du système climatique. C'est un essai à lire un crayon à la main, à comparer avec les autres ouvrages sur le même thème. L'approche scientifique du « système Terre » adoptée dans ce livre se veut rigoureuse, « objective et quantitative », opposée à celle des auteurs qui sont accusés de tourner le dos aux méthodes scientifiques et font carrière dans l'exploitation d'analogies superficielles et de généralisations qualitatives. Une allusion implicite à Lovelock et aux adeptes de Gaïa ? (p. 134). Les métaphores mécanistes, très présentes dans ce livre dominé par un évident paradigme géophysique, sont-elles plus « scientifiquement correctes » que les métaphores géophysiologiques de la théorie Gaïa ? Duplessy et Morel critiquent explicitement l'hypothèse du rôle de la production de sulfure de diméthyl (DMS) du phytoplancton océanique dans une boucle de rétroaction du système climatique qui relie la variation de l'albedo des nuages avec les aérosols de sulfate engendrés par la production de DMS, la célèbre hypothèse de Charlson, Lovelock, Andrea et Warren (1987) – qui valut à ses auteurs le prestigieux Prix international Nobert Gerbier-MUMM en 1988. Ce livre illustre bien la résistance des géophysiciens vis-à-vis du nouveau paradigme géophysiologique, ou biosphérique, proposé par l'hypothèse Gaïa de Lovelock et Margulis (le nom de Lynn Margulis, une microbiologiste américaine, n'est d'ailleurs pas mentionné par nos deux auteurs français). Cependant, ce livre reconnait la « faiblesse de l'approche scientifique vis-à-vis des couplages entre les composantes vivantes et non vivantes de la planète » (p. 188). N'est-ce pas, d'ailleurs, la reconnaissance de ce déficit épistémologique de la science moderne qui est à l'origine de l'ambitieux *International Geosphere-Biosphere Programme* (IGBP) ? La rhétorique un tantinet scientiste contre « l'écolo-catastrophisme » (p. 273-274) peut sembler un peu datée à présent ! Voir Grinevald, 1990c.

John W. FIROR, *The Changing Atmosphere: A Global Challenge*, New Haven, Yale University Press, 1990, 145 p.

Physicien américain, Firor a été le premier directeur, en 1961, du fameux NCAR (National Center for Atmospheric Research), la Mecque des sciences de l'atmosphère, à Boulder, Colorado. Cet essai de vulgarisation scientifique est une synthèse très accessible des problèmes météorologiques et climatiques que l'humanité va devoir affronter.

Jacques GRINEVALD, ***The Industrial Revolution and the Earth's Biosphere.*** *A Scientific Awareness in Historical Perspective. Selective bibliographic notes*, Bern, Swiss Academy of Sciences, ProClim PWS.4, Publ. 90/1, 1990a, 87 p.

Essai de bibliographie chronologique dont la première version a été distribuée à l'atelier 4 de ProClim, « Human Dimensions of Climate Change and Societal Responses », à Berne, Swiss Academy of Science, le 22 septembre 1989.

1990 «Effet de serre et histoire des sciences», p.19-23 in ***La Menace climatique***, Lyon, Silence-WWF, Silence hors série n° 3, 1990b, 60 p.

«Redécouvrons la Biosphère», p.54-56 in ***La Menace climatique***, Lyon, Silence-WWF, Silence hors série n° 3, 1990c, 60 p.

«L'effet de serre de la Biosphère : de la révolution thermo-industrielle à l'écologie globale», ***Stratégies énergétiques, Biosphère et Société***, 1990d, 1, p. 9-34 (disponibles en ligne).

Cette étude historique et épistémologique très condensée, rédigée pour l'essentiel en 1989, a été terminée au début de l'année 1990, avant la parution du premier rapport de l'IPCC (GIEC), en mai 1990. J'ai mentionné l'IPCC dans le numéro hors série de *Silence* sur *La Menace climatique*, mais, faute de place, non dans cet article de SEBES, pas plus d'ailleurs que dans mon article historique du numéro spécial de *La Recherche* (mai 1992). J'avais fait la connaissance du petit Secrétariat de l'IPCC, à l'OMM, à Genève (créé et dirigé par N. («Ram») Sundararaman, météorologiste américain d'origine indienne, dès 1989. Cependant, mon expérience personnelle avec le Groupe III de l'IPCC ne date que de 1994 (voir Katama, éd., 1995).

«A propos de la naissance de l'écologie», *La Bibliothèque naturaliste*, 1990e, 10, p. 5-12.

Cette revue est dirigée par Roland de Miller (1949), l'un des premiers journalistes de l'écologie politique et à ma connaissance le principal documentaliste du mouvement écologiste en France, auteur notamment d'une biographie de première main de l'artiste et naturaliste suisse Robert Hainard (1906-1999).

La Menace climatique, Lyon, Silence-WWF, Silence hors série n° 3, 1990, 60 p.

Rédacteurs : Agnès Bertrand, Antoine Bonduelle, Bernard Fedelich, Richard Grantham, Jacques Grinevald, Patrice Miran, Mycle Schneider, Jean-Claude Ray, Isabelle Totikaev et Dominique Zanda, coordinateur.

Jeremy LEGGETT (1954), éd., ***Global Warming: The Greenpeace Report,*** Oxford, Oxford University Press, 1990, 554 p. ; trad. fr. : *Rapport Greenpeace : Le Réchauffement de la Terre*, Monaco, Editions du Rocher, 1993, 570 p.

Patrick McCULLY, «Editorial : The end of industrialism», ***The Ecologist,*** 1990, 20(5), p. 162-164.

Ce jeune journaliste environnementaliste recruté par Teddy Goldsmith logea chez moi durant la deuxième Conférence mondiale sur le climat, en novembre 1990. Il est devenu célèbre un peu plus tard avec un admirable livre critique sur la politique des grands barrages, notamment en Chine et en Inde. Son livre

1990 *Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams* (Zed Books, London, 1996) inspira la militante indienne Arundhati Roy, écrivain célèbre à plus d'un titre. Cet éditorial qui proclame « la fin de l'industrialisme » commente le premier Rapport de l'IPCC et l'urgence de réduire de plus de 60% les émissions de gaz à effet de serre... si le monde veut éviter la surchauffe de la Biosphère et les conséquences écologiques et humaines de ce bouleversement climatique. Peut-être un texte qui fera date un jour !

Michael OPPENHEIMER et **Robert H. BOYLE,** ***Dead Heat: The Race Against the Greenhouse Effect***, London and New York, I. B. Tauris, 1990, 268 p.

« Humanity is hurtling toward a precipice. Left unchecked, the emissions of various gases, particularly carbon dioxide from fossil-fuel combustion and deforestation, are likely to alter the Earth's climate so rapidly and so thoroughly as to destroy much of the natural world and turn the world that we call civilization upside dow. But such an outcome is not inevitable. The shape of the future remains ours to choose. » (p. 1)

« The bad news is that, left to its own devices, the global economy would not make the transition nearly fast enough to avoid environmental catastrophe. » (p. 4)

« U.S. government interest in global warming can be traced to 1979 when, after the fall of the Shah of Iran, oil prices rose and inflation hit double digits. In response to the public clamor over the long lines at gasoline stations, there was agitation in Congress for development of synthetic fuels. Oil and gas could be manufactured from domestic coal and oil shale, which would assure the United States of adequate supplies. President Jimmy Carter reacted by proposing a massive $ 88 billion program to be administered by the federally supported United States Synthetic Fuels Corporation (or Synfuels Corporation). Shortly afterward, Revelle, Keeling, Woodwell, and geophysicist Gordon MacDonald submitted a warning to the White House that the heat to make synthetic fuels would itself require fuel combustion, and thus would double the carbon dioxide emissions from using oil. » (p. 38-39)

Excellent ouvrage de synthèse, très complet, parfaitement bien documenté, qui souligne l'imbrication des aspects scientifiques, écologiques, économiques, politiques et diplomatiques de l'affaire de l'effet de serre deux ans avant le Sommet de la Terre de Rio.

Wilfred M. POST (1949), et al., « The global carbon cycle », ***American Scientist***, 1990, 78, p.3 10-326.

Voir Baes et al., 1977.

William E. REES (1943), ***Sustainable Development of the Biosphere. Concepts and Principles,*** Teilhard Studies Number 23, The American Teilhard Association for the Future of Man, Chambersburg, ANIMA Books, 1990, 26 p.

1990 Texte publié sous le titre : « The ecology of sustainable development », *The Ecologist*, 1990, 20(1), p. 18-23. Voir Rees et Wackernagel, 1996 (communication personnelle).

Stephen H. SCHNEIDER (1945), « The global warming debate heats up : an analysis and perspective », *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1990, 71(9), p. 1291-1304.

Michel SERRES (1930), ***Le Contrat naturel***, Paris, François Bourin, 1990, 191 p.
(Rééd. : Flammarion, coll. « Champs », 1992).

« L'histoire globale entre dans la nature ; la nature globale entre dans l'histoire : voilà de l'inédit en philosophie. »

« Alerte aérienne ! Non point danger venant de l'espace, mais risque encouru sur la Terre par les airs : par le temps ou le climat entendus comme système global et condition générale de survie (...)

« Mobilisation générale ! J'use à dessein du vocable usité au commencement des guerres. Alerte aérienne ! J'utilise délibérément l'appel dans le combat terrestre ou naval. »

Cet essai philosophique a été (et reste) un succès éditorial, mais il a été plutôt mal reçu par les philosophes humanistes français, les historiens, les politologues et les juristes. Il n'a pas été bien compris, à mon sens, ni dans son véritable contexte interne (par rapport à l'évolution de la pensée de Michel Serres) et externe (par rapport à l'actualité internationale de l'affaire de l'effet de serre).

B.L. TURNER (1945) et al., éds, ***The Earth as Transformed by Human Action : Global and Regional Changes in the Biosphere over the Past 300 Years***, Cambridge, Cambridge University Press, 1990, 713 p.

Voir Thomas, éd., 1956 ; Grinevald, 1990, 1991, 2005 ; McNeill, 2000 ; Naredo et Gutierrez, éds, 2005.

1991 Agence internationale de l'énergie (AIE).
Greenhouse Gas Emissions : The Energy Dimensions.
Paris, IED/OCDE, 1991, 186 p.

Anil AGARWAL (1947-2002), « Global warming in an unequal world », ***International Journal of Sustainable Development***, 1991, 1(1), p. 98-104.

Avec Sunita Narain, le célèbre environnementaliste indien venait de publier, dans un rapport intitulé *Global Warming in an Unequal World : a case of environmental colonialism* (New Dehli, Centre for Science and Development, 1991, 39 p.), une vigoureuse critique de la manière de calculer les responsabilités nationales dans les inventaires des émissions de gaz à effet de serre, comme celle du World

1991

Resources Institute, à Washington, qui classait l'Inde, la Chine et le Brésil parmi les six premiers pays, sans tenir compte de la différence entre les émissions de luxe des riches et les émissions de survie des pauvres ! Voir Guha, 2000, p. 141-142.

Colin CAMPBELL (1931), ***The Golden Century of Oil 1950-2050: The Depletion of a Resource***, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1991, 345 p.

Livre assez technique, mais avec un message important pour toute la civilisation industrielle et le « développement » mondial qu'elle entraine depuis un siècle ou deux. Par la suite, Campbell va réviser à la baisse la chronologie du soi-disant « âge d'or du pétrole », car après le pic de la production mondiale la déplétion de cette ressource ne va certainement pas être un âge d'or pour tout le monde ! Voir Campbell, 1997, 2005 ; Campbell et Laherrère, 1998.

Jean-Paul DELEAGE (1941), ***Histoire de l'écologie:*** *une science de l'homme et de la nature*, Paris, Editions La Découverte, 1991, 330 p. (Rééd. sous le titre *Une histoire de l'écologie,* Paris, Editions du Seuil, coll. « Points/ Sciences », 1994).

Une contribution majeure, sans équivalent dans le monde anglo-saxon, à l'historiographie, à l'épistémologie et aux implications sociales de l'écologie et de son évolution théorique et conceptuelle. Ouvrage très complet qui dépasse les frontières habituelles de l'écologie comme pure science biologique et replace le développement de la pensée écologique dans « l'histoire écologique des sociétés » et plus particulièrement de l'Occident des temps modernes. Ouvrage fouillé et très engagé, issu d'une thèse de doctorat soutenue au Conservatoire national des arts et métiers (CNAM) à Paris le 11 janvier 1991. L'auteur, physicien de formation, remercie Francesco Di Castri, Juan Martinez-Alier, Ignacy Sachs, Jean-Jacques Salomon et Jorge Vieira Da Silva. Mon exemplaire comporte une belle dédicace manuscrite de l'auteur : « A mon cher ami Jacques Grinevald, sans qui ce livre n'aurait sans doute pu être écrit… »

Jacques GRINEVALD, « L'aspect thanatocratique du génie de l'Occident et son rôle dans l'histoire humaine de la Biosphère », *Revue européenne des sciences sociales*, 1991a, 91, p. 45-64.

« Menaces climatiques : l'affrontement scientfiques-politiques », p. 49-53 in Armand Petitjean (1913-2003) et Jacques Robin (1919-2007), éds, *Mieux penser l'écologie*, Transversales Document 2, Paris, Transversales Science/Culture, avril 1992b, 126 p.

Jill JÄGER et **Howard L. FERGUSON,** éds, ***Climate Change: Science, Impacts and Policy: Proceedings of the Second World Climate Conference***, Cambridge, Cambridge University Press, 1991, 578 p.

Actes de la deuxième Conférence mondiale sur le climat, Genève, 1990.

1991 **Claude LORIUS** (1932), *Glaces de l'Antarctique, une mémoire, des passions*, Paris, Editions Odile Jacob, 1991, 301 p.

J'exprime toute ma gratitude à Claude Lorius pour tout ce qu'il nous a appris et donné, et en particulier son dernier livre (avec une dédicace personnelle) : Bertrand Imbert et Claude Lorius, *Le grand défi des pôles*, Paris, Gallimard, coll. « Découvertes », 2006, 160 p.

Charles MANN, « Lynn Margulis : Science's unruly Earth Mother », *Science*, (19 avril) 1991, 252, p. 378-381.

« According to the Swiss historian of science Jacques Grinevald, Gaia is the major cultural and scientific revolution of our time. » (p. 378)

Jeremy RIFKIN (1945), ***Biosphere Politics:*** *A New Consciousness for a New Century*, New York, Crown Publishers, 1991, 388 p.

La politique internationale des Etats-nations modernes, issue de l'ordre juridique européen fondé sur les traités de Westphalie (au milieu du XVII[e] siècle), repose sur une vision anachronique, qui reste encore purement géophysique, enracinée dans la science mécaniste newtonienne et sa mesure de la figure du Globe terraqué. A la fin du XX[e] siècle, il est temps de reconnaître la nécessité d'une nouvelle vision géopolitique du monde, en l'occurrence une politique transnationale de la Biosphère (au sens de Vernadsky). Comme d'habitude avec les livres à succès de Rifkin, les intuitions de départ sont excellentes, la finition et la rigueur de l'ensemble laissent malheureusement à désirer.

William H. SCHLESINGER (1950), ***Biogeochemistry: an Analysis of Global Change***, San Diego, Academic Press, 1991, 443 p.
(2[e] éd. 1997, 588 p.)

Vaclav SMIL (1943), ***General Energetics: Energy in the Biosphere and Civilization***, New York, Wiley Interscience, 1991, 369 p.

Géographe, géochimiste et chercheur interdisciplinaire, Smil est un auteur encyclopédique et prolifique. Sans suivre toujours son optimisme résolument anticatastrophiste, je partage avec une réelle connivence (mais sans toutes ses compétences dans le maniement des chiffres !) sa perspective globale des problèmes de l'énergie qu'il situe correctement à l'échelle de la Biosphère et des différentes échelles des sociétés humaines. Voir Smil, 1994, 1997, 2002.

Colin TUDGE (1943), ***Global Ecology,*** London, Natural History Museum Publications in association with British Petroleum, 1991, 173 p.

David G. VICTOR et **William C. CLARK,** *The Greenhouse Effect in the U.S. : A History of the Science up to 1985*, Cambridge, Mass., Harvard

1991 University, John F. Kennedy School of Government, Center for Science and International Affairs, 1991, 117 p. (communication personnelle).

Daniel YERGIN (1947), ***The Prize: The Epic Quest for Oil, Money and Power***, New York and London, Simon and Schuster, 1991, 885 p. ; trad. fr. : *Les Hommes du pétrole*, Paris, Stock, t. 1, *Les fondateurs, 1859-1945*, 1991 ; t. II, *Les Maîtres du monde, 1946-1991*, 1992 (épuisé).

« In the twentieth century, oil, supplemented by natural gas, topplet King Coal from his throne as the power source for the industrial word. Oil also became the basis of the great postwar suburbanization movement that transformed both the contemporary landscape and our modern way of life. Today, we are so dependent on oil, and oil is so embedded in our daily doings, that we hardly stop to comprehend its pervasive significance. It is oil that makes possible where we live, how we live, how we commute to work, how we travel – even where we conduct our courtships. It is the lifeblood of suburban communities. Oil (and natural gas) are the essential components in the fertilizer on which world argiculture depends ; oil makes it possible to transport food to the totality non-self-sufficient megacities of the world. Oil also provides the plastics and chemicals that are the bricks and mortar of contemporary civilization, a civilization that would collapse if the world's oil wells suddenly went dry. » (p. 14-15)

Politologue et historien américain, spécialiste des relations internationales, D. Yergin est un expert des questions stratégiques et énergétiques. Il est l'auteur d'un classique sur les origines de la Guerre froide, et coauteur du rapport du groupe « Projet Energie » à la *Harvard Business School* (Stobaugh et Yergin, éds, 1979). Sa magistrale synthèse sur l'histoire politique du pétrole, centrée sur le rôle du pétrole dans les relations internationales et les conflits militaires du XX^{e} siècle (l'ouvrage se termine avec la Guerre du Golfe), se lit comme un roman policier très documenté. Avec ses notes, sa bibliographie et son index, c'est une mine d'or (noir) pour l'étudiant et le chercheur. La traduction française, que je n'ai pas vue, est malheureusement épuisée. Ce politologue américain n'ignore pas le problème du gaz carbonique et du climat, déjà très discuté au sein du *Department of Energy* dans les années 1980. Mais sa vision de l'avenir (évidemment datée de 1990) me semble un tantinet trop optimiste pour les USA et le reste du monde. D'ailleurs son opinion récente sur les réserves pétrolières semble confirmer cette impression. Cela dit, *The Prize* est un livre fondamental, et un *bestseller*, qui a donné lieu à une grande série télévisée.

1992 **IPCC/GIEC**
Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, ***Changement climatique : Les évaluations du GIEC de 1990 et 1992***. Premier Rapport d'évaluation du GIEC. Aperçu général et Résumés destinés aux décideurs et Supplément 1992 du GIEC, OMM-PNUE, Genève, IPCC, 1992, 182 p.

1992 **« The Earth Summit » / « Le Sommet de la Terre »**
U.N. Conference on Environment and Development.
Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, Rio de Janeiro (Brésil), 3-14 juin 1992.

Signature de la **Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques** (UN Framework Convention on Climate Change/ FCCC) et de la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique.

Samuel S. BUTCHER et al., éds, ***Global Biogeochemical Cycles***, San Diego, Academic Press, 1992, 377 p.
(Seconde édition : Jacobson et al., éds, 2000).

André BERGER (1942), ***Le Climat de la Terre:*** *Un passé pour quel avenir ?*, préface de Pierre Morel, Bruxelles, De Broeck Université, 1992, 479 p.

Ouvrage didactique et engagé très complet. Excellent pour les étudiants comme pour les professeurs, les chercheurs ou les décideurs, et bien entendu tous les citoyens qui cherchent à comprendre « ce qui ne manquera pas de devenir la plus grande catastrophe écologique du XXI[e] siècle », selon le rapport de Greenpeace (août 1990), cité par le professeur Berger (p. 384) dans le chap. V intitulé : « L'effort de recherche et la mobilisation politique à l'échelle internationale ». Ma dette de reconnaissance envers André Berger est immense.

Dennis R. DEAN (1938), *James Hutton and the History of Geology*, Ithaca and London, Cornell University Press, 1992, 303 p.

« My colleague Frank Egerton has sent on to me the Hutton items that you recently sent to him, together with part of your letter to him in which you compliment my work as a Hutton scholar. My book on Hutton, which deals with him and his subsequent influence through the nineteenth century, is done but has not yet found a publisher. » (lettre à J. Grinevald, 16 mars 1990)

Thomas GOLD (1920-2004), « The deep, hot biosphere », *Proceedings of the National Academy of Sciences* (USA), 1992, 89, p. 6045-6049.

Depuis ma lecture de *La Cosmologie du XX[e] siècle* (1965) de Jacques Merleau-Ponty (1916-2002), l'un de mes professeurs à l'Université de Besançon puis mon directeur de thèse à Nanterre (en parallèle en fait avec Michel Serres, professeur à la Sorbonne), j'ai été curieux des idées de l'astrophysicien Thomas Gold, esprit transdisciplinaire peu commun. Né à Vienne après la Grande Guerre, il est devenu professeur d'astronomie à Cornell University, où il rencontra Carl Sagan. Le nom de Gold était associé (avec celui de Fred Hoyle et d'Hermann Bondi) à la théorie cosmologique du « Steady-State ». Cette dernière perdit la bataille dans

1992 la controverse avec la théorie du « Big-Bang », juste après la parution du livre de Merleau-Ponty. Gold aurait-il l'art de défendre des théories qui ne tiennent pas la route ? Vers la fin de sa vie, sa marrote était l'origine abiotique des hydrocarbures, dont il devait reconnaître qu'elle avait des précédents en Russie, y compris D. Mendéléiev et surtout Nikolai A. Kudryavtsev (1893-1971). Mais, en l'occurrence, quelle est l'enjeu idéologique de cette théorie dans le contexte culturel et politique du « Rêve américain » ? Il faut peut-être lire Gold pour comprendre ceux qui rêvent du « développement (pétrolier) durable » ! Voir Gold, 1999.

Al (Albert) GORE (1948), ***Earth in the Balance: Ecology and the Human Spirit***, Boston, Houghton Mifflin, 1992, 407 p. ; trad. fr. : *Sauver la planète Terre. L'écologie et l'esprit humain*, préface de Brice Lalonde, Paris, Albin Michel, 1993, 351 p.

La traduction française est si lacunaire et si lamentable à bien des égards que l'ami Richard Grantham, professeur à l'Institut d'Evolution Moléculaire de l'Université Claude Bernard de Lyon, s'est demandé si l'ouvrage d'Al Gore n'avait pas été censuré en France (voir *Stratégies Energétiques, Biosphère et Société, 1993-94*, p. 111-114).

Al Gore était, à Harvard, dans les années 1960, étudiant de Roger Revelle, le « Monsieur effet de serre » de la communauté scientifique américaine. Voir Al Gore, 2006.

Pour ma part, avant la parution de la traduction française, j'ai publié dans le défunt *Journal de Genève* le papier ci-dessous :

L'écologie politique du vice-président Al Gore

Le livre d'Al Gore sur l'écologie représente l'itinéraire spirituel d'un homme qui a la conviction que la crise écologique actuelle s'enracine au plus profond de nous-mêmes, dans nos esprits, nos croyances et nos valeurs.

Il y a un mois à peine, les commentaires sur le livre du sénateur Al Gore, « Earth's in the Balance : Ecology and the Human Spirit » n'intéressait guère la presse. Soudain, d'une éventuelle rubrique marginale, scientifique ou littéraire, le livre du vice-président fraîchement élu, et nouveau Monsieur « Environnement », a droit aux pages de politique internationale. On reparlera en effet de son « plan Marshall pour la Terre ». Al Gore représentait le Sénat américain à la Conférence de Rio, en juin dernier. Ses idées sont aux antipodes de la politique, ou plus précisément de l'absence de politique du président Bush en matière d'écologie, et notamment sur les risques de réchauffement du globe causé par notre perturbation de l'effet de serre.

On est donc en droit de se demander si *Earth in the Balance* – titre qui signifie que la Terre est à mettre dans la balance, alors que notre comptabilité économique l'ignore, pourrait marquer l'avènement d'une nouvelle ère politique, celle du « contrat naturel », comme l'appelle Michel Serres. Le livre d'Al Gore est sans doute le premier vrai manifeste de cette nouvelle ère de l'écologie politique globale. Il traduit la sensibilité de cette génération post-Hiroshima qui regarde l'avenir les yeux fixés sur la courbe de Keeling (*). Par le sérieux de son information scien-

1992

tifique, Al Gore représente « la science politique d'aujourd'hui, la géopolitique au sens de la Terre réelle », selon une expression empruntée à Michel Serres.

Earth in the Balance représente l'itinéraire spirituel d'un homme qui, non seulement, a pris conscience de l'extrême gravité de la crise écologique planétaire, mais s'est personnellement engagé dans la bataille politique pour le gouvernement de la nation la plus puissante du monde, qui est aussi la plus responsable de l'altération de l'habitabilité de la biosphère.

Ce livre est tout autre chose qu'un simple manifeste électoral. C'est un livre profond, remarquablement bien documenté, trop sans doute pour devenir un best-seller. Il est souvent terrifiant et émouvant, traitant avec une compétence peu commune de tous les grands problèmes de l'environnement mondial, citant de nombreuses figures héroïques de la cause écologique et analysant les dysfonctionnements de notre civilisation occidentale à tous les niveaux : politiques, militaires, économiques, technologiques, scientifiques, culturels et religieux.

L'analyse se fait parfois polémique : c'est évidemment aussi un réquisitoire contre la Maison-Blanche de l'ère Reagan-Bush, accusée de cécité absolue sur la dérive catastrophique des rapports entre notre civilisation et la Terre.

Al Gore a été l'un des sénateurs, avec Timothy Wirth, à introduire « l'effet de serre » dans le débat politique à Wahington. Il nous raconte aussi l'incroyable opposition de ceux qui refusent de regarder la réalité en face et pensent, sans doute, « après nous, le déluge » !

On a accusé Al Gore de faire du catastrophisme ; il réplique en démontrant que la pire politique est celle qui nie la gravité des catastrophes écologiques et la possibilité même de la catastrophe ultime, à savoir une planète devenue invivable pour les générations futures.

L'auteur est un homme du futur qui paie, dans le présent, de sa personne. Tout en critiquant l'extrémisme de « l'écologie profonde », Al Gore en partage l'essentiel, à savoir la conviction que la crise écologique actuelle s'enracine au plus profond de nous-mêmes, dans nos esprit, dans nos croyances et nos valeurs. Elle n'est nullement superficielle. C'est une crise profonde, dont les racines sont à chercher dans nos modes de penser.

Jacques Grinevald
Département de science politique, Université de Genève

(*) La courbe de Keeling mesure les variations saisonnières et l'augmentation annuelle du gaz carbonique dans l'atmosphère. Elle monte soudain d'une manière surexponentielle et illustre l'inquiétude de la communauté scientifique face à l'effet de serre qui risque de provoquer un réchauffement brutal de la planète Terre aux conséquences écologiques catastrophiques.
Le Journal de Genève, 11 novembre 1992.

Jacques GRINEVALD, « La révolution bioéconomique de Nicholas Georgescu-Roegen. A propos de la première conférence internationale de bioéconomie à Rome les 28-30 novembre 1991 », *Stratégies énergétiques, Biosphère et Société*, 1992, p. 23-34.
(Disponible en ligne)

1992 « Encore largement inconnu dans le grand public, le nom de Georgescu-Roegen n'est pas celui d'un marginal, loin de là, mais d'un hérétique particulièrement redouté par l'establishment. Il est associé, depuis le début des années 1970 (depuis « la révolution de l'environnement » et « la crise de l'énergie »), à l'idée que l'économie de la civilisation industrielle est un processus entropique, impliquant inévitablement, en vertu du deuxième principe de la thermodynamique (le principe de Carnot), une dégradation de l'environnement, un épuisement des ressources (matières premières) et une augmentation des déchets et de la pollution. Une thèse qui ne plaît pas du tout à ses collègues économistes.

Mathématicien de formation et de vocation, pionnier de l'économie mathématique, économètre chevronné, Georgescu-Roegen a définitivement rompu avec *l'American Economic Association* en 1985. Depuis des années, il est le dissident par excellence de la science économique de l'Occident. Essentiellement reconnu de nos jours par les intellectuels du mouvement écologiste international, Georgescu-Roegen représente l'une des figures les plus savantes et les plus visionnaires de ce qu'on a appelé la nébuleuse écologique. Il est salué comme le fondateur d'un nouveau paradigme, qu'il nomme la bioéconomie. La conférence interdisciplinaire de Rome rendait hommage au professeur Nicholas Georgecu-Roegen à l'occasion de son 85e anniversaire. "

Mark David HANDEL et **James S. RISBEY,** « An annotated bibliography on the greenhouse effect and climate change », ***Climatic Change***, 1992, 21, p. 97-255.

Une fois n'est pas coutume, la référence historique à Fourier est bien 1824 et non 1827. Cependant Carnot (1824) est ignoré, comme si la thermodynamique n'avait rien à voir dans cette histoire de chaleur, d'énergie et de température ! Références « only in english » (sic) !

Lynn MARGULIS (1938) et **Lorraine OLENDZENSKI,** éds, ***Environmental Evolution:*** *Effects of the Origin and Evoluton of Life on Planet Earth*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1992, 405 p.

Contributions, notamment, de Michael McElroy, Cyril Ponnamperuma, Antonio Lazcano (sur le développement historique des théories récentes sur l'origine de la vie), Elso S. Barghoorn, Andrew Knoll, Raymond Siever, James Lovelock et Lynn Margulis. Grandiose !

Dans l'avant-propos, Gerald A. Stoffen, du Goddard Space Flight Center, écrit :

« A few decades ago biological thought was organized and compartmentalized into a myriad of focused and specialized fields such as genetics, bacteriology, forestry, and embryology. Linkage came with the concept of planetary biology. A few pioneering researchers began to grasp the importance of life's relation to the changing inorganic world. In this newly recognized field of global ecology-biogeochemistry we are shown that life can no longer be considered as a process separate from the rest of the cosmos.

1992

The great Russian scientist Vladimir I. Vernadsky (1863-1945) recognized this idea three quarters of a century ago, and now we are faced with the evidence. Since few people in North America and Europe read Vernadsky's works, we Westerners frequently have to rediscover how geological forces are governed by life. This cosmic vision has been explored by the scientific pioneers represented in this text."

Donella MEADOWS, Dennis MEADOWS, et **JØRGEN RANDERS,** ***Beyond the Limits:*** *Confronting Global Collapse. Envisioning a Sustainable Future*, Post Mills, Vermont, Chelsea Green Publishing, 1992, 300 p.

« The present way of doing things is unsustainable. » (p. 15)

Le développement économique de l'ensemble des sociétés humaines dépasse désormais l'estimation scientifique de la capacité de charge de la Terre. Cette évolution risque bien de devenir catastrophique à l'horizon 2020, comme le prévoyait le premier « rapport Meadows ». Ce livre contient une intéressante bibliographie annotée (p. 267-274). Voir Meadows et al., éds, 1972, 2004.

William A. NIERENBERG (1919-2000), éd., ***Encyclopedia of Earth System Science***, San Diego, Academic Press, 1992, 4 vol, 2825 p.

Une encyclopédie d'avant-garde qui venait à son heure, et qui est toujours utile. Elle me semble déjà dépassée par l'actualité scientifico-politique de l'accélération du réchauffement planétaire (bien traité dans ses différents aspects scientifiques, mais sans réel sentiment d'urgence !). Pas un mot sur les implications internationales de ce nouveau paradigme des Sciences du Système de la Terre, comme si la science et la politique se pratiquaient sur deux planètes différentes ! J'en ai d'ailleurs discuté avec le professeur Nierenberg lui-même lors d'un dîner à l'occasion des Rencontres Environnementales de Genève, mais c'était peu avant Rio. Nierenberg faisait partie des « sceptiques » du « Global Warming » dans l'establishment scientifico-politique américain, mais il était très sympathique et ses compliments sur mon exposé, aux côtés de Jim Lovelock, me surprirent agréablement. On voyait bien qu'il avait l'habitude des mondanités et des corridors du pouvoir.

Andrew REVKIN, ***Global Warming: Understanding the Forecast***, American Museum of Natural History, Environmental Defense Fund, New York, Abbeville Press, 1992, 180 p.

On trouve dans ce beau livre illustré, signé par un journaliste scientifique chevronné, spécialisé dans les questions environnementales, l'une des premières occurrences du terme « Anthropocène » (p. 55). Revkin avait déjà publié un important article sur « l'effet de serre » dans le magazine américain *Discover*, en octobre 1988.

J. William SCHOPF (1941) et **Cornelis KLEIN,** éds, ***The Proterozoic Biosphere.*** *A Multidisciplinary Study*, New York, Cambridge University Press, 1992, 1376 p.

1992 Fait suite à : Schopf, éd., 1983. Un ouvrage magistral indispensable pour l'étude du « temps profond » du Précambrien de la coévolution de la Biosphère et de la Géosphère de notre planète Terre.

1993 **Thomas E. GRAEDEL** et **Paul J. CRUTZEN**, ***Atmospheric Change: An Earth System Perspetive***, New York, Freeman, 1993, 446 p.

« Closely linked to the atmosphere is the *biosphere*. Seasonal changes in vegetation affect the albedo of a geographical region, as well as its hydrological cycle. Noting that humankind is also part of the biosphere, we recognize that changes wrought by humankind such as deforestation, agriculture, and urbanization can also have profound effects on climate, locally and globally. » (p. 114)

Un manuel scientifique (au sens des sciences naturelles séparées des sciences humaines) très complet et très didactique qui fait autorité. Voir P. Crutzen et P. Graedel, « L'état de l'atmosphère », in Dossier Hors Série, *L'atmosphère,* Paris, Pour la Science, 1996, p. 84-90.

Jacques GRINEVALD, « The Biosphere and the Noosphere revisited : Biogeochemistry and Bioeconomics », p. 241-258 in J.C. Dragan, E.K. Seifert et M.C. Demetrescu, eds., ***Entropy and Bioeconomics:*** *Proceedings of the First International Conference of the Economic Association for Bioeconomic Studies*, (Rome, 28-30 November 1991), Milan, Nagard, 1993, 552 p.

Voir Grinevald, 1987 ; 1992.

« Vernadsky e la scienza della biosfera », p. 9-53 in Vladimir Vernadsky, *La Biosfera,* Como, red edizioni, 1993, 128 p.

Anthony J. MICHAEL, ***Planetary Overload: Global Environmental Change and the Health of the Human Species***, Cambridge, Cambridge University Press, 1993, 352 p.

Le Dr. A. J. Michael fait partie de la fameuse London School of Hygiene and Tropical Medecine. Son essai de synthèse est basé sur une remarquable perspective biosphérique ou écologique globale. La menace du réchauffement planétaire concerne directement la santé et la survie même des populations humaines, mais aussi – et cela importe tout autant pour l'intégrité et la stabilité de la Biosphère – de beaucoup d'autres espèces vivantes également.

Ronald S. OREMLAND, éd., *Biogeochemistry of Global Change : Radiatively Active Trace Gases*, New York, Chapman & Hall, 1993, 879 p.

Actes du 10e International Symposium on Environmental Biogeochemistry, San Francisco, 19-23 août 1991. Comme on voit, ce n'est pas la littérature scientifique qui manque. Mais en dehors des spécialistes, qui lit ce genre de livre très technique ?

1993 **Roy PORTER** (1946-2002), ***The Earth Sciences:*** *An Annotated Bibliography*, New York and London, Garland, 1993, 192 p.

Utile pour l'histoire ancienne, avant l'âge de l'espace, de la planétologie comparée et du nouveau paradigme des Sciences du Système Terre. Le regretté Roy Porter a marqué l'historiographie de la pensée géologique des Lumières écossaises (dont James Hutton est l'une des grandes figures). Il a magnifiquement contribué à la formation de l'histoire environnementale et des représentations classiques de notre « globe terraqué ».

Ivo RENS (1933), éd., « L'explosion démographique contre le développement durable », *Stratégies énergétiques, Biosphère et Société, 1993-1994,* Genève, Editions Médecine & Hygiène, 1993, 154 p.

Ce « dossier scientifique » contient des études de Ivo Rens (« En attendant Malthus »), François Meyer, Gaston Fischer, Hubert Greppin, François Ramade, Philippe Lebreton, Louise Lassonde, Sylvie Ferrari et Jacques Grinevald.

Dominique RAYNAUD (1942), **Jean JOUZEL** (1947), **Jean-Marc BARNOLA** (1956), **Jerôme CHAPPELAZ** (1964), **Robert J. DELMAS** (1940) et **Claude LORIUS** (1932), « The ice record of greenhouse gases », ***Nature***, (12 février) 1993, 259, p. 926-934.

Michel ROCHAS et **Jean-Pierre JAVELLE,** ***La météorologie. La prévision numérique du temps et du climat***, MétéoFrance, Paris, Syros, 1993, 262 p.

La meilleure introduction en langue française. La météorologie est présentée d'un point de vue historique et épistémologique comme science physique devenue majeure au XX^{e} siècle, en tant que branche hybride de la physique mathématique appliquée, de la mécanique des fluides, de la thermodynamique et des nouvelles techniques de calcul, grâce aux ordinateurs de plus en plus rapides qui permettent l'utilisation de la modélisation numérique imaginée, avant l'âge de l'ordinateur, par Richardson (1922). La prévision météorologique, qui travaille à différentes échelles, utilise des modèles de plus en plus complexes de l'écoulement turbulent du fluide atmosphérique conceptualisé dans la théorie de la Circulation Générale de l'atmosphère. Cette prévision, dont on souligne les limites depuis Poincaré et surtout Lorenz (1963), repose sur la physique du calcul (avec les ordinateurs), la statistique mathématique et la coordination-standardisation de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM). Le mérite de ce beau livre, très clair, est sans doute de réussir de se passer du formalisme mathématique qui rend cette discipline particulièrement ésotérique pour l'homme de la rue, dont je suis en l'occurrence. Merci, en passant, aux amis de MétéoFrance !

Wolfgang SACHS (1946), éd., ***Global Ecology: A New Arena of Political Conflict***, London et New Jersey, Zed Books, 1993, 262 p.

1993 Contributions de Nicholas Hildyard, Matthias Finger, Tariq Banuri, Klaus Michael Meyer-Abich, Paul Ekins, Hans Achterhuis, Christine von Weizsäcker, Donald Worster, Vandana Shiva, Larry Lohmann, Eduardo Gudynas, Guy Beney, Pramod Parajuli, Yash Tandon, Frédérique Apfell Marglin, Anil Agarwal, Sunita Narain.

1994 **Robert AYRES** (1932) et **Udo E. SIMONIS** (1937), éds, ***Industrial Metabolism:*** *Restructuring for Sustainable Development*, Tokyo, United Nations University Press, 1994, 376 p.

« Since the Industrial Revolution, and the large-scale exploitation of fossil fuels, the list of unsustainable environmental trends has grown much larger :

The buil-up of " greenhouse gases " in the atmosphere... »

Voir Ayres, 1989 ; Burton et Timmerman, 1989, Clark, 1989 ; Socolow et al., éds, 1994 ; Erkman, 1998, 2004.

Delphine BORIONE et **Jean RIPERT** (1922-2000), « Exercising common but differentiated responsibility », p. 77-96 in Irving M. Mintzer et J. Amber Leonard, éds, *Negotiating Climate Change : The Inside Story of the Rio Convention*, Stockholm Environment Institute, Cambridge, Cambridge University Press, 1994, 392 p.

« The problem of climate change is not only an environmental problem but is, as has already been said, a development problem. » (p. 81)

Haut fonctionnaire français, ancien directeur général de l'INSEE, ancien commissaire général au Plan, Jean Ripert a été l'un des grands dipomates, au sein de l'Organisation des Nations Unies (où il entra en 1978), qui installèrent le climat de la Terre dans la politique internationale de l'environnement. En 1991, c'est Jean Ripert qui présida le Comité intergouvernemental de négociation pour la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Il se préoccupa spécialement de la participation des « pays en voie de développement ». Un livre pour les étudiants en relations internationales et politiques publiques de l'environnement.

François CHARVOLIN, « L'invention de la biosphère : les fondements d'une méthode », *Natures-Sciences-Sociétés*, 1994, 2(1), p. 21-28.

Avec un Commentaire de Jacques Grinevald.

Pratap CHATTERJEE et **Matthias FINGER** (1955), ***The Earth Brokers:*** *Power, Politics and World Development*, New York, London, Routledge, 1994, 191 p.

Une critique radicale du processus politique international de Rio ou comment le Sommet de la Terre de 1992 nous a tous roulé dans la farine du business mondial pour le *« sustainable development »*. Un essai rare sur les ambiguïtés idéologiques et politiques de la gouvernance mondiale à l'heure de l'écologie globale.

1994 **John W. FIROR,** « Resource Letter : GW-1 : Global Warming », ***American Journal of Physics***, 1994, 62(6), p. 490-495.

« This Resource Letter provides a guide to the literature on the possibility of human-induced climate change – a global warming. Journal articles and books are cited for the following topics : the Greenhouse Effect, sources of infra-trapping gases, climate models and their uncertainties, verification of climate models, past climate changes, and economics, ethics, and politics of policy responses to climate change. » Donne une liste de 27 revues scientifiques de langue anglaise traitant ces questions. Un guide pour les professeurs de physique (USA). Voir Firor, 1990.

John HOUGHTON (1931), ***Global Warming : the complete briefing***, Oxford, Lion, 1994, 192 p.
(2e éd. 1997, 251 p. ; 3e éd. 2004, 351 p.)

Un livre scientifique de référence qui fait autorité. Sir John Houghton, membre de la Royal Society, ancien patron du MET (Meteorological Office) de 1983 à 1991, ancien président de la Royal Commission on Environmental Pollution (1992), vice-président de l'OMM (1987-91), a été le premier Président du Groupe de travail I (science) de l'IPCC. Je remercie Sir John.

Son livre très didactique est sincèrement alarmiste.

Stephen E. KESLER, *Mineral Resources, Economics and the Environment*, New York, Macmillan College Publishing, 1994, 391 p.

Excellent manuel, très complet, complémentaire avec Craig et al., 1996.

Mark LYNAS (1973), *High Tide : News from A Warming World*, London, Flamingo, 2004, 341 p. ; trad. fr. : ***Marée montante. Enquête sur le réchauffement de la planète***, Paris, Au diable vauvert, 2005, 336 p.

« C'est une vérité difficile, et déplaisante : le monde est au bord de la catastrophe climatique, et nous devons tous changer notre façon de vivre. (...) J'ai achevé mon périple mondial plus convaincu que jamais de la réalité du changement climatique. Ses effets sont déjà irréfutables. Au cours de mes trois années de voyage, malgré toute la complexité scientifique et les différentes histoires que l'on m'a racontées, je ne pense pas avoir vu une seule preuve indiquant le contraire. (...) S'il a y un message à retenir de ces pages, plus que tout autre, c'est que les impacts décrits ici ne sont que les premiers souffles d'un ouragan de changements climatiques à venir qui se dirige vers nous. » (p. 357-358)

Passionnant récit de voyages dans les régions extrêmes de notre planète qui subissent déjà les premiers effets du réchauffement climatique, écrit par un jeune journaliste qui n'a pas de voiture personnelle et s'excuse de polluer en prenant l'avion pour ses grands voyages !

OCDE, ***Le Changement global de la planète Terre***, Paris, OCDE, 1994, 166 p.

Voir OCDE, 1995.

1994 **David W. SCHWARTZMAN, S.N. SHORE, T. VOLK** et **M. McMENAMIN,** « Self-organization of the Earth's biosphere – geochemical or geophysiological ? », *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, 1994, 24, p. 435-450.

Voir Volk, 1998 ; Schwartzman, 1999 ; et aussi Lovelock, 1988, 2001.

Vaclav SMIL (1943), ***Energy in World History***, Boulder, Westview Press, 1994a, 300 p.

« Global statistics show a sustained exponential growth in fossil-fuel production since the beginning of the nineteenth century. Coal mining grew a 100-fold, from 10 million to 1 billion tonnes, between 1810 and 1910, and it reached nearly 5 billion tonnes by 1990. Crude oil extraction rose about 300-fold, from less than 10 million tonnes in the late 1880s to more than 3 billion tonnes a century later. During the same period natural gas production rose 1000-fold, from less than 2 billion tonnes nearly 2 trillion cubic meters. The best way to appreciate the aggregate enormity of these energy flows is to compare then with traditional uses. » (p. 185)

Le concept de *« fossil-fuel civilization »* utilisé par Smil depuis des années correspond à ce que j'ai proposé d'appeler la civilisation thermo-industrielle. C'est aussi l'époque géologique de l'Anthropocène.

« How many people can the Earth feed ? », *Population and Development Review*, 1994, 20(2), p. 255-292.

Voir aussi Borrini et Margen, 1985 ; Cohen, 1995.

Robert SOCOLOW (1937), **C. ANDREWS, F. BERKHOUT** et **V. THOMAS,** éds, ***Industrial Ecology and Global Change***, Cambridge, Cambridge University Press, 1994, 500 p.

Voir Ayres, 1989 ; Ayres et Simonis, éds, 1994 ; Erkman, 1998, 2004.

Michael TOBIAS (1951), ***World War III : Population and the Biosphere at the End of the Millenium***, Santa Fe, Bear & Company, 1994, 608 p.

Moins connu que Ehrlich (1990) ou Cohen (1995), ce livre d'un militant de la Deep Ecology des Etats-Unis est richement documenté à l'échelle des différents continents comme à l'échelle planétaire de la Biosphère.

Frank-Dominique VIVIEN (1964), ***Economie et écologie***, Paris, La Découverte, « Repères », 1994, 124 p.

Il n'y a pas de meilleure initiation que ce petit livre en France. C'est un véritable manuel à mettre entre toutes les mains dans les Facultés de sciences économiques et sociales tout autant que dans les nouvelles institutions consacrées aux « sciences de l'environnement ».

1994 **Philip WILLIAMSON,** éd., « Integrating Earth System Science : climate, biogeochemistry, social science, policy », ***Ambio***, 1994, 23(1), p. 4-103.

1995 **Jacques ATTALI** (1943), ***Economie de l'apocalypse. Trafic et prolifération nucléaires***, Paris, Fayard, 1995, 210 p.

Robert A. BERNER (1930), « A.G. Högbom and the development of the concept of the geochemical carbon cycle », *American Journal of Science*, 1995, 295, p.491-495.

Voir Högbom, 1894 ; Arrhenius, 1896 ; Berner, 2004. Berner oublie Rubey, 1951.

Joel E. COHEN (1944), ***How Many People Can the Earth Support?,*** New York, Norton, 1995, 532 p.

Monumentale synthèse très complète, et très didactique, qui réévalue pratiquement toutes les études sur ce thème depuis Malthus (qui ne pouvait pas prévoir l'industrialisation de l'agriculture, la révolution pasteurienne et l'âge d'or du pétrole). Une analyse historico-critique signée par un mathématicien qui maîtrise bien les techniques statistiques et la littérature écologique sur la problématique « populations-ressources » à l'échelle globale de la Biosphère. En résumé, voir J.E. Cohen, « Population growth and Earth's human carrying capacity », *Science*, 1995, 269, p. 341-346. Voir aussi Smil, 1994.

Nicholas GEORGESCU-ROEGEN (1906-1994), ***La Décroissance: entropie-écologie-économie***, présentation et traduction de Jacques Grinevald et Ivo Rens, 2e éd. revue et augmentée, Paris, Editions Sang de la terre, 1995, 354 p.

Cette nouvelle édition, entièrement revue, corrigée et augmentée d'un quatrième texte de 1982, contient une longue introduction et une bibliographie assez complète. Voir aussi la 3e éd. : Georgescu-Roegen, 2006. (1re éd. : Georgescu-Roegen, 1979).

Alexej GHILAROV, « Vernadsky's Biosphere concept : an historical perspective », *Quarterly Review of Biology*, 1995, 70(2), p. 193-203.

« My special gratitude goes to Dr Jacques Grinevald, who wrote several pages of very useful comments and supplied me with reprints that are hardly accessible now in Russia, and to James Lovelock, who was so kind as to send me his articles and books. » Cite Grinevald, 1987, 1993, 1994 ; Lovelock, 1979, 1988 ; et des textes russes de Vernadsky encore inédit à l'étranger.

Henrich HOLLAND (1927) et **Ulrich PETERSEN** (1927), ***Living Dangerously: The Earth, Its Resources, and the Environment***, Princeton, Princeton University Press, 1995, 490 p.

1995

H. Holland est l'un des plus grands géochimistes du XX[e] siècle. U. Petersen est un specialiste de la géologie éonomique. Cette collaboration a abouti à un ouvrage très complet sur la géochimie environnementale des ressources naturelles. Ouvrage qui se veut scientifique, objectif et politiquement neutre, présentant toutes les options énergétiques, mais sans discussion critique des aspects géopolitiques et stratégiques, et sans remise en question des relations interculturelles entre le Nord et le Sud. La question du pétrole et de l'ensemble des combustibles fossiles est traitée à l'échelle mondiale en relation avec le problème du CO_2 et de l'effet de serre. Ce livre rappelle bien le caractère très récent, à l'échelle de la Terre, de l'âge des combustibles fossiles, qui commence vers la fin de la seconde moitié du XIX[e] siècle. En 1990, la production de charbon atteint 5,2 milliards de tonnes et la production de pétrole 22 milliards de tonnes, chiffre semblable à celui déjà atteint en 1977. En brûlant par an 6 milliards de tonnes de carbone, le monde moderne envoit dans l'atmosphère 22 milliards de tonnes de CO_2, dont un fraction, environ 3,5 milliards de tonnes, s'accumule durablement, renforçant ainsi l'effet de serre de la troposphère.

Le géochimiste H.D. Holland est l'auteur d'une grande synthèse qui a fait époque (au moment où l'hypothèse Gaïa entrait en scène): *The Chemical Evolution of the Atmosphere and Ocean*, Princeton, Princeton University Press, 1984, 582 p.

Sherwood B. IDSO, ***CO_2 and the Biosphere: The Incredible Legacy of the Industrial Revolution,*** St. Paul, Minnesota, University of Minnesota, Department of Soil, Water & Climate, « Kuehnast Lecture Series », 1995, 60 p.

(Communication personnelle). Ce chercheur américain, qui travaille pour le Département de l'Agriculture de l'Administration fédérale, fait partie des optimistes – ce qui n'est pas la même chose que les sceptiques de l'effet de serre. Pour Idso, l'homme, depuis la révolution industrielle, augmente bien la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère, et réchauffe bien la planète, mais à son avis c'est excellent pour la végétation, l'agriculture et le développement de l'humanité ! Les publications de Idso sont toutes bien documentées.

L.F. IVANHOE (1920-2003), « Future world oil supplies : there is a finite limit », ***World Oil***, 1995, 216(10), p. 77-88.

Voir Ivanhoe, 1996, 1997. Sur L.F. (« Buzz ») Ivanhoe, voir Campbell, 1997, 2005.

Agnes KATAMA, éd., ***Equity and Social Considerations related to Climate Change***. (Papers presented at the IPCC Working Group III Workshop on Equity and Social Considerations Related to Climate Change, Nairobi, Kenya, 18-22 July 1994), IPCC, WMO-UNEP, Nairobi, ICIPE Science Press, 1995, 441 p.

J'ai participé à cet atelier du Groupe de travail III de l'IPCC (GIEC) au siège du PNUE à Nairobi, en tant qu'expert désigné par l'Office fédéral de l'environ-

1995

nement de la Confédération helvétique. J'ai eu la chance magnifique d'être logé dans le même hôtel que Bert Bolin et dès le premier jour nous prenions ensemble tous nos petits déjeuners. C'était plus que sympathique ! J'ai fait naturellement bien d'autres connaissances intéressantes lors de cette réunion de Nairobi où j'ai beaucoup appris, aussi en fouillant la bibliothèque du PNUE où j'ai trouvé des trésors méconnus. Voir Meyer, 2000.

Rajaram KRISHNAN, Jonathan M. HARRIS et **Neva R. GOODWIN,** éds, ***A Survey of Ecological Economics***, Washington, Island Press, 1995, 384 p.

« To Nicholas Georgescu-Roegen, 1906-1994 : He showed the way of ecological economics ».

« The issues which ecological economics brings to the fore are especially important in a long-term perspective and on a planetary scale. Much of human economic activity has been directed toward stretching ecological limits, notably through high-input agriculture and the use of fossil fuels. » (p. 35)

Une anthologie de textes fondateurs qui constitue, à ce jour, la meilleure introduction à ce domaine d'études interdisciplinaires qui se nomme l'économie écologique.

Kenneth R. LANG (1941), *Sun, Earth and Sky*, Berlin, Springer-Verlag, 1995, 282 p. ; trad. fr. : ***Le Soleil et ses relations avec la Terre***, Berlin, Springer-Verlag, 1997, 276 p.

Un très beau livre scientifique et artistique, magnifiquement illustré, signé par un astronome (bon connaisseur de l'histoire des sciences) qui explique magnifiquement la dimension cosmologique du problème de l'effet de serre de notre planète si singulière. Un livre (2e éd. 2006) qui me fait penser à Vernadsky (pas cité par Lang). Dans *La Biosphère*, Vernadsky (1929) écrivait : « La biosphère est tout autant (sinon davantage) *la création du Soleil* que la manifestation de processus terrestres. Les intuitions religieuses antiques de l'humanité qui considéraient les créatures terrestres, en particulier les hommes, comme des *enfants du soleil* étaient bien plus proches de la vérité que ne le pensent ceux qui voient seulement dans les êtres terrestres la création éphémère, le jeu aveugle et accidentel de la modification de la matière et des forces terrestres. »

Lynn MARGULIS (1939) et **Dorion SAGAN** (1959), ***What Is Life ?,*** Foreword by Niles Eldredge, A Peter N. Nevraumont Book, New York, Simon and Schuster ; London, Wiedenfeld and Nicolson, 1995, 207 p.

Lynn Margulis, cofondatrice de l'hypothèse Gaïa (Lovelock et Margulis, 1974), et son fils Dorion (fils de Carl Sagan), repnnent, un demi-siècle plus tard, la question fondamentale de Schrödinger (1944). Entre temps, l'interdisciplinarité a fait des pas de géants ! Et la redécouverte de Vernadsky, en phase avec l'essor de l'écologie globale et de la biologie planétaire (NASA), ouvre des perspectives que le grand Darwin (1859) ne pouvait imaginer.

1995 **Frederick NEBEKER**, *Calculating the Weather: Meteorology in the 20th Century*, San Diego, Academic Press, 1995, 251 p.
Voir Bjerknes, 1904; Richardson, 1922; Rochas et Javelle, 1993.

William A. NIERENBERG (1919-2000), éd., ***Encyclopedia of Environmental Biology***, San Diego, Academic Press, 1995, 3 vol.
Voir surtout M. Meili, « Biogeochemical cycles », 1, p. 235-248; F.T. Mackenzie, « Biogeochemistry », 1, p. 249-276; W.S. Fyfe, « Global anthropogenic influences », 2, p. 203-213; B. Moore III, « Global carbon cycle », 2, p. 215-223; M.A.K. Khalil, « Greenhouse gases in the Earth's atmosphere », 2, p. 251-265. Voir Nierenberg, éd., 1992.

OCDE, *Réchauffement planétaire. Dimensions économiques et réponses des pouvoirs publics*, Paris, OCDE, 1995, 170 p.
Comme dans nombre de rapports d'experts de ce genre, on note que les avis exprimés dans ce rapport du groupe de travail n° 1 du Comité de politique économique de l'OCDE « ne reflètent pas nécessairement les points de vue des pays Membres ». L'OCDE et l'Agence Internationale de l'Energie ont déjà publié d'importants rapports sur les aspects énergétiques et économiques du « changement climatique ».

Christian PFISTER (1944), éd., *Das 1950er Syndrom: der Weg in die Konsumgesellschaft*, Publikation der Akademischen Kommission der Universität Bern, Bern, Verlag Paul Haupt, 1995, 428 p.

Ian H. ROWLANDS, *The Politics of Atmospheric Change*, Manchester, Manchester University Press, 1995, 276 p.
Livre issu d'une thèse de doctorat sous la direction de Michael Banks au département de relations internationales à la London School of Economics and Political Science. Ce livre propose deux chronologies: l'une sur « la politique de la déplétion de la couche d'ozone » (de 1840 à 1994), l'autre sur « la politique du changement de climat » (de 1273 – sic! – à 1994). Rowlands est un pionnier de la problématique des transformations de l'environnement planétaire *(Global Environmental Change)* dans l'étude des relations internationales.

Brian J. SKINNER (1928) et **Stephen C. PORTER,** ***The Blue Planet: An Introduction to Earth System Science***, New York, John Wiley & Sons, 1995, 546 p.
(2e édition: 1999, 592 p.)
Un excellent manuel pour les géosciences de l'environnement, largement accessible et bien illustré. Manque cependant de dimensions socio-épistémologiques, historiques et culturels. Le chap. 15 s'intitule: « Dynamics of Global Ecosystem: The Biosphere Under Siege ».

1995 **Charles H. SOUTHWICK** (1928), ***Global Ecology in Human Perspective***, New York, Oxford University Press, 1996, 392 p.

« Global ecology, concerned with ecological principles on a worldwide scale, emerged in the 1970s and hopefully may come of age in the 1990s... » Voir Southwick, éd., 1985.

George M. WOODWELL (1928) et **Fred T. MACKENZIE** (1934), éds, ***Biotic Feedbacks in the Global Climatic System: Will the Warming Feed the Warming?***, NewYork, Oxford University Press, 1995, 416 p.

Ouvrage scientifique important qui rassemble des études présentées à un atelier de travail organisé en octobre 1992 au Woods Hole Research Center (Marine Biological Laboratory), Wood Hole, Massachusetts, où travaille l'éminent écologiste G. Woodwell. La question difficile, encore bien mal connue, du rôle et de l'ampleur des rétroactions biologiques et écologiques dans le fonctionnement et l'évolution du système climatique de la Terre est ici examinée dans toute sa complexité. Ce livre se situe aux antipodes de la position optimiste de Sherwood B. Idso (1995) et de certaines interprétations naïves de l'hypothèse Gaïa (qui n'est pas celle de Lovelock lui-même). Il y a ici des incertitudes épistémologiques fondamentales, encore bien mal intégrées dans la modélisation numérique du système climatique ; le message de ces essais scientifiques fouillés incite à prendre très au sérieux le « principe de précaution ». La question soulevée par Woodwell est de plus en plus d'actualité : quand la Terre se réchauffe brutalement (à l'échelle biosphérique), qu'est-ce qui se passe ?

1996 **IPCC, *Climate Change 1995.***

The Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, Cambridge University Press, 1996, 3 vol.

Deuxième Rapport d'évaluation du GIEC, ***Changements climatiques 1995****. Un rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, Genève, IPCC, 1996, 64 p.

Ce 2e rapport confirme les « perturbations anthropiques du système climatique », à vrai dire déjà soulignées dans le rapport de 1990. Ces deux rapports, et le second encore plus que le premier, ont été violemment attaqués dans la grande presse liée au big business des énergies fossiles, surtout aux Etats-Unis.

Dans le *Résumé à l'intention des décideurs : aspects scientifiques de l'évolution du climat* on peut lire :

« Notre capacité à mesurer l'influence de l'homme sur le climat global reste limitée car le signal attendu est encore difficile à distinguer du bruit de fond lié à la variabilité naturelle, et à cause d'incertitudes sur divers facteurs importants. Ces incertitudes ont trait à l'ampleur et aux caractéristiques de la variabilité naturelle à long terme, de l'évolution temporelle du forçage lié aux gaz à effet de serre, aux aérosols et aux changements à la surface des continents, et de la réponse à ce forçage. Malgré ces incertitudes, le faisceau d'éléments disponibles suggère qu'il y a une influence perceptible de l'homme sur le climat global. » (p. 22)

1996

Cette dernière formule, largement acceptée dans la communauté scientifique, a été le prétexte de vives attaques, y compris nominales à l'encontre de certains rédacteurs de l'IPCC, comme Benjamin Santer, accusés de tricher avec la vérité scientifique ! Bert Bolin, le président de l'IPCC, est personnellement intervenu pour défendre l'intégrité des experts du Groupe I de l'IPCC. Curieusement, les rapports des Groupe II et III ne semblent pas intéresser la critique des « sceptiques ». Sur la désinformation menées par les lobbies du charbon et du pétrole, voir Gelbspan, 1998, 2004.

Robert A. BERNER (1930) et **Kirk A. MAASCH** (1959), « Chemical weathering and controls on atmospheric O_2 and CO_2 : fundamental principles were enunciated by J.J. Ebelmen in 1845 », ***Geochimica and Cosmochimica Acta***, 1996, 60, p. 1633-1637.

« The authors are indebted to C. Bryan Gregor (Wright State University), Brian J. Skinner (Yale University), and Jacques Grinevald (University of Geneva) for helpful comments on the manuscript and especially, to Catherine T. Berner for her expert aid in searching for papers published by J.J. Ebelmen. Also, thanks go to Jean and Michel Meybeck for help in locating key French publications and to Jacques Grinevald and Gerard Emptoz (University of Nantes) for provinding us with materials on the life and non-geological researches of Ebelmen. » Voir Ebelmen, 1845 ; Berner, 2004.

Peter BUNYARD (1939), éd., ***Gaia in Action: Science of the Living Earth***, Edinburgh, Floris Books, 1996, 351 p.

Anthologie de textes présentés aux trois conférences organisées sur Gaïa par le Wadebridge Ecological Centre (Worthyvale Manor, Camelford, Cornwall, U.K.) entre 1987 et 1990 : J. Lovelock, J. Grinevald, L. Margulis, A. Watson, P. Saunders, M. Whitfield, G. Hinkle, P. Westbroeck, W. Krumbein, A. Lapo,, B. Goodwin, J. Sapp, R. Guerrero, Mae-Wan Ho, D. Abraham, K. Rawles, E. Sahtouris... Voir surtout W.E. Krumbein et A.V. Lapo, "Vernadsky's Biosphere as a basis of geophysiology », p. 115-134.

James R. CRAIG, David J. VAUGHAN et **Brian J. SKINNER**, ***Resources of the Earth: Origin, Use, and Environmental Impact***, Second edition, Upper Saddle River, N.J., Prentice-Hall, 1996, 472 p.

« We now live at the height of the fossil fuel era, and many aspects of our lifestyles depend on a constant supply of fossil fuels. These fuels are not, however, evenly distributed geographically: hence, the fossil fuels have become important in the complex web of international economics and politics. » (p. 158)

Manuel très complet pour l'écologie globale des ressources minérales. Complémentaire avec Kesler, 1994.

1996

Malte FABER (1938), **Reiner MANSTETTEN** (1953) et **John PROOPS** (1947), éds, ***Ecological Economics: Concepts and Methods***, Cheltenham, Edward Elgar, 1996, 342 p.

Synthèse des contributions du monde germanique à la formation du nouveau chantier interdisciplinaire de l'économie écologique. Les aspects épistémologiques, éthiques et politiques sont particulièrement bien soulignés. Les références au *Faust* de Goethe, dans la contribution fondamentale de Hans-Christoph Binswanger, professeur emeritus de l'Université de Saint-Gall, mérite une attention particulière. Un bon témoignage aussi de l'influence des thèses de Georgescu-Roegen. Voir Faber et Proops, 1985.

L.F. IVANHOE (1920-2003), « Updated Hubbert curves analyse world oil supply », ***World Oil***, 1996, 217(11), p. 91-94.

Le géologue américain Ivanhoe est le créateur du M. King Hubbert Centre for Petroleum Supply Studies. Voir Ivanhoe, 1995 ; Campbell, 1997, 2005.

David R. OLDROYD (1936), *Thinking about the Earth: A History of Ideas in Geology,* London, Athlone, 1996, 410 p.

Sur l'idée de Biosphère, Gaïa et la géophysiologie, voir le chap. 12. « Some Grander Ways of Thinking ». Cite Grinevald, 1988.

Matthew PATTERSON (1967), ***Global Warming and Global Politics***, London and New York, Routledge, 1996, 238 p.

L'une des premières et des plus sérieuses analyses du débat sur le réchauffement planétaire dans le cadre historico-politique des relations internationales. Ce jeune politologue analyse d'une manière fouillée l'émergence du changement climatique sur l'agenda politique, essentiellement depuis 1988, et décrit en détail l'évolution des négociations intergouvernementales sur le climat avant et après Rio (jusqu'en 1995).

Stephen H. SCHNEIDER (1945), ***Laboratory Earth:*** *The Planetary Gamble We Can't Afford to Lose*, « Science Master », New York, Basic Books ; London, Weidenfeld & Nicholson, 1996, 356 p. ; trad. fr. : ***La Terre menacée: un laboratoire à risques***, Paris, Hachette Littérature, 1999, 239 p.

Une introduction scientifique de base parfaitement accessible par le climatologue américain le plus pédagogue de sa génération. Un bel exemple de catastrophisme éclairé ! Steve Schneider m'avait demandé de relire son manuscrit et je lui ai envoyé plusieurs pages de commentaires : malheureusement, le passage qui mentionnait l'hérétique Georgescu-Roegen a été supprimé dans la version finale, alors que Schneider critique bien le point de vue dominant des économistes néoclassiques.

1996 **Charles H. SOUTHWICK** (1928), ***Global Ecology in Human Perspective***, New York, Oxford, Oxford University Press, 1996, 392 p.

Zoologiste de formation, comme Julian Huxley, Charles Elton ou G. Evelyn Hutchinson, Southwick est devenu professeur d'écologie générale dans les années 1970, à la Johns Hopkins University puis à University of Colorado, Boulder. Son premier livre environnementaliste était déjà très « global » : *Ecology and the Quality of our Environment*, 1972, 2e éd. 1976. Voir Southwick, éd., 1985.

Vaclav SMIL (1943), ***Cycles of Life: Civilization and the Biosphere***, New York, Scientific American Library, 1996, 221 p.
(2e éd. 2001, 221 p.). Voir Smil, 1985, 1991, 2003.

Mathis WACKERNAGEL (1962) et **William REES** (1943), *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact*, Gabriola Island, BC and Philadelphia, PA, New Society Publishers, 1996, 160 p. ; trad. fr. : ***Notre empreinte écologique. Comment réduire les conséquences de l'activité humaine sur la Terre***, Montréal, Les Editions Ecosociété, 1999, 207 p.

George Ronald WILLIAMS, *The Molecular Biology of Gaia*, New York, Columbia University Press, 1996, 210 p.

Malgré son titre un peu curieux, ce livre scientifique offre une excellente discussion du cycle biogéochimique du carbone et de sa perturbation anthropogénique actuelle.

1997 **Protocole de Kyoto.**
3e session de la Conférence des Parties (COP 3) de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, Kyoto, Japon, 1-11 décembre 1997.

Les pays industrialisés signent le (premier) protocole visant à réduire de manière différenciée leurs émissions de gaz à effet de serre, globalement de 5% au moins par rapport à 1990 entre 2008 et 2012.

Le Vice-Président Al Gore est venu à la dernière minute apporter le soutien de l'Administration Clinton, mais il savait bien que le Sénat avait déjà voté à l'unanimité contre tout engagement qui porterait atteinte aux intérêts économiques des Etats-Unis. Le Président Clinton n'a pris la peine de soumettre ce protocole pour que le Sénat le ratifie. C'est une pratique courante des Etats-Unis.

Colin CAMPBELL (1931), ***The Coming Oil Crisis***, Brentwood, Multi-Science Publishing Company and Petroconsultants, 1997, 210 p.

La diffusion de ce livre extraordinaire mériterait toute une enquête. C'est un livre personnel fascinant, qui se lit comme un roman d'aventure, malgré certains aspects techniques. Ce géologue pétrolier raconte, de l'intérieur, à sa manière, toute l'histoire du pétrole. C'est sa version des faits, mais elle est magistrale. Le

1997

futur créateur de l'ASPO possède toute une philosophie et annonce « la fin du pétrole abondant et bon marché », une décroissance qui suivra l'âge d'or de la pétro-prospérité. J'ai naturellement donné à Campbell *La Décroissance* de Georgescu-Roegen ! Cité in Grinevald, 2000, p. 205. Voir Campbell, 2006.

Elisabeth CRAWFORD (1937-2004), « Arrhenius 1896 model of the greenhouse effect in context », ***Ambio***, 1997, 26(1), p. 6-11.

L'historienne suédoise des sciences, avec qui j'ai entrenu une correspondance érudite, a publié une monographie très précieuse, mais qui laisse à désirer sur plusieurs points et ne traite d'ailleurs pas de tous les aspects de l'œuvre immense du grand physico-chimiste et cosmologue suédois : *Arrhenius. From Ionic Theory to the Greenhouse Effect*, Canton, MA, Science History Publications, 1996, 320 p. Voir Rodhe, Charlson et Crawford, 1997 ; et Arrhenius, 1896, 1903.

Herman DALY (1938), éd., « Special issue : The contribution of Nicholas Georgescu-Roegen », ***Ecological Economics***, 1997, 22(3), p. 171-312.

Ce numéro spécial de la revue éditée par l'International Society for Ecological Economics représente non seulement un hommage posthume mais encore une mise au point éloquente sur l'impasse dans laquelle se trouve le débat entre le nouveau paradigme de l'économie écologique et le courant dominant de la science économique, illustré ici par les contributions de Robert Solow et de Joseph E. Stiglitz, qui, d'une manière très freudienne, ne mentionnent même pas le nom de Georgescu-Roegen. Tous les aspects de la pensée de Georgescu-Roegen ne sont pas traités, mais on trouve de nombreuses pistes pour approfondir l'héritage du grand Georgescu-Roegen. Voir Mayumi et Goody, éds, 1999.

Jacques GRINEVALD, « L'effet de serre et la civilisation thermo-industrielle, 1896-1996 », *Revue européenne des sciences sociales*, 1997, 108, p. 141-146.

Sur le centième anniversaire du texte historique de Svante Arrhenius (1896) sur la théorie de l'effet de serre. Voir Crawford, 1997 ; Rodhe et al., 1997.

Bill HARE, ***Fossil Fuels and Climate Protection : The Carbon Logic***, Amsterdam, Greenpeace International, 1997, 71 p.

B. Hare, Climate Policy Director, s'exprime dans ce rapport très documenté au nom de Greenpeace International. Voir Leggett, éd., 1990.

Craig Bond HATFIELD, « Oil back on the global agenda », ***Nature***, 1997, 387, p. 121 (et *How long can oil supply growth ?*, M. King Hubbert Center for Petroleum Supply Studies, Hubbert Center Newsletter, 97/4, 1997, 6 p.)

1997 **Martin HEINEMANN,** « A review of the contemporary global carbon cycle and as seen a century ago by Arrhenius and Högbom », ***Ambio***, 1997, 26(1), p. 17-24.

Syukoro MANABE (1931), « Early development in the study of greenhouse warming: the emergence of climate models », *Ambio*, 1997, 26(1), p. 47-51.

Francis B. MUDGE, « The development of the *greenhouse* theory of global climate change from Victorian times », *Weather*, 1997, 52(1), p. 13-16.

Weather est une revue de la Royal Meteorological Society (G.-B.).

V. RAMANATHAN et **Andrew M. VOGELMANN,** « Greenhouse effect, atmospheric solar absorption and the Earth's radiation budget: from the Arrhenius-Langley era to the 1990s », *Ambio*, 1997, 26(1), p. 38-46.

Henning RODHE, Robert CHARLSON et **Elisabeth CRAWFORD,** « Svante Arrhenius and Greenhouse Effect », ***Ambio***, 1997, 26(1), p. 2-5.

Introduction de ce numéro spécial de la revue *Ambio. A Journal of Human Environment*, publiée par l'Académie royale des sciences de Suède, à l'occasion de la commémoration du 100e anniversaire de l'étude historique fondamentale du savant suédois Arrhenius (1896) (communication personnelle d'Elisabeth Crawford). Voir : Crawford, 1997 ; cité in Grinevald, 1997.

Richard P. TURCO (1943), ***Earth Under Siege:*** *From Air Pollution to Global Change*, Foreword by Carl Sagan, New York, Oxford University Press, 1997, 527 p.

« Beginning with the Industrial Revolution, the use of fossil fuels for energy production and industrialization has grown exponentially. To reduce or eliminate $C0_2$ emissions to preserve the climate and global environment would entail nothing short of a complete overhaul of human society. » (p. 106)

« Civilization and its citizens have become completely dependent on fossil energy sources, like junkies on heroin. That would be fine if the sources of the drug were unlimited, and the side effects of using it were minor. Neither condition holds. » (p. 462)

Un manuel didactique très complet sur les problèmes de l'environnement atmosphérique, avec de nombreuses informations historiques et d'excellentes références, par un éminent spécialiste des sciences de l'atmosphère. Voir aussi Graedel et Crutzen, 1993.

Robert E. ULANOWICZ (1943), ***Ecology, the Ascent Perspective***, New York, Columbia University Press, 1997, 201 p.

1997

Un admirable essai d'écologie théorique et d'épistémologie critique qui situe magnifiquement l'approche thermodynamique du fonctionnement et de l'évolution des écosystèmes dans une perspective théorique qui propose une nouvelle « vision du monde », explicitement anti-newtonienne. Cite Vernadsky, 1998. Voir R.E. Ulanowicz et Bruce Hannon, « Life and the production of entropy », *Proceedings of the Royal Society of London*, 1987, B 232, p. 181-192, cité in Grinevald, 2000. Voir Schneider et Sagan, 2005.

Wladimir VERNADSKY (1863-1945), ***La Biosphère***, préface de Jean-Paul Deléage, Paris, Diderot éditeur, coll. « Latitudes », 1997, 284 p. (Rééd. : Paris, Editions du Seuil, coll. « Point/Sciences », 2002).

Spencer R. WEART (1942), « Global Warming, Cold War, and the evolution of research plans. » *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 1997a, 27(2) : 319-356
« The discovery of the risk of global warming », ***Physics Today***, 1997b, 50(1), p. 34-40.

Les recherches de ce physicien américain devenu le directeur du Centre pour l'histoire de la physique de l'American Institute of Physics, sont tout à fait remarquables. Weart était déjà connu comme historien de l'âge nucléaire, et c'est tout naturellement que cet historien de la physique occidentale est passé à sa longue enquête, très fouillée, sur la découverte scientifique du réchauffement anthropogénique de la Terre. Nos points de vue convergent, malgré quelques différences qui proviennent en grande partie du fait qu'il travaille aux Etats-Unis et moi à Genève, à proximité de l'OMM. L'excellente étude de ce collègue américain, qui offre des informations de première main (Ch. Keeling, G. Plass, R. Revelle...) néglige un peu trop, à mon goût, le rôle de la coopération scientifique internationale – pourtant essentielle – dans l'émergence de l'affaire de l'effet de serre. Voir Weart, 2003, et son site web, récemment mis à jour.

Walter YOUNGQUIST (1921), ***Geodestinies: The Inevitable Control of Earth Resources over Nations and Individuals***, Portland, Oregon, National, 1997, 500 p.

La somme interdisciplinaire la plus complète sur le problème de l'épuisement des gisements d'énergie fossile et des autres ressources minérales qui sont à la base de la richesse et de la puissance des nations industrielles ou en voie d'industrialisation. Le travail systématique d'un géologue pétrolier américain qui sait parfaitement de quoi il parle, même lorsqu'il s'aventure sur le sujet hautement politique de « la guerre pour les ressources ». W. Youngquist fait partie des disciples de M. King Hubbert et de l'ASPO.

1998

Bert BOLIN (1925), « The Kyoto negociations on climate change : a science perspective », ***Science*** (16 janvier) 1998, 279, p. 330-332.

1998 Une perspective scientifique, comme celle de l'IPCC, implique une réduction globale des émissions de gaz à effet de serre autrement plus drastique que le demande le Protocole de Kyoto. Une approche réaliste réclame des réponses politiques de grande envergure, surtout en matière de politique énergétique.

Mikhail I. BUDYKO (1922-2002), « Global climate warming and its consequences », p. 3-16 in *Blue Planet Prize 1998. Commemorative Lectures*, Tokyo, The Asahi Glass Foundation, 1998, 31 p.

Discours de réception du prestigieux Prix *Blue Planet* de la Asahi Glass Foundation, le 30 octobre 1998. Lovelock a reçu ce prix en 1997 ; Broecker en 1996, Bolin en 1995 ; Keeling en 1993 ; Manabe en 1992 (premier lauréat). Cette fondation japonaise très généreuse – est issue de la grande industrie chimique.

Colin CAMPBELL (1931) et **Jean LAHERRERE** (1931), « The end of cheap oil », ***Scientific American***, (mars) 1998, 278(3), p. 78-83 ; trad. fr. : « La fin du pétrole bon marché », ***Pour la Science***, (mai) 1998, 247, p. 30-36.

Cet article alarmiste signé par deux géologues pétroliers chevronnés va mettre le feu aux poudres, et c'est bien le cas de le dire. Voir la chronique de Richard A. Kerr, « The next oil crisis looms large – and perhaps close », *Science*, (21 août) 1998, 281, p. 1128-1131.

Suren ERKMAN (1955), ***Vers une écologie industrielle***, Paris, Editions Charles Léopold Mayer, 1998, 147 p. (2e éd. 2004, 252 p.)

Un des principes normatifs de l'écologie industrielle est la **« décarbonisation »** du système énergétique de la société industrielle, autrement dit la transition vers une moindre intensité en carbone, le passage donc du charbon au pétrole, et du pétrole au gas naturel, et, à terme, l'abandon de l'usage des combustiles fossiles, au profit de sources d'énergie sans émissions de gaz carbonique. Le monde ne va pas du tout dans la direction de la décarbonisation : voir Raupach et al., 2007.

Paul G. FALKOWSKI (1951), **Richard T. BARBER** et **Victor SMETACEK,** « Biogeochemical controls and feedback on ocean primary production », *Science*, (10 juillet) 1998, 281, p. 200-206.

P. G. Falkowski est l'un des grand spécialistes de la photosynthèse, du phytoplancton marin et du rôle des océans dans les cycles biogéochimiques du système Terre au sein de la coopération scientifique internationale de l'IGBP. Il a notamment reçu le Prix Hutchinson en 2000 et la Médaille Vernadsky en 2005. Voir Falkowski et al., 2000.

Marina FISCHER-KOWALSKI (1946), « Society's metabolism : the intellectual history of material flow analysis, part I, 1860-1970 », ***Journal of Industrial Ecology***, 1998, 2(1), p. 61-78.

1998 (Suite : Marina Fischer-Kowalski et Walter Hüttler, « Society's metabolism : the intellectual history of material flow analysis, part II, 1970-1998 », *Journal of Industrial Ecology*, 1999, 2(4), p. 107-137. Voir Fischer-Kowalski, 2003.

James Rodger FLEMING (1949), ***Historical Perspectives on Climate Change***, New York, Oxford University Press, 1998, 194 p.

Historien des sciences spécialisé dans l'histoire de la météorologie, Fleming analyse dans ce livre très bien documenté les travaux des pionniers de la théorie de l'effet de serre et du débat sur les changements climatiques, notamment Fourier, Tyndall, Arrhenius, Chamberlin et Callendar. Ce dernier fait l'objet d'une récente monographie : Fleming, 2007.

Jacques GRINEVALD, « Introduction : The invisibility of the Vernadskian revolution », p. 20-32 in Vladimir I. Vernadsky, ***The Biosphere***, Foreword by Lynn Margulis and colleagues, translated by David Langmuir, edited and annotated by Mark McMenamin, New York, Copernicus, Springer-Verlag, 1998, 192 p.

Voir Vernadsky, 1926, 1929 ; Hutchinson, 1970 ; Grinevald, 1986, 1987, 1988, 1993, 1996.

K. HAMILTON, ***The Oil Industry and Climate Change***, A Greenpeace Briefing, Amsterdam, Greenpeace International, 1998.

Le fait que la grande industrie du pétrole accueillit avec scepticisme – un scepticisme actif même – l'idée de réduire la consommation de pétrole pour protéger la stabilité du système climatique de la Biosphère actuelle est désormais un secret de polichinelle, mais c'est en grande partie à des ONG comme Greenpeace qu'on doit cette vérité qui dérange.

Voir Hare, 1997 ; Gelspan, 1998, 2004.

James HANSEN (1941), et al., « Climate forcings in the industrial era », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1998, 95, p. 12753-12758.

Il n'y a pas que le CO_2... Article disponible en ligne, comme tous les PNAS. Une mine d'or pour la culture scientifique !

James F. KASTING (1953), « The carbon cycle, climate, and the long-term effects of fossil fuel burning », ***Consequences.*** *The Nature & Implications of Environmental Change*, 1998, 4(1), p. 14-27.

Cette remarquable revue américaine consacrée aux problèmes du *Global Change*, destinée aux éducateurs et aux décideurs, a été publiée, sous la direction du géophysicien John A. Eddy, avec le soutien de la NOAA, de la NASA, du Department of Energy, de la National Academy of Sciences et de la National Science Foundation, de 1994 à 2000.

1998 (Communication personnelle. Les articles publiés dans *Conséquences* sont à présent disponibles en ligne : http://www.gcrio.org/CONQUENES/introCON.html)

Harold A. MOONEY (1932), *The Globalization of Ecological Thought,* Oldendorf/Luhe, Germany, Ecology Institute, « Excellence in Ecology » 5, 1998, 153 p.

Nebojsa NAKICENOVIC, Arnold GRÜBLER et **Alan McDONALD,** éds, ***Global Energy Perspectives***, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), in cooperation with World Energy Council (WEC), Cambridge, Cambridge University Press, 1998, 295 p.

Les scénarii de cet ouvrage sont grosso modo ceux adoptés par l'IPCC. Ils sont contestés par nombre de membres de l'ASPO.

Ivo RENS et **Joel JAKUBEC,** éds, ***Radioprotection et droit nucléaire. Entre les contraintes économiques et écologiques, politiques et éthiques***, Genève, Georg Editeur, 1998, 416 p.

Contient J. Grinevald, « Hommage à Nicholas Polunin (1909-1997), pionnier de la diplomatie environnementale », p. 365-368. Voir Rens, éd., 1981.

Vladimir I. VERNADSKY (1863-1945), ***The Biosphere***, Foreword by Lynn Margulis and colleagues, Introduction by Jacques Grinevald, translated by David Langmuir, edited and annotated by Mark McMenamin, New York, Copernicus, Springer-Verlag, 1998, 192 p.

Voir Vernadsky, 1926, 1929 ; 2006.

Tyler VOLK (1950), ***Gaia's Body: Toward a Physiology of Earth***, New York, Copernicus, Springer-Verlag, 1998, 269 p.
(Seconde impression paperback : MIT Press, 2003, 269 p.)

Une magnifique présentation, très claire, de la nouvelle science « gaïenne » du système physiologique de notre « planète vivante ». Contient les références de base sur la géophysiologie, et donc la théorie Gaïa, ou l'application des concepts de la physiologie cybernétique des régulations aux grands cycles biogéochimiques, dont le cycle du carbone, de la Terre. Volk intègre encore trop peu la contribution de Vernadsky, mais sa place de fondateur de la science de la Biosphère est désormais bien reconnue. Voir Schwartzman, 1999.

1999 **Bernard C. BEAUDREAU** (1955), *Energy and the Rise and Fall of Political Economy*, Westport, Greenwood Press, 1999, 219 p.

Ce chercheur de l'Université Laval à Québec fait partie des économistes hétérodoxes qui mettent en évidence, à la suite de Georgescu-Roegen, les mythes de

1999

la science économique occidentale vis-à-vis de l'énergie (notamment les combustibles d'origine fossile) et de son rôle moteur dans le développement économique et l'industrialisation.

John E. BRANDENBURG et **Monica Rix PAXSON**, ***Dead Mars, Dying Earth***, Boston, Mass., Element, 1999, 306 p.
(Livre dédié à la mémoire de Rachel Carson et Carl Sagan).

Au centre de cet essai scientifique plutôt alarmiste, il y a le concept OID (Oxygen Inventory Depletion) présenté à la réunion annuelle de l'American Geopyhsical Union (AGU) en 1998. A l'augmentation de la concentration du CO_2 dans l'atmosphère, correspond, de manière relativement très faible, mais peut-être tout aussi dangereuse pour la stabilité et l'intégrité de la Biosphère, une déplétion de l'oxygène libre dans l'atmosphère, dont la teneur actuelle de 21% est un paramètre vitale, créé et entretenu par le biote global. Cette modification inquiète également beaucoup James Lovelock et les pionniers de la géophysiologie.

Guy P. BRASSEUR (1948), **John J. ORLANDO** (1960) et **Geoffrey S. TYNDALL** (1955), éds, *Atmospheric Chemistry and Global Change*, New York and Oxford, Oxford University Press, 1999, 654 p.

Un manuel très complet, avec des notices historiques et personnelles peu communes dans ce genre d'ouvrage scientifique.

Richard C. DUNCAN et **Walter YOUNGQUIST**, « Encircling the peak of world oil production », *Natural Resources Research*, 1999, 8(3), p. 219-231.

Thomas GOLD (1920-2004), *The Deep Hot Biosphere*, New York, Springer-Verlag, Copernicus Books, 1999, 235 p.

Voir Gold, 1992. Livre intéressant, comme tout ce qu'écrit le savant Gold, mais je ne peux m'empêcher de souligner ma perplexité devant ce retour spectaculaire d'une nouvelle version – certes originale – de la théorie abiogénique du pétrole (en faveur dans la Russie des années 1950-60, malgré le sort malheureux, sous le régime de Staline, de son principal porte-parole : Nikolai Kudryavtsev, dont le nom est rappelé par Gold) dans une nation biblique, l'Amérique, trop disposée à croire les ressources de la Terre inépuisables – le pétrole tout particulièrement ! L'hypothèse de Gold met en vedette un domaine relativement nouveau de la microbiologie, à savoir les bactéries hyperthermophiles des profondeurs de la croûte terrestre. C'est fascinant, comme les travaux bien plus sérieux de Patrick Foreterre ou de Carl Woese, mais dans le contexte du lancinant débat sur le « peak oil », la thèse de Gold send le souffre ! Bien plus, l'usage qu'il fait du mot Biosphère heurte frontalement la sensibilité des écologistes, et ce n'est sans doute pas une provocation innocente.
Voir la critique de Geoffrey P. Glasby, « Abiogenic origin of hydrocarbons : an historical review », *Resource Geology*, 2006, 56(1), p. 83-96.

1999 **Richard J. HUGGETT** (1948), « Ecosphere, biosphere, or Gaia ? What to call the global ecosystem », ***Global Ecology and Biogeography***, 1999, 8, p. 425-431.

Une mise au point qui reprend le débat ouvert par les recherches de J. Grinevald sur la confusion qui entoure les notions d'écosystème mondial, d'écosphère, de biosphère et de Gaïa. Notre correspondant anglais, spécialiste interdisciplinaire dans les sciences de la Terre, la géographie physique et la biogéographie notamment, finit par conclure en faveur du terme d'écosphère (Cole, 1958 ; Gillard, 1969), et non de Biosphère, comme le proposent Polunin et Grinevald (1988), pour désigner l'écosystème global de la Terre. Pour évaluer ce point de vue dans une œuvre dont j'estime beaucoup la dimension historiographique et critique, voir Huggett, 1991, 1995, 2007.

Lee R. KUMP (1959), **James F. KASTING** (1953) et **Robert G. CRANE** (1954), ***The Earth System***, Upper Saddle River, N.J., Prentice Hal, 1999, 351 p. (2e éd. révisée : 2004, 419 p.)

Excellent manuel – grand format – de niveau académique. Une belle introduction didactique au nouveau paradigme des sciences du Système Terre *(Earth System Science)*. La bibliographie est un peu sommaire et l'approche manque un peu de profondeur historique et philosophique.

Jeremy LEGGETT (1954), ***The Carbon War: Global Warming and the End of the Oil Era***, Harmondsworth, Penguin Books, 1999, 342 p.

Un livre qui montre bien combien les négociations internationales sur le changement climatique sont en fait directement liées aux problèmes énergétiques et à la guerre pour cette ressource stratégique qu'est le pétrole dont la fin de l'âge d'or est diversement programmée. Jeremy Leggett, qui est géologue de formation, et qui a fait une partie de sa carrière professionnelle dans l'industrie pétrolière, n'a été convaincu que vers 1990, avec le premier rapport de l'IPCC, de la gravité du problème du gaz carbonique et du climat. Il est bien placé pour raconter la chronique récente de l'affaire de l'effet de serre.

Jonathan LUNINE, ***Earth: Evolution of a Habitable World***, Cambridge, Cambridge University Press, 1999, 319 p.

Très belle synthèse – grand format – par un scientifique interdisciplinaire, spécialiste du système solaire, qui suit les traces son maître Carl Sagan. A propos de l'énergie, ce livre est manifestement plus à l'aise dans l'astrophysique et la cosmologie que dans la géologie et l'économie des ressources naturelles. Mais significativement, l'article de Campbell et Laherrère (1998) sur « la fin du pétrole bon marché » est cité.

Kozo MAYUMI (1954) et **John M. GOODY** (1956), éds, ***Bioeconomics and Sustainability: Essays in Honour of Nicholas Georgescu-Roegen***, Foreword by Paul A. Samuelson, Cheltenham, Edward Elgar, 1999, 417 p.

1999

L'idée première de ce volume collectif provient de l'économiste indien Rajendra K. Pachauri (1940), le directeur du fameux Tata Energy Research Institute de New Dehli et actuel Président de l'IPCC (depuis 2002). Ma contribution à ce volume en hommage à la mémoire du grand Georgescu-Roegen, réclamée avec insistance par mon ami japonais Kozo Mayumi, n'a pas été achevée dans les délais, de sorte qu'elle est absente de ce livre collectif où se retrouvent de nombreux disciples de l'auteur de *The Entropy Law and the Economic Process*. Il y avait pour moi trop d'émotions et je n'arrivais pas, surtout en anglais, à dire les choses en peu de mots : je voulais tout dire, ou ne rien dire ! Je n'ai pas trop regretté quand j'ai vu le prix exorbitant de ce livre !

André NOUSCHI, ***Pétrole et relations internationales depuis 1945***, Paris, Armand Colin, 1999, 269 p.

Voir aussi Yergin, 1991 ; Laurent, 2006 ; Sébille-Lopez, 2006.

Naomi ORESKE (1958), ***The Rejection of Continental Drift:*** *Theory and Method in American Earth Science*, New York and Oxford, Oxford University Press, 1999, 432 p.

Extraordinaire enquête qui aide à comprendre comment une communauté scientifique nationale, en l'occurrence aux Etats-Unis, peut refuser la « révolution wégenérienne » ! Livre d'une grande historienne des sciences géologiques, en face de qui je me sens un petit garçon essayant de jouer dans la cour des grands. Voir Oreske, 2004 ; Wegener, 1915. (Communication personnelle).

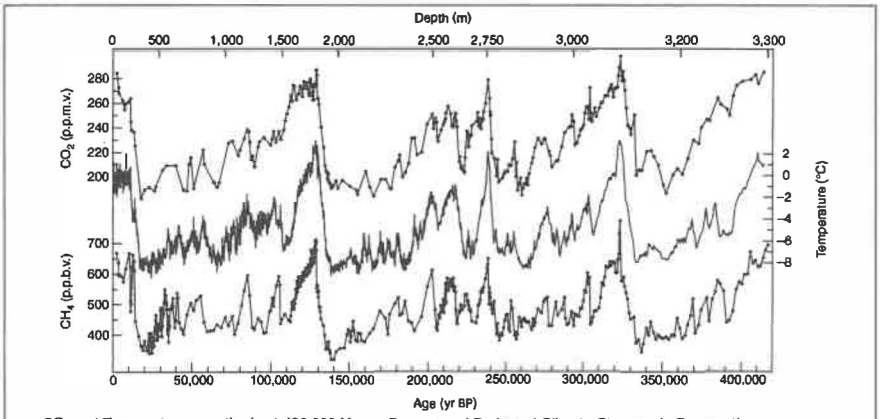
Alain PERRODON (1922), ***Quel pétrole demain ?***, Paris, Editions Technip, 1999, 95 p.

Eminent géologue pétrolier français, et bon connaisseur de toute l'histoire mondiale du pétrole, Alain Perrodon est aussi un excellent pédagogue. Son livre est parfaitement clair et explique bien les travaux de Hubbert et de ses disciples. Perrodon fait aujourd'hui partie de ASPO-France. Voir Perrodon, 1989.

Jean Robert PETIT (1947) et al. (18 coauteurs), « Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core, Antarctica », ***Nature***, 1999, 399, p. 429-436.

Parmi les coauteurs français, on retrouve Jean Jouzel et les collègues de J.R. Petit, du Laboratoire de glaciologie et de géophysique de l'environnement, CNRS-Université Joseph Fourier, à Grenoble : Dominique Raynaud, Jean-Marc Barnola, Jérôme Chappellaz, Claude Lorius... Pour la suite de cette extraordinaire aventure scientifique, riche d'enseignements sur l'évolution climatique récente (1 million d'années, c'est peu sur une existence de 4550 millions d'années !) de notre planète, voir EPICA, 2004 ; Jouzel et Debroise, (2004) 2007.

1999



CO_2 and Temperature over the Last 420 000 Years: Present and Projected Climate Changes in Perspective
USG CRP Seminar, 30 September 1999, © USGCRP

Pascal RICHET (1951), ***L'âge du monde. A la découverte de l'immensité du temps***, Paris, Editions du Seuil, coll. « Science ouverte », 1999, 383 p.

Le meilleur livre en français sur l'aventure scientifique, depuis Buffon et Hutton, de la découverte du « temps profond » de notre planète, et des méthodes qui ont permis la détermination de la durée de l'histoire géologique de notre Terre dans le système solaire. Un beau livre qui se lit comme un roman, mais possède pourtant une documentation très fouillée. Richet souligne bien les rapports entre le développement scientifique de la société occidentale et la révolution industrielle et thermodynamique.

Paul R. SAMSON (1966) et **David PITT,** éds, ***The Biosphere and the Noosphere:*** *global environment, society and change*, Foreword by Mikhail Gobachev, London and New York, Routledge, 1999, 206 p.

On doit cette anthologie, qui vient à son heure, essentiellement à mon jeune ami canadien Paul Samson, ancien étudiant des Hautes Etudes Internationales à Genève qui travaillait alors à la Croix verte *(Green Cross)* de Gorbatchev. Je l'ai beaucoup aidé. Ce livre contient des extraits de Suess, Teilhard de Chardin, Le Roy (pour la première fois en anglais), Vernadsky, Hutchinson, Lovelock, Grinevald et Polunin... Mais à mon sens il s'agit d'un livre davantage sur la Noosphère que sur la Biosphère !

J. William SCHOPF (1941), ***Cradle of Life:*** *The Discovery of Earth's Earliest Fossils*, Princeton, Princeton University Press, 1999, 367 p.

Voir Oparin, 1924 ; Schopf, éd., 1983; Schopf et Klein, éds, 1992.

David SCHWARTZMAN (1943), ***Life, Temperature, and the Earth: The Self-Organizing Biosphere***, New York, Columbia University Press, 1999, 241 p.

1999

Excellente synthèse des travaux récents sur la régulation géophysiologique de la température globale de la Biosphère (Gaïa) dans la longue histoire cosmique de notre planète Terre (cite Grinevald, 1988). Complémentaire avec Volk, 1998.

William K. STEVENS, *The Change in the Weather: People, Weather and the Science of Climate*, New York, Random House, 1999, 355 p.

Ce journaliste scientifique, qui travaille pour *The New York Times*, offre un historique très fouillé de la manière dont, aux Etats-Unis (pour l'essentiel), des spécialistes de la météorologie dynamique, de l'océanographie et de la climatologie ont découvert et diffusé, la science du réchauffement anthropogénique du climat de la Terre. La transition entre la recherche scientifique et le débat politico-diplomatique est traité de manière plus rapide, mais sérieuse et critique. Ce livre rigoureux est largement accessible et contient une impeccable bibliographie.

Peter D. WARD (1949) et **Donald BROWNHE,** ***Rare Earth*****:** *Why Complex Life is Uncommon in the Universe*, New York, Copernicus, Springer-Verlag, 1999, 333 p.

Une thèse peu commune, originale et bien documentée, qui souligne le caractère proprement extraordinaire de l'évolution de la Biosphère à laquelle nous devons notre propre existence, en tant qu'espèce zoologique extrêmement improbable dans l'évolution biologique de la surface de la Terre et a fortiori de tout l'Univers. A l'opposé du sens commun qui néglige les multiples bifurcations contingentes et improbables de l'évolution des organismes vivants complexes, très longtemps après l'immense évolution précambrienne de la vie microbienne. L'espèce humaine est une rareté incroyable parmi le phénomène rare de la vie complexe depuis « l'explosion du Cambrien » il y a un demi-milliard d'années ! Un livre qui aurait vivement intéressé Jacques Monod (1970) ! Un essai scientifique de grande portée cosmologique et philosophique. Utile pour approfondir notre « conscience écologique », en même temps que « cosmologique ».

Tom M. L. WIGLEY (1940), ***The Science of Climate Change: Global and U.S. Perspective***, Foreword by Eileen Claussen, Arlington, VA., Pew Center on Global Climate Change, 1999, 48 p.

2000

Geological Society of America & Geological Society of London.
Earth System Processes: A Global Meeting, Edimbourg International Conference Centre, Ecosse, 24-28 juin 2001.
Un hommage à James Hutton (1726-1797) et à James Lovelock aussi...

Pascal ACOT et al. (Encyclopedia Catalana), éds, ***Encyclopedia of the Biosphere***, vol. 11, *The Biosphere Concept and Index*, Farmington Hill, MI, The Gale Group, 2000, 399 p.

2000

Traduction, aux Etats-Unis, par Trevor Foskett, révisée par Vernon Heywood, de *Biosfera*, Barcelona, Enciclopèdia Catalana, 1998: « This volume was originally planned by Jacques Grinevald, professor at the Institut universitaire d'études du développement at the University of Geneva. He was the prime mover behind this text, though an unfortunate visual affliction has prevented him from the joint drafting that had been planned. Grinevald is an epistemologist and a historian of science, a great specialist in the work of Russian geochemist Vladimir Ivanovich Vernadsky (1863-1945) on the formation and repercussions of the concept of the biosphere, and the complex interrelationships between ecological theory, thermodynamics, and economic theory. Grinevald collaborated enthousiastically in the preparation of the draft outline and in identifying suitable authors to cite. Although he could not write the text himself, he proposed that is be written by Pascal Acot of the Institut d'Histoire et Philosophie des Sciences (Paris), the author of several works on the history of ecology. » Il n'existe pas encore de traduction française de ce beau livre richement illustré.

Richard B. ALLEY, *The Two-Mile Time Machine: ice cores, abrupt climate change, and our future*, Princeton, Princeton University Press, 2000, 229 p.

« Interpretation of ice cores, and of many other climate records, has recently revolutionized our view of Earth. » (p. 13)

« The paleoclimatic record has added an additional critical issue to the economic debate on global warming. » (p. 178)

Une belle chronique de l'histoire scientifique et humaine des recherches polaires de la glaciologie et de la paléoclimatologie contemporaines.

Ulrich BARTSCH et **Benito MÜLLER,** ***Fossil Fuels in a Changing Climate.*** *Impacts of the Kyoto Protocol and Developing Country Participation*, Oxford Institute for Energy Studies, Oxford, Oxford University Press, 2000, 360 p.

Peter M. COX (1964) et al., « Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model », ***Nature***, 2000, 408, p. 184-187.

Célèbre étude menée au fameux Hadley Centre for Climate Prediction and Research (à Exeter) du Met[eorological] Office de Grande-Bretagne. Physicien, P. Cox est devenu à partir de 1990 un spécialiste de la dynamique du système climatique.

Thomas J. CROWLEY (1966), « Causes of climate change over the past 1000 years », ***Science***, (14 juillet) 2000, 289, p. 270-277.

Article scientifique vite célèbre, parmi bien d'autres, qui met en évidence la singularité de l'évolution du climat de l'Hémisphère Nord par rapport à l'observation et à la reconstruction théorique de la variabilité naturelle de l'évolution

2000

climatique (liée aux agents de forçage climatique que sont le rayonnement solaire et le volcanisme) depuis le milieu du XIX[e] siècle. Crowley confirme la tendance spectaculaire au dépassement de l'évolution climatique naturelle depuis la fin du XX[e] siècle dû au forçage anthropogénique des gaz à effet de serre. Etude (avec son graphe « crosse de hockey ») intégrée dans le troisième Rapport de l'IPCC.

Paul CRUTZEN (1933) et **Eugene F. STOERMER** (1934), **« The " Anthropocene " »**, ***Global Change. IGBP Newsletter***, 2000, 41, p. 17-18.

Chimiste de l'atmosphère, Crutzen est doublement célèbre pour son rôle décisif dans le problème de l'ozone stratosphérique et la théorie de l'hiver nucléaire. Il est colauréat, avec M.J. Molina et F.S. Rowland, du Nobel de chimie 1995. Voir Crutzen, 2002 ; cité in Grinevald, 2005. E.F. Stoermer possède une double formation de biologiste et de géologue. Dans une réponse à mon courriel, il m'écrit : « I began using the term " anthropocene " in the 1980's, but never formalized it until Paul contacted me. » Pour ma part, j'ai retrouvé le terme in Revkin, 1992 (sans jamais le reprendre moi-même durant les années 1990 !)

Paul CRUTZEN (1933) et **Veerabhadran RAMANATHAN** (1944), « The ascent of atmospheric sciences", ***Science***, 2000, 290, p. 299-304.
(Rééd. p.175-188 in Ivan Amato, éd., *Science: Pathways of Discovery*, American Association for the Advancement of Science, New York, Wiley & Sons, 2002, 247 p.)

Wallace Gary ERNST (1931), éd., ***Earth Systems: Processes and Issues***, Cambridge, Cambridge University Press, 2000, 566 p.

Manuel très complet et très pédagogique pour une vision globale des problèmes du climat et de l'énergie, parfaitement interdisciplinaire. Part I. Introduction, the Earth as a System ; Part II. Natural Processes (The Geosphere, The Hydrosphere, The Atmosphere, The Biosphere) ; Part III. Societal and Policy Implications.

Paul G. FALKOWSKI (1951) et al. (16 coauteurs), « The global carbon cycle : a test of our knowlegde of Earth as a system », ***Science***, (13 octobre) 2000, 290, p. 291-296.

Excellent article scientifique de synthèse, qui fait autorité. Parfaitement accessible, à utiliser comme « lecture obligatoire » dans l'enseignement. Voir Falkowski et al., 1998 ; Field et Raupach, éds, 2004.

Jacques GRINEVALD, « Effet de serre : pour une perspective biosphérique », *L'Ecologiste*, 2000, 1(2), p. 23-26.

Bref article qui rassemble sur une pleine page une bibliographie scientifique de base encore très mal connue du public français et même des spécialistes de l'atmosphère et du climat et des experts du « développement durable ». Voir Grinevald, 1990, 1992.

2000 « Entropie et progrès : cinquante ans après », p. 197-227 in Dominique Bourg et Jean-Michel Besnier, éds, *Peut-on encore croire au progrès ?*, Paris, Presses universitaires de France, 2000, 280 p.

« Wiener annonçait, avant les sociologues, la société postindustrielle. Mais il y a cinquante ans, à l'échelle du monde, l'industrialisation était encore géographiquement très limitée ; bien plus, l'âge d'or des combustibles fossibles n'en était qu'à ses débuts ; la fantastique croissance exponentielle de la production énergétique ne devenant visible, à l'échelle planétaire (géochimique), qu'à partir de la diffusion des deux fameuses courbes (géophysiques) associées au progrès technique et à la croissance de la révolution thermo-industrielle, à savoir la « courbe de Hubbert » (du cycle de production mondiale du pétrole et sa généralisation pour l'ensemble des combustibles fossiles) et la « courbe de Keeling » (des variations saisonnières et de la dérive anthropogénique de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère). Ces deux courbes sont incontestablement au cœur de l'affaire de l'effet de serre (Grinevald, 1990). Cependant, dans l'idéologie économique dominante, qui ne parle que de croissance et de développement, et ignore la Biosphère, il n'est pas étonnant de voir combien on refoule les avertissements d'éminents géologues et géochimistes (américains) comme M. King Hubbert (1903-1989), Roger Revelle (1909-1991), Preston Cloud (1912-1991), Harrison Brown (1917-1986), Earl F. Cook (1920-1983), ou Charles David Keeling (qui mériterait et le Nobel de chimie et le Nobel de la paix comme Linus Pauling !), sans parler des avertissements bien plus anciens des naturalistes ! Comme certains experts l'annoncent (voir le livre peu connu du géologue Colin Campbell, *The Coming Oil Crisis*, Brentwood, Multi-Science Publishing and Petroconsultants, 1997) la fin de l'âge d'or du pétrole (abondant et bon marché) sonnera bientôt, cette fois pour de bon, l'heure de la vérité ! Après la folie de la croissance (la fameuse *growthmania* d'E.J. Mishan), il faudra bien gérer la décroissance (Georgescu-Roegen, 1995), la fin du " progrès " comme l'avait imaginé un Henry Adams ou un Antoine-Augustin Cournot. » (p. 205)

Ramachandra GUHA (1958), ***Environmentalism: A Global History***, New York, Longman, 2000, 161 p.

Ce survol du point de vue « tiers-mondiste » d'un théoricien indien de l'écologie politique est publié dans la collection « Longman World History Series » éditée par l'historien américain Michael Adas. Voir Agarwal, 1991.

Michael JACOBSON, Robert J. CHARLSON, Henning RODHE, Gordon H. ORIANS, éds, ***Earth System Science: From Biogeochemical Cycles to Global Change***, San Diego, Academic Press, 2000, 523 p.

C'est une deuxième édition révisée et augmentée de : Butcher et al., éds, 1992.

« Since we, as humans, are also part of the biosphere, we also have a personal interest in how changes to the Earth system affect biological processes on the planet. » (p. 1)

2000

« In addition to the natural evolution of the interacting geospheres, human activities have brought about an entirely new set of perturbations to the system. Because many political and social issues surround the problem of human induced *global change*, there are both basic and applied scientific motivations to study biogeochemical cycles and their roles in the earth system. The need for development and application of basic science to the broad policy issues of dealing with global change have inspired the formation of a new integrative scientific discipline, *Earth System Science* (NASA, 1986). » (p. 4)

George S. LEVIT (1964), **Wolfgang KRUMBEIN** (1937) et **Reiner GRÜBEL,** « Space and time in the works of V.I. Vernadsky », ***Environmental Ethics***, 2000, 22(4), p. 377-396.

Indispensable pour approfondir l'originalité de la pensée scientifique, biosphérique et cosmologique, du grand savant russe encore si mal connu, mais que découvrent enfin tous ceux qui s'intéressent sérieusement à la Biosphère et à l'époque thermo-industrielle actuelle de la Noosphère qu'on appelle l'Anthropocène. On aimerait en savoir un peu plus sur les relations entre Vernadsky et Pierre Curie (1859-1906). Voir Levit, 2001.

George S. LEVIT (1964), « The Biosphere and the Noosphere theories of V.I. Vernadsky and P. Teilhard de Chardin : a methodological essay », ***Archives internationales d'histoire des sciences***, 2000, 50(144), p. 160-177.

Voir Grinevald, 1987a, 1988, 1996 ; Samson et Pitt, éds, 1999 ; Levit, Krumbein et Grübel, 2000 ; Levit, 2001.

John McNEILL (1954), ***Something New under the Sun : An Environmental History of the Twentieth Century World***, New York Norton, 2000, 421 p.

John McNeill est le fils de William McNeill (Université de Chicago), le grand spécialiste de l'histoire mondiale, avec qui il collabore. Ce livre magistral est une somme impressionnante, sans équivalent, déjà un classique de l'historiographie environnementale. On termine cette lecture avec la nette impression que le « développement » du XX^{e} siècle, à l'échelle du monde, n'est pas durable !

Aubrey MEYER (1947), ***Contraction & Convergence : The Global Solution to Climate Change***, The Schumcher Society, Schumacher Briefings 5, Dartington, Green Books, 2000, 92 p.

Dans le Groupe de travail III du GIEC (IPCC), tout le monde connaît l'extraordinaire personnalité d'Aubrey Meyer, un grand et solide gaillard qui m'a aussi beaucoup impressionné. Nous avions des amis communs : Teddy Goldsmith et Diana Schumacher. Sa petite organisation, le Global Commons Institute, a été créée en 1990. La proposition formulée par Aubrey Meyer et ses copains est simple et d'une logique imparable : C&C, contraction et convergence, c'est-à-dire réduire globalement les émissions de CO_2 en même temps que l'énorme inégalité

2000

sociale du monde. C'est une politique éthique, contre la menace climatique et pour une équité sociale qui assure aussi la survie des plus pauvres. Contraction globale des émissions et convergence internationale des émissions par tête d'habitant. Il fallait sans doute posséder la sensibilité d'un artiste comme le musicien Aubrey Meyer pour lancer un tel défi à la communauté internationale. Voir A. Meyer, « The unequal use of the global commons », in Katama, éd., 1995, p. 183-197. Merci aussi à Diana Schumacher.

Nabojsa NAKICENOVIC et **Arnold GRUBLER,** « Energy and the protection of atmosphere », ***International Journal of Global Energy Issues***, 2000, 13(1-3), p. 4-56.

Ces deux auteurs sont des experts de l'économie de l'énergie et de la prospective énergétique à l'IIASA ; ils participent, d'une manière déterminante, à l'élaboration des scénarios énergétiques du Groupe de travail III de l'IPCC (GIEC). Voir Nakicenovic, Grubler et McDonald, éds, 1998 ; IPCC, 1995, 2007.

Nicolas SARKIS, « Pétrole, le troisième choc ? », *Le Monde diplomatique*, mai 2000.

« Cette évolution en dents de scie a donné lieu à des illusions d'optique et à des interprétations contradictoires. Les périodes de fortes hausses ont avivé les craintes sur la sécurité des approvisionnements des pays consommateurs et sur la couverture des besoins énergétiques mondiaux. Les réactions, parfois hystériques, suscitées par la première crise de 1973-1974 ont même évoqué le spectre d'un écroulement des économies occidentales et de la fin de la « civilisation judéo-chrétienne ».

« Les temps de dépression des prix ont, en revanche, suscité un sentiment d'euphorie sur l'abondance des réserves pétrolières mondiales, la réduction des coûts et l'existence d'un excédent durable de l'offre. En dépit du redressement en 1999, ce dernier sentiment prédomine (...)

Pourtant, les anticipations de l'évolution de la demande, de l'offre et des capacités de production nécessaires pour couvrir l'accroissement des besoins mondiaux sont loin d'être rassurantes à l'horizon 2005-2010 et au-delà. » (...)

L'AIE [Agence internationale de l'énegie] envisage un baril à 17 dollars en 2000-2010 (en dollars 1990) et à 25 dollars en 2020 (!)

« Dans un livre intitulé *Quel pétrole pour demain ?*, M. Alain Perrodon, de la firme Petroconsultants, a entrepris une analyse détaillée de l'évolution réelle des réserves. Il remarque que l'exploration est une lutte continuelle entre les techniques et le savoir-faire, d'une part, et l'épuisement inexorable des objets recherchés, d'autre part : le gibier ne se reproduit pas. Si l'efficacité du chasseur s'accroît, ses proies deviennent plus petites et plus rares. Les découvertes pétrolières mondiales ont culminé au début des années 1960 et, depuis, leur volume n'a cessé de décroître. Donc l'abondance actuelle ne devrait en aucune manière être perçue comme un gage de sécurité des approvisionnements.

Nombreux sont les experts indépendants qui partagent ce point de vue. C'est le cas, entre autres, de M. Colin Campbell, de Petrodata Group Company, qui jouit d'une grande autorité. » (...)

2000 **Tom M.L. WIGLEY** (1940) et **David S. SCHIMEL,** éds, ***The Carbon Cycle***, Cambridge, Cambridge University Press, 2000, 292 p.

Une publication qui résulte du 6e Global Change Institute (dont l'idée revient au géophysicien John A. Eddy) tenu à Snowmass, Colorado, en juillet 1993, et organisé par l'Office for Interdisciplinary Earth Studies of the University Corporation for Atmospheric Research (UCAR) (créé en 1988). Voir IPCC, 1996.

2001 France : création de l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC).

ASPO, Association for the Study of Peak Oil&Gas
Association pour l'étude du pic du pétrole et du gaz créée à l'initiative de Colin Campbell.
Président : Kiell Aleklett (professeur de physique à Uppsala University, Suède).
Autres membres fondateurs : Pr Bardi ; Dr Roger Bentley ; Pr Wolfgang Blendinger ; Dr Gerling ; M. Klaus Illum, Prof. Rosa ; Pr Wellmer, Dr Zittel (Campbell, 2005, p. 308).

Mauro BONAIUTI (1962), *La teoria bioeconomica. La « nuova economia » di Nicholas Georgescu-Roegen*, Roma, Carocci editore, 2001, 214 p.

Colin J. CAMPBELL (1931), ***Peak Oil:*** *A Turning for Mankind*, Golden, CO., The M. King Hubbert Center for Petroleum Supply Studies, Hubbert Center Newsletter 2001/2-1, 7 p.

Déclaration d'Amsterdam sur le Changement Global, adoptée à l'issue de la conférence *Global Change Open Science.*
Amsterdam, Pays-Bas, 10-13 juillet 2001, qui rassemble les communautés scientifiques des quatre grands programmes de la recherche internationale sur les transformations de l'environnement planétaire :
International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) ;
International Human Dimensions of Global Change Programme (IHDP) ;
World Climate Research Programme (WCRP) ;
International biodiversity programme DIVERSITAS.

« **Le Système Terre** se comporte comme un unique système auto-régulé comprenant les composantes physiques, chimiques, biologiques et humaines.

Les activités humaines influencent significativement l'environnement terrestre de multiples façons en plus des émissions de gaz à effet de serre et du changement de climat.

On ne peut comprendre le Changement global selon les termes du paradigme des simples relations causes-effets.

2001

Les dynamiques du Système Terre sont caractérisées par des seuils critiques et des changements brusques. Les activités humaines peuvent déclencher par inadvertance de tels changements avec de graves conséquences pour l'environnement terrestre et ses habitants.

Selon certains paramètres clés de l'environnement, le Système Terre s'est déplacé bien au-delà des marges de la variabilité naturelle manifestée depuis le dernier demi-million d'années au moins. La nature des transformations qui surviennent simultanément dans le Système Terre, leurs magnitudes et leurs taux de transformation, sont sans précédent. La Terre fonctionne actuellement selon un état qui n'a pas d'analogue.

On a un urgent besoin d'un cadre de pensée éthique pour la gouvernance mondiale et les stratégies de gestion du SystèmeTerre.

Il faut un nouveau système de pensée pour les sciences de l'environnement global. »

(Traduction de J. Grinevald ; source : « The Amsterdam Declaration on Global Change », 13 juillet 2001 ; http://www.igbp.kva.se/ et in Steffen et al., éds, 2002, p. 207-208).

IPCC, ***Climate Change 2001.***

Synthesis Report. Summary for policymakers, Contributions of the Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 2001.

Changement climatique 2001 : Rapport de synthèse. Résumé à l'intention des décideurs, Evaluation du Groupe d'experts intetgouvernemental sur l'évolution du climat, GIEC, 2001 (disponible en ligne).

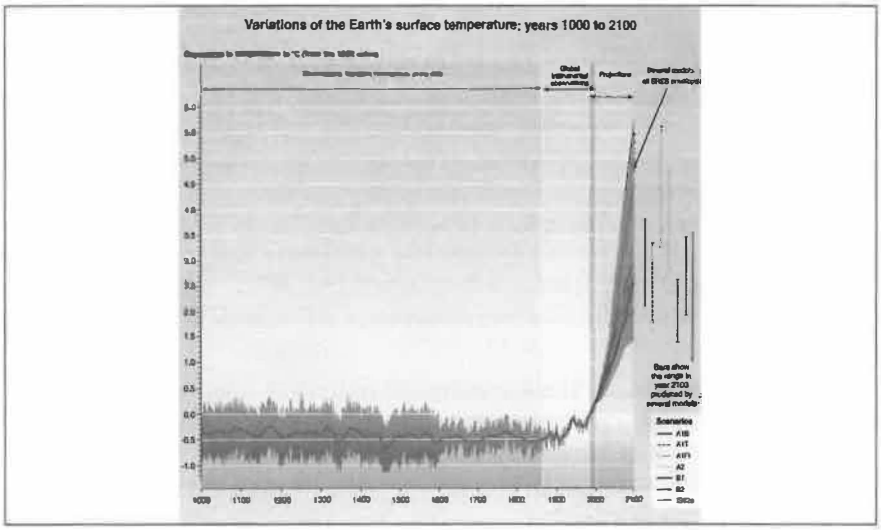


Figure SPM-10b : Variations de la température de la surface de la Terre depuis les années 1000 avec les projections des scénarios pour 2100. A noter que la dérive climatique ne va pas s'arrêter en l'an 2100 !

2001

Kenneth S. DEFFEYES (1931), ***Hubbert's Peak: The Impending World Oil Shortage***, Princeton, Princeton University Press, 2001, 208 p.
(Edition paperback révisée et mise à jour: 2003).

Le géologue pétrolier américain Kenneht S. Deffeyes a bien connu celui qu'il considère comme son maître, Marion King Hubbert, dont il nous explique la méthodologie des « courbes » de découvertes et de productions des hydrocarbures.

Robert DELORS et **François WALTER** (1950), *Histoire de l'environnement européen*, préface de Jacques Le Goff, Paris, Presses universitaires de France, 2001, 352 p.

« La révolution thermo-industrielle », p. 254-265 (référence aux travaux de J. Grinevald).

Lydia DOTTO (1949), *Le ciel nous tombe sur la tête: prenons-nous des risques avec notre climat?*, Montréal, Edtions Berger, 2001, 308 p.
(Trad. de l'anglais: *Storm Warning*).

Ecrivain scientifique, Lydia Dotto connaît bien les travaux de la coopération scientifique internationale dans le domaine des sciences de l'atmosphère et de l'environnement global. Elle avait déjà publié un livre de vulgarisation sur les deux rapports du SCOPE consernant les conséquences environnementales de la guerre nucléaire (l'Hiver nucléaire), et un autre sur « la guerre de l'ozone ».

Eckart EHLERS et **Thomas KRAFFT,** éds, ***Understanding the Earth System: Compartments, Processes and Interactions***, Berlin, Springer-Verlag, 2001, 290 p.

Livre qui fait suite à la conférence internationale organisée par le German National Committee on Global Change Research à Berlin, 24-26 novembre 1999. On y trouve le terme d'ère « anthropozoique » (de Hubbert S. Markl, Président de la Société Max Planck de Munich, 1986) comme précédent au terme « Anthropocène » de Paul Crutzen.

John HOLDREN (1944),« The energy-climate challenge », ***Environment,*** 2001, 43(5), p. 8-21.

Michael KLARE (1942), ***Resource Wars: The New Landscape of Global Conflict***, New York, Metropolitan Books, 2001, 289 p.

Voir Klare, 2004.

Christian LEVEQUE (1940), ***Ecologie. De l'écosystème à la biosphère***, Paris, Dunod, 2001, 502 p.

J'ai écrit tout le bien que je pensais de cet excellent manuel d'introduction générale à la science de l'écologie, plein de pertinentes remarques méthodologiques, épistémologiques et historiographiques, dans: « Ecologie: une exception

2001

française ? », *L'Ecologiste*, avril 2004, 12, p. 36-38. Mon commentaire s'appliquait aussi aux manuels de Robert Barbault, de Roger Dajoz, de Paul Duvigneaud et de François Ramade.

George S. LEVIT (1964), *Biogeochemistry – Biosphere – Noosphere : The Growth of the Theoretical System of Vladimir Ivanovich Vernadsky*, (Studien zur Theorie der Biologie, vol. 4), Berlin, Verlag für Wissenschaft und Bildung, 2001, 116 p.

Ce petit livre, qui s'appuie sur de nombreuses sources russes méconnues ailleurs, résulte d'une thèse entreprise sous la direction de l'éminent géophysiologiste et géomicrobiologiste environnementaliste Wolfgang Krumbein, au département des Bio-, Geo-, and Environmental Sciences de l'Université Carl von Ossietzky d'Oldenburg (Allemagne). Krumbein, avec qui j'ai passé une mémorable soirée à Lutry, sur les rives vaudoises du Léman, en 1990, fait partie du petit cercle des connaisseurs de Vernadsky qui s'intéressent aux relations entre Vernadsky, Teilhard de Chardin et la théorie Gaïa de James Lovelock. Voir Levit, 2000 ; et Levit, Krumbein et Grübel, 2000.

Dominique LORENTZ, ***Affaires atomiques***, préface d'Alexandre Adler, Paris, Editions les arènes, 2001, 604 p.

Une enquête exceptionnelle sur la sombre histoire de la prolifération nucléaire, avec des révélations qui font froid dans le dos. Voir aussi Clarke, 1971 ; Serres, 1972 ; Grinevald, 1984, 1986 ; Bertell, 1985 ; Attali, 1995 ; Cramer, 2002 ; Anders, 2006.

James LOVELOCK (1919), ***GAIA : Une médecine pour la planète***, trad. de Bernard Sigaud, révisée et mise à jour par J. Grinevald, préface de Jacques Grinevald, Paris, Editions Sang de la terre, 2001, 192 p.

Une introduction pédagogique illustrée à la vision « gaïenne » de la Terre, c'est-à-dire à la nouvelle science du système de la Terre que Lovelock appelle la géophysiologie. Voir Lovelock, 1988, 2006.

Urs LUTERBACHER (1944), et **Detlef SPRINZ,** éds, ***International Relations and Global Climate Change***, Cambridge, Mass., MIT Press, 2001, 360 p.

Voir notamment la contribution du grand spécialiste du droit international de l'environnement : Daniel M. Bodansky, « The history of global climate change regime », p. 24-27. Voir Rowlands, 1995 ; Paterson, 1996 ; Miller et Edwards, éds, 2001.

Clark A. MILLER (1968) et **Paul N. EDWARDS** (1957), éds, ***Changing Atmosphere : Expert Knowledge and Environmental Governance***, Cambridge, Mass., MIT Press, 2001, 385 p.

Enfin des études historiques et socio-épistémologiques fouillées sur la construction sociale (comme disent les sociologues) de la science fondamentale et de

2001

l'expertise scientifique dans le domaine de la météorologie et l'évolution climatique. Un livre collectif très sérieux qui aborde les problèmes délicats des relations entre science, culture, politique et relations internationales. Une excellence source pour poursuivre les recherches historiques, socio-épistémologiques et politiques.

John MITCHELL et al., ***The New Economy of Oil.*** *Impacts on Business, Geopolitics and Society*, The Royal Institute of International Affairs, Energy and Environment Programme, London, Earthscan, 2001, 286 p.

Le point de vue « pessimiste » de Campbell et Laherrère (1998) et Campbell (1997) est bien présenté mais l'ensemble de ce livre penche plutôt du côté des critiques du pessimisme récurrent depuis la crise des années 1970. Les arguments économiques, technologiques et géopolitiques dominent ici tandis que les arguments proprement écologiques (« Climatic change », p. 218-238) sont à mon sens sous-estimés et à vrai dire mal compris.

Report of the National Energy Policy Development Group, ***National Energy Policy,*** Washington, The White House, mai 2001, 170 p.

Ce fameux « Rapport Cheney » définit la nouvelle stratégie énergétique de l'Administration Bush (junior). Il souligne la nécessité d'accroître la production énergétique mondiale et la sécurité des approvisionnements. Les Etats-Unis étant dans une dépendance de plus en plus dangereuse vis-à-vis des importations de pétrole brut, surtout du Golfe Persique, cette double nécessité constitue une priorité commerciale et stratégique pour la sécurité nationale des Etats-Unis. Aucune remise en question de l'*American way of life*, et encore moins de l'*American way of war !*

Will STEFFENS (1947) et **Peter TYSON,** éds, ***Global Change and the Earth System: A planet under pressure***, The Global Environmental Change Programme, Stockholm, IGBP Secretariat, « IGBP Science 4 », 2001, 34 p.

Rapport de synthèse très accessible qui présente la nouvelle approche intégrée des sciences du système Terre et introduit le concept de « l'ère de l'Anthropocène » : « The extent to which human activities are influencing or even dominating many aspects of Earth's environment and its fonctioning has led to suggestions that another geological epoch, the *Anthropocene Era* (Paul Crutzen and Eugene Stoermer have coined the term Anthropocene to describe the present era, in which human activities have become a significant force in the dynamics of the Earth System), has begun... » (p. 11)

Ce rapport souligne le fait que le défi que représente la compréhension de l'évolution actuelle du système Terre, avec cette forte composante humaine, implique non seulement une science des systèmes mais aussi un nouveau système de sciences, dépassant notamment les frontières disciplinaires entre les sciences naturelles et les sciences sociales (p. 23).

2001 **David G. VICTOR,** *The Collapse of the Kyoto Protocol and the Struggle for Slow Global Warming*, A Council on Foreign Relations Book, Princeton, Princeton University Press, 2001, 178 p.

Ce livre d'un brillant politologue américain, expert en relations internationales, a été écrit avant le 11 septembre 2001. Voir Victor et Clark, 1991.

11 septembre 2001
Dix ans après la guerre du Golfe, les Etats-Unis subissent les plus terribles attentats menés par la mouvance islamiste radicale issue de l'Arabie Saoudite, son alliée dans la violence de l'addiction au pétrole.
Après avoir encouragé le fondamentalisme islamique contre les communistes, le complexe militaro-industriel américain va immédiatement déclarer « la guerre contre le terrorisme ». (Rien à voir avec « la guerre pour le pétrole » ?)

2002 **ASPO**
1er International Workshop on Oil Depletion, Uppsala University, Suède, 23-25 mai 2002 (voir Campbell, 2005, p. 307-309).

Roger W. BENTLEY, « Global oil and gas depletion : an overview », ***Energy Policy***, 2002, 30(3), p. 189-205.

Voir aussi R.W. Bentley, *Global oil and gas depletion – an open letter to the energy modelling community*, Reading, The Universitty of Reading, U.K., Department of Cybernetics, 31 octobre 2005, 41 p. (disponible en ligne).

Colin J. CAMPBELL lance un protocole sur la déplétion pétrolière.
Dénommé l'année suivante le Protocole de Rimini (voir Campbell, 2005, p. 312-313 ; et communication personnelle).

Ben CRAMER (1955), ***Le nucléaire dans tous ses états***. *Les enjeux nucléaire de la mondialisation*, Paris, Alias, 2002, 183 p.

(Communication personnelle). Contient une intéressante chronologie, depuis 1953, de la prolifération nucléaire, et surtout une analyse dévastatrice des illusions savamment entretenues qui masquent les réalités du nucléaire aussi bien civil que militaire. L'humour (noir) de cet auteur, qui est un chercheur iconoclaste bien informé, permet au lecteur d'achever la lecture de ce réquisitoire sans sombrer dans la mélancolie, bien au contraire de retrouver l'énergie du désespoir. Voir Attali, 1995 ; Lorentz, 2001.

Paul J. CRUTZEN (1933), **« Geology of Manking : "The Anthropocene" »,** ***Nature***, (3 janvier) 2002, 415, p. 23 ; trad. fr. avec un addendum (par J. Grinevald, avec l'assistance d'Anaïs Rouveyrol), « La géologie de l'humanité : l'Anthropocène », *Ecologie & Politique*, 2007, 34, p. 145-150.

2002

Voir Crutzen et E. F. Stoermer, 2000 ; Grinevald, 1991, 2005 ; Ehlers et Krafft, éds, 2006.

Jean-Pierre DUPUY (1941), ***Pour un catastrophisme éclairé:*** *quand l'impossible devient certain*, Paris, Editions du Seuil, 2002, 216 p.

« Polytechnicien défroqué », comme il s'est présenté lui-même dans son livre le plus autobiographique (*Ordres et désordres, enquête sur un nouveau paradigme*, Paris, Seuil, 1982), Jean-Pierre Dupuy a été l'un des collaborateurs d'Ivan Illich, avant de faire le tour de l'histoire de la cybernétique et de l'épistémologie des sciences cognitives, puis de revenir à la critique radicale de la société industrielle développée par Illich et l'écologie politique. Ami de longue date, Dupuy est un excellent guide pour toutes les questions d'épistémologie et de philosophie morale et politique liées à la prise de conscience de la dérive catastrophique de notre civilisation « moderne ». Voir Illich, 1973 ; Jonas, 1979.

Martin I. HOFFERT et al. (17 coauteurs), « Advanced technology paths to global climate stability : energy for a greenhouse planet », *Science*, (1er novembre) 2002, 298, p. 981-987.

Les technologies nouvelles ne manquent pas ! Mais les solutions sont-elles à chercher seulement du côté de la technique ? Amory Lovins avait une formule à la Woody Allen : « La technique est la réponse, mais quelle est la question ? »

Mark Z. JACOBSON (1965), *Atmospheric Pollution : History, Science, and Regulation*, Cambridge, Cambidge University Press, 2002, 399 p.

Le manuel le plus complet que je peux recommander pour préparer un cours sur les sources historiques et les fondements scientifiques des problèmes modernes de notre environnement atmosphérique.

Jean-Marc JANCOVICI (1962), ***L'avenir climatique.*** *Quel temps ferons-nous ?*, Paris, Editions du Seuil, 2002, 286 p.

L'expert français le plus pédagogue, le plus sérieux et en même temps le plus humoriste que j'ai rencontré dans les débats sur l'énergie et le climat. Voir Le Treut et Jancovici, 2004 ; Jancovici et Grandjean, 2006.

Andrei G. LAPENIS, « Directed evolution of the biosphere : biogeochemical selection of Gaia ? », *The Professional Geographer*, 2002, 54(3), p. 379-391.

Une étonnante étude historique sur l'idée de biosphère comme processus d'évolution qui ravive la mémoire de quelques pionniers russes, dont Vernadsky (1926) et Kostitzin (1935).

2002 **Robert L. NADEAU** (1944), ***The Wealth of Nature: How Mainstream Economics Has Failed the Environment***, New York, Columbia University Press, 2002, 253 p.

Un superbe exemple d'interdisciplinarité sur ce sujet capital : pourquoi la science économique dominante est-elle incapable de voir et de résoudre le problème de l'environnement, comme l'avait vu Georgescu-Roegen ? Voir Georgescu-Roegen, 1971, 1995 ; Mayumi et Goody, éds, 1999.

National Research Council, ***Abrupt Climate Change: Inevitable Surprises,*** Committee on Abrupt Climate Change, Washington, National Academy Press, 2002, 175 p.

Jeremy RIFKIN (1945), *The Hydrogen Economy : The Creation of the Worldwide Energy Web and the Redistribution of Power on Earth*, New York, Tarcher and Putnam, 2002 ; trad. fr. : ***L'Economie hydrogène. Après la fin du pétrole, la nouvelle révolution économique,*** Paris, Editions La Découverte, 2002, 334 p.

Ce nouveau bestseller de l'hérétique américain Jeremy Rifkin, figure très médiatique également en Europe, commence plutôt bien : il vulgarise les thèses des géologues pétroliers de l'ASPO, mais poursuit et se termine avec une véritable utopie, une sorte de nouvelle religion sotériologique appelée « l'économie de l'hydrogène », comme si l'hydrogène était une source d'énergie primaire équivalente à l'actuelle abondance pétrolière ! L'hydrogène n'est tout simplement pas une énergie primaire et ne peut donc être comparable au pétrole brut. C'est une fausse bonne idée, comme disent les critiques, qui sont souvent aussi simplement de bons thermodynamiciens.

Vaclav SMIL (1943), ***The Earth's Biosphere:*** *evolution, dynamics, and change*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2002, 346 p.

Première grande synthèse sur l'histoire des découvertes et des idées scientifiques qui conduisent à la conception moderne des cycles biogéochimiques du système planétaire que Vernadsky nomme, à la suite de Suess, *La Biosphère*. La bibliographie de Smil est assez différente de la mienne. Son optimisme historique souligne notre divergence philosophique.

Mitchell THOMASHOW (1950), ***Bringing the Biosphere Home:*** *Learning to Perceive Global Environmental Change*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2002, 244 p.

Pour une pédagogie biosphérique. Cite Vernadsky, 1998.

Mathis WACKERNAGEL (1962) et al., « Tracking the ecological overshoot of the human economy », *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 2002, 99(14), p. 9266-9271 ; trad. fr. : « Le dépassement des limites de la planète », ***L'Ecologiste***, 2002, 3(2), p. 31-36.

2002

Il s'agit des limites de la Biosphère actuelle, humainement habitable. Une importante synthèse scientifique à l'échelle planétaire des récentes évaluations environnementales mondiales qui montre, chiffres et graphiques à l'appui, que le développement économique mondial (largement dominé par le monde industrialisé) a déjà dépassé, globalement, la capacité de charge (difficile à préciser) de l'ensemble des écosystèmes de la Biosphère, y compris donc de son enveloppe atmosphérique. Conclusion similaire dans le rapport d'évaluation environnementale du Millenium (en ligne).

Michael WILLIAMS (1935), ***Deforesting the Earth: From Prehistory to Global Crisis***, Chicago, University of Chicago Press, 2002, 689 p.

La synthèse la plus complète, qui fait autorité. Une somme magistrale. Jusqu'en 1950, la déforestation est la principale cause de la rupture, à partir du milieu du XIX^{e} siècle et donc de la révolution thermo-industrielle, de l'équilibre séculaire du cycle du carbone à l'origine de la dérive anthropogénique de l'effet de serre et donc du réchauffement climatique de la Biosphère. Voir Woeikof, 1901.

2003

2^{e} International Workshop on Oil Depletion (ASPO), Paris, Institut Français du Pétrole, 26-27 mai 2003.

Pascal ACOT (1942), *Histoire du climat*, Paris, Perrin, 2003, 309 p.

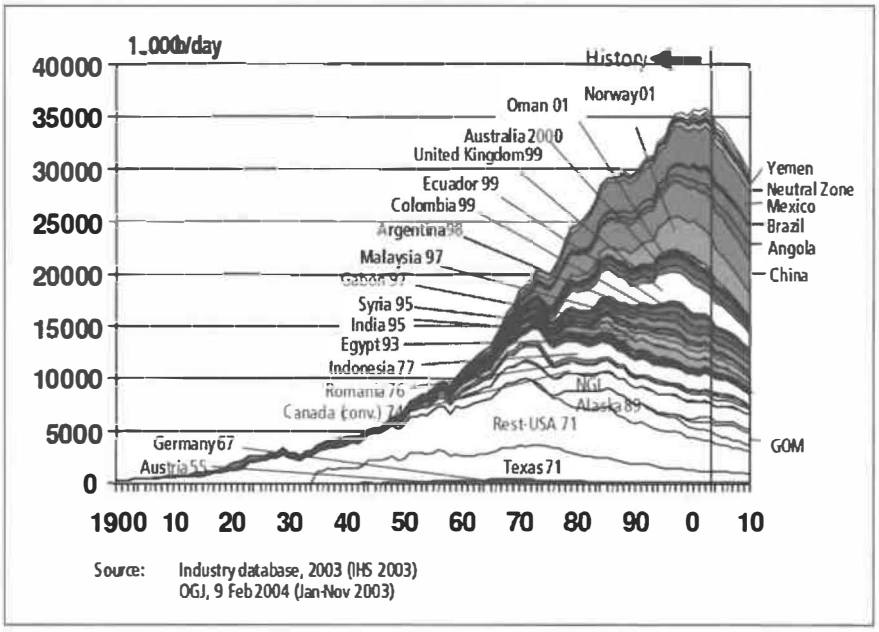
Voir Acot, 2006.

Michel BERNARD (1958), **Vincent CHEYNET** (1966) et **Bruno CLEMENTIN** (1950), éds, ***Objectif Décroissance. Vers une société harmonieuse***, Paris, Parangon/L'Aventurine ; Montréal (Québec), Les Editions Ecosociété 2003, 217 p.

« Celui qui croit qu'une croissance exponentielle peut continuer indéfiniment dans un monde fini est un fou, ou un économiste. »

Ce livre rassemble des recherches publiées dans le journal *Silence*, à Lyon, depuis 1982, et qui anime le débat sur l'écologie, la non-violence, la simplicité volontaire, la convivialité et les alternatives sociales, technologiques et économiques. Ce livre a été publié à l'occasion du premier colloque français sur la « décroissance soutenable », organisé par *Silence* en association avec les *Casseurs de pub* (association qui publie une revue du même nom) dans la grande salle de la Mairie de Lyon, les 26-27 septembre 2003. Cet événement, qui attira du monde, quelques chercheurs étrangers et quelques journalistes, contribua au lancement du thème de « la décroissance » sur la scène politico-médiatique. L'argument du pic de Hubbert (pour la production pétrolière mondiale) fut présenté en complément des thèses de Nicholas Georgescu-Roegen (1979, 1995), considéré comme le père fondateur et dont le portrait se trouvait au centre de l'affiche du colloque, laquelle portait aussi les noms de quelques orateurs, en l'occurrence Serge Latouche, Pierre Rabhi et Jacques Grinevald...

2003



Paul CRUTZEN (1933) et **Will STEFFEN** (1947), «How long have we been in the Anthropocene era ? », ***Climatic Change,*** 2003, 61, p. 251-257.

Voir Crutzen et Stoermer, 2000 ; Crutzen, 2002 ; Steffen et al., 2004 ; Grinevald, 2005.

Jean-Louis FELLOUS (1947), ***Avis de tempête. La nouvelle donne climatique***, préface de Gérard Mégie, Paris, Editions Odile Jacob, 2003, 337 p.

L'auteur, un géophysicien chevronné, a été président du Comité mondial des satellites d'observation de la Terre (créé en 1984) et secrétaire du Comité national français des recherches sur les changements globaux. Une bonne mise au point sur la coopération scientifique internationale dans le domaine de l'environnement planétaire.

Marina FISCHER-KOWALSKI (1946), « On the history of industrial metabolism », p. 35-45 in Dominique Bourg et Suren Erkman, eds., ***Perspectives on Industrial Ecology***, Sheffield, Greenleaf Publishing, 2003, 384 p.

(Communication personnelle). Marina Fischer-Kowalski, professeur à l'Institut pour l'écologie sociale de la Faculté pour les études interdisciplinaires de l'Université Klagenfurt à Vienne (Autriche), fait partie des membres fondateurs de l'International Society for Ecological Economics. Voir Fischer-Kowalski, 1998.

2003 **Alain GRAS** (1941), ***La fragilité de la puissance: se libérer de l'emprise technologique***, Paris, Fayard, 2003, 310 p.

Le chap. 1 s'intitule: « Naissance de la civilisation thermo-industrielle. Un chemin qui ne mène nulle part ? ». Ami de longue date, Alain Gras est l'un des rares philosophes et sociologues de la technique qui ose s'aventurer dans la critique du mythe de la croissance et des illusions ethnocentriques de la modernité industrielle. Il prend ici au sérieux les implications anthropologiques de « la courbe de Hubbert » et met clairement en évidence la discontinuité socio-écologique de la révolution thermo-industrielle de l'âge des combustibles fossiles. Spécialiste de « la sociologie des ruptures », Alain Gras a rejoint dès la première heure le mouvement pour la décroissance.

Jacques GRINEVALD, « Le débat sur l'effet de serre: pourquoi cette chaleur et ce climat d'incertitude ? », in B. Lachal et F. Romerio, éds, *L'énergie, controverses et perspectives,* Université de Genève, Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie (CUEPE), 2003a, p. 77-106.

Contribution historico-critique comportant une importante bibliographie raisonnée, incluant les principaux documents officiels et un échantillon de la littérature des « sceptiques ».

« Note sur la spécificité d'une dynamique civilisationnelle », p. 75-97 in Christian Coméliau, éd., ***Brouillons pour l'avenir:*** *Contributions au débat sur les alternatives*, Nouveaux Cahiers de l'IUED, 14, Genève, IUED, Paris, Presses universitaires de France, 2003, 258 p.

Texte proche d'une autobiographie intellectuelle: *« En hommage amical à Armand Petitjean, philosophe et prophète de l'exode de l'Occident, à l'occasion de son 90e anniversaire, le 5 juin 2003. »*

Richard HEINBERG, ***The Party's Over: Oil, War and the Fate of Industrial Societies***, Foreword by C.J. Campbell, Gabriola Island, Canada, New Society Publishers, 2003, 275 p.

Voir aussi Campbell, 1997 ; Youngquist, 1997 ; Deffeyes, 2001 ; Cochet, 2005 ; Kunstler, 2005 ; Laurent, 2006 ; Strahan, 2007.

Jean JOUZEL (1947), « Climat du passé (400 000): des temps géologiques à la dérive actuelle », *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences (Géosciences)*, 2003, 335, p.5 09-524.

Andrew H. KNOLL (1951), « The geological consequences of evolution », ***Geobiology***, 2003, 1, p. 3-14.

« The idea that life itself constitutes a suite of geologically important processes is much more recent, surfacing early in the last century in the writings of Vernadsky

2003

(1926) and, more recently (and famously), in James Lovelock's (1979) conception of Gaia.» (p. 3)

«Geobiologists must root their research in comparative biology, especially the physiological reactions that underpin metabolism. We must understand how biological and physical processes interact in the Earth system and, if we are to explore geobiology in Earth history (surely a grand theme of the Earth sciences), link systems ecology and population genetics more successfully than we have to date. (...)

Earth is a biological planet, but not a planet formed (pace Lincoln) by the biota of the biota and for the biota. Rather we live on a planet that was habitable when life first emerged and which has remained habitable through the complex and incompletely understood interactions of biological and other components of the Earth system. That is not quite the world that James Hutton envisaged. In our modern worldview, biology is no more static than the land and sea in Hutton's conception. But it is certainly in the spirit of his *Theory of the Earth*.» (p. 12)

Ce texte dérive d'un exposé donné à la conférence «Earth System Processes» organisée par la Geological Society of America et la Geological Society of London à Edimbourg, en juin 2001. Il confirme la pertinence de la relecture de l'histoire de la théorie de la Terre selon la tradition qui va de James Hutton à James Lovelock, et retour (Grinevald, 1987, 1988, 1991).

Life on a Young Planet: *The First Three Billion Years of Evolution on Earth*, Princeton, Princeton University Press, 2003, 277 p.

Professeur d'histoire naturelle à Harvard, ancien étudiant d'Elso Barghoorn (1915-1984), «le père de la paléontologie du Précambrien», Knoll retrace dans ce livre très pédagogique l'évolution biogéologique de la Terre. Un beau livre qui aide à comprendre qu'on n'altère pas impunément la stabilité des grands cycles naturels du système Terre.

Bernard LACHAL (1952) et **Franco ROMERIO** (1954), éds, ***L'énergie, controverses et perspectives,*** Genève, Université de Genève, Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie, 2003, 411 p.

(Georges Gorin, «Pétrole et gaz naturel: jusqu'à quand? Le point de vue du géologue», p. 51-63; Fritz Gassmann, «Dynamique du climat global – Le message de la complexité», p. 107-112; Béatrice Quenault, «Engagements futurs et mécanismes de marché dans la lutte contre les changements climatiques: une mise en perspective des négociations autour du Protocole de Kyoto», p. 113-119; Benjamin Dessus, «Les défis énergétiques du développement», p. 177-191; Grinevald, 2003.)

Jerry M. MELILLO, Christopher B. FIELD et **Bedrich MOLDAN,** éds, ***Interactions of the Major Biogeochemical Cycles : Global Change and Human Impacts***, SCOPE 61, Washington, Island Press, 2003, 357 p.

Voir aussi Field et Raupach, éds, 2004.

2003 **William F. RUDDIMAN** (1943), «The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago», *Climatic Change*, 2003, 61(3), p. 261-293. (Et «The early anthropogenic hypothesis a year later: an editorial reply», *Climatic Change*, 2005, 69(2-3), p. 427-434).

Argument développé dans un livre pour le grand public: Ruddiman, 2005. Une thèse très controversée, difficilement soutenable du point de vue de la chronologie de l'Anthropocène ou de la révolution thermo-industrielle (depuis le milieu du XIX^{e} siècle). Voir Petit et al., 1999; EPICA members, 2004; Crutzen et Stoermer, 2000; Crutzen, 2002; Steffen et al., 2004; Jouzel et Debroise, 2007; et surtout la critique de Broecker et Stocker, 2006.

Peter SCHWARTZ et **Doug RANDALL, *Imagining the Unthinkable:*** *An Abrupt Climate Change Scenario and its Implications for U.S. National Security*, 2003, 33p.; trad, fr.*: Rapport secret du Pentagone sur le changement climatique*, Paris, Editions Allia, 2006, 68 p.

Ce rapport n'est pas vraiment un secret défense, puisqu'on le trouve en ligne sur le Web ! Il mérite d'être lu non pour son contenu scientifique et géopolitique, assez discutable (en 2004 Hollywood a produit un film encore plus catastrophiste, en accéléré pour ainsi dire: *The Day After Tomorrow*), mais pour son catastrophisme qui prend très au sérieux les risques politiques du réchauffement planétaire et ses conséquences sur le bouleversement imprévisible des climats de la Terre. Ce n'est pas la première fois que des experts de la sécurité nationale des USA se penchent sur la menace climatique. Peu importe, en somme, le scénario retenu, en l'occurrence un scénario catastrophe pour l'Occident industriel qui rappelle certains rapports alarmistes de la CIA dans les années 1970, comme *The Weather Conspiracy. The Coming of the New Ice Age* (New York, Ballantine Books, 1977).

Vaclav SMIL (1943), ***Energy at the Crossroads:*** *Global Perspectives and Uncertainties*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2003, 427 p.

Un panorama mondial très complet qui souligne les menaces à venir. Sceptique vis-à-vis d'un prochain changement radical d'attitudes envers la croissance économique, et donc la demande, mais moins pessimiste sur l'offre que les membres de l'ASPO ! V. Smil a l'insigne mérite de posséder une large vision de l'histoire humaine intégrée dans l'évolution de la Biosphère. Il me semble cependant un tantinet trop optimiste. Voir Smil, 1991, 1997.

Roland TROMPETTE, *La Terre: Une planète singulière*, Paris, Belin-Pour la Science, 2003, 303 p.

Ouvrage très pédagogique qui offre une solide initiation au point de vue actuel des sciences du système Terre et de l'Univers. La quatrième et dernière partie traite de l'évolution de la Biosphère, discute l'hypothèse Gaïa et l'hypothèse de la Terre boule-de-neige *(snowball Earth)* dans la dernière période du Néoprotérozoïque (il y a 1000 à 550 millions d'années), mais passe comme chat sur braise à l'endroit

2003 de la révolution thermo-industrielle et ignore encore le terme d'Anthropocène. Ce sera sans doute pour une deuxième édition. L'auteur propose une intéressante bibliographie pour le lecteur français.

Spencer R. WEART (1942), ***The Discovery of Global Warming***, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 2003, 228 p.

Un livre historique qui fait autorité, parce qu'il est écrit par un physicien devenu grand spécialiste des aventures de la physique nucléaire du XX^{e} siècle et directeur du Center for History of Physics de l'American Institute of Physics. Les travaux de mon collègue Weart sur l'histoire de l'effet de serre distinguent bien la relative nouveauté de «la découverte du réchauffement planétaire» dans le contexte scientifico-politique américain de la Guerre froide. A mon sens, il y a un certain biais géophysique dans cette approche, mais il est amplement justifié par l'importance des géophysiciens (et des géochimistes) dans cette découverte scientifique aux implications politiques aussi gigantesques que l'invention de la bombe atomique. Weart n'ignore pas les controverses sur les aspects biologiques et proprement biosphériques du cycle du carbone, mais le lecteur de sensibilité écologique reste un peu sur sa faim. La réception de cette découverte parmi les économistes, les juristes et les diplomates n'entre pas dans le cadre bien précis de ce livre. Ma propre perspective est un peu plus large et insiste davantage sur la rupture de la révolution thermo-industrielle et sa fulgurante croissance à l'échelle du monde. Il faut absolument consulter le site Web créé par Spencer Weart, il est régulièrement mis à jour.

2004 ASPO, International Workshop on Oil&Gas Depletion, Berlin, 25-26 mai 2004.

Edouard BARD (1962), «Greenhouse effect and ices ages: historical perspective (Effet de serre et glaciations, une perspective historique)», ***Comptes Rendus de l'Académie des Sciences (Géosciences)***, 2004, 336, p. 603-638. (en ligne).

Excellent article, en français et en anglais (à partir de la p. 616), qui développe avec plus de détails et de précisions «l'histoire de l'effet de serre» (Grinevald, 1992) essentiellement dans le contexte de la théorie glaciaire du XIX^{e} siècle. Edouard Bard, qui est né dans la cité d'Horace-Bénédict de Saussure, est aujourd'hui titulaire de la chaire «Evolution du climat et de l'océan» au Collège de France. J'ai personnellement admiré ses talents de savant et de pédagogue à l'occasion de sa remarquable conférence sur «Les influences astronomiques sur le climat», le 14 novembre 2006, dans le cadre du 12^{e} Colloque Wright pour la Science – qui avait pour thème en 2006: «(r)évolution climatique?» – à l'Université de Genève.

«Neuf clés pour comprendre l'effet de serre», *La Recherche*, 2004, «Les dossiers de la Recherche», n° 17, p. 8-13.

2004

Pierre-René BAUQUIS (1941) et **Emanuelle BAUQUIS** (1973), ***Comprendre l'avenir: pétrole & gaz naturel***, préface de Hubert Reeves, Strasbourg, Editions Hirle, 2004, 149 p.

Un beau livre, illustré et grand format, qui offre un large tour d'horizon, très didactique et donc parfois un peu trop simple, écrit par un expert chevronné avec sa fille. Pierre-René Bauquis connaît parfaitement le monde des « hommes du pétrole ». Il a travaillé à l'Institut français du pétrole (IFP) et trente années dans le groupe TOTAL. (Voir www.pierrerenbauquis.com). Dans un récent débat, dans lequel je rappelais que le monde des pétroliers avait fait obstruction dans le problème de l'effet de serre, Pierre Bauquis a reconnu que mes propos correspondaient, hélas, à la vérité !

Robert A. BERNER (1935), *The Phanerozoic Carbon Cycle: CO_2 and O_2*, New York, Oxford University Press, 2004, 150 p.

A l'échelle de l'évolution biogéologique de la Terre, le cylce du carbone est tout sauf stable ! Mais ce n'est pas l'échelle de l'historique des civilisations humaines ! Voir Berner, 1995 ; Berner et Berner, 1995 ; Beerling, 2007.

Jean-Marie CHEVALIER (1941), ***Les grandes batailles de l'énergie,*** Paris, Gallimard, coll. « Folio », 2004, 472 p.

Sous-titre qui n'apparaît pas sur la couverture : « Petit traité d'une économie violente ». Préface de Claude Mandil, directeur exécutif de l'Agence internationale de l'énergie. Avant-propos de Joseph Stanislaw, président du Cambridge Energy Research Associates. Un panorama complet et nuancé de la géopolitique de l'énergie (il faudrait dire, en l'occurrence, des énergies, même si le pétrole se taille la part du lion aujourd'hui. Professeur d'économie à l'université Paris-Dauphine, où il dirige le Centre de géopolitique de l'énergie et des matières premières, Jean-Marie Chevalier est un expert chevronné, aujourd'hui sensible aux risques climatiques, surtout parce que cette nouvelle variable va de plus en modifier le contexte des politiques énergétiques. Ce sympathique économiste, avec qui j'ai eu le plaisir de dialoguer lors d'un débat sur l'avenir du pétrole, n'entre malheureusement pas dans le débat – bien plus alarmiste que celui des réserves d'hydrocarbures – sur l'évolution anthropogénique accélérée de notre Biosphère. Ce livre largement accessible est une solide introduction, avec une remarquable mise en perspective historique (qui n'est pas exactement la mienne).

Cutler J. CLEVELAND (1956), éd., ***Encyclopedia of Energy***, Amsterdam, Elsevier, 2004, 6 vols.

C.J. Cleveland, spécialiste des questions énergétiques, est l'un des membres fondateurs de l'International Society for Ecological Economics. Voir Cleveland, 1987.

Benjamin DESSUS (1950) et **Laurence TUBIANA** (1951), éds, ***Climat, Energies: Eviter la surchauffe***, Paris, Courrier de la Planète n° 72 – Cahiers de Global Chance, n° 19, 2004, 67 p.

2004

(Communication personnelle). Ces deux excellents magazines font, comme d'habitude, œuvre de salut public. Benjamin Dessus est, depuis des années, l'un des meilleurs animateurs du difficile débat démocratique, en France, sur les grands choix politiques de société en matière d'énergie, de climat et d'environnement. Il a publié plusieurs livres très accessibles sur cette problématique. Laurence Tubiana est titulaire de la chaire Développement durable de Sciences Po et directrice de l'Institut du développement durable et des relations internationales. Voir aussi *Climat : Comment éviter la surchauffe ?*, Paris, Pour la Science, Dossier n° 54, janvier-mars 2007, 119 p.

EPICA Members, « Eight glacial cycles from an Antarctic ice core », ***Nature***, 2004, 429, p. 623-628.

Très important résultat de paléoclimatologie du European Project for Ice Coring in Antarctica (EPICA), qui regroupe des équipes de recherche d'une dizaine de pays européens. Cet article présente une confirmation magistrale des oscillations glaciaires-interglaciaires sur les huit derniers cycles de 100 000 ans (le double de l'ancien résultat : Petit et al., 1999), retraçant ainsi plus de 800 000 ans de l'histoire climatique de la Terre et démontrant, sans l'ombre d'un doute, que la situation actuelle des niveaux de gaz à effet de serre dans l'atmosphère dépasse incontestablement les cycles naturels du Quaternaire. Voir Jouzel et Debroise, (2004) 2007. Jean Jouzel est l'un des scientifiques de ce projet de recherche européen, auquelle participe aussi l'équipe suisse de l'Université de Berne (Stauffer et Stocker). Le film d'Al Gore (2006) a utilisé ce tout récent résultat spectaculaire d'une manière pédagogique remarquable. Voir Broecker et Stocker, 2006 ; Jouzel et Debroise, (2004) 2007.

Christopher B. FIELD et **Michael R. RAUPACH,** éds, ***The Global Carbon Cycle : Integrating Humans, Climate, and the Natural World***, SCOPE 62, Washington, Island Press, 2004, 526 p.

Après le 3e rapport de l'IPCC (2001), ce 62e rapport SCOPE fait très clairement le point des connaissances actuelles sur le cycle du carbone mais la dimension socio-économique laisse à désirer. Hélas, ici, le seul historien de la Révolution industrielle cité est Fernand Braudel ! Le dialogue interdisciplinaire avec les sciences sociales, les historiens du développement économique et les économistes serait-il encore un dialogue de sourds ? Chris Field, biologiste de formation, est le directeur, depuis 2002, du département d'écologie globale de la Carnegie Institution de Washington à l'Université de Stanford, en Californie. C'est un grand expert du cycle biogéochimique du carbone et de sa perturbation humaine accélérée. Voir Melillo, Field et Moldan, éds, 2003.

Ross GELBSPAN (1940), ***Boiling Point :*** *How Politicians, Big Oil and Coal, Journalists, and Activists Are Fueling the Climate Crisis – and What You Can Do to Avert Disaster*, New York, Basic Books, 2004, 254 p.

2004

Journaliste d'investigation, Gelbspan est une source sérieuse (je l'ai rencontré en 1996, à Genève, lors de la présentation d'une rapport « sceptique » : *The Global Warming Debate*, publié par le curieux European Science and Environment Forum) pour qui veut comprendre comment de puissants intérêts financiers et industriels alimentent des controverses pseudo-scientifiques. Voir Gelbspan, 1997.

David GOODSTEIN (1939), *Out of Gas : The End of the Age of Oil*, New York, Norton, 2004 ; trad. fr. : ***Panne sèche : la fin de l'ère du pétrole***, Paris, Buchet-Chastel, coll. « Ecologie », 2005, 157 p.

Petit livre de vulgarisation scientifique dont la perspective historique (assez cavalière mais fondamentalement juste à mon sens) remonte au mémoire de 1824 de Sadi Carnot et aux principes de la thermodynamique, que l'auteur, qui est un éminent physicien, maîtrise parfaitement. D. Goodstein, professeur de physique au fameux Caltech (California Institute of Technology), résume bien son analyse du pic de Hubbert pour le monde dans un excellent film documentaire de 2006 : *The Oil Crash* (www.oilcrashmovie).

John GRACE, « Presidential address : Understanding and managing the global carbon cycle », ***Ecology***, 2004, 92, p. 189-202.

Le professeur John Grace, directeur de l'Institut des sciences atmosphériques et environnementales de l'Université d'Edimbourg, est l'auteur de l'article sur « le cycle du carbone » dans *The Encyclopedia of Biodiversity* (New York, Academic Press, 2000, vol. 1, p. 609-628).

Didier HAUGLUSTAINE, Jean JOUZEL et **Hervé LE TREUT, *Climat : chronique d'un bouleversement annoncé,*** Paris, Editions Le Pommier, coll. « Le collège de la cité », 2004, 192 p.

Jean JOUZEL (1947) et **Anne DEBROISE, *Le Climat : un jeu dangereux***, Paris, Dunod, 2004, 212 p.

Voir la nouvelle édition 2007 mise à jour (qui tient compte du 4e rapport du GIEC).

Coprésident du Goupe de travail I (science) de l'IPCC, Jean Jouzel est un spécialiste de l'étude des archives glaciaires de l'Antarctique qui a permis de prouver la corrélation entre les variations du CO_2 (et du méthane) et de la température de l'atmosphère à la surface de la Terre. Jamais, depuis plus de 600 000 ans, la teneur en CO_2 n'avait dépassé, comme aujourd'hui, la valeur préindustrielle de l'Holocene (environ 280 ppm). Voir EPICA, 2004.

« Le rôle du scientifique est d'alerter les décideurs lorsqu'un problème aux conséquences potentiellement dangereuses est identifié. Sur le dossier climat, la communauté scientifique a joué son rôle. En une dizaine d'années, les politiques ont pris conscience du danger juqu'à affirmer comme l'a récemment fair Sir David King, conseiller scientifique de Tony Blair, que « le changement climatique est le plus grave problème auquel nous sommes confrontés aujourd'hui – plus sérieux même que la menace terroriste. » (p. 199)

2004 **David A. KING** (1939), *« Policy Forum Environment:* Climate change science : adapt, mitigate, or ignore ? », ***Science,*** (9 janvier) 2004, 303, p. 176.

La grande presse a relevé cette déclaration de Sir David A. King, le conseiller scientifique en chef du Premier ministre britannique Tony Blair :

« Le changement du climat est le plus grave problème auquel nous sommes confrontés aujourd'hui – il est même plus grave que la menace du terrorisme. »

Michael KLARE (1941), ***Blood and Oil: The Dangers and Consequences of America's Growing Petroleum Dependency***, New York, Henry Holt, 2004, 265 p.

Voir Klare, 2001.

Axel KLEIDON, « Beyond Gaia : thermodynamics of life and Earth system functioning », ***Climatic Change***, 2004, 66, p. 271-319.

Voir Kleidon in Schneider et al., éds, 2004 ; Kleidon et Lorenz, éds, 2005.

Benoît LAMBERT (1964), ***Cyclopolis, ville nouvelle:*** *Contribution à l'histoire de l'écologie politique*, Genève, Georg, coll. « Stratégies énergétiques, Biosphère et Société », 2004, 285 p.

« Mes remerciements vont en premier lieu au Professeur Ivo Rens pour une direction très attentive de cette étude et au Dr Jacques Grinevald pour en avoir largement inspiré l'approche multidisciplinaire. Sans leur soutien, leurs enouragements, mais également leur rigueur intellectuelle, ce travail n'aurait pu être mené à terme avec la motivation qui fut la nôtre. »

Un vaste panorama international du mouvement cyclo-écologiste et pour la modération du trafic automobile. Un mouvement dont les racines idéologiques se mêlent à celles des critiques de l'urbanisme moderne et de l'idéologie de l'industrialisation. Un inventaire pratique des alternatives « douces » qui s'opposent à la voie « dure » de la motorisation et de l'invasion des 4 x 4 et des grosses cylindrées dans les villes, dans la publicité et le marché mondial de l'automobile.

Hervé LE TREUT (1956) et **Jean-Marc JANCOVICI** (1962), ***L'effet de serre: Allons-nous changer le climat ?***, Nouvelle édition revue et augmentée, Paris, Flammarion, coll. « Champs », 2004, 223 p.

En France, ces deux auteurs font partie des experts les plus sérieux, mais leur plus grand mérite n'est pas tant leur savoir que leur excellente pédagogie pour transmettre ce savoir aux profanes.

Mark LYNAS (1973), *High Tide : News from A Warming World*, London, Flamingo, 2004, 341 p. ; trad. fr. : ***Marée montante. Enquête sur le réchauffement de la planète***, Paris, Au diable vauvert, 2005, 336 p.

Passionnant récit de voyages dans les régions extrêmes de notre planète qui subissent déjà les effets du réchauffement planétaire. Une remarquable enquête,

2004

bien documentée, sur le travail des chercheurs qui tentent de mesurer ce déréglement du système climatique et avertissent l'humanité des menaces qui se profilent à l'horizon sur une Terre surchauffée par notre croissance économique (et démographique). Ce livre est écrit par un jeune journaliste qui n'a pas de voiture personnelle et s'excuse de polluer en prenant l'avion pour ses grands voyages ! Sa conclusion : « C'est une vérité difficile, et déplaisante : le monde est au bord de la catastrophe climatique, et nous devons tous changer notre façon de vivre. (...) J'ai achevé mon périple mondial plus convaincu que jamais de la réalité du changement climatique. Ses effets sont déjà irréfutables. Au cours de mes trois années de voyage, malgré toute la complexité scientifique et les différentes histoires que l'on m'a racontées, je ne pense pas avoir vu une seule preuve indiquant le contraire. (...) S'il a y un message à retenir de ces pages, plus que tout autre, c'est que les impacts décrits ici ne sont que les premiers souffles d'un ouragan de changements climatiques à venir qui se dirige vers nous. » (p. 357-358)

Edmond A. MATHEZ (1946) et **James D. WEBSTER** (1955), ***The Earth Machine:*** *The Science of a Dynamic Planet*, New York, Columbia University Press, 2004, 335 p.

La partie III traite des changements de climat dans l'histoire géologique. La partie IV cherche à répondre à la question : « pourquoi la Terre est-elle habitable ? » – c'est un excellent manuel, très accessible pour le profane, mais dont le paradigme est bien plus géophysique (comme le titre l'indique bien) que géophysiologique ou biogéochimique (pas une seule allusion au concept Gaïa de Lovelock ou à la Biosphère de Vernadsky). Le chapitre sur les ressources minérales parle un peu du charbon mais pratiquement pas du pétrole ! Les deux auteurs sont des géologues qui travaillent au Département de la Terre et des sciences planétaires de l'American Museum of Natural History, à New York.

Dennis L. MEADOWS et **Jorgen RANDERS,** ***The Limits to Growth – the 30 Years Update***, Chelsea, Green Publishing, 2004, 368 p.

Voir Meadows et al., 1972, 1992 ; Petitjean, éd., 1974.

Naomi ORESKES (1958), « The scientific consensus on climate change », ***Science,*** (3 décembre) 2004, 306, p. 1686.

Naomi Oreskes ne fait pas partie des « sceptiques », contrairement au malentendu provoqué par la critique épistémologique (à mon sens pertinente) contenue dans Oreskes et al., « Verification, validation, and confirmation of numerical models in the earth sciences », *Science*, 1994, 263, p. 641-646. Une mise au point donc qui devrait faire oublier les malentendus de la part des scientifiques qui n'ont pas lu son grand livre : Oreskes, 1999.

Dale Allen PFEIFFER (1958), ***Eating Fossil Fuels: Oil, Food and the Coming Crisis in Agriculture***, Sherman Oaks, Cal., Wilderness Publications, 2004, 144 p.

2004

Un titre explicite. Voir Odum, 1971 ; Georgescu-Roegen, 1971, 1979, 1995 ; Pimentel, 1979 ; Gever et al., 1986.

Paul ROBERTS (1961), ***The End of Oil: The Decline of the Petroleum Economy and the Rise of a New Energy Order***, London, Bloomsbury, 2004, 389 p.

Inge ROPKE (1953), « The early history of modern ecological economics », ***Ecological Economics***, 2004, 50, p. 293-314.

Une enquête basée sur de nombreux témoignages. Voir Krihnan et al., éds, 1995.

Nicolas SARKIS, « Aux origines de la nouvelle crise pétrolière », *Le Monde diplomatique*, juillet 2004.

« Face à une demande mondiale qui devrait passer de 80,3 mbj en 2004 à près de 120 mbj à l'horizon 2025, soit plus du double du niveau d'il y a trente ans, l'offre va-t-elle pouvoir suivre ? La majeure partie de cette dernière ne peut être assurée que par le Proche-Orient, dont la production devrait donc plus que doubler entretemps pour éviter la pénurie. (...) Les débats auxquels a donnéé lieu la conférence internationale organisée en mai dernier à Berlin par l'Association for the Study of Peak Oil (ASPO) ne sont pas très rassurants. »

Voir Laurent, 2006.

Hans Joachim SCHELLNHUBER (1950), **Paul CRUTZEN, William C. CLARK, Martin CLAUSEN** et **Herman HELDS,** éds, ***Earth System Analysis for Sustainability***, Cambridge, Mass., MIT Press, 2004, 454 p.

Le concept d'Anthropocène devient opérationnel.

Stephen H. SCHNEIDER (1945) et al., éds, ***Scientists on Gaia***, Cambridge, Mass., MIT Press, 2004, 377 p.

Actes de la seconde « Chapman Conference on the Gaia Hypothesis », Valencia, Espagne, 2000. La 1re date de 1988 : Schneider et Boston, éds, 1991.

Sonia SHAH, ***Crude: The Story of Oil***, New York, Steven Stories Press, 2004, 231 p.

Un excellent petit livre, qui se lit de A à Z comme un roman policier, plus rapidement que le gros Yergin, 1991. Voir Perrodon, 1989 ; Campbell, 1997, 2005.

James Gustav SPETH (1942), ***Red Sky at Morning: America and the Crisis of the Global Environment***, New Haven, Yale University Press, 2004, 220 p.

(Rééd. : New Haven, Yale Nota Bene, 2005, 329 p.)

2004

L'expérience intellectuelle et politique de Speth dans les problèmes de l'environnement et du développement, au niveau national (aux Etats-Unis) et international, est exceptionnelle. Actuellement professeur à la fameuse Yale School of Forestry and Environmental Studies, Speth a été à la tête de l'administration du Programme des Nations Unies pour le développement, président-fondateur du World Resources Institute (1982-1992) et président du Council on Environmental Quality de la Maison blanche de 1977 à 1980, à l'époque de Carter. Voir Barney, éd., 1980.

Will STEFFEN (1947) et al. (10 coauteurs), « Abrupt changes : the Achilles' heels of the Earth system », ***Environment***, 2004, 46(3), p. 9-20.

W. Steffen est le directeur exécutif de l'International Geosphere-Biosphere Programme à l'Académie royale des sciences de Suède, à Stockholm. Voir Crutzen et Steffen, 2003.

Fridtjof UNANDER, *Oil Crises and Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA,* Paris, Agence Internationale de l'Energie, 2004, 214 p.

2005

Consommation mondiale de pétrole = 84 m/b/j.

L'Assemblée générale des Nations Unies (22 décembre 2005) adopte une résolution (présentée par la Tanzanie) proclamant pour 2008 **Année Internationale de la Planète Terre** avec le soutien de l'Union Internationale des Sciences Géologiques et la division des Sciences de la Terre de l'UNESCO.

Agence internationale de l'énergie, ***Saving Oil in a Hurry***
Paris, Agence Internationale de l'Energie/OCDE, 2005, 168 p.
Etonnant rapport des experts de l'AIE : il y a désormais urgence à économiser le pétrole, donc à réduire la vitesse, à commencer sur les autoroutes !

Millenium Ecosystem Assessment Synthesis Report
Rapport de synthèse de l'Evaluation des écosystèmes pour le Millénaire
Expertise scientifique demandée en 2001 par le Secrétaire général des Nations Unies, Kofi Annan, pour évaluer l'impact des activités humaines sur les écosystèmes de la Biosphère depuis les 50 dernières années. Ce rapport propose aussi quatre scénarios de stratégies politiques pour atténuer les conséquences de cette dégradation alarmante de la Biosphère dont dépend la survie de l'humanité.

Thilo BEHRENS, « The renaissance of V.I. Vernadsky », *The Geochemical News. Newsletter of the Geochemical Society*, 2005, 125, p. 8-14.

Excellent commentaire de Vernadsky, 1998.

2005

Colin CAMPBELL (1931), ***Oil Crisis***, Brentwood, Multi-Science Publishing Co, 2005, 397 p.

Cette deuxième édition de Campbell, 1997, n'a pas le parfum de la nouveauté prophétique et scandaleuse de *The Coming Oil Crisis*, parce que depuis 1997, il y a une nouvelle flambée du prix du baril et la création de l'ASPO, qui n'est pas passée inaperçue. Cependant, cette seconde édition a une allure plus soignée et ce document hors du commun (Campbell m'a lui-même avoué, dans une longue lettre, qu'il n'avait pas l'âme d'un écrivain), ressemble davantage à un livre, pour ainsi dire. Il faut malgré tout bien reconnaître qu'il ne s'agit pas encore d'un livre grand public ! C'est pourtant un témoignage exceptionnel, signé par un géologue pétrolier d'exception ! La bibliographie de cette seconde édition est nettement plus importante (*La décroissance* de Georgescu-Roegen, que j'avais envoyé à Campbell lorqu'il habitait en France (à Milhac), en fait désormais partie).

Yves COCHET (1946), ***Pétrole apocalypse***, Paris, Fayard, 2005, 275 p.

Livre qui développe l'argument de son article « Vers la pétro-apocalypse », *Le Monde*, 4 avril 2004. Un essai percutant, à la portée de tous les citoyens du monde de langue française ! Un véritable manifeste pour une politique de « décroissance soutenable »...

Kenneth DEFFEYES (1931), ***Beyond Oil: The View from Hubbert's Peak***, New York, Hill and Wang, 2005, 224 p.

Voir Deffeyes, 2001.

Frédéric DENHEZ, ***Atlas de la menace climatique.*** *Le réchauffement de l'atmosphère : enjeu numéro un de notre siècle*, préface de Michel Petit, Paris, Editions Autrement, 2005, 80 p.

Excellent dossier très pédagogique, superbement illustré et mis en page, que la relecture scientifique de Michel Petit (lui-même auteur d'un excellent petit livre didactique, *Qu'est-ce que l'effet de serre ?*, Paris, Vuibert, 2003), permet d'utiliser en classe sans problème.

Lindsey GRANT, *The Collapsing Bubble : Growth and Fossil Fuels*, Santa Ana, Seven Locks Press, 2005, 80 p.

Une argumentation néo-malthusienne proche de celle de Ehrlich et Georgescu-Roegen : la décroissance des combustibles fossiles ira de pair avec une décroissance économique et démographique. Cet aspect démographique est la préoccupation, aux Etats-Unis, du Negative Population Growth Inc. Forum (www.npg.org).

2005

« Dans la *Tribune* du 30 juin, sous le titre " Un tsunami énergétique ", Alain Dupraz a parfaitement bien résumé la crise énergétique qui attend l'humanité au tournant, d'une manière imminente. Cette transition de la croissance à la décroissance est en effet parfaitement bien illustrée par la courbe en cloche de Hubbert, dite aussi le pic de Hubbert, et qui signifie, désormais à l'échelle du monde, le début du commencement de la fin de l'âge d'or de notre extraordinaire société thermo-industrielle, unique en son genre dans toute l'histoire des grandes civilisations et des innombrables sociétés humaines dont la diversité ne faisait que prolonger l'admirable biogéodiversité de la face de la Terre. La fin du pétrole abondant et bon marché annonce, cette fois pour de bon, le déclin de l'Occident. Il faut se rendre à l'évidence, notre système stato-scientifico-militaro-industriel, dont la société de consommation n'est qu'une partie du spectacle, ou du désastre, n'est pas, écologiquement et socialement, soutenable. Le développement ne sera pas durable : il nous faut changer de modèle de civilisation !

La superbe brièveté du propos d'Alain Dupraz, qui a le grand mérite d'aborder de front cette pétro-prospective planétaire, dont on parle de plus en plus d'ailleurs, comme le fait le dernier numéro du *Courrier international,* n'a pas laissé de place à l'autre tsunami qui menace, non seulement la croissance de l'économie mondiale, mais, bien plus grave encore, toute la Biosphère actuelle. Un tsunami énergétique pourrait donc aussi se révéler une bonne nouvelle, comparativement à la menace d'un autre tsunami climatique qui bouleverserait toute la Biosphère et donc l'habitabilité même de la planète Terre.

La question des hydrocarbures touche au cycle global du carbone, donc au cœur du fonctionnement et de l'évolution du système Terre, cette extraordinaire Biosphère évolutive dans le cosmos. Cessons de rêver à une autre planète ! Si l'économie ne revient pas sur terre, plus précisément dans les limites de la Biosphère, notre rêve prométhéen de croissance, à vrai dire de puissance, deviendra un cauchemar ; à vrai dire " le cauchemar de Darwin " est déjà là. »

Jacques Grinevald
« A vrai dire " le cauchemar de Darwin " est déjà là »,
Tribune de Genève, 11 juillet 2005

HADLEY CENTRE, ***Stabilising climate to avoid dangerous climate change*** *– a summary of relevant research at the Hadley Centre*, Exeter, U.K., Hadley Centre, janvier 2005, 16 p.
(Disponible en ligne : www.metoffice.gov.uk)

Le Hadley Centre for Climate Prediction and Research a été créé en 1990 par le Meteorological Office (Met) et le Department for Environnement, Food and Rural Affairs du Royaume Uni (U.K.). Il a vite été reconnu au niveau mondial pour son excellence scientifique. Il joue un rôle critique indispensable en marge de l'expertise officielle de l'IPCC et des négociations internationales dans le cadre

2005

de la Convention des Nations Unies sur les changements climatiques. Ce document, issu du *Symposium International sur la stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre – Eviter un changement climatique dangereux* (Exeter, 1-3 février 2995), est destiné au public et aux « décideurs ». C'est une excellente base de discussion sur la notion de changement climatique « dangereux », « abrupt » et « irréversible », et sur les implications de cette notion pour les concentrations de gaz carbonique dans l'atmosphère. Les spécialistes du Hadley Centre se montrent plus alarmistes que les rapports officiels de l'IPCC.

James HANSEN (1941), « A slippery slope : how much global warming constitutes " dangerous anthropogenic interference " ? », ***Climatic Change,*** 2005, 68(1-2), p. 269-279.

Qui ne sent pas que nous sommes sur une pente glissante ? Hansen est un chercheur chevronné qui en plus possède du caractère et l'honnêteté qui sied au vrai savant : il a magnifiquement résisté aux pressions de Washington qui cherchait à censurer sa « vérité qui dérange » ! Voir aussi James Hansen, *Is there still time to avoid " dangerous anthropogenic interference " with global climate ? A tribute to Charles David Keeling*, San Francisco, California, American Geophysical Union, 6 December 2005. (En ligne) ; et Hansen, 2007.

James HANSEN et al. (14 coauteurs), « Earth's energy imbalance : confirmation and implications », ***Science,*** (3 juin) 2005, 308, p. 1431-1435.
(Voir la version on line du 28 avril 2005 : sciencemag.org.

La Terre absorbe déjà un peu plus d'énergie qu'elle n'en émet, le réchauffement est donc déjà certain, mais l'inertie thermique des océans retarde encore le réchauffement atmosphérique ! Voir Hansen, 2007.

Robert L. HIRSCH, Roger BEZDEK et **Robert WENDLING,** ***Peaking of World Oil Production :*** *Impacts, Mitigation, and Risk Management*, Washington, U.S. Department of Energy, February 2005.
(www.netl.doe.gov/publications/others/pdf/Oil_Peaking_NETL.pdf).

Jean-Marc JANCOVICI (1962) et **Alain GRANJEAN,** *Le plein s'il vous plaît ! La solution au problème de l'énergie*, Paris, Seuil, 2005, 325 p.

Très pédagogique et très stimulant. Jancovici, polytechnicien de formation, est devenu le porte-parole le plus clair et le plus sérieux, en France, des questions énergétiques et climatiques. Il est proche de la mouvance de la décroissance, sauf sur la question nucléaire, où sa position se rapproche davantgae de celle de James Lovelock.

Alex KLEIDON et **Ralph D. LORENZ,** éds, *Non-equilibrium Thermodynamics and the Production of Entropy : Life, Earth, and Beyond*, Berlin, Springer, 2005, 260 p.

2005

Un livre collectif très savant, un peu difficile, mais passionnant et très instructif. C'est l'avant-garde de la recherche interdisciplinaire sur la thermodynamique du système Terre et son évolution climatique et biosphérique. Des contributions au débat sur la théorie Gaïa.

James Howard KUNSTLER (1948), ***The Long Emergency:*** *Surviving: the Converging Catastrophes of the Twenty-First Century*, New York, Atantic Monthly Press; 2005, 307 p.; trad. fr.: ***La Fin du pétrole. Le vrai défi du XXI^e^ siècle***, Paris, Plon, 2005, 370 p.

Un sombre requiem pour l'agonie tragique de la civilisation thermo-industrielle, qui est aussi, hélas, militaro-industrielle !

« Le déclin des énergies fossiles ne manquera pas de déclencher des conflits chroniques entre les nations se disputant les disponibilités subsistantes. Ces guerres des ressources ont déjà commencé. » (p. 14)

« L'ère du pétrole bon marché a créé une bulle artificielle de prospérité pendant une période à peine plus longue qu'une vie humaine, une centaine d'années. (...) Le réchauffement planétaire contribuera donc à l'anéantissement de l'économie globalisée. » (p. 19)

« Le réchauffement de la terre rendra encore plus désespérés les troubles politiques nés de conflits autour des réserves pétrolières en diminution. » (p. 21)

« La clé de la situation qui nous menace est la notion de pic de la production pétrolière mondiale. » (p. 38)

« La crise de la production pétrolière mondiale représente une crise économique sans précédent, qui va dévaster les économies nationales, renverser les gouvernements, modifier les frontières des nations, provoquer des conflits militaires et remettre en cause la poursuite de la vie civilisée. » (p. 39)

Parmi les sources de ce virulent critique du gigantisme de la civilisation urbano-industrielle américaine (cf. *The Geography of Nowhere*, New York, Simon & Schuster, 1993), on retrouve les noms de Hubbert, Campbell, Laherrère, Deffeyes, Youngquist, Ivanhoe, Cleveland, Pimentel, Goodstein, Simmons, Bartlett... On peut s'étonner de ne pas y trouver celui de Georgescu-Roegen (Kunstler a probablement lu le bestseller *Entropy* de Rifkin).

André LEBEAU (1932), ***L'engrenage de la technique.*** *Essai sur la menace planétaire*, Paris, Gallimard, 2005, 266 p.

« Nous vivons l'instant singulier, dans l'histoire de notre espèce, où de toutes parts elle se heurte aux limites de la planète. Le terme "instant" est approprié pour décrire la soudaineté du phénomène, rapportée à l'histoire de la vie ou même de la civilisation. Littéralement parlant, nous allons dans le mur, mais rien ou presque rien ne manifeste encore ni le caractère inéluctable ni la violence du choc. A quoi peut-on attribuer un tel aveuglement ? » (p. 220)

L'auteur – un géophysicien qui a occupé de hautes fonctions au CNES (Centre National d'Etudes Spatiales), à l'ESA (European Space Agency), à Météo-France et à l'OMM – contribue magnifiquement à la pédagogie du « catastrophisme

2005

éclairé» (Jean-Pierre Dupuy) dont notre société de consommation a un urgent besoin. La menace climatique s'ajoute à beaucoup d'autres, dont le professeur Lebeau recherche l'origine dans la dynamique technologique de notre civilisation occidentale. Lebeau adopte, comme Georgescu-Roegen (1976) qu'il cite, la conception «exosomatique» des instruments techniques (le terme vient de Lotka, 1945), tout en situant les racines historiques spécifiques du dynamisme technologique moderne dans l'expansion de l'Europe des Etats-nations. Ce géophysicien regarde notre monde dans sa globalité planétaire (comme John von Neumann, 1955), et propose une réflexion remarquable sur la situation sans précédent que traverse l'espèce humaine désormais confrontée aux limites de sa Biosphère dans le cosmos. Nous sommes plusieurs, parmi les proches de notre ami commun Jean-Jacques Salomon, à partager le point de vue de ce professeur du Conservatoire National des Arts et Métiers.

Jeremy LEGGETT (1954), ***Half Gone: Oil, Gas, Hot Air and the Global Energy Crisis***, London, Portobello Boks, 2005, 312 p.

Voir Leggett, 1990, 1993, 1999.

Andrew McKILLOP, with **Sheila NEWMAN,** éds, ***The Final Energy Crisis,*** London, Pluto Press, 2005, 325 p.

Chap. 1 : Seppo A. Korpela, «Prediction of world peak oil production» ; chap. 2 : Colin Campbell, «The assomption and importance of oil depletion» ; chap. 3 : Edward Goldsmith, «Farming and food production under regimes of climate change» ; chap. 4 : Jacob Lund Fisker, «The laws of energy» ; chap. 9 : Colin Campbell, «Oil and troubled waters» ; chap. 19 : Andrew McKillop, «The last oil wars»... Une lecture qui réveille !

NAREDO José Manuel (1942), et **Luis GUTIERREZ,** éds, ***La incidencia de la especie humana sobre la faz de la Tierra (1955-2005)***, Granada, Universidad de Granada, Fundacion César Manrique, 2005, 532 p.

(Contient notamment J. Grinevald, «Ideas y preocupaciones acerca del papel de la especie humana en la Biosfera», p. 15-90 ; et «Sauer, Glacken, Mumford... y la Noosphera», p. 405-411).

William F. RUDDIMAN (1943), *Plows, Plagues, and Petroleum : How Humans Took Control of Climate*, Princeton, Princeton University Press, 2005, 202 p.

Une mise en perspective historique intéressante, mais très contestable – surtout depuis les résultats de l'équipe EPICA (2004) – et qui ne modifie absolument pas l'ampleur de la menace climatique provoquée par la révolution thermo-industrielle et son expansion actuelle. Ce paléoclimatologue américain ne fait pas partie des «sceptiques», bien au contraire, il affirme l'importance de l'impact de l'humanité sur le climat de la Terre, mais se trompe dans la chronologie et les

2005

ordres de grandeur de l'impact humain ! Il discute la « courbe de Hubbert » pour évaluer l'époque transitoire des hydrocarbures, mais sans en tirer les mêmes conclusions que l'ASPO. Voir Ruddiman, 2003 ; et « La révolution néolithique a-t-elle modifié le climat ? », *Pour la Science*, avril 2005, 330, p. 30-37.

Hans Joachim SCHELLNHUBER (1950), **Paul J. CRUTZEN, William C. CLARK** et **Julian HUNT,** « Earth system analysis for sustainability », ***Environment***, 2005, 47(8), p. 10-25.

Les auteurs adoptent le concept de l'Anthropocène et proposent un « nouveau contrat entre la science et la société », car c'est « la soutenabilité de la civilisation moderne qui est menacée ». Voir Schellnhuber et al., éds, 2004.

William H. SCHLESINGER (1950), ***Biogeochemistry*** (Treatise on Geochemistry, vol. 8), Amsterdam, Elsevier, 2005, 702 p.

Volume grand format – « Dedicated to G. Evelyn Hutchinson (1903-1991) » – qui offre un état de l'art très complet, avec une importante bibliographie, mais qui est manifestement destiné, comme tous les volumes de ce grand traité de géochimie, à un public académique spécialisé. L'historique donné par l'auteur au début laisse à désirer et mériterait d'être approfondi. Voir Vernadsky, 1924, 1929, 1998 ; Schlesinger, 1991 ; Gorham, 1991 ; Smil, 1997, 2002.

Eric D. SCHNEIDER (1940) et **Dorion SAGAN** (1959), ***Into the Cool: Energy Flow, Thermodynamics, and Life***, Chicago, University of Chicago Press, 2005, 362 p.

Une remarquable synthèse de l'évolution du débat sur la thermodynamique du vivant et de l'évolution, de la cellule à la Biosphère, sans oublier aussi le processus bioéconomique selon Georgescu-Roegen.

Matthew R. SIMMONS, ***Twilight in the Desert: The Coming Saudi Oil Shock and the World Economy***, New York, Wiley, 2005, 422 p.

Ce banquier américain, expert des questions énergétiques, qui a été conseiller de la Maison Blanche, remet en question l'idée que l'Arabie séoudite sera toujours là, demain, pour assurer l'équilibre du marché pétrolier mondial grâce à ses immenses capacités de production. Après une enquête minutieuse, M. Simmons arrive à la conclusion que l'Arabie séoudite triche et ment délibéremment sur l'évolution de l'état de ses réserves et de ses capacités de production. Un argument qui vient à l'appui des thèses de l'ASPO.

Jean-Luc WINGERT, *La vie après le pétrole. De la pénurie aux énergies nouvelles*, préface de Jean Laherrère, Paris, Editions Autrement, 2005, 243 p.

« Notre système énergétique, dans ses deux composantes techniques et sociales, repose majoritairement sur des filières à base d'hydrocarbures (le pétrole représentant 41 % de l'énergie consommée et le gaz naturel 21 %) et sur une organisation

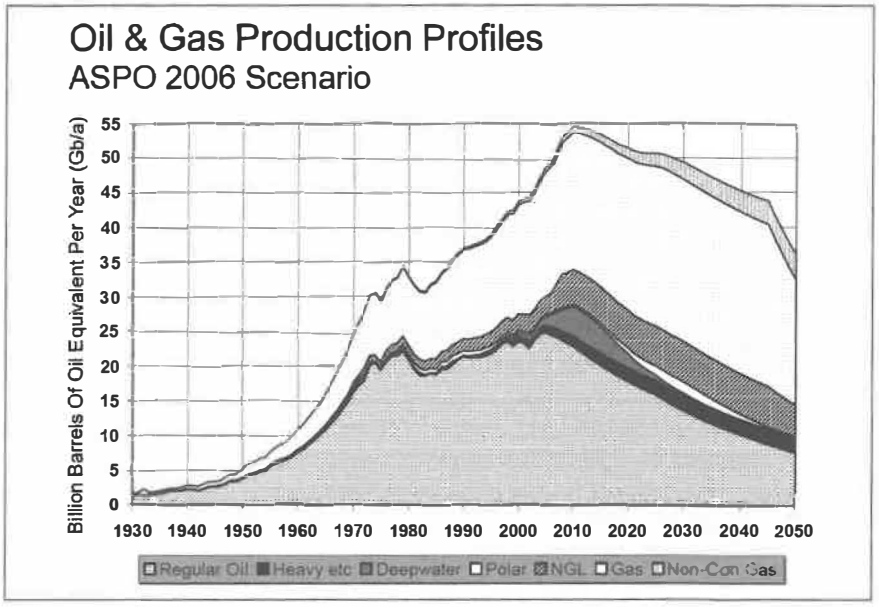
2005

fondée sur une économie de marché de type capitaliste. Son bon fonctionnement va être principalement limité par deux contraintes ayant des effets très différents. La première sera brutale, il s'agit du manque de ressources naturelles énergétiques disponibles, et particulièrement, dans un avenir proche, de la déplétion du pétrole, suivie, quelques décennies plus tard, de la déplétion du gaz naturel. C'est une contrainte à laquelle nous allons être obligés de nous adapter rapidement. La seconde contrainte présente des risques bien plus graves à long terme mais dont les effets sont beaucoup plus diffus ; il s'agit du déréglement climatique provoqué par l'activité humaine. Les gaz à effet de serre provoquent un réchauffement de l'atmosphère, le premier d'entre eux étant le gaz carbonique (CO_2) issu de la combustion principalement du pétrole, du gaz et du charbon. » (p. 133)

« La contribution de l'énergie dans le processus de production est généralement sous-estimée, comme le confirme une étude portant sur les économies américaine, allemande et japonaise au cours de la seconde moitié du XX^{e} siècle. Elle montre que le coût de l'énergie ne reflète pas son importance réelle. Ce coût ne représente que 5 à 7% du produit final (contre 5 à 21% pour le travail et 35 à 45% pour le capital) alors que sa contribution à la production est de 50%, soit de 7 à 10 fois plus. » (p. 188)

Une mise en garde sérieuse sur « le drame qui se profile, dans les dix ans à venir », mais qui « demeure encore ignoré du plus grand nombre » (comme le souligne Jean Laherrère dans sa préface). Excellente vulgarisation qui reprend essentiellement les idées de l'ASPO (Campbell, Laherrère, Perrodon…) sur l'imminence du pic de la production mondiale du brut. Les implications de ce tournant historique sur le mode de vie de notre « société de consommation » méritent en effet un large débat. L'auteur, qui est un ingénieur engagé dans le développement des énergies renouvelables, expose clairement « la théorie des courbes de Hubbert » et le problème de la déplétion, autrement dit la décroissance inéluctable de l'offre de brut sur le marché mondial. Wingert ne cite pas Georgescu-Roegen (mais il ne l'ignore sans doute pas, puisqu'il est proche du mouvement pour la décroissance). On trouve ici une comparaison intéressante des diverses prévisions pour la date du pic de Hubbert à l'échelle du monde ; et quelques considérations sur « une nouvelle révoluton énergétique ». Si l'auteur plaide bien pour « la nécessaire sobriété énergétique » (p. 165) et « un changement de perspective radical » (p. 188), le problème du « déréglement climatique » est à peine abordé, et pas du tout dans sa dimension géopolitique et stratégique (et la guerre pour les ressources ?). Les aspects anthropologiques et cosmologiques de l'histoire humaine de la Biosphère sont passés sous silence.

2006 ASPO : International Workshop on Oil Depletion.
Newsletter n° 83, november 2007. © ASPO



Pascal ACOT (1942), *Catastrophes climatiques, désastres sociaux*, Paris, Presses universitaires de France, 2006, 205 p.

Historien des sciences, spécialiste de l'écologie scientifique, Acot s'est récemment intéressé à l'histoire de la météorologie et de l'étude des changements climatiques. Le lecteur sera sans doute ému d'apprendre que l'auteur de cet essai sur les dimensions sociales des catastrophes climatiques a perdu son père dans la vague de chaleur qui a frappé l'Europe durant l'été 2003…

Günther ANDERS (1902-1992), ***La menace nucléaire: considérations radicales sur l'âge atomique***, Paris, Serpent à plumes, 2006, 325 p.

Des textes de l'époque de la Guerre froide mais toujours d'actualité. Voir Rens et Grinevald, 1975, 1979; Grinevald, 1984; Bertell, 1985; Attali, 1995; Lorentz, 2001; Dupuy, 2002; Cramer, 2002.

Edouard BARD (1962), éd., ***L'Homme face au climat***, Collège de France, Paris, Editions Odile Jacob, 2006, 446 p.

Important ouvrage collectif qui rassemble des points de vue de spécialistes et d'importantes références récentes. Particulièrement frappant pour la discussion sur l'Anthropocène : André Berger et Marie France Loutre, « De la théorie astronomique au réchauffement global », p. 15-33.

2006 **Wallace S. BROECKER** (1931) et **Thomas F. STOCKER** (1959), « The Holocene CO_2 rise : Anthropogenic or natural ? », ***EOS.*** *Transactions of the American Geophysical Union*, 2006, 87, p. 27-29.

Une sérieuse critique de la thèse selon laquelle l'augmentation du gaz carbonique dans l'atmosphère depuis 8000 ans serait d'origine anthropique plutôt que naturel (Ruddiman, 2003, 2005). Une controverse qui concerne la périodisation de l'Anthropocène. Le chercheur suisse Thomas Stocker (Université de Berne) s'associe ici avec le célèbre Wallace Broecker pour souligner la discontinuité de l'augmentation de la concentration atmosphérique du gaz carbonique de l'Anthropocène (depuis la révolution industrielle) par rapport à l'évolution de l'Holocène (les 10 000 dernières années). Voir Petit et al., 1999 ; EPICA, 2004.

Oscar CARPINTERO (1972), ***La bioeconomia de Georgescu-Roegen,*** prefacio de Joan Martinez Alier, Madrid, Montesimos, 2006, 274 p.

Ce jeune économiste espagnol est un élève de notre ami José Manuel Naredo, l'éditeur à Madrid de Georgescu-Roegen (1971/1996). Cette remarquable étude épistémologique et historique n'a pas d'équivalent en français. Indispensable pour compléter la littérature secondaire en langue anglaise (Mayumi et Gowdy, éds, 1999) et évaluer la réception (et le refus) de la bioéconomie de Georgescu-Roegen. L'école espagnole en ce domaine remonte aux initiatives de Naredo et de Juan Martinez-Alier, l'organisateur de la petite réunion interdisciplinaire *Economia i ecologia*, à l'Universitat autonoma de Barcelona, à Bellaterra, les 28-29 avril 1983, et de la « 2nd Vienna Centre Conference on Economics and Ecology », à Barcelone, les 26-29 septembre 1987, à l'origine de la création, l'année suivante, de l'International Society for Ecological Economics. Voir Grinevald, 1983, 1987 ; Martinez-Alier, 1987 ; Naredo, 1987.

Eckart EHLERS et **Thomas KRAFFT,** éds., ***Earth System Science in the Anthropocene:*** *Emerging Issues and Problems*, Berlin, Springer-Verlag, 2006, 267 p.

Wolfram Mauser (Chair German National Committee on Global Change Research) : « The human interference in the Earth System strongly increased during the last century and has now reached a level which is of the same order of magnitude as many natural processes on Earth. The term Anthropocene has been suggested to mark an era in which the human impact on the Earth System has become a recognisable force. Presently there are no signs for a deceleration or reversal of this development. » (p. 3)

Voir Paul J. Crutzen, « The Anthropocene », p. 13-18 ; et Crutzen et Stroermer, 2000 ; Crutzen, 2002 ; Schellnhuber et al., éds, 2004.

Tim FLANNERY (1956), *The Weather Makers: the history and future impact of climate change*, London, Allen Lane, 2006, 341 p. ; trad. fr. : ***Les Faiseurs de pluie***, Paris, Editions Hélène d'Ormesson, 2006, 374 p.

2006

Un beau récit, qui se lit comme un roman, mais qui est parfaitement bien documenté. Cette utilisation de la littérature scientifique est accompagnée d'exemples concrets des premières manifestations du réchauffement global dans les régions polaires extrêmes. Dans le même style, voir Kolbert, 2006. Ce livre, écrit en 2004, publié en Australie en 2005, est l'œuvre d'un écrivain scientifique passionnant.

Nicholas GEORGESCU-ROEGEN (1906-1994), ***La Décroissance: entropie-écologie-économie***, présentation et traduction de Jacques Grinevald et Ivo Rens, Paris, Editions Sang de la terre/Editions Ellébore, 2006, 302 p.

Troisième édition de *Demain la décroissance* (Georgescu-Roegen, 1979). Nouvelle édition conforme à la 2e édition, avec quelques modifications mineures et une mise à jour bibliographique.

Jeff GOODELL, ***Big Coal: The Dirty Secret Behind America's Energy Future***, New York, Houghton Mifflin, 2006, 324 p.

« First, we must recognize that the world faces two enormous challenges in the coming years: the end of cheap oil and the arrival of global warming. Both are profound threats to our comfortable notions of civilized life. » (« Epilogue: An Empire of Denial », p. 251).

Al GORE (1948), ***An inconvenient truth:*** *the planetary emergency of global warming and what we can do about it*, New York, Melcher Media Rodale ; London, Bloomsbury, 2006, 327 p. ; trad. fr. : ***Une vérité qui dérange:*** *l'urgence planétaire du réchauffement climatique et ce que nous pouvons faire pour y remédier*, Paris, Editions de La Martinière, 2007, 327 p.

« The truth about the climate crisis is an inconvenient one that means we are going to have to change the way we live our lives. »

L'ex-vice-président des Etats-Unis est, depuis le temps où son principal professeur à Harvard s'appelait Roger Revelle (à qui il rend hommage ici), très bien informé sur le dossier de la menace du réchauffement planétaire. Ce livre – le film – vise à provoquer une prise de conscience politique nationale aux Etats-Unis. On ne peut lui reprocher certaines simplifications, parce qu'il s'agit de toucher un très large public. Voir Al Gore, 1996n, 1989n, 1992, 1997.

Jacques GRINEVALD, « La Révolution Industrielle à l'échelle de l'histoire humaine de la Biosphère », *Revue européenne des sciences sociales*, 2006, 134, p. 139-167.

James HANSEN (1941), « The threat to the planet », ***New York Review of Books***, (13 juillet), 2006a, 52(12), p. 12-16.

Voir Hansen, 1988, 2007 ; Hansen et al., 1981

2006 **James HANSEN** (1941) et al., « Global temperature change », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, USA, 2006b, 103(39), p. 1488-1493.

« Global warming is now 0.6° C in the past three decades and 0.8° C in the past century. It is no longer correct to say "most global warming occurred before 1940". A better summary is: slow global warming, with large fluctuations, over the century up to 1975, followed by rapid warming at the rate 0.2° C per decade. Global warming was 0.7° C between the late 19th century (the earliest time at which global mean temperature can be accurately defined) and 2000, and continued warming in the first half decade of the 21st century is consistent with the recent rate of + 0.2° C per decade. »

A la dernière minute, en corrigeant ce document, j'ajoute cette récente mise au point de l'éminent climatologue et pionnier de l'affaire de l'effet de serre qui m'avait personnellement convaincu à Genève en 1987, un an avant sa fameuse déclaration devant le Congrès à Washington (Hansen, 1988). Le catastrophisme implicite du message scientifique du directeur de la recherche du Goddard Institute for Space Studies de la NASA, à New York, a récemment fait l'objet de pression de la part de l'Administration Bush. James Hansen n'est pas le genre de chercheur à accepter une censure gouvernementale. Le film d'Al Gore lui apporte un soutien bienvenu.

Richard HEINBERG, *The Oil Depletion Protocol: A Plan to Avert Oil Wars, Terrorism and Economic Collapse*, Gabriola Island, New Society Publishers, 2006, 195 p.

Voir Heinberg, 2003 ; Campbell, 2005.

Richard John HUGGETT (1948), *The Natural History of the Earth : debating long-term change in the geosphere and biosphere,* London and New York, Routledge, 2006, 205 p.

Contient un important chapitre critique sur la théorie Gaïa. Le prix de ce livre savant en limite malheureusement la diffusion et d'autres ouvrages de ce géographe interdisciplinaire birtannique sont plus accessibles et contiennent de nombreux éléments communs sur le problème des représentations conceptuelles et théoriques de la Terre en tant que planète habitable. Voir Huggett, 1999.

Nicholas HULOT (1955), ***Pour un pacte écologique.*** Avec le Comité de veille écologique, Paris, Calmann-Lévy, 2006, 282 p.

« L'humanité est prise en étau entre deux menaces. D'un côté, les combustibles fossiles qui ont permis à la révolution industrielle d'atteindre son plein régime sont les premiers responsables de la concentration croissante de gaz carbonique dans l'atmosphère. (...) De l'autre côté, ces mêmes combustibles fossiles vont entrer en déplétion, le pétrole d'abord, suivi de près par le gaz puis, à horizon plus lointain, par le charbon, asséchant le moteur du développement économique actuel et interdisant les niveaux de consommation qui lui sont attachés. Quelles que soient les dates où la production pétrolière et gazière va commencer à décliner

2006

– entre quelques années et une trentaine d'années – et le rythme d'aggravation du réchauffement climatique – son emballement, synonyme de chaos, devient une hypothèse rationnelle –, ces deux phénomènes interviendront à coup sûr. Et cela, à l'échelle d'une vie d'homme, c'est-à-dire avec une célérité que l'histoire géologique n'a jamais connue. » (p. 78)

Le Comité de veille écologique (coordonné ici par Jean-Paul Besset) comprend plus d'une vingtaine d'experts, dont (parmi ceux que j'ai le plaisir de connaître): Robert Barbault, Dominique Bourg, Jean-Marc Jancovici, Marie-Antoinette Mélières, Martine Rémond-Gouilloud.

Patrick Wyse JACKSON, *The Chronologers' Quest: Episodes in the Search for the Age of the Earth*, Cambridge, Cambridge University Press, 2006, 291 p.

N'est-il pas significatif de voir s'accumuler les études historiographiques sur les idées et les méthodes pour apprécier et mesurer les époques géologiques et l'immensité de l'âge de la Terre? Jackson, géologue de l'Université de Dublin (l'université de John Joly), offre ici un livre magnifique, solidement documenté tout en restant parfaitement accessible au lecteur qui n'a pas encore une grande connaissance de l'historiographie de la géochronologie. Le lecteur français peut s'initier avec Richet, 1999.

Elizabeth KOLBERT, *Field Notes from a Catastrophe: Man, Nature, and Climate Change*, New York, Bloomsbury, 2006, 192 p.

Bestseller d'une journaliste américaine salué comme le nouveau *Silent Spring* (Carson, 1962), d'autant plus qu'il suit aussi une série d'articles publiés dans *The New Yorker*. L'ouvrage contient une chronologie (inspirée par Crutzen, 2002?) qui commence en 1769: « James Watt patents his steam engine »! mais oublie Fourier, 1824; la Conférence de Villach, 1985, la Deuxième Conférence mondiale sur le climat, 1990. Ces petites lacunes n'enlèvent rien à l'efficacité de ce cri d'alarme pathétique.

François LAFARGUE, *Demain, la guerre du feu: Etats-Unis et Chine à la conquête de l'énergie*, Paris, Ellipse, 2006, 239 p.

Aux dernières nouvelles, la diplomatie environnementale et énergétique semble rapprocher ces deux nations qui font figures de géants dans la double menace énergétique et climatique.

Jean LAHERRERE (1931), « La fin du pétrole bon marché », ***Futuribles***, 2006, n° 315, p. 15-47.

« Les prévisions officielles (énergie, population) sont des cibles politiques, qui ne se préoccupent pas des réalités. » (p. 34)

« A moins que la demande ne crée un choc anticipé (crise économique), le pétrole déclinera après 2010, le gaz après 2030 et le charbon après 2050 (graphique 14) » (p. 35); « Les prévisions du prix du pétrole sont toujours fausses. » (p. 41). Voir Campbell et Laherrère, 1998.

2006

Eric LAURENT (1947), ***La face cachée du pétrole***, Paris, Plon, 2006, 411 p.

« On s'est plu à définir le XX^e^ siècle comme "le siècle du pétrole". Je nuancerais en le qualifiant plutôt de "siècle du pétrole et de la guerre" » (p. 81). Il est difficile de donner tort au jugement d'Eric Laurent. Son excellent essai sur l'histoire secrète de ce monde de brut rejoint mes préoccupations de longue date sur le rôle de la violence de/dans l'Histoire, et la montée aux extrêmes du XX^e^ siècle, avec le pétrole. Pour ma part, je nuancerais encore le terme de guerre pour y inclure toutes les formes de violence... comme les bombardements aériens (« le siècle des bombes », dont parle l'écrivain suédois Sven Lindqvist), un aspect sans précédent de l'âge du pétrole de la civilisation militaro-industrielle occidentale. La doctrine des bombardements stratégiques a conduit aussi aux bombardements atomiques d'Hiroshima et de Nagazaki... Eric Laurent a écrit un livre dans lequel j'ai personnellement ressenti toute l'angoisse apocalyptique de notre génération, même si son écriture alerte et élégante témoigne d'une certaine retenue propre à son métier et à sa personnalité. En refermant ce livre, on ne peut s'empêcher de revenir sur cette interrogation de notre nouvelle conscience écologique : le XX^e^ siècle n'a-t-il pas inventé la guerre totale contre la Biosphère ? Une nouvelle forme de génocide, le *biocide* (le mot est de Rachel Carson) ? Le nouvel âge pétro-nucléaire, depuis 1945, n'a d'ailleurs pas encore dit son dernier mot ! Ce livre apporte un point de vue très bien informé sur l'histoire géopolitique du XX^e^ siècle, une histoire dramatique où le pétrole est au cœur des enjeux économiques et stratégiques. Eric Laurent est plus qu'un excellent journaliste d'investigation, grand spécialiste du Moyen-Orient, c'est aussi, à mon sens, un vrai philosophe.

James LOVELOCK (1919), *The Revenge of Gaia : Why the Earth is Fighting Back – and How We Can Still Save Humanity*, London, Allen Lane, 2006, 177 p. ; trad. fr. de Thierry Piélat : ***La Revanche de Gaïa :*** *Pourquoi la Terre riposte-t-elle et comment nous pouvons encore sauver l'humanité ?*, Paris, Flammarion, 2007, 298 p.

Gregg MARLAND, T.A. BODEN et **R.J. ANDRES,** « Global, Regional, and National CO_2 Emissions », in *Trends : A Compendium on Global Change*. Oak Ridge, Tenn., Oak Ridge National Laboratory, Carbon Dioxide Information Analysis Center, U.S. Department of Energy, 2006.

Depuis 1751, environ 305 milliards de tonnes de carbone ont été émises dans l'atmosphère par la combustion des énergies fossiles et la production de ciment. La moitié de ces émissions est postérieure au milieu des années 1970. L'estimation des émissions de CO_2 d'origine fossile pour 2003 est de 7,3 milliards de tonnes de carbone, représentant un accroissement de 4,5% par rapport à 2002. En 2003, la part des combustibles solides et liquides (charbon et pétrole) représente 76,7% des émissions liées à la combustion du carbone fossile. La part du gaz naturel, de plus en plus importante, représente 19,2% (1402 million de tonnes de carbone). La part de la production de ciment (275 millions de tonnes de carbone) a plus que doublé depuis le milieu des années 1970 et représente 3,8% du total. Toute cette information se trouve en ligne sur l'excellent site du CDIAC.

2006 **Geoge MONBIOT,** *Heat: How to Stop the Planet Burning*, London, Allen Lane/Penguin, 2006, 277 p.

Ivo RENS (1933), « La fin du pétrole bon marché ? Effondrement ou décroissance de la civilisation industrielle ? », http://classiques.uqac.ca/ et in Vincent Chetail, éd., *Conflits, sécurité et coopération,* Liber Amicorum, Victor-Yves Ghebali, Bruxelles, Bruylant, 2007, p. 447-458.

Nicolas SARKIS, « L'après-pétrole a déjà commencé », *Le Monde diplomatique*, mai 2006, p. 12-13.

Voir Sarkis, 2000, 2004.

Hans Joachim SCHELLNHUBER (1950), éd., ***Avoiding Dangerous Climate Change***, Foreword by Tony Blair, Introduction by Rajendra Pachauri, Cambridge, Cambridge University Press, 2006, 406 p.

Ce livre fait suite à un important symposium international de 2005 sur la stabilisation des concentrations des gaz à effet de serre. On voit mieux à présent que la notion de réchauffement planétaire masque les aspects non-linéaires et chaotiques de cette brutale dérive anthropogénique du système climatique qui promet d'incroyables surprises locales dont certaines risquent de se révéler des catastrophes soudaines et imprévisibles. Les mesures de précaution, donc de réduction drastique des émissions de CO_2 et d'autres gaz à effet serre sont impératives, si on veut atténuer le choc de ces surprises. Evidemment, cela implique aussi des changements dans le style de vie adopté par la société de consommation. L'alerte des experts est claire, à mon sens, mais qui lit la littérature de ce catastrophisme climatique ou écologique ? Voir Schellnhuber et al., 2005.

Philippe SEBILLE-LOPEZ (1956), ***Géopolitique du pétrole***, Paris, Armand Colin, 2006, 479 p.

« S'agissant des réserves, et comme le rappelait une publicité de la société Chevron Texaco parue notamment dans le *Wall Street Journal* et le *Financial Times* durant l'été 2005, " on sait qu'il aura fallu 125 ans pour consommer le premier trillion [1000 milliards] de barils de pétrole de réserve ". Mais selon cette même publicité, il ne faudra que trente ans pour consommer le second trillion qui représente presque la totalité des réserves prouvées actuelles. Ces chiffres qui s'appuient sur les prévisions de consommation de l'AIE sont généralement admis par les spécialistes du secteur. » (p. 31)

Cette combustion fait frémir les spécialistes du cycle du carbone et de l'évolution du système climatique de notre Biosphère.

Nicholas STERN (1946) *Stern Review executive summary,* (résumé du rapport ***The Economics of Climate Change***, Cambridge, Cambridge University Press, 2006, 579 p.) remis au Premier Ministre britannique Tony Blair le 30 octobre 2006.

2006

Ce retentissant « rapport Stern » évalue – d'une manière curieusement précise ! – les coûts monétaires des conséquences économiques et sociales du changement climatique annoncé par les scientifiques de l'IPCC. La réception médiatique et politique de ce rapport, signé par un économiste britannique qui est un ancien vice-président de la Banque mondiale, s'inscrit dans un contexte de prise de conscience de plus en plus large dans le monde des affaires. Cependant, dire que le réchauffement planétaire risque de coûter plus de 20% du PNB mondial vers 2050 alors qu'il ne coûterait que 1% si on prenait sérieusement les mesures adéquates dès à présent repose sur une curieuse anticipation de l'avenir du monde, comme si aucune discontinuité radicale ne pouvait survenir d'ici 2050. Ce genre d'évaluation monétaire est pourtant critiqué depuis un certain temps déjà par nombre de spécialistes de l'économie écologique et de l'écologie globale.

Peter TERTZAKIAN, *A Thousand Barrels a Second: The Coming Oil Point and the Challenges Facing an Energy Dependent World*, New York, McGraw-Hill, 2006, 272 p.

Dominique VIEL (1950), *Ecologie de l'apocalypse. L'homme peut-il être sauvé ?*, Paris, Elipse, 2006, 320 p.

Un état des lieux très complet, largement accessible et qui recoupe, sur l'essentiel, ma propre analyse, même si cet auteur, ancienne élève de l'Ecole nationale d'administration (ENA), actuellement en poste au ministère des Finances à Paris, est heureusement beaucoup plus concrète et plus pratique que l'auteur de ces lignes. Mais il faut de tout pour faire un monde !

2007

James Rodger FLEMING (1949), *The Callendar Effect: The Life and Work of Guy Stewart Callendar (1898-1964), the Scientist Who Established the Carbon Dioxide Theory of Climate Change*, Boston, AMS Books, 2007, 176 p.

Précieuse monographie, fondée sur des sources jusqu'ici méconnues, publiée par les éditions de l'American Meteorological Society. Voir Fleming, 1998.

James HANSEN (1941), « Une influence humaine dangereuse », in ***Climat: Comment éviter la surchauffe ?***, Paris, Pour la Science, Dossier n° 54, janvier-mars 2007, p. 16-20.

« Dès 1976, avec mes collègues de l'Institut Goddard d'études spatiales de la NASA, nous avons estimé les conséquences de l'augmentation des gaz à effet de serre sur le climat. »

Cet article est l'un des plus importants, en raison de l'expertise scientifique de son auteur, de cet excellent dossier. On y trouve aussi des articles signés notamment par Paul Epstein, de l'Ecole de médecine de Harvard, par Jean-Pierre Besancenot, du Laboratoire Climat & Santé à la Faculté de médecine de Dijon. Ces textes sont accompagnés de références.

2007 **Jean JOUZEL** (1947) et **Anne DEBROISE,** ***Le Climat: un jeu dangereux***, Paris, Dunod, 2007, 220 p.

Voir Jouzel et Debroise, 2004.

Une géoingéniérie climatique serait elle possible et souhaitable ? A l'hypothèse récemment lancée par Paul Crutzen « d'injecter un million de tonnes de soufre dans l'atmosphère chaque année » (on sait que le soufre d'une éruption volcanique absorbe une partie du rayonnement solaire et fait baisser la température moyenne de la surface de la Terre), Jouzel répond ici clairement : « Mais beaucoup de scientifiques, dont nous partageons le point de vue, pensent que s'engager dans cette voie revient à jouer avec le feu et prendre pour notre planète des risques énormes et inutiles. » (p. 187)

Il faut « changer de vie » : « Même en produisant notre énergie plus proprement, en optimisant son utilisation et en piégeant le dioxyde de carbone émis, nous devons diminuer notre consommation. » (p. 196)

« Pour arriver à stabiliser la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, il faudrait en moyenne que chaque français réussise à diviser ses émissions par quatre. Cela nécessite un changement de mode de vie total. » (p. 197)

Adolphe NICOLAS (1936), *Futur empoisonné: Quels défis? Quels remèdes?*, Paris, Belin-Pour la Science, 2007, 160 p.

L'auteur avait déjà annoncé sa préoccupation pour l'avenir dans un premier ouvrage didactique, déjà bien illustré : *2050, rendez-vous à risques*, Paris, Belin, 2004, 190 p. Ce second livre est plus percutant et remplace avantageusement le précédent. L'auteur est un éminent géophysicien et géologue français. Son livre examine la menace du réchauffement climatique dans une perspective scientifique réellement globale, à l'échelle du système Terre et de son évolution, mais il n'oublie pas non plus l'autre menace qui se profile à l'horizon, l'imminence du pic de la production mondiale de pétrole et la crise énergétique qui sera associée à la déplétion de cette ressource stratégique pour le monde actuel. Fait assez rare dans l'establishment scientifique français (où cependant tout le monde ne suit pas la désinvolture de Claude Allègre), le professeur Adolphe Nicolas prend au sérieux les idées iconoclastes du mouvement écologiste pour la décroissance, mentionnant « la doctrine de Nicholas Georgescu-Roegen, gourou de cette mouvance, auteur du livre *La Décroissance* (paru en 1995) et de Bruno Clémentin et Vincent Cheynet, rédacteurs de la revue *La Décroissance* lancée en 2004 ». L'ouvrage collectif *Objectif Décroissance* (2003) est également mentionné (p. 124).

Henri PREVOT, ***Trop de pétrole ! Energie fossile et réchauffement climatique***, Paris, Editions du Seuil, 2007, 318 p.

2007 **Michael R. RAUPACH, Gregg MARLAND, Philippe CIAIS, Corinne Le QUERE, Josep G. CANADELL, Gernot KLEPPER** et **Christopher B. FIELD,** « Global and regional drivers of accelerating CO_2 emissions », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, (12 juin) 2007 ; 104, 10288-10293.
(« Freely available online through the PNAS open access option »).

Selon les mesures internationales les plus récentes (dans le cadre du *Global Carbon Project of the Earth System Sciences Partnership*), on assiste à une nette accélération, au niveau mondial, du taux de croissance des émissions de gaz carbonique provoquées par les processus industriels et la combustion des énergies fossiles : ce taux de croissance est passé de 1,1% par an durant les années 1990-1999 à 3% par an de 2000 à 2004. Cette croissance du taux des émissions de CO_2 est plus forte dans les économies en développement rapide, particulièrement la Chine. Les pays en développement et les pays les moins développés (80% de la population mondiale) comptent pour 73% dans la croissance globale des émissions en 2004 mais seulement 41% dans les émissions globales et seulement 23% dans les émissions cumulées depuis l'ère préindustrielle. *« The results have implications for global equity »*. Aucune région du monde n'a encore « décarbonisé » son système énergétique !

David STRAHAN, *The Last Oil Shock: A Survival Guide to the Imminent Extinction of Petroleum Man*, London, John Murray, 2007, 292 p.

N.B. : ce dossier est inachevé... le temps presse...

Voir le film de 2006 du journaliste suisse **Basil GELPKE** (1962) et de son collègue cinéaste **Ray McCORMACK** (1957) : ***The Oil Crash***
(DVD-Video : *A Crude Awakening – The Oil Crash*).

Une production suisse, un documentaire impressionnant, très pédagogique (je l'ai vu avec des élèves et des étudiants) mais qui ne dit pratiquement rien sur la menace climatique. Sans doute par souci pédagogique : un seul problème à la fois.

Le film d'Al Gore, lui aussi ne traite que d'un problème, la menace climatique, et ne dit pratiquement rien du problème du pétrole...

Index des auteurs

(à l'exception des auteurs cités en note)

A

ABRAHAMSON (Dean Edwin), 1989
ACOT (Pascal), 2000, 2003, 2006
ADHEMAR (Joseph), 1842
AGARWAL (Anil), 1991
AGASSIZ (Louis), 1837, 1840
ALBRITTON (Claude C.), 1975
ALLEE (Warden Clyde), 1949
ALLEY (Richard B.), 2000
AMERY (Carl), 1972
ANDERS (Günther), 2006
ANDERSON (Don L.), 1988
ANDERSON (Greg M.), 1996, 2005
ANGSTRÖM (Anders), 1868
ANGSTRÖM (Knut), 1900
ARRHENIUS (Svante), 1896, 1899, 1903, 1906, 1910, 1923
ATKINS (Peter William), 1984, 1987
ATTALI (Jacques), 1995
AUERBACH (Félix), 1902
AUSUBEL (Jesse H.), 1979, 1980, 1981, 1983
AYRES (Eugene), 1952
AYRES (Robert), 1989, 1994

B

BACH (Wilfrid), 1979, 1980
BAES (Charles F.), 1977
BARD (Edouard), 2004, 2006
BARBAULT (Robert), 1983
BARGHOORN (Elso S.), 1965
BARNABY (Frank), 1988
BARNEY (Gerald O.), 1980, 1982
BARNOLA (Jean-Marc), 1987
BARTLETT (Albert A.), 1978
BARTSCH (Ulrich), 2000
BATISSE (Michel), 1969
BAUQUIS (Emanuelle), 2004
BAUQUIS (Pierre-René), 2004
BEAUDREAU (Bernard C.), 1999
BEHRENS (Thilo), 2005
BENTLEY (Roger W.), 2002
BERGER (André), 1984, 1992
BERGSON (Henri), 1907
BERKNER (Llyod V.), 1965
BERNARD (Claude), 1865
BERNARD (Michel), 2003
BERNER (Robert A.), 1996, 2004
BERTALANFFY (Ludwig von), 1968
BERTELL (Rosalie), 1985
BHABHA (Homi), 1955
BJERKNES (Vilhelm), 1904
BLAKE (R. F.), 1900
BLUM (Harold F.), 1951
BODEN (Thomas A.), 2006

BOJKOV (Rumen), 1983
BOLIN (Bert), 1959, 1970, 1975, 1977, 1979, 1980, 1981, 1983, 1986, 1998
BOLTZMANN (Ludwig), 1884, 1886
BONAIUTI (Mauro), 2001
BORRINI (Grazia), 1985
BOTKIN (Daniel), 1982, 1986, 1989
BOURG (Dominique), 2000, 2003, 2006
BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste), 1844
BOYLE (Robert H.), 1990
BRANCAZIO (Peter J.), 1964
BRANDENBURG (John E.), 1999
BRASSEUR (Guy P.), 1999
BREUER (Georg), 1978
BREWER (Peter G.), 1978
BRIMBLECOMBE (Peter), 1986
BRILLOUIN (Marcel), 1900
BRODA (Engelbert), 1975
BROECKER (Wallace), 1965, 1975, 1985, 1987, 2006
BRONGNIART (Adolphe), 1828
BROOKS (C.E.P.), 1950
BROWN (Harrison), 1970
BROWNHE (Donald), 1999
BRUNHES (Bernard), 1908
BUDYKO (Mikhail I.), 1969, 1980, 1986
BUNYARD (Peter), 1988, 1996
BURTON (Ian), 1989
BUTCHER (Samuel S.), 1992, 2000

C

CAILLEUX (André), 1951
CALDWELL, Lynton Keith), 1972
CALLENDAR (Guy Stewart), 1938, 1940
CAMERON (A.F.W.), 1964
CAMPBELL (Colin), 1991, 1997, 1998, 2001, 2005
CANNON (Walter B.), 1929, 1932
CARDWELL (Donald S.L.), 1971
CARNOT (Sadi), 1824
CARPINTERO (Oscar), 2006
CARSON (Rachel L.), 1962
CATTON (William R.), 1980
CHAMBERLIN (Thomas C.), 1897, 1898, 1899
CHAPPELAZ (Jérôme), 1993
CHARLSON (Robert), 1997
CHATTERJEE (Pratap), 1994
CHEVALIER (Jean-Marie), 2004
CHEYNET (Vincent), 2003
CICERONE (Robert J.), 1986
CLARK (William C.), 1982, 1986, 1989, 2005
CLARK (Wilson), 1974
CLARKE (Frank W.), 1908
CLAUSIUS (Rudolf), 1850, 1857, 1865, 1867, 1885
CLEMETIN (Bruno), 2003
CLEVELAND (Cutler J.), 1986, 1987
CLOUD (Preston), 1965, 1969, 1970, 1983
COCHET (Yves), 2004, 2005
COHEN (Joel E.), 1995
COLE (LaMont C.), 1958
COMMONER (Barry), 1965, 1966, 1971, 1976
COOK (Earl), 1971, 1975, 1976
COOK (Ernest H.), 1882
COOK (Robert B.), 1983
COSTA DE BEAUREGARD (Olivier), 1963
COTTRELL (Fred), 1955
CRAIG (Harmon), 1965
CRAIG (James R.), 1988
CRAMER (Ben), 2002
CRANE (Robert G.), 1999
CRAWFORD (Elisabeth), 1997
CRICK (Francis H.), 1953
CROLL (James), 1864, 1875
CRUTZEN (Paul), 1993, 2000, 2002, 2003, 2005, 2006
CURRAN (Peter F.), 1965
CUVIER (Georges), 1825

D

DAJOZ (Roger), 1971
DALY (Herman E.), 1971, 1997
DANSGAARD (Willi), 1964, 1969
DARWIN (Charles), 1859
DASMANN (Raymond), 1972

DEAN (Dennis), 1992
DEBROISE (Anne), 2004
DEFAY (Raymond), 1929
DEFFEYES (Kenneth S.), 2001, 2005
DEFLANDRE (Georges), 1941
DEGENS (Egon T.), 1979, 1989
DELEAGE (Jean-Paul), 1991, 1997
DELMAS (Robert), 1975, 1980
DE MARCHI (Luigi), 1895
DENHEZ (Frédéric), 2005
DESSUS (Benjamin), 2003, 2004
DICKINSON (Robert E.), 1986
DOBSON (Gordon B.), 1929
DRAKE («colonel» Edwin L.), 1859
DREVER (J.L.), 1985
DUBOS (René), 1969, 1972
DUMAS (Jean-Baptiste), 1841, 1844
DUNCAN (Richard C.), 1999
DUPLESSY (Jean-Claude), 1990
DUPUY (Jean-Pierre), 1973, 2002
DU TOIT (Alexander L.), 1937
DUVIGNEAUD (Paul), 1962, 1974
DYER (B.D.), 1985

E

EATON (Donald R.), 1992
EBELMEN (Jacques Joseph), 1845
EDDINGTON (Arthur S.), 1928, 1929
EDDY (John A.), 2000
EDWARDS (Paul N.), 2001
EGERTON (Frank N.), 1973
EHRLICH (Anne), 1974, 1977
EHRLICH (Paul R.), 1971, 1974, 1977, 1988
EHLERS (Eckart), 2006
ELDREDGE (Niles), 1995
ELLENBERGER (François), 1972
EMERSON (Alfred E.), 1949
ERIKSSON (Eric), 1959
ERKMAN (Suren), 1998, 2003, 2004
ERNST (Paul), 2000
EVANS (Francis C.), 1956

F

FABER (Malte), 1985, 1996
FAIRBRIDGE (Rhodes W.), 1972
FALK (Richard), 1971
FALKOWSKI (Paul), 1998, 2000, 2003
FARMAN (Joseph C.), 1984
FIELD (Christopher), 2003, 2004, 2007
FESTER (René), 1989
FINGER (Matthias), 1983, 1993, 1994
FIROR (John W.), 1994
FISCHER-KOWALSKI (Marina), 1998
FLAMMARION (Camille), 1888
FLANNERY (Tim), 2006
FLEMING (James Rodger), 1998, 2007
FLEMING (Richard), 1942
FLOHN (Heinrich), 1977
FLOHN (Hermann), 1979, 1980, 1981
FLORKIN (Marcel), 1943, 1960
FORBES (James David), 1840
FORD (Henry), 1911
FORRESTER (Jay), 1971
FOURIER (Joseph), 1824
FOX (Ronald F.), 1988
FRIEDMAN (Robert Marc), 1989

G

GARDINER (B. G.), 1984
GARRELS (Robert M.), 1971, 1972, 1975, 1988
GASSMANN (Fritz), 2003
GATES (David M.), 1962
GELPKE (Basil), 2006
GEORGESCU-ROEGEN (Nicholas), 1966, 1971, 1972, 1975, 1976, 1979, 1995, 2006
GERBER (Elizabeth), 1976
GEVER (John), 1986
GHILAROV (Alexej), 1995
GLASBY (Geoffrey), 1988
GOLDSCHMIDT (Victor Moritz), 1922, 1929
GOLDSMITH (Edward), 1972, 1988
GOODSTEIN (David), 2004
GOODWIN (Neva R.), 1995
GOODY (John M.), 1999

GOODY (Richard), 1982
GORBATCHEV (Mikhail), 1999
GORE (Al), 1992, 1993, 2006
GOUY (Georges), 1889
GRAEDEL (Thomas E.), 1993
GRANDJEAN (Alain Tim), 2006
GRAS (Alain), 2003
GRENON (Michel), 1973
GRISEBACH (August H. R.), 1872
GROVES (Leslie R.), 1962
GRÜBLER (Arnold), 1998
GSPONER (André), 1984
GUTIERREZ (Luis), 2005

H

HAECKEL (Ernst), 1866, 1910
HALL (Charles A.S.), 1975, 1986
HANDEL (Mark David), 1992
HANOUZ (Lucile), 1984
HANSEN (James), 1976, 1981, 1988, 1998, 2004, 2006, 2007
HARE (Bill), 1997
HARRIS (Jonathan M.), 1995
HARTE (John), 1971
HATFIELD (Craig Bond), 1997
HAYES (Denis), 1977
HAYNIE (Donald T.), 2001
HEINBERG (Richard), 2003
HEINEMANN (Martin), 1997
HELMHOLTZ (Herman von), 1847, 1854
HENDERSON (Lawrence), 1913
HILDEBRAND HILDEBRANDSSON (Hugo), 1898
HOFFERT (Martin I.), 2002
HÖGBOM (Arvid), 1894
HOLDREN (John), 1971, 1977, 1988
HOLDRIGE (Leslie R.), 1947, 1967
HOLGATE (Martin W.), 1977
HOLLAND (Heinrich D.), 1965, 1951, 1984, 1995
HOLM (Richard W.), 1971
HOLMES (Arthur), 1913, 1944, 1965
HOPKINS (William), 1852
HOUGHTON (John), 1990, 1994, 1997, 2004
HOWARD (Luke), 1833
HUBBERT (Marion King), 1949, 1956, 1962, 1969, 1972, 1976, 1981
HUGGETT (Richard J.), 1999, 2006
HULOT (Nicolas), 2006
HUMBOLDT (Alexandre de), 1845
HUNT (Cynthia), 1972, 1975
HUNT (John M.), 1979
HUNT (Julian), 2005
HUNT (Thomas Sterry), 1880
HUTCHINSON (George Evelyn), 1944, 1945, 1948, 1954, 1965, 1970

I

IDSO (Sherwood B.), 1995
ILLICH (Ivan), 1973
IVANHOE (L.F.), 1995, 1996, 1997

J

JACKSON (Patrick), 2006
JACOBSON (Michael), 200
JÄGER (Jill), 1983, 1987
JAKUBEC (Joël), 1998
JAMES (Frank), 1982
JANCOVICI (Jean-Marc), 2004, 2005, 2006
JANSSON (Ann-Mari), 1984
JAVELLE (Jean-Pierre), 1993
JEVONS (William Stanley), 1865
JOHNSON (Martin W.), 1942
JONAS (Hans), 1979
JØRGENSEN (Seven E.), 2001
JOUZEL (Jean), 1987, 1994, 2003, 2004, 2007

K

KASTING (James F.), 1998, 1999
KATCHALSKY (Aharon), 1965
KAUFMANN (Robert), 1986
KEELING (Charles D.), 1957, 1965, 1970, 1973, 1976
KELLOGG (William), 1971, 1977, 1979, 1981, 1982, 1987

KELVIN (Lord), voir THOMSON (William)
KEMPE (Stephan), 1979
KETNER (Pieter)), 1979
KEYES (Dale), 1983
KLARE (Michael), 2001, 2004
KLEIDON (Axel), 2004
KLEIN (Cornelis), 1992
KNOLL (Andrew), 2003
KOLBERT (Elizabeth), 2006
KONDRATYEV (K. Ya.), 1988
KÖPPEN (Wladimir), 1924
KORMONDY (Edward J.), 1965, 1969
KOSTITZIN (Vladimir), 1935
KOVDA (Victor), 1970
KRAFFT (Thomas), 2006
KRISHNAN (Rajaran), 1995
KRUMBEIN (Wolfgang), 1978, 1985, 2000
KUIPER (Gerard), 1949, 1954
KUMP (Lee R.), 1999
KUNSTLER (James Howard), 2005
KUTZBACH (Gisela), 1979

L

LACHAL (Bernard), 2003
LAFARGUE (François), 2006
LAHERRERE (Jean), 1998, 2006
LAMBERT (Benoît), 2004
LAMBERT (Gérard), 1987
LANDSBERG (Helmut), 1970
LANG (Kenneth), 1995
LAPENIS (Andrei G.), 2002
LAPO (Andrei), 1982
LAURENT (Eric), 2006
LEBEAU (André), 2005
LEBRETON (Philippe), 1978
LE CHATELIER (Henry), 1908
LEHMANN (Pierre), 1984
LE QUERE (Corinne), 2007
LE ROY (Edouard), 1927, 1928
LE TREUT (Hervé), 2004
LEGGETT (Jeremy), 1990, 1993, 1999, 2005
LEHNINGER (Albert L.), 1965
LEIGHT (Charles Kenneth), 1943
LETTS (Edmund Albert), 1900
LEVEQUE (Christian), 2001
LIBBY (Willard F.), 1952
LINDEMAN (Raymond), 1942
LONDER (Rondi), 1984
LORENTZ (Dominique), 2001
LORENZ (Edward N.), 1967, 1984
LORIUS (Claude), 1975, 1987, 1991, 1993
LOTKA (Alfred J.), 1922, 1925
LOUTRE (Marie-France), 2006
LOVELOCK (James), 1972, 1974, 1979, 1983, 1988, 1990, 1995, 1997, 2001, 2006
LOVINS (Amory), 1976, 1977, 1981
LUNDEGARDH (Henrik), 1924
LUNINE (Jonathan), 1999
LUTERBACHER (Urs), 2001
LYELL (Charles), 1830
LYNAS (Mark), 1979, 2004

M

MAASCH (Kirk A.), 1996
MACHTA (Lester), 1972
MACKENZIE (Fred T.), 1975, 1995
MALONE (Thomas), 1982, 1985, 1986
MANABE (Syukuro), 1967, 1975, 1997
MANN (Charles), 1991
MANSTETTEN (Reiner), 1996
MARGALEF (Ramon), 1968
MARGULIS (Lynn), 1974, 1983, 1989, 1995, 1998
MARLAND (Gregg), 1984, 2007
MARTINEZ-ALIER (Juan), 1987
MARSH (Georg Perkins), 1864, 1874
MARSHALL (Lauriston C.), 1965
MASON (Brian), 1952
MATHEZ (Edmond A.), 2004
MATTHEW (William D.), 1915
MATTHEWS (William H.), 1970, 1971
MAURY (Matthew Fontaine), 1855
MAXWELL (James Clerk), 1871
MAYER (Julius Robert), 1845
MAYUMI (Kozo), 1999

McCORMACK (Ray), 2006
McCULLY (Patrick), 1990
McELROY (Michael B.), 1976, 1982, 1983, 1985, 1988
McKILLOP (Andrew), 2005
McMENAMIN (Mark A.S.), 1994, 1998
McNEILL (John), 2000
McNEILL (William), 1982
MEAD (Margaret), 1970
MEADOWS (Dennis), 1972, 1992, 2004
MEADOWS (Donella), 1972, 1992
MEGIE (Gérard), 1989
MELILLO (Jerry M.), 2003
MERCER (John H.), 1978
MEYER (François), 1947, 1954, 1974
MICHAEL (Anthony J.), 1993
MILANKOVITCH (Milutin), 1920
MILLER (Stanley L.), 1953
MITCHELL (John F. B.), 1989
MOLINA (Mario), 1974
MONBIOT (George), 2006
MONOD (Jacques), 1970
MONTBRIAL (Thierry de), 1978
MOONEY (Harold A.), 1998
MOREL (Pierre), 1990
MORIN (Edgar), 1989
MOROWITZ (Harold J.), 1968
MOUCHOT (Augustin), 1869
MUDGE (Francis B.), 1997
MULLEN (George), 1972
MUNN (Robert E.), 1986
MURDOCH (William W.), 1971

N

NAKICENOVIC (Nabojsa), 1998
NAREDO (José Manuel), 1987, 2005
NEBEKER (Frederick), 1995
NEWMAN (Sheila), 2005
NICHOLSON (Max), 1970
NICOLA (Erico), 1971
NICOLAS (Adolphe), 2007
NIERENBERG (William A.), 1983, 1992, 1995
NOUSCHI (André), 1999

O

ODELL (Peter), 1970
ODUM (Eugene P.), 1953, 1968, 1971, 1977
ODUM (Howard T.), 1955, 1971
OESCHGER (Hans), 1978
OLDROYD (David R.), 1996
OPARIN (Alexandre Ivanovich), 1924, 1938
OPPENHEIMER (Michael), 1990
ORESKE (Naomi), 1999, 2004
ORIO (Angelo A.), 1986
OSBORN (Fairfield), 1948
OSTWALD (Wilhelm), 1909, 1910, 1911

P

PACHAURI (Rajendra), 2006
PALMER IMBRIE (Katherine), 1979
PANKRATH (Jürgen), 1979, 1980
PARK (Orlando), 1949
PARK (Thomas), 1949
PECAN (Erene V), 1973
PERRIN (Jean), 1901
PERRODON (Alain), 1999
PETERSEN (Ulrich), 1995
PETITJEAN (Armand), 1974, 1991
PEYRET (Henry), 1942, 1960
PIMENTEL (David), 1973, 1979
PIMENTEL (Marcia), 1979
PINKERTON (Richard C.), 1955
PIRUZYAN (Lev A.), 1980
PITT (David), 1999
PLASS (Gilbert), 1953, 1956, 1959
POINCARE (Henri), 1892
POLUNIN (Nicholas), 1972, 1980, 1984, 1988
PORTER (Stephen C.), 1995, 1999
POUILLET (Claude S. M.), 1838
PREVOT (Henri), 2007
PRIGOGINE (Ilya), 1946, 1971
PUISEUX (Louis), 1973, 1997
PUTNAM (Palmer C.), 1954

Q

QUENAULT (Béatrice), 2003

R

RAMADE (François), 1974, 1981, 1987
RAMANATHAN (Veerabhadran), 1975, 1988, 1997, 2000
RAMBLER (Mitchell B.), 1989
RAMSAY (William), 1896
RANDALL (Doug), 2003
RANDERS (Jorgen), 2004
RANKAMA (Kalervo), 1950
RANKINE (William J. M.), 1850, 1855, 1859
RAUPACH (Michael R.), 2004, 2007
RAYNAUD (Dominique), 1977, 1987
RECLUS (Elisée), 1864, 1866
REDFIELD (Alfred C.), 1958
REICHLE (David E.), 1986
RENDU (Louis), 1840
RENS (Ivo), 1975, 1979, 1981, 1996, 1998, 2006
REVELLE (Roger), 1957, 1965, 1982
RICHARDSON (Lewis Fry), 1922
RICHET (Pascal), 1999
RIFKIN (Jeremy), 1980, 2002
RILEY (Gordon A.), 1944
RISBEY (James S.), 1992
ROAN (Sharon L.), 1989
ROBETTS (Paul), 2004
ROBIN (Jacques), 1991
ROCHAS (Michel), 1993
RODHE (Henning), 1997
ROEDER (Juan G.), 1982, 1985
ROMERIO (Franco), 2003
ROSNAY (Joël de), 1975
ROTTY (Ralph M.), 1978, 1984
ROUGEMONT (Denis de), 1977
ROWLAND (F. Sherwood), 1974, 1988
RUBBEY (William W.), 1951
RUDDIMAN (William F.), 2003, 2005
RUTH (Matthias), 1993

S

SACHS (Wolfgang), 1993
SAGAN (Carl), 1972, 1983
SAGAN (Dorion), 1995, 2005
SAHAMA (Thure Georg), 1950
SAMSON (Anthony), 1975
SAMSON (Paul R.), 1999
SARKIS (Nicolas), 2000, 2004, 2006
SAUSSURE (Nicolas-Théodore de), 1830
SCARLOTT (Charles A.), 1952
SCHELL (Jonathan), 1982
SCHELLNHUBER (Hans Joachim), 2005, 2006
SCHERLOCK (Robert Lionel), 1922
SCHILDLOWSKI (Manfred), 1982
SCHIMEL (David), 2000
SCHLESINGER (William H.), 1991, 1997, 2005
SCHLOSING (Théophile), 1880
SCHLUPMANN (Klaus), 1987
SCHMIDT (Karl P.), 1949
SCHMITT (Carl), 1950
SCHNEIDER (Eric D.), 2005
SCHNEIDER (Stephen H.), 1984, 1989, 1991, 1996, 1999
SCHÖNBEIN (Christian Friedrich), 1838
SCHOPF (J. William), 1983, 1992, 1999
SCHRÖDINGER (Erwin), 1944
SCHUMACHER (Ernst Friedrich), 1973, 1978
SCHWARE (Robert), 1981, 1982
SCHWARTZ (Peter), 2003
SCHWARTZMAN (David), 1994, 1999
SEARS (Paul), 1964
SEBILLE-LOPEZ (Philippe), 2007
SECCHI (Angelo), 1870
SEIDEL (Stephen), 1983
SERRES (Michel), 1972, 1976, 1990, 1992
SHAH (Sonia), 2004
SHANKLIN (Jonathan D.), 1984
SHAPLEY (Harold), 1953
SHEPARD (Paul), 1969
SHERLOCK (Robert Lionel), 1922
SIGENTHALER (Ulrich), 1978
SIMMONS (Matthew R.), 2005
SIMONIS (Udo E.), 1994
SINGER (S. Fred), 1970
SKINNER (Brian J.), 1988
SKOLE (David), 1986

SMAGORINSKY (Joseph), 1965, 1967
SMIL (Vaclav), 1991, 1996, 2001, 2002, 2003
SMITH (Robert Angus), 1872
SMUTS (Jan Christiaan), 1926
SOCOLOW (Robert), 1994
SOUTHWICK (Charles H.), 1985, 1996
SPETH (James G.), 2004
STEFAN (Josef), 1879
STEFFEN (Will), 2001, 2003
STEPANOVA (Nina A.), 1952
STERN (Nicholas), 2006
STEVENS (William K.), 1999
STOBAUGH (Robert), 1979
STOCKER (Thomas), 2006
STOERMER (Eugene F.), 2000
STOPPANI (Antonio), 1873
STRAHAN (David), 2007
STRICKLER (J. Rudi), 1980
STUMM (Werner), 1977
SUESS (Eduard), 1875, 1909
SUESS (Hans E.), 1955, 1957, 1961
SUKACHEV (Vladimir N.), 1968
SUNDQUIST (Eric T.), 1985
SVERDRUP (Harald Ulrik), 1942

T

TAIT (Peter Guthrie), 1868
TANSLEY (Arthur), 1935
TAYLOR (Gordon Rattray), 1970
TEILHARD DE CHARDIN (Pierre), 1925, 1947, 1955
TEISSERENC DE BORT (Léon), 1898, 1902
TERTZAKIAN (Peter), 2006
THATCHER (Margaret), 1988
THOMAS (William L.), 1956
THOMSON (William, Lord KELVIN), 1848, 1849, 1850, 1851, 1852
TICKELL (Crispin), 1977
TIMIRYAZEV (Kliment A.), 1903
TISSOT (Bernard), 1978
TOBIAS (Michael), 1994
TOMMERMAN (Peter), 1989
TRABALKA (John R.), 1985, 1986
TRICART (Jean), 1972
TUBIANA (Laurence), 2004
TUDGE (Colin), 1991
TURCO (Richard P.), 1997
TURNER (Billie Lee), 1990
TYLER (Stanley A.), 1965
TYNDALL (John), 1861, 1863, 1872
TYSON (Peter), 2001

U

UBBELOHDE (Alfred René), 1954
UNANDER (Fridtjof), 2004
UREY (Harold C.), 1951, 1952

V

VALLENTYNE (John R.), 1972, 1980
Van WATERSCHOOT van der GRACHT (Willem A.J.M.), 1928
VAUGHAN (Daniel J.), 1988
VELIKHOV (Yevgeni), 1985
VERNADSKY (Vladimir), 1924, 1926, 1929, 1944, 1945, 1965, 1997, 1998
VICTOR (David G.), 1991, 2001
VIEL (Dominique), 2006
VOGELMANN (Andrew M.), 1997
VOLK (Tyler), 1994, 1998
Von NEUMANN (John), 1955
VOROSMARTY (Charles), 1986

W

WACKERNAGEL (Mathis), 1996, 2002
WALLACE (Alfred Russel), 1903
WALLACE (Janice S.), 1988
WALLEN (Carl Christian), 1973
WANG (W. C.), 1976
WARD (Peter D.), 1999
WATSON (Andrew), 1982
WATSON (James D.), 1953
WEART (Spencer R.), 1997, 2003
WEBER (Bruce H.), 1824, 1988
WEGENER (Alfred), 1911, 1912, 1915, 1924

WELTE (Dietrich H.), 1978
WESTBROECK (Peter), 1991, 1996
WETHERALD (Richard T.), 1967, 1975
WHITE (Gilbert F.), 1977
WHITE (Lynn), 1967
WIAME (J.M.), 1946
WICKEN (Jeffrey, S.), 1987
WIENER (Norbert), 1948
WIGLEY (Tom M. L.), 1999, 2000
WILDT (Rupert), 1940
WILLIAMS (George R.), 1996
WILLIAMS (Jill), 1980
WILLIAMS (George R.), 1996
WILLIAMS (Michael), 2002
WILSON (Carroll M.), 1970, 1971
WILSON (Edward O.), 1970, 1989
WINGERT (Jean-Luc), 2005
WINOGRADSKY (Sergei N.), 1949
WOIEKOF (Alexander I.), 1901
WOODWELL (George M.), 1973, 1995

Y

YERGIN (Daniel), 1991, 1992.
YOUNGQUIST (Walter), 1997, 1999

IMPRIMERIE MEDECINE HYGIENE GENEVE SUISSE

novembre–2007

Quiconque possède un brin d'esprit philosophique (et scientifique) et n'est pas trop aveuglé par les problèmes quotidiens et le dogme politico-économique de la croissance, ne peut qu'être frappé par cette lancinante rumeur qui semble à la fois tomber du ciel et remonter des entrailles de la Terre : une espèce zoologique singulière, *Homo sapiens faber* (V.Vernadsky), est devenue une nouvelle force géologique. L'humanité «civilisée», depuis la révolution thermo-industrielle, est désormais capable d'accélérer et de prendre la direction de l'évolution de toute la Biosphère. Mais n'est-ce pas jouer aux apprentis sorciers ?

Avant Hiroshima, pratiquement personne – parmi les «civilisés» – ne remettait en question l'optimisme historique qui s'attachait à l'idéologie du Progrès. A l'Est comme à l'Ouest, au Sud comme au Nord, la Guerre froide n'a guère permis de faire triompher la «non-violence» pas plus qu'elle n'a permis d'aller plus loin que la création de «réserves de la biosphère» et autres aires protégées. La biologie moderne, en faisant triompher une conception moléculaire du vivant, a fait de l'ombre à l'essor, tout aussi fondamental, de la biologie environnementale et de l'écologie globale, la science de la Biosphère, ignorée par les sciences économiques et sociales.

Malgré l'immense espérance internationale de «l'atome pour la paix» et les illusions du Développement, contemporaines de l'âge d'or du pétrole, l'expansion de la civilisation scientifico-militaro-industrielle heurte de plus en plus les limites de la Biosphère dont les sociétés humaines dépendent tout autant que n'importe quelles autres formes de vie.

Dans cette chronologie bibliographique et critique d'un genre peu commun, rassemblant des notes de lecture et des réflexions souvent très personnelles, Jacques Grinevald, *chercheur transdisciplinaire et enseignant à l'IUED et à l'Université de Genève, se fait le chroniqueur, non seulement du débat actuel sur le climat, l'énergie et l'écologie, mais plus encore, de deux siècles de transformation fulgurante de l'histoire humaine récente (l'Anthropocène) de la Biosphère.*

978-2-8257-0941-2