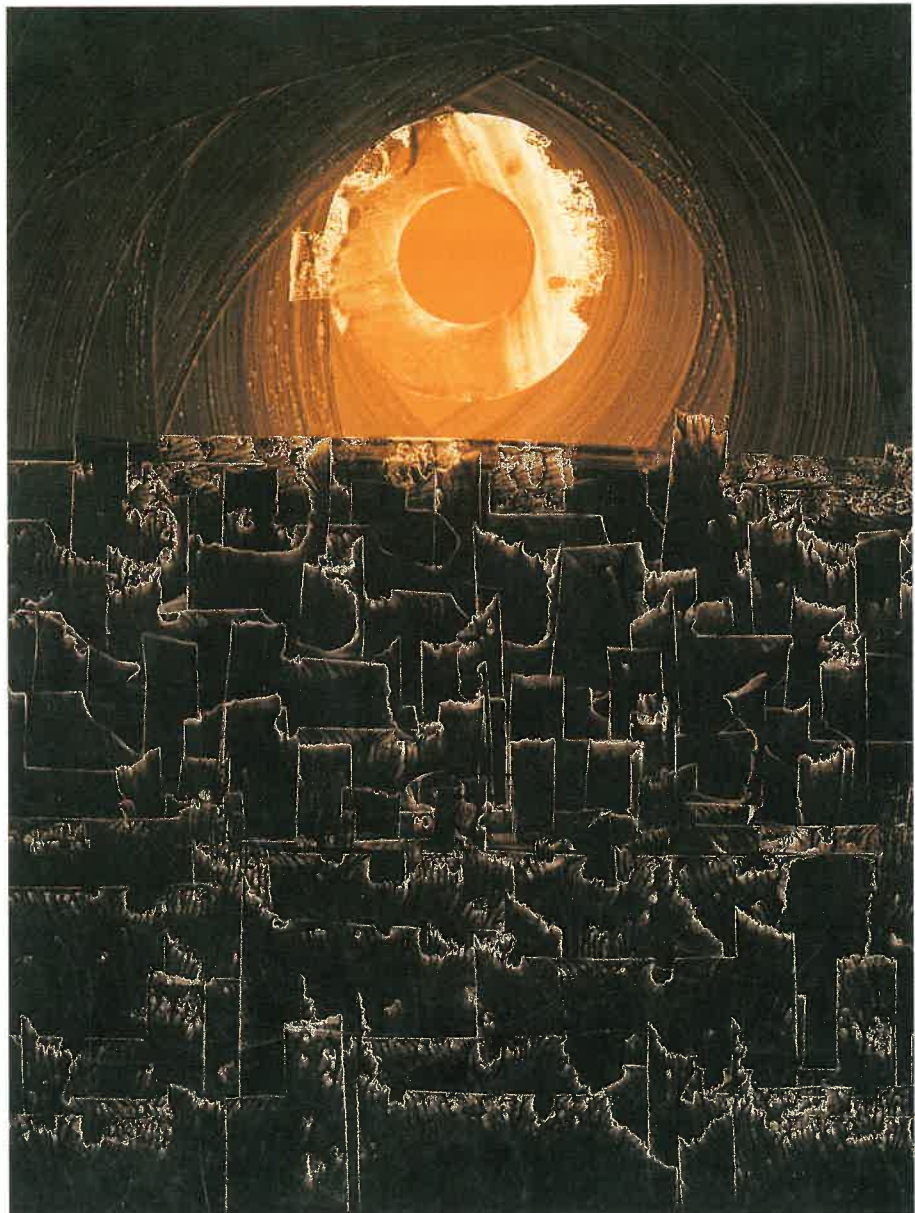


STRATEGIES ENERGETIQUES BIOSPHERE & SOCIETE

FORUM INTERDISCIPLINAIRE INDEPENDANT



GAZETTE
DE L'APAG

ORGANE
DE L'ASSOCIATION
POUR L'APPEL
DE GENEVE

OCTOBRE 1991

L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE

**Bureau de l'Association pour
l'Appel de Genève**

Co-présidents:

Charles ENZ, professeur de physique
théorique à la Faculté des sciences de
l'Université de Genève

Joel JAKUBEC, pasteur de l'Eglise
nationale protestante de Genève

Rédacteur responsable:

Ivo RENS, professeur d'histoire à la
Faculté de droit de l'Université de
Genève

Membres du Bureau:

Lucien BOREL, thermodynamicien,
professeur honoraire de l'Ecole poly-
technique fédérale de Lausanne; Michel
BRELAZ, docteur ès sciences écono-
miques et sociales de l'Université de
Genève; François BURNIER, docteur
en médecine de l'Université de Bâle;
Marcel BURRI, géologue, professeur
honoraire de l'Université de Lausanne;
Olivier DELAFONTAINE, natura-
liste; Irène GAUTIER, égyptologue;
Hansjörg HUGGEL, professeur de
biologie de l'Université de Genève;
Pierre LEHMANN, ingénieur physi-
cien; René LONGET, directeur ro-
mand de la Société pour la protection
de l'environnement; Luce PECLARD,
écrivain; Alain PERROT, pasteur de
l'Eglise nationale protestante de
Genève; Philippe PESTALOZZI,
politologue; Gilles PETITPIERRE,
professeur à la Faculté de droit de
l'Université de Genève; Jean ROSSEL,
physicien, professeur honoraire de
l'Université de Neuchâtel; Irmgard
SALVADORI, laborantine chimiste;
René STRUB, ingénieur mécanicien,
Dr h.c. de l'Ecole polytechnique fédé-
rale de Lausanne.

APAG

Case postale 506
CH-1212 Grand-Lancy 1
CCP 12-18441-0

Couverture et impression:

Médecine et Hygiène
Genève

Concept informatique:
François TÖLGYESI et
Roberto TONETTI
Genève

En couverture: Reproduction d'une oeuvre du peintre vaudois Robert Favarger (1919-1980). Motif solaire, à la fois prométhéen, archétype jungien et quête spirituelle, émergeant d'un espace hostile et cahoteux. Reproduction publiée avec l'aimable autorisation de Madame Jeanne-Marie Favarger à Romanel-sur-Lausanne.

STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES, BIOSPHERE & SOCIÉTÉ (SEBES)

Forum interdisciplinaire indépendant

Comité de rédaction provisoire

François Burnier

Médecin, docteur en médecine de l'Université de Bâle

CharlesENZ

Professeur de physique théorique à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève

Joel Jakubec

Théologien, pasteur de l'Eglise nationale protestante de Genève

Philippe Lebreton

Professeur au Département de biologie végétale de l'Université Claude Bernard de Lyon 1

Ivo Rens

Professeur d'histoire à la Faculté de droit de l'Université de Genève

Les auteurs désirant proposer des articles au Comité de rédaction sont priés de les adresser au professeur Ivo Rens, rédacteur responsable de STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES, BIOSPHERE & SOCIÉTÉ, Forum interdisciplinaire indépendant, c/o Département d'histoire du droit et des doctrines juridiques et politiques, Faculté de droit de l'Université de Genève, 5 rue Saint-Ours, CH-1211 Genève 4. Fax SEBES (41 22) 735 09 42.

Le Comité de rédaction ne peut toutefois garantir le renvoi à leurs expéditeurs des articles qui ne seraient pas publiés.

Ce numéro double de SEBES a été réalisé notamment grâce au soutien financier de la Direction des affaires culturelles et sociales de la Fédération des Coopératives Migros, dont le siège est à Zurich, de la Fondation Charles Veillon de Bussigny-près-Lausanne, des Services industriels de la Ville de Lausanne et de nombreux membres et proches amis de l'Association pour l'Appel de Genève. Le Comité de rédaction provisoire les en remercie vivement.

Copyright by
STRATÉGIES *ÉNERGÉTIQUES*, BIOSPHÈRE & SOCIÉTÉ,
Forum interdisciplinaire indépendant,
Genève, 1991

La reproduction partielle de toute étude ou article parus dans STRATÉGIES *ÉNERGÉTIQUES*, BIOSPHÈRE & SOCIÉTÉ est permise moyennant toutefois une indication précise et complète de la source selon les usages académiques ainsi que l'envoi d'un justificatif au rédacteur responsable. La reproduction totale de toute étude ou article doit faire l'objet d'une autorisation préalable du rédacteur responsable.

Sommaire

N°1/2 - 1991

EDITORIAL

L'utilisation rationnelle de l'énergie et les nouvelles menaces pesant sur la sécurité mondiale

Ivo Rens. 5

DOSSIER SCIENTIFIQUE

L'utilisation rationnelle de l'énergie

Maîtriser l'énergie pour un monde équitable

Jean-Paul Deléage, Université de Paris VII 13

La comptabilité exergetique, fondement de l'économie énergétique

Professeur Lucien Borel, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne 19

Utilisation rationnelle de l'énergie et équilibre mondial

Professeur Bernard Giovannini, Université de Genève 29

La stratégie de la durabilité: Gérer la richesse énergétique dans le temps

Walter Stahel, Institut de la Durée, Genève 33

Choisir le long terme et la maîtrise de l'énergie

A propos du Rapport Brana

Pierre Delacroix, Président d'honneur de France Nature Environnement (FFSPN), Bordeaux 41

Economie et production d'énergie demain en Suisse

Pierre Lehmann, ingénieur physicien École polytechnique fédérale de Lausanne, Vevey. 43

L'économie énergétique française vers une filière au gaz ?

Professeur Philippe Lebreton, Université Claude Bernard de Lyon I. 53

L'engagement associatif pour une gestion globale des déchets

L'exemple de l'opération Pélican

Daniel Carde, vice-Président de France Nature Environnement (FFSPN), Chambéry 57

REFLEXION

Note sur le terme Biosphère

Jacques Grinevald, Institut d'études du développement, Université de Genève 61

Ethique et écologie

Joel Jakubec, pasteur, Genève. 63

La Suisse, demain...

Pierre Lehmann, ingénieur physicien EPFL, Vevey. 71

Nous et la vie

Dr François Burnier, médecin, Pampigny (Vaud). 75

INFORMATION

L'arrêt du Conseil d'Etat et l'arrêt de SuperPhénix

Raymond Avrillier, Université des sciences sociales de Grenoble 77

Petites nouvelles de la Communauté européenne

Documents. 82

Projet dans l'Oural : un surrégénérateur en zone contaminée

Olivier de Marcellus 84

Correspondance Malville

Lehmann, Ogi, etc. 85

LITTÉRATURE

Lu jadis

Jacques Ellul, <i>La technique, enjeu du siècle</i> , 1954	
Franck Nseka	87
D.H. Meadows, <i>Halte à la croissance ?</i>	
<i>Le Club de Rome présenté par Janine Delaunay</i> , 1972	
Jacques Grinevald	88
Ivan Illich, <i>Energie et équité</i> , 1973	
Laurence Marquis	89
Ivan Illich, <i>La convivialité</i> , 1973	
Laurence Marquis	90
Jacques Ellul, <i>Le système technicien</i> , 1977	
Franck Nseka	91
Armand Petitjean, <i>Quelles limites ? Le Club de Rome répond</i> , 1974	
Jacques Grinevald	91
François Meyer, <i>La surchauffe de la croissance</i> , 1974	
Thérèse Osman	92
Bertrand Goldschmidt, <i>Le complexe atomique</i> , 1980	
Frédéric de Diego	93

Ouvrages récents

<i>Energie internationale 1990-1991,</i>	
<i>Rapport annuel de l'Institut d'économie et de politique de l'énergie de Grenoble</i>	
Philippe Lebreton	93
Jean-Marie Martin, <i>L'économie mondiale de l'énergie</i>	
Ivo Rens.	94
Ph. Baud et J. Neiryck, <i>Première épître aux techniciens</i>	
Joel Jakubec.	95
François Walter, <i>Les Suisses et l'environnement, du 18e siècle à nos jours</i>	
Joel Jakubec.	96
Mary Davis, <i>Guide de l'industrie nucléaire française</i>	
<i>De la mine aux déchets, du réacteur à la Bombe</i>	
Brigitte Zweifel	97
Lester R. Brown, <i>L'état de la planète</i>	
Dierck Orinckx	98
Jeremy Leggett, <i>Global Warming</i>	
Dierck Orinckx	98
Denis Duclos, <i>Les industriels et les risques pour l'environnement</i>	
Jan Masoliijn	100
Pierre Radanne et Louis Puiseux, <i>L'Energie dans l'économie,</i>	
Joel Jakubec.	100
B.L. Turner II et al. eds, <i>The Earth as transformed by human action</i>	
Jacques Grinevald	101
Commissariat Général du Plan, <i>Rapport du Groupe Energie 2010</i>	
Philippe Lebreton	102
Publications de l'Association pour l'Appel de Genève	104

EDITORIAL

L'utilisation rationnelle de l'énergie et les nouvelles menaces pesant sur la sécurité mondiale

par Ivo Rens
rédacteur responsable

Le dossier scientifique du présent numéro double de SEBES est consacré à "L'utilisation rationnelle de l'énergie". La mention qui est ici faite du mot "rationnel" mérite quelque éclaircissement qui, sans prétendre en épuiser le socle épistémologique, en balise, fût-ce grossièrement, les références axiologiques.

Comme chacun sait, l'adjectif "rationnel" recouvre plusieurs acceptions. L'idée que s'en fait le marchand de missiles n'est pas la même que celle du pacifiste, celle de l'économie politique dominante est fort éloignée de celle de la science écologique, nonobstant l'étymologie commune de ces deux disciplines - "oikos", l'habitat - et malgré les efforts presque pathétiques déployés par certains publicistes et davantage de publicitaires pour tenter de les marier alors qu'il conviendrait plutôt d'intégrer la première dans la seconde. Car peut-on soutenir sérieusement que, entre deux disciplines scientifiques, la plus particulière, celle qui ne s'intéresse qu'à un certain mode des relations humaines, puisse imposer ses principes à la plus générale et la plus fondamentale qui se préoccupe des relations de tous les êtres vivants avec leur environnement organique et inorganique ?

Le titre même de notre revue l'indique, la rationalité à laquelle nous aspirons est celle-là même qui régit la Biosphère. Elle s'enracine dans la connaissance, encore lacunaire, mais néanmoins substantielle, que nous en offre l'écologie scientifique telle qu'elle s'est constituée et institutionnalisée depuis en tout cas le début du siècle, et plus précisément l'écologie globale qui pose les problèmes à l'échelle de la planète. Rien d'étonnant, par conséquent, à ce qu'elle intéresse la dimension socio-politique et, plus fondamentalement, anthropologique que revêt l'utilisation de l'énergie dans notre monde toujours plus marqué par l'emprise de la civilisation thermo-industrielle occidentale. On trouvera dans la section de ce numéro intitulée "Réflexion" une "Note

sur le terme de Biosphère” et un article sur “Ethique et écologie” qui, sans épuiser ces vastes sujets, éclairent néanmoins leurs fondements épistémologiques et leurs prolongements éthiques. Il en va de même de plusieurs des ouvrages qui font l’objet de comptes rendus dans la section “Littérature”.

Autrement dit, et pour en rester délibérément à un niveau prosaïque, disons d’emblée que la rationalité à laquelle se réfèrent la plupart des auteurs de notre dossier scientifique est celle qui conditionne la survie aussi longue que possible de l’humanité par la conservation de la Biosphère qui en constitue l’habitat obligé et son organisation dans des sociétés aussi conviviales que possible, c’est-à-dire respectueuses des valeurs que l’on désigne, en première approximation, par les droits et libertés fondamentales. Sans doute ces précisions liminaires sont-elles superflues pour beaucoup de nos lecteurs, mais pas nécessairement pour tous, et il nous paraît loyal de préciser la position, sinon de tous nos contributeurs, du moins celle du Comité de rédaction et plus précisément de l’auteur de ces lignes.

Prise de conscience des nouvelles menaces sur la sécurité mondiale

Pourquoi mettre en rapport la problématique de “L’utilisation rationnelle de l’énergie” avec celle, plus vaste encore, des “nouvelles menaces pesant sur la sécurité mondiale” ? D’ailleurs ces menaces, désormais récurrentes dans le discours politique, comme l’atteste l’omniprésence des questions de l’“environnement” lors des sommets du Groupe des sept Puissances les plus industrialisées depuis 1989, sont-elles véritablement nouvelles ? Sont-elles vraiment apparues depuis la fin de la guerre froide ou bien s’inscrivent-elles dans une dynamique de beaucoup antérieure ? Enfin, ont-elles supplanté les anciennes menaces pesant sur la sécurité mondiale, en tout ou en partie, ou bien s’y sont-elles ajoutées ?

Pour tenter de répondre à ces questions, partons du plus général afin de mieux cerner les questions particulières. Et donnons, pour commencer, un diagnostic :

“C’est chose étonnante que de voir combien il est rare de trouver, même dans les milieux les plus avertis, une seule personne bien au fait de la destruction accélérée que nous infligeons sans arrêt aux sources mêmes de notre vie. Par ailleurs les rares esprits qui s’en rendent compte ne voient en général pas le lien entre ce fatal processus et les exigences irrésistibles d’une population humaine sans cesse en augmentation. Ce sont pourtant là des conditions indivisibles, qu’on ne saurait en bonne logique envisager séparément. Combien d’ailleurs en trouverait-on parmi les spécialistes même les plus avertis et les plus distingués en matière d’agronomie, de chimie, de biologie et d’économie politique - sans oublier la politique tout court - voulant bien admettre que ces connaissances spéciales ne peuvent avoir leur pleine et entière utilité si elles ne

sont pratiquement intégrées les unes dans les autres ? (...)

Enfin, quand la vérité pourra-telle se faire jour sur le plan des relations internationales ? Quand se décidera-t-on à reconnaître ouvertement que l'une des principales causes de l'attitude agressive de certaines nations et d'une bonne partie des discordes actuelles entre groupes de nations provient d'une diminution dans la capacité productive de leurs terres en même temps que de la pression toujours accrue d'une population sans cesse grandissante ? D'un bout du monde à l'autre il n'est pas un pays qui ne se trouve au bord de la même crise.(...)

Les techniciens auront beau se dépasser eux-mêmes dans la création de nouveaux produits susceptibles de remplacer les aliments naturels, on aura beau mettre en valeur de nouvelles zones, par exemple dans les pays tropicaux ou subtropicaux, il n'en reste pas moins impossible de compter sur les nouvelles ressources à en provenir pour arrêter l'élan terrifiant des attaques aujourd'hui dirigées contre les ressources vitales naturelles du monde entier. A cela une seule solution est possible: l'homme doit reconnaître la nécessité où il se trouve de collaborer avec la nature. Il doit rabattre de ses exigences, utiliser et conserver les ressources naturelles du monde entier de la seule façon qui puisse permettre à la civilisation de se maintenir. La solution finale ne peut venir que d'une meilleure compréhension du grand et éternel processus des forces naturelles. Le temps est aujourd'hui fini où l'on pouvait espérer le braver impunément."

Quelques prophètes méconnus de l'écologie globale

Ces lignes, qui désignent d'une part la cause principale des nouvelles menaces pesant sur la sécurité mondiale, à savoir les destructions infligées à la nature par notre civilisation technicienne couplée à l'accroissement démographique de l'humanité, d'autre part la cause principale de l'aveuglement de notre espèce et de son intelligentsia, à savoir le cloisonnement intellectuel inhérent à notre épistèmè et peut-être plus encore à notre institution académique, ne datent pas de 1989, mais de près d'un demi siècle (La planète au pillage, Payot, Paris, 1949, traduction de Our Plundered Planet, Boston, Little, Brown, 1948). Leur auteur, Fairfield Osborn, alors président de la Société zoologique de New York, appartient à cette avant-garde de la prise de conscience écologique, tout comme Aldo Leopold, Roger Heim, René Dubos, William Vogt, George Evelyn Hutchinson, Nicholas Georgescu-Roegen, Rachel Carson, Lynn White, Nicholas Polunin, Kenneth Boulding, Eugene P. Odum et quelques autres auteurs, tous nés avant la première guerre mondiale et tous tributaires, peu ou prou, des philosophes du vivant que furent Henri Bergson, dont L'Evolution créatrice remonte à 1907, Jan Christiaan Smuts, dont Holism and Evolution date de 1926 et Vladimir

Ivanovitch Vernadsky dont La Biosphère parut en russe en 1926 également et en français en 1929. L'oubli de la plupart de ces auteurs et de leurs avertissements témoigne de l'efficacité de la barrière idéologique qui a rendu leur voix inaudible pour la plupart de leurs contemporains et imperceptible encore à beaucoup des nôtres.

Une controverse a opposé voici près d'un quart de siècle Barry Commoner à Paul Ehrlich. A ce dernier qui semblait vouloir rendre responsable de tous les maux présents et à venir inhérents à la destruction de l'environnement naturel la seule croissance démographique de l'espèce humaine, le premier opposa, avec passablement de succès, que les mutations intervenues dans les techniques, principalement chimiques, pendant ou après la deuxième guerre mondiale, en sont autant et plus responsables.

Toujours est-il que, faute pour l'humanité et ses dirigeants d'avoir réagi sur le champ, le temps des "nouvelles menaces sur la sécurité mondiale" est arrivé. Ne tentons pas de les énumérer de façon exhaustive, mais de les signaler en passant de la plus générale aux plus particulières: Explosion démographique, pollution et dégradation galopantes de la Biosphère, accroissement de l'effet de serre, perspectives de changements climatiques, déplétion du bouclier stratosphérique d'ozone, érosion des sols, désertification, appauvrissement de la diversité biologique des espèces animales et surtout végétales, famine et malnutrition, déplacements toujours plus massifs de populations, et apparition de grandes pandémies dont le SIDA n'est peut-être qu'un élément précurseur, tels sont les fléaux qui menacent sinon notre avenir, du moins, à coup sûr, celui de nos enfants.

Dans notre perspective, les accidents du Torrey Canyon, de l'Amoco Cadiz, de Seveso, de Bhopal, de Tchernobyl et de Schweizer Halle ne constituent que des jalons, assurément significatifs, mais encore relativement limités dans leur ampleur, dans la série qui conduit inéluctablement à la banalisation de risques technologiques majeurs toujours plus désastreux.

Menaces nouvelles et menaces anciennes

Il s'en faut de beaucoup que ces menaces soient si nouvelles que cela. Elles trouvent leur origine dans la Révolution industrielle qui ne s'est étendue à l'échelle de la planète que depuis la deuxième guerre mondiale et dont les "effets pervers" ne sont devenus socialement visibles que depuis lors. En outre, loin d'avoir supplanté les anciennes menaces - hormis, sans doute, celles de la guerre froide - elles risquent fort de s'alimenter réciproquement et d'opérer de redoutables synergies comme on le vit bien lors de la guerre du Golfe, et plus encore depuis, avec le désastre écologique que constitue l'incendie volontaire, et sans buts de guerre particuliers, semble-t-il, de centaines de puits de pétrole qui continuent de brûler en polluant l'atmosphère non

seulement du Koweït, mais encore de plusieurs Etats de la région, au gré des vents. Bref, l'éco-terrorisme constitue le plus spectaculaire des avatars des "nouvelles menaces" planant sur la sécurité mondiale, mais pas nécessairement le plus redoutable.

La plus redoutable réside probablement dans l'impact écologique croissant que l'humanité impose à la Biosphère du fait des croissances démographique, technologique et énergétique. Contrairement à une idée tenace dans les milieux politiques technocratisés - y compris ceux qui se font passer pour conservateurs car ils prétendent conserver les moyens d'accroître notre confort par une maîtrise toujours plus poussée de la nature - il n'est pas vrai que le développement économique soit directement proportionnel à la croissance énergétique. C'est ce que démontrent plusieurs articles de notre dossier scientifique et certains des ouvrages que nous recensons dans notre section "Littérature". Il n'en résulte pas pour autant que la croissance économique qui caractérise notre civilisation thermo-industrielle puisse se poursuivre longtemps encore, non point tant à cause d'une éventuelle pénurie d'énergie, mais en raison de la trop grande dilapidation de la manne pétrolière dont on ne dira jamais assez qu'elle a induit nos sociétés dans des comportements proprement suicidaires.

La croissance de l'effet de serre, ou plutôt, sa dérive anthropogénique - à laquelle Jacques Grinevald a consacré une étude très substantielle dans SEBES, No 1, 1990 - ainsi que celle des pollutions industrielles sont grosses de menaces pour notre sécurité par leur remise en cause des processus biogéochimiques qui sont au coeur même du vivant. De quoi serviront les missiles balistiques intercontinentaux et toutes nos armes dites intelligentes pour prévenir ou combattre un changement climatique entraînant une élévation générale du niveau moyen des océans ou même un empoisonnement croissant des chaînes alimentaires ?

Les seules stratégies de développement responsables ne sont-elles pas celles qui permettraient de poursuivre l'aventure technicienne en polluant infiniment moins et en produisant moins de gaz à effet de serre, à commencer par le CO₂, donc en augmentant le rendement thermodynamique de toutes nos prothèses industrielles - pour parler comme Nicholas Georgescu-Roegen - et en remplaçant aussi rapidement que possible les combustibles fossiles par le flux d'énergie actuelle, c'est-à-dire solaire. Il a été suffisamment démontré, notamment dans SEBES N° 2, 1990, que les combustibles fissiles et plus généralement les perspectives électronucléaires, fussent-elles fondées sur la surrégénération, voire sur la fusion pour laquelle les Etats industrialisés ont déjà englouti des sommes astronomiques qu'ils auraient mieux fait d'investir dans des secteurs plus prometteurs, ne constituent une solution de rechange ni généralisable, ni durable ni surtout vivable.

Encore faudrait-il, pour qu'une stratégie quelconque débouche sur un monde un peu

plus humain, que l'explosion démographique ne se poursuive pas. En effet, la population mondiale, qui était de quelque 800 millions d'habitants en 1800, s'élevait à quelque 1'600 millions en 1900, à quelque 2'500 millions en 1950 et à quelque 4'300 millions en 1990, d'après le Worldwatch Institute, de sorte qu'un homme né autour de 1930 serait le premier, dans l'évolution de l'espèce, à avoir assisté de son vivant au doublement de la démographie mondiale autour de 1972. Qui plus est, son espérance de vie est telle qu'il pourra être le premier aussi à assister au triplement de ladite démographie avant l'an 2000. Malheureux Malthus ! Aurais-tu été tellement condamné parce que seul en ton siècle tu avais vu juste ?

Des diverses croissances et de leurs taux respectifs

Les nouvelles menaces pesant sur la sécurité mondiale procèdent toutes de phénomènes dynamiques que nous avons caractérisés en première approximation par la croissance, voire par des croissances, puisqu'elles ne sont pas nécessairement parallèles ni même synchrones. Le premier Rapport au Club de Rome, dû à l'équipe de Meadows du M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology), a accrédité dans le public éclairé l'idée, déjà assez impressionnante, que ces croissances seraient exponentielles, c'est-à-dire qu'elles seraient caractérisées par un taux d'accroissement constant.

Certains auteurs vont encore plus loin. Ainsi, dans La surchauffe de la croissance, ouvrage dont on trouvera un compte rendu dans la section "Littérature" du présent numéro, François Meyer estime-t-il, chiffres à l'appui, qu'à l'instar de toute l'évolution du vivant, celle de la démographie humaine ainsi que celle de sa variable technologique se caractérisent par un taux d'accroissement lui-même croissant, donc par une accélération de l'accélération, ce qui l'amène à opposer au diagnostic d'urgence, inhérent à la thèse exponentielle, un diagnostic d'imminence.

Il ne s'agit pas là d'un débat académique pouvant être poursuivi tout à loisir mais de décisions à prendre toutes affaires cessantes sur les stratégies à adopter pour se protéger des nouvelles menaces pesant sur la sécurité mondiale, donc d'une question vitale entre toutes, conditionnée par le manque de temps qui nous reste pour amorcer les virages, notamment énergétiques et technologiques, que l'humanité devrait "négocier" pour survivre. La véritable pénurie dont nous souffrons d'ores et déjà pour tenter d'appréhender la problématique mondiale n'est pas celle de l'énergie mais bien celle du temps, et cela même si la thèse de François Meyer était erronée et si le taux de croissance des principaux indices de nos sociétés industrielles n'était qu'exponentiel.

Une lueur d'espoir: la nouvelle diplomatie multilatérale de l'environnement

Depuis plusieurs années déjà, il n'est guère d'organisation internationale régionale qui n'ait abordé l'une ou l'autre menace pesant sur l'environnement. Le moratoire de cinquante ans sur toute exploitation minière ou pétrolière dans l'Antarctique, décidé par les Parties consultatives au Traité de l'Antarctique lors de leur conférence de Madrid d'avril 1991, en constitue un exemple, sans doute exceptionnel, mais assurément justifié par la fragilité de la Biosphère dans cette région du monde.

Certaines agences spécialisées des Nations Unies, comme l'Unesco et l'Organisation météorologique mondiale, ont même joué un rôle de pionnier en matière d'environnement. L'ONU elle-même n'est pas restée inactive. Dès 1972, la Conférence officielle de Stockholm et les conférences "parallèles" qui eurent lieu dans la capitale suédoise à l'initiative de diverses organisations non-gouvernementales (ONG) consacrèrent l'accession de l'environnement au rang de problème justiciable de la diplomatie multilatérale. Toutefois, en 1972, certains observateurs ressentirent la localisation à Nairobi, capitale du Kenya, du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) comme le signe que la communauté internationale, alors marquée par la guerre froide, entendait bien reléguer sinon l'environnement, du moins les problèmes posés par lui, dans la périphérie, loin des centres où sont prises les décisions.

En dépit de cette localisation, et paradoxalement peut-être même grâce à elle, - car l'Afrique fait figure de continent écologiquement sinistré du fait des sécheresses et famines qui l'affectent désormais chroniquement - le PNUE contribua à sensibiliser aux problèmes écologiques l'ensemble du système des Nations Unies. Aussi bien, l'Assemblée générale des Nations Unies décida-t-elle en décembre 1989 de convoquer une Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement qui se tiendra à Rio de Janeiro en juin 1992, pour le vingtième anniversaire de la Conférence de Stockholm. Dès lors se mit en place un processus compliqué faisant intervenir la plupart des agences spécialisées des Nations Unies mais également beaucoup d'ONG, parmi lesquelles l'Union internationale pour la protection et la conservation de la nature et de ses ressources (UICN), le WWF-International et surtout Greenpeace jouent un rôle particulièrement actif. Une Conférence mondiale sur l'énergie propre interviendra dans le cadre de ce processus, à Genève, au début de novembre 1991. Le Comité préparatoire de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, qui tient à Genève sa troisième session en cet été 1991, est d'ores et déjà saisi d'un projet de Greenpeace visant à substituer une Organisation mondiale de l'énergie à l'Agence atomique de Vienne, créée dans la foulée de l'"Atome pour la paix" des années 50, Agence qui apparaît obsolète et déforcée par rapport aux besoins énergétiques de l'humanité et singulièrement du Tiers-Monde.

La Conférence de Rio de Janeiro qui sera couronnée par une rencontre “au sommet” des chefs d’Etats et de gouvernements, donc par un “Sommet de la planète”, débouchera-t-elle sur des conventions ou autres instruments juridiques suffisamment contraignants ou bien sur des décisions en trompe-l’œil ? Il est encore trop tôt pour le prédire. Relevons cependant que seule une frange des milieux économiques, comme on désigne pudiquement au niveau des multinationales les puissances d’argent, semble avoir compris que l’on ne peut concevoir de bonnes affaires que dans ce monde !

* * *

*

A force d’avoir dévoré sans compter des énergies fossiles puis fissiles accumulées sur des millions, voire des milliards d’années, peut-être nos sociétés “chronophages” enivrées de vitesse ont-elles accéléré la course de l’histoire au point de n’avoir plus le temps, dans leurs bolides en compétition, de regarder défiler le paysage, d’apercevoir les hordes misérables de piétons souvent éclopés cheminant cahin-caha sur les bas-côtés et les nombreux cyclistes pédalant à l’entour ; peut-être n’ont-elles plus même le temps de voir la route devant elles, ni ses bifurcations, ni surtout la grande courbe vertigineuse de la décroissance nécessaire qui se profile à l’horizon et qui pourtant avait été dûment signalisée.

D’ailleurs, les pilotes n’ont-ils pas le regard rivé sur leurs rétroviseurs qui leur offrent le spectacle sécurisant, car rectiligne, de la croissance passée ?

Genève, ce 15 août 1991.

Post scriptum

Le dossier scientifique qui figure dans le présent numéro de SEBES n’a pas la prétention d’avoir épuisé le thème de l’utilisation rationnelle de l’énergie. Aussi bien, le dossier scientifique de notre prochain numéro sera-t-il consacré au même thème avec, toutefois, un accent particulier sur ses dimensions économiques.

DOSSIER SCIENTIFIQUE

Maîtriser l'énergie pour un monde équitable

Jean Paul DELÉAGE(*)

Université de Paris VII

Président de WISE (World Information Service on Energy)

Résumé : La crise énergétique contemporaine touche la planète entière. La fin du XX^e siècle marque le début de la prise de conscience des limites de notre monde, de ses ressources et de son espace, et du grand déséquilibre entre pays industrialisés et Tiers monde. Réduire le gaspillage insensé et créer des emplois est possible, mais un changement profond du comportement des individus est nécessaire, ainsi que des groupes technocratiques liés aux pouvoirs financiers.

Zusammenfassung : Die heutige Energiekrise betrifft den ganzen Planeten. Das ausgehende 20. Jahrhundert wird sich sowohl der Begrenztheit unserer Welt, seiner Rohstoffe und seines Raums, wie auch des grossen Ungleichgewichts zwischen der industrialisierten und der Dritten Welt bewusst. Es ist möglich, der sinnlosen Verschwendung Einhalt zu gebieten, und doch Arbeitsplätze zu schaffen. Aber dazu ist eine tiefgehende Veränderung des Verhaltens nötig, sowohl beim Einzelnen, wie auch bei den finanzkräftigen technokratischen Gruppen.

Summary : The prevailing energy crisis is affecting the entire planet. At the end of the XXth century we are beginning to realise the limits of our world, its resources and space and the huge disparity between the industrialised countries and those of the Third World. It is possible to reduce mindless waste and create jobs but that requires a far-reaching change in the attitudes of both individuals and the technocratic groups linked to the financial powers.

La récente guerre du Golfe est la manifestation violente et morbide de la conjoncture énergétique du monde présent. Ce système complexe et contradictoire qui à l'échelle du monde associe, dans une étroite dépendance, les structures énergétiques des pays industrialisés et celles des sociétés les plus misérables, lentement se défait sans que l'on entrevoie le dessin de celui qui lui succédera dans les décennies à venir.

UNE CRISE ÉNERGÉTIQUE À L'ÉCHELLE DU MONDE

Cette déstabilisation à long terme n'est pas un fait nouveau dans l'histoire de l'humanité. Bien des civilisations ont connu dans le passé de graves crises de l'énergie. Mais le capitalisme semblait s'être affranchi de la contrainte énergétique. Il tirait sa capacité apparemment infinie à se reproduire de la mise en "valeur" réussie des immenses stocks d'énergie fossile qui, dans la longue durée, lui a permis de surmonter ses famines d'énergie.

Son développement n'était en fait ponctué que par les dysfonctionnements périodiques du marché, par les crises économiques nées des déséquilibres cycliques entre les logiques de l'investissement et celles de la consommation. Il avait certes dû faire face localement ou régionalement à de sévères blocages énergétiques, en particulier à la crise du bois anglaise des XVI^{ème}-XVIII^{ème} siècles, mais, à chaque fois il était parvenu à élargir l'aire d'approvisionnement de son système énergétique et à en repousser les frontières techniques. Ainsi le charbon qui constituait encore 70% du combustible utilisé dans le monde à la veille de la seconde Guerre Mondiale n'en représente plus en 1989 que 26% contre 38% pour le pétrole.

Il n'en va plus de même depuis deux décennies. Cycles de l'économie et ruptures énergétiques sont entrés en interférence continue. Une crise énergétique dont on n'entrevoit pas la fin est désormais inscrite au cœur de la dynamique globale du capitalisme, elle détermine les grands affrontements politiques qui ponctuent sa trajectoire historique. Le système énergétique mondial est l'enjeu de la récente guerre du Golfe, mais le paradoxe est que celle-ci n'est envisagée dans l'opinion, sauf par les spécialistes de l'économie pétrolière, que sous ses angles politiques, stratégiques, militaires comme s'il ne s'agissait que d'un conflit interarabe opposant l'impérialisme dominant à un

(*) Auteur avec Jean Claude DEBEIR et Daniel HÉMERY de *Les Servitudes de la Puissance, une histoire de l'énergie*, Paris, Flammarion, 1986. Traductions italienne (Sole 24 Ore, Milan); allemande (Campus Verlag, Francfort); anglaise (Zed Books, Londres); brésilienne (Editora Universidade de Brasília, Brésil).

jeune rival fanatique et insolent, alors que le conflit n'est fondamentalement qu'un nouvel épisode de la lutte permanente pour le repartage de la rente pétrolière.

C'est l'ensemble du paysage énergétique mondial qui se trouve aujourd'hui emporté dans le processus d'une fragilisation générale. Celle-ci progresse sous le signe de la guerre inexpiable des hommes entre eux pour l'appropriation des profits qu'engendrent les différentes filières énergétiques; de la guerre aveugle que les hommes livrent à la nature pour sans cesse élargir la base de ces profits. Le champ de bataille du Tiers-Monde est sans doute le plus méconnu, mais non le moindre. La crise du bois de feu n'a pas cessé de s'y aggraver sous l'effet de la demande grandissante en bois d'oeuvre du Gargantua industriel du Nord et de celle de combustible des immenses paysanneries d'Asie, d'Afrique et d'Amérique Latine. Le ressort principal du déséquilibre est la fantastique croissance numérique de ces paysanneries du fait de leur entrée dans la phase de la transition démographique et de l'absence de révolution énergétique dans les campagnes pauvres et surpeuplées du Sud. Pour les paysans des divers pays du Tiers-Monde, le bois reste la principale source de combustible, même si sa consommation est souvent très inférieure aux besoins.

Le cas de la Chine a valeur d'exemple. Aujourd'hui, un ménage chinois dépense 36 fois moins d'énergie qu'un ménage américain et la consommation d'électricité par foyer en Chine est inférieure à 120 kwh par an, ce qu'un réfrigérateur américain relativement performant consomme en deux mois. Moins de 10% des ménages chinois possèdent un petit réfrigérateur et, dans les zones rurales, on ne trouve ni gaz ni électricité: on brûle du bois et de la paille dans des poêles rudimentaires pour faire la cuisine et se chauffer. La plupart des ménages paysans mais aussi des millions de ménages urbains utilisent encore du bois et du charbon de bois. Il en résulte que la forêt chinoise, l'une des plus gravement atteintes dans le monde, ne couvre plus que 8 à 10% du territoire. L'avenir est rien moins que rassurant. Vers 2025, 1,4 milliards d'individus vivront en Chine et seront dans leur écrasante majorité des paysans; la demande d'énergie pour les consommations domestiques augmentera de près de 50% et la demande énergétique globale triplera!

Il en ira de même dans l'ensemble du Tiers-Monde, dont la population estimée à 2,1 milliards d'humains en 1960 devrait approcher le chiffre de 7 milliards en 2025. Certes la consommation d'énergie y est encore très faible en comparaison de celle des pays industrialisés: au Nigéria, qui n'est pas à cet égard le pays le plus démuné, la consommation annuelle moyenne par habitant en 1989 n'était que de 2 barils d'équivalent-pétrole, principalement sous la forme de combustibles traditionnels, contre plus de 40 barils, sous forme d'énergie fossile ou d'électricité, aux Etats-Unis et au Canada. Elle ira inéluctablement croissant, mais l'utilisation des énergies commerciales risque fort, ne serait-ce que faute de moyens financiers, de se limiter encore longtemps au secteur urbain et industriel. En conséquence, la demande de bois de feu, la pression sur les fragiles réserves forestières des pays tropicaux et subtropicaux ne peuvent que grandir rapidement. Leurs effets écologiques seront incalculables. D'ores et déjà, les deux plus grands massifs de forêts pluvieuses du monde, l'Amazonie et l'Asie du Sud-est

continentale et insulaire, sont irrémédiablement atteints. La déforestation tropicale est l'une des principales causes de l'effet de serre. En 1990, le déboisement était responsable à lui seul de 21% des émissions mondiales de gaz carbonique.

LE GOLFE: LA CRISE PÉTROLIÈRE RÉCURRENTÉ ...

Sur son versant industrialisé, le monde vit depuis 1973 à l'heure de la crise pétrolière récurrente. Aux deux chocs à la hausse de 1973 et 1979, au contre-choc à la baisse de 1986 a succédé depuis août 1990 un troisième choc à la hausse: à 44,35 dollars (de 1988) en septembre 1990, le baril a dépassé de beaucoup le cours moyen annuel de 1973 (10,41 dollars) et rattrapé celui de 1980 (38,83). En deux mois, les prix du brut ont été multipliés par 2,7. En dehors de ces prix extrêmes atteints lors des trois chocs, les prix du pétrole sont restés depuis 1973 supérieurs à ceux du début des années 1970 (1,90 dollars le baril en 1972!) et l'objectif irakien pour l'instant bien compromis, un baril à 25 dollars, est d'empêcher un retournement de tendance, même s'il est vrai que 25 dollars 1990 correspondent à peine aux 10 dollars obtenus en octobre 1973. A chaque choc, l'enjeu a été le même: repartager une rente pétrolière, pratiquement appropriée jusqu'en 1970 par les seules grandes puissances occidentales, entre ces dernières et les nouveaux acteurs du marché. Ces épreuves de force se déploient dans le triple contexte d'une demande de pétrole sans cesse croissante, d'une décélération tendancielle du taux d'accroissement de sa production et d'une aggravation de la crise écologique engendrée par l'usage des combustibles fossiles. L'ère du pétrole à bon marché est définitivement close.

Il en est d'ailleurs de même dans le long terme pour l'ensemble des combustibles fossiles. Leur tonnage encore exploitable est estimé à 10'000 milliards de barils équivalent-pétrole, soit 170 années de consommation à son niveau actuel, à peine deux vies d'homme. La durée d'exploitation des réserves de pétrole et de gaz sera encore plus brève. Si la consommation cumulée continue de doubler tous les 15 à 20 ans comme c'est le cas depuis un siècle, 80% des réserves exploitables auront disparu d'ici deux générations. Plus encore que les trois précédents, le dernier choc pétrolier a mis en évidence la vulnérabilité des économies industrialisées de l'OCDE, leur extrême dépendance à l'égard du Moyen Orient qui assurait en 1989 53% de l'exportation mondiale de brut et 21% de celle des produits raffinés.

Cette dépendance a recommencé à s'accroître après la rechute des prix de 1986, par le relâchement, voire l'abandon des politiques d'économies de l'énergie et de substitution de nouvelles filières aux hydrocarbures. La consommation de pétrole des pays de l'OCDE qui n'avait cessé de diminuer après 1979 a repris depuis 1985, passant de 34 à 38 millions de barils par jour. La crise présente dément tous les modèles qui depuis des années prédisaient pour la décennie à venir la baisse ou une hausse très lente des prix. Elle met ainsi en évidence l'extrême rigidité et la véritable dynamique de régulation de l'économie pétrolière. Toute baisse des cours du brut entraîne la reprise de la consommation, diminue les profits susceptibles de financer les

productions plus chères, les "nouveaux pétroles" (d'Amérique du Nord, de l'Arctique, etc.), et l'exploration des zones à risques, elle bloque le développement du nucléaire et des autres énergies concurrentes (gaz, charbon). Elle accroît en conséquence la dépendance de la demande mondiale par rapport aux producteurs dont les coûts sont les plus bas, c'est-à-dire ceux de l'OPEP. Mais il arrive toujours un moment où la demande adressée à ces derniers atteint leurs capacités de production maximales. Ainsi mûrissent les conditions d'un nouveau choc pétrolier, d'une remontée brutale des cours. A la veille de la crise du Golfe, par exemple, les capacités de production étaient mobilisées à plus de 80%, les capacités de raffinage l'étant, quant à elles, totalement. Toutes les conditions étaient donc réunies pour une nouvelle crise... Aujourd'hui, le "prix de consensus" adopté par les milieux pétroliers, permettant de financer le renouvellement des gisements, est celui de 25 dollars. La crise périodique est donc inscrite dans la structure physique, politique, militaire et commerciale d'un système énergétique organisé autour d'une filière dominante et se développant selon le primat de la logique de l'offre. Le marché pétrolier ne peut plus fonctionner que par la crise...

Ce que montre aussi la crise du Golfe, c'est l'énorme risque de déstabilisation de l'économie mondiale que comporte la prépondérance de la filière pétrolière. Les temps de réponse de cette filière aux crises conjoncturelles sont pratiquement aussi longs que ceux des filières à très lourds investissements, nucléaire ou charbon. A la mi-septembre 1990, il manquait, malgré la mobilisation des capacités inemployées de l'Arabie Séoudite, des Emirats Arabes Unis et du Venezuela, un million de barils par jour, soit environ 5% des exportations mondiales. Certes, sur le papier, les stocks sont importants, mais en fait ils ne dépassent guère une centaine de jours de consommation. Enfin aucune force, qu'il s'agisse des Etats-Unis, de l'OPEP, elle-même déchirée par le conflit actuel, de l'AIE créée en 1974 pour répondre à l'OPEP, ou des Majors (grandes compagnies pétrolières, Esso, Mobil, Shell, BP ...), ne maîtrise le marché comme l'a montré le contre-choc de 1986. A l'époque, les politiques d'économies de l'énergie et la baisse de la consommation ont réduit à néant les efforts de l'OPEP pour cartelliser la production et ont provoqué l'effondrement des prix. Aujourd'hui, au lendemain de la guerre du Golfe, les cours ont à nouveau nettement chuté. Pour combien de temps ?

LA DÉBACLE NUCLÉAIRE

La troisième dimension de la crise a été l'échec des tentatives de desserrer les contraintes énergétiques par l'inclusion de la filière nucléaire dans le système énergétique mondial. Celle-ci n'est pas parvenue à mobiliser les énormes capitaux nécessaires à son financement. Mais son véritable talon d'Achille a été l'effondrement de sa crédibilité à la suite des accidents de Three Mile Island et surtout de Tchernobyl. Partout l'opposition au nucléaire s'est durcie. Aux Etats-Unis, les commandes ont cessé dès 1978; en Suède, un référendum a décidé d'arrêter la production d'électricité nucléaire en 2010; la Suisse, l'Italie, l'Allemagne en sont à un moratoire de fait; en URSS le doute

s'est généralisé; même en France et au Japon les programmes ont été révisés en baisse. En 1989, les 426 réacteurs en service ont fourni 16% de l'électricité mondiale, soit l'équivalent de la consommation de 159 millions de foyers; 96 autres sont en construction, mais 5 nouveaux réacteurs seulement ont été mis en chantier depuis 1989 (2 au Japon, 2 en Corée du Sud, 1 en URSS). Quant à la filière surgénératrice, elle a connu une déroute totale, tant technique que financière. L'industrie nucléaire n'a pas pu surmonter son principal handicap, celui du "risque majeur", dont la probabilité et les dimensions ne sont en fait pas calculables, puisque, lorsqu'elles ont été vécues "en réel", elles ont dépassé toutes les prévisions des scénarios arrogants - et généralement rassurants -, qu'avaient imaginés des armées d'ingénieurs et de scientifiques.

L'accident de Tchernobyl a libéré en quelques secondes cinq tonnes de combustible irradié dans l'atmosphère et entraîné la formation d'un nuage radioactif qui a fait plusieurs fois le tour de la terre. Son coût humain, social, économique défie tous les calculs. Qu'on en juge: 50'000 personnes sont désormais sous la surveillance permanente de l'OMS; 3'883'300 personnes devraient encore être évacuées de régions contaminées après Tchernobyl. Les coûts de réparation de l'accident d'ici l'an 2000 sont évalués officiellement à 250 milliards de roubles (2'500 milliards de francs français). Selon le nouveau gouvernement ukrainien, les travaux de réparation et de réhabilitation des sites contaminés dureront encore deux siècles!

L'autre face du risque nucléaire est l'impossible gestion des déchets radioactifs, sans parler de l'inévitable incidence de la multiplication des programmes nucléaires civils sur la prolifération de la bombe. Lorsque les 96 réacteurs en construction seront achevés, ils produiront environ à leur tour 10'000 tonnes de déchets par an, aggravant les problèmes actuels de stockage, toujours sans solution satisfaisante... Quant à la filière surgénératrice, présentée naguère comme une élégante issue aux pénuries énergétiques du XXI^{ème} siècle, elle s'avère être aujourd'hui le fiasco technique et financier le plus retentissant de l'industrie électronucléaire. De toute manière, et c'est peut-être là que réside le véritable échec historique de la filière nucléaire, il est aujourd'hui évident qu'elle n'offre aucune perspective de production d'électricité à des prix aussi bas que ceux de l'électricité d'origine hydraulique ou thermique avant 1976. Le nucléaire le montre, dans le cas du système énergétique existant, l'énergie restera définitivement chère et l'on peut penser que la plupart des pays industrialisés ont atteint le seuil à partir duquel toute nouvelle croissance de la production d'énergie coûte plus qu'elle ne rapporte. La fuite en avant dans un productivisme à coût global croissant perd son sens économique.

LE TEMPS DU MONDE FINI

Rétrospectivement, les historiens pourraient bien voir dans les dernières années du vingtième siècle le début de la prise de conscience universelle de la finitude de notre monde. Finitude de ses ressources, finitude de son espace. Au coeur du problème posé par cette finitude, l'énergie, jamais aussi abondamment

consommée, jamais aussi inégalement répartie entre les humains. Le conflit entre la tendance à l'accroissement indéfini des civilisations humaines et les limites infranchissables de la nature risque de culminer au siècle prochain dans le phénomène de la dérive anthropogénique des climats terrestres, en raison de l'augmentation de l'effet de serre de certains composants de l'atmosphère. Causes principales: l'utilisation croissante des combustibles fossiles et la déforestation qui conjointement, rejettent au moins, chaque année, 25 milliards de tonnes de gaz carbonique dans l'atmosphère: mais aussi les rejets de méthane, essentiellement sous-produit du métabolisme des ruminants et des rizières. Il ne fait plus de doute que l'intervention humaine dans les cycles énergétiques est désormais directement impliquée dans le devenir des climats, le réchauffement planétaire et l'élévation probable du niveau des océans.

Cette élévation pourrait aller jusqu'à un mètre dès le milieu du siècle prochain. Ses implications seraient particulièrement graves pour les régions côtières surpeuplées de la planète, comme les deltas des grands fleuves d'Asie. L'élévation du niveau des mers obligerait au déplacement de dizaines de millions de personnes, venant grossir le flot des millions de réfugiés de l'environnement qui peuplent déjà les bidonvilles du Tiers-Monde. Ce danger nouveau démontre l'urgence d'alternatives énergétiques d'ensemble. Il pourrait constituer une opportunité pour l'industrie nucléaire, surtout au Japon et en Europe de l'Ouest. A juste titre, les mouvements écologiques insistent au contraire sur la nécessité d'une vigoureuse politique de maîtrise et d'économie d'énergie. Des agronomes soulignent les modifications de la production forestière et surtout agricole qui pourraient donner un avantage aux régions froides au climat actuellement trop rigoureux pour produire des céréales dans de bonnes conditions, tandis que d'autres régions auraient à faire face à des conditions plus difficiles. La structure énergétique mondiale serait ainsi à l'origine d'une redistribution possible des rapports de force et des pouvoirs entre groupes sociaux, nations et Etats, dont les conséquences risqueraient de pénaliser encore les populations les plus démunies.

Les ressources énergétiques terrestres, les possibilités techniques de récupération de ces ressources sont certes loin d'être épuisées. En revanche, les réserves de pétrole et de gaz les plus accessibles, qui ont assuré le développement industriel depuis un demi-siècle, se font rares; l'environnement ne supportera pas des taux de croissance d'utilisation des combustibles fossiles comparables à ceux du passé. L'accident de Tchernobyl a multiplié les craintes à l'encontre de l'énergie nucléaire de fission. En cette fin de vingtième siècle, la logique de l'énergie change. L'échéance de la fin des combustibles fossiles à faible coût devient perceptible; les conséquences écologiques de la boulimie énergétique passée inquiètent populations et gouvernements. Et surtout, il devient clair que la nécessité du développement du Tiers-Monde oblige impérativement à réformer profondément les modes de production et de consommation des économies industrialisées.

UN NOUVEAU CONTRAT SOCIAL ET ÉCOLOGIQUE

Réorienter le système énergétique mondial, c'est aujourd'hui inverser les tendances extrêmement puissantes qui se sont imposées depuis les débuts de la révolution industrielle. Ce défi doit être affronté dans ses dimensions écologiques et techniques, économiques, politiques, culturelles et sociales. Amélioration de l'efficacité énergétique et recours aux ressources renouvelables, élimination des gaspillages, retournement de la tendance au déboisement des pays tropicaux, ne pourront aboutir sans réforme profonde des modes de production et de répartition des richesses qui dominent le monde. Tout progrès social implique désormais une transformation fondamentale des structures énergétiques, aux différentes échelles: locales, régionales, continentales.

Pour les peuples d'Europe, la dimension continentale est particulièrement pertinente. A l'échelle européenne en effet, certains éléments de cette transition sont parfaitement établis. Ils passent par un réaménagement de l'espace: espace urbain, dont le développement est lié aux choix de production, à l'agriculture industrialisée, à l'hypertrophie des appareils d'Etat, aux inégalités de classe; espace rural, espace maritime. Des alternatives existent dans le domaine du transport. L'application des recommandations d'une étude récente, fondée sur l'utilisation de toutes les ressources techniques disponibles et des réglementations plus strictes que celles actuellement en vigueur, devrait permettre, dans les vingt années à venir, la réduction de 25% de la consommation de pétrole de ce secteur, soit 50 millions de Tep par an pour l'ensemble de la CEE.⁽¹⁾ Mais il n'y aura pas de réorientation écologique et humaine sans un transfert massif des investissements de la route vers le rail, sans une réduction massive de l'usage de l'automobile privée et des transports routiers. L'intensification des transports aériens comme l'usage croissant de l'automobile en ville sont une véritable folie en Europe.

Aujourd'hui, toute production électronucléaire d'un pays d'Europe concerne tous les peuples du continent; la combustion des ressources fossiles également. Une transition à l'échelle européenne valoriserait les complémentarités entre les différents gisements d'énergie, fossiles et renouvelables, des grandes régions biogéographiques du continent. Par des économies d'investissement, elle favoriserait la mise au point technique et scientifique d'une alternative énergétique. Cette transition implique le plus grand recours possible à toutes les énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire sous ses différentes formes, et le développement de la cogénération électricité-vapeur, qui multiplie l'énergie utile extraite d'une ressource donnée par un facteur 2. Mais il est tout aussi important d'agir sur la consommation dans tous les secteurs: production, habitat, déplacement... Déjà, dans les pays occidentaux, des premières mesures d'économie et d'utilisation rationnelle ont fait la preuve de leur efficacité: sur une quinzaine d'années, entre 1973 et 1988, la consommation d'énergie de l'ensemble des pays de l'OCDE n'a augmenté que de 5% pendant que leur produit intérieur brut croissait de plus de 36%. Pendant la même période la quantité d'énergie nécessaire pour produire l'équivalent de 1

dollar de PNB en valeur constante a diminué de 35% en Amérique du Nord, de 40% en Europe et de 50% au Japon!

Des économies dans l'habitat et le tertiaire, dans l'industrie et les transports permettraient, bien davantage que les investissements concentrés des programmes pétroliers et nucléaires, de revitaliser en profondeur et de façon diversifiée et innovatrice le tissu industriel européen, de créer des emplois durables, de participer à la réorientation d'ensemble du mode de production et des habitudes de vie. Cela est vrai pour l'Europe de l'Ouest, mais plus encore pour celle de l'Est, où la réduction drastique de gaspillages insensés offre d'énormes possibilités d'économies de ressources et de créations d'emplois dans de nombreux secteurs d'activité.

Ces réorientations sont inconcevables sans modification radicale des grands choix économiques qui modèlent les civilisations sur de longues périodes, sans un élargissement décisif de la démocratie politique et sociale, sans transformations profondes des comportements des individus, donc des systèmes éducatifs. L'immense majorité a presque toujours été, et est encore, en Europe, placée devant des faits accomplis, les choix étant l'apanage de groupes technocratiques, liés aux pouvoirs financiers et étatiques. Alors que les progrès scientifiques devraient augmenter les possibilités de choix techniques offerts aux sociétés, le mode de production dominant restreint bien souvent les choix réels sous l'apparent chatoiement de la diversité de la production marchande. Dès l'enfance, les individus sont conditionnés aux superlatifs. La plus grande ville, la plus haute tour, la voiture la plus rapide, le salaire le plus élevé, etc... Gigantisme, puissance et gaspillage ont partie liée. Ils ne peuvent prospérer que sur la misère de l'immense majorité des habitants de la planète Terre.

UN SEUL MONDE...

Si ces problèmes ne sont pas attaqués à la fois sur les deux fronts, écologique et social, rien ne changera. Ce n'est pas un système productif écologique, mais son contraire, qui a généré le chômage massif. La réorientation énergétique est liée au plein-emploi et à la réduction du travail salarié qu'elle comporte. Tout compromis sur la gestion écologique qui laisserait pleins pouvoirs aux dirigeants actuels de l'économie pour régler les problèmes du travail salarié serait irresponsable. La lutte contre la subordination des êtres humains aux machines et la destruction des écosystèmes vont de pair. La réduction du temps de travail est inséparable de la réorientation vers une production plus économe en énergie et en ressources. Ces vingt dernières années, l'internalisation des coûts écologiques a augmenté les coûts de production des produits pétroliers d'un tiers, ceux de l'électricité de moitié. En dépit de ces augmentations, les coûts écologiques et sociaux non internalisés restent énormes et sont en général à la hausse pour la plupart des formes d'énergie: risques de décès ou de maladies résultant d'émissions polluantes ou d'accidents dans les centrales, conséquences à long terme sur la Biosphère et à plus court terme sur les relations internationales, comme l'a montré la récente guerre du Golfe.

La gravité des problèmes, la prise de conscience de leurs

enjeux, la montée en puissance de mouvements et partis écologiques vont sans doute pousser, dans les pays industrialisés, à l'élargissement des prérogatives de l'Etat protecteur à une gestion plus écologique des ressources naturelles. On constaterait ainsi, dans les années à venir, l'émergence d'une variante écologique, d'une nouvelle évolution du capitalisme qui intégrerait, au moins partiellement, la contrainte de la nature, comme il l'a fait avec le keynésianisme pour les contradictions sociales. Ainsi assisterions-nous à une mutation environnementale du capitalisme, du moins dans ses métropoles opulentes du Nord. En effet, grâce à leur richesse et à leurs capacités scientifiques et techniques, la plupart des économies industrialisées effectuent déjà la transition vers des systèmes plus économes en ressources, en jouant sur des augmentations de l'efficacité énergétique financées par des systèmes de taxes sur les énergies les plus polluantes. Les obstacles à de telles conversions sont plus politiques que techniques. Encore ne faut-il pas sous-estimer la colossale inertie des systèmes énergétiques en place. Deux exemples: au rythme de construction actuel, ce n'est qu'en 2060 que le parc français de logements bénéficiera globalement des économies d'énergie impliquées par les nouvelles réglementations de 1989! Dans l'automobile, l'impact des programmes de recherche des années 1980 ne sera sensible sur l'ensemble du parc européen que vers 2010! Combien de nouveaux chocs énergétiques d'ici là?

...OU SOCIÉTÉ DUALE PLANÉTAIRE

Qu'en est-il en revanche des pays non industrialisés? La plupart d'entre eux aspirent à une industrialisation comparable à celle qu'ont connue les pays riches grâce à une énergie bon marché. Leur pauvreté les conduit aux solutions dont les coûts directs sont les plus bas. Les nuisances écologiques de l'utilisation d'énergies polluantes semblent le prix à payer pour simultanément développer leur économie et faire face à une démographie galopante. La poursuite du mirage de la croissance risque d'augmenter encore la facture que devront payer les générations futures de ces pays pour pallier les dégradations de l'environnement global. Or ces pays sont précisément les plus vulnérables à ces modifications de l'environnement global! En termes financiers, les besoins pour le seul secteur de l'équipement électrique des pays en voie de développement ont été évalués par la Banque Mondiale à 100 milliards de dollars par an, alors que les organismes internationaux prétendent ne pouvoir en financer que 20 milliards chaque année.

Les voies énergétiques du passé sont donc fermées pour tous par l'internalisation inévitable de l'ensemble des coûts de production de l'énergie. Les projets soutenus par la Banque Mondiale, visant à augmenter la production et la consommation à partir de grands réseaux centralisés, ne répondent ni aux besoins, ni aux moyens de la majorité des populations des pays du Tiers-Monde. Les autres voies possibles s'inscrivent dans une stratégie de type DEFENDUS (pour *Development-focused, end-use-oriented, service-directed energy scenario*), intégrant des mesures d'économies d'énergie et l'utilisation d'énergies renouvelables au service de l'ensemble des usagers.⁽²⁾ Cette

stratégie préconise l'installation de l'éclairage électrique dans tous les logements, de cuisinières économes, de chauffe-eau solaires, etc. Elle recommande l'utilisation équilibrée d'énergies variées, en particulier renouvelables, avec quatre priorités pour jeter les bases d'un développement viable. Les pays en développement doivent accorder une importance prépondérante à la satisfaction des besoins énergétiques de base de leurs populations; ils doivent éviter les importantes contraintes financières qui handicapent aujourd'hui les techniques énergétiques classiques, consommer leurs ressources plus efficacement, et organiser la production et l'utilisation de leur énergie de façon à en minimiser l'impact écologique.

Comment la transition énergétique dans laquelle est quasi inconsciemment entrée l'humanité peut-elle être volontairement et consciemment orientée vers un nouvel équilibre énergétique durable et équitable ? Un tel équilibre ne pourra être atteint que par une prise de conscience collective de l'état actuel du monde et de ce que l'ensemble des humains veulent en faire. Cette compréhension ne pourra naître que de débats publics sur les relations entre modes de vie et énergie, de la recherche sans relâche de solutions démocratiques pour sortir des impasses actuelles. Cet effort n'a de sens que collectif et mondial, ne serait-ce que parce que les problèmes les plus graves sont ceux qui ignorent les frontières. Les conséquences d'une gestion irresponsable des ressources en URSS et en Europe de l'Est affectent aujourd'hui l'Europe de l'Ouest. Les conséquences écologiques de la production d'énergie en Chine et en Inde, aujourd'hui localisées en Asie, dévasteront demain l'ensemble de la Biosphère.

Il est donc clair que l'intérêt collectif de l'humanité se confond aujourd'hui plus que jamais avec celui des "damnés de la Terre". Toutefois, tant qu'un transfert massif de ressources ne permettra pas à ces derniers de promouvoir un développement économique compatible avec l'amélioration de leur environnement et de leurs conditions d'existence, les appels à la maîtrise de l'énergie resteront lettre morte. Ils resteront

inefficaces sans une lutte acharnée contre les forces économiques qui dominent le monde. Ces forces ont lourdement investi dans les grandes industries de production de l'énergie et veulent tirer le maximum de profit de leurs investissements. Ils resteront lettre morte si la population mondiale continue d'augmenter. Car la croissance démographique aggrave les problèmes sociaux et écologiques, et on ne voit guère comment la population du monde pourrait se stabiliser, avant le milieu du siècle prochain, au-dessous du double de son niveau actuel !

Tout autre discours est démagogique et irresponsable. En effet, la stabilisation du niveau global de consommation actuel, déjà écologiquement et techniquement problématique, conduirait, avec une répartition strictement égalitaire de l'énergie disponible, à des niveaux de consommation par tête de moitié inférieurs aux niveaux actuels de consommation des Européens de l'Ouest. Si l'on admet cette consommation limite comme un maximum acceptable par tous, ce qui est loin d'être démontré, la production mondiale d'énergie devrait être plus que doublée en moins de deux générations, compte tenu des hypothèses de croissance démographique les plus probables. Dans un contexte de crise généralisée pour l'air, pour l'eau, la terre, la nourriture, etc., c'est bien une véritable révolution énergétique qui s'avère devoir être l'avenir indépassable pour l'ensemble des sociétés. Elle n'aura lieu que si est stoppée l'hémorragie qui, depuis un siècle, vide les campagnes du monde de leurs paysanneries et démesurément, gonfle les populations misérables des villes de déraison. Il est clair que cette révolution énergétique est plus que jamais indissociable d'une autre révolution, politique, sociale et culturelle, sans précédent historique.

1). Jean-Pierre ORFEUIL, "Transport, énergie, environnement: le scénario Prométhée", in *Futuribles*, 148, Paris, novembre 1990.

2). José GOLDENBERG et al., *Energie pour un monde viable*, Documentation française, Paris, 1990. Voir aussi le numéro spécial de la revue *Silence*, Lyon, 1991, consacré aux énergies renouvelables.

La comptabilité exergétique, fondement de l'économie énergétique

par Lucien BOREL ancien professeur de thermodynamique
à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL)

Résumé : Le Deuxième Principe de la thermodynamique et la notion d'*entropie* sont en train d'envahir, non seulement la pensée scientifique, mais toute la pensée contemporaine: thermodynamique, physique, mécanique, chimie, astrophysique, biologie, informatique, économie, sociologie, histoire, philosophie... Il est grand temps de faire fructifier ces notions dans les applications pratiques, notamment en utilisant la démarche exergétique qui groupe les Premier et Deuxième Principes.

Zusammenfassung : Der zweite thermodynamische Hauptsatz und der *Entropiebegriff* sind daran, nicht nur das wissenschaftliche, sondern das zeitgenössische Denken überhaupt zu bestimmen: Thermodynamik, Physik, Mechanik, Chemie, Astrophysik, Biologie, Informatik, Oekonomie, Soziologie, Geschichte, Philosophie... Es ist höchste Zeit, jene Begriffe in praktischen Anwendungen fruchtbar zu machen, vor allem indem die Methode der Energieumwandlung (Exergie), die beide Hauptsätze miteinander verknüpft, angewendet wird.

Summary : The second principle of thermodynamics and the concept of *entropy* are invading not only scientific but also the whole of contemporary thought in thermodynamics, physics, engineering, chemistry, astrophysics, biology, data processing, economics, sociology, history, philosophy, and the rest. It is high time to apply these concepts to practice, especially by using the exergetic approach combining the first and second principles.

INTRODUCTION

Le *Premier Principe de la thermodynamique* exprime le bilan des différentes formes d'énergie relatives à un système subissant des transformations quelconques. Il tient compte des divers transferts d'énergie entre ce système et l'extérieur, mais ne prend en considération ni la "qualité" de l'énergie, ni son "niveau". Il considère toutes les transformations comme également possibles. Il ne tient pas compte du caractère d'irréversibilité d'une opération et ne se prononce pas sur la notion d'équilibre. C'est un principe d'équivalence. Or, quant à la "qualité", il n'est pas équivalent de fournir du travail ou de la chaleur. Quant au "niveau", il n'est pas non plus équivalent de fournir de la chaleur à haute ou à basse température.

Le *Deuxième Principe de la thermodynamique* va permettre de tenir compte de ces différences de "qualité" et de "niveau" de l'énergie. Il va définir le sens privilégié dans lequel les transformations peuvent se dérouler et préciser les conditions d'équilibre de l'état thermodynamique du système.

Il est vrai que le Deuxième Principe est connu depuis longtemps, puisque c'est en 1824 déjà qu'il a été énoncé par Sadi Carnot. En 1848, Kelvin introduisait la notion de *température thermodynamique*. En 1850, Clausius coordonnait les Premier et Deuxième Principes. En 1851, Kelvin améliorait la théorie. En 1860, Clausius introduisait la notion d'*entropie*. Finalement, en 1865, Clausius introduisait le terme *entropie*.

Pour mettre en oeuvre le Deuxième Principe, il faut donc faire appel à la notion d'*entropie*. Et c'est bien là que le bât

blesse. En effet, encore aujourd'hui, beaucoup d'énergéticiens croient pouvoir faire l'économie de la notion d'entropie. Tout se passe comme si le caractère abstrait de cette notion constituait un seuil difficile à franchir, et que l'investissement à consentir pour franchir l'obstacle était disproportionné par rapport au bénéfice à escompter. La conséquence dramatique de cette pusillanimité est que ces énergéticiens tournent en rond à l'intérieur du cercle rassurant du Premier Principe et qu'ils passent à côté des fabuleuses richesses du Deuxième Principe. Mais les temps changent, et il est intéressant de constater combien le spectre de la pénurie et la dégradation de l'environnement éveillent l'intérêt scientifique et catalysent les efforts en vue de l'application pratique du Deuxième Principe.

La nécessité impérieuse de mettre en oeuvre simultanément les Premier et Deuxième Principes a conduit à l'élaboration de la *théorie de l'exergie* qui fait l'objet principal de cet exposé.

LE DEUXIEME PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE

La tendance naturelle d'un système isolé est d'évoluer de l'ordre vers le désordre, c'est-à-dire dans le sens de la plus grande probabilité thermodynamique. Pour illustrer cette tendance, on prend en général un système contenant des molécules. Dans ce rappel, je préfère prendre une maison contenant des papillons de différentes couleurs, en nombre égal pour simplifier. A l'instant initial, le système est en *équilibre*

stable et l'ordre règne dans la maison, car les papillons sont groupés par couleur, tous les bleus dans une pièce, tous les verts dans une autre, tous les jaunes encore dans une autre, etc. Maintenant, j'ouvre toutes les portes intérieures de la maison. Les papillons vont se mélanger d'une façon aléatoire (Je fais ici abstraction des affinités biologiques). Le système est en *déséquilibre* et évolue vers un joyeux *désordre*. Il ne retrouvera un équilibre stable que lorsqu'il aura atteint le désordre maximum, qui correspond d'ailleurs à l'équipartition des différentes couleurs dans toutes les pièces.

Au point de vue statistique, le système a évolué d'une configuration à *probabilité faible* vers une configuration à *probabilité élevée*. Voici plus d'un siècle, BOLTZMANN a eu l'idée d'associer l'entropie S à la mesure de la probabilité P . En vertu du *principe de Boltzmann* ($S = k \ln P$), nous disons que le système a évolué d'un état à *entropie faible* vers un état à *entropie élevée*, et cela jusqu'à l'état d'*entropie maximum*. Il n'y a pratiquement aucune chance pour que les papillons se reclassent spontanément par couleur dans les différentes pièces. On dit qu'il s'agit d'une opération *irréversible* et que le système s'est dégradé. Tout ce processus obéit au Deuxième Principe de la thermodynamique, qui dit que l'*entropie S d'un système isolé ne peut qu'augmenter ou à la limite rester constante*, ou encore que la *création d'entropie S^i , due aux irréversibilités internes* (frottement, transfert-chaleur avec chute de température, diffusion, réaction chimique, conduction électrique, ...) *ne peut être que positive ou nulle* ($S^i \geq 0$).

ÉNERGÉTIQUE FONDÉE SUR LE PREMIER PRINCIPE

Etant donné que le Premier Principe exprime la conservation de l'énergie, il est inadéquat pour mettre en évidence la notion de *perte thermodynamique*. En effet, la manipulation d'un système quelconque consiste toujours à recevoir de l'énergie sous une ou plusieurs formes possibles et à en donner également sous une ou plusieurs formes. Il en résulte que toute définition correcte de "rendement thermique" doit, en toute rigueur, conduire à l'unité, c'est-à-dire à 100 %, ce qui évidemment n'apporte aucune précision intéressante.

Toutefois, dans la pratique, il est opportun de définir des chiffres caractéristiques pouvant être utilisés pour exprimer une propriété intéressante du système considéré. Dans ce but, il est généralement admis que la chaleur Q_a transférée entre le système et l'atmosphère ne peut être considérée ni comme utile, ni comme dépensée, étant donné qu'elle ne présente pas d'intérêt pour le praticien. Cela revient à dire qu'elle ne présente pas de valeur quand on la fournit et qu'elle est gratuite quand on la consomme.

D'une façon générale, nous appelons *efficacité ε* le rapport entre l'énergie utile et l'énergie dépensée. Il n'est pas possible de donner une définition générale de ce rapport, car les notions d'utilité et de dépense varient de cas en cas.

Historiquement, certains aspects de l'*efficacité* ont été introduits par les praticiens depuis fort longtemps, mais, il est vrai, de façon fragmentaire et anarchique, sans souci d'une harmonisation dans le cadre d'une théorie générale. Par exemple,

l'*efficacité $\varepsilon = E/Q$ d'un moteur thermique bitherme* (c'est-à-dire fonctionnant à l'aide de deux sources thermiques), connue sous le nom de "rendement thermique" est le rapport entre le travail E donné par le moteur et la chaleur Q reçue de la source chaude. Cette définition a été établie pour un système en régime permanent, à partir de la considération suivant laquelle la chaleur Q , reçue d'une source chaude coûte quelque chose, alors que celle Q_a donnée à la source froide (l'atmosphère), étant inutilisable pour l'ingénieur, constitue une perte.

Il faut reconnaître que cette définition bien qu'universellement utilisée et si intéressante qu'elle soit à certains égards, est *inadéquate pour caractériser le degré de perfection*, c'est-à-dire la *qualité thermodynamique* d'une installation au sens de l'énergie thermodynamique. En fait, elle résulte d'un mélange de différentes notions. D'une part, le fait de combiner le travail E et la chaleur Q comme telle repose sur le Premier Principe. D'autre part, le fait de considérer la chaleur Q_a fournie à l'atmosphère comme une perte est en relation avec le Deuxième Principe. Mais il y a contradiction entre le fait de comptabiliser comme telle la chaleur Q , sans tenir compte du niveau de température auquel elle est reçue, et le fait de comptabiliser comme nulle la chaleur Q_a , en tenant compte implicitement du niveau de température T_a auquel elle est donnée.

Cette incohérence apparaît de façon éclatante quand on considère une installation qui reçoit et donne des chaleurs à différents niveaux de température. Par exemple, si la chaleur Q_h (auparavant Q_a) est fournie non pas directement à l'atmosphère, mais à un réseau de chauffage à une température T_h légèrement plus élevée que T_a (cogénération), il est impossible de définir un "rendement thermique" intéressant. En effet, d'une part, si l'on ne tient pas compte de Q_h , on commet une incorrection, puisque Q_h constitue également une prestation de l'installation. D'autre part, si l'on en tient compte, on obtient un résultat trivial, puisque la définition de l'efficacité $\varepsilon = (E + Q_h)/Q = 1 = 100 \%$ ne fait qu'exprimer le Premier Principe.

A mon avis, la définition actuelle du "rendement thermique" résulte d'une extension abusive de celle du "rendement de Carnot", cette dernière étant déjà une extension abusive de notions, par ailleurs extrêmement fécondes, dont le mérite revient effectivement à Carnot. Mais il convient de remarquer immédiatement que ce sont ses successeurs, et non pas lui-même, qui ont baptisé "rendement de Carnot" l'expression $\Theta = 1 - T_a/T$ exprimant l'efficacité d'un moteur thermique qui serait parfait. (Voir plus bas)

Tout en reconnaissant les bonnes intentions qui ont certainement été à son origine, je pense que cette initiative était malheureuse et qu'elle a considérablement retardé l'introduction des notions correctes de pertes et de rendements thermodynamiques. D'ailleurs, on sait que l'extension de la même définition aux installations de chauffage et de réfrigération conduit à des chiffres qui se révèlent étonnants, voire extravagants, si l'on conserve le terme de "rendement thermique". Exemples: Chauffage électrique direct $\varepsilon = 1 = 100 \%$. Pompe à chaleur $\varepsilon = 3,8 = 380 \%$.

ÉNERGÉTIQUE FONDÉE SUR LES PREMIER ET DEUXIEME PRINCIPES

Le Premier Principe de la thermodynamique étant inadéquat pour caractériser les notions de "qualité" et de "niveau" d'énergie, ainsi que celles de perte et de rendement thermodynamique, il convient de mettre en oeuvre simultanément les Premier et Deuxième Principes de la thermodynamique.

C'est en 1889 déjà que Georges Gouy a émis l'idée que la potentialité d'un système au point de vue de la production de travail pouvait être exprimée par une fonction contenant, non seulement l'énergie interne du système, mais encore la température T_a et la pression P_a de l'atmosphère extérieure au système lui-même. Depuis lors, les implications et les conséquences de cette idée ont été étudiées et développées dans différents pays par un certain nombre de chercheurs, notamment sous le terme général de *théorie de l'exergie*. Ce terme a été proposé par Z. Rant en 1956. Il est maintenant largement reconnu que la théorie de l'exergie est extrêmement féconde, car elle débouche sur une comptabilité, dite *exergétique*, qui englobe les Premier et Deuxième Principes de la thermodynamique. Seule cette *comptabilité exergétique* permet d'évaluer quantitativement ce que l'on appelle qualitativement la *dégradation de l'énergie*, c'est-à-dire de calculer avec précision les conséquences des divers phénomènes d'*irréversibilité thermodynamique*, donc de chiffrer correctement les pertes *thermodynamiques* d'un système. Par voie de conséquence, seule la comptabilité exergétique permet de définir correctement un rendement thermodynamique exprimant le degré de perfection, c'est-à-dire la *qualité thermodynamique* d'un système. Dans mon ouvrage *Thermodynamique et énergétique*⁽¹⁾, j'ai donné une

approche très générale de la *théorie de l'exergie*, valable pour un système absolument quelconque, qu'il soit fermé, ouvert en régime permanent ou ouvert en régime non permanent. Voici quelques explications sommaires.

Tout bilan *énergétique* fondé sur le Premier Principe exprime que la somme des énergies fournies par un système est toujours *égale* à la somme des énergies consommées par le système (conservation de l'énergie). Les énergies peuvent se présenter sous les formes de travail E (mécanique, électrique, ...), de chaleur Q ou de transformation W .

Tout bilan *exergétique* fondé sur les Premier et Deuxième Principes (théorie de l'exergie) exprime que la somme des exergies fournies par un système est toujours *égale* ou *inférieure* à la somme des exergies consommées par le système (dégradation de l'énergie). Les exergies peuvent se présenter sous les formes d'exergie-travail E , d'exergie-chaleur E_q ou d'exergie-transformation E_w . La différence entre l'exergie consommée et l'exergie fournie est la perte exergétique L .

L'*exergie-travail* E associée à un travail E est égale à ce dernier puisqu'il s'agit d'une énergie noble.

L'*exergie-chaleur* E_q associée à une chaleur Q est le travail maximal qu'il serait théoriquement possible d'obtenir à partir de la chaleur Q à l'aide d'un moteur thermique parfait (réversible) fonctionnant entre les températures T et T_a . Il exprime donc la *potentialité d'une chaleur* quant à la production de travail. L'exergie-chaleur $E_q = \Theta Q$ est obtenue en multipliant la chaleur Q par le facteur de Carnot $\Theta = 1 - T_a/T$, où T est la température de la source de chaleur et T_a la température de l'atmosphère.

L'*exergie-transformation* E_w associée à la transformation thermodynamique d'un système est le travail maximal qu'il serait théoriquement possible d'obtenir à partir de cette transformation à l'aide d'une transformation parfaite (réversible). Il exprime donc la *potentialité de la transformation* d'un corps quant à la production de travail. L'exergie-transformation E_w est obtenue en introduisant les fonctions

1) Borel L. – *Thermodynamique et Énergétique*, Vol. I, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne 3e édition 1991

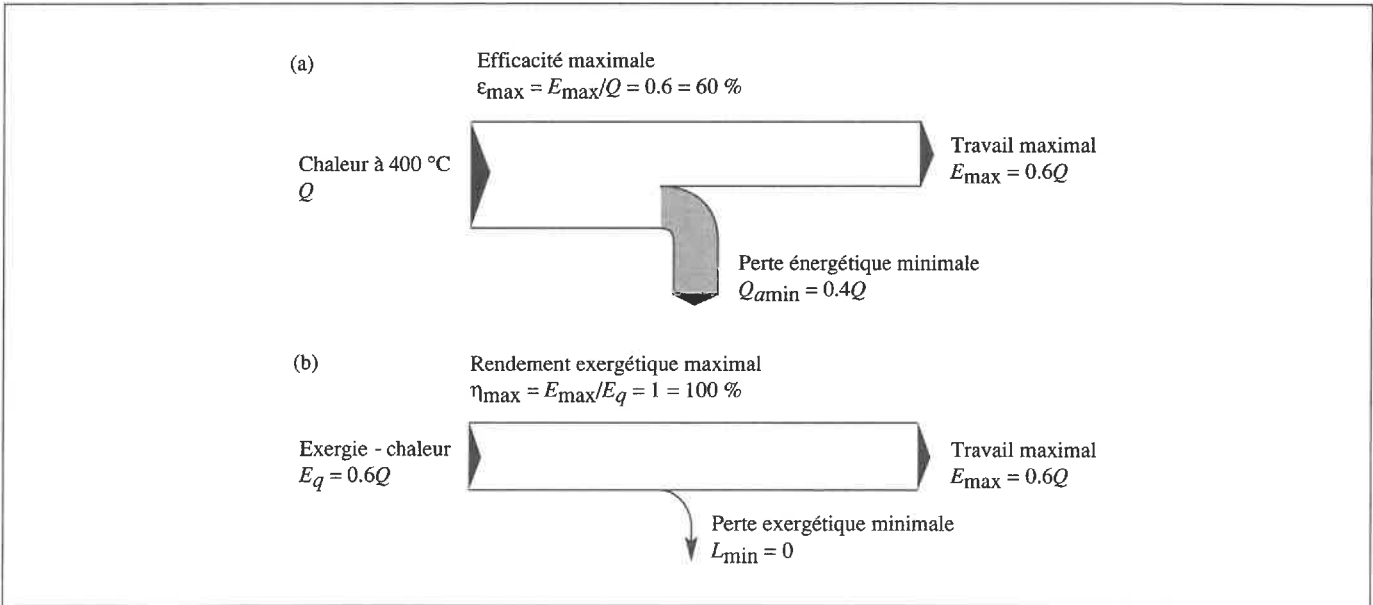


Fig. 1 Bilans *énergétique* (a) et *exergétique* (b) d'un moteur thermique parfait (réversible, par exemple cycle de Carnot) avec $T = 400\text{ °C} = 673\text{ K}$ et $T_a = 0\text{ °C} = 273\text{ K}$ (facteur de Carnot $\Theta = 1 - T_a/T = 1 - 273/673 = 0,6$).

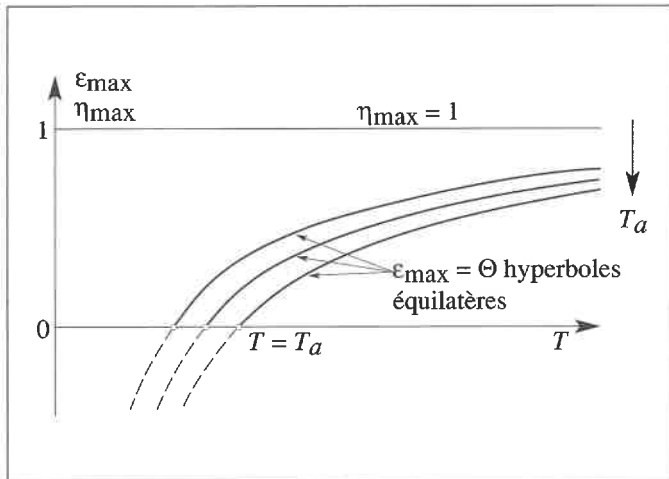


Fig. 2 Efficacité $\epsilon_{\max}$ et rendement exergétique $\eta_{\max}$ des moteurs thermiques parfaits, en fonction de la température T de la source chaude, avec en paramètre la température T_a de l'atmosphère.

d'état du système, notamment son entropie et les entropies des corps entrant ou sortant du système, ainsi que la température T_a et la pression P_a de l'atmosphère. Cette grandeur étant plus complexe que l'exergie-chaleur, je renonce à la développer dans cet exposé.

La *perte exergétique* L associée aux irréversibilités du système est la diminution du travail obtenu à partir d'un système, par rapport au travail maximal qu'il serait théoriquement possible d'obtenir à l'aide d'opérations parfaites (réversibles). Elle exprime donc la *perte de potentialité* d'un système quant à la production de travail. La perte exergétique $L = T_a S^i$ est obtenue en multipliant la création d'entropie S^i due aux irréversibilités internes du système par la température T_a de l'atmosphère. Elle est toujours positive en vertu du Deuxième Principe.

Contrairement à un bilan énergétique, le *bilan exergétique* correspondant met bien en évidence la notion de perte thermodynamique. Il permet donc de définir la notion de rendement thermodynamique de façon claire et logique. D'une façon générale, nous appelons *rendement exergétique* η le rapport entre la somme des exergies données et celle des exergies reçues par le système. Sa vertu principale est qu'il est toujours compris entre 0 et 1. Il est égal à 0 dans le cas où le système ne fournit aucune prestation exergétique. Il serait égal à 1, c'est-à-dire à 100 %, dans le cas où toutes les opérations qui interviennent seraient réversibles, c'est-à-dire parfaites au point de vue thermodynamique.

La *définition du rendement exergétique est donc tout à fait adéquate pour caractériser le degré de perfection*, c'est-à-dire la *qualité thermodynamique d'une installation au sens de l'énergétique thermodynamique*. Exemples: Chauffage électrique direct $\eta = 0,07 = 7 \%$. Pompe à chaleur $\eta = 0,27 = 27 \%$.

Dans ce qui suit, je présente quelques exemples montrant bien l'apport de la démarche exergétique par rapport à la démarche énergétique.

MOTEUR THERMIQUE

La figure 1 montre clairement la différence entre les bilans énergétiques et exergétiques d'un moteur thermique parfait.

Dans le schéma 1(a) du bilan *énergétique*, le moteur consomme la chaleur Q à la température $T = 400^\circ\text{C} = 673\text{ K}$ et fournit le travail maximal $E_{\max} = \Theta Q = 0,6Q$. La chaleur $Q_{\text{amin}} = 0,4Q$ fournie à la température de l'atmosphère $T_a = 0^\circ\text{C} = 273\text{ K}$ est considérée comme une perte. L'efficacité $\epsilon_{\max} = E_{\max}/Q$ est égale au facteur de Carnot $\Theta = 1 - T_a/T = 1 - 273/673 = 0,6 = 60 \%$, ce qui paraît aberrant, puisque le moteur est parfait au point de vue thermodynamique. C'est comme si l'on achetait 60 francs un papier dont la valeur nominale est de 100 francs, et qu'on le revendait 60 francs. Ne serait-il pas aberrant de dire que l'on a perdu 40 francs et que le "rendement" de l'opération est de 60 % ?

Dans le schéma 1(b) du bilan *exergétique*, le moteur consomme l'exergie-chaleur $E_q = \Theta Q = 0,6Q$ et fournit toujours le travail maximal $E_{\max} = 0,6Q$. L'exergie-chaleur $E_{qa} = \Theta_a Q_{\text{amin}} = 0$, puisque le facteur de Carnot $\Theta_a = 1 - T_a/T_a = 0$. Cela exprime bien le fait que la chaleur Q_{amin} n'a aucune potentialité, donc aucune valeur. La perte exergétique $L = T_a S^i = 0$, puisqu'il n'y a aucune irréversibilité, donc que la création d'entropie S^i est nulle. Le rendement exergétique $\eta_{\max} = E_{\max}/E_q = 1 = 100 \%$ exprime bien le fait que le moteur est parfait au point de vue thermodynamique.

La figure 2 représente le rendement exergétique $\eta_{\max} = 1$ et la variation de l'efficacité $\epsilon_{\max} = \Theta = 1 - T_a/T$ des moteurs thermiques parfaits, en fonction de la température T de la source chaude, avec en paramètre la température T_a de l'atmosphère.

Nous constatons que l'efficacité $\epsilon_{\max}$:

- est toujours inférieure à 1
- varie de façon hyperbolique en fonction de T
- est nulle pour $T = T_a$
- tend vers 1 lorsque T tend vers l'infini
- diminue lorsque T_a augmente, cela pour une valeur déterminée de T .

Comme nous considérons un moteur thermique parfait au point de vue thermodynamique, les observations faites ci-dessus confirment l'assertion selon laquelle la qualité thermodynamique d'un processus n'est pas exprimée par la notion d'efficacité. Cette dernière doit être considérée seulement comme un chiffre caractéristique, et non pas comme un rendement. En revanche, la qualité thermodynamique d'un processus est parfaitement exprimée par la notion de rendement exergétique.

La figure 3 montre clairement la différence entre les bilans énergétique et exergétique d'un moteur thermique réel.

Dans le schéma 3(a) du bilan *énergétique*, je suppose que le moteur consomme la même chaleur Q que dans le cas parfait, mais il ne fournit que le travail $E = 0,5Q$. La chaleur $Q_a = 0,5Q$, toujours considérée comme une perte, est plus élevée. L'efficacité $\epsilon = 0,5 = 50 \%$ est plus faible.

Dans le schéma 3(b) du bilan *exergétique*, le moteur consomme la même exergie-chaleur $E_q = 0,6Q$ que dans le cas parfait, mais ne fournit que le travail $E = 0,5Q$. L'exergie-

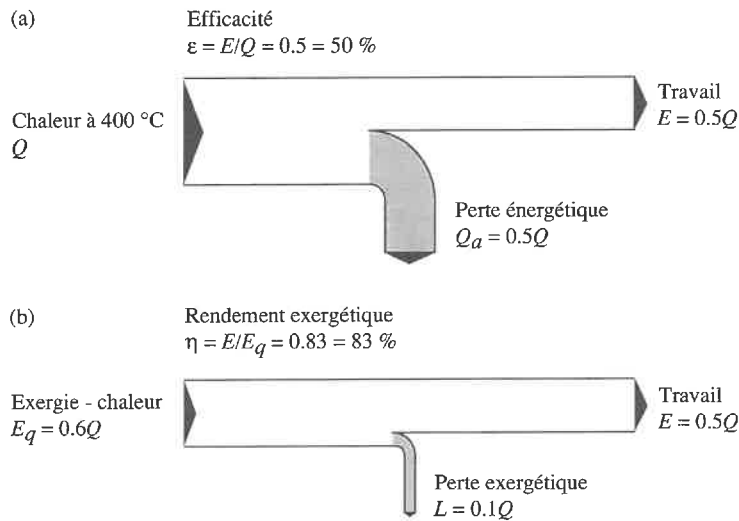


Fig. 3 Bilans énergétique (a) et exergetique (b) d'un moteur thermique réel (irréversible), avec $T = 400\text{ °C} = 673\text{ K}$ et $T_a = 0\text{ °C} = 273\text{ K}$ (facteur de Carnot $\Theta = 1 - T_a/T = 1 - 273/673 = 0,6$).

chaleur $E_{qa} = 0$ est nulle, comme précédemment. Le rendement exergetique $\eta = E/E_q = 0,83 = 83 \%$ montre que les imperfections du moteur se traduisent par une diminution de sa performance de 17 %. Il exprime donc parfaitement la qualité thermodynamique du processus.

CHAUFFAGE D'UNE MASSE D'EAU

Supposons qu'il s'agisse de chauffer de l'eau de 10 °C à 30 °C, alors que la température T_a de l'atmosphère est de 0 °C.

Si je propose de chauffer l'eau à l'aide d'un système transformant de l'énergie mécanique en énergie thermique par frottement, tout le monde éclate de rire. C'est un procédé

manifestement aberrant (voir fig. 4).

Si je propose de chauffer l'eau avec une résistance électrique, on ne rit pas tout de suite, surtout si j'affirme que le "rendement" du chauffage électrique est de 100 % (voir fig. 5). En fait, dans les deux cas, c'est l'efficacité ε fondée sur le Premier Principe, qui est égale à 100 % (voir fig. 6). Cela n'est pas étonnant, puisque les deux systèmes consomment la même quantité d'énergie noble. Alors ? Si l'un est aberrant, ne faut-il pas admettre que l'autre l'est tout autant ?

Cet exemple montre bien que la notion d'efficacité fondée sur le Premier Principe fait passer le non-spécialiste totalement à côté du phénomène de dégradation de l'énergie, car elle jette un voile pudique sur le caractère dissipatif aussi bien de l'effet Joule que du frottement. Par contre, l'application de la comptabi-

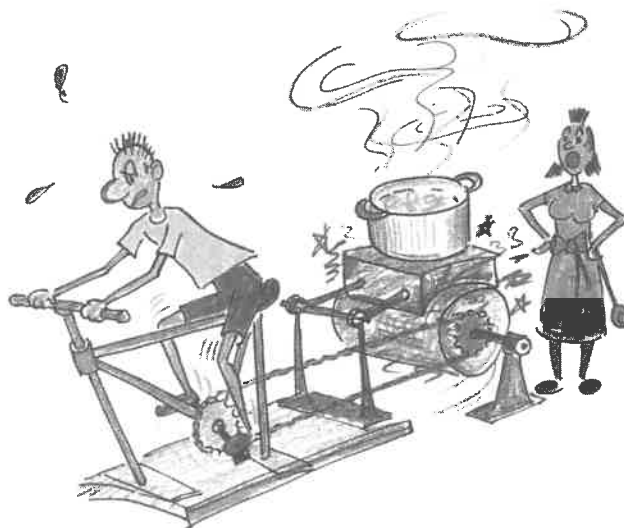


Fig. 4 Chauffage mécanique. L'énergie mécanique est transformée en énergie thermique par frottement (Dessin de A. Bölcs).

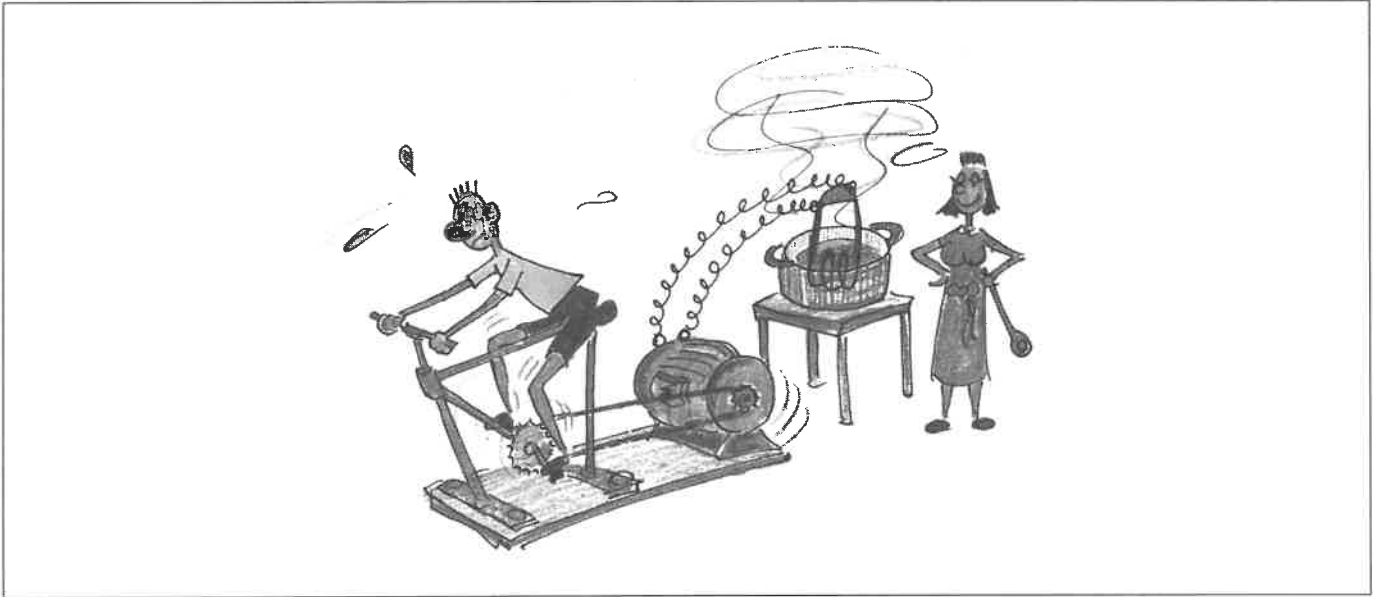


Fig. 5 Chauffage électrique. L'énergie électrique est transformée en énergie thermique par effet Joule (Dessin de A. Bôlcs).

lité exergétique fondée sur les Premier et Deuxième Principes conduit à un rendement exergétique η de 7 % environ, aussi bien pour le chauffage électrique que pour le chauffage mécanique (voir fig. 6). Cette performance très mauvaise correspond bien au fait que la transformation d'une énergie noble en énergie thermique à basse température est très fortement irréversible, donc provoque une énorme dégradation, donc entraîne une perte exergétique importante (voir fig. 6). Il apparaît alors clairement (peut-être trop pour certains) que le chauffage électrique direct conduit à un gaspillage considérable de l'énergie primaire, quelle qu'elle soit (charbon, pétrole, gaz, énergie hydraulique ou nucléaire, ...). Il faut donc convenir que la performance de 100 % fondée sur le Premier Principe n'est absolument pas significative en matière d'économie énergétique.

Maintenant, je vais certainement me faire des amis en faisant remarquer que, si l'on tient compte d'un rendement exergétique de 40 % pour obtenir l'énergie électrique nécessaire à partir d'un combustible fossile ou nucléaire, le rendement exergétique *global* du chauffage électrique tombe à 3 % environ. Toutefois, si je veux éviter une poussée trop forte d'adrénaline chez les inconditionnels du "tout électrique", je dois tout de suite ajouter que le chauffage direct à l'aide d'une chaudière brûlant un combustible fossile (charbon, pétrole, gaz, ...) ou d'un réacteur nucléaire n'est pas fameux non plus sur le plan de l'économie énergétique, puisque son rendement exergétique est de l'ordre de 5 % (à comparer aux 3 % ci-dessus).

Nous devons alors nous demander quels sont les systèmes de chauffage les meilleurs au point de vue exergétique. Ce sont

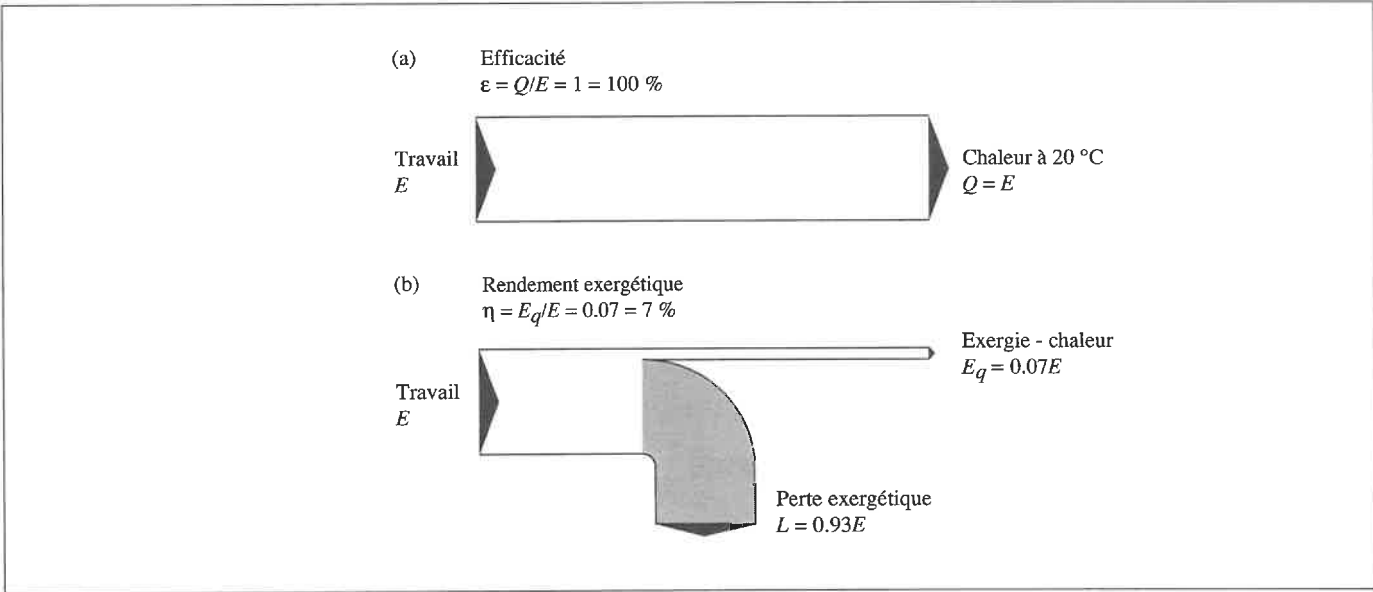


Fig. 6 Bilans énergétique (a) et exergétique (b) d'un chauffage mécanique ou électrique direct, à $T = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$ et avec $T_a = 0 \text{ °C} = 273 \text{ K}$ (facteur de Carnot $\Theta = 1 - T_a/T = 1 - 273/293 = 0,07$).

ceux qui jouent astucieusement avec le Deuxième Principe. Les plus importants sont la *thermopompe* et la *cogénération*, chacun de ces systèmes pouvant alimenter un réseau de chauffage collectif à distance. Sans entrer dans les détails, on peut dire que la *thermopompe* (voir fig. 7) est aussi un chauffage électrique, mais qui permet d'obtenir un rendement exergetique 3 à 6 fois plus élevé que celui obtenu avec le chauffage électrique direct. La cogénération est la production conjointe d'énergie thermique et d'énergie électrique, à l'aide d'une centrale combinée chaleur-électricité. Il n'est pas possible d'en dire plus dans le cadre de cet article.

HISTOIRE DU VOLEUR DE FROID

C'est l'été. Il fait 35 °C à l'ombre. Dans une grande entreprise, un employé astucieux s'amène chaque jour à la pause avec un pique-nique bien frais (bière, yogourt, etc.), sous les yeux ébahis de ses collègues. Il est surveillé par son chef, qui découvre qu'il a réalisé dans le sous-sol une petite armoire frigorifique en grattant avec un grand couteau l'isolation d'une conduite traversée par du fréon à -15 °C, puis en confectionnant autour de la conduite une petite armoire dans laquelle il place chaque matin son pique-nique (voir fig. 8). Le chef le traîne devant le patron, qui lui dit : "Monsieur, vous me volez !". Et l'employé répond: "Pardon, Monsieur le Directeur, c'est le contraire, car chaque fois que je laisse refroidir mon pique-nique, il y a de la chaleur qui passe de mon pique-nique à votre

fréon. Je vous ai donné de l'énergie. Donc, je vous ai rendu service et vous devriez me remercier !".

Alors ? Qui a raison dans cette affaire ? Quel est celui qui a rendu service à l'autre ? D'une part, il est juste de dire que l'employé a fourni de l'énergie au patron. Et d'autre part, on sent bien que c'est le patron qui a rendu service à l'employé. Donc ici, les rôles de fournisseur et de client sont curieusement inversés, quand on passe de la notion d'énergie à celle de service rendu.

C'est là que les praticiens s'en tirent à l'aide d'une pirouette qui me fige d'admiration sur le plan psychologique, mais qui m'inquiète pour l'avenir de la science. Pour les besoins de la cause, les praticiens ont inventé la frigorie (c'est-à-dire la calorie négative !), ce qui permet au patron de répondre à son employé de façon péremptoire: "Vous m'avez bien donné des calories. Mais vous ne m'avez pas rendu service, car, ce faisant, vous m'avez volé des frigories !" (Vous m'avez bien glissé 100 francs dans la poche. Mais vous ne m'avez pas rendu service, car, ce faisant, vous m'avez volé 100 anti-francs!). Eblouissant tour de passe-passe qui impressionne les foules, mais n'explique absolument rien.

On voit bien dans cet exemple que la comptabilité énergétique fondée sur le Premier Principe est inadéquate en matière d'économie énergétique, car elle entretient une confusion mentale entre la notion d'énergie et celle de service rendu. En revanche, la comptabilité exergetique fondée sur les Premier et Deuxième Principes précise que le service rendu est l'exergie-chaleur $E_q = \Theta Q$, qui est toujours le produit de la chaleur Q par

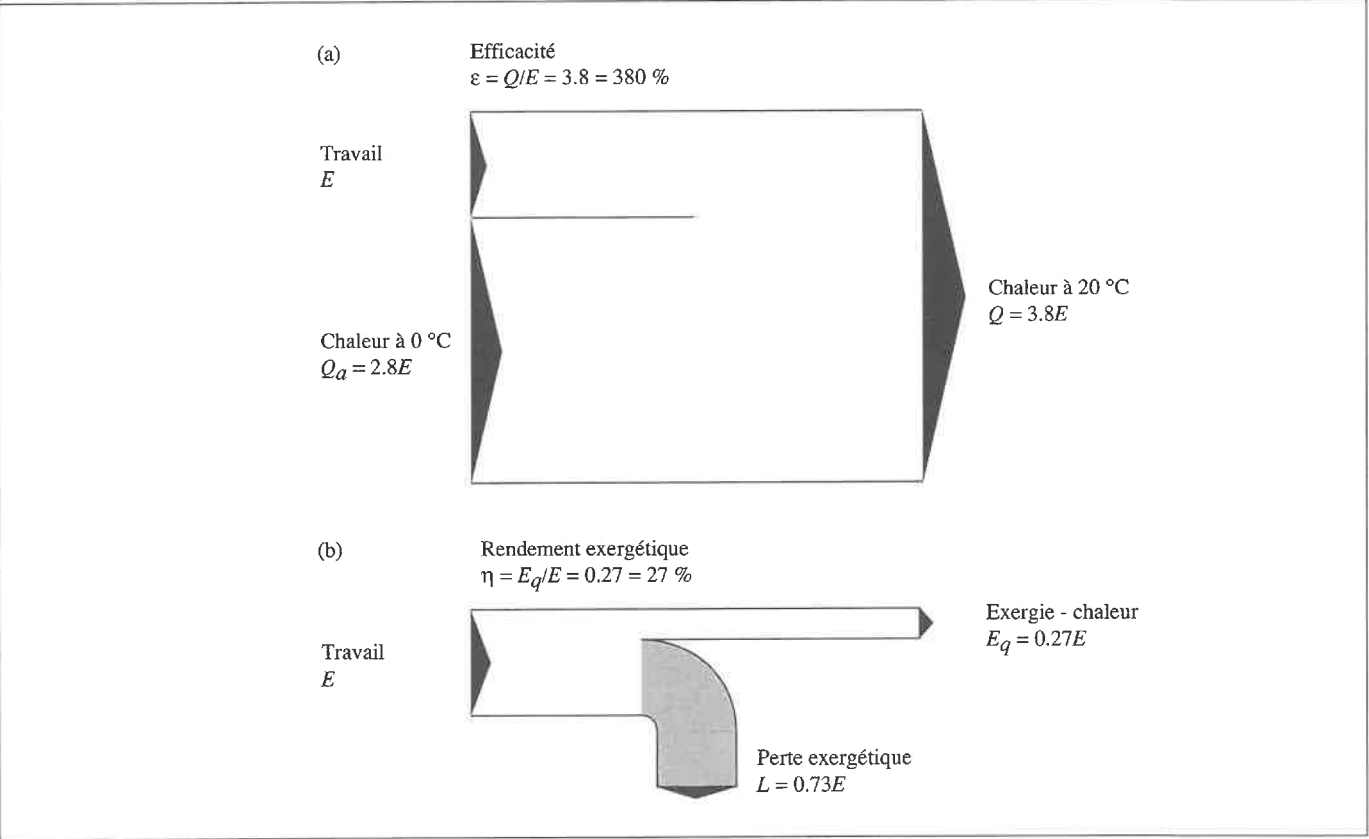


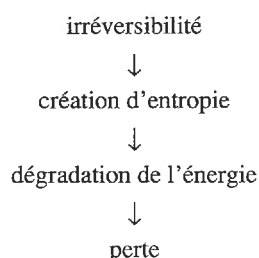
Fig. 7 Bilans énergétique (a) et exergetique (b) d'un chauffage par thermopompe, à $T = 20\text{ °C} = 293\text{ K}$ et avec $T_a = 0\text{ °C} = 273\text{ K}$ (facteur de Carnot $\Theta = 1 - T_a/T = 1 - 273/293 = 0,07$).

le facteur de Carnot $\Theta = 1 - T_a/T$. Mais cette fois-ci, la température T étant inférieure à la température atmosphérique T_a , ce dernier est négatif, de sorte que l'exergie-chaleur est de signe contraire par rapport à celui de la chaleur. En clair, c'est le travail minimal que le patron doit dépenser dans son installation pour extraire la chaleur du pique-nique de l'employé. C'est cela le service rendu (voir fig. 9).

Nous constatons alors que tout rentre dans l'ordre avec clarté et élégance.

ÉCONOMIE ÉNERGÉTIQUE

La *comptabilité exergétique* constitue un outil de travail extrêmement pratique dès que l'on veut mettre en évidence la *qualité thermodynamique* d'un système, quelles que soient sa taille, sa complexité et la nature des phénomènes dont il est le siège (élément, appareil, machine, installation, ...). Elle permet en effet de poser un véritable "diagnostic" concernant la "santé thermodynamique" du système, en décelant toutes les imperfections correspondant à l'enchaînement suivant:



En projetant une lumière crue sur les défauts thermodynamiques d'un système, la comptabilité exergétique

permet de démystifier certaines démarches techniques qui paraissent rentables au point de vue financier, mais qui sont en réalité défavorables au point de vue de l'*économie de l'énergie*. Elle permet donc de lutter contre le gaspillage des énergies primaires en incitant les praticiens à réaliser des opérations aussi peu irréversibles que possible, cela en commençant par éliminer les irréversibilités les plus criantes. Elle permet ainsi d'évoluer vers une optimisation meilleure des systèmes et une exploitation plus rationnelle des installations.

En ce qui concerne les problèmes d'*économie énergétique*, la comptabilité exergétique est susceptible de faciliter le choix des options énergétiques et d'orienter certaines décisions dans le cadre d'une conception globale de l'énergie. Il est en effet possible d'effectuer l'*analyse exergétique* du système énergétique d'un pays entier. Cette méthodologie présente l'avantage de tenir compte systématiquement, non seulement des importations et des exportations, mais encore des accumulations d'énergie (stockages) à l'intérieur du système énergétique du pays.

L'analyse exergétique fait bien ressortir les défauts de la gestion de l'énergie entre les niveaux intermédiaire et utile. Cette constatation est évidemment valable, actuellement, pour tous les pays à niveau de vie élevé. Elle concerne surtout le chauffage des locaux, où le niveau de température requis est très bas, puisqu'il est de l'ordre de 20 °C. Il est clair que la mauvaise gestion doit être corrigée par un choix judicieux des chaînes énergétiques, c'est-à-dire des vecteurs énergétiques et des technologies énergétiques.

La comptabilité exergétique permet également de déterminer les prix respectifs des différentes formes d'énergie de façon logique et cohérente. Il en résulte qu'en principe *le commerce de l'énergie doit faire intervenir l'achat ou la vente non pas de l'énergie elle-même, mais des valeurs exergétiques correspondantes*. La comptabilité exergétique offre un support consistant pour la *tarification de l'énergie*.

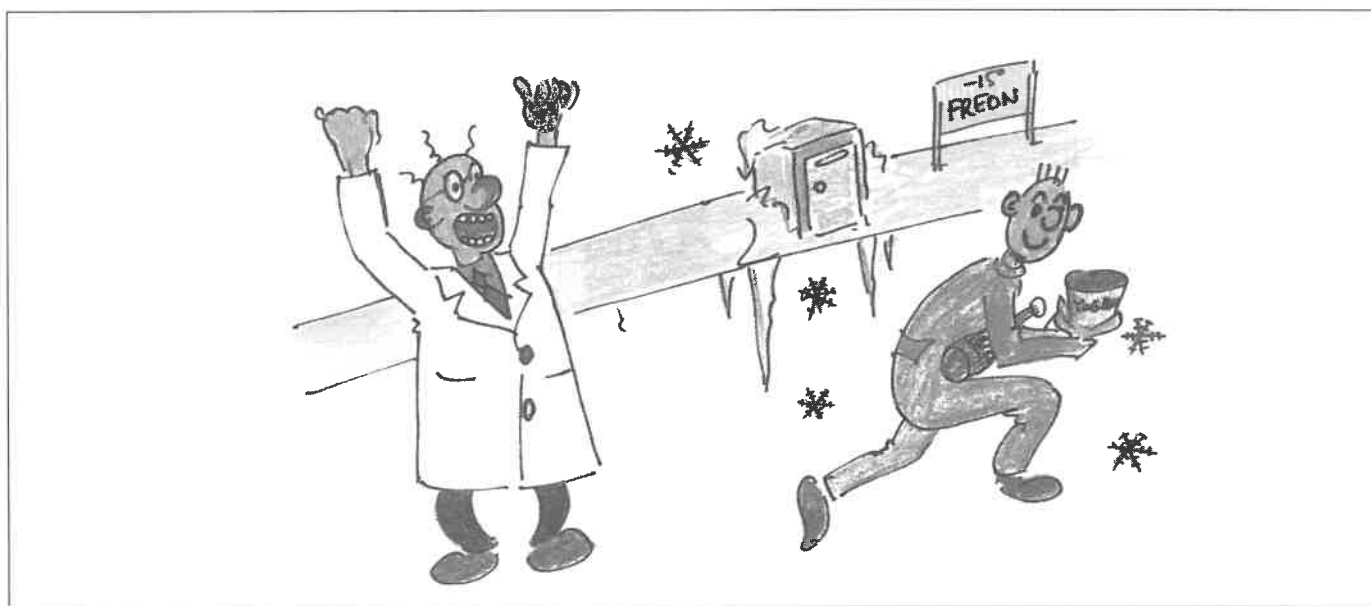


Fig. 8 *Voleur de froid.* L'employé astucieux fait refroidir chaque jour son pique-nique en exploitant la présence d'une source froide dans le sous-sol de l'entreprise (Dessin de A. Böles).

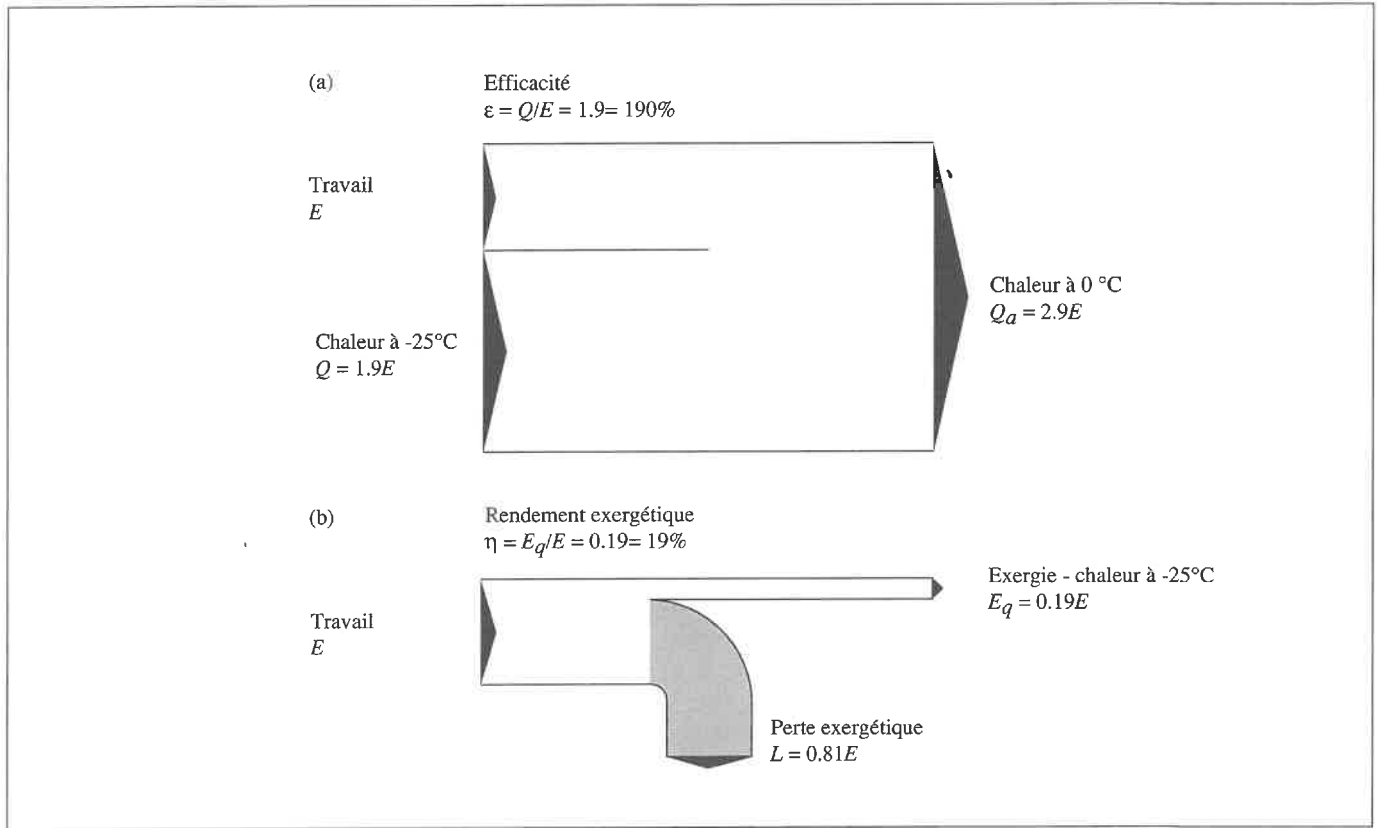


Fig. 9 Bilans énergétique (a) et exergétique (b) d'une réfrigération par frigopompe, à $T = -25\text{ °C} = 248\text{ K}$ et avec $T_a = 0\text{ °C} = 273\text{ K}$ (facteur de Carnot $\Theta = 1 - T_a/T = 1 - 273/248 = -0,1$).

CONCLUSION

Le *Deuxième Principe* de la thermodynamique et la notion d'*entropie* sont en train d'envahir, non seulement la pensée scientifique, mais toute la pensée contemporaine: thermodynamique, physique, mécanique, chimie, astrophysique, biologie, informatique, économie, sociologie, histoire, philosophie, ... Il est grand temps de faire fructifier ces notions dans les applications pratiques, notamment en utilisant la démarche exergétique qui groupe les Premier et Deuxième Principes.

La démarche exergétique conduit à une autre façon d'aborder les problèmes d'énergie, à une autre vision des choses, pour ne pas dire à une autre mentalité. L'ingénieur, le praticien ou le particulier ayant bien assimilé la théorie de l'exergie ne pourra, par exemple, plus jamais manipuler la chaleur avec autant de désinvolture qu'auparavant.

C'est pourquoi, si d'aventure on entend dire: "L'exergie, ça ne sert à rien. Tout ça revient au même!", on peut répondre vigoureusement: "Cela n'est pas vrai! Car on ne peut pas

demander à tout le monde de maîtriser le Deuxième Principe de la thermodynamique. Par contre, l'énoncé d'un chiffre de performance de 7 % (au lieu de 100 %) pour le chauffage électrique direct par exemple est de nature à sensibiliser n'importe qui au vrai problème de la dégradation de l'énergie, même s'il s'agit d'un politicien ou d'un juge, qui connaît à peu près tout, sauf la thermodynamique".

Certes, pour acquérir la maîtrise de la démarche exergétique, l'ingénieur, le praticien ou le particulier doit consacrer un peu de temps et consentir à un certain effort. Mais cette acquisition se révélera très rapidement payante. En effet, de même que l'engagement d'un bon comptable permettra d'améliorer la gestion d'une entreprise, l'acquisition de la comptabilité exergétique permettra d'améliorer la compréhension, la conception et l'évaluation de tout système énergétique. Dans certains cas, elle rend même dérisoires les contorsions intellectuelles et les acrobaties dialectiques auxquelles doivent se livrer les énergéticiens qui prétendent pouvoir traiter les problèmes énergétiques de notre époque en faisant l'économie de la notion d'entropie.

Utilisation rationnelle de l'énergie et équilibre mondial

par Bernard GIOVANNINI
professeur à l'Université de Genève
responsable de l'Académie internationale de l'environnement (Genève)

Résumé : Le problème de l'énergie se trouve au centre de la menace écologique. Des économies sont possibles dans beaucoup de domaines: chauffage, transports, électricité domestique. Malheureusement le comportement humain obéit à d'autres motivations: prestige, confort, individualisme, coût des améliorations.

Zusammenfassung : Das Energieproblem steht im Zentrum der ökologischen Bedrohung. In vielen Bereichen sind Einsparungen möglich: Heizung, Verkehr, Strom im Haushalt. Leider wirken andere Motivationen auf das menschliche Verhalten: Prestige, Komfort, Individualismus, hohe Verbesserungskosten.

Summary : The energy problem lies at the heart of the ecological threat. Saving are possible in many fields: heating, transport and domestic electric power. Unfortunately human behaviour is moved by other motives: prestige, comfort, individualism and the cost of improvements.

INTRODUCTION

Parler d'utilisation rationnelle de l'énergie il y a dix ou quinze ans exposait ses auteurs à être classés immédiatement parmi les gens suspects. Le productivisme était alors totalement dominant, et l'on ne pouvait guère mettre en doute d'une quelconque façon que la solution au problème de l'énergie était d'en produire le plus possible. Aujourd'hui les attitudes changent, et s'il est encore difficile de faire admettre les politiques concrètes d'utilisation rationnelle, le principe en est largement accepté.

C'est sans conteste la menace des changements climatiques globaux qui a fait modifier les attitudes, du moins dans notre pays. Or, le responsable principal de l'effet de serre est le CO₂, et les émissions de CO₂ sont dues essentiellement à l'utilisation des énergies fossiles.

Le problème de l'énergie se trouve ainsi au centre de la menace écologique la plus grave sur notre planète. La grande majorité des scientifiques s'accorde à dire que pour atténuer cette menace, il est impératif de stabiliser et, si possible, de diminuer dès maintenant la consommation d'énergies fossiles dans le monde. D'une augmentation inexorable de 2-3% par an, cette consommation doit ainsi revenir à 0% d'augmentation.

Trois réponses possibles à ce défi: le nucléaire, les énergies renouvelables, l'utilisation rationnelle. Or, le calcul est vite fait: l'énergie nucléaire contribue pour environ 3% à l'énergie finale⁽¹⁾ utilisée dans le monde. Pour assurer 3% d'augmentation d'énergie à l'échelle mondiale, il faudrait, la première année, et en une seule année, doubler la capacité nucléaire actuelle ! Pour les énergies renouvelables, la disproportion est infiniment plus

grande encore ! Reste l'utilisation rationnelle de l'énergie. Deux questions se posent ici: Le potentiel est-il suffisamment grand ? Est-il possible de le mettre en oeuvre assez rapidement ?

LE POTENTIEL DE L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE

Pour la plupart des utilisations actuelles de l'énergie, il existe en fait une marge très grande entre la consommation moyenne aujourd'hui et la consommation optimale.

L'exemple le plus connu, et admis par tous, est celui du chauffage et de la production d'eau chaude. Un immeuble moyen aujourd'hui utilise à cette fin environ 700 MJ/m²an. (700 mégajoules par mètre carré par an). Selon les normes préparées par les professionnels du bâtiment, on doit construire ou rénover aujourd'hui de manière à atteindre la moitié de ces chiffres. Et si l'on veut appliquer les meilleures technologies accessibles aujourd'hui, mais sans franchir le seuil de la rentabilité économique, on peut atteindre des consommations spécifiques de l'ordre de 200 MJ/m²an. Plus qu'un facteur trois.

Des économies semblables peuvent être faites dans le secteur des appareils ménagers électriques. Ainsi, les réfrigérateurs en Suisse consomment en moyenne 1,5 GJ/an (1,5 gigajoule par an). On sait construire, avec des technologies traditionnelles, des réfrigérateurs qui consomment le tiers de cette valeur. Et les nouvelles technologies d'isolation thermique, en développement aujourd'hui, permettent d'obtenir des valeurs encore plus basses.

Le transport automobile privé est particulièrement important pour le problème du CO₂. Dans la plupart des pays développés, y compris le nôtre, c'est le trafic automobile qui est responsable de

(1) Énergie liée aux consommateurs

la croissance la plus rapide des émissions de CO₂. Le besoin de mobilité semble croître sans limites. On peut essayer de freiner cette boulimie kilométrique automobile de plusieurs manières: par la promotion des transports publics, par l'éducation et la sensibilisation, par le changement des valeurs de société. Mais le plus simple et le plus efficace est encore d'imposer graduellement de meilleures consommations spécifiques. Les voitures neuves aujourd'hui consomment environ neuf litres aux cent kilomètres, les meilleures voitures consomment la moitié, et des voitures "pilote" consomment jusqu'à 2,5 litres/100 km, c'est-à-dire près du quart de la moyenne actuelle.

L'automobile, avec les bus et les camions, joue un rôle central dans la problématique actuelle. Elle contribue pour une part très significative aux problèmes de pollution, que ce soit la pollution urbaine ou l'effet de serre, et surtout, le nombre d'automobiles croît très rapidement, beaucoup plus rapidement que la population. Il y a aujourd'hui déjà un demi-milliard de véhicules sur la route, et les trois quarts sont des voitures automobiles.⁽²⁾

La flotte automobile mondiale a un très grand impact sur la consommation d'énergies fossiles, et donc sur les émissions de CO₂. Le secteur des transports, dont les voitures automobiles constituent la partie de loin la plus importante, consomme encore les deux tiers du pétrole utilisé aux Etats-Unis, 40% en Europe de l'Ouest, 25% au Japon, 50% dans les pays en voie de développement et en URSS. La flotte automobile dans le monde augmente à un rythme très soutenu de 4,7% par an, ce qui signifie qu'elle pourrait doubler tous les quinze ans ! En fait la projection actuelle prévoit un milliard de véhicules vers 2030 !

Les véhicules automobiles sont des sources majeures de pollution de l'air: 47% des émissions de NO_x et plus des deux tiers des émissions de CO dans les pays de l'OCDE.

Améliorer les performances énergétiques des automobiles réduirait l'ensemble des problèmes de pollution: moins de CO₂, moins de CO, moins de NO_x. L'amélioration des performances énergétiques peut se faire par une variété de moyens techniques:

- l'amélioration du moteur lui-même, par de meilleures techniques de combustion ("ultra-lean-burn", "stratified charge"), par l'emploi des céramiques;
- l'amélioration des transmissions ("*Continuously Variable Transmissions*" (CVT), "*Lock-up clutch*");
- la modification de l'aérodynamique (qui peut être encore améliorée de 30% environ, en utilisant les techniques courantes, et jusqu'à 60%, en changeant fondamentalement l'aspect des véhicules);
- la réduction du poids des véhicules par l'utilisation de matériaux plus légers, en remplacement de l'acier (magnésium, aluminium, plastique, composite, etc.). Une diminution de 10% du poids d'un véhicule permet d'arriver à une diminution de 6% de la consommation d'énergie;
- la récupération de l'énergie inutilisée, énergie de freinage, énergie non utilisée pendant l'arrêt, etc. Cette récupération peut se faire notamment par l'emploi d'un volant inertiel "*flywheel*".

L'utilisation de ces techniques permet de diminuer considé-

ablement la consommation spécifique des voitures. Parmi les voitures "pilote", il faut citer en particulier: la Renault Vesta 2, qui consomme 3 litres/100 km en ville et 2,2 litres/100 km sur route, et la Toyota AXV, qui consomme 2,6 litres/100 km en ville et 2,1 litres/100 km sur route.

Les économies d'énergie pour les voitures automobiles, contrairement à beaucoup d'autres secteurs, posent des questions fondamentales sur la signification du confort. Les voitures à basse consommation d'énergie sont confortables, de taille moyenne. Elles permettent de rouler sans difficulté aux vitesses légales. Par contre, elles n'ont pas l'accélération fulgurante des voitures de haut de gamme, et elles ne permettent pas d'aller bien au-delà des vitesses maximales autorisées. L'image de l'automobile, dans l'esprit du citoyen moyen, devrait ainsi changer fondamentalement: d'objet de prestige, l'automobile deviendrait alors un instrument de transport individuel confortable, mais banal.

Un autre domaine où les économies considérables sont possibles est celui de l'électricité dans le bâtiment, notamment le secteur tertiaire des bâtiments: banques, assurances, supermarchés, etc. Là aussi il y a une différence très grande entre la performance moyenne aujourd'hui et la performance optimale, que l'on peut obtenir en appliquant les meilleures connaissances technologiques. Les économies dans ce secteur proviennent essentiellement des économies dans l'éclairage, la ventilation et la climatisation, et les appareils de diverses natures (congélateurs, réfrigérateurs, etc.).

Mais dira-t-on, pourquoi économiser l'électricité pour atténuer le problème du CO₂ ? On est peu habitué à cet aspect du problème en Suisse et en France, car dans ces pays, la plus grande partie de l'électricité est produite à partir d'hydroélectricité et d'énergie nucléaire.

Mais il faut se souvenir que dans le monde, la plus grande partie de l'électricité est produite à partir d'énergies fossiles, en particulier le charbon. Ceci est vrai dans la plupart des pays, y compris les pays européens, tels que l'Allemagne, l'Italie ou l'Angleterre.

Economiser l'électricité en Europe, où que l'on soit, étant donné l'interconnexion des réseaux, a donc comme conséquence une réduction des émissions de CO₂ et donc de l'effet de serre.

ASPECTS ÉCONOMIQUES

La question que l'on se pose évidemment concerne le coût de ces améliorations. Sont-elles rentables ? Autrement dit, le coût de l'investissement est-il compensé par les économies ultérieures en énergie ?

De nombreuses analyses ont montré que la très grande majorité des mesures d'utilisation rationnelle est tout à fait rentable. Que ce soit dans le bâtiment ou le secteur tertiaire, l'industrie ou le transport, un compte économique strict nous amènerait à faire des économies d'énergie spectaculaires. Le fait que cela ne se fait pas montre que notre société est loin d'être une parfaite économie de marché, dans laquelle chacun d'entre nous serait un petit robot économique cherchant sans cesse le profit maximum ou les dépenses minimales.

Et ceci est heureux. Le comportement humain obéit heureu-

(2) Voir *World Resources, 1990-1991, A report by the World Resources Institute, Oxford University Press, 1990.*

sement à bien d'autres motivations: personne ne choisirait de prendre son café là où il est le moins cher, mais là où il se sent bien pour lire son journal.

Il existe par ailleurs toute une série d'obstacles objectifs à la rationalité économique et énergétique dans le domaine des économies d'énergies:

- l'incertitude sur les prix de l'énergie à l'avenir;
- la difficulté d'obtenir des capitaux à des taux raisonnables;
- le facteur de "tranquillité": étudier et chercher la meilleure solution n'est pas nécessairement l'occupation que l'on préfère avoir dans le temps disponible;
- le manque d'accès aux connaissances nécessaires, le manque de compétences professionnelles adéquates;
- le fait que la personne qui paie l'investissement n'est pas la même que celle qui en reçoit les bénéfices (par exemple, propriétaires et locataires dans le secteur des bâtiments);
- des obstacles légaux et administratifs.

Ces obstacles doivent être soigneusement pesés et évalués, si l'on veut améliorer l'efficacité de la politique d'utilisation rationnelle de l'énergie.

POTENTIEL DE MISE EN OEUVRE DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Le potentiel des économies d'énergies est très grand. Mais pour réduire l'augmentation de consommation d'énergies fossiles de 2% à 0%, il faut que ce potentiel soit mis en oeuvre rapidement, au rythme approximatif de 2% par an. Est-ce possible ?

Aujourd'hui, en raison de la pression des prix, des progrès technologiques, de l'image de marque des produits, l'efficacité énergétique des équipements (bâtiments, appareils, voitures, etc.) s'améliore constamment. Différentes études ont montré que cette amélioration se fait à un rythme d'environ 0,5% par an.⁽³⁾ Ce rythme peut-il raisonnablement être accéléré ?

La réponse à cette question passe par une analyse détaillée des rythmes d'amélioration dans différentes circonstances. Cette analyse a montré des différences spectaculaires selon l'importance économique de l'énergie. Dans la plupart des activités industrielles, contrairement à ce qui est souvent dit et écrit, les dépenses pour l'énergie sont négligeables, moins de 1% du coût de production, et aucune attention particulière n'est donnée au problème de l'utilisation rationnelle. Le même phénomène est patent dans le comportement moyen des consommateurs.

Un réfrigérateur, par exemple, nous coûte entre trente et cinquante francs par an d'électricité. Choisir un modèle économique, dans une taille donnée, permet peut-être d'économiser dix francs par an. Quatre cafés. Personne ne choisit, pour des raisons économiques, de faire l'effort de tenir compte de ce facteur supplémentaire de choix, puisqu'il est déjà bien ennuyeux d'en choisir la couleur et l'aménagement intérieur.

Dans le secteur des services également, le coût de l'énergie est un facteur, en général, négligeable.

Pour tous ces secteurs, qui représentent la grande majorité de la consommation d'énergie, le taux d'amélioration est en moyenne de 0,5% par an.

Il y a cependant des exceptions. Le transport automobile en est une, mais chacun sait que le choix d'une automobile obéit à des critères beaucoup plus complexes que la simple rationalité, et les améliorations technologiques sont aujourd'hui compensées par le désir d'avoir des voitures plus grandes et plus puissantes.

Les deux autres exceptions sont les industries intensives en énergie et le transport aérien. Les industries intensives en énergie sont les industries pour lesquelles le coût de l'énergie est une part importante des coûts de production: 5, 10, 20%, parfois plus. Exemples: l'aluminium, le ciment, le verre, l'acier.

Relevons que, pour ces fabrications industrielles, l'amélioration des rendements a été depuis toujours beaucoup plus rapide que dans la majorité de l'industrie: de 2 à 3% par an, et la marge entre la consommation moyenne actuelle et la consommation minimale est aussi devenue faible, beaucoup plus petite que dans les autres secteurs.

Dans le transport aérien, où le coût du kérosène représente 20 à 30% du coût d'exploitation, et où il existe une vive concurrence entre les compagnies aériennes, l'amélioration au cours des vingt dernières années a été encore plus marquée: de l'ordre de 3% par an !

Il est donc techniquement et économiquement possible d'améliorer les performances énergétiques suffisamment rapidement pour maîtriser l'effet de serre, mais cela signifie qu'il faudrait que tout le monde commence à utiliser l'énergie comme s'il était réellement important de l'utiliser de la façon la plus rationnelle possible. Le but est techniquement et économiquement accessible, mais au prix d'un changement très profond de l'attitude de notre société vis-à-vis des ressources naturelles.

Le moins que l'on puisse dire est que ce changement ne se fait pas rapidement, et il faut hélas être très pessimiste. Mais rien n'empêche d'être à la fois pessimiste et prêt à tout faire pour que les faits finissent par contredire ce pessimisme.

UTILISATION RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE ET ÉQUILIBRE MONDIAL

Le problème de l'effet de serre est un problème global, qui ne pourra être résolu que si l'ensemble des pays fait un effort adéquat. Il apparaît cependant que les responsabilités et les moyens d'action sont très différents d'un pays à l'autre. Les pays en voie de développement, même en appliquant les meilleures technologies d'utilisation rationnelle, devraient continuer à augmenter leur consommation d'énergie. Pensons par exemple à la Chine, avec son immense besoin de développement et ses réserves gigantesques de charbon. On peut limiter l'augmentation de la consommation du charbon en Chine, on ne peut pas la stopper. Les pays développés ont ainsi, du fait de leur richesse et de leur capacité technologique, du fait également de l'énorme boulimie énergétique à laquelle ils se livrent aujourd'hui, le devoir impératif non seulement de stopper leur augmentation de consommation d'énergie, mais de la diminuer, en fait de 1 à 2% par an. Seul un effort de cet ordre permettrait de demander, en

(3) B. GIOVANNINI, D. PAIN, *Scientific and Technical Arguments for the Optimal Use of Energy*, 1990

échange, aux pays tropicaux de gérer mieux leurs forêts, et aux pays en voie de développement de freiner leur croissance de consommation d'énergie. Le problème écologique de l'effet de serre est ainsi très étroitement lié à la négociation Nord-Sud et aux problèmes du développement. Mais seule une attitude

courageuse et généreuse des pays développés pourrait à terme convaincre l'ensemble de l'humanité d'agir de façon efficace pour sauver la planète. Les moyens techniques sont là, les investissements nécessaires sont économiquement rentables, il reste à changer notre attitude et notre politique de façon fondamentale.

La stratégie de la durabilité : Gérer la richesse énergétique dans le temps

Walter R. STAHEL,
Institut de la Durée, Genève

Résumé : Augmenter la durabilité des objets de consommation fait partie de la lutte contre le gaspillage et permet l'utilisation rationnelle de l'énergie en même temps que la prévention des déchets et une meilleure gestion des risques technologiques dans le cadre d'une économie soutenue.

Zusammenfassung : Zu den anderen Mitteln gegen die Verschwendung gehört die Verlängerung der Lebensdauer der Konsumgüter. Sie erlaubt rationellere Energienutzung, Abfallvermeidung und besseres Management der technologischen Risiken im Rahmen einer stabilen Wirtschaftslage.

Summary : Increasing the durability of consumer goods is part of the struggle against waste and makes possible the rational use of energy while reducing the quantity of rubbish and promoting better management of technological hazards as part of a sustained effort at saving.

INTRODUCTION

La stratégie de la durabilité a pour but d'optimiser des biens et services dans les cinq phases de leur vie: conception, production, distribution, utilisation, et recyclage des matériaux ou élimination des déchets, afin de tirer le plus grand bénéfice de l'utilisation avec la moindre consommation de ressources pendant la période la plus longue.

Une utilisation rationnelle de l'énergie comprend l'énergie investie ou "grise" (les matériaux), l'énergie dépensée ou "consommée" (l'essence) ainsi que les pertes d'énergie inhérentes dans le système de production, d'utilisation et d'élimination de biens et services.

L'optimisation de l'utilisation des systèmes techniques n'a pas beaucoup de sens dans une société du prêt-à-jeter de biens simples (tel qu'un marteau), mais devient une stratégie d'importance fondamentale dans le cadre de biens durables et de technologies complexes et interliées tel qu'un ordinateur personnel avec les logiciels et l'imprimante.

1. DURABILITÉ ET ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

La durée d'utilisation de produits, qui est la période pendant laquelle des produits et biens sont effectivement utilisés, détermine le rythme auquel ceux-ci sont remplacés et par conséquent la consommation des ressources naturelles (y compris l'énergie) nécessaires à leur fabrication et le montant des déchets ainsi engendrés. La réduction de la durée d'utilisation d'un produit entraîne une augmentation de la demande de nouveaux biens lorsque les consommateurs sont en mesure de les acquérir. Le prolongement de la durée de vie d'un

produit a un effet d'optimisation sur la durée d'utilisation totale des biens, il ralentit le rythme d'épuisement des ressources naturelles - énergie incluse - et réduit par conséquent le volume des déchets; ce processus est lié à l'accroissement des richesses.

Une plus longue période d'utilisation des produits contribuera à assurer la transition vers une société plus stable. Au lieu d'un rythme rapide de remplacement des produits, un prolongement de la durée de leur utilisation entraîne la substitution des industries extractives et manufacturières par des activités de service. Parallèlement, les grandes entreprises à forte intensité de capital et haute consommation d'énergie sont remplacées par de plus petites entreprises à forte intensité de main-d'oeuvre intégrées sur le plan local.(1)

De nos jours, l'activité industrielle implique un système linéaire production-consommation-déchets dans lequel la rotation des produits est rapide, avec des effets négatifs sur l'environnement, en aval comme en amont. L'épuisement des ressources naturelles et la forte consommation d'énergie et d'eau caractérisent les phases initiales du processus (extraction et production des matières premières), puis le cycle de la production et de la consommation. On aboutit alors au stade final à l'accumulation et à l'évacuation d'autant plus de déchets que la durée d'utilisation du produit est de plus en plus égale à celle de son élément le plus faible.

Les équipements et produits incompatibles, éphémères, ne peuvent se réparer de manière rentable. Cela signifie que, non seulement nous consacrons une partie croissante de notre revenu à leur remplacement (notre richesse étant conservée et non accrue), mais qu'il nous faut aussi assumer la dépense destinée à éliminer une montagne toujours plus élevée de déchets de plus en plus complexes et dangereux: c'est le système de remplacement rapide (voir tableau A en fin d'article).

Or le système dans lequel les produits sont rapidement remplacés n'est pas le seul système possible. Dans un système où le rythme de remplacement des produits est lent (où les produits sont conçus pour une longue durée de vie dès le départ, tels que les plumes à bec des écoliers), on cherche à doubler la durée de vie par une fabrication appropriée. Par exemple, en concevant des automobiles qui dureront 20 ans grâce à une conception modulaire du produit, à l'emploi de matériaux résistant à la corrosion, à des méthodes d'assemblages appropriées facilitant l'entretien régulier, on peut réduire de moitié la consommation des ressources naturelles - énergie comprise - ainsi que le volume de déchets créés et l'énergie nécessaire à leur élimination (voir tableau B). En d'autres termes: il faut inclure le facteur "temps" d'utilisation dans le calcul de la consommation d'énergie grise, en comparant l'énergie investie par année d'utilisation.

La deuxième alternative est constituée par un système d'auto-provisionnement soutenu basé sur le prolongement de la vie du produit et qui repose sur un modèle économique en boucle-spirale. Celui-ci minimise la matière, les flux d'énergie et la détérioration de l'environnement, sans pour cela restreindre la croissance économique, ni le progrès technique ou social. Les quatre R du prolongement de la durée de vie des produits sont la réutilisation (spirale 1), la réparation (spirale 2) et la remise en état combinée avec la mise à jour technologique (spirale 3), en utilisant des produits et composants usagés comme bases de nouveaux équipements. Le recyclage (spirale 4) utilise les déchets comme matières premières disponibles sur place (voir tableau D).

Une société qui applique ce modèle d'auto-provisionnement se construit sur la richesse existante à travers la totalité de la période d'utilisation. La gestion financière et l'administration des ressources visent alors à réduire l'ensemble des coûts d'utilisation à long terme, à restreindre la dépendance du pays vis-à-vis des importations de matériaux stratégiques, et à limiter les déchets qui pourraient bien devenir des bombes à retardement.

Toutes les activités liées au prolongement de la durée de vie des produits n'impliquent pas la même proportion de main-d'œuvre et d'économie d'énergie. Cependant, elles sont toutes caractérisées par des économies de ressources, y compris une forte économie d'énergie, qui résultent de la mathématique inhérente à l'industrie moderne:

- en gros, l'extraction et la production des matières premières tels que l'acier, ou les matériaux de construction tels que le ciment, les briques, sont responsables pour les trois quarts de toute la consommation industrielle d'énergie, alors que la transformation de ces matières en produits finis, tels que voitures ou maisons, ne requiert qu'un quart de l'énergie totale. L'inverse est vrai pour la main-d'œuvre: on emploie environ trois fois plus d'ouvriers dans les activités de conversion que dans le domaine de la production de matériaux (voir tableau C).
 - deux tiers du coût de la voiture moderne produite en série sont dus aux matériaux et à l'énergie utilisée à la production, et seulement environ 1/5 à l'emploi.
- Il paraît évident que des produits plus durables, ou des

services visant le prolongement de la durée de vie des biens, résulteront en des économies d'énergie et en la création de places de travail décentralisées, donc en une substitution de l'énergie par la main-d'œuvre (voir tableau E).(1)

2. UTILISATION RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE ET DURABILITÉ DES PRODUITS

Apporter un jugement sur une utilisation rationnelle de l'énergie n'est possible que sur la base de bilans fiables de l'énergie consommée dans les cinq phases de la vie d'un bien: conception, production, distribution, utilisation des produits et recyclage des matériaux.

Une première distinction paraît possible entre énergie investie ou "énergie grise" (les matériaux d'une voiture) et énergie dépensée ou "énergie consommée" (l'essence). Mais même l'énergie consommée est chargée de "frais énergétiques généraux": un bilan doit tenir compte des énergies dépensées, afin de rendre l'énergie brute utilisable par le consommateur. Quant à l'énergie investie, ses frais énergétiques sont considérables. Une étude des années 70 a déjà démontré que l'énergie investie dans un bâtiment consiste pour 58% d'énergie investie des matériaux, et pour 42% d'énergie consommée (surtout transports, chauffage et autres services).(2) Des frais généraux énergétiques oubliés dans ces analyses sont les énergies grises des biens jamais utilisés (pièces de rechanges, produits défectueux, accidents de parcours, produits démodés ou défraîchis, etc). La production centralisée moderne a pour conséquence que ses produits passant directement du magasin à la casse deviennent de plus en plus nombreux. Serait aussi à inclure l'énergie nécessaire à démonter un bien et à recycler voire éliminer les matériaux.

Un bilan énergétique complet d'un bien complexe doit évidemment inclure l'énergie investie aussi bien que l'énergie consommée, et déterminer le *break-even point* entre les deux. Celui-ci se situe vers 15'000 kilomètres pour une voiture moyenne, ou autour de quatre ans pour un réfrigérateur moyen. Il est cependant à noter que ce *break-even point* est en train de se déplacer dans le sens d'une plus grande importance de l'énergie investie (et donc de la stratégie de la durabilité) par le double biais des efforts pour réduire l'énergie consommée et d'une plus grande sophistication des biens, demandant des investissements d'énergie plus élevés, à l'exemple des maisons à consommation d'énergie zéro, ou des voitures solaires.

Une autre approche permettant de juger de l'utilisation rationnelle de l'énergie consiste à comparer la résistance mécanique et le contenu énergétique de différentes classes de matériaux pour les mêmes applications (voir tableau F).(3) Cette analyse démontre que l'utilisation énergétique la plus rationnelle pour les constructions consiste à utiliser la pierre naturelle sous compression (un pont romain, par exemple).

Néanmoins, ces bilans sont encore en général des bilans statiques, qui comparent par exemple l'énergie dépensée pour la construction d'un pont en utilisant le matériau A plutôt que le matériau B. La plupart de ces études montrent des différences jusqu'à 30% de l'énergie investie.(3) Une comparaison

dynamique qui tient compte de l'influence du facteur "temps d'utilisation", donc de la durabilité du pont, démontre que ces différences sont relativement négligeables comparées aux économies d'énergie rendues possibles par la stratégie de la durabilité: l'économie d'énergie obtenue par une plus simple construction d'un pont romain, par exemple, devient négligeable comparée à l'économie d'énergie due au fait que le pont a duré deux mille ans plutôt que cent ans ! Ceci amène donc une nouvelle notion des termes "qualité" (la qualité dans le temps) et "valeur économique".(4) Reste à ajouter que la production de biens durables ne nécessite pas plus d'énergie que la production de biens à jeter.

3. EXEMPLES D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE PAR LA DURABILITÉ

Les avantages d'une durabilité accrue peuvent être obtenus à l'aide de produits durables et d'un prolongement de la durée d'utilisation des produits existants. Comme exemple du bon mariage entre économie d'énergie (consommée) et durabilité, citons les lampes à économie d'énergie pour les ménages, qui sont aussi des produits de longue durée de vie dès le départ (8'000 heures, comparées aux 1'000 heures des lampes à incandescence). Il existe aussi des tubes fluorescents à haut rendement qui durent 15'000 heures pour les locaux industriels.

La réutilisation après contrôle et nettoyage permet un prolongement de la durée de vie de produits simples tels que les bouteilles en verre standardisées. Par une stérilisation et re-remplissage des bouteilles faits à proximité du lieu de consommation, il résulte une économie d'énergie considérable.

Les réparations de dommages courants permettent souvent de prolonger considérablement la durée de vie d'un produit tel qu'une voiture ou un appareil électroménager, et donc d'économiser l'énergie nécessaire à fabriquer un produit de remplacement (voir tableau D).(5)

La remise en état de biens pour recréer la condition originale, à l'exemple des pneumatiques de voitures par le rechapage, permet d'économiser l'équivalent de 24 litres de pétrole par pneu, ou deux tiers de l'énergie nécessaire à la production d'un pneu neuf.(6)

La mise à jour technologique opérée par l'adaptation d'un bien complexe à la dernière technologie, par exemple l'amélioration de l'isolation thermique de bâtiments existants, permet de réduire la consommation d'énergie de chauffage ainsi que d'économiser l'énergie nécessaire à la démolition et reconstruction d'un nouvel immeuble bien isolé.

La récupération auprès du "ferrailleur" et la réutilisation de composants de biens complexes, tels que les pièces détachées de voitures à la démolition, ou de claviers ou autres pièces d'ordinateurs, permet d'économiser l'énergie nécessaire au recyclage de la vieille pièce, à la fabrication d'une pièce neuve et à son transport vers le lieu du besoin.

4. LA NOTION DE "VALEUR D'UTILISATION"

La notion de valeur économique traditionnelle est celle de valeur d'usage, déterminée par la valeur d'échange (ajoutée).

Le nouveau terme de "valeur d'utilisation" est défini par un stock de produits ou services pendant la période ou la durée de leur existence:

une automobile qui peut parcourir 300'000 km au cours de son existence possède une valeur d'utilisation deux fois plus grande qu'une automobile qui peut en parcourir 150'000,

un drap de coton qui résiste à 50 lavages possède une valeur d'utilisation 50 fois plus grande qu'un drap synthétique que l'on jette après une seule période d'utilisation,

par contre, une ville détruite par une guerre n'a pas de valeur d'utilisation, même si par sa destruction elle offre la possibilité de produire - par le biais de la reconstruction - beaucoup de valeur ajoutée.

La valeur d'utilisation est la mesure de la vraie richesse et du bien-être; elle peut être augmentée par une optimisation du fonctionnement des systèmes techniques durant de longues périodes de temps.(7)

5. ÉCONOMIES D'ÉNERGIE PAR L'OPTIMISATION DE L'UTILISATION

Si la valeur d'utilisation devient la notion de valeur centrale de nos efforts, il paraît judicieux de chercher des moyens d'optimiser non seulement la durabilité, mais aussi l'utilisation d'un bien.

Au niveau produit, une telle optimisation peut se faire par une utilisation plus intensive des biens. Les taxis communautaires du tiers monde, les salons de lavage dans presque tous les pays, les coopératives de partage de voitures en Suisse alémanique ("Autoteilet") sont des exemples d'une intensité agrandie de l'utilisation par le partage de biens. Cette augmentation de l'intensité d'utilisation des biens permet soit de répondre à la demande par un nombre fortement réduit de biens, soit d'utiliser des équipements de longue durée de vie au lieu de produits à jeter, soit de combiner les deux. L'économie de ressources, y compris l'énergie investie ou grise, réalisée par l'emploi d'une telle stratégie, peut atteindre un facteur de 10 comparée à l'emploi de la stratégie de biens de consommation faciles à recycler. On atteint même un facteur de 40 en faisant la comparaison avec la stratégie de l'élimination des déchets par décharge.(8)

Une deuxième stratégie au niveau des produits réside dans la vente de l'utilisation d'un bien, au lieu de la vente du bien. Citons par exemple la location ou le "leasing opérationnel" (tout compris, paiement pour résultat fourni seulement), qui laissent les risques techniques et les frais d'utilisation aux mains du fabricant ou exploitant. Le propriétaire des biens assume alors le rôle d'exploitant d'un parc d'équipement et celui d'entreprise générale, ce qui inclut la gestion des déchets et l'internalisation des coûts d'élimination de ceux-ci. Ceci amène de nouveau à une optimisation de la durée de vie des biens dans le sens d'une

conception comme bien à longue durée de vie dès le départ, et d'un prolongement de la durée d'utilisation pour des raisons purement économiques. Les économies d'énergie en résultant sont décrites dans les premiers paragraphes.(6) Les effets bénéfiques de cette stratégie visant à une utilisation rationnelle de l'énergie sont encore renforcés par une combinaison des stratégies "location" et "utilisation partagée".(8)

Plusieurs stratégies d'optimisation de l'utilisation existent au niveau des systèmes techniques. Des économies d'énergie investie et consommée sont possibles grâce à une stratégie d'optimisation globale d'un système. Mentionnons par exemple le remplacement du transport individuel isolé (voiture avec conducteur) par le transport individuel collectif (au moins trois personnes par voiture sur les "diamond lanes" des autoroutes américaines), ou encore par le transport collectif (chemin de fer, bateau, tramway, bus). Une autre stratégie consiste à faire une optimisation de chaque phase d'utilisation: le système aviation, par exemple, peut ainsi être amélioré d'un point de vue de l'utilisation rationnelle d'énergie en tirant les avions par des tracteurs d'une nouvelle conception jusqu'au bout des pistes, avant de faire démarrer les réacteurs. On élimine ainsi la phase initiale du vol où les moteurs à réaction sont le moins efficace et le plus polluant !

Presque toutes ces stratégies demandent, beaucoup plus que des changements techniques, un changement de notre attitude envers l'utilisation des biens (utilisation partagée au lieu de propriété individuelle, et soucis de qualité à long terme manifesté par des actes refusant le prêt à jeter et l'oubli).(9)

Néanmoins, certains changements dans la conception technique des biens peuvent améliorer l'application des stratégies de durabilité accrue et d'optimisation de l'utilisation. Citons comme exemple une conception modulaire de systèmes et biens facilitant la mise à jour technologique, ou l'utilisation de biens standardisés (exemple: bouteilles) et composants standardisés à longue durée de vie (exemple négatif: pièces de voitures et d'appareils électroniques).

Une toute autre optimisation est possible au niveau de l'innovation technique visant une consommation minimale d'énergie. L'exemple des ordinateurs personnels (PC) "laptop" ou portables, qui ne se distinguent des ordinateurs personnels "desktop" ou non-portables ni dans leur utilisation ou performance technique, ni dans les applications possibles, démontre le potentiel de cette stratégie de l'innovation technique. En effet, pour les PC portables qui dépendent d'un accumulateur électrique avec une puissance limitée, l'optimisation technique s'est centrée prioritairement sur la minimisation de la consommation énergétique, tout en sauvegardant la compétitivité technique avec les PC "desktop". Le résultat de cette optimisation est frappant: un ordinateur personnel portable consomme entre 3% et 10% de l'énergie d'un PC "non-portable" !(8)

6. MESURES POTENTIELLES POUR MIEUX GÉRER LA RICHESSE ÉNERGÉTIQUE DANS LE TEMPS

Une série de mesures à différents niveaux peut promouvoir une utilisation plus rationnelle de l'énergie par une application de la stratégie de la durabilité. La majorité de ces mesures auront comme autre résultat une réduction de la quantité et de la teneur en polluants des déchets.(10)

Parmi ces mesures potentielles, on peut identifier celles qui permettent de :

- promouvoir l'aide financière de l'Etat pour le développement et l'application rapide des économies d'énergie radicales au moyen de nouvelles stratégies techniques (à l'exemple du PC portable), ou commerciales (à l'exemple de l'utilisation partagée de biens), ou administratives (à l'exemple des solutions au niveau système telles que les "diamond lanes");
- éliminer les obstacles administratifs, tels que la réglementation des taxis, qui s'opposent à un marché libre des utilisations partagées;
- créer des conditions économiques qui renversent la tendance historique à favoriser le facteur *énergie* vis-à-vis des facteurs *travail* et *environnement*, par exemple par l'introduction d'un impôt sur la production du CO₂; l'introduction d'un système d'éco-taxes comprenant le dégrèvement fiscal de la main-d'oeuvre et l'imposition des ressources naturelles et énergétiques; l'obligation d'une assurance "responsabilité civile" adéquate pour les installations nucléaires (11); l'introduction d'une responsabilité stricte en matière d'environnement;
- éliminer des obstacles au fonctionnement d'un marché libre pour les biens et composants usagés (8), tels que l'obligation *de facto* d'appliquer la solution *recyclage* au détriment de la solution *réutilisation* (exemple bouteilles standardisées de vin); tels que les discriminations administratives contre la durabilité des produits; les discriminations des normes techniques contre les biens de longue durée de vie et l'utilisation de matières recyclées; les périodes de garantie des biens trop courtes; l'obsolescence délibérée des systèmes et biens par la non-standardisation de composants techniques (exemple des voitures);
- appliquer la logique de la notion de "valeur d'utilisation" dans l'économie, par exemple par l'abolition des amortissements fiscaux rapides; par la promotion des assurances à *valeur neuf* ou *valeur de remplacement*.

Cet article a essayé de démontrer qu'une application large de la stratégie de la durabilité permettrait de gérer la richesse énergétique et les ressources existantes dans le sens d'une économie soutenue *sustainable economy*, de mieux gérer les risques technologiques par une responsabilisation des producteurs, ainsi que d'éviter une grande partie des déchets et des dépenses énergétiques nécessaires à leur élimination, par une orientation économique et technique vers l'utilisation des biens et les services.

INSTITUT DE LA DURÉE

L'Institut de la Durée est une organisation indépendante et sans but lucratif fondée en 1982 à Genève.

L'Institut de la Durée a comme objectif d'ouvrir de nouveaux chemins de développement économique basés sur l'analyse critique et l'optimisation de la durée de vie des biens et des services. L'Institut et ses chercheurs associés peuvent être mandatés par toute société ou organisation pour des travaux d'étude notamment en matière de durée de vie des biens et des services.

- Les buts de l'Institut de la Durée sont :
- identifier les problèmes et stimuler les recherches en matière de formation de la Richesse et de développement du Bien-être, notamment par l'optimisation de la durée des biens et des services,
 - promouvoir les études, les recherches et les réflexions en matière de Richesse et de Bien-être,
 - diffuser les résultats de ses études et recherches dans les milieux scientifiques, industriels, intellectuels et politiques, ainsi que dans l'opinion publique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) Walter R. STAHEL et Geneviève REDAY, *Jobs for tomorrow, the Potential for Substituting Manpower for Energy*, Commission des Communautés européennes à Bruxelles, Vantage Press, New York, 1981.
Walter R. STAHEL, "La casse ne paie pas", in *Forum du développement des Nations Unies*, mars 1984.

2) B. M. HANNON et al. *Energy Use for Building Construction*, ERDA-Report, 1976.

3) Walter R. STAHEL, "Bilan énergétique systématique des bâtiments", in *Actes de FACT 79*, François CONFINO éd., Editions Georgi, St-Saphorin.

4) Orio GIARINI et Walter STAHEL, *Les limites du certain, affronter les risques dans une nouvelle économie de service*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 1990.

5) *La durée de vie des produits et son allongement, contribution à la gestion des déchets solides*, Publications OECD, Paris, 1982.

6) Max BÖRLIN et Walter R. STAHEL, *Stratégie économique de la durabilité, étude réalisée sur mandat de la section romande de la Société pour la protection de l'environnement (SPE)*, Cahier de la Société de Banque Suisse (SBS) no 32, Bâle, 1987.

7) Orio GIARINI éd., *Dialogue sur la richesse et le bien-être, rapport au Club de Rome*, Economica, Paris, 1981.

8) Walter R. STAHEL, *Vertiefungsstudie zur Vermeidung von Abfällen im Bereich der Produkte, Strategien Langlebigkeit und Materialrecycling*, Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg, Stuttgart, 1991.
Walter STAHEL, "Eine neue Beziehung zu den Dingen, Verkauf von Nutzen statt von Produkten", in *Neue Zürcher Zeitung*, 28 Februar 1990.

9) *La gestion des déchets ou la société du prêt-à-jeter*, Société suisse pour la protection de l'environnement SPE, Georg éditeur, Genève, 1988.

10) Max BÖRLIN, *Etude de faisabilité sur l'élaboration d'une stratégie préventive de la Confédération pour la réduction de la quantité et de la teneur en polluants des déchets à la source*, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEP), Berne, 1990.

11) Michael FAURE et Göran SKOGH, *Compensation for damages caused by nuclear accidents*, Paper presented at the fourth joint conference between The European Association of Law and Economics and The Geneva Association, Paris, april 1991.

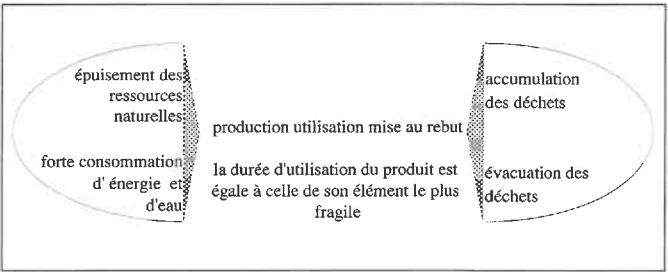


Tableau A: Le système de remplacement rapide des produits.

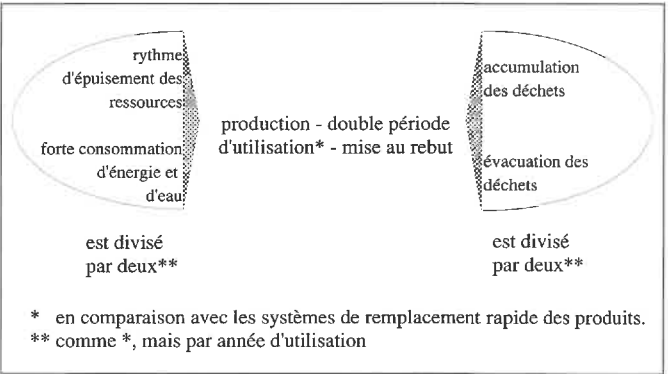


Tableau B: Le système de remplacement lent, produits à longue durée de vie.

	fabrication des matériaux	industries manufacturières	produit final
main-d'œuvre	25 %	75 %	100 %
énergie	75 %	25 %	100 %

matières premières	matériaux de base	fabrication assemblage	biens finis
	→	→	→

Tableau C: Intensité des apports de main-d'oeuvre et d'énergie au cours des principales phases de production.

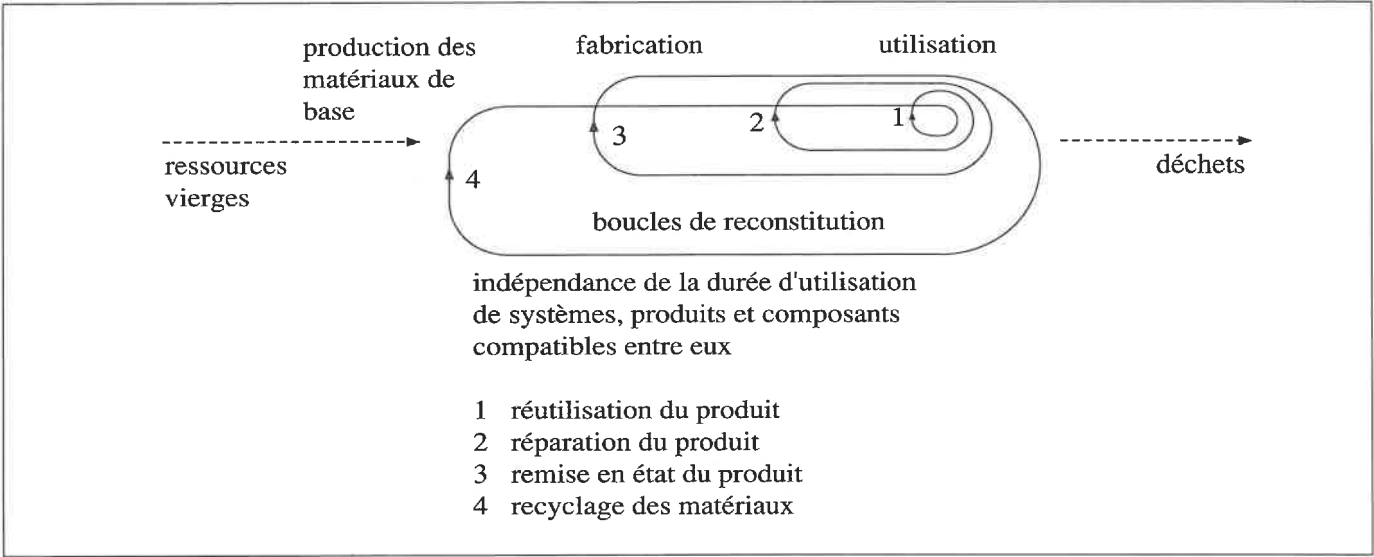


Tableau D: Le système d’auto-apvisionnement par des services visant au prolongement de la durée de vie des produits.

	Durée de vie 10 ans (aujourd’hui)		Durée de vie 20 ans (demain, éventuellement)		Δ $\frac{\text{Durée de vie de 20 ans}}{\text{Durée de vie de 10 ans}}$		
	1	2	3	4	5	6	7
	par voiture	par voiture et par an	Δ^*	par voiture	par voiture et par an	par voiture	par voiture et par an
Voiture européenne moyenne							
CONSOMMATION D’ENERGIE	(tep)**	(tep)	---	(tep)	(tep)	(%)	(%)
Matériaux de base (57 %)	0.85	0.085	20	1.020	0.051	—	—
Fabrication (43 %)	0.65	0.065	10	0.715	0.035	—	—
CONSOMMATION TOTALE D’ENERGIE (la transport, qui représente un faible pourcentage - 3 à 4 % - n’apparaît pas ici)	1.5	0.150	16	1.735	0.087	+16	-42
MAIN D’ŒUVRE (en hommes/année)							
Matériaux de base	0.03	0.003	10	0.033	0.0016	—	—
Fabrication	0.11	0.011	20	0.132	0.006	—	—
Production	0.14	0.014	—	0.165	0.0082	+18	-41
Entretien et réparations	—	0.020	50	—	0.030	—	—
Remise en état	—	—	—	—	0.015	—	—
Total (main d’œuvre)	—	0.034	—	—	0.0532	—	+56

* Accroissement (Δ) = Col.4/Col.1, exprimé en %

** Tonne d’équivalent pétrole.

Tableau E: Comparaison des apports de main-d’oeuvre et d’énergie nécessaires à la fabrication et à l’entretien d’une voiture dont la durée de vie est de 10 ou 20 ans.

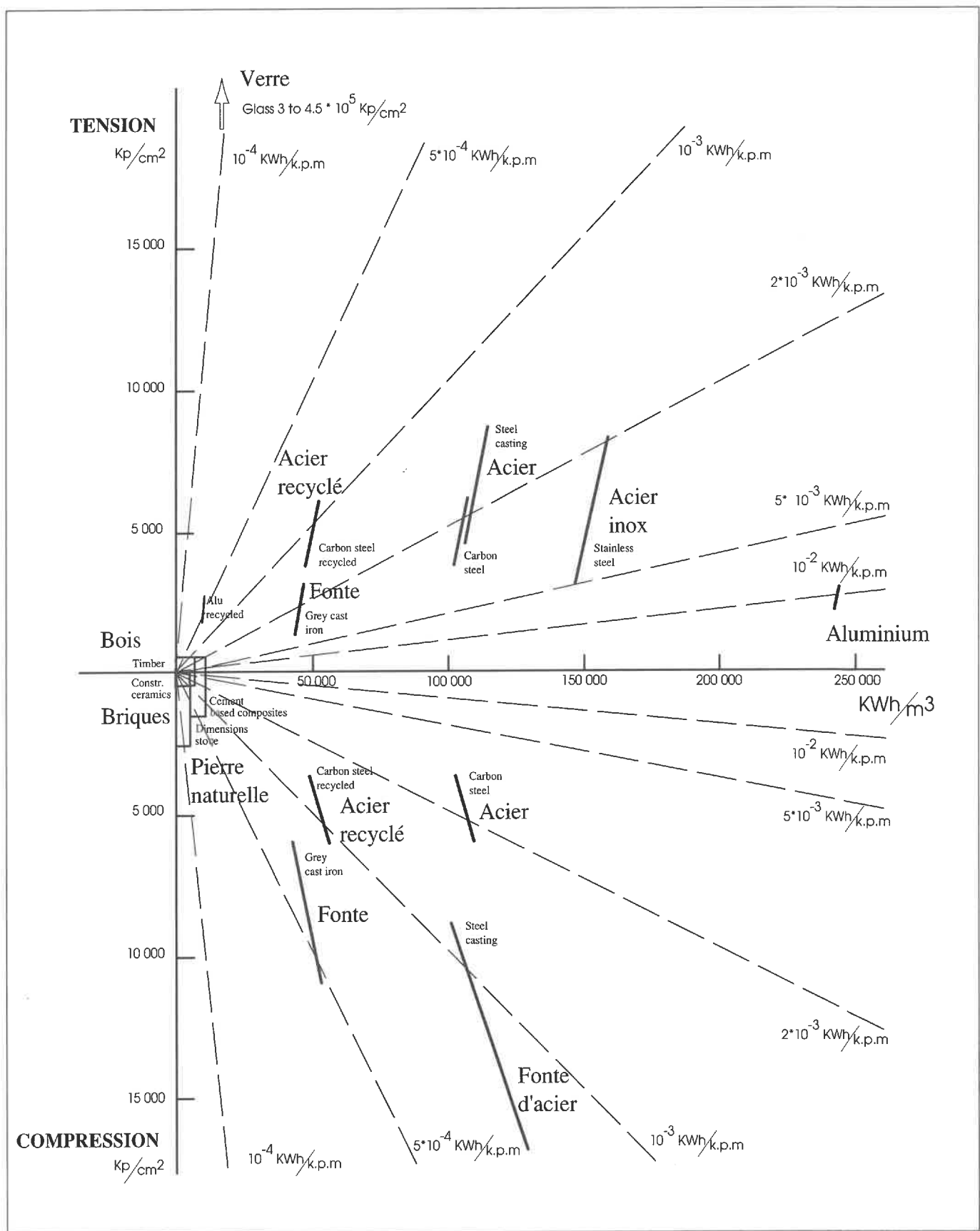


Tableau F: Analyse comparative du contenu énergétique et de la résistance mécanique de différentes classes de matériaux de construction.

Choisir le long terme et la maîtrise de l'énergie

A propos du rapport de M. Pierre BRANA

Pierre DELACROIX, Bordeaux
président d'honneur de France Nature Environnement

Résumé : Maîtriser l'énergie et protéger l'environnement supposent des mesures parfois impopulaires, que le public devrait soutenir.

Zusammenfassung : Die Energie in den Griff zu bekommen, und Umweltschutz praktizieren: diese Ziele werden manchmal nur durch unpopuläre Massnahmen erreicht werden können, die aber gerade vom Publikum unterstützt werden müssten.

Summary : The mastery of energy and environmental protection requires sometimes unpopular measures which the public must learn to accept.

“CHOISIR”, tel était le titre d'une série d'entretiens avec Pierre Mendès-France, publiés en 1974. A propos de la crise pétrolière qui secouait alors l'Occident, P. Mendès-France y déclarait: "...la légèreté des responsables français a créé une situation hérissée de difficultés impréparées...", et il ajoutait: "...nous avons gaspillé nos chances et notre argent...". C'est à cette époque que P. Messmer et G.Pompidou donnaient précipitamment le feu vert à l'énorme programme nucléaire français, qui allait concentrer tout l'effort d'investissement national vers ce seul "créneau" énergétique, et provoquer la colère des protecteurs de l'environnement.

Parallèlement, il y a bien eu, en 1975, création d'une Agence pour les Economies d'Energie, mais la "chasse au gaspi" ainsi amorcée a rapidement trouvé ses limites, et surtout, ne constituait pas une politique véritable de maîtrise de l'énergie, problème autrement plus large et programme plus ambitieux.

C'est pourquoi, bien que la gauche arrivée au pouvoir en 1981 ait approuvé, après une parodie de débat sur l'Energie et un vote bloqué du parti majoritaire (où beaucoup avaient des réserves vis-à-vis du nucléaire), la poursuite du programme nucléaire, la création en 1982 de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie (A.F.M.E.) a suscité un très vif intérêt. Pour la première fois, on semblait se donner les moyens de faire avancer réflexion et action dans ce domaine, en particulier en dotant l'Agence de Fonds Spéciaux importants. En 1985, un rapport parlementaire présenté par M. Chapuis faisait un premier bilan largement positif de ces mesures.

Depuis, hélas, la conjonction de deux événements a inversé ces perspectives optimistes. D'abord, ce fut le "contre-choc" pétrolier de 1986 qui, on le sait, a fait chuter de façon très forte les prix de l'énergie. Ensuite, en France, la droite revenue au pouvoir de 1986 à 1988 a privilégié le jeu du marché, et donc la

baisse du coût de l'énergie, et abandonné dans la foulée toute politique publique de maîtrise de l'énergie. Amputée budgétairement (disparition des fonds spéciaux) et humainement (réduction d'effectifs), l'A.F.M.E. voyait son rôle cassé. De fait, depuis 1986, la croissance de la consommation énergétique a repris en France, due pour l'essentiel aux Transports (+ 4,5% par an !) et au secteur tertiaire, dépassant 205 Mtep en 1988. On comprend la préoccupation de M. Rocard et les raisons qui l'ont conduit à confier à Pierre Brana une nouvelle mission sur la maîtrise de l'énergie.

Ce rapport, remis au Premier Ministre en juin 1989, est intéressant parce qu'il montre très clairement, à l'usage des dirigeants politiques, les enjeux et les points clés d'une politique de maîtrise de l'énergie, et parce qu'il propose un certain nombre de mesures concrètes pour y parvenir. Après un bilan sans surprise, il énonçait 7 principes jugés prioritaires pour l'action:

- Afficher clairement la priorité que constitue la maîtrise de l'énergie et de l'environnement pour le gouvernement. Partant du constat que les 3/4 de la pollution sont liés à l'énergie, et que l'économie d'énergie se traduirait par un meilleur dynamisme dans d'autres secteurs économiques, P. Brana voulait que le gouvernement impulse une action publique vigoureuse.
- Traduire la priorité accordée à la maîtrise de l'énergie et de l'environnement dans les orientations que la France souhaite imprimer à la construction européenne.
- Créer les conditions d'une réelle concurrence entre énergies qui tiennent compte des problèmes d'environnement et d'aménagement du territoire.
- Faire de la maîtrise de l'énergie et de l'environnement un élément structurant et dynamique d'animation décentralisée

et de développement local.

- Réagir avec vigueur en concertation avec nos partenaires européens à la résistible ascension des consommations et des pollutions du transport (personnes et marchandises).
- Mettre à niveau la recherche, le développement industriel et la démonstration des matériels, en particulier dans le domaine de la valorisation des déchets, des procédés propres et économes en énergie, des énergies renouvelables.
- Sensibiliser durablement le grand public, en étroite liaison avec les professionnels et les associations de consommateurs aux problèmes de l'énergie et de l'environnement.

Fondées sur ces priorités, venait une série de propositions concrètes, réglementaires, fiscales, financières, sectorielles et institutionnelles. Parmi ces mesures, rappelons l'instauration d'une taxe sur les transactions des véhicules Diesel (responsables pour une large part de l'emballlement de la consommation), d'une taxe sur les déchets (variable suivant les "producteurs"), d'une taxe enfin sur l'incitation à consommer de l'énergie (taxe sur les producteurs d'énergie), le tout devant rapporter en gros 700 MF, destinés à gérer les investissements: réduction d'impôts sur les travaux d'économie d'énergie, création d'un fonds de garantie public aux investisseurs face aux variations du coût de l'énergie sont les principaux. Mais il s'y ajoute l'encouragement au développement des énergies renouvelables, la mise en oeuvre de systèmes d'éclairage plus performants et économes, des systèmes de réseaux de chaleur, l'incitation au retour à l'énergie bois dans les zones rurales favorables, etc.

On ne sera pas surpris que ce Rapport ait obtenu le soutien très ferme de notre Fédération. Mais pas seulement d'elle. C'est l'époque où l'on commence à voir dans certains Ministères des fonctionnaires prendre leurs responsabilités pour faire une critique en règle, bien qu'en général discrète, des dogmes en matière d'énergie et de rentabilité. Dans le cas présent, rappelons un petit fascicule, intitulé: "Le chauffage électrique en France, étude historique, technique, économique"⁽¹⁾. On peut y lire une analyse sans complaisance de la politique d'EDF, devenue la politique des gouvernements en la matière. C'est aussi l'époque où, en raison de l'accident de Tchernobyl, l'industrie nucléaire cesse d'être un sujet tabou en France. C'est dire que nous attendions une vigoureuse prise en compte du Rapport Brana.

Bientôt deux ans après, les choses vont bien lentement. Il a fallu attendre septembre 1990 pour que M. Fauroux, Ministre de l'Industrie, présente des mesures à venir (!) en matière d'économie d'énergie. La crise du Golfe et les incertitudes politiques qui l'accompagnent semblent paradoxalement figer la politique de l'énergie. Pourtant, en janvier 1991, un nouveau Rapport, préparé par le groupe "Energie" de Prospective du Plan, a été remis au gouvernement, rapport intitulé "Energie 2010". En dehors de son aspect prospectif et de considérations générales très intéressantes, il souligne - ce que disait DÉJÀ le Rapport Brana - la nécessité d'une plus grande flexibilité du système énergétique français, et d'une maîtrise de la croissance de la consommation énergétique - essentiellement pétrolière - des Transports. Il insiste donc logiquement lui aussi sur la maîtrise de l'énergie, qui conjugue économie et protection de l'environnement. Toutes ces orientations convergent également avec celles du Plan National pour l'Environnement, présenté par M. Brice Lalonde et adopté par le gouvernement en décembre 1990. Devant toutes ces incitations, quel allait être le choix du gouvernement ? Son premier acte a été, paradoxalement peut-être, institutionnel, en créant l'Agence Française de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, regroupant l'A.F.M.E., l'A.Q.A. (Agence pour la Qualité de l'Air), et l'A.N.R.E.D. (Agence pour la récupération des Déchets), là où M. Brana, comme les Associations de Protection de l'Environnement, prêchait pour une simple Mission Interministérielle.

Sur le papier, la logique du Premier Ministre est solide. Mais les Français, et tout particulièrement les protecteurs de la nature, ont appris à se méfier de ce que cachent les structures institutionnelles. Et dans ce cas, le poids de la tutelle du Ministère de l'Industrie risque de poser bien des problèmes lorsque viendra le temps des arbitrages face aux exigences de la protection de l'environnement.

Il reste que maintenant, toutes les données bien en mains, le gouvernement ne pourra plus bien longtemps continuer une politique de demi-teintes et de demi-mesures, quelles que soient par ailleurs les issues du conflit du Golfe Persique. Maîtriser l'énergie, c'est une exigence portant sur le long terme, et cela supporte mal les états d'âme et les budgets flottants. Cela suppose aussi un soutien populaire à des mesures qui ne le seront probablement pas. C'est dire qu'on ne pourra pas longtemps se contenter, en guise d'éducation du public et de responsabilisation des Français, de discussions tronquées à l'Assemblée Nationale et de propagande officielle en guise de débat.

C'est dire avec quelle impatience et avec quel intérêt nous attendons le Gouvernement français sur ce terrain.

(1) Ministère de l'Industrie, Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières, 1988

Economie et production d'énergie demain en Suisse

par Pierre LEHMANN
Ingénieur physicien EPFL, Vevey

Résumé : A long terme, on ne disposera que de sources d'énergie renouvelable. Cela signifie pour la Suisse une réduction d'un facteur 4 de sa consommation d'énergie. Une telle réduction n'est pas incompatible avec le maintien d'une civilisation technique, mais suppose une meilleure efficacité et davantage de modestie. La période pour atteindre cet objectif est très courte; il faut s'attaquer au problème dès maintenant.

Zusammenfassung : Auf weite Sicht werden nur erneuerbare Energien zur Verfügung stehen. Dies bedeutet für die Schweiz eine Verminderung des Energieverbrauchs um einen Factor 4. Eine solche Verminderung kann durchaus mit dem Weiterbestehen einer technischen Zivilisation vereinbart werden, verlangt aber eine deutliche Verbesserung der Energienutzung und mehr Bescheidenheit. Die Zeit, die wir zur Verfügung haben, ist äusserst kurz; die Arbeit muss sofort in Angriff genommen werden.

Summary : In the long run only renewable energy sources will be available. For Switzerland, this means a fourfold reduction in its power consumption. Such a reduction does not necessarily entail giving up the advantages of a technical civilisation but does require greater efficiency and more modest goals. There is little time in which to reach this target and the problem must be tackled now.

1. INTRODUCTION

Suite à l'acceptation du moratoire, une réorientation de la politique énergétique suisse est nécessaire et j'avais esquissé une proposition dans ce sens, envoyée en particulier à M. A. Ogi le 25.10.90. (Annexe 1). M. A. Ogi n'a pas répondu directement à cette proposition, mais a élaboré un programme "Energie 2000", présenté dans un communiqué de presse en novembre 1990 (Annexe 2) et qui doit être géré par H.L. Schmid (ce qui semble mettre, le pronom nucléaire inconditionnel et directeur de l'OFEN, M. E. Kiener, un peu sur la touche).

Bien que ce programme contienne des mesures nécessaires et souhaitables, il n'est pas du tout suffisant pour aboutir en l'an 2000 à une situation qui permette d'envisager l'abandon rapide et sans problème du nucléaire. Tel n'était d'ailleurs sûrement pas son but. Alors même que cela reste le but premier des mouvements antinucléaires.

Il faut donc accepter le programme "Energie 2000" comme un premier pas dans la bonne direction, mais en précisant qu'il n'est pas question d'en rester là. Le défaut principal de ce programme est qu'il ne cherche pas vraiment à faire baisser la consommation d'énergie et, en particulier, celle d'électricité. Pour que la sortie du nucléaire aille de soi en 2000, il faut que la consommation d'électricité de cette année-là soit plus faible que celle de 1990. A notre avis, comme indiqué dans l'Annexe 1, il faudrait se fixer comme but de réduire cette consommation de 20% d'ici l'an 2000.

Mais au-delà de 2000, il y a le long terme, qui détermine les buts et justifie, en dernier ressort, l'opposition au nucléaire et

aux énergies non-renouvelables en général. A long terme, nous ne disposerons que d'énergies renouvelables, ce qui signifie que nous devons, dès aujourd'hui, tenir compte du fait que non seulement le nucléaire, mais aussi toutes les ressources fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon) ne sont pas des agents énergétiques acceptables. D'une part, parce qu'ils ne sont pas renouvelables, mais davantage encore à cause de la dégradation inéluctable de la biosphère à laquelle leur utilisation conduit, et ceci bien avant que leur épuisement ne soit atteint. Après ce qui vient de se passer dans le Golfe, il me semble difficile de continuer à consommer du pétrole sans ressentir une gêne, voire une culpabilité.

Même s'il est à la limite concevable de mettre à disposition, à partir des seules ressources renouvelables, autant d'énergie que nous en consommons aujourd'hui en Suisse (plantations énergétiques, surfaces énormes de panneaux photovoltaïques et de panneaux solaires pour la production d'eau chaude, tout-à-l'hydrogène alimenté par des centrales solaires dans les déserts de la planète, etc.), cela n'est en fait guère réalisable en pratique et, en tous cas à mes yeux, pas souhaitable. A mon avis, le passage aux seules ressources renouvelables signifie pour la Suisse une réduction d'un facteur 4 de la consommation d'énergie (Tableau 1, page suivante). Il est clair que cette réduction devrait de préférence être obtenue de manière progressive et sur une durée suffisante permettant une adaptation. Mais cela suppose qu'on s'y mette tout de suite et avec détermination. L'alternative long-terme est en fait de consommer (environ) 4 fois moins qu'aujourd'hui ou de ne rien consommer du tout (effondrement du système économique et social consécutif au maintien de la fuite en avant actuelle).

Tableau 1: Données du problème de l'énergie en Suisse, estimées pour l'énergie intermédiaire (finale) en PJ par an.

ENERGIE	CONSOMMÉE AUJOURD'HUI (moyenne 88-89)	CONSOMMATION POSSIBLE A LONG TERME
PETROLE	505	0
ELECTRICITE		
- d'origine hydraulique	98 ⁽¹⁾	90
- nucléaire	63 ⁽¹⁾	0
GAZ NATUREL	65	0
CHARBON	14	0
DECHETS	6	0
BOIS	12	25
BIOGAZ		20
VENT / PHOTOVOLTAIQUE	} ~1	20
CHALEUR SOLAIRE (actif)		20
GEOTHERMIE, divers		15
TOTAL :	764	190⁽²⁾

(1) Consommation répartie au prorata des productions.

(2) La répartition sur les différents agents énergétiques pourra différer de celle suggérée ici, mais le total ne devrait pas être notablement plus élevé.
Cette réduction n'est pas incompatible avec le maintien d'une civilisation technique, mais suppose davantage d'efficacité.

En se plaçant dans l'hypothèse d'une évolution progressive, la tâche la plus urgente est de planifier la période de transition dont le moratoire constitue la phase initiale. Pendant cette période, des énergies non-renouvelables seront encore de la partie, mais leur abandon, ou leur relègue ultérieure par des énergies renouvelables, doivent être inclus dans la planification dès le début. Cette planification à long terme est un travail d'assez grande ampleur, car il sera nécessaire d'aller dans le détail des techniques d'économie et de production. Je ne peux qu'esquisser ici quelques lignes générales et me concentrerai principalement sur l'économie et la production d'électricité, puisque c'est sur cet agent énergétique que l'effort devra porter prioritairement pendant la période du moratoire.

2. CHANGEMENT DE COMPORTEMENT

Si l'utilisation rationnelle de l'électricité offre effectivement des possibilités considérables d'économies à confort égal (voir plus loin), le pas le plus important me semble être la motivation de l'individu de réduire sa consommation, quitte à devoir **renoncer** à certains gadgets et à **accepter** de mettre davantage la main à la pâte. Le renoncement est une démarche intéressante, parce qu'elle traduit concrètement une prise de conscience. Il est sans rapport avec une nostalgie pour l'âge des cavernes ou une aversion à tout ce qui est technique. Cette démarche a du reste été faite par certaines personnes, peut-être plus nombreuses qu'on ne pense. Je connais moi-même des gens qui ont renoncé à leur voiture, qui ont décidé de réduire leurs revenus, etc. A mon avis, la démarche des Médecins en faveur de l'environnement, intitulée "La terre doit sauver sa peau", dont le but est la sauvegarde de l'atmosphère terrestre, s'inscrit en partie dans cette logique, car elle demande un engagement de la part des citoyens à diminuer leur consommation d'énergie (fossile surtout) de 2% par an. Contratom a proposé une "Charte du 23

septembre" qui demande expressément à ceux qui y souscrivent de renoncer à des appareils électriques d'utilité marginale. Ces démarches mettent l'accent sur l'**engagement personnel**. Je crois que c'est effectivement cela le plus important, c'est peut-être même le seul espoir de pouvoir, à terme, résoudre le problème de l'énergie. Mais il faut être conscient du fait que le renoncement va à l'encontre du mythe de la prospérité par l'expansion économique et qu'il implique tacitement un changement de paradigme. Indépendamment du problème de l'énergie, ce changement me paraît indispensable si l'humanité veut survivre sur cette planète.

3. UTILISATION RATIONNELLE DE L'ÉLECTRICITÉ

Cette question a été brièvement passée en revue dans l'Annexe 1. Il faut insister sur l'ampleur du gaspillage d'électricité aujourd'hui et sur l'utilisation beaucoup trop répandue de cet agent énergétique dans des applications non-spécifiques (critère exergétique), comme la production de chaleur à basse température. D'après les statistiques de l'OFEN, près de la moitié de l'électricité consommée en Suisse sert à faire de la chaleur. Il faut admettre comme principe général que cette part d'électricité est utilisée à mauvais escient, même si, dans certains cas, des exceptions sont tolérables.

L'ampleur du gaspillage de l'électricité a été particulièrement bien mise en évidence dans un article de Fickett, Gellings et Lovins, paru dans le numéro de septembre 1990 du *Scientific American*, sous le titre "*Efficient Use of Electricity*". Cet article démontre que l'investissement dans l'utilisation efficace de l'électricité est rentable et que le prix du kWh économisé est remarquablement bas, au moins jusqu'à une réduction de 30% de la consommation actuelle. Les avis divergent quant au prix du kWh économisé au-delà de 30%, mais selon certains experts (Lovins), il reste bas et tout à fait compétitif jusqu'à plus de 70% d'économies. L'analyse a été faite pour les Etats-Unis, mais elle reste valable de manière générale pour tous les pays industrialisés. Les méthodes qui permettent, par exemple, de réduire de 57% la consommation d'énergie d'une pompe entraînée par un moteur électrique sont tout aussi valables chez nous qu'aux USA et, pour l'instant, ne sont guère utilisées.

Un autre aspect important est l'utilisation malencontreuse de l'électricité au titre de la lutte contre les nuisances, le meilleur exemple étant celui des tunnels routiers. Si l'on veut respecter les critères de qualité de l'air valables en Suisse au voisinage immédiat des portails de tels tunnels, on est appelé à ventiler ces tunnels avec des puissances considérables. En plus, l'éclairage dans les tunnels consomme beaucoup. Un tunnel de 2 km exigera facilement 1'000 kW de puissance installée. Si cette puissance n'est utilisée, en gros, que la moitié du temps, elle consommera de l'ordre de 4 millions de kWh par an, soit l'équivalent de la consommation d'environ 1'500 ménages (non-équipés du chauffage électrique). Ces tunnels ont la faveur des autorités, parce qu'ils permettent de cacher le trafic automobile à la vue et d'en éliminer, en partie, le bruit.

Ces avantages à courte vue sont payés très cher. Si on veut toujours davantage de voitures, il faut accepter de les voir, de les entendre et d'en respirer les émanations.

L'utilisation rationnelle de l'électricité peut être encouragée par une tarification adéquate telle que celle introduite récemment par la Ville de Zürich, qui pénalise les fortes consommations au lieu de les favoriser, comme cela est encore trop souvent le cas (voir *Energie Umwelt* de mars 1991).

Les appareils ménagers peuvent être considérablement améliorés. La Fondation suisse pour l'Energie (FSE, Sihlquai 67, 8005-Zürich) dispose d'une liste très complète donnant la consommation d'électricité de tels appareils. Les variations de consommation à prestation égale sont particulièrement grandes pour les machines à froid. J'ai, pour ma part, pu réduire cette consommation d'un facteur de l'ordre de 3 pour le bahut congélateur et de l'ordre de 4 pour le frigo.

Rappelons enfin que l'utilisation de l'électricité pour la cuisson est malencontreuse du point de vue de l'économie énergétique, à cause de son mauvais rendement exergetique (voir page précédente). Partout où faire se peut, on devrait remplacer les cuisinières électriques par des cuisinières à gaz et cela est possible dans la plupart des cas. J'ai moi-même remplacé ma cuisinière électrique par une cuisinière à gaz alimentée par des bonbonnes de butane (le réseau de distribution du gaz ne parvient pas jusque chez moi) et j'ai pu constater que le rendement est nettement meilleur, ce qui fait que cette façon de cuisiner est finalement aussi meilleur marché. De plus, dans l'optique du long-terme, le butane ou le gaz naturel **destinés à la cuisson** peuvent être remplacés par du biogaz. Un des brûleurs de ma cuisinière est du reste alimenté par le biogaz produit dans ma fosse septique. Ce qui nous amène au problème de la production d'énergie par des agents renouvelables.

4. PRODUCTION D'ÉNERGIE, EN PARTICULIER D'ÉLECTRICITÉ, PAR DES RESSOURCES RENOUVELABLES

On laissera ici de côté la production hydroélectrique en rappelant cependant qu'il y a encore quelques pour-cents à gagner dans les rendements des installations, particulièrement celles à relativement faible hauteur de chute (turbines Francis et Kaplan). La production supplémentaire qui en résultera est loin d'être négligeable. De plus, on peut encore installer de petites turbines ici et là, sans compromettre l'écologie des cours d'eau concernés. Je pense, cependant, qu'il ne faut pas trop mettre l'accent sur l'augmentation de la production hydroélectrique, étant donné que l'on a déjà compromis l'hydrologie de bien des vallées en pompant les eaux des torrents dans des lacs d'accumulation (Grande-Dixence, par exemple). A long terme, je verrais plutôt un renoncement à ces pratiques déraisonnables et une réduction de la production d'électricité d'origine hydraulique. Cela sera d'autant plus facilement réalisable que l'on disposera d'autres méthodes de production.

Les options qui semblent à ce stade les plus prometteuses sont, à mon avis :

- La production de chaleur à partir de biogaz ou de biomasse

(en particulier, le bois).

- La cogénération à partir de biogaz ou de biomasse.
- La production d'énergie, électricité ou chaleur, à partir du rayonnement solaire.

L'énergie éolienne ne doit certes pas être négligée, mais son potentiel en Suisse reste assez faible. Il en est de même de la géothermie. Ces ressources sont à utiliser sur les sites où leur mise en valeur est aisée.

Une ressource éventuelle, pratiquement inexploitée à ce jour, est la chaleur de compostage. Quelques expériences intéressantes ont été faites, surtout en Autriche. Par ailleurs, un projet pilote, financé par l'OFEN, est en cours de réalisation au Tessin (Léon Jaccard, CH-6985-Curio). Il est difficile de se prononcer à ce stade sur le potentiel de cette méthode.

4.1. Production de chaleur à partir de biogaz ou de biomasse

La chaleur disponible au titre des combustibles renouvelables est loin d'être négligeable. Le Tableau 1 donne 25 PJ pour le bois, hypothèse qui n'a rien d'excessif et correspond environ, avec les rendements actuels, à la combustion de 3 millions de m³ de bois. La forêt suisse peut, sans déboisement, en produire davantage (si elle subsiste). Même si une partie importante du bois produit est utilisée dans la construction et la menuiserie, il ne faut pas oublier qu'après un certain nombre d'années, une partie de ce bois devient disponible comme bois de feu.

Concernant la combustion du bois, il est important de relever qu'un poêle bien conçu atteint des rendements bien meilleurs que beaucoup de chaudières, la raison étant que la température dans la chambre de combustion peut atteindre des valeurs beaucoup plus élevées si l'on évite de soutirer de la chaleur directement autour des flammes. Par ailleurs, on évite la distribution de la chaleur par un fluide caloporteur, laquelle nécessite une pompe et donc de l'électricité. Le chauffage central, qui a pris une très grande extension, est en fait très généralement une mauvaise méthode de chauffage. Si les rendements de combustion du bois, qui sont aujourd'hui encore assez faibles, de l'ordre probablement de 60% en moyenne, étaient portés à 85%, les 3 millions de m³ de bois fourniraient 35 au lieu de 25 PJ.

Le bois n'est pas le seul combustible renouvelable. La paille, le papier, voire certains déchets industriels et ménagers (qu'il vaudrait d'ailleurs mieux ne pas produire), peuvent être brûlés pour fournir de la chaleur. Cependant, d'une manière générale, la combustion et le stockage de ces substances posent davantage de problèmes qu'ils n'en posent avec le bois. Il pourrait, dans bien des cas, être préférable d'en tirer du biogaz par digestion anaérobie et de composter les résidus.

4.2. Cogénération à partir de biogaz et de biomasse

La production de biogaz est possible à partir de pratiquement n'importe quel "déchet" organique, mais ceux qui s'y prêtent le mieux sont incontestablement les fumiers de toutes sortes et les

boues de station d'épuration (STEP) qu'il vaudrait aussi mieux ne pas produire. Le Tableau 1 donne une production annuelle d'énergie de 20 PJ pour le biogaz, ce qui est certainement modeste par rapport au potentiel théorique. Dans une étude prospective faite pour le Danemark, Meyer et Nordgard estiment le potentiel du biogaz à 59 PJ/an, dont 20 pour le fumier, 30 pour la paille, 6 pour les déchets industriels et ménagers, et 3 pour le bois. Ils estiment que ce chiffre pourrait être doublé si on se lançait dans la culture énergétique. Le Danemark a certaines similarités avec la Suisse : à peu près même surface et même consommation d'énergie par habitant. La production de biogaz en Suisse n'a pas été encouragée par les autorités et la production d'électricité décentralisée par cogénération à partir du biogaz a été combattue par les électriciens, si bien que les progrès ont été lents et que bien des paysans ont abandonné leurs installations de production de biogaz, faute de soutien et d'encouragement. La Suisse est aujourd'hui à la traîne du Danemark, sauf probablement pour la production de biogaz à partir de boues de STEP. Cette production fonctionne remarquablement bien. Elle est, de plus, très rentable, parce qu'une STEP doit de toutes façons traiter ses boues et que le biogaz peut être considéré comme un sous-produit gratuit.

La cogénération est la production simultanée de chaleur et d'énergie mécanique. Elle exige un moteur. Le biogaz a l'avantage de pouvoir être utilisé sans grand problème dans les moteurs à combustion interne à essence ou Diesel. L'avènement du moteur Stirling à combustion externe permet cependant d'envisager la cogénération avec quasiment n'importe quel combustible.⁽¹⁾ Une installation de cogénération à moteur Stirling utilisant des copeaux de bois a été récemment mise en service à Langenbruck (Ökozentrum, Schwengistrasse 12, CH-4438-Langenbruck). Cela ouvre des perspectives très intéressantes. Rappelons que le moteur Stirling est une invention déjà ancienne. Le fait qu'il n'ait pas été développé plus vite tient, d'une part, à certaines difficultés propres à ce moteur, en particulier les problèmes d'étanchéité et de transfert de chaleur et, d'autre part, à ce que les constructeurs ne s'y sont plus intéressés, occupés qu'ils étaient à perfectionner les moteurs à combustion interne pour la propulsion des véhicules. Il semble cependant que les problèmes spécifiques du moteur Stirling aient été maintenant surmontés et on annonce des durées de fonctionnement de 20'000 heures et davantage (*Bulletin du VVE* de février 91).

Au Danemark, on envisage la construction d'unités de production d'énergie appelées LOCUS (*Local Cogeneration Utility System*), combinant la cogénération avec un stockage de chaleur, voire des éoliennes. Cela permet une plus grande flexibilité et des rendements nettement meilleurs que le système qui consiste à produire l'électricité de manière centralisée dans des unités de production aussi grandes que possible. Ce dernier système doit, à mon avis, être considéré comme périmé. Il est la conséquence d'une erreur de jugement consistant à admettre que le coût de la production du kWh est d'autant moins élevé que les unités de production sont grandes (économies dites d'échelle).

Cette manière de voir ne tient pas compte des inconvénients inhérents à une centralisation abusive. De plus, au delà d'un certain seuil, l'augmentation de la puissance des centrales n'abaisse plus le prix du kWh produit, mais le fait plutôt monter. Et lorsque la centrale devient trop grande et trop complexe, elle finit par perdre en fiabilité avec, comme conséquence, une augmentation massive des coûts de production (exemple : Superphenix). Finalement, le système centralisé exige des lignes de transmission à tension toujours plus hautes, ce qui augmente l'électro-smog ambiant (voir à ce sujet l'excellent livre de W.-D. Rose, *Elektrosmog-Elektrostress*, Kiepenheuer & Witsch Verlag). Même si les conséquences de cet électro-smog sur la santé de la biosphère en général, et de l'homme en particulier, sont systématiquement niées par les marchands d'électricité, les preuves contraires s'accumulent et il faudra bien un jour aborder cette problématique sérieusement.

4.3. Production d'énergie à partir du rayonnement solaire

La production d'eau chaude à partir du rayonnement solaire est devenue aujourd'hui une affaire de routine et la surface de collecteurs augmente régulièrement. A ce jour, il doit y avoir en Suisse environ 100'000 m² de collecteurs pour l'eau chaude sanitaire et encore une fois autant pour le chauffage de piscines. Si l'on admet que chaque m² de collecteur rapporte, en moyenne, 300 kWh/an, l'énergie produite par ce moyen atteint aujourd'hui environ 0,2 PJ/an. Ce n'est pas encore beaucoup par rapport à une consommation totale de 760 PJ, mais cela n'est plus entièrement négligeable et il faudra bientôt que la statistique globale suisse de l'énergie, publiée chaque année par l'OFEN, prévoie une rubrique pour cette contribution. La surface totale de collecteurs en Suisse n'est finalement, pour l'instant, que de 0,2 km² et devrait pouvoir atteindre plusieurs km² d'ici l'an 2000. On note d'ailleurs un intérêt accru des collectivités publiques pour des projets d'assez grande envergure impliquant des surfaces de collecteurs importantes.

La production d'électricité par voie photovoltaïque progresse également et il semble que les fabricants de panneaux commencent à avoir de la peine à suivre. On signalera le projet de la Société Alpha-Real visant à installer rapidement une puissance électrique de 1 MW, répartie sur 333 installations de 3 kW. Ce projet est réalisé probablement pour plus de la moitié. Une telle installation de 3 kW, qui comprend une surface de 25 m² de panneaux photovoltaïques, est capable de fournir au moins 3'500 kWh d'électricité par an. Cette électricité est mise directement dans le réseau et n'exige pas de batteries de stockage. Il est intéressant de relever qu'une maison familiale qui s'équipe d'une telle installation et qui utilise l'électricité de manière rationnelle (pas de chauffage électrique), devient, en bilan annuel, un exportateur d'électricité (dans mon cas, avec une consommation annuelle d'environ 2'000 kWh, j'exporterais à peu près 1'500 kWh par an. Malheureusement, je ne peux pas m'offrir cette installation). C'est donc un moyen pour transformer un consommateur en un fournisseur. De plus, si le kWh mis au réseau est payé à un prix convenable, on crée chez le propriétaire de l'installation une motivation d'économie. Tout se passe comme avec un tarif pro-

(1) Le moteur Stirling utilise de l'air comme fluide moteur. Cet air circule entre une source chaude et une source froide toutes deux constituées d'échangeurs de chaleur.

gressif, le prix du kWh augmentant avec la quantité consommée.

On relèvera, pour terminer, que la surface de panneaux photovoltaïques théoriquement nécessaire pour remplacer la production des centrales nucléaires (77,5 PJ/an) est de l'ordre de 150 km² avec la technologie actuelle (0,34% de la surface du pays), mais pourrait diminuer notablement si le rendement des cellules photovoltaïques s'améliorait. De toutes façons, il n'est ni réaliste, ni souhaitable de remplacer la production nucléaire actuelle par une production photovoltaïque. Il est bien plus rentable de l'économiser, et c'est en plus tout à fait possible.

4.4. Bilan intermédiaire de l'électricité

Le Tableau 2 donne le bilan de l'électricité en Suisse en moyenne pour les années 1988 (bonne année hydraulique) et 1989 (mauvaise année hydraulique), et un bilan de l'électricité tel qu'il pourrait se présenter en 2025 et si possible bien avant (2025 est officiellement l'année de l'arrêt définitif de la dernière centrale nucléaire suisse, celle de Leibstadt, dans l'hypothèse où cette centrale arriverait effectivement à fonctionner 40 ans comme annoncé par ses exploitants). Le bilan de 2025 n'est pas particulièrement ambitieux, la cogénération pouvant fournir bien plus que 30 PJ (voir études GESE). Ce qui est important de constater, c'est que sans nucléaire, la Suisse peut parfaitement rester un pays exportateur d'électricité et continuer à jouer son rôle dans le réseau interconnecté de l'Europe. Qui plus est, une partie des 30 PJ d'électricité obtenus par cogénération pourront être fournis par des ressources renouvelables (voir chap. 4.2), ce qui suppose, bien entendu, qu'on ait fait un effort suffisant pour mettre ces ressources en valeur. Si une ressource fournit par cogénération 30 PJ d'électricité, cela veut dire que l'on a mis en jeu environ 90-100 PJ d'énergie finale, ce qui est manifestement plus que ce qu'il serait souhaitable de mettre à disposition à partir de ressources renouvelables (Tableau 1). Le bilan 2025 du Tableau 2 correspond à une étape intermédiaire et n'est pas une projection à long terme. Néanmoins, ce bilan laisse entrevoir qu'en l'an 2025 déjà, l'électricité pourrait être produite à près de 90% par des énergies renouvelables.

Tableau 2: Bilan de l'électricité aujourd'hui

(Moyenne 1988-1989)			
PRODUCTION PJ		UTILISATION PJ	
HYDRAULIQUE.....	120,5	CONSOMMATION DU PAYS.....	161,7
THERMIQUE	3,8	EXPORTATION.....	21,9
NUCLEAIRE	77,5	POMPAGE.....	5,2
		PERTES	13,0
TOTAL	201,8	TOTAL.....	201,8
BILAN POSSIBLE DE L'ELECTRICITE EN 2025			
APRES L'ABANDON DU NUCLEAIRE			
HYDRAULIQUE.....	125	CONSOMMATION DU PAYS.....	120
SOLAIRE/VENT	5	EXPORTATION.....	25
COGENERATION.....	30	POMPAGE.....	5
		PERTES	10
TOTAL	160	TOTAL.....	160

5. PÉRIODE DE TRANSITION

Comme on l'a dit dans l'introduction, entre un long terme n'utilisant que des énergies renouvelables et un présent où les ressources non-renouvelables satisfont l'essentiel d'une demande d'énergie excessive, il y a une période de transition pendant laquelle les ressources non-renouvelables doivent être progressivement abandonnées. Le nucléaire est à l'évidence le meilleur candidat à un abandon rapide, à cause des dangers inacceptables qu'il fait courir à l'humanité, mais aussi parce que son abandon est assez peu problématique (Tableau 2). L'abandon des autres agents énergétiques non-renouvelables est cependant également nécessaire à terme. La question est de savoir par où commencer.

Le gaz naturel, convenablement utilisé, me paraît un bon choix pour la période de transition. Il se prête aisément à la cogénération et produit moins de polluants et de CO₂ par unité d'énergie fournie que le pétrole ou le charbon. Il est, de plus, disponible en Europe en quantités considérables. On pourrait donc imaginer que dans la phase initiale de la période de transition, qui correspond à la période du moratoire, la part du gaz naturel dans l'approvisionnement énergétique de la Suisse augmente assez notablement. Cela permettrait de réduire progressivement la part du pétrole dans le chauffage des locaux, tout en fournissant, par cogénération, la part d'électricité qui n'est pas couverte par les économies d'énergie et les ressources renouvelables (Tableau 2).

L'abandon progressif du pétrole, qui est incontournable à terme, pose bien entendu le problème du trafic automobile. Je ne vais pas aborder ce problème ici, puisque le but premier du moratoire est l'abandon de l'énergie nucléaire, laquelle n'intervient pas dans le trafic routier. D'autre part, ce problème de trafic pose des questions complexes auxquelles il n'y a pas de réponses toutes faites. Il faudra cependant l'aborder très bientôt, car les conséquences d'une réduction importante et, à mon avis, inévitable de la mobilité sont d'une portée considérable. Toute la question sera de savoir si la réduction de mobilité sera un phénomène social voulu ou subi. La première option est bien entendu la meilleure, encore faudrait-il que ceux qui se targuent de guider, sinon de fixer les choix de notre société, perçoivent enfin les échéances auxquelles nous devons faire face.

6. CONCLUSIONS

Les données du problème de l'énergie sont au fond assez claires. Une diminution de la consommation d'énergie et, en particulier, d'électricité, est nécessaire et tout à fait possible. Sortir du nucléaire n'est pas vraiment un problème. Mais accepter cela va à l'encontre du mythe de la prospérité par l'expansion économique, mythe auquel les pouvoirs économiques et, par suite aussi le pouvoir politique, continuent à s'accrocher. Il en résulte que les problèmes sont encore très généralement mal posés.

Le moratoire devrait être utilisé pour amener la révolution nécessaire dans notre manière d'aborder le problème de l'énergie. Il faut commencer par écarter les vieux tabous qui nous ont mis dans la situation actuelle. Cela devrait permettre aux

solutions à long terme de faire leur percée.

- La consommation d'énergie, pas plus que le PNB, ne mesurent la prospérité, encore moins le bonheur des gens. Leur augmentation n'est pas un indice de santé de l'économie, mais plutôt l'indice d'un dérèglement dont les conséquences peuvent être catastrophiques.
- La centralisation de la production et l'augmentation de la puissance unitaire des centrales ont déjà été beaucoup trop loin. Elles rendent le système fragile et compromettent son efficacité.
- Le coût d'un kWh non-renouvelable calculé selon les méthodes comptables usuelles est illusoire, parce qu'il ne tient compte ni de l'épuisement des ressources, ni de la destruction de l'environnement auxquels leur utilisation donne lieu.
- Le réajustement des prix de l'énergie non renouvelable ne doit pas être considéré comme une taxe, mais plutôt comme la suppression d'une subvention injustifiée à ceux qui tirent profit de la pollution sans en payer les conséquences; en voici quelques exemples :
 - Un carburant beaucoup trop bon marché est une subvention à l'industrie de l'automobile.
 - Un kWh électrique beaucoup trop bon marché est une subvention aux usines d'aluminium, à l'industrie du chauffage électrique, aux gadgets de toutes sortes, y compris les plus stupides comme le laser installé récemment au Casino de Montreux pour "amuser" les visiteurs en lançant dans la nuit des rayons lumineux de plusieurs km de long.
 - Un m³ d'eau potable beaucoup trop bon marché est une subvention aux fabricants de piscines, de WC, de stations d'épuration, ainsi qu'aux poseurs de tuyauterie.

La "vérité des prix" exige manifestement une nouvelle comptabilité qui tienne compte des impacts sur la biosphère. Il y a lieu de la développer et de l'appliquer. Il en résultera que les économies d'énergie et les méthodes de production plus décentralisées, utilisant des énergies renouvelables, ne seront plus pénalisées par des calculs de coûts fallacieux et apparaîtront clairement comme les plus avantageuses.

En attendant que les milieux économiques comprennent le problème, la promotion des économies d'énergie et des méthodes de production décentralisées doit être financée par des fonds publics, prélevés si possible sur les énergies non-renouvelables. Les économies doivent être rendues attrayantes pour les particuliers et les investissements dans la production décentralisée et renouvelable encouragés. Cela ne doit pas être fait timidement et à la petite semaine. Le Tableau 2 montre qu'il faut réduire la consommation d'électricité de manière assez importante d'ici 2025 et il faudrait qu'en 2000 une partie du chemin soit fait. Il faudrait aussi que les énergies renouvelables et la cogénération aient pris une place non-négligeable dans la production. Cela exigera un effort considérable. Si l'on veut, par exemple, qu'en l'an 2000, 5 PJ/an d'électricité soient fournis par cogénération, cela signifie que quelque 25'000 unités de 15 kW (à peu près la puissance de la machine TOTEM de Fiat) soient en service, ce qui représente un investissement de l'ordre de 600 millions de francs. Cela n'est en soi pas énorme (Leibstadt a coûté 5 milliards de francs pour produire environ 25 PJ/an), mais encore faut-il qu'il soit consenti.

Le moyen le plus sûr me semble rester la volonté des citoyens d'économiser l'énergie chez eux. C'est ce message qu'il faut, à mon avis, faire passer prioritairement. Mais il faudra aussi informer ces mêmes citoyens sur les efforts entrepris (ou non entrepris) par le secteur public et privé pour que le moratoire ait une chance d'aboutir à une réduction notoire de la consommation d'électricité et une augmentation significative de la part des énergies renouvelables dans sa production.

ANNEXE 1

Proposition pour une nouvelle orientation de la politique énergétique suisse

1. INTRODUCTION

Avec l'acceptation par le peuple suisse de l'initiative du moratoire le 23.9.90, la proposition de réorienter la politique énergétique suisse ne donnant la priorité à l'utilisation rationnelle de l'énergie, plus particulièrement de l'électricité, au lieu de la donner, comme jusqu'ici, à la mise à disposition de quantités d'énergie toujours plus grandes, devrait avoir une meilleure chance d'être prise au sérieux. Mais ni son acceptation, ni même sa prise en compte par l'officialité (principalement

OFEN et UCS) ne vont de soi. Il sera nécessaire de la faire connaître, d'en informer les citoyens de manière à ce qu'une certaine pression soit exercée sur les décideurs. Cette note présente les grandes lignes d'une politique énergétique dont le but serait de plafonner, puis réduire la consommation d'électricité, car c'est cet agent énergétique qui est surtout concerné par le moratoire.

2. DÉCLARATION D'INTENTION

Les buts précèdent toujours l'action (Denis de Rougemont). Jusqu'à maintenant, la politique énergétique suisse n'avait pas de but avoué. On se contentait de suivre l'évolution de la consommation en essayant de l'extrapoler pour prédire "l'augmentation des besoins" et on présentait comme un devoir sacré de satisfaire toute demande qui pourrait se manifester dans le

futur. En d'autres termes, sans le dire ouvertement, on restait prisonniers du mythe de la prospérité par l'expansion économique, lequel exige l'augmentation permanente et illimitée de tout ce qui peut contribuer au PNB.

Dans un premier temps, l'Office fédéral de l'Énergie (OFEN) devrait fixer le niveau de consommation d'électricité à atteindre d'ici l'an 2000. Notre suggestion est que ce niveau soit le 80% de sa valeur de 1990, ce qui signifie que l'on se propose de réduire la consommation d'électricité de 2% par an en moyenne pendant ces 10 ans.

Dans un deuxième temps, il convient de proposer des moyens pour atteindre le but ainsi fixé.

Dans un troisième temps, il faut proposer des moyens pour assurer le suivi de manière à ce que des mesures correctives puissent être prises en temps utile si la consommation n'évolue pas comme souhaité. Le cas échéant, il pourra être nécessaire de réviser le but initialement fixé vers le haut ou vers le bas.

3. MOYENS POUR RÉDUIRE LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ

Les principales catégories d'utilisation sont:

- **CHALEUR:** c'est curieusement le poste le plus important auquel la statistique globale attribue environ 45% de la consommation totale. Près de la moitié de cette électricité-chaleur est consommée dans les ménages. L'inconvénient est que le détail de cette consommation d'électricité-chaleur est très mal connu. On ne sait pas, par exemple, quelle part est utilisée par le chauffage électrique des locaux. La première chose à faire est donc probablement de mieux connaître la manière dont cette électricité-chaleur est consommée.
- **TRAVAIL MÉCANIQUE:** environ 40% de la consommation totale, donc aussi un poste très important. Les transports, surtout les CFF, ne représentent que le 13% de ce poste (5% de la consommation totale), alors qu'artisanat, agriculture et services en prennent le 29% et l'industrie le 49%. Il serait donc souhaitable de mieux connaître la répartition sur les applications industrielles de l'électricité-moteur. Dans certaines applications (pompes), des améliorations d'efficacité considérables sont possibles.
- **ÉCLAIRAGE:** représente le 12% de la consommation, ce qui est relativement peu comparé aux postes précédents. Mais l'amélioration de rendement possible est ici très grande et on pourrait réduire cette consommation à moins de la moitié, voire au quart de ce qu'elle est aujourd'hui. D'autre part, l'action peut être immédiate.
- **CHIMIE:** représente 3-4% de la consommation. L'industrie concernée semble réduire spontanément cette consommation au fil des ans (en 1980 l'OFEN attribuait 8% de la consommation à la chimie).

3.1. Principe général

Aucune économie n'est négligeable. Tout gaspillage est répréhensible. Le renoncement à des services d'utilité marginale (ou à d'autres) doit être encouragé. Le renoncement est une démarche intéressante qui ne signifie pas un retour à l'âge des cavernes.

3.2. Réduction de la consommation d'électricité-chaleur

- **Chauffage électrique direct:** Inefficace (rendement exergétique très faible). Le remplacement des chauffages électriques directs par d'autres moyens de chauffage n'est cependant en général pas facile. Les distributeurs d'électricité devraient néanmoins aborder la question avec leurs clients. Dans certains cas, la mise en place d'une pompe à chaleur est possible, mais assez onéreuse, si bien qu'un arrangement financier doit être trouvé. Un chauffage d'appoint par poêle à bois performant permettrait de réduire la consommation.
- Il est clair que les maisons équipées d'un chauffage électrique direct doivent être bien isolées. Ceci devrait être vérifié. L'expertise de la maison pourrait être prise en charge par l'Etat ou le distributeur.
- **Cuisinières électriques:** Une mauvaise application de l'électricité dont le rendement énergétique est faible et diminue en général avec le temps (plaques et casseroles peu plates). Le remplacement par des cuisinières à gaz est souhaitable et presque toujours possible. Si l'on veut garder la cuisinière électrique, il faudrait en vérifier périodiquement l'état. Ce service pourrait être fourni par le distributeur. Les constructeurs devraient soigner l'isolation du four.
- **Eau chaude:** Quand faire se peut, utiliser l'énergie solaire. Sans cela, s'assurer que l'isolation des boilers et conduites soit bonne. On peut aussi utiliser des boilers à pompe à chaleur qui sont disponibles sur le marché.
- **Lave-linge:** Beaucoup d'électricité est utilisée pour chauffer l'eau, si bien que le critère pour ces machines est la quantité d'eau utilisée par kg de linge lavé. Des améliorations ont été obtenues par les fabricants.

Les applications de l'électricité-chaleur devraient être répertoriées et chacune d'elles analysée de manière à définir les standards de consommation. D'une manière générale, la réduction de la consommation d'électricité-chaleur fait appel à des améliorations d'isolation, ce qui n'est guère problématique, ou alors au passage à un autre agent énergétique. Produire de la chaleur basse température n'est pas une bonne application de l'électricité.

3.3. Réduction de la consommation d'électricité-moteur

- Les moteurs de qualité moyenne ont des rendements de 90%, alors qu'un très bon moteur peut atteindre 96%.
- Les réductions de consommation les plus grandes peuvent

être obtenues dans les cas de charges variables en ajustant la vitesse du moteur à la demande, ce qui exige un régulateur de fréquence. Toute amélioration de rendement apportée au système entraîné par le moteur (pompe, ventilateur, etc.) se traduira alors par une réduction de la consommation.

Ce domaine semble très prometteur, mais il n'est pas facile, faute de statistique adéquate, d'en apprécier le potentiel.

- Arrêter les pompes de circulation des chauffages lorsqu'on ne chauffe pas.

3.4. Réduction de la consommation pour l'éclairage

- Les lampes à incandescence consomment environ 5 fois plus que les lampes à fluorescence pour produire la même quantité de lumière.
- Les rendements de système d'éclairage à tubes néon peuvent être notablement améliorés.
- Ne pas éclairer les rues inutilement (de jour). Eteindre les devantures de magasins après la fermeture, en particulier celles des distributeurs/vendeurs (Société Romande d'Electricité à Clarens, par exemple). D'une manière générale, il y a débauche d'éclairage en Suisse.
- Suppression des consommations *stand by* qui ne sont pas vraiment nécessaires (stéréo, TV, etc.). Mettre des interrupteurs en lieu et place.
- Certains appareils semblent consommer plusieurs dizaines de watts même arrêtés. Le "Kassensturz" estime cette consommation parasite à 50W par ménage. Ce qui représente

environ 1000 GWh/an ou un peu moins de la moitié de la production de Mühleberg.

4. SUIVI ET ACTIONS CORRECTIVES

Le suivi de l'évolution de la consommation d'électricité devrait être organisé par l'OFEN, mais suppose une collaboration étroite avec les compagnies d'électricité qui se trouvent en fait aux leviers de commande. Il est parfaitement clair qu'elles peuvent faire capoter tous les efforts d'économie si elles le veulent. Il est donc indispensable de les impliquer dès le début et avec leur accord, ce qui suppose qu'on l'ait obtenu. Une phase de discussion avec les compagnies d'électricité est donc un préalable nécessaire. Le plus simple est probablement de passer par l'UCS, Bahnhofplatz 3, CP 6140, 8023 Zürich.

Il faudra ensuite former un groupe de travail comprenant des représentants des compagnies d'électricité, de l'OFEN et des mouvements anti-nucléaires. Ces derniers pourraient être représentés par un ou deux collaborateurs de la Fondation suisse pour l'Energie, FSE, Sihlquai 67, 8005 Zürich. Le groupe de travail devra formuler de manière précise les actions décrites sommairement au point 3 et faire des propositions pour l'organisation du suivi de l'opération.

Si cette première phase réussit, l'OFEN pourra se charger de faire le point à période fixe sur les résultats obtenus et organiser, si besoin est, des séances de groupe de travail pour mettre au point et planifier les mesures correctives.

ANNEXE 2

Communiqué de presse

Après le scrutin du 23 septembre sur la politique énergétique

Le Conseil fédéral a pris connaissance de la nouvelle donne résultant du scrutin du 23 septembre dernier et des conclusions qu'il faut en tirer quant à la politique énergétique.

Le souverain ayant approuvé l'article *énergétique* et l'initiative en faveur du moratoire nucléaire, deux constatations s'imposent: aucune nouvelle centrale nucléaire ne pourra être construite en Suisse pendant assez longtemps, d'une part, et de l'autre, la Confédération et les cantons sont appelés à mener une politique nettement plus active d'utilisation rationnelle de l'énergie et de promotion de agents nouveaux et renouvelables. D'ici à la fin du siècle, il s'agit de bien faire voir l'efficacité de leur action. Il faut en effet rejeter aussi bien l'évolution actuelle, qui consiste à couvrir par l'importation une demande d'électricité toujours croissante, que l'idée de construire de grandes centrales thermiques fossiles qui ne réaliseraient pas le couplage chaleur-force.

le modèle auquel on se référera ces dix prochaines années se base sur le scénario du moratoire élaboré par le Groupe d'experts scénarios énergétiques; celui-ci préconise en effet une série de mesures en faveur de l'utilisation plus rationnelle de tous les agents énergétiques. Sa réalisation implique cependant un *armistice énergétique*, qui permette une action conjointe de toutes les forces en présence (principalement l'économie énergétique, les organisations écologistes, les communes, les cantons et la Confédération).

Le DFTCE envisage le programme *énergie 2000* qui se déroulera sur trois plans: la Confédération réalisera rapidement l'arrêté sur l'énergie et elle examinera d'autres mesures en vue de se donner de nouvelles bases légales (loi sur l'énergie). Elle doit accroître son effort en faveur des activités d'information, de conseil, de la formation initiale et permanente, de la recherche et du développement, avant tout dans le domaine de l'utilisation rationnelle de l'énergie et des nouvelles énergies renouvelables. De leur côté, les cantons et les communes renforceront leur action par le biais du Programme de politique énergétique. Enfin, on prévoit des initiatives et des investissements de l'économie énergétique, des organisations écologistes et de consommateurs, des associations professionnelles, de l'industrie et de l'artisanat, sans oublier les particuliers.

Ce programme a pour *objectif* de stabiliser le plus

rapidement possible la consommation d'énergies fossiles et d'électricité et d'accroître de façon substantielle l'apport des énergies renouvelables. Les rejets de CO₂ devraient être au moins stabilisés d'ici l'an 2000.

Il faudra mettre sur pied une *organisation efficace* permettant de concrétiser rapidement le programme "énergie 2000", d'en coordonner les opérations et de procéder à un bilan annuel, puis aux corrections qui s'imposeraient. La direction de ce projet est confiée à Monsieur H.L. Schmid, vice-directeur de l'Office fédéral de l'énergie.

D'ici à la fin de l'année, il est prévu de développer le programme "énergie 2000" et d'en préciser les termes à l'intention du Conseil fédéral.

Nov. 1990

Département fédéral des transport,
des communications et de l'énergie
Service de presse

Annexe:

Programme "énergie 2000"

Information:

H.L. Schmid, Office fédéral de l'énergie, tél. (031) 61.56.02

Programme "énergie 2000"

1. OBJECTIF

Tirer le maximum du moratoire, obtenir des résultats concrets d'ici l'an 2000

- stabilisation de la consommation d'agents fossiles et d'électricité
- apport accru des nouvelles énergies renouvelables à la production d'électricité et de chaleur
- stabilisation des rejets de CO₂: an 2000, puis réduction de ces rejets

2. TENEUR (À TITRE INDICATIF)

2.1. Confédération

- arrêté sur l'énergie, loi sur l'énergie; év. d'autres arrêtés
- mesures supplémentaires: p.ex. taxe/énergie ou CO₂, fonds investissements
- informations, conseils, formation initiale et permanente, recherche et développement, programme interne

2.2. Cantons/communes

- exigences minimales pour bâtiments, programmes d'assainissement
- trafic en agglomération, lutte contre la pollution de l'air
- instruments d'exécution

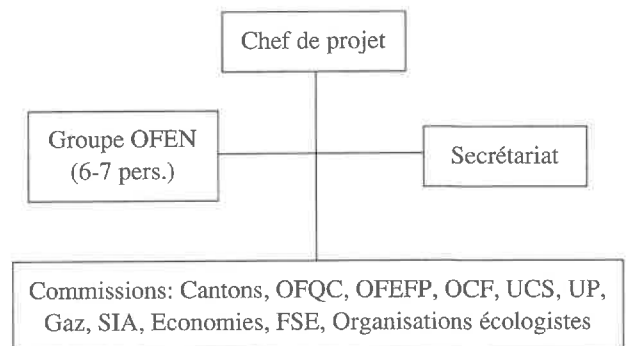
2.3. Particuliers

- industries, artisanat, organisations de protection de l'environnement, associations professionnelles, etc.
- centrales électriques: programme d'encouragement à la production, recommandations sur les tarifs

3. ORGANISATION

DFTCE: objectifs, responsabilité, calendrier

Groupe: mettre sur pied, coordonner, suivre "énergie 2000"



L'Economie énergétique française vers une filière au gaz?

par Philippe LEBRETON

responsable de la Fédération Rhône-Alpes de protection de la nature
professeur à l'Université Claude Bernard de Lyon 1

Résumé : Sûr, souple, économe et peu polluant, le "gaz électrogène" est une source énergétique compétitive.

Zusammenfassung : Das Gas "elektrogene" ist sicher, flexibel, sparsam und wenig belastend für die Umwelt: es ist also eine konkurrenzfähige Energiequelle.

Summary : Reliable, flexible, economical and non-polluting: "electrogenous gas" is a competitive source of energy.

Dans le parc électro-nucléaire français figurent encore quelques dinosaures de la filière graphite-gaz, développée par notre pays dans les années 60, au début de son programme nucléaire civil et militaire. Encore désignée sous le signe U.N.G.G.⁽¹⁾, cette filière aux réacteurs de moyenne puissance (jusqu'à 560 MWé) est affectée d'un rendement thermodynamique médiocre: 0,25 environ, ce qui signifie qu'elle rejette dans l'environnement 3 fois plus d'énergie-chaleur qu'elle n'en fournit sous forme d'électricité. Le prix de revient de son kWh est nettement plus élevé que celui de toutes les autres sources, nucléaires ou non-nucléaires, de l'aveu même d'E.d.F. (Électricité de France):

Coût du kWh en 1989

- Centrales "classiques" 32,6 centimes (charbon et/ou fioul)
- Centrales nucléaires
 - Graphite-Gaz (U.N.G.G.) 52,4 centimes
 - Eau pressurisée (R.E.P.)
 - 900 MWé 17,4 centimes
 - 1300 MWé 25,9 centimes

La différence subsiste quel que soit le "facteur de charge", c'est-à-dire le rapport existant entre la production réelle et celle théorique - qui serait obtenue à pleine puissance en plein emploi.

Peu d'années après son démarrage, cette filière franco-française (développée par le C.E.A., Commissariat à l'Energie Atomique) s'est vue concurrencée puis finalement supplantée par la filière "franco-américaine" dite R.E.P. (Réacteurs à Eau

Pressurisée), dérivée de la filière P.W.R. de Westinghouse, à l'instigation d'E.d.F. Aujourd'hui, après un quart de siècle de services qu'il serait peut-être abusif de qualifier de parfaitement "bons et loyaux", la filière U.N.G.G. voit souffler ses dernières bougies: Saint-Laurent-1 et Chinon-3 (sur la Loire) ont été arrêtés en 1990, tandis que Saint-Laurent-2, Chooz (sur la Meuse) et Bugey-1 (sur le Rhône) ont encore droit à quelques mois, voire quelques années de sursis, mais posent d'ores et déjà le problème de leur succession.

A priori, compte-tenu des déclarations d'auto-satisfaction prodiguées depuis tant d'années par E.d.F. envers la filière R.E.P., la logique⁽²⁾ voudrait que la génération des réacteurs à eau légère de puissance 1300 MWé prenne ce relais (on n'ose plus parler ouvertement, peut-être par crainte du ridicule, de la filière des surgénérateurs...). Et pourtant, E.d.F. vient de livrer aux médias une idée à priori surprenante: les réacteurs de la filière graphite-gaz verraient leur relève assurée par des réacteurs... à gaz (naturel), tout simplement.

Bien qu'E.d.F.⁽³⁾ consultée par nos soins se soit refusée à argumenter ce choix, on peut aisément voir les divers avantages, économiques et écologiques, qui découlent de ce renoncement (partiel) au "tout nucléaire" des années 70-80.

CARACTÉRISTIQUES ÉCONOMIQUES ET GÉOPOLITIQUES

La partie "conventionnelle" (=infrastructure et alternateur) d'un réacteur U.N.G.G. est de dimension incompatible avec les chaudières de 900 ou 1300 MWé de la filière R.E.P. Il est par

(1) Soit Uranium Naturel (= non enrichi) - Graphite (modérateur neutronique) - Gaz carbonique (fluide caloporteur) (et non Uranium National Gaulo-Gaullien, comme l'insinuaient alors de mauvais plaisants...).

(2) Une autre logique consisterait... à ne rien faire, puisque le parc électro-nucléaire est actuellement en surcapacité de 5 à 7 réacteurs.

(3) S.E.P.T.E.N. (=Service d'Etudes et Projets Thermiques et Nucléaires) de Lyon, Villeurbanne.

contre possible de "tailler sur mesure" des turbines modulaires de 200 ou 300 MW⁴ capables d'utiliser la partie non-nucléaire des réacteurs U.N.G.G., d'où des gains d'investissement appréciables pour un établissement endetté à raison de 240 milliards de FF; un réacteur thermique "classique" est en outre d'un coût inférieur à celui d'une chaudière nucléaire, même à puissance totale égale.

L'avantage économique est tout aussi évident au niveau du fonctionnement, et de l'approvisionnement. Depuis des années d'ailleurs - et comme de nombreux pays développés - la France a joué la carte du gaz naturel, source d'énergie d'intérêt stratégique indiscutable, car ses réserves exploitables actuellement reconnues non seulement dépassent le demi-siècle, mais sont supérieures d'une dizaine d'années à celles du pétrole. En outre, en 1989, les cinq premiers producteurs mondiaux (regroupant près des 3/4 du total mondial, égal à 1910 milliards de m³) appartenaient au monde dit développé, et il fallait atteindre le sixième rang pour trouver l'Algérie, avec seulement 2% de la production mondiale (Arabie saoudite: 1,3%). Comme le souligne Michel Chatelus, "le gaz naturel fait aussi partie des ressources naturelles de nombre de pays arabes (mais) il y est cependant moins exploité que le pétrole (et) proportionnellement moins abondant. Les réserves actuellement recensées représentent un peu moins de 20% des réserves mondiales (au lieu de presque 60% pour le pétrole)... et la production actuelle dépasse à peine 5% du total mondial (au lieu de 30% pour le pétrole)".

La France, qui a passé d'importants contrats à long terme avec l'U.R.S.S. (premier producteur mondial) et l'Algérie (deux pays tributaires des devises occidentales), peut compter en outre sur les gisements de Mer du Nord dans le cadre européen, et connaît certainement là une situation au moins aussi bonne qu'avec le charbon et même l'uranium (malgré sa politique menée en Afrique Noire pour ce dernier minéral). Alors que le charbon (12% de l'énergie actuellement consommée en France) et le pétrole (42,9%) ont reculé chez nous de 1,3 et 1,9% par an (en valeurs relatives) depuis 1973, le gaz a progressé dans le même temps de 3,8% par an, pour égaler sensiblement le charbon à l'heure actuelle (25,4 et 24,6 Mtep en 1989).

G.d.F. (Gaz de France, homologue d'E.d.F.) affiche d'ailleurs de grandes ambitions, avec 2 terminaux méthaniens, "dont le plus grand d'Europe", 12 stockages souterrains, "dont le plus grand du Monde", 26'000 km de réseau de transport (et 110'500 km de réseaux de distribution).

CARACTÉRISTIQUES ÉNERGÉTIQUES ET TECHNIQUES

Il ne s'agit plus en fait de brûler du gaz comme dans une vulgaire chaudière domestique, ou même de faire tourner une turbine ordinaire avec les gaz issus de sa combustion (car le rendement thermodynamique de la conversion serait de l'ordre de 0,35, celui des centrales nucléaires de la filière R.E.P.), mais d'utiliser la technique des "turbines à cycle combiné", dont un prototype fut installé dès 1962 en Algérie, par G.E.C.-Alstom. Ces turbines "fonctionnent en fait comme des turbines à gaz

classiques, mais leurs gaz d'échappement très chauds sont récupérés, au lieu d'être dissipés à l'air libre (...), dans une chaudière pour produire de la vapeur qui, à son tour, animera une turbine à vapeur et un turbo-alternateur, ce qui complètera ainsi la production d'électricité de la turbine à gaz" (J.F. Augereau). Le rendement thermodynamique global peut alors dépasser 0,50. "Une technique d'autant plus intéressante que ces turbines peuvent être construites en moins de 3 ans (contre au moins 5 ans pour une tranche nucléaire) et avec un investissement faible (de l'ordre de 4000 F/kW installé, contre environ 10'000 F pour le nucléaire)" (H. Kempf). On peut même récupérer la chaleur "basses calories" en sortie de la partie vapeur, pour assurer un chauffage collectif urbain, par exemple. Le rendement global de cette "co-génération" atteint alors 0,80 au prix d'investissements et de contraintes supplémentaires, il est vrai.

CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES

Des caractéristiques thermodynamiques découlent à la fois l'intérêt économique et l'intérêt écologique de tels processus énergétiques. En ce qui concerne la pollution thermique d'abord, pour 1 calorie disponible chez l'utilisateur, le procédé de co-génération (= cycle combiné + basses calories) ne gaspille que 0,25 calorie, contre 1 pour le cycle combiné seul, 2 pour les réacteurs usuels (charbon, fioul ou R.E.P.) et 3 pour les réacteurs U.N.G.G. !

L'avantage est du même ordre pour la contribution à l'effet de serre, dû pour moitié environ au gaz carbonique issu des combustions et respirations. Pour la même quantité de chaleur, le charbon dégage en effet 1,5 fois plus de CO₂ que le fioul, et 2 fois plus que le méthane. Seuls l'hydrogène, le nucléaire et le solaire peuvent prétendre à mieux (encore que l'on omette généralement de prendre en compte les "équivalents-carbone" investis en amont, par exemple les milliers de tonnes de gaz carbonique résultant de la fabrication des ciments: seules les économies d'énergie sont irréprochables de ce point de vue. A noter toutefois que le méthane, en tant que tel, est un gaz à effet de serre, et qu'une molécule en est malheureusement 30 fois plus active à cet égard qu'une molécule de gaz carbonique; si bien que 3% de pertes le long de la "chaîne-gaz" qui va du forage au consommateur, annihilerait les gains théoriques précités par rapport au charbon !

Par rapport aux autres combustibles, le gaz naturel (à condition d'avoir été convenablement raffiné, comme il l'est à Lacq, par exemple), est dépourvu de soufre, et ne participe donc pas aux rejets de SO₂, puis d'acide sulfurique (pluies acides), si nocifs pour l'environnement naturel ou bâti. La question des oxydes d'azote NO_x reste néanmoins posée, car elle dépend des conditions (température, pression) régissant toute combustion. Quant aux risques d'accidents, s'ils ne sont pas nuls pour les bateaux et les terminaux méthaniens⁽⁴⁾, ils ne se comparent en rien à ceux d'un éventuel "Tchernobyl à la Française", évidemment.

(4) Théoriquement, l'explosion d'un tanker de 100'000 tonnes pourrait libérer une énergie de l'ordre de celle de la bombe d'Hiroshima.

POUR CONCLURE...

Sûr, souple, économe, peu polluant, le "gaz électrogène" va-t-il réconcilier E.d.F. et les "écologistes" ? Dans un rapport présenté à la fin de 1988 devant le Comité économique et commercial d'E.d.F., on pouvait lire: "Dans le contexte des prix des combustibles et des coûts d'investissements actuels, le cycle combiné au gaz apparaît comme le moyen le plus compétitif, au plan international avec des marges importantes, et même sur la base des coûts français où il y a quasiment indifférence (sic !) entre nucléaire et gaz" (cité par H. Kempf).

D'après une étude du service marketing de G.E.C.-Alstom, le parc installé dans le monde en cycle combiné, actuellement égal à 50'000 MWé (soit l'équivalent du parc français R.E.P.) devrait quadrupler d'ici à la fin du siècle, avec d'ores et déjà d'importantes commandes en Asie et en Grande-Bretagne. On voit d'ailleurs bien le "créneau" d'utilisation de cette filière, même - et surtout ? - dans une optique "nucléocratique": au dessus d'un parc R.E.P. ramené à 30 GWé et fonctionnant totalement "en base", afin d'éponger ses lourds investissements, les turbines à gaz à cycle combiné et les barrages hydro-électriques de retenues⁽⁵⁾ assureraient la "demi-base", tandis que les autres sources thermiques, coûteuses au fonctionnement et polluantes, ne seraient mises à contribution qu'"en pointe"; la consommation hivernale (pour le chauffage électrique) serait d'ailleurs d'autant réduite si se généralisait le procédé de co-

génération... et si se confirmait le réchauffement climatique dû à l'effet de serre (+ 1°C se traduit en effet par 7% d'économie sur le chauffage dans nos pays, si bien que l'on peut parler de véritable régulation par feed-back négatif !).

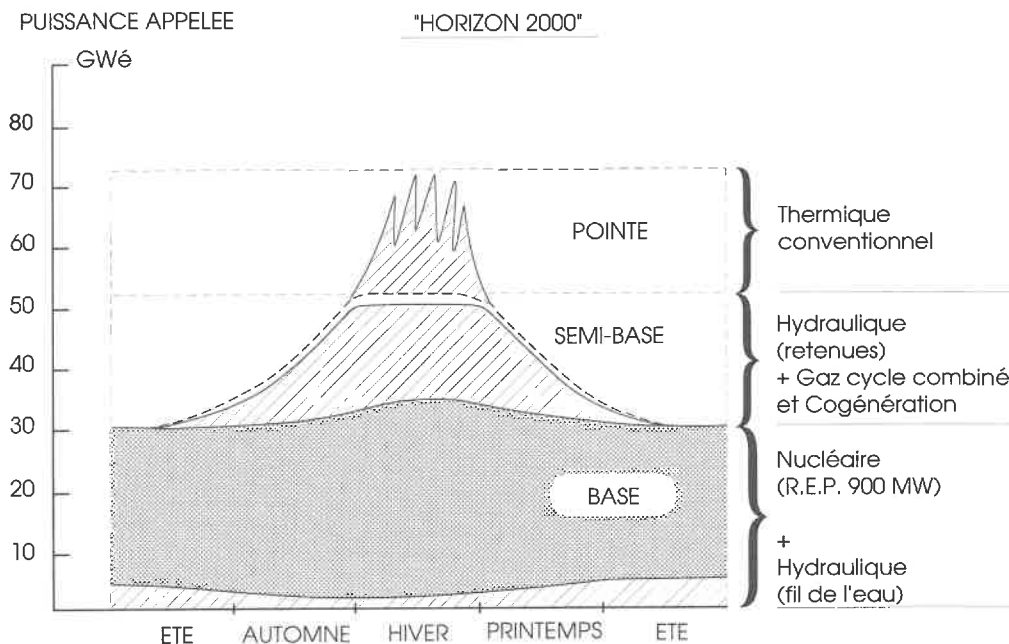
"On comprend donc mieux qu'E.d.F. puisse envisager de réutiliser les turbo-alternateurs de ses centrales nucléaires graphite-gaz, pour les coupler à des turbines à cycle combiné". Ou comment l'esprit vient aux plus fols, même un peu tard... à condition toutefois que notre S.E.I. (Système Economique Industriel) ne trouve pas là prétexte à ne point reconsidérer sa boulimie énergétique !

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- J.F. AUGEREAU - "Des turbines à plein gaz", in *Le Monde*, n° du 18 décembre 1990, p.26.
- M. CHATELUS, in *Energie Internationale 1990-1991*, Editions Economica, pp. 249-250 et 285.
- G.d.F. (Gaz de France) - "Le gaz naturel, énergie du XXIe siècle", in *Les Echos Industrie*, suppl. du 14 mars 1990, p.18.
- H. KEMPF - "Les fausses factures du nucléaire", in *Dynasteurs*, n° de janvier 1991, pp.64-73.
- V. MAURUS - "Le Réveil du gaz", in *Le Monde*, n° du 18 décembre 1990, p.25.

(5) Les barrages "au fil de l'eau" (type C.N.R., Compagnie Nationale du Rhône) sont condamnés à fonctionner en base, donc à être "écrasés" par le nucléaire, d'autant que le Rhône est un fleuve à régime nival fournissant ses débits maximaux, et ses kWh, en été, saison de moindre consommation.

PROSPECTIVE SAISONNIERE DE LA DIVERSIFICATION ELECTROGENE EN FRANCE



Note : les valeurs fournies doivent être considérées à titre indicatif

L'engagement associatif pour une gestion globale des déchets

L'exemple de l'opération Pélican

par Daniel CARDE
vice-président de France Nature Environnement
Chambéry, Savoie

Résumé : Les déchets sont l'un des problèmes écologiques majeurs de notre société. Leur quantité et leur toxicité sont de plus en plus dangereuses pour l'homme et l'environnement. Leur recyclage exige la participation de la population.

Zusammenfassung : Die Abfälle stellen eines der grössten ökologischen Probleme unserer Gesellschaft dar. Ihre zunehmende Menge und Giftigkeit machen sie immer bedrohlicher für Mensch und Umwelt. Die Wiederverwertung verlangt aber die Mitarbeit der Bevölkerung.

Summary : Waste is one of our society's main ecological problems. Its quantity and toxicity are presenting ever more of a danger to man and the environment. Everyone must take part in recycling it.

Les déchets que nous produisons sont devenus l'un des problèmes écologiques majeurs de notre société. Par leur quantité croissante et déjà insupportable sur presque toute la surface de la planète, et par l'augmentation de la toxicité et de la dangerosité des déchets, ceux-ci font peser des risques de plus en plus graves sur les populations et sur l'environnement.

Alors que la nature est capable de "digérer" sans risques la totalité de ses déchets, par biodégradation, fragmentation, érosion et recyclage - et sur ce dernier point, les chaînes trophiques jouent un rôle fondamental pour la conservation et l'équilibre des éco-systèmes - les "anthropo-systèmes" n'ont pas atteint cette maturité.

En France, les quelque 400 millions de tonnes de déchets agricoles, 150 millions de tonnes de déchets industriels et 20 millions de tonnes de déchets ménagers ont largement dépassé la capacité d'autodégradation par les milieux naturels. La surproduction de déchets entraîne donc la saturation des écosystèmes par accumulation des déchets sur place, provoquant des types de pollution jusqu'alors inconnus et un impact dramatique sur les milieux naturels et les paysages.

La toxicité fortement accrue, ces dernières décennies, avec l'extrême diversité des substances chimiques mises sur le marché (agro-alimentaire, agriculture, industries chimiques et pharmaceutiques), et les effets de synergie qui découlent de leur mixité dans les dépôts d'ordures (sauvages ou contrôlés), participent à l'empoisonnement progressif de la biosphère par

diffusion dans les sols, les milieux aquatiques et l'atmosphère, et par concentration à travers les chaînes alimentaires.

Par ailleurs, la gestion des déchets nucléaires apparaît fort préoccupante par la persistance de la radioactivité de certains éléments pendant plusieurs millénaires et l'absence de procédés de destruction satisfaisants, impliquant un stockage rigoureusement contrôlé et gardienné pour toute la durée de la radioactivité.

La production massive de biens de consommation standards, à durée de vie de plus en plus courte, non réparables et fabriqués avec des matières premières et de l'énergie non renouvelables, est sûrement l'une des causes de cette surproduction "rudérique". ⁽¹⁾

Cette dérive majeure des sociétés modernes est illustrée par le fait que les industries produisent non plus pour satisfaire les besoins fondamentaux des populations mais pour spéculer.

Parallèlement, les consommateurs, emportés par le tourbillon de la vie urbaine, se laissent tenter par les atours d'une distribution fort bien organisée - sauf pour la collecte des déchets - pour répondre à un mode de consommation axé maintenant sur rapidité et facilité : avoir tout sur place, se déplacer moins souvent mais en automobile pour emmener plus de biens à la fois. L'hyper-marché répond mieux à ces exigences que le petit commerçant de quartier.

Dans cette logique, les emballages se sont considérablement développés en France, surtout dans la dernière décennie.

(1) Rudérique : relatif aux déchets (rudus en latin : décombres).

1. L'EMBALLAGE ET LES CONTRAINTES DE L'ENVIRONNEMENT

Avancée certaine dans le domaine de l'hygiène, dans la conservation du produit et de la sécurité, l'emballage n'en est pas moins problématique au niveau de l'environnement, sur le plan des pollutions, nuisances et impacts dans tout le cycle de vie du produit, "du berceau jusqu'à la tombe", notamment à l'état de déchet. Il représente par ailleurs assez bien le produit-symbole d'une société de gaspillage surtout s'il est en plastique.

Il est vrai que la part des emballages dans le tonnage total des déchets ménagers ne cesse d'augmenter, pour atteindre actuellement près de 50% en poids et bien plus encore en volume !

Cet accroissement très net s'est traduit tout aussi nettement dans les paysages : plastiques accrochés aux arbres le long des rivières et des routes, décharges sauvages ou "contrôlées" composées de plus en plus de déchets non bio-dégradables, et notamment ces contenants domestiques ou alimentaires que sont bouteilles, flacons, boîtes et films d'emballage divers.

Les grandes entreprises de fabrication et de distribution ont certainement encouragé cette tendance naturelle du public à jeter en abandonnant la consigne ou le retour des bouteilles et en passant progressivement à l'emballage perdu. Cette pratique accompagne parfaitement l'évolution de la société ; par exemple, portions individuelles "sous-emballées" visant les ménages individuels en forte extension.

D'une part, ces nouvelles données socio-économiques ont contribué à saturer plus vite les décharges existantes et à développer conséquemment une gêne pour le voisinage (odeurs, poussières, fumées...). D'autre part, l'Etat en matière de contrôle, les entreprises quant au respect des normes, les collectivités locales en ce qui concerne la gestion des déchets, ont fait preuve d'un laxisme certain. Ainsi furent réunis tous les ingrédients du "Nimby" américain (*not in my back yard*). C'est dans ce contexte que sont nées un certain nombre d'initiatives en France : la collecte sélective des déchets recyclables à Pau, "la poubelle bleue" à Dunkerque, le projet Demeter à Montpellier, et l'opération Pélican.

2. NI SUCCÈS, NI ÉCHEC : PÉLICAN OUVRE DES PORTES

L'opération Pélican est une tentative de recyclage des bouteilles plastiques PVC d'eaux minérales et d'eaux de source, par une action partenariale expérimentale.

Les partenaires :

- le GECOM (Groupe d'Etude pour le Conditionnement Moderne)
- France Nature Environnement (Fédération Française des Sociétés de Protection de la Nature).

L'objectif commun :

- collecter 2500 tonnes sur 22 agglomérations situées le long de l'axe rhodanien : régions Provence-Alpes-Côte-d'Azur et

Rhône-Alpes, ainsi que Contrexéville et Vittel.

Les moyens :

- choisir le rythme de l'année scolaire 89-90 pour sensibiliser les enfants des classes de CM1/CM2 (8 à 10 ans) aux problèmes des déchets et acquérir de nouveaux gestes : "ne plus jeter mais recycler".

Le principe d'action :

- Les enfants ramassent les bouteilles chez eux ou chez les voisins et les apportent à l'école pour les mettre dans des sacs en plastique souples pouvant contenir environ 70 bouteilles. Elles sont ensuite collectées par les services techniques des villes ou des entreprises sous-traitantes avant d'être regroupées et broyées. Le GECOM prend livraison des "big bags" contenant le broyat, qui sont acheminés enfin vers les 2 usines françaises de micronisation : Montereau (Seine et Marne) et Beaucaire (Gard). Ainsi réduit en poudre et extrudé, le nouveau produit sera alors transformé en dalles, renforts de chaussures, ou tuyaux d'assainissement.

L'objectif affiché par les industriels est transparent: 10% des 2 millions de tonnes de PVC fabriqués en France concernent les bouteilles (1^{er} producteur mondial). Particulièrement attaqué par certains voisins européens, le marché du PVC, et par extension du plastique, était menacé. Il fallait donc trouver un moyen pour faire contre-feu par anticipation aux décisions maximalistes présentées au niveau européen (notamment le projet de directive CEE, actuellement retravaillé, prévoyant le recyclage des 70% des emballages d'ici 5 ans) et visant particulièrement les 97% de PVC non recyclés en France. L'image de la profession devait être rehaussée par une campagne de notoriété sur le recyclage du PVC, d'où le désir de partenariat avec les associations de protection de la nature (cf. annexe n°1 en fin d'article).

Pour France Nature Environnement, il s'agissait de saisir une opportunité de créer une réelle sensibilisation aux problèmes posés par les déchets et faire ainsi évoluer les mentalités, en se faisant reconnaître comme interlocuteur disposant d'un réseau associatif national. En acceptant une alliance constructive avec les industriels, les associations montraient ainsi que le temps du partenariat était arrivé.

Le mouvement associatif a donc participé à la négociation avec les collectivités locales aux côtés des industriels pour les convaincre d'organiser la collecte des matériaux recyclables, et à la sensibilisation scolaire avec l'aide financière des régions concernées et de certaines collectivités locales.

Pour concilier deux mondes aussi différents, il fallait trouver une plate-forme commune. Les associations ont demandé :

- le financement de leur participation à l'organisation de l'action,
- une sensibilisation avec un message global sur les déchets,
- l'engagement de continuer les collectes,
- la mise en place d'un "observatoire" indépendant pour suivre et évaluer l'action.

Des résultats :

270 tonnes collectées en quelques mois (novembre 89-mai

90) par 20'000 enfants de 800 classes. Malgré la faiblesse des résultats, eu égard à l'objectif visé (270 T / 2500 T, soit 1/10ème seulement), le taux de collecte sur gisement atteint une valeur excellente pour une action expérimentale uniquement scolaire : 28% en moyenne avec un taux exceptionnellement bon de 56% (Valence). Mais, selon J.F. Cagnot (in *Le Jaune et Rouge*, novembre 1990, p.76), "la rentabilité de la collecte séparée des emballages plastiques en longue période n'a pu être encore démontrée, compte tenu des coûts de collecte dus à la faible densité apparente de ces emballages". Dans la suite immédiate de l'action, si l'on a pu juger du fort impact de la sensibilisation, il a par contre été très difficile d'assurer la pérennité de la collecte dans les mois suivants.

Plusieurs raisons peuvent être évoquées :

- la coupure fatale des vacances scolaires estivales et la molle reprise de la rentrée,
- l'absence quasi-générale de politique globale de déchets au niveau des collectivités locales et la grande incertitude quant aux choix à faire, suite aux élections de 1989 où de nouvelles équipes municipales se sont installées,
- les coûts élevés de la collecte et du broyage dépassant en général les 1350 FF./T de PVC broyé racheté par le GECOM,
- la non-intégration des coûts de la communication, de la sensibilisation nécessaire et des coûts de l'impact environnemental alors qu'une pratique plus écologique permet de réaliser de réelles économies sur ces coûts d'impact. (Cf. annexe n° 2),
- les choix déjà faits ou en passe de l'être et jugés concurrents et non complémentaires au recyclage par les collectivités locales,
- la difficulté de changer les habitudes de collecte des ordures ménagères,
- la non-participation des 2 plus grandes agglomérations : Lyon, Marseille et, pratiquement, Grenoble.

Force est de constater que malgré ces lourds handicaps, l'action s'est fait connaître et s'est développée :

- par une très large couverture médiatique,
- par une expérimentation des différentes techniques de collecte (Cf. annexe n° 3),
- par un marché du PVC recyclé encore débutant et contesté, mais prometteur,
- par une saturation des 2 principaux modes de traitement français actuels des déchets ménagers : la décharge et l'incinération. C'est ainsi qu'un certain nombre de collectivités locales hors périmètre expérimental ont demandé à participer à l'opération Pélican et que certaines ont déjà commencé (Cf. annexe n° 4).

Il reste que malgré l'initiative des industriels et la bonne volonté des principaux acteurs - services techniques des villes et élus, enfants et milieu éducatif, associations et public - la méthode apparaît insuffisante pour résoudre à elle seule la problématique de la gestion de la collecte des déchets recyclables.

Si la CEE devait imposer rapidement un taux de recyclage de 70%, ce taux serait difficilement applicable en France sans faire

appel à d'autres techniques et méthodes complémentaires pour extraire les PVC et l'ensemble des déchets recyclables des ordures ménagères.

Les industriels l'ont certainement compris dès le départ, en intervenant pour intégrer l'incinération comme mode de recyclage dans le projet de directive CEE pour les emballages agro-alimentaires. Les associations de leur côté y sont opposées. Elles considèrent en effet que même en filtrant les fumées et en récupérant l'énergie, l'incinération possède un rendement bien inférieur à celui du recyclage, qui économise en matière première et énergie. D'après une récente étude (J.F. Bourgoin, Valorga-Process, in *Combat Nature*, janvier 91) le rapport d'économie d'énergie serait de 1 à 4: 0,4 t.e.p. pour l'incinération et 1,6 pour le recyclage.

France Nature Environnement estime aussi (Lettre du Hérisson, janvier 91) que ce serait une mesure contraire à l'encouragement du recyclage et qu'il vaudrait mieux éviter l'incinération du PVC, celle-ci dégageant de l'acide chlorhydrique. Actuellement seulement 10% des incinérateurs sont conformes aux normes européennes, ce qui correspond environ à 30% des ordures ménagères traitées par incinération. On ne pourra valablement résoudre le problème des emballages dans la gestion des ordures ménagères qu'en changeant les mentalités (produire et consommer mieux et moins, ne plus gaspiller) et en adaptant le système administratif et fiscal pour un meilleur partage des responsabilités et un financement à la hauteur des coûts, dans tous les cas nettement sous-estimés (Cf. annexe n° 5). Dans cet esprit, les propres limites de l'opération Pélican ont valeur expérimentale.

Chacun pressent désormais que l'expérimentation locale permet seule d'adapter la théorie à la pratique pour résoudre la difficile question de la gestion des déchets. Une approche globale et partenariale, où les techniques et méthodes ne sont plus jugées concurrentes mais complémentaires, paraît montrer la voie.

En tout cas, l'expérience montre aussi l'aspect déterminant et irremplaçable, en amont et pour accompagner toute action, d'une sensibilisation bien comprise.

Annexe 1: Conditionnement des eaux minérales en Europe (% volume conditionné), 1987

	verre		pvc	pet	boîtes métal
	consigné	perdu			
Belgique	42,0	4,4	49,8	3,4	0,4
Danemark	85,7	9,7	0,6	-	-
France	11,5	3,1	85,4	-	-
RFA	84,0	10,8	3,9	1,0	0,3
Italie	66,7	4,5	15,5	10,7	-
Pays-Bas	79,2	-	16,5	-	4,3
Espagne	44,8	0,1	50,0	5,0	-
Suède	91,3	9,7	-	-	-
Royaume-Uni	-	56,3	27,4	16,3	-

Annexe 2: Le coût de l'environnement.

Actuellement le coût d'une décharge, sauvage ou autorisée, est très élevé pour l'environnement parce que mal gérée, et très difficile à évaluer concrètement; aucune étude sérieuse n'a été faite. Il faudrait inclure notamment le coût:

- de la pollution des nappes phréatiques, des plans d'eau.
- de la pollution atmosphérique (fumée, dégagements gazeux).
- de la dégradation du milieu, de l'occupation d'espace.
- de la prolifération d'espèces animales banales (rats, corvidés, goélands).
- de la détérioration des paysages (effet négatif sur le tourisme).
- de la prolifération des camions.
- de la santé.
- et enfin de la remise en état.

A l'heure actuelle, en France, seuls les coûts de transports et de maintenance sont évalués, autour de 50 FF/tonne, alors qu'on devrait considérer le volume. Qui peut dire dans quelle mesure ils évolueront. Si l'on tenait compte de tous les impacts sur l'environnement, il faudrait compter certainement bien plus que 500 FF la tonne.

L'incinérateur n'est guère plus efficace, d'où l'intérêt d'un recyclage maximum des matériaux présents dans les déchets ménagers, qui permet d'en diminuer le tonnage, valorise certains matériaux et crée des emplois.

Annexe 3: Méthodes de collecte du PVC bouteille expérimentées dans le cadre de l'Opération Pélican.

Collecte séparative multi-matériaux en porte à porte: une poubelle pour les déchets recyclables, une poubelle pour les autres. Taux de retour des bouteilles PVC: 70% (expérience dans 3 quartiers à Chambéry).

Collecte par conteneur. Le problème est celui du volume.

On peut y remédier:

- a) après collecte les bouteilles sont transportées en vrac vers un broyeur (coût de transport élevé en raison du faible poids transporté). Cas de l'Isle d'Abeau.
- b) au niveau du conteneur la bouteille est écrasée par un système manuel, d'où un gain de volume. Cas de Vienne.
- c) au niveau du véhicule collecteur la bouteille est écrasée (camion à benne compactrice, camion équipé d'un broyeur. Ils sont vidés par gravité (entreprise SILIM), cas des Bouches-du- Rhône, ou par aspiration (entreprise ICART), cas de la Haute-Savoie, de Seine-et-Marne.

Annexe 4: Opération Pélican, zone pilote, le point au 1er février 1991.

Phase pédagogique

- Sur les 22 agglomérations-pilotes, 18 ont participé. Une participation partielle (Montélimar), un report (Marseille), 2 refus (Lyon-Courly et Annemasse)
- 792 classes ont participé, soit 68% des classes des communes

participantes.

- 70% de ces classes ont été sensibilisées par les associations relais de France Nature Environnement.
- 270 tonnes de PVC (plus de 6 millions de bouteilles) ont été récoltées par les enfants, soit 28% du gisement potentiel, très bon résultat.
- 39% de la population ont été touchés dans les villes concernées.

Collecte tout public

Suite à cette première phase, les villes n'ont pas toutes persévéré.

- Collecte mise en place: Haute-Savoie, L'Isle d'Abeau, Neufchâteau, Vienne, Vitrolles, Contrexéville, Vittel.
- Collecte "sur le départ": Saint-Etienne, Romans, Valence.
- Collecte à l'étude: Marignane, Vitrolles, Aix-en-Provence, Marseille, Aix-les-Bains, Chambéry.
- Collecte en attente de décision ou de renoncement: Bourgoin, Lyon, Grenoble, canton de Viviers, Bollène, Avignon, Annemasse.

Extension de l'Opération

La notoriété de Pélican a provoqué une affluence de demandes. Ses promoteurs ont préféré assurer une meilleure gestion des déchets là où Pélican a déjà eu lieu plutôt qu'une dispersion dans toute la France. Toutefois de nouvelles candidatures sont recevables là où il y a une réelle volonté, pour que Pélican ne soit pas un coup médiatique sans lendemain. C'est dans ce sens que de nouvelles collectivités ont lancé l'opération: Montpellier, Bourg-en-Bresse, le département du Tarn, Bourg-les-Valence, La Tour du Pin; d'autres sont en pourparlers: Limoges, Pau, Cannes, Le Mans, Mâcon...

Annexe 5: Les 10 propositions de la décennie 90 de France Nature Environnement.

1. Consommer moins et mieux.
2. Collecter les déchets de façon sélective pour permettre recyclage et valorisation.
3. S'orienter vers une législation plus stricte et plus contraignante pour mieux respecter l'environnement.
4. Mettre en place un dispositif fiscal pour responsabiliser les industriels dans la fabrication de produits plus respectueux de l'environnement (notion d'écoproduit).
5. Réhabiliter les anciens sites de décharge et les remplacer par des centres de gestion globale des déchets, basés sur le principe "collecte-tri-recycle-valorisation", le stockage étant réservé aux ultimes déchets (résidus de traitement).
6. Suivre et contrôler les centres de gestion des déchets par des comités indépendants.
7. Transformer les industries de récupération et de recyclage en activités économiques propres et créatrices d'emplois.
8. Rendre plus fiable et moins polluante la technique d'incinération qui concernera les déchets après tri et non recyclables.
9. Prendre en compte le coût de l'environnement.
10. Gérer les déchets à l'échelle inter-communale. Partir des contraintes locales, sensibiliser, responsabiliser.

REFLEXION

Note sur le terme Biosphère

Jacques GRINEVALD

Institut d'études du développement, Université de Genève

Résumé : Précisions historique et sémantique sur le terme de Biosphère, si souvent employé dans *Stratégies énergétiques, Biosphère & Société* (chez Suess, Vernadsky, Teilhard de Chardin...).

Zusammenfassung : Einige historischen und semantischen Angaben zum Wort "Biosphère", das in *Strategien energetischen, Biosphäre & Gesellschaft* so häufig gebraucht wird (etwa bei Suess, Vernadsky, Teilhard de Chardin...).

Summary : Historical and semantic details on the term biosphere, so often used in *Energy strategies, Biosphere and Society* (by Suess, Vernadsky, Teilhard de Chardin, etc.).

Stratégies énergétiques, Biosphère et Société contient le mot Biosphère, le concept fondamental de l'écologie. C'est en effet toute une vision du monde, au sens propre du terme. Hélas, bien que largement usité depuis les années 60, ce mot savant est entouré d'une grande confusion et ses véritables origines sont généralement ignorées. Il est nécessaire de faire le point et de dissiper les malentendus.⁽¹⁾

Tout d'abord, il ne faut pas confondre les mots et les concepts. De nombreux auteurs préfèrent, depuis 1970, le néologisme américain *écosphère*⁽²⁾, ou d'autres expressions plus ou moins malheureuses qui semblent ignorer l'histoire de l'écologie comme science globale de la Biosphère⁽³⁾. Le mot biosphère (avec ou sans majuscule) est utilisé pour désigner en fait des concepts très différents, parfois contradictoires. La notion de Biosphère chez Teilhard de Chardin⁽⁴⁾, par exemple, n'est nullement un concept écologique ! Ce flou sémantique, que certains jugent "sans importance"⁽⁵⁾, traduit en réalité une fâcheuse confusion épistémologique.

L'une des raisons de cette situation, lourde de conséquences, est l'organisation de la science dans la société actuelle, son institutionnalisation parcellaire dans le cadre des Facultés, des départements et des disciplines académiques, en partie responsable de notre analphabétisme écologique. La «spécialisation à outrance» - déjà critiquées en 1892 par Forel⁽⁶⁾ - entraîne une perte du sentiment de «l'unité de la nature», encore vivace à l'époque du *Cosmos* de Humboldt, qui se traduit par un réel déficit épistémologique de la technoscience contemporaine. Dans ce contexte industriel du «savoir en miettes», le concept proprement holistique de la Biosphère se perd dans le *no man's land* qui sépare les sciences de la terre, les sciences de la vie, les

sciences de l'ingénieur, les sciences humaines et les sciences économiques et sociales. On n'ose même plus parler de la Nature: il paraît que c'est rétrograde !

Dans le premier numéro de SEBES, notre article sur l'effet de serre de la Biosphère⁽⁷⁾ adoptait ce dernier terme dans son sens écologique global, celui que lui donne une tradition scientifique longtemps négligée, fondée dans l'entre-deux-guerres par le grand savant russe Vladimir Vernadsky (1863-1945), le créateur de la *biogéochimie* et l'auteur, en 1926, de la première monographie scientifique (en russe) sur *La Biosphère* (et dont l'édition française, qui date de 1929, n'a jamais été rééditée !).

Cette négligence de l'héritage scientifique de Vernadsky (les choses sont en train de changer) est directement liée à la confusion qui entoure le terme de Biosphère, dont on oublie qu'il fut créé non par Vernadsky, comme l'écrit le professeur Ramade⁽⁸⁾, mais par le géologue viennois Eduard Suess (1831-1914) en 1875. La diffusion de ce terme est cependant postérieure à la publication du grand livre de Suess, *La Face de la Terre*, achevé en 1909 (la traduction française en 1918). Autrement dit, la notion de Biosphère, d'origine géologique et «naturaliste», est relativement récente dans l'histoire des idées, même si nous en retrouvons rétrospectivement quelques anticipations chez Buffon, Hutton ou Lamarck au siècle des Lumières. Prophétique est en effet la conception cyclique du «système de la Terre» comme monde vivant du médecin, chimiste, agronome, géologue et *natural philosopher* écossais James Hutton (1726-1797), considéré de nos jours, avec Vernadsky, comme l'un des plus illustres précurseurs de la théorie Gaïa⁽⁹⁾.

A la suite de Suess, plusieurs auteurs (incompris en leur temps), des géologues surtout, comme Teilhard et Vernadsky,

vont utiliser et valoriser le mot Biosphère, mais avec des perspectives théoriques et des intentions philosophiques très diverses. Un même mot va donc masquer une évolution conceptuelle multiple et divergente.

On oublie aussi qu'historiquement le concept écologique de la Biosphère (de la planète Terre, la seule biosphère dans le cosmos que nous connaissons), défini dans les années 1920 par Vernadsky, alors à Paris, précède la naissance du concept d'écosystème: ce dernier concept, qui va devenir central pour l'écologie systémiste⁽¹⁰⁾, a été introduit nommément en 1935 par le botaniste anglais Arthur Tansley (1871-1955), mais sa fortune moderne date essentiellement de l'article de 1942, "The trophic-dynamic aspect of ecology", de Raymond Lindeman (1916-1942), qui adoptait l'approche énergétique et biogéochimique de Vernadsky, adoptée à Yale par son maître George Evelyn Hutchinson (1903-), le «chaînon manquant» dans l'admirable filiation scientifique qui va des sources de la synthèse de Vernadsky à l'hypothèse Gaïa⁽¹¹⁾.

Sans examiner ici en détail l'évolution historique et la diffusion culturelle de cette grande idée de la Biosphère, dont les implications philosophiques et pratiques sont considérables et encore trop peu considérées, il n'est pas inutile de revenir, encore une fois, sur ce problème terminologique.

On peut distinguer au moins six acceptions courantes du mot Biosphère:

- l'enveloppe géologique des processus biologiques;
- l'ensemble des êtres vivants à la surface du globe (ou le biote);
- le réservoir, au sens géochimique, des biomasses (biosphères terrestre et marine);
- l'ensemble des zones biogéographiques de la planète naturellement habitées par des êtres vivants (sans distinction des espèces et du nombre);
- l'ensemble des écosystèmes du globe;
- le système écologique global intégrant tous les organismes vivants (les êtres humains aussi bien que les microorganismes) avec les roches (la lithosphère), l'eau (l'hydrosphère) et l'air (l'atmosphère) dans un métabolisme global qui transforme la Terre en unique «planète vivante» du système solaire.

C'est cette dernière conception interdisciplinaire et holistique qui est en train de triompher à la faveur de la convergence entre la «renaissance vernadskienne», le débat sur Gaïa, le programme *Sustainable Development of the Biosphere* de l'IIASA, le programme *Earth System Science* de la NASA et le Programme International Géosphère-Biosphère (IGBP), dit *Global Change*. Le concept écologique et planétologique de la Biosphère (avec ses cycles biogéochimiques) est à présent au centre des préoccupations de la coopération scientifique internationale qui se mobilise pour la sauvegarde de «l'habitabilité du globe».

N'oublions pas enfin que la Biosphère, que notre esprit peut

penser comme un «grand tout animé d'un souffle de vie» (A. de Humboldt) qui nous englobe et nous fait vivre, est bien plus réelle (et plus durable) que nos concepts et nos symboles; c'est le mystère même de la vie sur Terre, phénomène cosmique extraordinaire, prodigieux, à l'échelle du système solaire, et peut-être - nous n'en savons rien - de l'univers tout entier, comme le postule le *principe anthropique* de certains astrophysiciens⁽¹²⁾. C'est notre demeure cosmique, notre berceau et notre tombe. Son enveloppe atmosphérique nous protège du rayonnement solaire, du froid et des ténèbres de l'espace. Au même titre que des millions d'autres espèces (nous n'en connaissons même pas le nombre !), nous faisons intimement partie de la Biosphère, de sa coévolution avec la planète Terre. La Biosphère, fille unique de la Terre et du Soleil, est notre destinée d'êtres vivants; notre civilisation militaro-industrielle de la puissance, qui en altère la stabilité, l'homéostasie, tient à présent entre ses mains «le destin de la Terre» (Jonathan Schell), pour le meilleur ou pour le pire.

RÉFÉRENCES

- (1) Nicholas POLUNIN et J. GRINEVALD, "Vernadsky and Biospherical Ecology", *Environmental Conservation*, 1988, 15(2), pp.117-122. J. GRINEVALD, "L'écologie scientifique globale: vers une science de la Biosphère", *Transversales Science/Culture*, 1990, 3, pp.7-8.
- (2) Néologisme introduit aux Etats-Unis par LaMont C. COLE, "The ecosphere", *Scientific American*, 1958, 198(4), pp.83-96; repris en Europe à la suite de A. GILLARD, "On a terminology of biosphere and ecosphere", *Nature*, 1969, 223, pp.500-501. Ph. DAGET et M. GODRON, eds., "Vocabulaire d'écologie. Conseil international de la langue française", Paris, Hachette, 2e éd. revue et complétée, 1979, pp.44-45, 91. D'une manière générale, consulter Isaac PAENSON, "L'Environnement en mots-clés", Manuel multi-lingue de l'environnement, Anglais-Français-Allemand-Russe, Oxford, Pergamon Press, 1990, 2vols.
- (3) Voir G. E. HUTCHINSON et al., *The Biosphere*, A Scientific American Book, San Francisco, Freeman, 1970; (no spécial 223(3), 1970); et l'excellent petit manuel de Robert BARBAULT, *Écologie générale: Structure et fonctionnement de la biosphère*, Paris, Masson, "Abrégés", 2e éd. révisée et augmentée, 1990.
- (4) J. GRINEVALD, "Le développement de la biosphère", in *L'Homme inachevé*, Cahiers de l'I.U.E.D., 17, Genève, Paris, PUF, 1987, pp.29-44.
- (5) Ian BRADBURY, *The Biosphere*, London, Belhaven Press, 1991, p.3.
- (6) François-Alphonse FOREL (1841-1912), *Le Léman. Monographie limnologique*, t.1, 1892, Genève, Slatkine Reprints, 1969, p.x.
- (7) J. GRINEVALD, "L'effet de serre de la Biosphère: de la révolution thermo-industrielle à l'écologie globale", *Stratégies énergétiques, Biosphère et Société*, 1990, 1, pp.9-34.
- (8) François RAMADE, *Éléments d'écologie: écologie fondamentale*, Paris, McGraw-Hill, (1984) 1987, p.1.
- (9) James LOVELOCK, *The Ages of Gaia: A biography of our living Earth*, Oxford, Oxford University Press, 1988 (paperback 1989); trad. française: *Les Ages de Gaïa*, Paris, Robert Laffont, 1990.
- (10) J. GRINEVALD, "A propos de la naissance de l'écologie", *La Bibliothèque naturaliste* (Centre de Documentation Eco-Philosophique, Le Château, Sigoyer, F-04200 Sisteron), 1990, 11, pp.5-12. Voir le savant ouvrage de Serge FRONTIER et Denise PICHOD-VIALE, *Ecosystèmes, structure, fonctionnement, évolution*, Paris, Masson, 1991.
- (11) J. GRINEVALD, "On a holistic concept for deep and global ecology: The Biosphere", *Fundamenta Scientiae*, 1987, 8(2), pp.197-226; "Sketch for a history of idea of the Biosphere", in P. Bunyard et E. Goldsmith, eds., *GAIA, the Thesis, the Mechanisms and the Implications*, Camelford, Cornwall, U.K., Wadebridge Ecological Centre, 1988, pp.1-32.
- (12) John d. BARROW et Frank J. TIPLER, *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford, Clarendon Press, 1986.

Ethique et écologie

par Joel JAKUBEC
pasteur de l'Eglise nationale protestante de Genève

Résumé : La protection de l'environnement est une nécessité urgente et vitale. Une éthique véritablement écologique doit dépasser l'anthropocentrisme hérité pour une bonne part du judéo-christianisme et parvenir à une vision globale et interdisciplinaire du monde. Notre responsabilité face aux générations futures est primordiale.

Zusammenfassung : Der Umweltschutz ist eine dringende Lebensnotwendigkeit. Eine richtige ökologische Ethik soll die allzumenschliche vom Judentum und Christentum geerbte Weltanschauung überschreiten, um eine Gesamtansicht der Welt zu erreichen. Wir sind verantwortlich vor den kommenden Generationen.

Summary : Environmental protection is an urgent and vital necessity. A truly ecological ethic must go beyond the anthropocentrism which we have largely inherited from Judeo-Christianity and arrive at an overall and interdisciplinary view of the world. We have essential responsibility toward future generations.

“10 février 1600, jeudi. J'inscris cette date avec une plume exécrable, sans lunettes et tandis qu'il me reste sept journées à vivre, si vivre est aussi croupir dans la puanteur d'un cachot. Vivre, mourir. Ici, les extrêmes ont tendance à se vouloir confondre. Mais le diable, qui ne perd jamais son temps, a fait en sorte qu'il y eût dans ma dernière chambre une table, un tabouret, une froide clarté tombant d'un soupirail; et je suis une vieille bête résolue à ne pas perdre la raison, quitte à ployer jusqu'au bout sous le fardeau en quoi s'est résumée ma vie. Voilà pourquoi j'ai exigé de l'encre et du papier. Orazio m'a obéi sans hésiter:

- Ecris tant que tu veux, Brunus. Tout sera détruit.

- Merci, geôlier. Et rassure-toi: je ne te causerai pas le moindre ennui. Je sais parfaitement que ces notes n'ont aucune chance de devenir jamais mon dernier livre. Ma seule ambition sera d'être sept jours durant lecteur de moi-même. Après quoi on me brûlera, et ces feuilles. Un soupir, un tressaillement imperceptible du monde auront lieu et Giordano Bruno, écrivain, professeur de philosophie naturelle, ancien conseiller du roi de France, héros de la mémoire, des lettres, des sciences et des arts magiques ne sera plus qu'un souvenir - un mauvais souvenir, pour certains. Aux flammes l'hérétique !”⁽¹⁾

C'est ainsi que débute cette étonnante biographie romancée du moine dominicain Giordano Bruno de Nola, élève au couvent San Domenico Maggiore de Naples où enseigne Thomas d'Aquin, qu'on appelait Brunet à Genève, Monsieur le Napolitain à Paris, Brown à Oxford, et qui dialoguait d'égal à égal avec l'empereur Rodolphe II, en compagnie de Tycho Brahé, du jeune Képler et d'Arcimboldo au Château de Prague.

Serge Filippini, à l'aide des écrits du philosophe et savant de la Renaissance, tente de reconstituer les sept derniers jours du condamné désarticulé, dans la puanteur d'un cachot du Saint-Office à Rome. Jusqu'au bûcher le 17 février 1600.

Pourquoi ce supplice ? Précurseur, mais bien dans l'esprit des élites de l'époque, Giordano Bruno bouscule la théologie, catholique cela va sans dire, mais également celle de la Genève protestante, toutes deux alors très attachées aux conceptions aristotéliennes de l'univers. Il est séduit par l'intuition de l'infini d'un Nicolas de Cues, le mysticisme du médecin et alchimiste bâlois Paracelse, sans oublier la lecture de maints classiques grecs. Postuler la terre en mouvement autour du soleil (contrairement à ce qu'on pensait jusqu'alors), et surtout non le centre d'un univers que Bruno imagine infini, n'est pas seulement avancer une hypothèse astronomique: c'est porter atteinte au statut de la théologie - du moins selon la compréhension généralement admise en ce temps-là. Par ailleurs quand Giordano Bruno proclame que l'esprit de chacun possède toutes les propriétés de l'Esprit universel, l'inquisiteur voudrait le voir préciser ce qu'il entend par âme: habite-t-elle le corps des bêtes, ou seulement celui des hommes ?

Toutes questions essentiellement philosophiques ou théologiques, mais qui néanmoins ont un redoutable impact social et politique et conséquemment éthique. Tout pouvoir tient à conserver, voire augmenter ses prérogatives. Il a besoin pour cela d'un consensus largement admis et respecté. A une époque, celle de Bruno, où les décisions d'intérêt général et la puissance financière appartiennent souvent aux autorités ecclésiastiques - ou temporelles, mais néanmoins avec la bénédiction *nolens volens* de l'Eglise -, le monothéisme avec son vicaire et ses serviteurs, le géocentrisme et l'anthropocentrisme offrent

(1) Serge FILIPPINI, *L'Homme incendié*, Editions Phébus, Paris, 1990, p.13.

l'image parfaite et hiérarchisée, en quelque sorte transcendée, de ce vers quoi doit tendre la société humaine pour justifier et préserver les privilèges acquis de longue date et maintenir l'ordre. Le mathématicien et philosophe Bertrand Russell, dans une petite étude polémique, écrivait: "Ceux qui mettaient en doute les credos affaiblissaient l'autorité du clergé, et risquaient d'amoindrir ses revenus; en outre, ils passaient pour saper la moralité, puisque le clergé déduisait les devoirs moraux des credos. Il semblait donc aux dirigeants temporels, tout comme aux gens d'Eglise, qu'ils avaient de bonnes raisons de craindre les doctrines révolutionnaires des hommes de science."⁽²⁾

Cette *Weltanschauung* monolithique ne fut pas sans gauchir profondément (irrémédiablement ?) le christianisme, et rendre ses adeptes si souvent inaptes à envisager les questions actuelles de l'écologie et la *révolution éthique* qu'elles réclament. Le biologiste Philippe Lebreton nous semble perspicace lorsqu'il attribue pour une part l'incompréhension et le désintérêt écologique - ou encore l'égoïsme conquérant - de l'Occidental, plus généralement de l'homme blanc, à son monothéisme et à son anthropocentrisme, ce dernier manifesté dans bien des récits bibliques vétéro-testamentaires.⁽³⁾ (Nous considérons la Bible en premier non pas dans un but parénétique ni apologétique, mais parce que, objectivement et indépendamment de toute adhésion spirituelle, elle a conditionné, et conditionne encore, la pensée moderne.)

Il est évident qu'une lecture biblique privilégiant la relation Homme-Dieu fut peu propice à développer chez le premier son appartenance à l'ensemble du cosmos et la conscience d'une dépendance quasi symbiotique avec la terre; en le libérant incontestablement de nombreux tabous (assimilés, parfois à tort, parfois avec raison, à de l'obscurantisme), le judéo-christianisme a favorisé l'impérialisme humain. Parmi les nombreux exemples possibles, mentionnons le récit de l'Arche de Noé. Lebreton y soupçonne l'affirmation d'un *paternalisme* qui veut voir au mieux dans l'animal un frère inférieur, mais non un partenaire.⁽⁴⁾ Volonté de *puissance* aussi contenue dans le fameux verset 28 du premier chapitre de la Genèse: "Fructifiez et multipliez-vous, remplissez la terre et soumettez-la, ayez autorité sur les poissons de la mer et sur les oiseaux des cieux, sur tout vivant qui remue sur la terre."⁽⁵⁾ L'exégèse qu'en donne Elie Munk est peu altruiste: "L'ordre adressé au genre humain de s'assujettir la terre implique le droit de soumettre, de transformer les biens et les produits de la terre et de se les approprier librement. C'est un droit formel consacré par Dieu. Aussi la loi des hommes aura-t-elle le devoir de faire respecter le droit de propriété et de condamner toute atteinte portée au bien du prochain, en tant que violation du droit divin et de défi à l'adresse du créateur."⁽⁶⁾ Nous osons espérer que l'exégète outrepassa les ordres divins lorsqu'il affirme que ce droit de propriété supplante même l'utilité sociale

quand il y a conflit d'intérêt ! En tout cas une telle vision du monde, hélas fort répandue, a donné, et donnera toujours lieu à maintes injustices, sans oublier les exactions des conquistadores du XV^e siècle - heureusement la pensée biblique déborde le zèle de ses lecteurs, nous le verrons plus loin. Exaltation de l'*effort* également, contenue au chapitre trois de la Genèse toujours: "A la sueur de ton visage tu mangeras du pain". Sublimation qui influencera profondément la bourgeoisie, jusqu'à sa littérature d'agrément (Cf. par exemple la fable *La Cigale et la Fourmi* de La Fontaine).

De tels exemples laissent en effet bien peu de place à la vie des plantes et des animaux, et ne sont pas étrangers à l'édification de l'*Homo occidentalis*. Certes les prolongements éthiques d'une telle édification ne sont pas tous négatifs: la notion de *Beruf* chez Luther revêt - comme son étymologie l'indique - l'idée de vocation.⁽⁷⁾ Le métier, le labeur, a une connotation religieuse; il élève l'homme et le contexte social dans lequel il vit, mais côtoie sans cesse - c'est un risque que l'Histoire confirme chaque jour - ce que le professeur André Biéler appelle le *développement fou*.⁽⁸⁾ Il est amusant par ailleurs de remarquer que le marxisme, cette pseudomorphose du christianisme, en imite les aspects contestables: "Le communisme, ce sera la domination pleinement développée de l'homme sur les forces naturelles, sur la nature proprement dite aussi bien que sur sa nature à lui" (Karl Marx, cité par Lebreton⁽⁹⁾).

Il faut néanmoins reconnaître que la pensée judéo-chrétienne n'est pas totalement insensible à la nature. L'apôtre Paul est même capable de l'imaginer souffrante lorsqu'il écrit aux Romains: "La création toute entière a été assujettie à la vanité. Elle espère être délivrée elle aussi de la servitude de la corruption. Nous savons que, jusqu'à ce jour, elle soupire."⁽¹⁰⁾ L'existence, sinon spirituelle, du moins capable de sentiments, du règne animal est reconnue: "Le juste connaît les besoins de son bétail", écrit le sage Salomon.⁽¹¹⁾ Le règne végétal y est promu à un bel avenir; poète, le prophète s'exclame: "Montagnes et collines éclateront en clameurs de joie devant vous et tous les arbres de la campagne battront des mains. Au lieu de l'épine croîtra le cyprès, au lieu de l'ortie croîtra le myrte."⁽¹²⁾

Cependant si les Saintes Ecritures sont truffées d'appel à la sobriété, à la modération dans la consommation, au respect des faibles, c'est toujours à travers le prisme de l'homme, seul bénéficiaire et usager privilégié, que les sujets de la création sont identifiés. Quand la Bible veut faire comprendre ce qu'est l'amour du prochain en une injonction lapidaire devenue célèbre (tu aimeras ton prochain comme toi-même), c'est encore l'*Homme soi-même* - quasi autiste - qui en est la mesure. Dans le mythe du Jugement dernier⁽¹³⁾, les bons et les mauvais sont

(2) Bertrand RUSSELL, *Science et Religion*, Gallimard, Paris, 5^e édition, 1957, p. 9

(3) Philippe LEBRETON, *La Nature en crise*, Editions Sang de la terre, Paris, 1988, p.20. Voir aussi François WALTER, *Les Suisses et l'environnement, une histoire du rapport à la nature du 18^e siècle à nos jours*, collection Histoire, Editions Zoé, Carouge-Genève, 1990, pp.23-24.

(4) Philippe LEBRETON, op.cit., p.44.

(5) Nous utilisons la traduction de la Bible que donne la Bibliothèque de la Pléiade, nrf, Ancien Testament, tome 1.

(6) Elie MUNK, *La Voix de la Thora*, tome 1, Fondation Lévy, Paris, 4^e édition, 1981, p.15 (en français et en hébreu).

(7) Max WEBER, *L'Éthique protestante et l'esprit du capitalisme*, Plon, Paris, 1964, p.84 et passim.

(8) André BIÉLER, *Le Développement fou, le cri d'alarme des savants et l'appel des Eglises*, Labor et Fides, Genève, 1973.

(9) Philippe LEBRETON, *Eco-logique, initiation aux disciplines de l'environnement*, InterEditions, Paris, 1978, pp.212-226.

(10) *Épître de Paul aux Romains*, chapitre 8, versets 20 et 21.

(11) *Les Proverbes*, chapitre 12, verset 10, in l'Ancien Testament, Bibliothèque de la Pléiade, nrf, tome 2.

(12) *Le livre d'Isaïe*, chapitre 55, verset 12 et 13, in l'Ancien Testament, Bibliothèque de la Pléiade, nrf, tome 2.

(13) *Évangile de Matthieu*, chapitre 25, verset 31 et suivants.

discriminés en raison de leur bonté ou malveillance envers l'Homme *exclusivement*; le soin de la création dans sa totalité n'ouvre pas les portes du paradis !

Cet anthropocentrisme chrétien est la règle aujourd'hui encore, bien qu'apparaisse ici et là quelque évolution. Le christianisme est humaniste et social avant d'être écologique. Les Eglises organisent volontiers une collecte pour les lépreux, le tiers monde ou le quart monde, les porteurs du virus HIV, etc.; les comités de bienfaisance abondent en ecclésiastiques, mais on ne les rencontre guère dans les mouvements de protection de la nature. L'Institut d'éthique sociale de la Fédération des Eglises protestantes de la Suisse n'ignore pas les dangers qui menacent la Biosphère, mais il prend bien soin de rappeler que "les besoins matériels de l'homme - *toujours l'homme* (c'est nous qui ajoutons) - doivent être satisfaits" ⁽¹⁴⁾ (Il est vrai cependant que l'écologie, hélas, fait souvent figure de souci de riches, et que la misère et le chômage empêchent une estimation sereine des nuisances; c'est probablement l'un des obstacles les plus sérieux à une prise de conscience écologique. Lebreton constate que le souci de la nature et la perception des risques de catastrophe écologique augmentent chez les cadres et les diplômés universitaires. ⁽¹⁵⁾) Autre exemple très typique à cet égard, l'évolution sémantique du vocable *bioéthique*: sauf erreur il apparaît pour la première fois dans la littérature en 1970 sous la plume de van Reusselaer Potter dans un article intitulé *Bioethics, the Science of Survival*. Il concernait autant la Biosphère et son écologie que la médecine. Par la suite le terme fut réservé à la sphère médicale et humaine, comme s'il n'y avait de problèmes éthiques qu'en ce domaine, comme si la nature dans sa totalité n'était digne de telles préoccupations. ⁽¹⁶⁾ Bien plus, Guy Durand, professeur de théologie morale à l'Université de Montréal, oubliant totalement l'histoire du mot bioéthique, va jusqu'à juger abusif d'oser inclure dans cette discipline une réflexion entre autres sur l'accroissement démographique et la pollution. Il nous semble au contraire que les hésitations et les errements actuels de la bioéthique résultent du champ limité (également du point de vue socio-politique) et compartimenté qu'on lui attribue. Au fond, *mutatis mutandis*, la civilisation du XX^{ème} siècle issue du christianisme reprend la pensée du philosophe grec Protagoras: "l'homme est la mesure de toute chose", avec en arrière-plan, parfois encore, *solī Deo gloria* !

Ce qui est à la fois singulier, fascinant et désespérant, l'anthropocentrisme égotiste outrancier de cette fin du XX^e siècle trahit le but qu'il s'était fixé - davantage de bien-être, davantage de liberté - et finit inexorablement par détruire

l'homme. Jacques Ellul démontre et démonte le mécanisme de ce qu'il appelle le *système technicien*. Il met le doigt sur "l'indépendance apparente de l'homme" ⁽¹⁷⁾ et l'affirmation illusoire de sa personnalité. "Comment dire que la sexualité hautement technicisée n'est pas l'amour ? (...) que la nature reconstituée par la technique n'est pas la nature ? que le non-conformisme fonctionnalisé n'est pas existentiel ?" On détruit en quelques jours ce que des siècles de maturation biologique ou culturelle ont produit pour que monsieur tout-le-monde puisse gagner cinq minutes en voiture, minutes qu'il perdra ensuite devant son poste TV. "La croissance technique c'est l'économie de temps. Elle joue sur le temps, elle produit du temps au détriment pourrait-on dire de l'espace. Elle est créatrice de temps pour l'homme en même temps que réductrice d'espace." Et l'espace, encore vierge, manque peu à peu dramatiquement à l'homme pour s'épanouir. Avec une ironie lucide Georgescu-Roegen affirme l'urgence de "renoncer au cercle vicieux de l'homme qui prend le matin un appareil à raser plus vite pour arriver plus rapidement à l'atelier où il fabrique un nouvel appareil à raser plus vite" ⁽¹⁸⁾. Plus grave encore, en ce siècle, tantôt de doute, tantôt de confusion, tantôt de vide spirituel, la technique s'arroge les prérogatives du sorcier qu'on imaginait à jamais oublié. Nicolas Berdiaev (1874-1948), dans une somme éthique d'inspiration chrétienne, écrivait: "Une des conséquences de la technique est que tout ce qui apparaissait neutre auparavant, acquiert une portée spirituelle et religieuse. La technique ne maintient sa neutralité qu'à un certain degré de son développement; au degré supérieur, elle la perd et peut se transformer en magie, en magie noire, si l'esprit ne la subordonne pas. Elle peut aboutir à l'extermination de la plus grande partie de l'humanité et même à une catastrophe cosmique." ⁽¹⁹⁾

Aveuglé dans cette course vers l'absurde, l'habitant des pays industrialisés n'a pu que mépriser peut-être la seule institution biblique non anthropocentrique et spécifiquement théocentrique, le repos du *sabbat* des Juifs, et plus tard du *dimanche* des Chrétiens. Quoique Jésus, en s'empressant d'en relativiser la rigueur rituelle à son profit et au profit de l'homme, ait ouvert de dangereuses vannes. ⁽²⁰⁾ En vue d'une foi plus authentique il est vrai, mais a-t-il imaginé les cohortes dominicales de voitures sur les autoroutes, les bouchons, la pollution, les morts du samedi soir ? N'avait-il pas peut-être une trop haute idée de l'Homme ? Le repos prescrit du sabbat - qui concerne aussi les animaux - se veut une louange à Dieu, le respect et le rappel des bienfaits de son oeuvre, une occasion de ressourcement tant spirituel que matériel; de même que l' *année sabbatique*, tous les sept ans, qui accorde le repos à la terre en la laissant un an en jachère. L'ordre est absolu: la septième année, "tu n'ensemenceras pas ton champ et tu ne tailleras pas ta vigne, tu ne moissonneras pas le regain de ta moisson et tu ne vendangeras pas les raisins de ton vignoble inculte" ⁽²¹⁾. Le sabbat obéit certes à une pensée religieuse,

(14) *Energie, Eglise et société*, rapport de l'Institut d'éthique sociale de la Fédération des Eglises protestantes de la Suisse, Beau-Séjour 28, 1003 Lausanne, 1980, p.97.

(15) Dans la brève analyse qu'il fait de la composition des associations de protection de la nature en France, Lebreton constate que 58% de leurs membres ont moins de 40 ans et 50% sont d'un niveau culturel au moins égal au baccalauréat. Un sondage français révèle que 38% des personnes inquiètes des risques liés à la technologie sont des diplômés de l'enseignement supérieur. Cf. Philippe LEBRETON, *La Nature en crise*, op.cit., p.195 et 309.

(16) Nous empruntons ces renseignements à Jean-Marie THÉVOZ, *Entre nos mains l'embryon, recherche en bioéthique*, Labor et Fides, Genève, 1990, p.17. (L'ouvrage entier d'ailleurs, à partir d'une herméneutique calvinienne rigoureuse, légitime la recherche en génétique humaine dans la mesure où elle vise le bonheur du couple humain, principal critère.) Voir aussi Guy DURAND, *La bioéthique*, Cerf, Paris, 1989, p. 35.

(17) Jacques ELLUL, *Le Système technicien*, Calmann-Lévy, Paris, 1977, p.123 et suivantes.

(18) Cité par Ivo RENS, *Remarque sur la clôture du temps dans le mouvement écologique contemporain*, in *Res Publica*, revue belge de science politique, no 1, 1977, p.145.

(19) N. BERDIAEV, *De la destination de l'homme, essai d'éthique paradoxale*, L'Age d'homme, Lausanne, 1979, p.293.

(20) *Evangile de Marc*, chapitre 2, verset 27.

(21) *Le Lévitique*, chapitre 25, verset 4, in l'Ancien Testament, Bibliothèque de la Pléiade, nrf. tome 1.

néanmoins nous avons ici, et plus de 2000 ans avant la catastrophe écologique qui borne notre horizon, si ce ne sont les premiers éléments d'une *croissance zéro*, du moins une tentative de modération dans la surproduction et la surconsommation, et dont nous devrions nous inspirer. (Rappelons à ce propos l'initiative des lycéens de Burgdorf: 12 dimanches par an sans voitures et refusée en votation populaire.) "Les périodes sabbatiques viennent mettre entre parenthèses la compétition des individus et l'exploitation de la nature afin d'instaurer la *solidarité du vivant*."⁽²²⁾

On le voit, les préoccupations écologiques (liées au respect de la création, œuvre de Dieu) du judéo-christianisme existent. Mais sont-elles suffisamment prioritaires aujourd'hui pour faire contrepoids aux nombreux thèmes anthropocentriques qui, en partie pour des raisons historiques, ont donné le ton à l'exégèse des siècles durant, et pour constituer une hypothèse de travail valable dans la tentative de sauvegarde de la Biosphère ? Pour nous la question demeure ouverte, scepticisme inclus, tant les schémas habituels sont solidement ancrés. Si les drames écologiques récents ont occasionné une réflexion chez quelques chrétiens engagés, elle demeure hélas trop souvent marginale par rapport à l'ensemble de l'élaboration théologique séculaire.

Un autre danger encore menace la Biosphère, que nous appellerons, à défaut de mieux, *la rupture éthique*, c'est-à-dire sa fragmentation dans les divers domaines du savoir. La dernière livraison de *Campus* consacré à l'éthique et intitulé *Mais quel monde voulons-nous ?* en est l'illustration.⁽²³⁾ Les Facultés de théologie, des sciences, de médecine, les Départements de science et d'économie politiques, ont tour à tour la parole. Albert Jacquard est en quête d'une "définition de l'Homme". Eric Courvoisier met en avant "la dignité, l'intégrité et le devenir de l'homme".⁽²⁴⁾ Bref, d'autres mots pour signifier l'anthropocentrisme; et chaque science ainsi rassurée poursuit ses limites, qui par définition lui échappent, toujours à l'horizon du savoir. Il s'agit ici davantage de *déontologie professionnelle* que véritablement d'éthique. William Ossipow a raison d'user de ce vocable et d'écrire, au risque de heurter: "Il est en effet normal et conforme à la déontologie économique de *faire de l'argent*, fût-ce en spéculant ou vendant des canons".⁽²⁵⁾ C'est hélas vrai: dans la mesure où la marchandise est conforme aux promesses du vendeur, où l'acheteur est informé du rapport qualité-prix, et d'autre part présente les garanties de bonnes mœurs suffisantes (de même qu'on ne remet pas les clés d'une voiture à un alcoolique), il n'est pas répréhensible de vendre des canons. Il en va ainsi de presque toutes les activités humaines; considérées *individuellement*, elles trouvent toujours en elles-mêmes leur propre justification. Autarciques, elles sont sans frein.

Tant qu'une discipline (médecine, biologie, génie civil, économie...) se concentre et se limite à son champ d'application ordinaire, son éthique - il serait plus juste de dire sa déontologie - ne peut être autre que le simple respect de ses règles internes, de

ses prescriptions et de ses buts déclarés. Il y a problème éthique et responsabilité quand survient un *paramètre* étranger à la discipline considérée (par exemple préservation de la faune lors de grands chantiers), paramètre qu'il s'agira d'accepter et d'intégrer (au sens étymologique, c'est à dire conserver intégralement et non détruire). Si l'écologie - dont le terme a été forgé en 1866 déjà par le biologiste allemand Ernst Haeckel - est la branche des sciences du vivant étudiant les *conditions d'existence* et les *interactions* entre les êtres vivants et le milieu; si l'écologie, constatant le déséquilibre croissant entre l'homme et l'environnement et entre les pays dits développés et sous-développés, s'est muée en une science *interdisciplinaire*, privilégiant l'approche thermodynamique des flux d'énergie et de matière propres à tout écosystème⁽²⁶⁾, alors elle est réellement apte à prendre en compte une multitude de paramètres biologiques et sociaux et à proposer ainsi à l'homme une possibilité de vivre susceptible de préserver l'intégrité de la Biosphère. Par ce fait même, elle pose les premiers jalons d'une conduite humaine - d'une éthique - capable de respecter les conditions adéquates à une vie harmonieuse; elle offre des éléments de réponse tant à l'anthropocentrisme autistique et délétère qu'à l'éclatement contemporain de l'éthique, reflet du désarroi de la société industrielle, incapable de se déterminer devant l'infini des nouveautés qui lui sont présentées.⁽²⁷⁾

* * *

En cette fin du XXe siècle et nonobstant notre orgueil (et illusion) scientiste, envisager favorablement d'autres modes de penser et de vivre nous semble une nécessité urgente et un authentique acte de sympathie (au sens fort) humaine. Une recherche éthique "se doit de poser la question de la finalité de notre style de vie, axé sur la consommation à court terme et l'accroissement du bien-être matériel. Son rôle spécifique consiste à discuter les valeurs qui orientent la manière de vivre actuelle. Cette interrogation apparaît d'autant plus légitime que le système de valeurs des acteurs sociaux, décideurs ou usagers, exerce une influence prépondérante sur les modes de vie, et donc sur les façons de consommer l'énergie."⁽²⁸⁾

Est-il encore assez tôt pour aménager ce qui est ? *Economiser* les ressources telluriques et l'énergie suffit-il ? La progression de certains maux issus de notre façon de vivre peut-elle, de géomé-

(26) Nous empruntons cette définition au *Lexique des sciences sociales*, publié sous la direction de Madeleine GRAWITZ, professeur à la Sorbonne, Dalloz, Paris, 5e édition, 1991. Le lecteur peu informé des sujets abordés par l'écologie lira avec profit de Philippe LEBRETON, *La Nature en crise*, op.cit., ou son Etude critique par Joel JAKUBEC in *Stratégies énergétiques, Biosphère & Société*, no 2, Genève, 1990, pp.122-125.

(27) Nous n'ignorons pas que, selon Karl BARTH, l'éthique devrait découler des credos de la théologie dogmatique. Le "respect de la vie" a un fondement théologique: "La naissance de Jésus-Christ est la révélation de ce commandement" (*Kirchliche Dogmatik*, volume 1, ch. 2). L'incarnation du Christ confère une valeur inaliénable à la création, elle conduit à l'éthique. Cependant vu l'éparpillement confessionnel et religieux de cette fin de millénaire - sans oublier la laïcisation de la société - il nous semble impossible de partir de cette prémisse. Les facultés de théologie - en tout cas du côté réformé - semblent également, et malheureusement, y avoir renoncé puisque la chaire d'éthique est devenue autonome !

(28) C. BOVAY, R.J. CAMPICHE, F. HAINARD... *L'Energie au quotidien*, collection Le champ éthique, Labor et Fides, Genève, 1987, p.246.

(29) Cf. Nicholas GEORGESCU-ROEGEN, *Demain la décroissance, entropie-écologie-économie*, Editions Pierre-Marcel Favre, Paris-Lausanne, 1979, pp. 17-36.

(22) Otto SCHÄFER-GUIGNIER, *Et demain la terre, christianisme et écologie*, Labor et Fides, Genève, 1990, p.47.

(23) *Campus*, Magazine de l'Université de Genève, no 9, avril-mai 1991.

(24) Op. cit., pp. 14 et 15.

(25) Op. cit., p.6.

trique, être au moins ramenée à une progression arithmétique ? Ose-t-on espérer que les économistes tiendront compte du caractère inéluctable de la loi d'entropie dans leurs prévisions ?⁽²⁹⁾ Ici il faut se méfier du "système technicien" qui pour l'instant joue gagnant. Car d'une part il abuse de son immense pouvoir de "récupération" grâce, comme le remarque Jacques Ellul, à sa "souplesse" d'adaptation qui sait donner le change; une fabrique d'automobiles nomme, par exemple, l'un de ses modèles "Prairie" ! Mais l'écologie, ce n'est pas l'aquarium au salon. Et d'autre part il profite de l'ignorance des lois de la physique chez la plupart des partenaires sociaux. "Ne doit-on pas qualifier de catastrophique la méconnaissance habituelle des lois physiques régissant l'activité économique ? En effet, le processus de production tire son énergie première d'un écosystème qui a ses propres contraintes. Comme le disait Paul Valéry: « Il n'est pas de rêverie possible à l'encontre du principe de Carnot ». Certes, les limites de la croissance économique sont d'abord socio-politiques et culturelles, mais ces limites s'éclairent à la lumière de la notion récente des limites naturelles à toute croissance."⁽³⁰⁾

Et si un bouleversement de toutes nos références se révélait inéluctable, la société recèlerait-elle assez de souffle vital pour l'affronter, ne serait-ce que pour en prendre conscience ? Vaclav Havel qui a bien connu le totalitarisme est néanmoins sans illusion, et pessimiste quant à l'avenir des sociétés occidentales lorsqu'il écrit: "Il semble bien que les démocraties parlementaires traditionnelles ne proposent pas de moyen de faire front de manière fondamentale à la gravitation de la civilisation technique et de la société industrielle de consommation. Elles aussi sont à sa remorque et impuissantes à s'y opposer. Seule la façon dont elles manipulent l'individu est infiniment plus subtile et plus raffinée que les manières brutales du système post-totalitaire. Tout cet ensemble de partis (...) agissant de manière tellement intéressée, dominés par des appareils professionnels qui déchargent le citoyen de toute responsabilité, toutes les structures complexes des foyers expansifs et manipulateurs d'accumulation du capital, le diktat omniprésent de la consommation, de la production, de la publicité, du commerce, de la culture de consommation, ce submergissement d'informations, tout cela peut difficilement être considéré comme la voie grâce à laquelle l'individu aurait quelque perspective de se retrouver lui-même."⁽³¹⁾

Les Indiens d'Amérique, *mutatis mutandis*, avait peut-être quelques valeurs à transmettre. Une étude parue dans la *Neue Zürcher Zeitung*⁽³²⁾ au sujet des révoltes récentes des Indiens du Canada et intitulée *Uranium City: Sackgasse für Kanadas Indianer* (Uranium City, impasse pour les Indiens du Canada), montre la photo d'un grand panneau indien explicatif pour les Blancs leur *Indian View*. De haut en bas, c'est-à-dire dans l'ordre d'importance, et avec des dessins nous y lisons: *God* -

Nature - Fellow Man - Self. L'individu vient après la collectivité, après son environnement: c'est exactement l'ordre inverse de nos valeurs. On lira à titre documentaire, toutefois non sans émotion, ces quelques phrases d'une vieille sage Wintu et du chef Taganta Mani (1871-1967): "Les Blancs se moquent de la terre, du daim ou de l'ours. Lorsque nous, Indiens, chassons le gibier, nous mangeons toute la viande. Lorsque nous cherchons les racines, nous faisons de petits trous. (...) Lorsque nous brûlons l'herbe à cause des sauterelles, nous ne ruinons pas tout. (...) L'homme blanc, lui, retourne le sol, abat les arbres, détruit tout."⁽³³⁾ L'arbre dit: « Arrête, je suis blessé, ne me fais pas mal. » (...) L'esprit de la terre le hait. (...) Nous voyions la main du Grand Esprit dans presque tout: le soleil, la lune, les arbres, le vent et les montagnes, parfois nous l'approchions par leur intermédiaire."⁽³⁴⁾ On rapprochera cette dernière phrase de la question de l'inquisiteur à Giordano Bruno: "l'âme habite-t-elle le corps des bêtes, ou seulement celui des hommes ?" Faut-il sourire ou se lamenter de tant de vaine prétention ?

Hélas, "jouer aux Indiens" n'est plus qu'un souvenir enfoui dans l'imagination et les jeux de la petite enfance - remarquons en passant qu'il s'agissait d'abord de pourchasser l'Indien. Néanmoins la civilisation scientifique et matérialiste ne peut sans autre renier son passé ni ses rêveries pour se contenter d'un sourire nostalgique si elle veut survivre. Michel Serres, faisant appel aux oeuvres littéraires qui ont marqué l'humanité, analyse lucidement la situation quasi désespérée d'aujourd'hui. "Achille, roi de la guerre, lutte contre un fleuve en crue. Etrange et folle bataille ! Par cette rivière, nous ne savons pas si Homère, au chant XXI de l'*Illiade*, entend le flux croissant des ennemis en furie qui assaillent le héros. En tout cas, au fur et à mesure qu'il jette au fil de l'eau des cadavres innombrables d'adversaires vaincus et tués, le niveau monte de sorte que le ruisseau, débordé, vient le menacer jusqu'aux épaules. Alors décontenancé d'une terreur nouvelle, il se débarrasse de l'arc et du sabre, et, les mains libres levées vers le ciel, prie. Gagne-t-il si complètement que, répugnante, sa victoire se renverse en échec ? A la place des rivaux font irruption le monde et les dieux."⁽³⁵⁾ *Le monde fait irruption*. C'est ce paramètre étranger et imprévisible qui vient contester la souveraine liberté que s'attribue, jusqu'alors impunément, chaque domaine du savoir (ici l'art de la guerre). Bien plus, qui le tient en échec. Enfin ce paramètre, le monde, est global et interdisciplinaire, il tient compte du vivant dans son ensemble, et il appelle à la responsabilité, à la réflexion pour (qu'Achille puisse) survivre: d'écologique il devient éthique. Enfin *les dieux eux-mêmes*, selon l'*Illiade*, sont invoqués dans le débat. Comment mieux dire que le problème de la survie (d'Achille) n'est pas seulement matériel, qu'il n'est pas uniquement lié à la technologie (ici son arc et son sabre) mais spirituel et qu'il a trait à l'échelle des valeurs de la civilisation, à la

(30) Ivo RENS et Jacques GRINEVALD, *Réflexions sur le catastrophisme actuel, in Pour une Histoire qualitative*, Etudes offertes à Sven Stelling-Michaud, Presses universitaires romandes, Genève, 1975, p. 305.

(31) Cité par Friedrich DÜRRENMATT in *Pour Vaclav Havel*, Editions Zoé et l'Aube, Carouge-Genève, 1990, pp. 27-28 (Edition originale en allemand chez Diogenes Verlag AG, Zürich, 1990), et tiré de Vaclav HAVEL, *Essais politiques*, Calmann-Lévy, Paris, 1989, p. 151. Il s'agit du discours de Dürrenmatt lors de la remise du prix Duttweiler au président Vaclav Havel. Nous nous souviendrons du ton ironique de Dürrenmatt ainsi que de la stupeur des autorités helvétiques devant sa franchise et sa lucidité !

(32) *Neue Zürcher Zeitung*, Samstag/Sonntag 29/30 September 1990, pp. 77-79.

(33) Il nous faut bien constater l'incompréhension et l'ignorance totales de l'un des maîtres à penser du XVIII^e siècle français, MONTESQUIEU. Quoi que aristocrate libéral, il ne sait éviter le piège "raciste" et hautain lorsqu'il écrit au livre 5, chapitre 13 de *L'Esprit des lois* : "Quand les sauvages de la Louisiane veulent avoir du fruit, ils coupent l'arbre au pied, et cueillent le fruit."

(34) T.C. McLUHAN, *Pieds nus sur la terre sacrée*, collection Médiation, Denoël/Gonthier, Paris, 1974, pp. 25 et 34. Voir aussi Hanna JOHANSEN, *Retour à Oraibi*, Editions Zoé et l'Aube, Carouge-Genève, 1991.

(35) Michel SERRES, *Le Contrat naturel*, Editions François Bourin, Paris, 1990, p. 14.

spiritualité, au style de vie qu'il faudra bien, un jour ou l'autre, reconsidérer. "La solution passe par une réflexion sur la place de l'environnement dans le processus économique et une intégration du mode de vie dans les limites physico-chimiques et biologiques de viabilité planétaire. Cela signifie une population mondiale stationnaire (10^{10} habitants) et un emploi limité et majoritaire des énergies renouvelables et géothermiques. Le problème de fond est plus *culturel* que scientifique et technologique."⁽³⁶⁾ Il est grand temps d'acquiescer une *écophilosophie* !⁽³⁷⁾

Certes, il n'est pas facile de définir clairement le paramètre *Monde*, d'en cerner les limites, les variables dont il dépend, ou qui dépendent de lui (effets de l'activité humaine sur la faune, la flore, l'atmosphère, le climat, la radioactivité ambiante, la démographie, la pollution, etc., et inversement), et toute approche ne peut être que provisoire. Difficile aussi d'envisager un nouvel art de vivre (amérindien ou non !). Néanmoins, comme le constate le physicien américain Amory B. Lovins, "l'éventail des options sociales disponibles pour les pays riches est beaucoup plus ouvert qu'un avenir en forme d'entonnoir étroit"⁽³⁸⁾. Nicholas Georgescu-Roegen, quant à lui, fait la distinction entre la *croissance économique*, responsable de la pollution et de l'épuisement des ressources à basse entropie, et le *développement*, source d'innovations, tout en constatant qu'ils vont souvent de pair. "C'est faute d'avoir systématiquement observé les distinctions que les défenseurs de l'environnement ont pu être accusés d'être des adversaires du développement."⁽³⁹⁾

Dans tous les cas, notre responsabilité la plus élémentaire face au futur, aux catastrophes qui pointent à l'horizon du temps, nous invite à un renversement du principe cartésien du doute, pilier jusqu'à aujourd'hui de la méthodologie des sciences. Ce n'est pas uniquement une question de prudence et de responsabilité à l'égard des générations à venir, c'est une révolution épistémologique qui est impérativement exigée: "Pour établir le vrai indubitable, nous devons d'après Descartes tenir tout ce qui d'une façon ou d'une autre peut être mis en doute comme étant équivalent au faux démontré. Ici au contraire nous devons traiter ce qui peut être mis en doute tout en étant possible, à partir du moment où il s'agit d'un possible de certain type, comme une certitude."⁽⁴⁰⁾ Dans les décisions à prendre, certaines *possibilités* présentent des risques provisoirement inacceptables. Jusqu'alors tant l'éthique chrétienne que l'élémentaire conscience civique engageaient l'homme à ne pas nuire à autrui dans l'organisation de la société. Maintenant, quand il

s'agit de pollution (et particulièrement de pollution radioactive) et d'épuisement des ressources naturelles ainsi que de leur coût, devrait être pris en considération cet individu encore inexistant, l'homme de demain en étroite intelligence avec la Biosphère.

L'économie libérale invoque volontiers la loi de l'offre et de la demande pour fixer des "prix justes" aux biens extraits de la croûte terrestre. Georgescu-Roegen souligne que la raréfaction progressive de ces richesses ainsi que, cela va de pair, la difficulté et les nuisances qui ne peuvent que croître pour les obtenir, devraient être prises en compte. Et Berdiaev, de son côté, affirme énergiquement que selon l'éthique chrétienne "la propriété absolue et illimitée des biens matériels et économiques est inadmissible (...) leur abus est à la source de l'individualisme économique européen". Bien des Occidentaux, très fiers et très attachés aux valeurs démocratiques, seraient fort étonnés, voire offusqués, si l'on mettait en doute la pertinence de leur conviction. Et pourtant un droit absolu de propriété et d'utilisation des ressources naturelles fait de l'homme, comme de l'Etat, "un tyran qui violente les autres hommes et le monde"⁽⁴¹⁾. C'est assurément une menace à prendre au sérieux. La frénésie contemporaine de consommation propre au monde technicien, attisée par de multiples distorsions et confusions de langage⁽⁴²⁾ (la publicité fait accroire que tel produit est "sport", "indispensable au bonheur", "utile à la santé", etc.) pourrait bien créer subrepticement - si ce n'est déjà fait - une société policière, livrée aux phantasmes et aux ambitions de quelques "manipulateurs de pouvoirs"⁽⁴³⁾, par les concentrations de puissance qu'elle suscite et la demande croissante d'énergie aux sources coûteuses, rares ou dangereuses qu'il s'agira de garder militairement face aux terroristes⁽⁴⁴⁾, aux psychopathes ou simplement aux négligences (en cette dernière probabilité, sans même mentionner Tchernobyl, les exemples ne manquent point). Enfin, autre abus irrespectueux du Droit, les générations à venir sont exclues du marché actuel des matières premières et des décisions qui se prennent aujourd'hui, tout en étant, *pour la première fois dans l'histoire*, déjà irrémédiablement concernées (elles devront, par exemple, gérer nos déchets radioactifs). Les politiciens se préoccupent davantage de l'électeur d'aujourd'hui; privilégier les objectifs à long terme, s'ils s'opposent trop massivement aux intérêts immédiats, n'est guère profitable aux carriéristes: "L'Avenir ne vote pas !", constate Jean Martin, médecin cantonal et privat-docent vaudois.⁽⁴⁵⁾ Avec raison le penseur et théologien russe émigré et mort près de Paris subordonne

(36) H. GREPPIN, *Régulation et perturbation de la température: rôle des êtres vivants*, in *Médecine et Hygiène*, Journal suisse d'informations médicales, Genève, no 1868 du 26 décembre 1990, consacré à l'écologie humaine.

(37) Terme emprunté à Pierre FESCHOTTE, professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Lausanne, in *Les Illusionnistes, essai sur le mensonge scientifique*, Editions de L'Aire, Lausanne, 1985, p.254.

(38) Amory B. LOVINS, *Stratégies énergétiques planétaires*, traduction française chez Christian Bourgois Editeur, Paris, 1975, p.116. (Version originale en anglais: *World Energy Strategies*, Ballinger, Cambridge, Mass., 1975.) Il ajoute: "Le danger réel est que les marchands d'énergie persuadent la population que la semaine de trois jours en Grande-Bretagne ou le manque d'eau chaude à Stockholm, etc., sont des avant-goûts de la vie dans une société à profil énergétique bas, planifiée rationnellement; alors que ce sont des avant-goûts de la vulnérabilité croissante d'une société à profil énergétique élevé".

(39) Nicholas GEORGESCU-ROEGEN, op.cit. pp.72-73.

(40) Hans JONAS, *Le principe responsabilité, une éthique pour la civilisation technologique*, Les Editions du Cerf, Paris, 1990, p.62.

(41) N. BERDIAEV, op.cit., p. 281.

(42) Dans un autre domaine, mais néanmoins voisin, on lira avec intérêt de George STEINER, *Langage et Silence*, Editions du Seuil, Paris, 1969, particulièrement pp. 81-113.

(43) A. BIÉLER, M. RAY, M de PERROT, *Chrétiens à l'ère nucléaire: quelles responsabilités ?*, Presses bibliques universitaires, Lausanne, 1982, p. 38. Voir aussi *Livre jaune sur la société du plutonium*, Editions de la Baconnière, Neuchâtel, 1981 (en anglais et français), p. 13.

(44) Cf. Dominique LAPIERRE et Larry COLLINS, *Le Cinquième Cavalier*, Laffont, Paris, 1980. Roman-fiction, mais, ...

(45) Jean MARTIN, *Former à la citoyenneté de la planète*, in UniLausanne, Service de presse de l'Université de Lausanne, 1015 Lausanne-Dorigny, No 65, 1990. Dossier consacré à l'écologie envisagée sous plusieurs angles: politique (René LONGET), juridique (Pierre MERCIER), scientifique (Jean MARTIN, Pierre MÜHLEMANN...).

l'éthique à l'eschatologie⁽⁴⁶⁾, et lui confère ainsi une dimension que ni la philosophie ni la sociologie ni l'économie seules ne peuvent lui donner. La tâche morale de l'homme consiste à lutter contre la mort au nom de l'espérance messianique, par conséquent "nous devons affirmer un principe ontologique non seulement à l'égard des hommes, mais encore des animaux et des plantes"⁽⁴⁷⁾. Il arrive parfois que les préoccupations de l'économétrie rejoignent celles de la théologie: "*Pourquoi dois-je faire quelque chose pour la postérité ?*"⁽⁴⁸⁾ Telle est la question pressante que doit affronter l'éthique aujourd'hui.

Chaque civilisation, depuis la nuit des temps, s'est développée, a atteint son apogée, a dominé puis décliné en raison de la présence, puis de la dégradation ou disparition d'un facteur (proximité de la mer, sol fertile, avantage technique...) dont elle avait la jouissance en priorité. De nos jours toutes les questions à résoudre sont d'emblée planétaires et le facteur décisif est incontestablement l'énergie - la Guerre du Golfe le prouve - dont le mésusage, ou la dilapidation quand il s'agit des énergies d'origine fossile, d'une part détruit notre environnement et d'autre part tarit ses sources. Les chiffres attestent que la civilisation occidentale est responsable de bien des déséquilibres mondiaux.⁽⁴⁹⁾ Si nous ne parvenons rapidement à remédier à ce dysfonctionnement à la fois écologique et

énergétique, individuel et familial, social et politique à l'issue catastrophique, pour envisager une *bioéconomie*, il faudra bien admettre l'évidence: notre philosophie (christianisme compris), à l'exception de quelques voix solitaires, lucides et prophétiques, nos sciences, notre technologie, notre conception de la vie, des relations sociales, du confort, du bonheur... jusqu'à nos représentations artistiques (cantates de Bach et sonates de Mozart incluses), n'auront conduit qu'à la ruine. Le sablier de l'univers, selon la loi d'entropie qui gère notre avenir, ne peut jamais être inversé. Ce disant, il ne s'agit pas de s'abandonner à une métaphysique du désespoir, mais bien plutôt de prendre conscience, avec Bergson, que la loi de l'entropie est "la plus métaphysique des lois de la physique"⁽⁵⁰⁾. La condamnation et la destruction de la Tour de Babel (qui signifie "confusion" !), symbole de l'aberration et de l'orgueil humains⁽⁵¹⁾, auront été inscrites avant son achèvement. Et contrairement au vénérable récit biblique, sans même besoin de l'intervention divine.

(50) H. BERGSON, *L'Evolution créatrice*, cité par Ivo Rens et Jacques Grinevald, op.cit., p.299. Rappelons pour mémoire que Claude Lévi-Strauss, in *Tristes Tropiques*, abordant lui aussi l'entropie, a proposé il y a bientôt 40 ans d'orthographier anthropologie, entropologie, résumant ainsi l'effet du passage humain, "processus de désintégration", sur notre planète.

(51) Le mythe de la Tour de Babel, narré au chapitre 11 de *La Genèse*, témoigne de l'étonnant réalisme prémonitoire de son auteur! Elie MUNK, in *La Voix de la Thora*, op.cit., écrit à ce sujet: "La hantise de notre petitesse peut nous amener à stimuler nos efforts pour contribuer au progrès de l'humanité, mais elle peut aussi nous amener (...) à forcer les limites de notre domaine humain (...). Les hommes de Babel ont délibérément choisi l'orgueil. (...) Leur construction est parfaitement inutile. Leur tour ne remplit aucun rôle. Elle n'est que l'image grotesque d'un orgueil démesuré qui croit pouvoir effacer les limites établies de toute éternité entre l'homme et Dieu" (p.114). Que penseront les générations futures des "grandes réalisations" du XXe siècle ?

(46) En langage théologique, étude des fins dernières de l'homme et du monde. L'eschatologie chrétienne traite de la fin du monde, de la résurrection, du jugement dernier.

(47) N. BERDIAEV, op.cit., pp. 323, 328-329

(48) Nicholas GEORGESCU-ROEGEN, op.cit., pp.94-104

(49) Cf. Jean Paul DELÉAGE, *Maîtriser l'énergie pour un monde équitable*, in *Stratégies énergétiques, Biosphère & Société*, no 1/2, Genève, 1991

La Suisse, demain ...

par Pierre LEHMANN,
ingénieur-physicien, EPFL, Vevey

Résumé : Le futur sera "post-économique". Il sera plus important de conserver la beauté d'un site que de l'exploiter par la spéculation immobilière. La compétition économique devra tenir compte des besoins réels, et non factices, de l'homme. Le spirituel prendra peut-être davantage de place.

Zusammenfassung : Unsere Zukunft wird "post-ökonomisch" sein. Es wird wichtiger sein, ein Ort in seiner Schönheit zu erhalten, als dort durch Immobilienspekulationen Geschäfte zu machen. Das wirtschaftliche Wettlauf wird sich an den realen Bedürfnissen des Menschen orientieren, nicht an den künstlich erzeugten. Das Geistige wird vielleicht an Bedeutung gewinnen.

Summary : The future will be "post-economic". It will be more important to preserve the beauty of an area than to exploit it through speculative building. Economic competition must take account of man's real and not his artificial needs. More importance must be given to the spiritual.

1. INTRODUCTION

Le questionnaire "La Suisse, demain ..." demande que l'on fasse des prévisions sur la manière dont on va gagner sa vie en Suisse dans le futur et sur les changements à attendre dans la vie des individus, le mode de fonctionnement des entreprises, des collectivités publiques, etc. Je ne suis pas sûr de pouvoir répondre à de telles questions. Tout dépend en effet de la manière dont nous passerons dans un hypothétique futur. Le questionnaire semble admettre tacitement que ce passage se fera de manière plus ou moins progressive. Pour ma part, je ne peux pas exclure une crise, donc une transition brutale, voire catastrophique (au sens usuel ou au sens plus général de la théorie des catastrophes de René Thom, ce qui n'est de toute manière pas très différent). Il me semble même discerner que la crise devient tous les jours plus difficile à éviter. La raison en est que les décideurs actuels, à savoir les pouvoirs économiques et politiques (ce sont d'ailleurs, en gros, les mêmes personnes) se refusent à voir les échéances existentielles auxquelles nous allons être confrontés et en comparaison desquelles les considérations économiques risquent d'apparaître bien futiles.

Je pars des constatations suivantes:

- 1) Nous vivons dans un monde fini.
- 2) La vie échappe à la compréhension humaine.
- 3) La Terre (Gaïa) est un système fermé par rapport à la matière (mais ouvert par rapport à l'énergie) et toute activité qui veut se poursuivre sur une durée assez longue, comparable au moins aux temps historiques (quelques millénaires), doit fonctionner essentiellement en cycles fermés. Cela, signifie, en particulier, qu'il n'est pas licite de transformer une substance en une ou plusieurs autres substances qui ne peuvent, après avoir parcouru un certain circuit, restituer

intégralement la substance de départ. En d'autres termes, la production de déchets n'est pas acceptable.

- 4) Le monde économique actuel est fondé sur le mythe de la prospérité par l'expansion économique. L'expansion permanente dans un monde fini est un non-sens.
- 5) Dans un futur relativement proche, on ne pourra plus utiliser que des énergies renouvelables. Cela signifie, pour la Suisse, qu'il faudra en gros se contenter du quart de l'énergie dont nous disposons aujourd'hui.

Les contraintes ci-dessus sont incontournables. Même si on imaginait que des physiciens sortent un lapin de leur chapeau (fusion, surgénération, tout-à-l'hydrogène, etc.) pour nous permettre de continuer à consommer toujours plus d'énergie, on ne ferait qu'avancer le moment où l'on se heurtera aux limites imposées par la finitude de notre monde et de ses ressources.

Le système économique, étant incompatible avec le mode de fonctionnement de la biosphère, devra bien se soumettre ou se démettre. Je peux donc éventuellement imaginer un mode de vie du Suisse moyen une fois la crise passée, c'est-à-dire une fois que le bon sens aura repris le dessus. Mais encore faut-il que la crise ne soit pas d'une ampleur telle que l'existence d'êtres vivants complexes comme les humains soit compromise. Il me semble percevoir que notre système économique est fondamentalement incapable de s'adapter. C'est un système divergent sans mécanismes de contrôle internes capables de le stabiliser. Par conséquent, la transition de la société vers un mode de fonctionnement compatible avec la vie ne semble pas pouvoir se faire d'une manière progressive. Pour qu'une telle transition soit possible, il faudrait en effet que le mythe de la prospérité par l'expansion économique soit rapidement abandonné et remplacé par un paradigme totalement différent, prônant, au lieu d'une croissance permanente, une stabilité

dynamique conforme au mode de fonctionnement de la biosphère. Un tel changement ne peut guère se faire que contre la volonté du pouvoir. Mais ce pouvoir est celui de l'ensemble du système économique multi-national qui est en passe de conquérir les pays de l'Est et qui, non seulement considère que le monde est à lui, mais s' imagine, en plus, que sa "victoire" apporte la preuve de sa supériorité et fait de lui le seul système capable de gérer les humains et la planète. Je suis donc très embarrassé pour répondre aux questions posées. Je vais néanmoins essayer de le faire en admettant, sans trop y croire, que l'humanité arrive à négocier la transition d'une manière suffisamment contrôlée pour qu'une civilisation plus ou moins technique puisse continuer à subsister. J'appellerai cette civilisation "post-économique" (CPE).

2. GAGNER SA VIE

Dans notre société économique, on perd sa vie à la gagner (tiré de "Travailler deux heures par jour"), parce que pour une partie importante de la population, il y a une séparation nette entre les activités lucratives, qui permettent de gagner de l'argent, et les activités qui permettent de jouir de la vie en dépensant l'argent gagné avec les premières. La toute-puissance de l'argent en découle, au moins partiellement. Une autre raison de la toute-puissance de l'argent réside dans sa capacité de se reproduire tout seul du fait de l'intérêt. Cet intérêt permet de "gagner" de l'argent sans rien faire de concret. Il est une expression très directe du mythe de la prospérité par l'expansion économique et le responsable principal d'une inflation permanente que rien ne semble pouvoir arrêter.

Dans la CPE, l'intérêt n'existera plus et la valeur de l'argent devra rester constante. Il n'y aura plus d'activités de type spéculatif et les activités bancaires se limiteront à la circulation de l'argent disponible. Ces activités seront donc considérablement réduites, ce qui suppose que la Suisse aura un secteur tertiaire nettement moins hypertrophié qu'aujourd'hui.

Même si dans la CPE le nombre de Suisses devait être moins grand qu'aujourd'hui, de l'ordre de 5 millions maximum, le tertiaire ne pourrait pas offrir des emplois à un nombre considérable de gens, si bien que la structure de l'emploi sera très différente de maintenant et la professionnalisation de la société aura beaucoup diminué. Le Suisse moyen sera beaucoup plus polyvalent, moins spécialisé. L'obsession de devoir gagner toujours plus d'argent n'étant plus le moteur principal de l'activité humaine, le citoyen exécutera beaucoup moins de travail lié et d'autant plus de travail libre. Il est clair que le PNB ne sera qu'une faible fraction de ce qu'il est aujourd'hui et, de toute manière, ne sera plus considéré comme un indicateur de prospérité. Le citoyen sera davantage occupé à vivre qu'à gagner sa vie. Cela sous-entend que les valeurs dans lesquelles il se reconnaîtra seront très différentes de ce qu'elles sont aujourd'hui. Il sera plus important de maintenir la beauté d'un site que de l'exploiter par la spéculation immobilière. D'ailleurs, dans la phase initiale de la CPE, une partie importante du travail devra être consacré à la "Restauration", c'est-à-dire à redonner aux sites et paysages le cachet et la beauté que le système

économique s'est acharné à détruire.

Dans la mesure où dans la CPE l'obsession de la production aura disparu, le travail lié aura perdu une bonne partie de son importance. Le revenu ne sera pas un critère déterminant.

3. LES ENTREPRISES

Dans le système économique, le but d'une entreprise est d'abord de faire de l'argent. Peu importe l'utilité du produit, pourvu qu'il se vende. Les efforts du couple Hayek/Arnold pour convaincre les gens d'acheter des montres dont ils n'ont aucun besoin en sont une bonne illustration. Le but n'est pas de savoir l'heure, mais d'avoir à son poignet, sur sa poitrine ou dans les cheveux un objet particulier qui se trouve être une montre, mais qui aurait aussi pu être une radio miniature, une boîte à musique ou autre hochet.

Dans la CPE, une entreprise devra avoir une utilité allant au-delà du chiffre d'affaires et des places de travail. Elle sera vraisemblablement en moyenne beaucoup plus petite et fabriquera des objets destinés à satisfaire les besoins librement exprimés des citoyens. Rien n'empêche que certaines fabrications soient très sophistiquées et exigent la mise en oeuvre de procédés complexes. Les voitures, par exemple, seront sûrement plus "performantes" qu'aujourd'hui, c'est-à-dire qu'elles consommeront moins pour transporter davantage et il y en aura beaucoup moins.

J'imagine que l'entreprise de la CPE aura pour but principal de satisfaire des besoins propres aux gens de la région dans laquelle elle est implantée. Elle sera donc intégrée structurellement dans cette région et non pas anecdotiquement comme aujourd'hui (par exemple parce que la fiscalité est favorable ou la main d'oeuvre bon marché). Une telle entreprise sera gérée de manière à optimiser la qualité et la durabilité du produit, à maximiser la satisfaction des travailleurs et minimiser les impacts de son activité sur l'environnement. Il n'est pas évident qu'elle ait besoin d'un chef d'entreprise.

4. VILLES, CAMPAGNE, RÉGION, PAYS

Je ne pense pas que la CPE sera constituée d'Etats-nations tels que nous les connaissons aujourd'hui. A l'heure actuelle, la Suisse est entièrement tributaire de ce qui se passe au plan international et on ne peut guère discuter de son avenir sans tenir compte du contexte mondial. La mondialisation de l'économie a vidé le pouvoir politique de l'essentiel de son contenu (François Partant). Ce qui dirige le monde, ce sont d'abord les multinationales et leurs présidents (Armand Hammer, par exemple). Richard Nixon a été élu président des USA parce qu'il a été d'accord de boire du Pepsi-Cola à Moscou.

Pour qu'une entité politique ait un sens, il faut qu'elle s'occupe d'abord de la vie des gens qu'elle est supposée représenter. De Tocqueville a dit: "Ce sont les hommes qui ont fait les royaumes, mais la commune semble sortir de la main de Dieu". On peut faire une politique utile au niveau de la commune. A l'échelle d'un pays, cela devient quasiment

impossible. Les royaumes se font puis s'effondrent, les villages restent.

Je pense que dans la CPE, les frontières des Etats n'auront plus l'importance qu'elles ont aujourd'hui. Idéalement, il n'y aura plus d'Etat-nation du tout, entité qui n'aurait plus guère de sens dans une ère post-militaire. On peut envisager, par exemple, une Europe des régions, comme le préconisait Denis de Rougemont. Cela signifie que des collectivités publiques de type commune gèrent leurs affaires principalement en interaction avec leurs voisines immédiates. Cela n'exige pas que l'on supprime le téléphone et la télévision, encore que l'importance de ces moyens de communication devrait être notoirement plus faible qu'aujourd'hui. Le tourisme de masse n'aura plus cours. Les voyages seront plus rares et mieux vécus. De toutes façons, le maintien des trafics aériens et automobiles actuels est impossible à terme, non seulement par manque de carburant, mais encore à cause de la destruction de la biosphère qu'ils provoquent.

J'imagine que dans la CPE, les activités agricoles, ou, plus généralement, celles qui découlent des nécessités premières de l'individu, à savoir boire, manger, se vêtir, etc. occuperont une partie beaucoup plus importante de la population qu'aujourd'hui. On sera détourné de la mécanisation forcenée des cultures et on prendra de nouveau du plaisir aux travaux des champs. L'agriculture sera différente. J'imagine que la permaculture (Bill Mollison) se sera répandue et finira par être le mode dominant de

l'utilisation du sol. Il s'agit d'ailleurs moins d'une utilisation que d'une sorte de collaboration.

5. REMARQUES FINALES

En quelques mots, on ne peut pas donner une vision du monde de demain. Il faudrait élaborer plus en détail beaucoup d'aspects que je n'ai fait qu'effleurer. D'autres aspects importants manquent complètement, comme par exemple, la manière dont nous pratiquons la connaissance (scientisme).

Ce qui me paraît fondamental, c'est la nécessité de réaliser que le paradigme qui fonde la société dite moderne (appelé d'ailleurs *paradigme du modernisme* par Edward Goldsmith) ne peut nous amener qu'à une crise. Je ne suis pas prophète et je ne sais pas si la crise pourra être évitée. Mais nous pouvons au moins essayer de faire quelque chose en tant qu'individus. Il n'y a probablement pas de recette toute faite et il faut donner plus d'importance au vécu qu'à la théorie.

La nécessité de se tourner davantage vers une certaine spiritualité me paraît évidente aussi. Notre société est malade de consommation et manque de culture et d'idéal. L'*homo economicus* manque de modestie vis-à-vis de la vie qu'il ne comprend pas et essaye de se l'asservir. Bien que je ne sois adepte d'aucune religion, j'imagine que cela constitue un péché dans lequel on ne peut se complaire qu'un temps assez limité.

Nous et la vie⁽¹⁾

Dr François BURNIER,
médecin, Pampigny (Vaud)

Résumé : Une histoire d'oiseau.

Zusammenfassung : Vogelgeschichte.

Summary : A bird story.

Chaque année en avril, dans les bois feuillus proches de mon village, un chant à la fois fin et vif annonce l'arrivée du *Pouillot fitis*. Cet oiseau apparenté aux fauvettes proclame ainsi la prise de possession de son territoire de nidification, qu'il défendra contre d'autres mâles de son espèce.

Le pouillot fitis⁽²⁾ pèse environ 17 grammes - guère plus qu'une lettre de deux pages. Vers l'automne, avant sa migration vers l'Afrique, il lui faudra accumuler des réserves d'énergie suffisantes pour traverser non seulement la Méditerranée, mais aussi le Sahara dans la même foulée, car à cette saison le Maghreb desséché ne lui offre presque plus rien à manger. Les insectes cueillis un à un sur les feuillages d'Espagne, d'Italie ou de Grèce lui permettront d'accumuler 300 à 400 mg de graisse par jour pendant 3 semaines, son poids passant ainsi de 17 à 24 grammes. Avec une consommation d'environ 500 mg aux 100 km, il pourra franchir quelque 3000

km de sable et sans eau. Par chance pour lui, le vent souffle souvent vers le sud à cette saison, lui permettant de voler à une vitesse de 50 à 60 km/h au lieu de 35 km/h par temps calme. Il lui faudra néanmoins voler 50 à 70 heures d'affilée sans possibilité de ravitaillement pour gagner ses quartiers d'hiver.

Au printemps, le fitis guette les jours où le vent souffle du sud pour se lancer dans sa traversée du désert. Heureusement pour lui, le Maghreb est d'un vert tout frais à cette saison, et les insectes abondants lui fourniront les calories nécessaires pour franchir la Méditerranée. Puis il reviendra nicher dans nos bois. Manifestement, les risques, les aléas d'un tel voyage sont si grands et si nombreux que son succès, année après année, paraît bien incertain. Et pourtant l'entreprise se répète depuis des milliers d'années, sans que l'espèce ne se soit éteinte ni non plus qu'elle n'ait fait le vide autour d'elle.

Un pouillot fitis volant au dessus du Sahara, c'est bien peu de chose. Mais l'homme du vingtième siècle, à côté d'une telle réussite, c'est bien peu de chose. La vie, un étonnement (c'est l'étymologie latine du mot "miracle") perpétuel !

(1) Cet article a paru in *L'Ecôscope*, publication des Médecins en faveur de l'environnement, Delémont (Suisse), N°1, 1991.

(2) Nous tirons ces renseignements de Curt Iofterud, *Vårens fåglar*, LTs förlag, Stockholm, 1987.

INFORMATION

L'arrêt du Conseil d'Etat et l'arrêt de Superphénix

Raymond AVRILLIER
Université des sciences sociales de Grenoble

La centrale nucléaire expérimentale européenne Superphénix à Creys-Malville (Isère, France) est de nouveau à l'arrêt depuis le 3 juillet 1990.

Depuis un an, les autorités communiquent:

"Maintien à l'arrêt du réacteur pour purification du sodium primaire. Compte tenu des défaillances constatées et du délai de remise en état de l'installation, cet incident est classé au niveau 2 de l'échelle de gravité."

La centrale nucléaire Phénix à Marcoule est de nouveau à l'arrêt depuis le 9 septembre 1990.

Depuis cette date, les autorités indiquent:

"Maintien à l'arrêt du réacteur, depuis le 9 septembre 1990, pour investigations à la suite d'un arrêt automatique."

Les raisons des anomalies répétées de réactivité ayant entraîné ces "arrêts automatiques" ne sont pas déterminées:

"Compte tenu des nouveaux enseignements à tirer, cet incident qui n'a pas affecté la sûreté du réacteur, a été classé, à l'exemple des précédents, au niveau 2 de l'échelle de gravité, le redémarrage du réacteur restant soumis à l'autorisation préalable de l'autorité de sûreté."

Le 27 avril 1991, le Conseil d'Etat, suite aux recours que des associations et communes suisses et françaises ont engagés⁽¹⁾, a déclaré illégal le décret gouvernemental qui autorisait, le 10 janvier 1989, le redémarrage provisoire de la centrale nucléaire Superphénix:

"Considérant (...) qu'en omettant ainsi de fixer les autres conditions auxquelles cette décision est subordonnée et de définir avec une précision suffisante les modalités suivant lesquelles ces conditions doivent être mises en oeuvre, (...) les requérants sont fondés à demander l'annulation de

l'article 3 du décret attaqué. (...)

Le Conseil d'Etat décide:

L'article 3 du décret du 10 janvier 1989 et les décisions du ministre de l'industrie et de l'aménagement du territoire et du secrétaire d'Etat chargé de la prévention des risques technologiques et naturels majeurs, en date des 12 janvier et 30 août 1989, ainsi que la décision du chef du service central de sûreté des installations nucléaires en date du 22 mars 1989, sont annulés."

Les autorités responsables du nucléaire n'ont rien communiqué à ce sujet.

Cet arrêt du Conseil d'Etat signifie que l'installation est à l'arrêt depuis le 26 mai 1987, c'est-à-dire plus de 4 ans pendant lesquels elle n'était pas autorisée légalement à fonctionner.

C'est une première judiciaire et une situation inédite en France.

La centrale nucléaire (1250 MW de puissance) à neutrons rapides (avec 7 tonnes de plutonium) refroidie au sodium (5000 tonnes) n'avait fonctionné que l'équivalent de 6 mois en 5 ans.

Elle avait dû être mise à l'arrêt pendant près de deux ans, du 26 mai 1987 au 12 janvier 1989, après la découverte d'une fuite, jugée initialement "hautement" improbable, de 20 tonnes de sodium entre les deux cuves du barillet de stockage du combustible irradié.

Ses mises en fonctionnement de janvier à septembre 1989, puis en juin 1990, étaient donc illégales.

L'arrêt du Conseil d'Etat rendu le 27 mai 1991, intervient donc plus de 2 ans après que le redémarrage de Superphénix ait été autorisé, et alors que la centrale est... de nouveau... en arrêt prolongé depuis un an.

Le CEA et EDF maintiennent néanmoins leur demande de redémarrage, qui devait être étudiée le 16 mai 1991, afin de poursuivre ce qui est clairement une expérience unique.

Au moment où EDF accroît de 12 millions de francs français son endettement de 240 milliards FF pour organiser une grande campagne de publicité du nucléaire, il est donc intéressant pour les citoyens éclairés (pas par EDF) d'apprendre par les associations, les mouvements et les élus qui ne sont pas liés au lobby nucléaire, que le contrôle de cette installation n'était pas assuré

(1) Les recours contre le décret de redémarrage de Superphénix ont été engagés par les mouvements, collectivités territoriales et personnes suivantes : Les Amis de la Terre Grenoble (France), l'APAG Association pour l'Appel de Genève (Suisse), Contratom Genève, FRAPNA Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature (France), FRAPNA Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature section Isère, République et Canton de Genève, SPE Société pour la Protection de l'Environnement Genève, l'UFC/Que Choisir Union Fédérale des Consommateurs de l'Isère, Ville de Genève, WWF World Wildlife Found (Suisse), WWF World Wildlife Found section Genève, et personnellement 8 habitants proches de la centrale.

dans des conditions légales et démocratiques.

Les conditions de fonctionnement étaient en effet laissées à l'appréciation du Ministre de l'Industrie et de son Service Central de Sécurité des Installations Nucléaires.

L'arrêt du Conseil d'Etat reconnaît donc, comme le demandaient les requérants, qu'il était illégal de laisser l'exploitant (la NERSA-EDF) et les services du Ministère et du CEA, fixer entre eux leurs règles de fonctionnement, au gré de l'évolution de la situation.

Cette décision, bien que tardive, doit obliger le gouvernement à ouvrir enfin un débat démocratique sur cette expérience nucléaire unique au monde.

On arrête tout et on débat démocratiquement ?

Superphénix est, depuis plus de 4 ans, dans une situation ubuesque: sans possibilité de déchargement du combustible nucléaire, avec un chantier dans le bâtiment réacteur, avec des incertitudes graves sur la réaction nucléaire révélée sur Phénix, avec de nouvelles procédures d'urgence à prendre en compte, avec un de ses deux groupes turbo-alternateurs défaillant. Reprenons ces différents points inquiétants.

1. Depuis le 8 mars 1987, à la suite de l'avarie du barillet non décelée à temps (classée au niveau 2 de l'échelle de gravité des incidents et accidents nucléaires qui en compte 6), la centrale ne dispose d'aucun moyen normal d'évacuation et de contrôle des assemblages nucléaires chargés en 1985 pour 18 mois, mais qui sont bloqués dans le cœur depuis 6 ans. Cette avarie "hypothétique" (probabilité estimée de 10^{-4} à 10^{-6}) est intervenue dans les premiers mois de fonctionnement de la centrale et a entraîné un arrêt de près de deux ans, du 26 mai 1987 au 12 janvier 1989.
2. La centrale est, depuis cette date, en chantier, à l'intérieur du bâtiment réacteur lui-même. Le barillet accidenté doit être remplacé, pour sa seule fonction de transfert, par un système nouveau, appelé Poste de Transfert du Combustible, construit pour la circonstance et jamais expérimenté. La fonction de stockage du barillet détruit est supprimée. Le stockage de décroissance de la puissance résiduelle des assemblages est envisagé dans le cœur du réacteur lui-même, à sa périphérie. La durée de séjour dans le cœur des assemblages et les périodes de fonctionnement de l'installation seront en conséquence profondément modifiées.
3. Depuis le 20 juin 1990, les 3500 tonnes de sodium primaire servant de fluide de refroidissement, sont polluées par une entrée d'air accidentelle dans l'enceinte primaire du cœur. Cette avarie non décelée à temps (classée au niveau 2 de l'échelle de gravité des incidents et accidents nucléaires) a entraîné une oxydation non prévue du sodium, et des dépôts anormaux sur des pièces essentielles pour la sécurité de la centrale, comportant des risques supplémentaires. Cette avarie est à l'origine d'un arrêt de la centrale depuis le 3 juillet 1990 et d'une très longue période de filtration des

oxydes de sodium (plusieurs centaines de kilogrammes).

L'analyse faite par les autorités de sécurité est la suivante:

"Incident avec non-respect des spécifications techniques d'exploitation entraînant un arrêt prolongé du réacteur Superphénix.

Du 20 juin au 3 juillet, suite à une entrée d'air intempestive dans le circuit primaire, le réacteur a fonctionné avec un taux d'impuretés du sodium, supérieur à celui exigé par les spécifications techniques.

La centrale de Creys-Malville a été couplée au réseau le 8 juin 1990. A partir du 10 juin, pendant la montée à la puissance nominale (1 240 MWe), le taux d'impuretés (oxydes, hydrures...) du sodium primaire a augmenté, tout en restant dans des valeurs admises.

Cette augmentation est normale et prévue: elle correspond à une faible pollution du sodium provoquée par les travaux effectués pendant l'arrêt.

Après le 20 juin la mesure du taux d'impuretés a évolué plus rapidement en dépassant les valeurs admises, en même temps que les cartouches filtrantes assurant la purification du sodium se colmataient. Cette augmentation anormale correspondait à une oxydation du sodium provoquée par une entrée d'air qui s'était produite sur un compresseur défaillant.

L'analyse des prélèvements physico-chimiques liée à la mesure du taux d'impuretés s'étant révélée délicate, l'exploitant n'a décidé d'arrêter le réacteur que le 3 juillet (un arrêt automatique dû à un défaut électrique a en fait précédé de peu l'arrêt ainsi programmé).

La température du réacteur, après l'arrêt, a été maintenue à 250°C de manière à ce que les impuretés restent dissoutes dans le sodium et ne se déposent pas sur les surfaces métalliques. L'exploitant a procédé en juillet 1990 à un premier changement des cartouches de purification du sodium primaire. La purification du sodium a alors commencé. Les cartouches ont été remplacées de nouveau en octobre 1990 pour continuer la purification.

Compte-tenu du niveau de pureté atteint, le SCSIN a autorisé l'exploitant, le 25 janvier 1991, à baisser la température du circuit primaire du réacteur à 180°C."

Des explications ont été demandées par les autorités de sécurité (SCSIN):

"Le réacteur ne pourra être remis en service que lorsque le taux d'impuretés admissible sera atteint et sous réserve des enseignements à tirer, d'une part, de l'incident lui-même et, d'autre part, du non-respect des spécifications techniques d'exploitation.

Le SCSIN a demandé à l'exploitant de préciser les conséquences potentielles de cet incident pour la sécurité du réacteur et de proposer les mesures correctives nécessaires.

Le sodium ainsi pollué a vu en effet ses caractéristiques physiques évoluer pendant plusieurs jours sans que les contrôles réalisés par l'exploitant ne lui permettent de prendre conscience de l'existence d'une entrée d'air dans le circuit d'argon et de la dégradation des caractéristiques du sodium.

De plus, un certain nombre d'actions plus générales devront être réalisées dans le cadre des enseignements qui seront tirés

de cet incident. Au nombre de celles-ci figurent la simplification des procédures et des règles générales d'exploitation, la démonstration de leur maîtrise par le personnel, l'amélioration de la capacité d'expertise de la centrale et la démonstration de la pérennité des compétences techniques.

Compte tenu des défaillances constatées et du délai de remise en état de l'installation, cet incident est classé au niveau 2 de l'échelle de gravité."

4. Le 13 décembre 1990, le toit de la salle des machines s'est effondré sous le poids de la neige, causant des dégâts très importants.

D'après nos informations, cet accident est dû à une erreur de conception et de contrôle, à la suite d'un incident sous-estimé lors de la construction. C'est l'ensemble de la structure de la salle des machines, qui comprend des alimentations en eau, en électricité et des turbo-alternateurs, qui est fragilisée.

Cet accident (classé au niveau 1 de l'échelle de gravité des incidents et accidents nucléaires) a entraîné la perte de l'alimentation en électricité du réacteur et le recours pendant une semaine à une alimentation des systèmes de sûreté par des groupes diesel de secours.

5. La hotte spéciale de déchargement du combustible était entreposée dans cette salle des machines. Or cette hotte, qui doit être réglementairement en état de fonctionner, a été endommagée sous les décombres du toit. Une expertise approfondie des dégâts subis par la hotte devait être réalisée après le déblaiement de la salle des machines.

Nous ne connaissons pas les résultats de l'expertise et de la remise en état de la hotte.

6. Depuis le 6 août 1989, la centrale Phénix de Marcoule (prédécesseur de Superphénix) est l'objet d'anomalies graves et répétées de réactivité nucléaire du cœur (classées au niveau 2 de l'échelle de gravité des incidents et accidents nucléaires). Le réacteur est à l'arrêt depuis le 9 septembre 1990, pour investigations.

Ces anomalies, qui peuvent entraîner une excursion brutale de la réaction nucléaire, ont été d'abord annoncées comme attribuées à la formation d'une bulle de gaz dans le cœur.

D'après nos informations, cette hypothèse serait erronée. L'origine des brusques anomalies de réactivité pourrait provenir d'une déformation anormale du cœur du réacteur.

L'analyse faite par les autorités de sûreté est la suivante: "Anomalie de réactivité du cœur de la centrale Phénix de Marcoule.

Le réacteur Phénix a été arrêté du 19 août au 2 septembre 1990, pour réalisation des travaux de maintenance programmés et manutention d'assemblages combustibles en vue de la réalisation du 49ème cycle de fonctionnement.

Le dimanche 9 septembre 1990, à 10 h 10 mn, alors que le réacteur se trouvait de nouveau, depuis quatre jours, à la puissance maximale autorisée (500 MW thermiques), un arrêt automatique est intervenu, sur l'indication d'une baisse

anormale de réactivité dans le cœur.

En première analyse, cet arrêt semble similaire aux trois arrêts automatiques survenus les 6, 24 août et 14 septembre 1989.

Ce phénomène, vis-à-vis duquel l'exploitant avait pris un certain nombre de dispositions matérielles, notamment le remplacement des assemblages purgeurs pour en éviter la répétition, est donc apparu comme devant encore faire l'objet d'analyses complémentaires.

A cet effet, un groupe de travail a été créé, réunissant des spécialistes des différentes unités compétentes du Commissariat à l'Energie Atomique, d'Electricité de France, de Novatome et de la centrale de Creys-Malville, auxquels se sont joints deux experts britannique et allemand particulièrement qualifiés. Le comité d'experts a remis les premiers résultats de ses travaux à la mi-mars 1991.

En première analyse, il en ressort que si la cause à l'origine du phénomène (baisse de réactivité) ne peut être aujourd'hui parfaitement identifiée, des hypothèses sont émises et des essais sont préconisés.

Dans ce cadre, l'exploitant a demandé à l'autorité de sûreté l'autorisation de réaliser un programme expérimental pour effectuer ces essais.

Ce dossier est actuellement étudié par le SCSIN et ses appuis techniques.

Compte tenu des nouveaux enseignements à tirer, cet incident qui n'a pas affecté la sûreté du réacteur, a été classé, à l'exemple des précédents, au niveau 2 de l'échelle de gravité, le redémarrage du réacteur restant soumis à l'autorisation préalable de l'autorité de sûreté."

Rien ne permettrait d'affirmer que de tels événements ne peuvent pas se produire à Superphénix. C'est pourtant ce qui était affirmé jusqu'alors par la NERSA.

Il semble donc raisonnable d'exiger, comme le demandent les associations depuis décembre 1989, et les autorités de sûreté depuis septembre 1990, que "tous les enseignements retirés des incidents survenus sur Phénix soient pris en compte sur Superphénix".

7. Les mesures de radioactivité que les associations suisses et françaises ont financées par souscription et fait effectuer par la CRII-Rad en juillet 1990 ont révélé des *défaillances graves dans les contrôles* faits par l'exploitant et le SCPRI (dont le chef est M. Pellerin). *Le Rhône, déjà pollué par le plutonium en aval des installations nucléaires de Marcoule, ne doit pas devenir le fleuve du plutonium en Europe.* L'exigence d'une expertise indépendante de la radioactivité du Rhône en aval de Superphénix est posée. La Commission Départementale de Surveillance Nucléaire du département de l'Isère s'y était engagée le 16 janvier 1991, à la demande de la FRAPNA, mais n'a donné aucune suite à cette promesse.

La CRII-Rad. (Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité) a effectué des prélèvements en avril 1990, par carottages de sol, suivant des protocoles rendus publics. Ces analyses mettent en évidence des défaillances dans le contrôle de la radioactivité, d'une

part liée aux retombées de la catastrophe de Tchernobyl, d'autre part liée aux rejets de la centrale.

La FRAPNA communiquait les informations suivantes à ce propos:

1. La CRII-Rad a découvert 390 Bq/m^2 (± 60) en césium 134, à Malville, 4 ans après Tchernobyl, soit 1460 Bq/m^2 (± 200) en mai 1986, là où le SCPRI (Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants) et son chef, le Professeur PELLERIN, ne trouvent aucune activité significative en césium 134 de mai 1986 à aujourd'hui !

La CRII-Rad a découvert 4500 Bq/m^2 (± 500) en césium 137, à Malville, 4 ans après Tchernobyl, soit 4930 Bq/m^2 (± 550) en mai 1986, là où le SCPRI trouve 150 Bq/m^2 en césium 137 en mai 1986, soit 33 fois moins !

2. Les relevés de la CRII-Rad prouvent que les concentrations en césium 137, césium 134 et iode 131, dans le lait de vache ont dépassé en 1986 les "normes" de la Communauté Européenne.

Le niveau des retombées aurait dû entraîner, de la part du gouvernement et du Préfet de l'Isère, des mesures de protection de la population et notamment le retrait de la consommation du lait pour les enfants et les femmes enceintes en Isère.

3. Les analyses de la CRII-Rad concernant le plutonium dans les sédiments du Rhône sont significatifs (voir graphique en fin d'article).

Ces résultats posent plusieurs questions:

a) Où sont les chiffres des analyses par radioéléments de la NERSA exploitant Superphénix ? En particulier où sont les chiffres des rejets en radioéléments émetteurs alpha comme les isotopes du Plutonium ? La centrale n'a-t-elle pas volontairement refusé d'effectuer ces mesures sous prétexte qu'elle n'est pas autorisée à en rejeter ?

b) Le SCPRI de M. Pellerin, chargé d'effectuer les contrôles de radioactivité de la centrale, pour le Ministère de la Santé et le Préfet de l'Isère, est une nouvelle fois pris en défaut de surveillance. Ce service démontre pour le moins son incompétence, sinon sa volonté de cacher la vérité.

c) La centrale de Creys-Malville qui a pourtant très peu fonctionné (moins de 6 mois en 5 ans, et un mois en 1990) est source de pollutions radioactives importantes, vraisemblablement liées aux nombreux dysfonctionnements de cette installation expérimentale.

d) La centrale de Creys-Malville ne doit en aucun cas rejeter des radioéléments émetteurs alpha, comme le plutonium, et ce par arrêté du 6 août 1985. Les résultats de la CRII-Rad montrent, à la fois par les chiffres absolus, par le rapport isotopique et par le rapport de doublement entre l'aval et l'amont de la centrale, que cet arrêté est violé.

8. A la suite des nombreux incidents qui touchent le surgénérateur de Creys-Malville et de la dérive des coûts, le gouvernement allemand a renoncé définitivement, le 21 mars 1991, à mettre en service le surgénérateur européen de

Kalkar, frère de Superphénix.

Les lobby nucléaires et les sociétés d'électricité européennes EDF (France), ENEL (Italie) et SBK (RWE Allemagne, Electro-Nucléaire Belge, SEP Hollande et CEGB Grande-Bretagne) ont constitué deux sociétés européennes pour construire les surgénérateurs:

- la société NERSA (avec respectivement 51, 33 et 16 % des parts) pour mettre en oeuvre Superphénix et
- la société ESK (avec respectivement 16, 33 et 51 % des parts) pour la centrale nucléaire de Kalkar.

La construction de la centrale nucléaire de Kalkar a coûté 24 milliards de FF (5 fois plus que prévu). Celle de Superphénix a coûté plus de 40 milliards de FF (3 fois plus que prévu).

Commencé en 1973, le surgénérateur de Kalkar (qui n'a jamais reçu l'autorisation de fonctionner) utilise une technologie similaire à celle du réacteur français de Creys-Malville (construit à partir de 1974, en exploitation depuis 1985).

La puissance installée est de 300 MW à Kalkar et de 1.200 MW à Superphénix.

Achevé en 1987, Kalkar a été l'objet de manifestations d'opposition, en particulier en 1977 simultanément à celles contre Superphénix.

Les autorités régionales de Rhénanie-Nord-Westphalie, hostiles au projet, se sont opposées à l'Etat fédéral.

Les opposants à Kalkar, et notamment aujourd'hui les Verts et le parti social-démocrate (SPD), ont mis en avant les nombreux incidents qui ont affecté le surgénérateur de Creys-Malville et dénoncé la dérive des coûts de cette technologie, présentée au départ comme économique. Le gouvernement allemand a retenu ces arguments.

Les mêmes arguments sont avancés en France, mais ni les instances régionales, ni la justice, ni le gouvernement sollicités depuis de nombreuses années par les opposants au surgénérateur n'ont réagi.

La presse a largement fait la publicité du premier résultat bénéficiaire d'EDF, avec 100 millions de francs de "bénéfices" en 1990, oubliant la dette de 240 milliards de francs d'EDF, et accompagnant ces articles de photos de Superphénix qui n'a fonctionné que 15 jours en 1990. Mieux, les photos étaient celles d'avant l'effondrement du toit de la salle des machines.

Or aujourd'hui, avec l'arrêt du surgénérateur de Kalkar, EDF perd 4 milliards de francs d'investissements inutiles, sans qu'il en soit fait mention dans la presse.

Enfin, la multiplication des anomalies, incidents, avaries et accidents dans cette centrale Superphénix (chute d'une grue de plus d'une tonne sur le dôme du réacteur le 8 octobre 1989, transport sans contrôle chez un récupérateur d'un assemblage radioactif découvert le 12 mars 1991, fuites de sodium sur l'un des circuits secondaire en 1990 et sur l'un des quatre circuits d'évacuation de la puissance résiduelle de la centrale le 12 mai 1991, etc...) démontrent le caractère mal contrôlé de l'ensemble de cette expérience.

La décision du Conseil d'Etat, qui montre l'inquiétude des plus hautes instances de la justice quant au système nucléaire, la décision allemande d'arrêt définitif de l'expérience de

Kalkar, la multiplication des incertitudes et des avaries de Phénix et Superphénix, conforte la position de ceux qui considèrent qu'il est temps de mettre un terme à l'expérience de Superphénix, coûteuse, dangereuse et inutile, imposée sans débat démocratique, sans expertises contradictoires, sans consultation des habitants concernés.

Nous avons des comptes à rendre aux générations futures, et pas seulement des comptes financiers. Que va-t-on faire des déchets nucléaires qui, comme ceux de Superphénix, devront être gérés pendant 24'000 ans ? La justice nous dira-t-elle ... en l'an 25991, qu'il était illégal et irresponsable d'agir ainsi aujourd'hui ?

L'arrêt du Conseil d'Etat n'arrêtera pas définitivement Superphénix.

Mais le mouvement ne s'arrêtera pas, auquel chacun ne saura rester étranger, qui dit qu'il est temps que la démocratie s'instaure enfin avec un vrai débat sur le nucléaire, l'énergie, les risques, pour que nous définissions ensemble un autre type de développement soucieux de l'avenir, économe en énergie, écologiquement viable.

Avant qu'il ne soit trop tard.

Rappels

Le parc électronucléaire français comprend, en 1990, 57 réacteurs en exploitation et une puissance installée de 55'400 GWe.

La région Rhône-Alpes comprend la plus forte concentration de ce parc nucléaire, 28 % des réacteurs et 37 % de la puissance installée en France, avec:

16 centrales sur 5 sites, 20'530 GWe installés, dont 1 réacteur UNGG de 540 MWe, 8 réacteurs REPCO pour 8100 MWe (dont 2 REP-1300), 12 réacteurs REPCF pour 10640 MWe, 1 réacteur RNR de 1 250 MWe.

La région est également le lieu de concentration de 2 installations de stockages nucléaires, 11 réacteurs de recherche sur 2 sites, 10 installations nucléaires de fabrication sur 5 sites.

Abréviations

UNGG = réacteur à uranium naturel graphite gaz

REPCO = réacteur à eau ordinaire sous pression, refroidissement en circuit ouvert

REPCF = réacteur à eau ordinaire sous pression, refroidissement en circuit ouvert

RNR, réacteur à neutrons rapides refroidis au sodium

Bq = Becquerel

GWe = Giga watt électrique

MWe = Méga watt électrique

EDF = Electricité de France

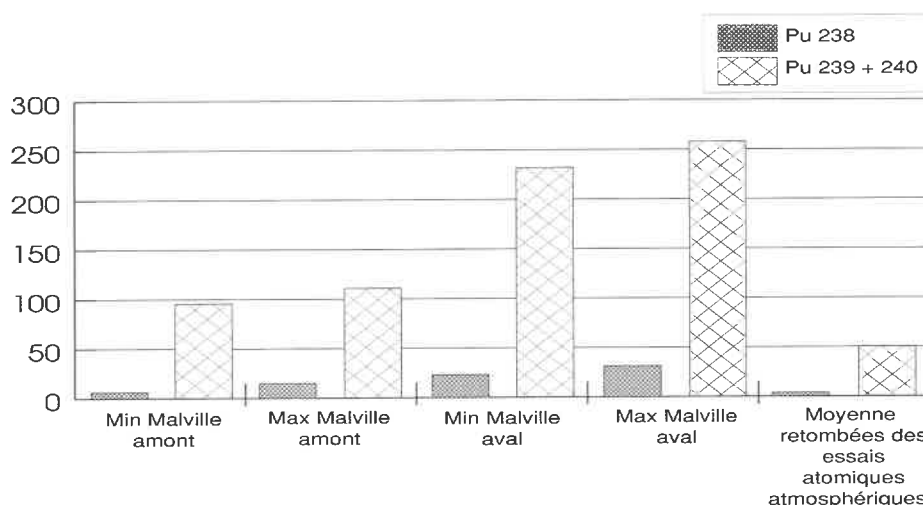
CEA = Commissariat à l'Energie Atomique

NERSA = Société Anonyme Européenne pour le Réacteur à Neutrons Rapides

SCSIN = Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires, souvent appelées "autorités de sûreté", dépendant du Ministre chargé de l'industrie et utilisant les services du CEA.

De nombreux mouvements ont engagé des actions coordonnées pour éviter le redémarrage de Superphénix. Cette coordination, qui préserve l'indépendance et l'identité de chaque mouvement, se fait à travers le Comité Européen Contre la Surgénération et le Retraitement (CECSR):

Amici della Terra (Italia), APAG Association pour l'Appel de Genève (Suisse), Comité Malville Annecy (France), Comité Malville Belley (France), Comité Malville Lyon (France), Contratome Genève, Democrazia Proletaria (Italia), Ecologie Alternative Autogestion Grenoble (France), FRAPNA Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature (France), Gesamtschweizerische Konferenz für die Stilllegung der AKW Bern (Suisse), Greenpeace (France), GUEPE La Tour-du-Pin (France), "L'avenir est notre affaire" Genève, L.C.R. (France), Lega per l'Ambiente (Italia), Les Verts (France), Ueberparteiliche Bewegung gegen Atomanlagen Zürich (Suisse), Verdi (Italia), WWF World Wildlife Found (Italia), WWF Genève.



Plutonium dans les sédiments du Rhône, en mBq/Kg (les données sont figurées en min. et max, tenant compte des calculs d'incertitude). Analyses CRII-Rad, juillet 1990.

Petites nouvelles de la Communauté européenne

Documents: Journal officiel des Communautés européennes, 24 et 27.6.91

QUESTION ÉCRITE NO 758/90

de M. Ernest Glinne
à la Commission des Communautés européennes
(29 mars 1990)

Objet: Danger de l'emploi de plutonium comme "carburant" de fusées stratosphériques

Après le lancement, le 19 octobre 1989, de la fusée Galileo, celle-ci comportant 49,25 livres de plutonium destinées à fournir à l'engin la chaleur et l'électricité dont ses instruments ont besoin, MM. George Hochbrueckner, membre de la Chambre des Représentants, et Michio Kaku, professeur de physique nucléaire à l'Université de la Ville de New York, ont déploré que la NASA, cachant des données, n'ait pas voulu recourir à l'énergie alternative que pourraient fournir les rayons solaires captés par des miroirs attachés à l'engin comme des "ailes" et produisant de l'électricité via le relais de cellules photovoltaïques. Des documents rendus publics grâce au Freedom of Information Act des Etats-Unis d'Amérique et des études du *Jet Propulsion Laboratory du California Institute of Technology* ont cependant établi que l'énergie solaire aurait pu être utilisée pour le Galileo et pourrait l'être pour les programmes ultérieurs: Ulysses, en 1990, CRAFT (Comet Rendez-vous Asteroïde Flyby) en 1995 et Cassini en 1996.

Une suspicion sérieuse existe donc dans des milieux politiques et scientifiques des Etats-Unis d'Amérique à l'encontre des générateurs utilisant du plutonium, en raison:

1. du risque encouru au lancement;
2. des risques subséquents;
3. de l'octroi de subsides pour le générateur au plutonium (RTG, ou plutonium-powered generator) par le Département de l'énergie, le coût de ces derniers étant ainsi écrasé au désavantage de son concurrent solaire;
4. de l'insertion du RTG dans un programme de "guerre des étoiles", ce que permettrait techniquement beaucoup moins le recours à l'énergie solaire.

J'aimerais dès lors connaître l'opinion de la Commission sur le problème de principe et de fait que pose la nucléarisation de l'espace, au détriment notamment de la planète Terre et de tous

ses continents. Des vérifications contradictoires multilatérales ne sont-elles pas nécessaires avant la poursuite du programme et de ses échéanciers répartis de 1990 à 1996 ?

Réponse donnée par M. Pandolfi au nom de la Commission
(23 janvier 1991)

La Commission connaît les conséquences que peut entraîner l'utilisation de sources d'énergie et de réacteurs nucléaires dans l'espace intersidéral et elle suit notamment de près l'évolution des initiatives prises au niveau international approprié.

Un comité des Nations Unies sur l'utilisation pacifique de l'espace intersidéral a récemment présenté un rapport sur ce sujet à l'assemblée générale des Nations Unies. Ce dernier comprend des recommandations visant à limiter l'utilisation des sources d'énergie nucléaires dans l'espace intersidéral aux missions spatiales incapables de fonctionner raisonnablement au moyen de sources d'énergie non nucléaires, notamment de l'énergie solaire, et à garantir la sécurité d'une telle utilisation lorsqu'elle s'avère indispensable.

Toute organisation installée dans la Communauté européenne qui exerce des activités comprenant l'utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace intersidéral doit satisfaire aux exigences de la directive du Conseil du 15 juillet 1980 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants.

Si un satellite contenant des matières radioactives regagnait la terre, le dispositif d'échange rapide d'informations dans le cas d'une situation d'urgence radiologique serait déclenché. Ce dispositif, qui a été mis sur pied dans la décision du Conseil du 14 décembre 1987, serait appliqué parallèlement aux procédures établies aux termes de la convention de Vienne du 26 septembre 1986 relative à la notification rapide des accidents nucléaires qui a été signée par les douze Etats membres de la Communauté et à laquelle la Communauté elle-même va adhérer, sur décision du Conseil.

En septembre 1988, par mesure de précaution, la Communauté a accéléré la mise en oeuvre de ce dispositif pour parer à l'éventualité qu'un satellite soviétique, Cosmos 1900, regagne la terre dans une zone d'intérêt communautaire.

QUESTION ÉCRITE N° 2407/90
de M. Gerhard Schmid (S)
à la Commission des Communautés européennes
 (25 octobre 1990)

Objet: le krypton 85 et les systèmes d'allumage des lampes économiques

Les systèmes d'allumage des lampes économiques contiennent une certaine dose de Krypton 85.

1. Dans quels Etats membres ce système d'allumage est-il autorisé ?
2. Quels sont les effets radioactifs de ces systèmes sur l'Homme ?
3. Aux Etats-Unis d'Amérique, la mention des caractéristiques présentées par ces systèmes d'allumage est obligatoire. La Commission imposera-t-elle la même obligation sur le marché communautaire ?

Réponse donné par M. Ripa di Meana
au nom de la Commission
 (4 mars 1991)

1. Les starters pour lampes ou tubes fluorescents contenant un gaz rare radioactif sont utilisés dans tous les Etats membres.

Les quantités de substance radioactives présentes sont largement inférieures aux limites fixées par les directives du Conseil 80/836/Euratom et 84/467/Euratom pour les appareils émettant des rayonnements ionisants.

2. Les quantités de substances radioactives présentes dans ces starters sont de l'ordre de 10 Bq et 100 Bq par composant électronique. Comme ces matières se trouvent sous gaine hermétique, elle-même enfermée dans un boîtier plastique, elles ne semblent pas, dans l'état actuel des connaissances, présenter de risques de rayonnement pour l'utilisateur.
3. Aux Etats-Unis d'Amérique, certaines lampes économiques de fabrication européenne sont classées parmi les marchandises dangereuses; ce classement n'est toutefois pas déterminé exclusivement par leur teneur en substances radioactives.

L'étude sur l'utilisation de substances radioactives dans les biens de consommation (EUR 5460), réalisée en 1976 à la demande de la Commission, fait actuellement l'objet d'une mise à jour. S'il se révélait, à la suite de cette nouvelle étude, que de nouvelles mesures s'imposent, il conviendrait également de remettre à jour le guide sur les critères de radioprotection de la population à l'égard des biens de consommation courante contenant des substances radioactives (EUR 9290). On en profiterait aussi pour réexaminer la question des étiquetages destinés à l'information des consommateurs qui y est abordée.

Projet dans l'Oural

Un surrégénérateur en zone déjà contaminée

par Olivier de MARCELLUS
membre de l'association Contratom

L'industrie nucléaire soviétique veut construire un surrégénérateur au plutonium de 800 MW dans la région de Chéliabinsk dans le sud de l'Oural, une zone déjà mutilée par la catastrophe nucléaire de Kychtym⁽¹⁾. Envoyé de l'association Contratom à une conférence internationale sur les choix énergétiques en Europe de l'est, qui s'est tenue en Tchécoslovaquie au mois de juin, nous avons pu établir des contacts avec des organisations soviétiques qui luttent contre ce projet.

La population de cette région commence seulement à mesurer toute l'étendue de la contamination radioactive (par endroits tout aussi grave qu'à Tchernobyl) provoquée par l'explosion d'un dépôt de déchets radioactifs il y a une trentaine d'années et qui a nécessité l'évacuation permanente d'une vaste zone du pays. A présent elle apprend que les niveaux de radioactivité des zones encore habitées sont souvent aussi dangereusement élevés... et que le gouvernement central projette de construire cette nouvelle centrale à haut risque dans une région déjà largement pourvue en installations nucléaires militaires.

La résistance est vive. Une Association pour la Défense de l'Oural du Sud s'oppose au projet, en liaison avec l'Union Socio-Écologique de l'URSS. Alexander Penyagin, député local et président du sous-comité du Soviet Suprême sur l'énergie nucléaire et l'environnement, a publié une série de textes sur la situation écologique de la région et sur le projet de surrégénérateur qui ont eu une influence importante sur les délibérations des législateurs ce printemps. En effet, le lobby nucléaire, avec

l'appui des experts de l'OMS et de l'AIEA (dont le Prof. Pellerin), essayait vainement de faire relever les doses limites tolérées sur 70 ans pour la population civile, de 7 à 35, voire 70 Rems !

Contratom finance la traduction du premier de ces textes et a proposé que les organisations s'opposant au programme surrégénérateur français développent une collaboration avec leurs homologues soviétiques. Dans un premier temps, Contratom et l'APAG feront parvenir leurs publications et l'expertise indépendante de Superphénix aux opposants soviétiques. Des échanges similaires seraient souhaitables avec les opposants japonais, qui proposent un symposium international sur le plutonium, début novembre à Tokyo.

Adresses de contact:

Lidia Popova, Socio-Ecological Union, ul. Krupskaya 8-1-187, 117311 Moscou. Tel. 131-70-12 Fax 292-65-11

Svet Zabelin, director, Center for Information and Coordination of the Socio-Ecological Union, Moscou. Tél. 151-62-70

(1) Cf. Jaurès Medvedev, *Désastre nucléaire en Oural*, Ed. Isoète/ Document, Cherbourg, 1988 (recension par J. Jakubec in *Gazette de l'APAG*, n° 1, 1989). Accident confirmé par Moscou via l'agence *Reuter*, notamment in journal *La Suisse*, 18 juin 1989.

Correspondance Malville

Société d'Etude de l'Environnement
SEDE SA
Rue du Midi 33
1800 Vevey (Suisse)
tél. 021 / 921 05 15

Monsieur A. OGI
Dpt fédéral des transports
des communications et de l'énergie
3003 Berne

Le 12 février 1991

Département fédéral des transports et
communications et de l'énergie
Office fédéral de l'énergie
3003 Bern, le 12 mars 1991
tél 031/61 56 11 (56 20)
Télex CH-911570
Fax CH-031/61 56 56 Kappellenstr.14
Fax CH-031/61 56 71 Belpstr. 36

Monsieur P. Lehmann
c/o SEDE SA
Rue du Midi 33
1800 Vevey

Concerne: Intervention auprès des autorités tchèques pour la
fermeture de la centrale nucléaire de BOHUNICE

Monsieur,

Le chancelier autrichien, M. Vranitzky, a fait faire une étude sur la sécurité des centrales nucléaires de Bohunice. Cette étude a été exécutée par un groupe d'experts, dont un (ou plusieurs?) suisses. Les experts provenaient d'universités, d'instituts de recherche, d'industries privées ainsi que d'éco-instituts. J'imagine que vous êtes parfaitement informés sur cette démarche du chancelier Vranitzky.

Le rapport, qui comprend deux volumes, a été remis en décembre 1990. Une copie du premier volume m'est tombée entre les mains. Il contient un résumé dont je joins une copie. La recommandation faite au chancelier est la suivante: essayer d'obtenir par tous les moyens adéquats l'arrêt immédiat de Bohunice.

Je cite le résumé du rapport (traduction par moi-même): "Des accidents avec émissions de radioactivité comparables à celles de l'accident de Tchernobyl ne sont pas à exclure... cela pourrait signifier la nécessité d'évacuer des parties de l'Autriche en l'espace de quelques heures ce qui est impossible pour les grandes villes." Et les auteurs concluent qu'il est urgent d'intervenir.

Je crois savoir que l'Autriche a essayé d'obtenir l'arrêt immédiat de Bohunice mais sans succès. Elle a aussi, semble-t-il, offert de fournir et payer un système d'alarme, proposition qui fait, je crois, l'objet de discussions.

Il est clair qu'un accident de type Tchernobyl à Bohunice peut avoir des effets à l'échelle de l'Europe et que nous sommes tous concernés. Il vous appartient donc d'intervenir avec vigueur auprès des autorités tchèques pour que cette dangereuse centrale soit arrêtée dans les meilleurs délais.

En vous remerciant d'avance, Monsieur, je vous prie de recevoir mes salutations distinguées.

P. Lehmann

Monsieur,

Le rapport que vous mentionnez dans votre lettre du 12 février 1991 nous est connu. Les conclusions intéressent au premier chef la chancellerie autrichienne qui en est la commanditaire.

Notre pays n'a pas attendu l'initiative autrichienne pour se préoccuper de la sûreté des réacteurs d'Europe de l'Est. Vous n'êtes pas sans ignorer que l'Agence Internationale de l'Energie Atomique à Vienne (AIEA) a lancé un programme international d'audit de la sûreté des réacteurs de cette partie de notre continent. La Suisse, préoccupée par les problèmes de sûreté industrielle, de sécurité des populations et de protection de l'environnement, participe à cet effort par la mise à disposition dans le cadre de ce programme de spécialistes et de moyens financiers. Les réacteurs de Bohunice 1 et 2 sont inclus dans cette étude qui a commencé il y a plusieurs mois. Les résultats de ces travaux serviront de base aux futures décisions concernant ces réacteurs.

Pensant avoir ainsi répondu à votre lettre, je vous prie de recevoir, Monsieur, mes salutations distinguées.

Office fédéral de l'énergie
Le directeur
Kiener

*

Société d'Etude de l'Environnement
SEDE SA
Rue du Midi 33
1800 Vevey (Suisse)

Office fédéral de l'Energie
a/s de M. KIENER
3003 - BERNE

Le 15 mars 1991

Concerne: Centrale nucléaire de Bohunice V-1
- ma lettre du 12.2.91 et votre réponse du 12.3.91

Monsieur,

Votre lettre en référence fait état d'études de l'AIEA concernant la sécurité des centrales nucléaires des pays de l'Est, études auxquelles la Suisse se serait associée. Vous ne dites pas quand ces études seront terminées.

Le rapport remis au chancelier Vranitzky en décembre 1990 dit que la centrale de Bohunice doit être arrêtée immédiatement, un accident à la Tchernobyl pouvant se produire n'importe quand. La raison en est que le réacteur Bohunice V-1 ne dispose ni d'un confinement adéquat, ni d'un système de refroidissement d'urgence, ni d'une protection efficace contre les incendies. Le rapport affirme, de plus, que la cuve du réacteur est affaiblie par des corrosions induites par le rayonnement radioactif et que les systèmes de sécurité ne sont pas suffisants. Il dit enfin que la centrale n'est pas capable de résister à un tremblement de terre. Pourtant cette centrale est en fonctionnement.

Alors de deux choses l'une: ou bien le rapport remis au chancelier Vranitzky est un tissu de sottises et il faut le dire et le démontrer, ou bien il faut intervenir d'urgence auprès du gouvernement tchèque pour qu'il arrête cette centrale.

L'accident de Tchernobyl a bel et bien eu lieu malgré les assurances que nous avons reçues, avant qu'il ne se produise, sur la grande sécurité des centrales nucléaires soviétiques. Si un tel accident survient à Bohunice avant la fin des études de l'AIEA, nous écririez-vous encore que "les résultats de ces travaux serviront de base aux futures décisions concernant ces réacteurs"?

Veuillez agréer, Monsieur, mes salutations distinguées.

P. Lehmann

✱

Société d'Etude de l'Environnement
SEDE SA
Rue du Midi 33
1800 Vevey (Suisse)

M. A. OGI
Département fédéral des Transports,
Communications et de l'Energie
3003 - BERNE

Le 30 mai 1991

Concerne: Superphénix

Monsieur,

Comme indiqué dans l'article de la *Tribune de Genève* ci-joint, le Conseil d'Etat français a admis que Superphénix fonctionnait en toute illégalité. Ses exploitants voudraient pourtant, comme le mentionne l'article, faire redémarrer cette centrale en juillet sans attendre que le poste de transfert du combustible (PTC) soit fonctionnel. Bien que cette option ait maintenant du plomb dans l'aile, rien ne permet d'exclure à ce stade que le gouvernement français autorise ce redémarrage. Superphénix fonctionnerait alors sans disposer d'aucun moyen pour retirer les

éléments combustibles irradiés du coeur du réacteur. Superphénix est une centrale déjà suffisamment dangereuse quand elle fonctionne dans des conditions normales (rapport Benecke). De la faire fonctionner dans l'état bancal où elle se trouve présentement me semble tout à fait irresponsable.

Je vous rappelle que Superphénix est à 60 km de Genève et que vos concitoyens romands et même suisse-allemands risquent l'évacuation en cas d'accident majeur.

Je me permets donc de vous demander une fois de plus d'intervenir avec vigueur auprès du gouvernement français pour que celui-ci mette définitivement fin à une expérience dangereuse et inutile. La récente décision du Conseil d'Etat français devrait donner un poids considérable à une telle intervention.

Veuillez agréer, Monsieur, mes salutations distinguées.

P. Lehmann

Copie à:

- M. Ivo Rens, APAG, rue John-Rehfous, 1208-Genève
- M. Victor Ruffy, Conseiller national, 1054 Morrens
- M. Lucien Borel, Ch. Florimont, 1066 Epalinges

✱

Département fédéral des transports et
communications et de l'énergie
Office fédéral de l'énergie
3003 Bern, Le 15 juin 1991

Monsieur P. Lehmann
c/o SEDE SA
Rue du Midi 33
1800 Vevey

Concerne: votre lettre du 30 mai 1991 à M. A. Ogi

Monsieur,

Les autorités françaises de sûreté des installations nucléaires n'ont pas délivré, depuis le 3 juillet 1990, d'autorisation de fonctionner à l'exploitant du réacteur Superphénix.

Penser que ce réacteur divergera dans le courant du mois de juillet 1991 n'est qu'une supposition, car un certain nombre de réponses doivent encore être fournies à ces autorités avant qu'il en soit question.

En ce qui concerne votre demande d'intervention auprès du gouvernement français, je vous prie de vous référer aux diverses réponses que vous a faites le conseiller fédéral A. Ogi et, notamment, au communiqué de presse qui a suivi votre rencontre du 4 septembre 1989.

Recevez, Monsieur, mes salutations distinguées.

Office fédéral de l'énergie
Le directeur
Kiener

LITTÉRATURE

Lu jadis

Jacques ELLUL, *La technique ou l'enjeu du siècle*, Paris, Armand Colin, 1954, 399 p.

Publié il y a bientôt 40 ans, cet ouvrage n'en reste pas moins actuel autant par le sujet traité que par la profondeur de l'analyse.

À la différence de certains auteurs (Ducassé, Oldham) qui assimilent et réduisent la technique à son aspect le plus impressionnant et le plus évident, en l'occurrence la machine, Ellul considère la technique dans une acception plus large: c'est l'ensemble des moyens, jugés les plus efficaces à un moment donné, pour atteindre un résultat. Aussi parle-t-il non seulement de la technique mécanique mais également de la technique administrative, juridique, économique, politique, militaire, pédagogique... La technique recouvre ainsi tous les domaines de l'activité humaine.

Contrairement à Fourastié, Ellul estime que la situation de la technique dans la société est fondamentalement différente depuis le 18^{ème} siècle: la technique n'est plus seulement moyen et intermédiaire entre l'homme et le milieu comme dans les civilisations antérieures: *la technique a pris corps, elle est devenue réalité par elle-même, indépendante de l'homme*. L'évolution de la technique est alors exclusivement causale, perdant toute finalité: la technique se développe, non pas en fonction des fins à poursuivre mais en fonction des possibilités existantes de croissance.

De la technique moderne, Ellul analyse quelques caractéristiques essentielles, à savoir: *la rationalité* (la technique est devenue un processus rationnel, tendant à soumettre au méca-

nisme ce qui appartient à la spontanéité ou à l'irrationnel); *l'artificialité* (la technique crée un monde, un système et des moyens artificiels); *l'automatisme du choix technique* (c'est la technique qui opère ipso facto le choix entre les moyens à utiliser, l'homme n'est absolument plus l'agent du choix, il est dépossédé de son choix); *l'auto-accroissement* (la technique est arrivée à un tel point d'évolution qu'elle se transforme et progresse sans intervention décisive de l'homme, elle s'engendre elle-même); *l'unicité ou l'insécabilité de la technique* (le phénomène technique, englobant les différentes techniques, forme un tout qu'il est impossible de dissocier de façon à garder ce qui est bien et à écarter ce qui est mal. Il n'y a rigoureusement aucune différence entre la technique et son usage).

Ellul étudie également d'autres caractéristiques tout aussi importantes que les précédentes: *l'autonomie de la technique* à l'égard de l'économie, de la politique et de la morale (la technique est devenue une réalité en soi, avec ses lois particulières et ses déterminations propres. L'homme n'a plus les moyens de limiter ou de maîtriser la technique; la technique ne supporte aucune limitation de l'extérieur, aucun jugement moral); *l'universalisme technique* (l'aire d'action de la technique s'identifie avec le monde. Dans tous les pays, on tend à appliquer les mêmes procédés techniques. Devenue le langage universel, la technique tend à uniformiser toutes les civilisations).

Si autonome soit-elle, la technique a néanmoins des rapports avec l'économie, l'Etat, l'environnement, l'homme et son travail...

En accord avec Fourastié, Ellul

observe que le progrès technique commande l'évolution économique contemporaine: concentration des capitaux et des entreprises, formation d'une aristocratie des techniciens... Dans ces conditions, la démocratie n'est plus qu'une apparence et l'égalité politique un mythe inatteignable par la technique. Par ailleurs, la structure et le fonctionnement de l'Etat sont modifiés: l'Etat devient dans son ensemble un gigantesque appareil technique (*l'Etat technicien*), appelé à rationaliser ses systèmes d'administration, de justice, des finances... sur le modèle des grandes entreprises industrielles ou commerciales.

L'environnement naturel n'est point épargné: il est pénétré par la technique qui l'absorbe et le désintègre, faisant place à un environnement mécanique et artificiel.

Quant à l'homme, il est professionnellement exclu et déclassé de son travail: la machine automatique élimine et remplace l'homme qui n'a plus qu'à la contrôler et à veiller qu'elle ne se dérègle pas. Réduit au rang d'*animal technique*, l'homme réalise qu'il n'a pas créé l'instrument de la liberté mais de nouvelles chaînes.

Ni le supplément d'âme de Bergson, ni les autres remèdes humanistes ou techniques n'arrivent à pallier les inconvénients de la machine: tous les efforts sont rendus vains à chaque nouveau développement mécanique.

Encerclé par la technique, enfermé dans son oeuvre artificielle, l'homme n'est plus qu'un *bloc humain* dont toutes les actions sont comptabilisées, schématisées. Quelle terrible condamnation !

Franck Nseka

D.H. MEADOWS, et al., *The Limits to Growth*, Washington, Potomac Associates, New York, Universe Books, 1972, 205 p. Trad. fr.: "Rapport sur les limites à la croissance", pp.131-304, partie II, in *Halte à la croissance ?*, Paris, Fayard, coll."Ecologie", 1972, 314 p.

Il y a bientôt vingt ans que le Club de Rome lança son retentissant cri d'alarme. En mars 1972, le Club de Rome - fondé en avril 1968 à l'instigation de l'industriel italien Aurelio Peccei (1908-1984) - présenta publiquement le «rapport Meadows» sur *Les limites à la croissance*, travail commandé en 1970 à Jay Forrester [auteur de *Dynamique mondiale*, trad. de l'américain (1971), Presses universitaires de Lyon, 1982] et à son Groupe d'étude de dynamique des systèmes au Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.). Le rapport Meadows (du nom des deux principaux rédacteurs, Donella H. Meadows et son mari Dennis L. Meadows) fit sensation. Choqué, le public réagit vivement, mais les défenseurs de l'establishment réussirent à masquer la gravité de la situation décrite par ce premier rapport au Club de Rome.

En France, la traduction de *The Limits to Growth* fut publiée (en juin 1972) dans la collection "Ecologie" (Fayard) dirigée par Armand Petitjean. *Halte à la croissance ?* - titre légitimement contesté - est en fait un ouvrage composé de deux parties bien distinctes; la première est une présentation du Club de Rome par Janine Delaunay; la traduction proprement dite du rapport sur «les limites à la croissance» forme la seconde partie.

Vingt ans après, ce rapport, qu'on dit démodé, se lit toujours comme un «livre choc». Malgré tous les défauts qu'il contient explicitement ou qu'on lui reproche maladroitement, le rapport Meadows garde toute sa valeur d'avertissement: «Décider de ne rien faire, c'est décider d'accroître le risque d'effondrement» (p.286). Pour nos jeunes étudiants, il constitue un document exceptionnel, d'une grande actualité à la veille de la conférence de Rio sur l'environnement et le développement (juin 1992). Dans la voie ainsi ouverte, de nombreux rapports plus raffinés, plus volumineux, souvent

plus pessimistes comme le «Global 2000» (1980), continuèrent d'alimenter le débat. Cette polémique virulente ne ressemble-t-elle pas à la guerre civile qui opposa en Erewhon, selon Samuel Butler, les promachinistes et les anti-machinistes ? Dans l'histoire des idées scientifiques, je crois pour ma part que le rapport Meadows peut se comparer avec le *De revolutionibus* de Copernic ou *L'origine des espèces* de Darwin.

«Le livre des limites», comme le désigne Petitjean (voir *Quelles limites ? Le Club de Rome répond...*), frappa comme un coup de tonnerre dans un ciel serein. Informés des travaux récents en écologie globale (soulignant l'impact des activités humaines sur la Biosphère), Peccei et ses collègues du Club de Rome s'étaient donné pour mission de définir une «problématique mondiale» et d'en tirer des leçons pratiques pour intégrer le développement et l'environnement (ce qu'on dit officiellement à présent). Grâce à la méthodologie systémique forgée par Forrester avec l'aide de l'ordinateur, le rapport Meadows proposait un premier «modèle du monde» d'autant plus frappant qu'il était simplifié à l'extrême. Oubliant qu'en science une théorie fautive vaut mieux que pas de théorie du tout, on cria au scandale. Trop simpliste ! Mais Newton, c'était aussi trop simpliste comme «système du monde» ! L'hérésie du message principal était sans doute trop évidente: dans un monde fini, il y a des limites à la croissance (indépendamment de la connaissance imparfaite qu'on peut avoir de ces limites).

Au printemps 1972, il y avait certes déjà une minorité turbulente de Cassandres pour annoncer l'apocalypse écologique, mais la «société de consommation» n'était pas disposée à entendre ces jérémiades. L'univers mythique de la société industrielle avancée était celui de l'âge d'or promis par les économistes et leur dogme de la croissance illimitée. Cette euphorie de «l'ère de la pétro-prospérité» (Louis Puisseux) baignait dans les illusions de l'épistémologie mécaniste et de la conquête de l'espace, stade suprême de la «domination de la nature» et de l'expansion de l'Occident sur le globe. Le choc pétrolier n'avait pas encore eu lieu (octobre 1973). Le monde occidental ne

se souciait ni de l'écologie, ni de la crise de l'énergie ni du «destin de la Terre» (J. Schell) !

Dans le contexte idéologique de l'industrialisme, tous ceux qui n'adhèrent pas au credo de l'optimisme historique issu de la philosophie rationaliste des Lumières sont méprisés comme des ennemis de l'homme, accusés de malthusianisme ou de catastrophisme. Les auteurs (jeunes scientifiques chevronnés) du rapport sur *Les limites à la croissance* furent traités de tous les noms; «les hurluberlus du MIT» étant encore l'un des plus gentils ! A l'encontre du ridicule dont fit preuve à cette occasion la corporation des économistes, il faut relire la prise de position du professeur N. Georgescu-Roegen [dans *Demain la décroissance*, Favre, Lausanne, 1979], elle est dévastatrice.

Dans certains milieux, il est en effet vite devenu de bon ton d'affirmer sans autre forme de procès que le rapport du Club de Rome (en fait le premier rapport au Club de Rome !) s'est révélé erroné. Tout aussi erroné que Malthus ! A vrai dire, la plupart des personnes qui déclarent que le rapport Meadows s'était trompé ne l'ont pas lu attentivement, voire pas lu du tout. Même ceux qui l'ont bien lu devraient le relire, y compris les notes: c'était une remarquable introduction à l'écologie globale de la Biosphère (cf. la référence à l'article de G. E. Hutchinson, "The Biosphere", *Scientific American*, septembre 1970, oubliée par la traduction française); on y parlait déjà de la dérive anthropogénique de l'effet de serre (cf. «la courbe de Keeling» p.72 de l'édition originale, absente de la traduction française) !

Le modèle Forrester-Meadows, le premier du genre, était construit pour traiter essentiellement l'évolution dans le temps de quelques paramètres fondamentaux comme la démographie, l'industrialisation, l'épuisement des ressources minérales et la pollution. Toutes ces variables furent critiquées, notamment l'épuisement des ressources naturelles, mais on négligea généralement le fait que c'est l'enchevêtrement de leurs interactions qui provoque tôt ou tard l'effondrement du système global. Contrairement aux mauvaises langues qui les prirent pour des technocrates insens-

sibles, les collaborateurs de Forrester étaient les premiers à nous avertir: le monde actuel est globalement mal développé et la poursuite de ce développement est socialement et écologiquement insoutenable !

Les principales critiques adressées au travail de l'équipe Meadows reviennent pratiquement toutes à nier cette évidence: nous vivons de et dans la Biosphère de la planète Terre, c'est-à-dire un système clos, alimenté de l'extérieur par l'énergie solaire et dont la stabilité globale est assurée par des cycles biogéochimiques que nos activités économiques, depuis la révolution thermo-industrielle, sont en train de perturber d'une manière inconsidérée⁽¹⁾.

Vingt ans après, en relisant ce premier rapport au Club de Rome, ce qui me frappe le plus, c'est essentiellement l'objectif qu'il se proposait: «tenter d'améliorer notre représentation mentale des problèmes planétaires à long terme». C'est bien aujourd'hui l'objectif du programme «Global Change» (IGBP) adopté par la coopération scientifique internationale (ICSU). Comme tout modèle scientifique préliminaire, le modèle Forrester-Meadows était, au dire même de ses auteurs, «imparfait, schématique et incomplet». S'il était biaisé, ce n'était nullement par catastrophisme mais bien plutôt, comme le souligne François Meyer (*La Surchauffe de la croissance*, Paris, Fayard, "Ecologie", 1974), par sousestimation de la dynamique prétendument exponentielle du modèle. Son mérite était avant tout de produire un diagnostic d'urgence (Meyer parle d'imminence !): la poursuite du style actuel de développement de l'humanité mène, en un temps étonnamment court (moins d'un siècle), à une catastrophe inévitable. N'est-ce pas ce que dit actuellement la communauté scientifique internationale qui se préoccupe de l'évolution de la Biosphère ?

Jacques Grinevald

Ivan ILLICH, *Energie et équité*, Paris, Editions du Seuil, 1973. Seconde édition dans la collection 01 Techno-Critique dirigée par J.-P. Dupuy, au Seuil, 1975 (traduction de l'allemand par Luce Giard), 69 p., avec une annexe de J.-P. Dupuy.

1973. Année de la Crise mondiale de l'énergie. Le petit livre d'Ivan Illich arrive à point nommé.

"(...) il faut reconsidérer la réalité que dissimulent les lamentations sur la crise: en fait, l'utilisation de hauts quantas d'énergie a des effets aussi destructeurs pour la structure sociale que pour le milieu physique. Un tel emploi de l'énergie viole la société et détruit la nature."

On le devine déjà, cet ouvrage ne sera pas un précis d'écologie au sens habituel, qui s'épouvanterait devant les atteintes portées à la nature par les déchets trop nombreux et variés. Laissons cette tâche, nécessaire, à d'autres, puisque les années septante n'en finissent pas de lancer des cris d'alarme.

Quant à notre auteur, il construit sa critique de notre société qui surempleie l'énergie non métabolique, essentiellement en se référant au système de transport motorisé; système qu'il qualifie de monopole social radical dans la mesure où il a ôté à l'individu la capacité de se déplacer de façon autonome. N'étant plus capable d'utiliser des ressources qui sont siennes, cet individu devient un simple usager, un consommateur ivre de la nouveauté industrielle, que celle-ci se présente sous la forme d'une vitesse accrue ou d'un confort domestique plus élaboré.

Ivan Illich prend en considération deux dimensions lorsqu'il démantèle la logique de l'ère des transports à grande vitesse: l'asservissement général à l'égard du transport motorisé et la création d'une nouvelle classe, celle des capitalistes de la vitesse, de l'énergie:

1. Ainsi: "La dépendance forcée à l'égard de l'automobile dénie à une société de vivants cette mobilité dont la mécanisation des transports était le but premier. L'esclavage de la circulation commence." Là où Ivan Illich voit encore plus loin, c'est lorsqu'il qualifie les palliatifs de la

crise - n'apportant aucune solution véritable sur le plan des rapports sociaux - de sophismes politiques:

"Même si on découvrait une source d'énergie propre et abondante, la consommation massive d'énergie aurait toujours sur le corps social le même effet que l'intoxication par une drogue physiquement inoffensive, mais psychiquement asservissante."

2. Parmi les individus, qui tous sont asservis, certains arrivent cependant toujours à tirer leur épingle du jeu: d'extrêmes privilèges sont en effet concédés aux plus puissants citoyens, tandis que la grande majorité des individus souffre de vivre dans un environnement qui, jour après jour, est aménagé davantage en fonction de l'automobile et non de l'homme. Comme le dit si bien Ivan Illich, "passé un certain seuil de consommation d'énergie, l'industrie du transport dicte la configuration de l'espace social". Cet espace social déstructuré, certains peuvent donc toutefois se permettre de le survoler à grande vitesse...

Bref: "On néglige en général le fait que l'équité et l'énergie ne peuvent augmenter en harmonie l'une avec l'autre que jusqu'à un certain point. En deçà d'un seuil déterminé d'énergie par tête, les moteurs améliorent les conditions du progrès social. Au-delà de ce seuil, la consommation d'énergie augmente aux dépens de l'équité."

Le but que s'est fixé Ivan Illich, c'est faire comprendre qu'efficacité et technique pauvre en énergie peuvent aller de pair tout en garantissant une certaine équité énergétique. Pour ce, l'industrie de la circulation, en reprenant notre exemple, devrait s'auto-limiter, fortifiant plutôt que supprimant les forces autonomes de production, soit la capacité innée de se déplacer:

"(...) il faut déterminer le seuil au-delà duquel l'énergie corrompt, et unir toute la communauté dans un procès politique qui atteigne ce savoir et fonde sur lui une auto-limitation. Parce que ce genre de recherche va à l'opposé des travaux actuels des experts comme des institu-

(1) J. GRINEVALD, "L'effet de serre de la Biosphère: de la révolution thermo-industrielle à l'écologie global", *Stratégies énergétiques, Biosphère & Société*, 1990, 1, pp. 9-34.

tions, je lui donne le nom de contre-recherche. Elle compte trois étapes. D'abord la nécessité de limiter la consommation d'énergie par tête doit être reconnue comme un impératif théorique et social. Ensuite il faut déterminer l'intervalle de variation où se situent ces grandeurs critiques. Enfin chaque société doit fixer le degré d'injustice, de destruction et d'endoctrinement que ses membres sont prêts à accepter pour le plaisir d'idolâtrer les machines puissantes et de se plier docilement aux injonctions des experts."

A propos, saviez-vous que la vitesse généralisée de l'automobile est en général inférieure à celle de la bicyclette ?

Laurence Marquis

*

Ivan ILLICH, *La convivialité*, Paris, Editions du Seuil, 1973, 158 p. (traduction de *Tools for conviviality*, New York, collection "World Perspectives" dirigée et présentée par Ruth Nanda Anshen, 1973).

Ivan Illich, né à Vienne en 1926, homme d'église indiscipliné mais généreux, est surtout connu pour avoir fondé, à Cuernavaca, au Mexique, le CIDOC (aujourd'hui dissous), centre interculturel de documentation, dans les années 1960. Cet endroit, à l'origine surtout destiné à offrir la possibilité de s'initier au monde latino-américain, attira de plus en plus d'intellectuels et de militants, se tournant progressivement vers l'analyse critique de la société industrielle. Ivan Illich lui-même est d'ailleurs l'auteur d'une critique du dysfonctionnement des institutions de l'âge industriel. S'attaquant à certaines institutions tabous, comme les institutions médicale ou scolaire, il connaîtra le succès dans le prolongement des années 1968.

Dans *La convivialité*, Ivan Illich annonce la couleur d'entrée de jeu:

"Au long des années qui viennent, j'ai l'intention de travailler à un épilogue de l'âge industriel. Je voudrais tracer le

contour des mutations qui affectent le langage, le droit, les mythes et les rites, en cette époque où l'on conditionne hommes et produits. Je voudrais dresser un tableau du déclin du mode industriel de production et de la métamorphose des professions qu'il engendre et nourrit."

Cet ouvrage phare d'Ivan Illich offre au lecteur un avant-goût, une sorte de synthèse avant l'heure de la plupart des thèmes majeurs abordés dans son oeuvre. *La convivialité* rassemble en effet un matériau qui reprend les idées principales d'*Une société sans école* (1971), fait des emprunts à *Energie et équité* paru la même année, et préfigure déjà la pensée que l'on trouvera dans des ouvrages postérieurs comme *Némésis médicale* (1975) par exemple. Cette vaste fresque se trouve donc résumée dans un petit livre qui a le grand mérite, comme les autres écrits d'Ivan Illich d'ailleurs, d'être facile d'accès. Chez Ivan Illich, les mots recouvrent leur puissance évocatrice, la polémique sa dimension constructive.

Dans *La convivialité*, Ivan Illich nous propose une théorie passionnée de l'aliénation de l'homme moderne à la technique en général et où la conséquence de cet esclavage se traduirait par une perte de contrôle de l'homme sur ses outils et ce, au profit de monopoles sociaux radicaux. A cet égard, Ivan Illich distingue cinq atteintes principales menaçant l'humanité dans sa survie:

1. "La surcroissance menace le droit de l'homme à s'enraciner dans l'environnement avec lequel il a évolué.
2. L'industrialisation menace le droit de l'homme à l'autonomie dans l'action.
3. La surprogrammation de l'homme en vue de son nouvel environnement menace sa créativité.
4. La complexification des processus de production menace son droit à la parole, c'est-à-dire à la politique.
5. Le renforcement des mécanismes d'usure menace le droit de l'homme à sa tradition, son recours au précédent à travers le langage, le mythe et le rituel".

Ce phénomène de la contreproductivité, qui comprend l'inversion dangereuse des moyens en fins, constitue l'arme principale de la critique illichienne. Pour notre auteur en effet, la critique des grandes institutions de la société industrielle, qu'il entreprend avec une farouche détermination, doit obligatoirement mentionner la reconnaissance de leurs effets non voulus, contre-intuitifs et souvent non-maîtrisables; ainsi, plus concrètement, on peut dire que passés certains seuils critiques de développement, la médecine rend malade (cf. les maladies qu'Illich nomme "iatrogènes"), l'école abêtit, le transport immobilise, etc.

En conséquence, par rapport aux multiples théories de la "crise", Ivan Illich a le grand mérite, affirmons-nous avec J.-P. Dupuy, de révéler que le mal est bien plus profond qu'une simple perte d'efficacité de la "machine capitaliste". En effet, si ces vastes entreprises de biens et de services subissent des "déséconomies d'échelle" en terme d'efficacité, il est encore plus important de se rendre compte que sur le plan des rapports humains, l'effet net de la production hétéronome est véritablement de détruire, de déposséder, de priver de sens.

Comprenons-nous bien toutefois: Ivan Illich ne refuse pas systématiquement tout progrès technique. Non, ce qu'il met en cause, c'est bien plutôt le rêve de maîtrise totale, le Projet Technicien qui "déconnecte la Totalité de ses parties" et rend les hommes esclaves de leurs outils. Il n'est donc pas possible, si les institutions ne se fixent pas de limites rationnelles de croissance, de penser en termes d'absolue transparence, de parfaite adéquation entre les intentions et les résultats.

Il faut alors à tout prix nous réapproprier la capacité d'agir avec autonomie et de doter notre environnement de sens. Comme l'affirme Ivan Illich, c'est là le travail que doivent accomplir les hommes en utilisant les procédures juridiques et politiques. En bref, chaque groupe social ou politique devra, après avoir pris conscience des limites naturelles à la croissance, lui fixer des limites culturelles, en procédant selon une démarche qu'Illich appelle dialectique, fondée sur l'histoire et sur l'acquis de chaque

groupe. Le résultat ?

“J’appelle société conviviale une société où l’outil moderne est au service de la personne intégrée à la collectivité, et non au service d’un corps de spécialistes. Conviviale est la société où l’homme contrôle l’outil.”

Laurence Marquis

*

Jacques ELLUL, *Le système technicien*, Paris, Calmann-Lévy, 1977, 361 p.

Dans ce livre, l’auteur confirme et explicite les thèses soutenues dans son ouvrage de 1954, *La technique ou l’enjeu du siècle*. Ce qui l’amène à contester la validité des différentes définitions proposées pour qualifier la société actuelle: société industrielle (Raymond ARON), post-industrielle ou industrielle avancée (Daniel Bell, Alain Touraine), tertiaire (Clark et Fourastie), bureaucratique de consommation dirigée (LEFEBVRE)...

Si exactes soient-elles, ces définitions restent néanmoins partielles car elles ne rendent pas compte de toute la réalité de la société. Pour Ellul, le fait décisif de notre société est le phénomène technique: nous sommes dans une *société technicienne*.

Il nous faut cependant dépasser l’idée de société technicienne car la technique a pris une ampleur et une organisation nouvelles: elle est devenue un système c’est-à-dire un ensemble organisé dont les différentes techniques sont étroitement unies, interdépendantes et obéissent à une régularité commune. Il n’y a donc pas de facteurs techniques épars, insérés dans divers contextes sociaux, politiques, économiques... Chaque élément technique est associé aux autres facteurs techniques formant ainsi un ensemble plus ou moins cohérent, assurément rigoureux. Mais on ne doit pas confondre *système technicien* et *société technicienne*: le système existe dans la société, greffé sur elle. Il modèle la société en fonction de ses nécessités, il l’utilise comme support, il en transforme certaines structures.

Univers des moyens, la technique est

devenue le milieu de l’homme: les moyens techniques sont tellement généralisés, multipliés qu’ils ont fini par constituer un nouvel univers, *le milieu technicien*.

L’un des aspects essentiels du système technicien est sa spécificité: les techniques ne sont comparables à rien d’autre, ce qui n’est pas technique n’a aucun point commun avec ce qui l’est et par ailleurs il existe des caractéristiques semblables à toutes les techniques. De plus, comme tout système, le monde technique a une certaine propension à une *auto-régulation* c’est-à-dire à élaborer son propre ordre de développement et de fonctionnement, indépendant de l’homme. Cependant, contrairement à d’autres systèmes, il y a *absence du processus de rétroaction (feed-back)*, c’est-à-dire le mécanisme qui intervient pour rectifier une erreur dans le fonctionnement du système en agissant à la source, à l’origine du mouvement: le système technicien ne tend pas à se modifier lui-même lorsqu’il développe des nuisances, des encombrements... il est livré à une croissance pure, il continue à évoluer dans sa propre ligne.

Dans le système technicien, la *création de l’ordinateur* est d’une importance capitale: l’ordinateur a permis à la technique de s’instituer définitivement en système. Dès lors, les différentes parties du système sont reliées par un réseau d’informations. Chaque sous-système technique joue un rôle d’émetteur-récepteur d’informations et l’ordinateur intègre les parties des sous-systèmes techniques.

La compréhension de la technique comme système entraîne une conséquence essentielle: il est absolument inutile d’envisager une technique ou un effet technique séparément. Il faut avoir une vue globale du système pour comprendre chaque facteur et pour mesurer la complexité des questions posées par la technique.

L’un de ces problèmes est la place de l’homme par rapport à la technique, *la relation de l’homme avec la technique*. L’homme a-t-il encore le pouvoir de choix, de décision, d’orientation à l’égard de la technique ?

Pour Ellul, l’homme d’aujourd’hui n’est pas un sujet indépendant, autonome

par rapport à la technique; il est tout entier plongé dans la technique, la technique constitue pour lui un milieu dans lequel il entre et s’insère. Il est modifié, conditionné par la technique qui lui impose ses choix. Il s’agit donc d’un *homme technicisé* au préalable qui prend ses décisions et opère ses choix en fonction de la technique et dans le sens d’une progression de la technique. De sorte qu’à notre époque on peut tout remettre en question, même Dieu, mais pas le progrès technique sans être qualifié d’antitechnique.

Franck Nseka

*

Armand PETITJEAN, éd., *Quelles limites? Le Club de Rome répond...*, Seuil, “Equilibres”, Paris, 1974, 188p.

Le formidable tollé provoqué par la publication du premier rapport au Club de Rome ne doit pas faire oublier la controverse qui s’ensuivit, et qui n’est toujours pas terminée. Persuadé que le Club de Rome (le rapport Meadows plus précisément) s’est trompé, on oublie l’importante littérature du débat post-Meadows; comme si la réplique du Club de Rome à ses critiques n’existait pas ! Or, en France, celle-ci a été publiée dans un livre remarquable (quoique peu remarqué !) édité, avec une importante introduction («La pensée des limites») - qui reste un morceau d’anthologie - par Armand Petitjean, philosophe et écrivain à qui la réflexion sur l’écologie, au sens le plus profond du terme, doit beaucoup. Il est vrai que depuis la mort d’Aurelio Peccei, son père fondateur, le Club de Rome, qui existe toujours, semble bien avoir terminé sa mission. Autre bonne raison pour lui rendre hommage !

D’autres équipes de recherches ont pris le relais... pour dire sensiblement la même chose. Hélas, depuis 1972, la situation mondiale ne s’est guère améliorée. Dans le monde des idées, systématiquement déformé par les médias au profit de l’idéologie dominante, la bataille entre les «pessimistes» (ceux qui croient aux limites) et les «optimistes» (ceux qui n’y croient pas) n’a pas cessé.

Les arguments méritent d'être examinés de près. La controverse s'est d'ailleurs amplifiée dans les années 80 avec de nouvelles découvertes dramatiques comme le «trou d'ozone» de la stratosphère ou l'accélération de la déforestation tropicale. Malgré cela, curieusement, le débat reste pour l'essentiel celui que le Club de Rome réussit à lancer en 1972. En bref, puisque nous n'avons pas la place de les résumer ici, je recommande vivement l'étude des textes rassemblés par Armand Petitjean, ils forment ensemble une analyse globale de notre crise écologique d'une rare densité et d'une réelle perspicacité.

Jacques Grinevald

✱

François MEYER⁽¹⁾, *La surchauffe de la croissance*, Collection Ecologie, Fayard, Paris, 1974, 140 p.

Dans cet ouvrage, l'auteur reprend des thèses qu'il avait déjà énoncées en 1947 dans *L'accélération évolutive* ainsi qu'en 1954 dans *Problématique de l'évolution*. *La Surchauffe de la croissance* est une réplique au Rapport Meadows, c'est-à-dire au premier Rapport au club de Rome, publié en 1972, et plus encore à ceux qui l'ont critiqué comme indûment alarmiste. Ce livre constitue une référence fondamentale pour comprendre la dynamique de l'évolution qui jouit d'un statut autonome dans la réflexion de l'auteur, ce dernier n'abordant pas, sauf à titre de prédictions ou de perspectives futures, les effets des choix humains sur l'évolution.

Toute la démarche de Meyer, marquée au sceau de l'interdisciplinarité, consiste à tenter d'expliquer l'évolution humaine, dont la caractéristique dynamique serait celle d'une croissance en perpétuelle accélération. Outre le fait qu'elle place son auteur dans une position inconfortable au sein du monde académique, scientifique ou philosophique, où la

reconnaissance du savoir passe nécessairement par la spécialisation, l'interdisciplinarité de la pensée de Meyer lui permet surtout de comprendre l'histoire et la destinée humaines dans leur globalité. En pensant ces dernières comme un prolongement du processus plus général de l'évolution, l'auteur parvient à rendre compte de la dynamique propre de la croissance comme d'un phénomène intégré dans un schéma d'évolution dont la forme mathématique revêtirait l'allure d'une courbe surexponentielle. Dans cette optique, le phénomène humain représenterait la pointe extrême d'une dynamique à l'échelle non seulement de l'espèce, mais de l'ensemble du vivant.

Dans un premier temps, Meyer s'emploie à démontrer les carences des prévisions démographiques du système des Nations Unies qui, telles les hypothèses du Rapport Meadows, sont fondées sur un diagnostic de croissance exponentielle, laquelle se révèle trop faible pour rendre compte de l'accélération démographique. En effet, l'auteur fut, avec Nicholas Georgescu-Roegen, l'une des rares personnes, au début des années 1970, à dénoncer les prévisions du Rapport Meadows non point comme catastrophistes, mais comme trop optimistes. Selon Meyer, loin d'être constant, le temps de doublement de la population mondiale, diminue en fait rapidement, créant une suraccélération.

Meyer observe ensuite que, à l'instar du taux de croissance démographique, l'évolution technologique suit également un schéma d'accélération de plus en plus rapide. Il va même plus loin : Puisque la croissance de la population du globe n'est qu'un volet du phénomène plus global de l'évolution humaine, il montre que l'accélération ne peut se poursuivre que grâce au relais de l'évolution biologique par une évolution technologique. Il observe que cette dernière suit tout d'abord une marche plus lente que l'évolution cérébrale, puis accélère pour atteindre sa vitesse maximale au moment même où l'on observe un plafonnement de la variable bio-anatomique. Dès lors, "les transformations évolutives majeures s'appellent inventions et non plus mutations" (p.85).

Cependant, Meyer voit dans le

gigantisme technologique que l'homme est incapable de maîtriser et qui se développe selon sa logique propre, comme un cancer, une menace de catastrophe écologique, les dangers de pollution planétaire et d'asphyxie généralisée compromettant les chances mêmes de survie de l'humanité. La seule échappatoire réside alors, selon l'auteur, dans la capacité humaine de compréhension de ces mécanismes, qui doit déboucher sur leur inversion radicale, c'est-à-dire sur une décélération drastique du processus. Cette inversion, que l'auteur, avec un certain optimisme, envisage comme scientifiquement et humainement possible, devrait se concentrer dans trois principaux domaines : la production d'énergie et l'augmentation de l'entropie, les ressources alimentaires disponibles et la croissance de la population mondiale, enfin le dépassement des seuils tolérables de pollution.

Meyer reconnaît toutefois que si une action humaine de régulation est la seule alternative éthiquement acceptable à la catastrophe, elle doit engendrer des bouleversements fondamentaux dans tous les domaines, politique, social, économique, culturel, à tel point que cette régulation serait elle-même quasicataclysmique, et que ses conséquences constitueraient une mutation d'une amplitude difficilement traduisible.

Cette solution semble alors devoir passer par une stratégie de mobilisation mondiale engendrant une reconversion massive et rapide avec, à la base, une inversion radicale du secteur économique se traduisant par un transfert des finalités des sociétés industrielles ou post-industrielles axées sur la production et la consommation.

La perspective de Meyer, entrant de plain-pied dans le domaine des prédictions, envisage alors cette mutation comme un pas nécessaire vers un nouveau relais évolutif, si ce n'est qu'il ne s'agirait plus, comme précédemment, d'un relais dans l'histoire, d'une variable évolutive remplaçant une autre, mais d'un relais de l'Histoire par une autre forme d'Histoire.

Meyer insiste énormément sur l'urgence d'une telle action régulatrice, visant à épargner à l'humanité l'épreuve d'une catastrophe. Son ouvrage se veut un cri d'alarme, bref et incisif, comme si

(1) F. Meyer est l'un des auteurs des pages sur l'"Epistémologie de la biologie" in *Logique et connaissance scientifique* sous la direction de Jean Piaget, Encyclopédie de la pléiade, nrf, Paris, réédition 1976.

l'imminence du danger ne lui laissait que le temps nécessaire pour nous révéler l'essentiel.

Thérèse Osman

✱

Bertrand GOLDSCHMIDT, *Le complexe atomique (Histoire politique de l'énergie nucléaire)*, Paris, Fayard, 1980, 493 p.

Le complexe atomique est un livre qui se fonde essentiellement sur les souvenirs de son auteur, Bertrand Goldschmidt, celui-ci ayant dû estimer que sa participation à l'aventure nucléaire, d'abord au laboratoire Curie, puis aux Etats-Unis et au Canada au cours de la seconde guerre, enfin au Commissariat à l'Energie Atomique et à l'Agence Internationale de l'Energie Atomique, le dispensait de faire référence à d'autres sources que quatre études rédigées d'après des documents officiels.

Avant le contenu, la structure même du livre tente d'induire le lecteur en erreur, séparant en deux parties distinctes l'histoire de la bombe atomique ("l'explosion") de ses applications civiles ("la combustion"), comme s'il s'agissait

de phénomènes parfaitement différents.

C'est dans ce même esprit de dissimulation que l'auteur traite les différents incidents qui ont émaillé l'histoire du nucléaire, y consacrant moins de dix pages au total.

Les accidents notoires comme Windscale, Kychtym et Three Mile Island voient leur portée minimisée alors que les retombées radioactives dues aux explosions atmosphériques dans le désert du Nevada, et l'évacuation définitive de l'atoll de Bikini par ses habitants, sont, entre autres, des événements qui ne sont même pas mentionnés.

Un autre travers important de l'auteur est le chauvinisme qui sous-tend le livre, le mobile premier de la course à l'atome apparaissant alors comme la volonté de se placer en tête de la compétition nucléaire, compétition teintée d'orgueil et de patriotisme qui prend les allures d'une olympiade entre nations.

Cependant, la rengaine favorite de Goldschmidt est qu'il n'y avait pas d'autre choix, puisque l'énergie provenant de la fission d'uranium, techniquement et économiquement au point, est la seule disponible "pour combler l'angoissant déficit des ressources énergétiques classiques" (pp. 479-480), celle-ci n'étant freinée que par des facteurs irrationnels, politiques et psychologiques.

D'après lui, les risques d'une catastro-

phe nucléaire sont donc infimes et parfaitement acceptables - rappelons que le livre est paru avant Tchernobyl... - et qu'il existe des solutions pour les déchets (il ne les explicite cependant pas).

C'est également avec une grande condescendance qu'il traite les opposants au nucléaire, les accusant de faire confiance au non-spécialiste et à sa vision pessimiste des risques encourus, au lieu de suivre les raisonnements de l'expert.

L'auteur accepte donc mal les diverses formes de contestation, qui font obstacle au "plein épanouissement des bienfaits de la fission" (p. 247).

Cependant, ce n'est pas en dissimulant des événements et en manipulant ses lecteurs que Goldschmidt fera taire ses détracteurs. Le manque de transparence qu'ont toujours affectionné les nucléocrates, en se cachant derrière le paravent de la sécurité nationale pour prendre des décisions sans débat public, montre qu'il faut rester méfiant et ne pas faire confiance à ces "experts" et à leurs discours démagogiques.

Le complexe atomique, prétextant raconter l'histoire de cette énergie, permettra en fait au lecteur averti de trouver un excellent exemple de propagande pro-nucléaire.

Frédéric de Diego

Ouvrages récents

Energie internationale 1990-1991 Rapport annuel sur les évolutions énergétiques mondiales, publié par l'Institut d'Economie et de Politique de l'Energie (Laboratoire C.N.R.S. associé à l'Université des Sciences Sociales et à l'Institut National Polytechnique de Grenoble). Editions Economica, 1990, 344 pages, 300 FF (auprès de l'I.E.P.E., BP 47 X, Grenoble cedex, France).

Cet ouvrage ne comporte pas moins de 15 articles rédigés par 22 spécialistes

français et étrangers, et répartis en 5 rubriques:

- "La concurrence entre combustibles sur les principaux marchés du monde". Quatre chapitres, dont 3 relatifs à la C.E.E., au Japon et aux Etats-Unis.
- "Les dynamiques contrastées de la demande d'énergie dans le monde". Quatre articles relatifs aux mêmes régions. On notera (au moins) trois facteurs de pessimisme que résument les titres suivants: "L'Europe

redevient-elle énergivore ?". "Les gains d'efficacité énergétique aux Etats-Unis s'épuisent-ils après 1985". "L'explosion de la demande d'énergie au Japon depuis 1987".

- "Energie et perestroïka en Europe de l'Est", dont un chapitre globalisant ayant pour thème: "Environnement, problèmes globaux et crise des sociétés de l'Est".
- "Les limites du libéralisme en Amérique du Nord", dont un chapitre liant - une fois de plus - écologie et

économie: "La protection environnementale, objectif de premier rang de la politique énergétique américaine".

- "Le monde arabe", thème d'actualité s'il en est, d'autant que la "décennie de la rente pétrolière (1974-1985) s'achève par l'effondrement des prix du pétrole et la montée de l'endettement dans la plupart des pays arabes". Dans une optique à long terme, on notera que si les pays arabes pris au sens large (Moyen-Orient, Iran, Maghreb) "contribuent pour près de 30% (seulement) à la production mondiale", "les réserves qu'ils détiennent sont considérables, et excèdent très largement leur participation à la production actuelle. Selon les estimations au 1er janvier 1990, les pays arabes possèdent en effet presque 60% des réserves prouvées de brut, environ 82 milliards de tonnes. Aux rythmes actuels, plusieurs d'entre eux pourraient assurer plus de 100 ans de production (Arabie Saoudite, Irak, Koweït, Emirats Arabes Unis). Ce chiffre prend toute sa signification lorsqu'on constate qu'il n'atteint que 9,5 ans aux Etats-Unis et 12,8 en Union Soviétique". Guerre du Golfe, vous avez dit Guerre du Golfe ?

Aux 270 pages ainsi couvertes s'ajoutent une cinquantaine de pages apportant tout un ensemble de statistiques économiques et de références bibliographiques.

Parmi les phrases clés glanées çà et là dans un texte trop riche pour qu'il en soit rendu compte de manière exhaustive, on pourra relever, dans l'espoir (un peu vain ?) de responsabiliser le citoyen-consommateur:

- (en France), "un revirement important dans la politique de maîtrise de l'énergie s'est traduit par la baisse de 30% de l'effectif de l'A.F.M.E., la suspension de l'aide directe à l'investissement (fin du fonds spécial de Grands Travaux, soit 2 milliards de francs d'intervention annuelle), la baisse des budgets d'intervention et de recherche (près de 50% entre 1985 et 1987" (p. 92).

- En ce qui concerne les transports routiers, en France encore, "la relance économique a eu un double effet structurel: croissance très rapide (trois fois celle du P.I.B.) du transport de marchandises; croissance rapide, voisine de celle de la consommation privée des ménages, du parc automobile" (p. 95).

Les deux pages de conclusion (pp. 271-272, sous la signature de Patrick Criqui) méritent d'être citées plus avant, avec comme sous-titre évocateur: "Avant des chocs ?".

"Au milieu de l'année 1990, le prix moyen du pétrole est, en monnaie constante, à son niveau le plus bas depuis 1973⁽¹⁾. L'OPEP semble non seulement avoir perdu le contrôle du marché, mais aussi toute capacité à organiser quelque peu le mouvement des prix. Est-ce vraiment une bonne nouvelle pour les pays consommateurs ? Mais la baisse des prix (...) est aussi un phénomène inquiétant parce que potentiellement porteur de tensions et, probablement, d'orages futurs. Les signes annonciateurs se font aujourd'hui plus précis". "En cinq ans cependant, la consommation (mondiale) a progressé de plus de 14 %, passant de 7 Gtep en 1984 à 8 Gtep aujourd'hui."

"Le prix actuel du pétrole qui demeure le prix directeur pour les autres énergies⁽²⁾, est sans doute trop bas aujourd'hui pour assurer un développement sans heurts du système énergétique mondial. Il est en tout cas certainement trop bas pour susciter les inflexions de tendances qui paraissent de plus en plus nécessaires du fait de l'émergence des contraintes environnementales."

"Un certain fatalisme pourrait conduire à attendre, voire à espérer le prochain choc, qui enfin permettrait aux gouvernements de renouer avec les politiques énergétiques, tout en réfrénant les appétits des consommateurs d'énergie."

"L'essentiel de la tâche incombe bien aux Etats des pays consommateurs qui doivent profiter d'une conjoncture économique favorable pour maîtriser leur développement énergétique. L'effort dans ce domaine peut être décidé et organisé volontairement aujourd'hui; demain, il sera probablement imposé brutalement

par les marchés internationaux et l'exigence de sauvegarder l'environnement planétaire."

Bref, un ouvrage précieux dont il n'est pas interdit de penser, le cas échéant, qu'il puisse intéresser nos politiciens, dans la mesure, évidemment, où ils se décideraient à (et seraient capables de) faire de la politique.

Philippe Lebreton

- (1) En mars 1991, malgré (ou à cause de...) la Guerre du Golfe, l'affirmation n'est nullement démentie.
- (2) Pétrole + gaz représentent plus de 58% de la consommation mondiale d'énergie, contre 30% pour le charbon et un peu plus de 11% pour l'électricité "primaire" (dont le nucléaire).

*

Jean-Marie MARTIN, *L'économie mondiale de l'énergie*, Collection Repères, Editions La Découverte, Paris 1990, 125 p.

Il arrive qu'un petit livre soit intrinsèquement grand. C'est le cas de *L'économie mondiale de l'énergie* dont l'auteur, Jean-Marie Martin, directeur de recherche au CNRS, dirige l'Institut d'économie et de politique de l'énergie de Grenoble. Qui plus est, la qualité de cet ouvrage a été dûment reconnue par les professionnels regroupés dans l'Association technique pour les économies d'énergie laquelle vient de lui décerner le Prix Sadi Carnot pour 1991. Rappelons qu'il s'agit du Prix qui fut attribué en 1988 à notre collaborateur Lucien Borel comme nous le signalons dans le numéro 4 de 1988 de la Gazette de l'APAG (p. 23), pour son ouvrage *Thermodynamique et énergétique*, dont la première édition date de 1984 déjà et dont la troisième vient de sortir aux Presses polytechniques romandes, à Lausanne, en 1991.

A l'heure où la spécialisation à outrance sévit dans les questions énergétiques comme dans tous les domaines du savoir, avec pour conséquences la myopie des spécialistes et souvent leur prodigieuse inculture, Jean-Marie Martin apporte la preuve qu'il est encore possible de pratiquer une approche tout à la fois synthétique et dynamique de ces

questions à l'échelle mondiale, et ce notamment en les restituant dans leur dimension diachronique, donc en recourant notamment à l'histoire.

Le premier chapitre intitulé "L'approvisionnement du monde en énergie: des utilisations aux grandes filières de production" présente l'originalité de partir précisément des utilisations de l'énergie, alors que jusqu'à une époque récente, les ouvrages de référence faisaient presque toujours le chemin inverse, tant l'influence des grands fournisseurs d'énergie, à commencer par celle des "majors" (p. 48) façonnait la *Weltanschauung* de la caste des experts, même à leur insu.

Le deuxième chapitre intitulé "La formation historique de l'économie mondiale de l'énergie" présente une synthèse remarquable des relations passées des sociétés humaines avec l'énergie. L'auteur a le mérite de retracer cette histoire en insistant sur l'apport de l'Europe médiévale, notamment quant à la diffusion des moulins à eau et des moulins à vent, mais aussi en matière de traction animale grâce au ferrage des chevaux et à l'introduction du harnais appelé par l'auteur "collier d'épaule", apport encore trop souvent méconnu par les non-historiens. "L'Europe occidentale connaît, du XI^e au XIII^e siècle, une période d'intense activité technologique qui aurait dû s'appeler la première révolution industrielle" - va-t-il jusqu'à écrire en se référant à quelques bons historiens de l'économie et de l'énergie, mais pas aux meilleurs historiens des techniques médiévales.

Le troisième chapitre intitulé "Prix des énergies, politiques des Etats et stratégies des firmes" n'est pas moins instructif. "Même dans les pays qui proclament très fort leur attachement au libéralisme économique (Royaume-Uni ou Etats-Unis), l'action des gouvernements et de leur administration publique pèse toujours sur les choix énergétiques. A bien des égards, le secteur de l'énergie n'est pas un secteur d'activité économique comme les autres" (p. 71). De fait, l'approvisionnement énergétique est devenu pour nos sociétés énergivores une question de sécurité, "au même titre que la défense militaire du territoire" (p. 72). Cela fut écrit - faut-il le souligner ? - avant la Guerre du Golfe.

Le quatrième chapitre, intitulé "Perspectives mondiales: Besoins, Ressources, Environnement, Technologie" signale que "l'écart entre le scénario très conservateur du Groupe Energy for a Sustainable World (ESW) et les dernières perspectives présentées dans le cadre de la Conférence mondiale de l'énergie (CME) est encore de 3 à 5 Gtep" (p. 96). Commentant le rôle que les énergies renouvelables sont appelées à tenir, l'auteur écrit: "Au total, l'exploitation des ressources renouvelables, en l'état actuel des techniques, pourrait apporter jusqu'à 5 Gtep par an, soit les deux tiers de la consommation totale d'énergie du monde en 1990: 60% viendraient de la biomasse; 30% de l'hydraulique et 10% du solaire, des éoliennes et de la géothermie. A l'échelle de certains pays, ces dernières contributions pourraient atteindre des proportions beaucoup plus élevées" (p. 107).

Enfin, dans sa conclusion, l'auteur revient sur les impacts environnementaux qu'il avait présentés dans son chapitre quatre comme la principale butée de toute projection énergétique à moyen ou long terme et il préconise notamment une forte augmentation, mais concertée à l'échelle mondiale, des prix de l'énergie afin de permettre "le développement des nouvelles techniques d'utilisation et de production de l'énergie susceptibles de satisfaire la croissance des besoins à long terme, dans le respect des équilibres environnementaux" (p. 118).

Après tant d'éloges, avançons tout de même quelques réserves: Il est regrettable que l'auteur ne semble jamais envisager, du moins explicitement, un développement fondé sur la décroissance des prétendus besoins, du moins pour les sociétés sur-industrialisées. De même, ses références à l'électricité, même nucléaire, comme source d'énergie primaire (pp. 11 et 27) nous paraissent hautement contestables, car l'électricité n'est jamais une source, mais toujours un vecteur d'énergie, les sources relèvent soit du stock des énergies fossiles ou nucléaires, soit du flux actuel d'énergie solaire qui alimente tant les barrages hydroélectriques que la biomasse, les éoliennes, les capteurs solaires, les cellules photovoltaïques, etc. Sans doute l'auteur est-il conscient de cette distinction fondamen-

tale des sources d'énergie entre le stock fini et le flux quasiment illimité, et ne la retient-il pas pour se faire mieux comprendre de certains de ses lecteurs technocrates ou politiciens. Nous pensons toutefois que composer avec l'idéologie dominante sur des questions d'épistémologie - car c'est bien de cela qu'il s'agit en l'espèce - n'est jamais justifié et peut se révéler plus souvent qu'on ne le croit un faux calcul, car on offre des verges pour se faire fouetter par l'ignorance vaniteuse des puissants. Peut-être l'auteur aurait-il évité ces écueils s'il s'était référé à une théorie thermodynamique telle que celle proposée par Nicholas Georgescu-Roegen.

En dépit de ces quelques réserves, nous ne saurions trop recommander à tout citoyen soucieux de la problématique énergétique et du devenir de nos sociétés à l'échelle mondiale de lire et de faire lire *L'économie mondiale de l'énergie*.

Ivo Rens

✱

Philippe BAUD, Jacques NEIRYNCK, *Première épître aux techniciens*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 1990, 338 p.

Philippe Baud est licencié en théologie de l'Institut catholique de Paris; il fut entre autres l'élève de Charles Journet et Jean Daniélou. Il est présentement aumônier de la communauté universitaire catholique de Lausanne. Jacques Neirynck est docteur en sciences appliquées de l'Université catholique de Louvain et actuellement professeur à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. M. C. Escher, connu des amateurs d'art comme des physiciens pour ses perspectives en trompe-l'oeil et son souci mathématique, est l'illustrateur du livre. Avec une épigraphe d'Hubert Curien, pleine d'humour, non sans sérieux: "S'il se présentait comme chercheur au CNRS, Dieu serait refusé. Il a fait une manipulation intéressante, mais personne n'a jamais pu la reproduire. Il a expliqué ses travaux dans une grosse publication, il y a

très longtemps, mais ce n'était même pas en anglais et, depuis, il n'a plus rien publié."

Jacques Neiryck a l'habitude d'écrire "à deux". (Cf. Alex Décotte et Jacques Neiryck, *Et Malville explosa*, Editions Favre, Lausanne, 1988, et notre recension in Gazette de l'APAG, no 1, 1989.) Dans la *Première épître aux techniciens* la collaboration a-t-elle porté tous les fruits attendus ? A vrai dire il n'y a dialogue, nous semble-t-il, entre l'homme de science et le théologien que dans la première partie de l'ouvrage (pp. 9-75), et c'est bien dommage !

Les auteurs nous invitent d'abord à parcourir brièvement l'histoire de l'acquisition et du développement des connaissances scientifiques: Euclide, Galilée, Newton, le positivisme avec Auguste Comte, Claude Bernard, Darwin... Et en regard, l'évolution du christianisme et les diverses attitudes à son égard. En proposant "une explication de la réalité" (p.25), le christianisme médiéval devait tôt ou tard entrer en conflit avec les sciences - quoique ces dernières aussi se heurtent à bien des incertitudes, voire à des murs, par exemple la découverte des antinomies de la théorie des ensembles. D'ailleurs "est-ce le culte de la Science qui a détourné les Occidentaux du christianisme ?" Avec les auteurs nous en doutons (p.59); tous ceux qui pianotent sur un ordinateur savent-ils seulement ce qu'est l'algèbre de George Boole ? C'est bien plutôt le culte du gadget (le *divertissement* au sens de Pascal) qui fait obstacle. C'est avec raison que les auteurs rappellent que la foi chrétienne n'est pas une épistémologie, mais qu'elle résulte d'une rencontre *historique* - narrée dans la Bible - entre des hommes et Dieu, et répétée *existentiellement* aujourd'hui.

Mais davantage que lire un inventaire des questions qui touchent le christianisme et les sciences, nous eussions aimé pénétrer plus avant les problèmes. Par exemple pourquoi le rationalisme occidental s'est-il si souvent acharné à nier les vérités du christianisme dont il est pourtant issu pour une bonne part (on pourrait poser la même question à propos des Droits de l'Homme), et est-ce irrémédiable ? Mettre en regard la *méthodologie* des sciences et de la

théologie comme l'a tenté le mathématicien Ferdinand Gonseth, eût enrichi l'ouvrage et ainsi mieux approché les interrogations des intellectuels de cette fin de millénaire. Il nous semble que la "collaboration" des deux auteurs est demeurée superficielle, sans véritable synthèse.

La deuxième partie (pp. 79-222) est un long catéchisme apologétique avec l'irritation que provoque la trop massive assurance de l'exégèse et de l'herméneutique. Pour terminer l'ouvrage renvoie son lecteur à l'Eglise, en filigrane celle de Pierre (p.240); quatre pages consacrées à Marie, *Magnificat* compris, *quasi in extenso* (p.274) ! Nonobstant que nous ne savons qui cautionne qui dans cette collaboration, l'entreprise est intéressante et nécessaire, surtout à notre époque de questionnement; mais est-elle suffisamment modeste et ouverte pour convaincre ?

Joel Jakubec

*

François WALTER, *Les Suisses et l'environnement, une histoire du rapport à la nature du 18^e siècle à nos jours*. Editions Zoé, collection Histoire, Carouge-Genève, 1990, 296 pages.

Comme le dit dans la préface Jean-François Bergier, professeur à l'Ecole polytechnique fédérale de Zürich, l'étude de François Walter "n'est pas un appel, après tant d'autres plus ou moins pathétiques, à la sagesse". Il est un "rappel" des relations - parfois houleuses, semées tantôt de compréhension, tantôt d'ignorance - entre les Suisses et leur environnement. Il faut être reconnaissant à François Walter, professeur d'histoire à l'Université de Genève (son livre a pour origine un cours et un séminaire avec ses étudiants), d'avoir pris la plume sereine de l'historien dans un débat qui suscite parfois des passions politiques nuisibles à la cause défendue: il restitue dans une perspective historique des préoccupations au sujet de l'environnement qu'on croit trop souvent l'apanage de ces dernières années, et affine ainsi la perspicacité et

l'objectivité de notre jugement quant à la dégradation actuelle de la Biosphère (helvétique !). D'abord, et sans minimiser la catastrophe de Tchernobyl, il rappelle que l'humanité a connu plusieurs crises écologiques: altération forestière minant le système agricole de l'Amérique précolombienne, ou encore alluvionnement provoquant la paralysie des aménagements hydrauliques de la Mésopotamie, qui aurait accéléré le déclin de sa civilisation. Chez nous "le Moyen Age a marqué nos paysages d'une manière plus décisive qu'aucune autre époque, plus même que les deux derniers siècles" (p.15), lit-on non sans étonnement.

La documentation historique comme la bibliographie sont fort riches. L'iconographie éveille la curiosité par des rapprochements inattendus: davantage que l'énoncé des faits, ils mettent en évidence la mentalité populaire inconsciente qui les suscite. Par exemple l'image irénique du patriarche au milieu de ses descendants, du peintre Albert Anker (1831-1910), idéalisant la vie campagnarde (nous nous souvenons de l'engouement nostalgique des visiteurs, il y a une dizaine d'années, de la rétrospective Anker au musée d'Ins, son lieu de naissance), ou encore *L'avalanche* de Ferdinand Hodler (1853-1918), reflet d'une nature à la fois crainte et à protéger, avec bien entendu des photographies de l'incendie de Schweizerhalle (1er novembre 1986), de la centrale nucléaire de Gösgen qui fournit 15% de l'électricité suisse, etc. Un regret: un index eût facilité la consultation d'un tel ouvrage.

François Walter récrit l'histoire suisse de ces deux derniers siècles autour d'un thème, *l'environnement*, comme il aurait pu le faire autour de l'enseignement, les transports, etc., thème qui l'amènera plus d'une fois à aborder l'histoire des idées. Nous pensons éclairer le livre en disant qu'il se situe entre ces deux citations - à la fois dans le temps et dans l'appréciation des problèmes. La première de J.-J. Rousseau in *Les Rêveries du promeneur solitaire*, publiées en 1777: "Il n'y a que la Suisse au monde qui présente ce mélange de la nature sauvage et de l'industrie humaine. La Suisse entière n'est pour ainsi dire qu'une grande ville dont les rues larges et longues (...) sont

semées de forêts, coupées de montagnes, et dont les maisons éparses et isolées ne communiquent entre elles que par des jardins anglais”(p.23). Et la seconde de Friedrich Dürrenmatt in *La Panne*, publiée en 1958: “Nous ne vivons plus sous la crainte d’un Dieu, d’une justice immanente, d’un Fatum (...). Plus rien de tout cela ne nous menace. Pour nous, ce sont les accidents de la circulation, les barrages rompus par suite d’une imperfection technique, l’explosion d’une usine atomique où tel garçon de laboratoire peut avoir eu un instant de distraction. C’est dans ce monde hanté seulement par la panne, dans un monde où il ne peut plus rien arriver sinon des pannes, que nous nous avançons désormais, avec des panneaux-réclame tout au long de ses routes”(p.219).

L’auteur envisage ainsi toutes les questions que durent affronter les habitants de la Suisse. La dégradation de la couverture forestière, par exemple, est perçue avec une acuité particulière dès la seconde moitié du XVIII^e siècle; on en parle jusqu’au delà du Rhin ! La conquête des sommets, le tourisme en plein essor (construction de 60 lignes de montagne entre 1870 et 1910, ouverture de quelque 1000 hôtels alpins en 1880), accentuent le décalage “entre les représentations idylliques des voyageurs et la manière prosaïque dont les habitants des Alpes se pensent en usagers d’un territoire familier”(p.47). De plus la Révolution française et ses conséquences en Europe a ouvert “la voie aux comportements les plus anti-écologiques qui soient”(p.55) en favorisant l’individualisme, la liberté économique, la liberté d’entreprendre...

Une place importante est réservée à “la naissance des attitudes pré-écologiques”(p.99) à la fin du XIX^e siècle, début du XX^e. C’est la fondation du *Heimatschutz* et du *Naturschutz*, d’inspiration à la fois esthétique et patriotique. La création du *Parc national*, la convention internationale de sauvegarde des oiseaux, alors que dans le même temps on abat triomphalement les derniers ours. Les tendances anti-urbaine apparaissent en 1910 avec le terme d’*Ueberfremdung*. En 1925, on peut lire aux Grisons des affiches: *Automobil ? Nein !* Bref, toute l’activité quotidienne des Suisses est passée en revue, jusqu’à la

création des stations d’épuration actuelles, les oppositions au nucléaire, les pistes de ski qui enlaidissent les paysages, sans oublier de mentionner le WWF, les partis écologiques, l’Union suisse des paysans, etc.

Le professeur Walter signale chaque événement sans jamais perdre de vue la pensée qui le sous-tend, d’où la richesse des références (Louis Agassiz, Carl Vogt, Ernst Haeckel, Benjamin Constant, Töpffer, Marguerite Burnat-Provins, Alexandre Dumas, Byron, Salomon Gessner, Victor Hugo, Emile Jaques-Dalcroze,...) tant scientifiques, littéraires, musicales, que sociales, entremêlées et considérées sous plusieurs angles.

Avec d’autres - cf. supra *Ethique et écologie* - l’auteur mentionne “la perception anthropocentrique de la nature que développe le christianisme” et qui va de pair avec “l’offensive rationaliste” du siècle des lumières. “Pour les élites intellectuelles, il s’agit de découvrir les lois de la nature. Or, l’ordre naturel doit se conformer à l’ordre divin: leur connaissance livre la clé de compréhension de l’ordre social. Au XVIII^e siècle, c’est le *Systema Naturae* du savant Suédois Carl von Linné (1707-1778) qui sert de paradigme à l’approche naturaliste. Il étudie le fonctionnement de la nature pour l’inscrire dans le sens de la finalité divine. La terre est au service de l’homme” (pp.23-24). L’homme considère la nature comme son champ d’action, “la biosphère est désormais anthroposphère”(p.17).

C’est l’éternel duel entre l’Homme et la Nature qui fait tantôt s’extasier le marquis Carl von Grosse en 1791 devant un paysage qui n’a “jamais vu de charrie” (p.43), tantôt dire au philosophe anglais John Lock: “Quand quelqu’un (...) tire de dix acres une plus grande abondance (...) qu’il ne ferait de cent acres (...), on peut dire de lui qu’il donne réellement quatre-vingt dix acres à l’humanité”(p.35). Comme un capital, la nature doit être rentable.

Enfin il faut relever que l’historien ne craint pas d’user de l’expression *nouvelle éthique* pour qualifier la naissance de la conscience écologique. “L’écologie deviendrait une nouvelle morale, capable, comme le pense Olivier Burgelin, de concurrencer les < autres substituts de catéchisme > qu’ont été l’instruction

civique ou l’enseignement de l’hygiène” (p.243). Morale qui touche quasi tous les aspects de la vie quotidienne et sociale. Cependant, termine Walter, si aujourd’hui le souci de l’environnement semble s’imposer, il faut désormais se garder d’oublier l’homme. - Oui, mais quel Homme ? ajouterons-nous. Le Sauvage lisant *Roméo et Juliette*, les Epsilons ou les Alpha-plus d’Huxley; Big Brother d’Orwell; les Robots de Karel Capek; l’Eve de Villiers de l’Isle-Adam; Mozart ou encore saint Julien l’Hospitalier de Flaubert ?

Joel Jakubec

*

Mary DAVIS, *Guide de l’industrie nucléaire française. De la mine aux déchets, du réacteur à la bombe*, L’Harmattan, WISE-Paris, 1988, 189 p.

Ce petit ouvrage de Mary Davis, bien pratique pour le journaliste, le politique ou le citoyen désireux de recouvrer ses droits et responsabilités, mérite bien son titre de Guide. On y trouve neuf brefs chapitres intitulés respectivement: I. Le lien civil-militaire. II. Electricité et armement. III. Recherche et développement. IV. Construction de centrales et d’installations du cycle du combustible. V. Le cycle du combustible: civil et militaire. VI. Production et maintenance des armes. VII. Les déchets. VIII. Les nouveaux secteurs d’activité. IX. Santé et sécurité. Les développements sont illustrés de six cartes et de neuf tableaux. A ces chapitres viennent s’ajouter une liste d’adresses utiles, une indication des sources et plusieurs annexes.

Relevons, dans le prologue les lignes suivantes:

De la fondation du CEA (Commissariat à l’énergie atomique, créé en 1945) à nos jours, la population française s’est contentée de remettre les décisions concernant les questions nucléaires entre les mains d’un petit groupe de technocrates. Georges Vendryès, conseiller scientifique auprès de l’administrateur du CEA et représentant de la France pendant

23 ans au Conseil des gouverneurs de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), résumait récemment la façon dont sont prises les décisions:

«Il est hautement significatif que le programme nucléaire français n'ait été que rarement discuté au parlement, si ce n'est dans ses grandes lignes et brièvement... Depuis 40 ans, les grandes décisions (...) sont prises par un groupe très restreint de personnalités occupant des postes-clés dans le gouvernement ou la haute administration de l'EDF, du CEA, et de quelques sociétés industrielles concernées par le programme. L'approche demeure inchangée, malgré les changements de ministres, grâce à la permanence de ces personnalités qui occupent le même poste généralement pendant une dizaine d'années.»

Parmi les développements les plus intéressants figurent les renseignements sur l'endettement d'EDF (Electricité de France) et l'extraordinaire progression de la consommation d'électricité en France dans les années 85-86. «Ces augmentations sont imputables à l'accroissement du parc du chauffage électrique, poussé par EDF, mais aussi à l'auto-consommation du nucléaire. En 1985, par exemple, cette auto-consommation représentait à elle seule 31% de l'accroissement de la consommation d'électricité et 54 % de l'accroissement de la consommation haute tension.»

Il serait souhaitable que ce petit Guide soit périodiquement mis à jour. Si tel devait être le cas, émettons le vœu que la prochaine édition comporte quelques dates et quelques références à des Etats étrangers car une mise en perspective historique et géographique serait de nature à aider le lecteur à suivre la dynamique de l'évolution de l'industrie nucléaire en France.

Brigitte Zweifel

✱

Lester R. BROWN, éd., *L'état de la Planète 1990*, Préface d'Alfred Sauvy, traduit de l'américain par Traducclair et G. Sudrie, Economica, Paris, 1990, 385 p.

Tandis que le monde entre dans la dernière décennie du siècle, les problèmes écologiques auxquels l'humanité est confrontée occupent le centre de la scène. Le bilan de santé de la planète que le *Worldwatch Institute* présente en 1990 pour la septième fois vient à un moment où la plupart des systèmes qui permettent à la vie d'exister sont minés par l'activité humaine. Au cours des dernières années, la prise de conscience de ces problèmes est montée en flèche, mais aucun pays n'a osé adopter les stratégies ambitieuses qui sont nécessaires pour renverser la tendance et faire de nos sociétés d'aujourd'hui des sociétés viables à long terme.

L'état de la Planète 1990 met au premier plan de ses préoccupations les mesures qu'il faudra prendre pour stabiliser le climat, améliorer la qualité de l'air et réduire la pauvreté. L'importance et l'urgence de telles initiatives n'échapperont à personne.

Le chapitre 1, de Lester R. Brown, est consacré à «L'illusion du progrès», le chapitre 2, de Christopher Flavin, au thème «Ralentir le réchauffement de la planète», le chapitre 3, de Sandra Postel, au thème «Economiser l'eau des agriculteurs», le chapitre 4, de Lester R. Brown et John E. Young, au thème «Comment nourrir le monde des années 1990», le chapitre 5, de Joli L. Jacobson, au thème «Tenir le front de mer» (c'est-à-dire comment faire face à l'élévation du niveau moyen des océans), le chapitre 6, de Hilary F. French, au thème «Rendre à l'air sa pureté», le chapitre 7 de Marcia D. Lowe, au thème «Aborder l'avenir à bicyclette», le chapitre 8, de Alan B. Durning, au thème «Halte à la pauvreté», le chapitre 9, de Michael Renner, à la «Reconversion vers une économie de paix» et le chapitre 10, de Lester R. Brown, Christopher Flavin et Sandra Postel à une «Esquisse d'une société viable».

Pour créer une société viable à long terme, il ne suffira plus de résoudre les problèmes au coup par coup. C'est pourquoi, dans le dernier chapitre, les auteurs se sont efforcés de présenter une vue d'ensemble cohérente des réformes auxquelles il faudra bien se résoudre, aussi douloureuses soient-elles, si nous ne voulons pas léguer aux générations futures un monde exsangue et défiguré.

L'état de la Planète (State of the World), qui est traduit dans la plupart des langues, notamment en chinois, en arabe, en russe et en italien, est un instrument d'information et de réflexion indispensable tant aux entreprises qu'aux organismes publics et aux établissements universitaires.

Dierck Orinckx

✱

Jeremy LEGGET, ed. *Global Warming, The Greenpeace Report*, Oxford University Press, Oxford, New York, 1990, 554 p.

Voici un ouvrage collectif qui, nonobstant la grande variété de sujets abordés et des auteurs mis à contribution, dont certains sont mondialement connus dans leur domaine, offre des justifications scientifiques, morales et politiques à la réponse proposée par l'organisation écologiste Greenpeace à la menace du réchauffement climatique, à savoir, le remplacement des énergies fossiles (et fissiles) par les énergies renouvelables, dès que possible au cours du siècle à venir, grâce notamment à l'amélioration substantielle du rendement des appareils utilisant l'énergie.

L'ouvrage est divisé en dix-neuf chapitres répartis en trois sections intitulées respectivement «Science», «Impacts» et «Réponses politiques».

Dans la première section, un premier chapitre dû à Jeremy Legget est consacré à «La nature de la menace de l'effet de serre», un chapitre 2 de Stephen H. Schneider à «La science de la modélisation du climat et perspective quant au débat sur le réchauffement global», un chapitre 3 de David Schimel sur «Les rétroactions biogéochimiques dans le système Terre» et un chapitre 4 de Mick Kelly aux «Moyens d'arrêter le réchauffement global».

Dans la deuxième section, le chapitre 5 de Georges Woodwell est consacré aux «Effets du réchauffement global», le chapitre 6 de Brian Huntley aux «Leçons à tirer des changements climatiques du passé» et le chapitre 7 de Andrew Haines

aux "Implications pour la santé".

Dans la troisième section, le chapitre 8 de Jose Goldemberg est consacré aux "Réponses politiques au réchauffement global", le chapitre 9 de Stephen H. Schneider aux "Prix de l'interruption - ou de la non-interruption - des émissions de gaz à effets de serre", le chapitre 10 de Amory Lovins au "Rôle de l'efficacité énergétique", le chapitre 11 de Carlo LaPorta à "L'énergie renouvelable: performances commerciales récentes et perspectives futures", le chapitre 12 de Michael P. Walsh aux "Véhicules à moteur et réchauffement global", le chapitre 13 de Bill Keepin à "Electro-nucléaire et réchauffement global", le chapitre 14 de Birgit Bodlund, Evan Mills, Tomas Karlson et Thomas Johansson à "Le défi des choix: options technologiques pour le secteur électrique suédois", le chapitre 15 de Norman Meyers aux "Forêts tropicales", le chapitre 16 de Anne Ehrlich aux "Contributions agricoles au réchauffement global", le chapitre 17 de Kilaparti Ramakrishna aux "Pays du Tiers-Monde dans la réponse politique au changement climatique global", le chapitre 18 de Susan George à "La gestion de la Maison globale: Redéfinition de la politique dans un monde à effet de serre" et le chapitre 19 de Jeremy Legget au "Réchauffement global: un point de vue de Greenpeace".

Dans ce dernier chapitre, Jeremy Legget explique que, au vu des dégâts commis par l'industrie, il importe de renverser la charge de la preuve quant à la production ou l'émission de substances nouvelles en adoptant ce qu'il appelle le Principe conservatoire. Désormais, au lieu de laisser chacun lâcher n'importe quoi dans l'environnement jusqu'à ce que la preuve soit apportée que ce dernier est menacé, il conviendra de faire en sorte que nul ne soit autorisé à lâcher quoique ce soit dans l'environnement à moins qu'il n'en ait démontré préalablement l'innocuité, comme c'est le cas depuis longtemps avec les produits pharmaceutiques. Cela posé cet auteur énonce huit propositions:

1) La sécurité environnementale à venir étant désormais si gravement compromise par le réchauffement global, il est impératif de faire face à cette

menace par l'adoption du Principe conservatoire sus-mentionné. Autrement dit, la politique doit se fixer comme objectif la sécurité et le personnel politique doit être clairement averti qu'attendre perpétuellement de nouvelles données scientifiques comporte le risque réel d'attendre jusqu'à ce qu'il soit trop tard.

- 2) Les principaux moyens de survivre à la menace de l'effet de serre résident dans l'efficacité énergétique, le recours à des formes renouvelables d'énergie, l'interdiction immédiate de la production de tout CFC et de gaz analogues, la pratique d'une agriculture moins prodigue en gaz à effet de serre, l'arrêt de la déforestation ainsi que la reforestation.
- 3) La communauté mondiale devrait s'efforcer de préparer un avenir à bas profil énergétique du genre de celui énoncé par le *End Use Global Energy Project* (le Projet énergétique global fondé sur les utilisations finales), comportant une consommation énergétique mondiale de pas plus de 12 terawatts (TW) en 2025, mais mieux répartie que les 10 terawatts consommés aujourd'hui, de façon à ce que les pays en voie de développement puissent bénéficier de niveaux de vie proche de ceux dont jouissent les pays industrialisés.
- 4) Pour parvenir à ce type de consommation, il conviendra de procéder dans les pays industrialisés à des investissements massifs dans l'efficacité énergétique ainsi qu'à des transferts à grande échelle de technologies énergétiquement efficaces les plus récentes et non tributaires des CFC, des pays industrialisés vers les pays en voie de développement, afin de permettre à ces derniers de court-circuiter le genre de voies énergivores et polluantes que les pays industrialisés ont empruntées durant leur industrialisation.

5) Les investissements appropriés et les ressources devraient être affectées à l'objectif qui consiste à produire toute l'énergie dont le monde aura besoin

par les formes renouvelables d'énergie, dès que possible au siècle prochain.

- 6) L'expansion de l'énergie nucléaire ou le remplacement de centrales électro-nucléaires existantes lorsqu'elles arrivent au terme de leur exploitation requerrait le prélèvement de fonds au détriment de solutions énergétiques moins onéreuses à la crise de l'effet de serre (efficacité énergétique et la production de la plupart des formes d'énergies renouvelables). Par conséquent, - surtout lorsqu'on la considère dans ses relations avec la sécurité, l'élimination des déchets, le démantèlement et les problèmes de la prolifération nucléaire - l'électro-nucléaire ne devrait jouer aucun rôle dans la réponse politique globale.
- 7) La formule précise des prescriptions politiques ainsi que leur dosage devraient faire l'objet de recherches scientifiques pendant les années 1990, mais les premiers pas à entreprendre sont les suivants:
 - introduire des coupures immédiates dans les émissions de gaz carbonique et élaboration de stratégies intégrées visant à l'abandon des combustibles fossiles aussitôt que possible au siècle prochain.
 - n'épargner aucun effort pour arrêter la déforestation et pour arrêter la production de CFC et de produits similaires tels les HFC.
- 8) Les vastes sommes qui devront être investies dans ces stratégies visant à ralentir l'effet de serre, ainsi que dans la recherche scientifique qui sera nécessaire dans les années 1990 pour réduire les incertitudes scientifiques restantes, pourront être prélevées sur la plus grande partie des mille milliards de dollars qui sont dépensés annuellement pour les armements, puisque de nouveaux concepts de sécurité globale sont apparus à la fin des années 1980.

Denis DUCLOS, *Les industriels et les risques pour l'environnement*, Editions L'Harmattan, Paris, 1991, 240 p.

C'est un livre très informé sur l'attitude des industriels français et même étrangers face aux problèmes dits de l'environnement (en fait les atteintes portées par l'*homo economicus industrialis* à la nature) que signe là Denis Duclos, sociologue averti de l'évolution de nombreuses autres disciplines, qui est déjà l'auteur d'un ouvrage remarqué intitulé *La peur et le savoir: la société face à la science, la technique et leurs dangers*, publié aux éditions de La Découverte en 1989 et dont les éditions de L'Harmattan annoncent un nouvel ouvrage intitulé *Les cultures du risque technologique: praticiens et experts face aux périls d'origine humaine, à paraître en 1991*.

L'auteur est conscient du problème économique fondamental que pose l'activité industrielle: "l'entreprise peut-elle réaliser une production parfaite *from cradle to grave* (du berceau à la tombe) sans mettre en danger le profit?" (p. 14) Mais, au lieu de tenter de résoudre cette redoutable question, il s'engage dans l'interrogation des types de discours que sa formulation, le plus souvent maladroite par les "verts" ou les "écologistes" français, ont suscité auprès de 45 dirigeants et cadres supérieurs d'entreprises françaises, d'une dizaine de responsables d'organismes professionnels français et européens et d'une dizaine de responsables administratifs français.

Il en résulte une suite de chapitres à la fois instructifs et irritants tant on y trouve d'inepties témoignant de la prodigieuse inculture de la plupart des locuteurs - inculture accablante pour l'Université française et, probablement plus encore pour les "grandes écoles" d'où sont issus ces fameux cadres - irritants aussi par la difficulté que l'on a d'y retracer la position de l'auteur à l'égard de toutes les déclarations qu'il rapporte. Donnons-en un exemple parmi des centaines. Dans un sous-chapitre intitulé "La nécessité d'une éthique", l'auteur écrit: "La notion d'éthique est très à la mode à Harvard depuis la fin des années quatre-vingt. Mais il faut voir qu'elle ne surgit pas seulement de la théorie. Elle s'impose également à

partir de préoccupations comme l'environnement, qui implique une sorte d'auto-contrôle et d'esprit de civilité (sic), lesquels n'appartiennent pas nécessairement aux cultures classiques de la convention économique dans le monde libéral" (p. 207). Quelle a été la genèse de cette soudaine préoccupation "entrepreneuriale" pour l'éthique? Mystère. L'auteur n'en souffle mot. Quelles sont les motivations qui conduisent tout à coup tant de pollueurs, à commencer par les nucléocrates, à "faire" dans l'éthique depuis la fin des années 80, et non point dix, vingt ou trente ans auparavant? Mystère encore. L'auteur ne mentionne pas Tchernobyl dans ce contexte. Toutefois, au sujet des "codes déontologiques" sur lesquels débouchent certaines de ces préoccupations, l'auteur conclut néanmoins: "Il est plausible que les engagements ainsi codifiés soient d'autant plus affichés qu'il n'existe aucun contrôle sérieux pour en vérifier l'application. Il est également vraisemblable qu'ils cherchent à devancer l'application inéluctable des lois qui devront un jour ou l'autre redessiner le territoire des actes industriels légitimes. Mais d'après moi, ils manifestent aussi, même s'ils l'ignorent, le début d'un remaniement fondamental - ou peut-être d'un achèvement de la modernité" (p. 210).

Cet ouvrage est un précieux témoignage sur la difficile naissance de l'"éco-business" en France. Dommage que le style en soit si relâché!

Jan Masolijn

✱

Pierre RADANNE et Louis PUISEUX, *L'Energie dans l'économie*, Syros Alternatives, Paris, 1989, 176 p.

Il faut le signaler d'emblée, l'étude traite du cas français; la Communauté européenne, voire le Monde, n'apparaissent qu'en arrière-plan ou par comparaison. Toutefois les réflexions et conclusions des auteurs ne nous laissent pas indifférent tant la parenté de maints problèmes et de l'état d'esprit saute aux yeux (surtout pour qui, tel l'auteur de ces

lignes, est membre de la Commission consultative sur les questions énergétiques du Canton de Genève). Pierre Radanne fut délégué national de l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie (AFME) et cofondateur de l'Institut d'évaluation des stratégies énergétiques en Europe (INESTENE); Louis Puisseux, ancien économiste d'EDF, est l'auteur de *La Babel nucléaire* et du *Crépuscule des atomes*.

Un petit livre, format de poche, que non seulement tout responsable de questions économiques et énergétiques devrait lire, mais encore tout homme - philosophe ou penseur - qui prétend appréhender le monde d'aujourd'hui. Chaque époque, chaque peuple vécut une quête qui lui sembla, à tort ou à raison, indispensable à son bonheur, parfois même à sa survie. Ce furent par exemples la recherche du sel et les nombreuses révoltes contre son impôt, la gabelle, abolie à la Révolution française; la poursuite de l'or; le *Drang nach Osten* ... Il semble bien que l'Energie et ce qu'elle procure, une certaine mobilité, un certain confort, et surtout la puissance, parfois revêt des attributs davantage mythiques que rationnels et polarise les soucis contemporains.

Nous savons gré aux deux auteurs de situer la question de l'énergie dans une perspective historique, de l'homme primitif n'ayant à sa disposition que sa propre force musculaire jusqu'à l'utilisation des filières nucléaires. Enumérons quelques étapes. L'élevage permit de remplacer le travail humain par la force animale, "mais le harnachement de poitrine du cheval, beaucoup plus efficace que celui par le cou, ne fut introduit en Occident que vers le X^e siècle, soit près de quinze siècles après son usage en Chine" (p.45). Les Grecs ont su utiliser l'énergie éolienne et "il coûtait moins cher de faire venir du blé de Syracuse, en Sicile, pour alimenter le peuple d'Athènes que de le faire venir par terre de 50 km, de l'Attique". L'esclavage également, comme l'introduction des moulins à vent et à eau, participent de cette soif de puissance, et si dans les sociétés européennes pré-industrielles, essentiellement agricoles et marchandes, l'homme disposait de l'équivalent énergétique du travail de huit esclaves, "ce potentiel

atteint aujourd'hui, dans les pays industrialisés d'Europe et d'Amérique du Nord, de cent cinquante à deux cents esclaves" (p.46). Puis les auteurs abordent le charbon, le gaz naturel, l'électricité, et naturellement le pétrole avec les rivalités qu'il suscite. S'ils écrivent que ce dernier a été utilisé pour la première fois en Pennsylvanie en 1859, pour l'éclairage, nous nous permettons de leur dire que la Bible le mentionne déjà au chapitre 11 de *La Genèse* : le bitume y tient lieu de mortier dans la construction de la Tour de Babel !

Cependant le but de cette étude n'est pas d'apporter une contribution à l'histoire de l'énergie; il est de combattre un préjugé tenace: "Le charbon, puis le pétrole, se sont développés en Occident en même temps et au même rythme que l'industrialisation. On a cru pouvoir en déduire que la croissance énergétique était une condition nécessaire de la croissance économique générale"(p.59). Chiffres, tableaux et graphiques abondent au cours des pages et démontrent précisément le contraire. Ce n'est pas le lieu ici de les expliciter car seule une lecture attentive et exhaustive peut convaincre; une donnée générale et historique apporte déjà un ordre de grandeur: "de 1700 à 1850, l'Europe occidentale a plus que doublé son niveau de vie (PIB par tête) alors que la consommation d'énergie par tête n'a augmenté que de 12%"(p.59). Il suffit d'engager le dialogue avec des responsables de l'économie publique pour savoir combien la *baisse du niveau de vie* est une peur primaire et combien tout appel à la modération dans la consommation des énergies est perçu comme un retour à l'âge des cavernes et une atteinte intolérable à la liberté individuelle ! Ces quelques chiffres devraient rassurer.

P. Redanne et L. Puiseux envisagent ensuite plusieurs champs d'activité: l'habitat, le tertiaire, l'industrie, les transports, dont nous extrayons quelques éléments. "En France, la consommation industrielle d'énergie est passée de 58 Mtep en 1973 à 46 Mtep en 1987, alors que la production industrielle correspondante s'est accrue de 11,4% au cours de la même période"(p.88). Quant à la CEE, son PIB a augmenté de 24% depuis 1973 et sa consommation énergétique de

3% seulement (p.119). En France toujours, et de 1978 à 1985, la consommation des véhicules particuliers, diminuée à la suite de programmes de recherche, n'a augmenté que de 2%, et le trafic, lui, de 14%. Par contre les accidents, 12'000 tués par an sur les routes, ajoutent les auteurs, font de la France de loin le pays le plus dangereux d'Europe (p.93). *Comment peut-on mieux prouver que le bien-être est indépendant de la consommation d'énergie !* Quant aux logements, des progrès considérables, inimaginables il y a peu, ont été effectués dans l'isolation thermique: "une maison neuve construite après 1987 avec le label *haute performance énergétique* ne consomme que 40% de l'énergie nécessaire à une maison de même volume construite en 1974, et de nouveaux progrès sont encore possibles"(p.84).

L'énergie nucléaire, bien évidemment, occupe une place importante dans l'ouvrage. Trois constats nous semblent importants. Premièrement les auteurs relèvent que le programme nucléaire français a été engagé "en opposition avec les règles habituelles de la démocratie"(p.78). Le "centralisme" et "la faiblesse de l'analyse économique"(p.66) ont leur part de responsabilité. "Ainsi EDF peut construire ses centrales nucléaires sans permis, grâce à une législation sur mesure de 1959. Elle n'a aucune autorisation à solliciter de la part des pouvoirs locaux, départementaux ou régionaux"(p.66). Nous avons déjà relevé l'étatisation française, sur ce terrain proche de celle de l'Union soviétique - Cf. notre recension de l'ouvrage de Jaurès Medvedev, *Désastre nucléaire en Oural*, in Gazette de l'APAG, no 1, Genève, 1989.

Deuxièmement, le recours au nucléaire coûte davantage que les programmes d'économie d'énergie (p.139), et en ce dernier domaine la France s'est privée de recherches intéressantes et fructueuses, contrairement au Danemark, aux Pays-Bas et à l'Allemagne: "La valorisation des énergies nouvelles pour la production d'électricité est particulièrement bloquée en France"(p.98). Dernier constat, les auteurs remarquent à juste titre que la technologie "sophistiquée"(p.66) du nucléaire donnerait en fait "les clés du développement économique des pays en

voie de développement" à l'Occident, empêchant un dialogue équitable.

Enfin, le dernier chapitre étudie des scénarios pour l'avenir, et plus particulièrement la "sortie du nucléaire en France"(p.169). Les potentiels d'économie d'énergie - les auteurs parlent de "gisements" d'économie - ainsi que l'invention et la diffusion de matériels performants peuvent prendre la relève ... et fournir du travail. L'homme ne s'en portera que mieux, tant les dangers du nucléaire sont présents et les effets du rayonnement sur son organisme, même à faible dose, encore mal connus: depuis que la radioactivité est étudiée, écrivent P. Radanne et L. Puiseux, la dose maximale permise a régulièrement diminué au fur et à mesure que les effets à long terme se révélaient.

Joel Jakubec

*

B.L. TURNER II, William C. CLARK, Robert W. KATES, John F. RICHARDS, Jessica T. MATTHEWS et William B. MEYER, eds., *The Earth As Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere over the Past 300 Years*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990, 713 p.

Le compte rendu critique d'un aussi volumineux ouvrage collectif (plus de 70 auteurs), d'une aussi grande qualité tant dans le fond que dans la forme, mériterait plusieurs pages et surtout des compétences qu'un seul homme, comme l'auteur de ces quelques lignes de présentation, ne peut posséder à lui tout seul. Nul doute que les revues académiques spécialisées ne manqueront pas de commenter et de critiquer en détail cette importante publication. Celle-ci était d'ailleurs attendue avec impatience depuis le rapport de Timothy O'Riordan, "The Earth as transformed by human action: an international symposium" [*Environment*, 1988, 30(1): 25-28]. Bien que la date d'édition soit celle de 1990, l'ouvrage n'est disponible que depuis le printemps 1991.

A l'origine de ce magistral ouvrage -

une référence désormais indispensable - il y a un colloque interdisciplinaire organisé à la Clark University (USA) en octobre 1987. D'une manière remarquable, ce colloque renoue avec la tradition scientifique du fameux symposium international organisé en 1955 à Princeton par la *Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research* et qui donna naissance à l'admirable ouvrage édité par William L. Thomas, Jr., sous le titre *Man's Role in Changing the Face of the Earth* (University of Chicago Press, 1956, 2 vols, 1193 p.). Ce grand thème environnementaliste s'inscrit dans un courant de pensée holistique qui puise à de multiples sources, essentiellement du côté de la géographie humaine, en rendant hommage à *The Earth As Modified by Human Action* (publié originellement en 1864 sous le titre *Man and Nature*) de George Perkins Marsh (1874), et du côté des pionniers de la science de l'évolution de la Biosphère et de la Noosphère (qui implique la technosphère). On rend ici hommage à Teilhard de Chardin et à Vernadsky. On y ajoute Lovelock et sa fameuse hypothèse Gaïa qui ravive cette philosophie scientifique holistique (longtemps dénigrée comme organiciste ou vitaliste) qui considère la Terre comme une «planète vivante».

Le sous-titre de *The Earth as Transformed by Human Action, Global and Regional Changes in the Biosphere over the Past 300 Years*, est en effet à interpréter dans la perspective de l'écologie globale de la Biosphère (qui inclut l'humanité et ses activités techniques et économiques) créée dans les années 1920 par le savant russe Vladimir Vernadsky, à l'époque où il était en contact, à Paris, avec Teilhard de Chardin (théologien et aussi géologue et naturaliste à la manière d'Alexandre de Humboldt).

Depuis le livre de Marsh, publié au siècle dernier, et le symposium de Princeton, tenu avant l'Année géophysique internationale (1957-58), la problématique s'est élargie pour prendre en compte tous les aspects de la population humaine (qui fait partie de la composante biologique de la Biosphère) et de l'environnement global, comprenant l'atmosphère et les océans, et non plus simplement les espaces géographiques traditionnels que sont les paysages des

continents, la face de la Terre au sens restreint du terme, car, en cette seconde moitié du XX^e siècle, l'humanité en expansion, par ses activités agricoles et industrielles, a altéré ou transformé pratiquement tous les éléments du grand système écologique planétaire qu'on doit nommer, à la suite de Vernadsky, la Biosphère.

La première partie de cet ouvrage traite des transformations démographiques, sociales, technologiques, économiques et idéologiques; la deuxième aborde les transformations de l'environnement global en examinant l'impact des activités humaines sur les paysages, les forêts, les sols, l'eau, la faune, la flore, les océans, l'atmosphère, les cycles des éléments chimiques. Les radiations ionisantes ne sont pas oubliées (pp.455-466). Ces deux premières parties adoptent une perspective géographique mondiale et une échelle de temps que les historiens du développement appellent la longue durée. La troisième partie traite quelques grandes régions illustrant la diversité biogéographique et humaine de la planète. L'exemple de la Suisse est traité par Christian Pfister et Paul Messerli (pp.641-652).

La quatrième et dernière partie cherche à comprendre non seulement l'impact sur la nature de nos activités mais encore et surtout pourquoi nous agissons ainsi. Significativement, on revient au débat lancé par la célèbre conférence sur "Les racines historiques de notre crise écologique" de l'historien Lynn White, éminent spécialiste de l'histoire culturelle des techniques, publiée dans la revue *Science* le 10 mars 1967, et qui mettait en cause l'anthropocentrisme forcé de l'interprétation occidentale dominante de la religion judéo-chrétienne. Pour terminer ce trop rapide survol, mentionnons encore l'*approche féministe* de la dégradation de l'environnement signée par l'historienne des sciences Carolyn Merchant (pp.673-684). La qualité et le nombre des références bibliographiques (en plusieurs langues) sont considérables et constituent un atout non négligeable pour cet ouvrage de référence qui est un grand travail de synthèse, somme toute assez rare.

Jacques Grinevald

Commissariat Général du Plan et Documentation Française. Vol.1: "*Rapport du groupe ENERGIE 2010*", Rapport de synthèse. Environnement. Europe. 434 pages, 1991.

Constitué au Commissariat du Plan en octobre 1989, le Groupe de Prospective "Energie" présidé par M. Michel Pecqueur, ancien administrateur du C.E.A. et ancien président d'Elf Aquitaine, a analysé les forces et faiblesses de notre système énergétique, identifié les tendances lourdes et les risques de rupture.

Après l'exploration de notre avenir énergétique sous forme de scénarios de consommation à l'horizon 2005, il a dégagé ce que devraient être les grandes orientations de notre politique énergétique, traduites en propositions et recommandations pour les décideurs.

Sur le fond, on trouvera dans ce rapport tout et son contraire⁽¹⁾, ce qui - au delà de l'exercice de style - traduit sans doute à la fois la pluralité des intérêts contradictoires représentés, et la difficulté voire l'insolubilité du propos lui-même.

Soulignons que sur les 39 membres de l'atelier Environnement, le C.E.A., E.d.F. et G.d.F. disposaient chacun de 2 sièges, les Pétroliers de pas moins de 5 au total, contre 2 seulement pour le Ministère de l'Environnement; aucune O.N.G. n'était partie prenante, si l'on veut bien exclure les syndicats de cette catégorie.

Personne ne saurait aujourd'hui nier - sauf à trahir l'existence d'intérêts particuliers - le souci de ce qu'on appelle communément les "économies d'énergie". Mais comme on ne veut pas désavouer ou même critiquer ouvertement la surcapacité électro-nucléaire de la France, le "Groupe Plénier" s'est prononcé très largement en faveur de la valorisation à l'exportation de notre avantage (sic) de compétitivité dans la production électrique qui profite tant à la France qu'à ses clients étrangers".

Chaque lecteur pouvant donc être tenté, et apparemment justifié, de tirer la couverture dans la direction de son choix (qu'en pourront donc bien faire les politiques auxquels ce rapport est en principe destiné ?), on me permettra de mettre personnellement en relief un

paragraphe de la page 205 qui a peut-être le mérite de démystifier le débat: "Avec la perspective d'une population mondiale de 14 milliards d'habitants dans une centaine d'années, la poursuite d'une croissance économique fondée sur la même structure et la même intensité de consommation énergétique est, à terme, insupportable". En d'autres termes, toute prospective de l'énergie qui se limiterait à traiter des "solutions" et même des conséquences, mais sans s'interroger sur les causes premières et les finalités, est vouée à la confusion puis à l'échec. Il est vrai que le point de vue cité n'est autre qu'une résolution de la Conférence scientifique tenue en 1988 à Toronto, et depuis reprise par 49 Prix Nobel et 700 académiciens américains...

Quant aux syndicats membres du groupe de travail, leurs commentaires sont - très positivement - reproduits en annexe, où ils s'expriment de façon moins alambiquée que le rapport principal.

- Pour la C.F.D.T⁽²⁾, il y a 3 vraies priorités: la maîtrise de l'énergie, la stabilisation du marché pétrolier, l'élaboration d'une politique européenne de l'énergie, et 4 questions majeures: la flexibilité de notre système énergétique, la réduction des émissions de CO₂, la modernisation de nos monopoles publics du gaz et de l'électricité, et la sécurité de nos approvisionnements. "Mais des débats essentiels ont fait défaut: comment permettre une prise en charge plus démocratique des grands choix de la politique de l'énergie ? N'est-il pas plus risqué qu'avantageux de construire des centrales nucléaires sur notre territoire dans le but d'en exporter la production d'électricité ?"

- La C.G.C. "appuie fortement le parti affiché de renforcer encore l'indépendance énergétique de la France au moyen de la seule ressource dont elle dispose technologiquement et non sous forme

fossile, le nucléaire civil".

En matière de sûreté nucléaire, la C.G.C. "est opposée à la création d'une Haute Autorité qui, pour être indépendante, dérivera inmanquablement vers l'incompétence, nous en voulons pour preuve les difficultés des U.S.A. avec la *Nuclear Regulatory Commission*. Il serait dangereux de céder aux pressions en faveur d'une tutelle par l'Environnement qui risquerait d'aboutir, comme certains autres pays d'Europe, à l'arrêt du nucléaire en France".

"Si une taxe à la tonne de CO₂ doit voir le jour, elle ne doit pas être modulée en fonction des usages, ni à fortiori des revenus".

- La C.G.T., elle, considère qu'un exercice de planification comme celui-ci aurait dû avoir comme vocation de rechercher les voies ouvrant un accès plus large et plus égalitaire de tous à l'énergie, sans gaspillage, dans le respect de l'environnement et des ressources de chaque nation. Telle n'a pas été la mission confiée au groupe.

"La protection de l'environnement doit être une force industrialisante, non seulement dans les industries de dépollution, mais en développant l'investissement dans l'hydraulique et le nucléaire, énergies exemptes de rejets atmosphériques".

"La C.G.T. reste attachée aux monopoles publics dont s'est doté notre pays, qui ont fait la preuve de leur efficacité économique et sociale".

- Enfin, pour F.O., "la production, l'exploitation et la consommation d'énergie ne sont pas une fin en soi". "Il convient d'être clair sur l'étendue et l'importance des choix de civilisation, et il n'est pas douteux que les grands équipements structurent de façon importante et durable le cadre de l'activité quotidienne des gens".

"On s'imagine toujours que la pollution, disons plus généralement que l'environnement industriel, est à l'origine d'un grand nombre de cancers. En réalité (...), ce facteur représente 2% de l'ensemble des cancers".

"Pour ce qui est de l'environnement, la préoccupation d'un plausible effet de serre dû au CO₂ nous a paru disproportionnée par rapport à la réalité de la menace. Nous sommes sensibles aux arguments de M Haroun Tazieff qui affirme qu'il y a derrière certaines campagnes alarmistes d'énormes intérêts financiers, et que les hypothèses scientifiques sont délibérément transformées en prétendues certitudes". "Il faut donc se garder du catastrophisme à la mode".

Tous comptes faits, je me demande si le véritable intérêt de ce rapport - certes précieux pour l'abondance et la qualité de sa documentation - ne se situe pas *au second degré*, dans la mesure où il témoigne que la pensée énergétique des "responsables" français ne semble pas avoir beaucoup évolué depuis 1973...

Philippe Lebreton

(1) Ainsi, le plutonium "reste une des rares ressources énergétiques dont pourra disposer l'humanité. Mais il est très toxique et ses descendants le sont aussi sur une longue période. Par ailleurs, il présente des risques de prolifération des armes nucléaires". Conclusion ? "Il existe 3 solutions pour fermer le cycle du Plutonium: les surgénérateurs, le combustible MELOX et le stockage"... N'oubliez-on pas la 4ème, à savoir ne pas ouvrir ce même cycle ?

(2) C.F.D.T. = Confédération Française Démocratique du Travail. Née à la scission de la C.F.T.C. (Confédération Française des Travailleurs Chrétiens).
C.G.C. = Confédération Générale des Cadres. D'obédience plutôt patronale.
C.G.T. = Confédération Générale du Travail. D'obédience surtout communiste.
F.O. = Force ouvrière. D'obédience plutôt socialiste.

Publications de l'Association pour l'Appel de Genève

Sommaire de la Gazette de l'APAG (1988-1989)

Les numéros disponibles sont en vente au prix de SFr 6 ou FF 25, auprès de l'APAG, C.P. 506, CH-1212 Grand-Lancy 1, Genève

ÉTUDES ET ARTICLES

1988, N° 1

Les effets biologiques du plutonium

Hansjörg Huggel, professeur de Biologie, Université de Genève

Risques d'un accident majeur à Creys-Malville

Lucien Borel, professeur de thermodynamique, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Problèmes de sécurité au surgénérateur de Kalkar (RFA), comparaisons avec le Superphénix et Tchernobyl

Charles P. Enz, professeur de physique théorique, Université de Genève

Excursions nucléaires de Tchernobyl à Creys-Malville

Ivo Rens, professeur d'histoire à la Faculté de droit, Université de Genève

Accidents dans les surgénérateurs à neutrons rapides (notes)

Jean Rossel, professeur honoraire de physique, Université de Neuchâtel

1988, N° 2.

L'escalade de la radioactivité

Jacques Grinevald, chargé de cours à l'Institut universitaire d'études du développement, Genève

Avec Superphénix, la sûreté et la démocratie en question

Raymond Avrillier, ingénieur au Centre d'étude des pratiques sociales, Université II de Grenoble

De la futilité économique du pari électronucléaire

Pierre Lehmann, ingénieur physicien, Vevey

L'évolution des processus décisionnels et du débat politique autour du surgénérateur de Kalkar (RFA)

Klaus-Gerd Giesen, politologue, assistant de recherche au Fonds national suisse de la recherche scientifique

Caveant Consules... La responsabilité politique dans la cité (Philibert Blondel et Jacques Mercier, lors de l'Escalade de Genève)

Alain Perrot, pasteur de l'Eglise nationale protestante de Genève

1988, N° 3

Des besoins en énergie

Jacques Neirynck, professeur de circuits et systèmes, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Les limites de la radioprotection, l'énergie nucléaire est-elle acceptable ? (1ère partie)

Roger Belbéoch, physicien, Université de Paris-Sud

La politique des Communautés européennes en matière de surrégénérateurs (1957-1973)

Klaus-Gerd Giesen, politologue, assistant de recherche au Fonds national suisse de la recherche scientifique

Où en est l'étude de sécurité du surrégénérateur rapide Superphénix de Creys-Malville ? (voir corrigé d'une erreur typographique dans le no 4)

Jochen Benecke, directeur de l'Institut Sollner, Munich

Le surrégénérateur de Kalkar (suite)

Klaus-Gerd Giesen, politologue, assistant de recherche au Fonds national suisse de la recherche scientifique

Comment réagir face à la division des hommes de science à propos du nucléaire

Alain Perrot, pasteur de l'Eglise nationale protestante de Genève

APAG et SPE, des actions complémentaires et solidaires

René Longet, directeur romand de la Société pour la protection de l'environnement

1988, N° 4

Les limites de la radioprotection, l'énergie nucléaire est-elle acceptable ? (suite)

Roger Belbéoch, physicien, Université de Paris-Sud

La collaboration transnationale (1973-1988): vers un nouveau surrégénérateur européen

Klaus-Gerd Giesen, politologue, assistant de recherche au Fonds national suisse de la recherche scientifique

Grande-Bretagne: l'opposition au surrégénérateur de Dounreay (Ecosse)

François Burnier, docteur en médecine

Kalkar, imbroglio juridique et financier

Klaus-Gerd Giesen, politologue, assistant de recherche au Fonds national suisse de la recherche scientifique

Appel à renoncer à la mise en marche du surrégénérateur Superphénix de Creys-Malville

Pierre Lehmann, ingénieur physicien, Vevey

1989, N° 1

Malville ou le temps du mépris

Ivo Rens, professeur d'histoire à la Faculté de droit, Université de Genève

Les procédures judiciaires contre le redémarrage de Superphénix

Ivo Rens, professeur d'histoire à la Faculté de droit, Université de Genève

Expertise du risque du Superphénix, critique de la recherche sur la sûreté

(résumé de l'étude effectuée à la demande de l'APAG)

Jochen Benecke et Michael Reimann, Institut Sollner, Munich

1989, N° 2 et 3

Quelques réflexions sur la responsabilité des universitaires face aux mutations technologiques, allocution prononcée le 8 juin 1989 lors du Dies academicus, Université de Genève

Ivo Rens, professeur d'histoire à la Faculté de droit, Université de Genève

Danger de contamination par le plutonium: un document médical

François Burnier, docteur en médecine

La radioactivité et le vivant: épinards au césium 137

Philippe Lebreton, professeur d'écologie végétale, Université Claude Bernard de Lyon I

Effets des radiations ionisantes sur les êtres humains

Jacques Diezi, professeur à l'Institut de pharmacologie, Université de Lausanne

Retour à Tchernobyl

Pierre Lehmann, ingénieur physicien, Vevey

Malville vu de Berne, une séance du Conseil national sur Creys-Malville

René Longet, conseiller national

Avertissement et désignation des responsables ?

Alain Perrot, pasteur de l'Eglise nationale protestante de Genève

1989, N° 4

La prolifération des surrégénérateurs dans le tiers monde: le cas de l'Inde

Klaus-Gerd Giesen, visiting scholar, University of Southern California, Los Angeles

Intervention de MM. L. Borel et P. Lehmann auprès de M. Adolf Ogi, conseiller fédéral, au sujet du surrégénérateur Superphénix de Creys-Malville

L'APAG et Contratom vus par le supplément hebdomadaire AERA de l'Asahi Shimbun de Tokio, N° 31 du 25 juillet 1989

LITTÉRATURE

1988, N° 2

J.-P. Pharabod et J.-P. Schapira, *Les jeux de l'atome et du hasard*, Calmann-Lévy, Paris, 1988 (par Ivo Rens)

1988, N° 3

Patrick Lagadec, *Etats d'urgence, défaillances technologiques et déstabilisation sociale*, Seuil, Paris, 1988 (par Joel Jakubec)

Angelo Miatello, *La non-prolifération des armes nucléaires et l'ambiguïté de la filière surgénératrice européenne*, Peter Lang, Bern, Frankfurt, New York, 1987 (par Joel Jakubec)

1989, N° 1

Jaurès Medvedev, *Désastre nucléaire en Oural*, Ed. Isoète/Document, Cherbourg, 1988 (par Joel Jakubec)

Alex Décotte et Jacques Neirynek, *Et Malville explosa*, Favre, Lausanne, 1988, roman-fiction (par Joel Jakubec)

1989, N° 2 et 3

Dominique Finon, *L'Echec des surrégénérateurs: autopsie d'un grand programme*, Presses universitaires, Grenoble, 1989 (par Ivo Rens)

A. Biéler, M. Ray, M. de Perrot, *Chrétiens à l'ère nucléaire: quelles responsabilités ?*, Presses bibliques universitaires, Lausanne, 1982 (par Joel Jakubec)

1989, N° 4

Klaus-Gerd Giesen, *L'Europe des surrégénérateurs*, Presses universitaires de France, Paris, 1989 (par Jan Masolijn)

Sommaire de Stratégies énergétiques, Biosphère & Société (1990)

Les numéros disponibles sont en vente au prix de SFr 18 ou FF 72, aux Editions Médecine et Hygiène ou auprès de l'APAG.

ETUDES ET ARTICLES

1990, N° 1

Éditorial: Histoire et espoir de l'Association pour l'Appel de Genève
professeurs Charles P. Enz et Ivo Rens, pasteur Joel Jakubec

DOSSIER SCIENTIFIQUE: LE NUCLEAIRE CONTRE L'EFFET DE SERRE ?

Gare à l'effet de serre: une catastrophe peut en masquer une autre !
Ivo Rens, professeur d'histoire à la Faculté de droit, Université de Genève

L'effet de serre de la Biosphère, de la révolution thermo-industrielle à l'écologie globale
Jacques Grinevald, chargé de cours à l'Institut universitaire d'études du développement, Université de Genève, et à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

La contribution du gaz carbonique au changement climatique
René Strub, ingénieur mécanicien de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Dr h. c.

Le nucléaire est-il une réponse à l'effet de serre ?
Yves-Luc Boullis, docteur en physique de l'atmosphère, Université Paul-Sabatier de Toulouse

1990, N° 2

Éditorial: Sous le signe de l'or noir, interprétation d'une crise annoncée

DOSSIER SCIENTIFIQUE: LA RADIOACTIVITE ET LE VIVANT

Logiques du vivant
Philippe Lebreton, professeur de biologie végétale, Université Claude Bernard de Lyon I
Les effets biologiques du rayonnement
Roger Belbéoch, physicien, Université de Paris-Sud

Les mythes de la radioprotection
Roger Belbéoch, physicien, Université de Paris-Sud

La contamination interne et l'avenir
Deux études, l'une du Dr Abraham Behar, médecin nucléaire, Paris, et l'autre du Dr François-Joseph Herr, médecin, Colmar

Reportage à Tchernobyl, mensonges, confusions et nouveaux dangers
Suren Erkman, journaliste scientifique, Genève

Les ombres longues de Tchernobyl
Dr Jacques Moser, médecin, Lausanne

La catastrophe de Tchernobyl, éléments pour un bilan
Bella et Roger Belbéoch, physiciens, Université de Paris-Sud

LITTÉRATURE

1990, N° 1

Philippe Bach, *Le dossier Creys-Malville*, préface de Guy-Olivier Segond, conseiller d'Etat, ancien maire de Genève (par Dierck Orinckx)

Réflexions sur le Rapport Tanguy concernant la sûreté nucléaire à EDF (par Charles P. Enz)

1990, N° 2

Amory B. Lovins, *Stratégies énergétiques planétaires*, Christian Bourgois éditeur, Paris, 1975 (traduction de *World Energy Strategies*, Ballinger, Cambridge, Mass., 1975) (par Jan Masolijn)

Peter Pringle et James Spigelmann, *Les barons de l'atome*, Seuil, Paris, 1982 (traduction de *The Nuclear Barons*, Holt Rinehart and Winston, New York, 1981) (par Ivo Rens)

L'aventure de la bombe, de Gaulle et la dissuasion nucléaire, 1958-1969, colloque organisé par l'Université de Franche-Comté et l'Institut Charles de Gaulle, Plon, Paris, 1985 (par Ivo Rens)

Jean-Claude Favez et Ladislav Mysyrowicz, *Le nucléaire en Suisse, Jalons pour une histoire difficile*, L'Age d'homme, Lausanne, 1987 (par Ivo Rens)

Philippe Lebreton, *La Nature en crise*, Editions Sang de la Terre, Paris, 1988 (par Joel Jakubec)

Grigori Medvedev, *La vérité sur Tchernobyl 4 ans après, les révélations d'un grand scientifique russe*, préface d'Andrei Sakharov, Albin Michel, Paris, 1990 (par Jan Masolijn)

Jean-Pierre Olsem, *L'énergie dans le monde*, Hatier, Paris, 1984 (par Dierck Orinckx)

Antoine Ayoub et Jacques Percebois éditeurs, *Pétrole, marchés et stratégies*, Bibliothèque des matières premières, Economica, Paris, 1987 (par Dierck Orinckx)

Pierre Samuel, *L'effet de serre*, Les cahiers de l'écologie, Editions Entente, Paris, 1990 (par Dierck Orinckx)

Fabrizio Carlevaro et Franco Romerio, *Réalisations, tendances et besoins de la recherche multidisciplinaire en matière d'énergie*, publication no 40 du Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie, Genève, 1989 (par Brigitte Zweifel)

En outre les numéros de la Gazette et de SEBES relatent la correspondance avec des autorités suisses, les procédures judiciaires, ainsi que les activités publiques de l'Association pour l'Appel de Genève au sujet de Superphénix.

LIVRES

Livre jaune sur la société du plutonium (en français et en anglais), Editions de la Baconnière, Neuchâtel (Suisse), 1981, 328 pages, SFr 20 ou FF 80

Prof. Dr J. Benecke und Prof. Dr M. Reimann, *Das Gefahrenpotential des Superphenix, Kritik von Sicherheitsforschung und Risikoabschätzung für das Kernkraftwerk von Creys-Malville* (avec résumé en français), Sollner Institut, München, 1989, 150 pages, SFr 25 ou FF 100

Voir aussi *Energie et société; les surgénérateurs, vrai ou faux problème ?* (Conférences-débats organisés par la Commission cantonale en matière d'énergie, l'Association pour l'Appel de Genève et la Société suisse des ingénieurs nucléaires), in *Actes de l'Institut national genevois*, livraison no 27, 1984, 264 pages.

* * *

STRATÉGIES *ÉNERGÉTIQUES*, BIOSPHÈRE & SOCIÉTÉ (SEBES) paraît en principe deux fois l'an. On peut l'obtenir en librairie, mais plus sûrement par abonnement annoncé auprès des

Editions Médecine et Hygiène
78, avenue de la Roseraie
case postale 456
CH-1211 Genève 4
téléphone (22) 46 93 55

et acquitté à leur CCP 12-8677-8, ou à leur compte C2 622.803.0 auprès de la Société de Banque Suisse (SBS), en précisant dans les deux cas "abonnement à SEBES". Pour la France, faire établir un chèque bancaire ou postal à l'ordre des Editions Médecine et Hygiène et l'envoyer à l'adresse ci-dessus, et mentionner "abonnement à SEBES".

Le prix de l'abonnement pour cette année est de SF 30 et FF 120; en 1992 il sera de SF 40 et FF 160.

Le prix de vente au numéro du présent cahier double est de SF 36 et FF 144.

Membres de l'APAG

L'appartenance à l'APAG couvre l'abonnement à SEBES. Renseignement auprès de l'APAG, C.P. 506, CH-1212 Grand-Lancy 1, Genève.

