

DES LIMITES AU DEVENIR TERRESTRE DE L'HUMANITÉ

par Hubert
GREPPIN

*Professeur de
biologie
à l'Université
de Genève*

Introduction

L'état de la planète et des diverses sociétés qui y vivent mène à se poser la question de la viabilité de l'espèce humaine (5,6 milliards d'habitants) et de ses entreprises, dans la perspective d'un développement durable (association de la compatibilité écologique et climatique avec la compatibilité économique, politique et socio-culturelle assurant l'avenir des générations futures, hors de la misère et de l'aliénation de leur personnalité).

Plus que technique et scientifique, le problème est essentiellement politique et culturel : réorientation des choix énergétiques et connexion de l'économie avec l'environnement (entropie*, exer-gie* ; état des écosystèmes*, biodiversité* ; bioéconomie), situation de la femme dans la société et politique de la famille, coopération et concertation internationales concernant la gestion de l'environnement, le mode de production et les modalités d'échanges de toute nature (produits, services, investissements, monnaies ; flux écologiques et thermiques, polluants, etc.). Au-delà d'une rénovation culturelle et politique pragmatique, respectueuse de la diversité des formes et de la richesse de l'expression humaine, selon les régions, c'est en fait de la finalité même des sociétés et des individus dans leur existence qu'il s'agit de traiter. La science ne peut apporter qu'une contribution modeste, mais pertinente, concernant l'avenir de la terre et la nature des enveloppes physique, chimique et biologique pouvant permettre la viabilité de l'entreprise humaine, pour autant qu'une organisation socialement viable soit mise en place. En avons-nous la capacité ?

* Pour une définition de ces termes, se reporter au glossaire aux pages 85 à 88.

La méthode scientifique rationnelle et expérimentale a mis quelques millénaires pour pleinement s'établir et constituer, par son application, un important corpus de connaissances, de savoir-faire et de techniques qui, avec quelques effets pervers, ont considérablement amélioré la condition humaine, surtout dans les pays développés. Cette méthode utilise une procédure qui ne va pas de soi (raisonnement rationnel et logiques mathématiques, simulation et modélisation sur ordinateur, expérimentation, observation, induction, déduction, etc.) et demande donc un long apprentissage ainsi qu'un appareillage de plus en plus perfectionné. Elle peut, par ses résultats, heurter les codes socio-culturels en vigueur ou d'autres formes de connaissance. En fait elle ne participe pas de la même finalité. C'est un système ouvert et centré sur le réel en vue d'une adaptation à celui-ci (homéostasie* : maintien ; changement : rétro-action positive), qu'il soit physique, chimique, biologique, social ou économique (fig. 1)^a. Ainsi, on peut se situer par rapport à l'environnement, prévoir des événements, utiliser et exploiter le réel, agir sur celui-ci. Dès que l'on va au-delà de ces propriétés dans les explications et modèles, on quitte la méthode pour entrer dans une connaissance d'une autre nature que scientifique et qui sert usuellement à légitimer la finalité des sociétés et l'eschatologie* des individus. Donc, il ne faut pas demander à la méthode scientifique plus qu'elle ne peut donner et la solliciter au-delà de son but premier.

La représentation mentale que nous nous faisons du réel est une construction physiologique issue du fonctionnement intégré des neurones de notre cerveau, à partir de sensations et d'informations issues des organes des sens et d'appareillages, permettant de mieux qualifier et quantifier les propriétés de l'espace qui nous entoure ou du support cellulaire qui nous constitue (matière, énergie, signaux, information). Si le réel d'une abeille n'est pas exactement celui d'un singe ou d'un homme, il n'empêche qu'il existe des invariants analogiques permettant l'adaptation au même environnement, la sélection éliminant les individus ayant une perception inadaptée du milieu où il vivent.

La méthode scientifique permet une connaissance suffisante de l'environnement physique, chimique et biologique, en vue d'y insérer de manière viable notre développement. Son universalité et l'ouverture permanente de son évolution renforcent considérablement sa validité pour le but précédemment évoqué. Toutefois l'homme, par ses nombreux artefacts récents, commence

^a Les dessins des figures se trouvent en pages 11 à 15.

à modifier le réel d'une manière telle qu'il deviendra impropre à son propre développement, l'adaptation biologique ayant ses limites (changement climatique, diminution de l'ozone stratosphérique, etc.).

Intégration et régulation

Tout système vivant ne peut subsister, se développer et s'étendre que par des échanges incessants de matière, d'énergie et d'information avec l'environnement, lequel lui est co-substantiel et limite son existence même (surface, ressources primaires : oxygène, nourriture, eau douce). En tant que système ouvert (ce qui permet l'entretien de la vie), il ne peut exister que par l'environnement et pour autant qu'une source extérieure d'énergie (lumière solaire) soit sans cesse renouvelée, en raison de la dégradation en chaleur (entropie*). L'environnement est à la fois un milieu (physique, chimique, biologique et culturel) et un système de relations dynamiques résultant de la co-action et réaction du vivant (codes et mémoires génétiques) et de la planète (logique du globe terrestre : climat, etc.).

De la mise en jeu de ces codes et logiques diverses résultent des limites aux activités humaines sur terre (température, biomasses*, écosystèmes, charge polluante). Il faut insérer l'économie et le développement dans les contraintes minimales primaires de l'environnement. C'est l'intégration dans cette enveloppe de contraintes qui peut permettre la mise en place progressive d'un développement durable.^{1, 3, 4, 5, 6}

Les principales fonctions régulatrices sont les suivantes : 1, logiques géologique et climatique (volcanisme, érosion-orogénèse* ; cycle de l'eau et de la température, nyctémère*, etc.) ; 2, logiques cellulaire et écologique (recombinaison génétique, mutation, reproduction, métabolisme, alimentation, communication, mémoire, défense, sénescence ; écosystèmes, climax, cycles biogéochimiques, évolution, etc.) ; 3, logiques économique et socio-culturelle (production, consommation, échanges, monnaies, services, marché, transport, territoire, habitat, corpus des connaissances et techniques, éducation, santé, histoire, codes socio-culturels, etc.). La perception que l'on a de ces différents facteurs et de leur logique respective, de même que la hiérarchie que l'on établit entre eux, déterminent l'attitude vis-à-vis de l'environnement (fig. 2). Les moyens financiers sont toujours limités et les échéances électorales courtes, les appréciations d'échelle des phénomènes faussées. En conséquence les réels limiteurs, à long terme, les facteurs

¹ Ces appels de notes font référence à la bibliographie située en page 10.

extra-culturels primaires sont occultés (sauf en cas de pollutions aiguës) au profit des exigences socio-économiques immédiates. On n'a pas encore déterminé les enveloppes de contraintes physico-chimiques et biologiques générales et régionales, hors desquelles l'activité humaine ne peut s'épanouir en toute liberté (fig. 3 et 4).

Du biologique au culturel

Nature et culture se combinent de manière subtile dans l'expression des qualités individuelles et collectives des êtres humains et de leur société : si un déterminisme génétique existe (différences spécifiques, tares héréditaires, etc.), une très grande liberté d'expression et un potentiel de diversité culturelle sans pareille dans l'ensemble du monde vivant existent aussi, y compris la possibilité de nous détruire.

Nous sommes faits, tout un chacun, de quelques centaines de milliards de cellules tributaires, comme n'importe quelles cellules, des lois de la biologie et de la biochimie, totalement indépendantes des codes régissant nos sociétés ; de la satisfaction de cette logique extra-culturelle dépend notre existence et la possibilité de s'exprimer selon notre propre logique, hors de la nature. Enfin, nous sommes circonscrits dans un milieu général planétaire et régionale co-organisé par l'interaction et rétro-action permanente et évolutive de l'ensemble des êtres vivants de la biosphère* (bactéries, champignons, plantes, animaux, espèce humaine) avec les propriétés physiques, géologiques et chimiques de la planète (climat, volcanisme, érosion, désertification, pollutions, etc.).^{9, 10}

En conséquence, du fait de l'existence du support cellulaire qui nous constitue et des mécanismes planétaires de régulation physico-chimique et écologique qui nous enveloppent, il y a délimitation de la sphère d'organisation et de viabilité de l'entreprise humaine ; laquelle compte aussi sa propre régulation issue des données économiques et culturelles indépendantes dans leur nature des précédentes. Par ce biais, nous nous sommes considérablement affranchis des pesanteurs naturelles et du fatum* physico-chimique et écologique, lesquels sont le lot, à part l'homme, de tous les organismes vivants.

Effet d'échelle

Bien que, par sa présence physique, la biomasse humaine ne représente que la millionième partie de la biosphère, nous mettons en jeu, par notre activité économique, une énergie, en majorité non renouvelable, correspondant environ au 10 % de

celle circulant dans la biosphère (énergie renouvelable d'origine solaire). Par notre capacité d'action et de perturbation, nous avons atteint la dimension planétaire, à plus d'un titre : utilisation de 6 % de la productivité biologique terrestre (alimentation, combustible, matières premières), capacité d'impact important sur les cycles biogéochimiques (4 % du flux du carbone, 10 % du cycle de l'eau douce, 30 % du flux d'azote, 50 % et 100 % respectivement de celui du phosphore et du soufre). Nous utilisons 4 % du sol pour les habitations, la zone industrielle et le réseau de communication (y compris les rivières), 16 % pour l'agriculture et les prairies (mais avec seulement 10 % de sols très fertiles) avec un potentiel d'extension de 10 % ; 31 % de la surface correspond aux forêts ; les 40 % restant sont constitués par des zones impropres à l'activité humaine intensive (déserts chauds et froids, haute montagne, etc.). Chaque *jour* quelques dizaines d'espèces disparaissent ; chaque *seconde* 6000 m² de forêts tropicales sont détruites ainsi que 2000 m² de terres arables transformées en désert ; pendant le même temps une trentaine d'êtres humains supplémentaires naissent dont 40 % vivront dans la pauvreté. Il est temps de devenir raisonnables...

Les limites

Les contraintes des enveloppes de viabilité physico-chimique et biologique sont de 4 sortes : thermique, la vie étant très sensible à la température (climat et énergie), démographique (biomasse et reproduction), nutritionnelle et hydrique (alimentation et agrosphère), écologique (écosystèmes et biodiversité : oxygène, recyclage de la matière organique et minérale, etc.). L'examen de l'évolution démographique mondiale, ainsi que de la consommation en énergie (joules/an) ou de la quantité de terre arable par habitant (hectare/h), montre à l'évidence (fig. 5) que, pour le moment, nous ne sommes pas dans une configuration viable et durable (tendance momentanée vers zéro ou vers l'infini). Faut-il attendre les effets de la régulation naturelle et les séquelles économiques et socio-culturelles qui en résulteront, pour s'adapter ?^{7, 10}

La stabilité climatique est un élément primordial de la présence humaine sur terre et les forêts, qui représentent 80 % de la biomasse terrestre et dont 60 % se trouve en zone inter-tropicale (70 % du patrimoine génétique), sont un élément important de cette homéostasie (séquestration du gaz carbonique, ralentissement de l'érosion, microclimat). L'emploi massif de carburants fossiles amplifie l'effet de serre naturel et va produire un changement climatique inévitable, au vu du rythme actuel de l'augmentation

annuelle du CO₂ dans l'atmosphère (+ 3.10⁹t). En 200 ans le stock atmosphérique en équilibre avec la végétation a augmenté de 25 %. 70 % de la production annuelle de CO₂ d'origine humaine provient des pays développés, lesquels n'abritent que 24 % de la population mondiale. Celle-ci consomme 75 % de l'énergie mondiale et utilise 50 % à 90 % des ressources de la planète (PIB élevé, faible démographie).²

L'énergie solaire arrivant au sol étant limitée (photosynthèse), de même que les surfaces et matières à disposition, il en résulte que la quantité d'êtres vivants est aussi limitée. Ceci conditionne le nombre d'hommes dont la charge planétaire maximale, pour ces raisons, se situe entre 10 et 30 milliards d'habitants. Le développement durable ne peut exister que dans la perspective d'un équilibre démographique dynamique des populations (conséquences économiques et sociales nombreuses), la vie équilibrant la mort. On ne peut pas avoir la densité de Manhattan sur l'ensemble de la planète (cela correspondrait à 2,6.10¹² habitants), ni même utiliser la même quantité d'énergie (93 W/m²) : tant le nombre d'êtres humains que l'infra-rouge réémis, seraient totalement incompatibles avec la capacité de régulation de la biosphère et de la terre pour maintenir la vie humaine. La tendance démographique actuelle, dans les pays développés, tend vers une stabilisation.^{9, 10}

Cette situation stationnaire est aussi indispensable, à long terme, pour des raisons thermiques, en ce qui concerne l'emploi de l'énergie ; la question de la raréfaction des ressources étant très relative ; ce sont la technologie et le savoir qui créent la ressource (bois, charbon, pétrole, électricité, etc.). Ce qui est indispensable, pour ne pas changer le climat, est de contrôler le flux de chaleur produit en plus des échanges naturels entre la terre (infra-rouge) et le soleil (lumière). Les plantes vertes utilisent 1 % de l'énergie solaire pour la photosynthèse. De même, avec une technologie adéquate à développer, l'humanité pourrait utiliser un pourcentage de cette énergie renouvelable (chauffage, climatisation, électricité, photoproduction d'hydrogène), sans modifier l'équilibre thermique planétaire, il en est de même pour une partie de la productivité annuelle en phytomasse* (carburant ; bilan équilibré en CO₂). La limitation touche essentiellement les énergies fossiles, la production de gaz à effet de serre amplifiant considérablement l'effet thermique de l'énergie utilisée. L'activité humaine correspond à l'emploi d'une énergie égale à 0,04 % de l'équivalent solaire au sol et c'est déjà trop pour l'équilibre climatique (une réduction de 40 % est nécessaire). Enfin il reste l'utilisation de l'énergie non-renouvelable, sans effet de serre, de type atomique (fusion), laquelle est presque illimitée sur terre. En raison de la

production de chaleur supplémentaire au flux naturel, son emploi sera limité à $< 1\%$ de l'équivalent solaire au sol. Le potentiel à disposition est donc considérable et pourrait permettre de disposer par habitant (10 à 30 milliards) d'une quantité d'énergie 50 à 100 fois plus grande que celle utilisée par les habitants des Etats-Unis d'Amérique. Cela suppose toutefois une réorientation totale de la politique énergétique et la stimulation des recherches et de la technologie dans ce domaine vital du fonctionnement des sociétés. Il est, avec la démographie, au cœur de la mise en place d'un développement durable.^{2, 8}

La satisfaction des besoins cellulaires en nourriture et en eau douce (cette dernière est très limitante), ainsi que la stabilité dynamique des écosystèmes existant actuellement et de leur biomasse sont un autre élément primordial de la présence humaine sur terre. L'approvisionnement annuel en oxygène dépend essentiellement de la phytomasse naturelle ; l'agrosystème fournit la nourriture (2 % de la production végétale totale). Ces apports ainsi que l'énergie (bois) et des matériaux divers produits par la biosphère dépendent de l'état et de l'importance des écosystèmes planétaires. La charge polluante et toxique, facteur limitant, peut être contrôlée par différentes voies : recyclage en milieu fermé ou ouvert, innovation technique, substitution de produits, changement du mode de vie, etc. L'inventivité humaine peut venir à bout de cette difficulté.⁹

Conclusion

La terre existe depuis 5,55 milliards d'années et d'ici quelque milliard d'ans devrait devenir totalement inhospitalière à l'ensemble du vivant (désert chaud puis froid), en raison de l'évolution inéluctable de l'étoile solaire. Le développement durable sur terre est donc restreint dans le temps. De l'apparition de la vie à nos jours, l'histoire de la planète a été ponctuée par des catastrophes majeures d'origine géologique (volcanisme) ou cosmique (météorites, poussières, etc.) qui se sont soldées par des extinctions massives des espèces tous les 150 à 200 millions d'années. Cette récurrence peut se poursuivre dans le futur lointain. Mais actuellement le plus grand danger pour l'homme est son action même sur la nature. Nous avons environ une centaine d'années pour atteindre l'équilibre dynamique thermique et démographique, préalable nécessaire, mais non suffisant pour asseoir un développement durable pour quelques centaines de millions d'années (sous réserve de la viabilité biologique et sociale de l'espèce). Au-delà de la technique, l'aspect essentiel pour atteindre ce but

est politique, culturel et éthique. Il suppose un changement dans la perception du rôle de la nature, mais aussi de notre relation avec les individus du genre humain, nos semblables, en vue de promouvoir le meilleur de notre nature. Nous disposons de suffisamment de connaissance, de techniques et de richesse pour mener à bien cette opération. Encore faut-il être habité par une vision eschatologique ou téléologique* de notre existence...

Bibliographie

1. Allègre, C. (1990), *Economiser la planète*, Ed. Fayard, Paris.
2. Berger, A. (1992), *Le climat de la terre*, Ed. De Boeck Université, Bruxelles.
3. Budyko, M.I. (1986), *The Evolution of the Biosphere*, D. Reidel Publ., Dordrecht.
4. C.I. Rio (1995), *Eléments pour un concept de développement durable*, Ed. Off. féd. envir. forêts et paysage, Berne.
5. Duplessy, J.-C., Morel, P. (1990), *Gros temps sur la planète*, Ed. Odile Jacob, Paris.
6. Greppin, H. (1978), *Ecologie humaine et enveloppes de viabilité*, Médecine & Hygiène (Genève) 36, 3589-3594 ;
(1988), *L'interface Homme-Nature*, Médecine & Hygiène (Genève) 46, 15-19 ;
(1993), *Ecologie humaine et régulation*, Médecine & Hygiène (Genève) 51, 1790-1792.
7. Meadows, D.H., Meadows, D. & Randers, J. (1987), *Beyond the Limits*, Chelsea Green Publ., Post Mill, Va.
8. Pillet, G. et Odum, H. (1987), *E³, énergie, écologie, économie*, Ed. Georg, Genève.
9. Ramade, F. (1987), *Les catastrophes écologiques*, Ed. McGraw-Hill, Paris
10. Véron, J. (1995) *La population mondiale : défis et perspectives* Ed. La Documentation Française, Paris.

La méthode scientifique rationnelle et expérimentale
(système ouvert, autogéré et "machiné")

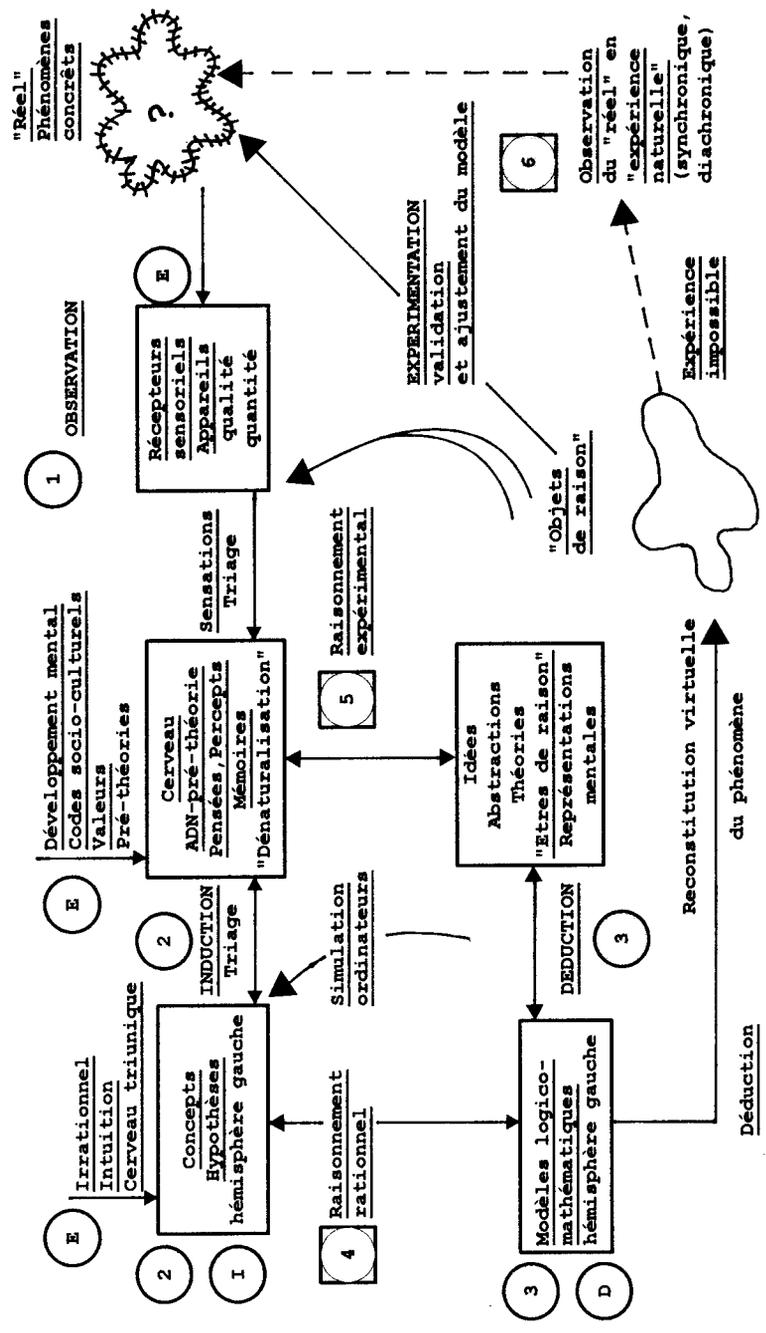


Fig. 1

Buts: se situer, prévoir, agir, utiliser, exploiter.
 Adaptation à l'environnement (P.C.B.S.), au "réel"

MODELE HOMME-SOCIETE-ENVIRONNEMENT

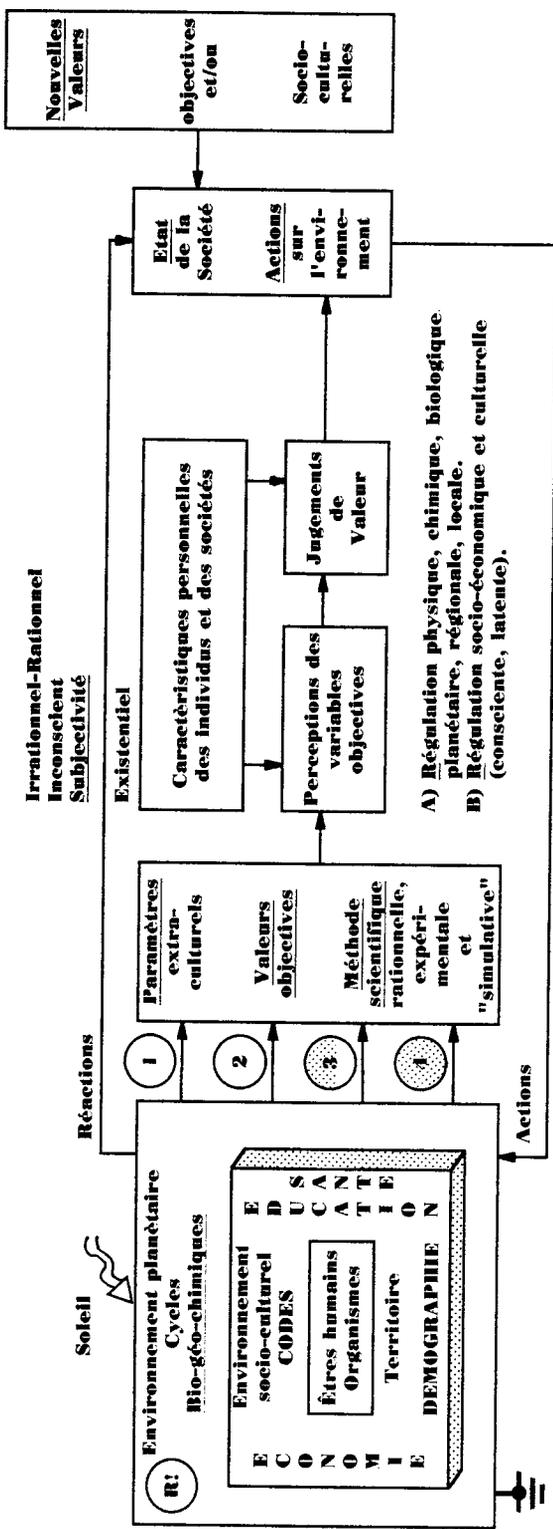


Fig. 2

OBJECTIFS: Insertion viable et développement durable (Enveloppes minimales de viabilité, physiques, chimiques et biologiques).
MOYENS: Approche systémique, compartimentale et analytique. Logiques structuro-fonctionnelles et mécanismes de régulation Géométrique dynamique.

ENVELOPPES DE VIABILITE
PLANETAIRE

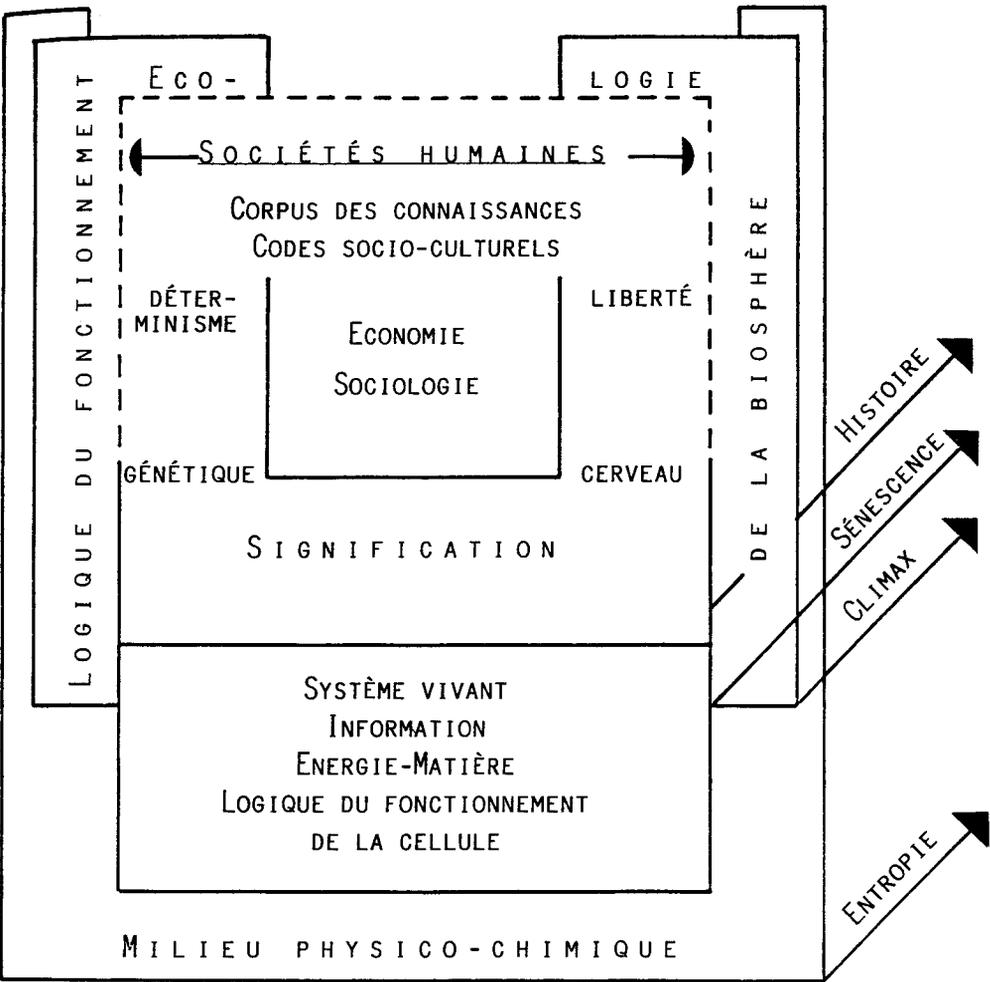


Fig.3
 Interface Homme (culture)-Nature.
 (physico-chimie du globe terrestre; cellules, écosystèmes).
 Connection par enveloppes qui circonscrivent une niche de
 liberté d'expression.
 Limites par la température, la démographie et le turnover*
 de la biosphère.

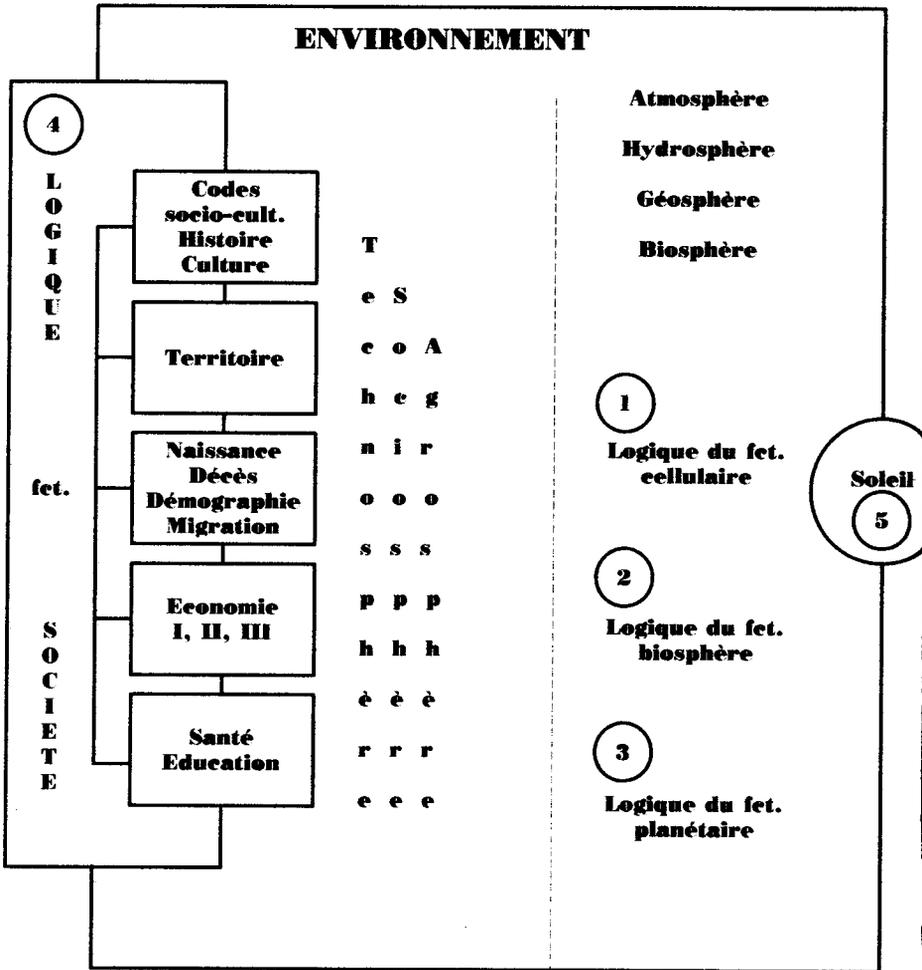
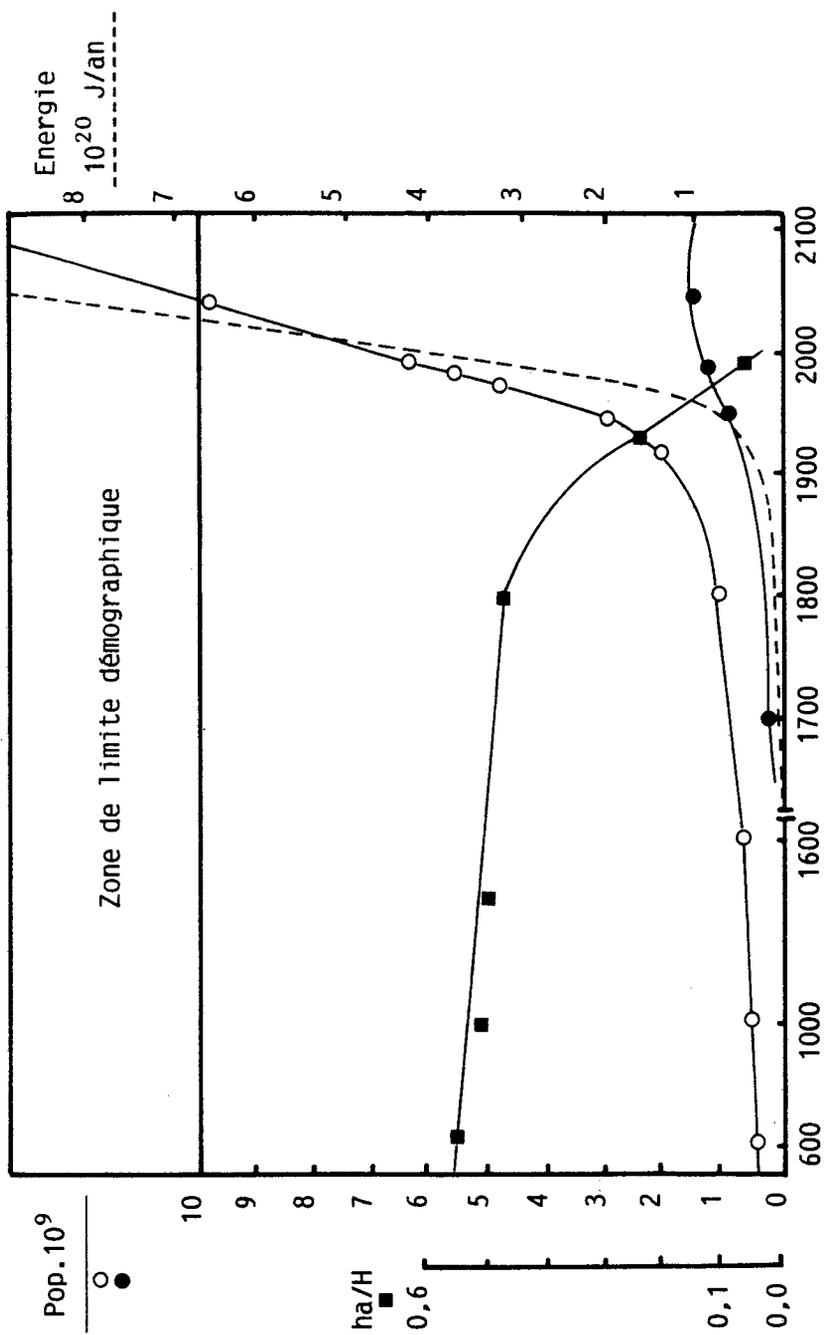
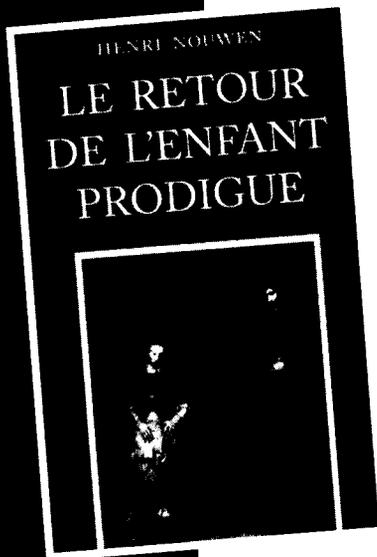


Fig. 4: L'interface Homme-Nature



Quand Jésus et Rembrandt peignent le même tableau.



180 pages
99 Ff. 20 Fs.



La découverte fortuite d'un tableau de Rembrandt, *Le retour de l'enfant prodigue*, a déclenché chez Henri Nouwen une remise en question et une quête spirituelle qui devaient l'amener à quitter la grande université américaine où il enseignait, pour accompagner des personnes handicapées de l'Arche.

En relisant sa propre vie à la lumière de la grande œuvre de Rembrandt, Henri Nouwen nous fait redécouvrir l'intransigeance et le pardon, la bonne conscience et la compassion. Ce retour à la maison ne pourra laisser indifférent qui a connu la solitude, la détresse, la colère ou la jalousie. C'est que cette expérience partagée du défi qu'il y a à aimer (comme le père) et à être aimé (comme l'enfant prodigue) nous renvoie à l'essentiel du message de l'Evangile.

COUPON COMMANDE

Je commande « Le retour de l'enfant prodigue » :

..... ex. x 99 Ff + (10 F de port) = Ff.

Je désire recevoir des informations sur vos publications.

Je veux offrir cet ouvrage à un amis, Merci de le lui adresser à l'adresse ci-dessous :

Nom :

Prénom :

Adresse :

.....

N'oubliez pas d'indiquer votre adresse :

Nom :

Prénom :

Adresse :

.....

Coupon-réponse à envoyer accompagné de votre règlement à :

GBU LITTÉRATURE 21 rue Serpente 75006 PARIS.