

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 99 (1973)  
**Heft:** 12

**Artikel:** Transition de l'état dynamique de développement à l'état d'équilibre  
**Autor:** Mauch, S.P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-71678>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 26.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Transition de l'état dynamique de développement à l'état d'équilibre<sup>1</sup>

par S. P. MAUCH

*Le but principal de ce propos est de démontrer une interdépendance directionnée entre les trois systèmes ouverts : écologie, économie et société. Tout d'abord, quelques caractéristiques des processus d'accroissement en relation avec les limites écologiques sont mentionnées.*

*La deuxième partie traite des répercussions du système écologique sur les systèmes économiques et sociaux. Nous en tirons la conclusion que les contraintes écologiques exigent des changements fondamentaux non seulement dans le système économique, mais aussi dans le système social, et cela pendant les prochaines dizaines d'années, ou bien les prochaines générations.*

## 1. La dynamique d'accroissement et les limites écologiques

La capacité écologique de notre planète est limitée. Du fait de son développement et de ses besoins croissants en biens de consommation, l'humanité occupe une part de plus en plus grande de la capacité totale. Il en a toujours été ainsi. Mais, ce qu'il y a de nouveau et d'unique dans l'histoire du monde, c'est que maintenant, grâce au progrès technique, nous sommes en mesure d'imposer à l'environnement des charges qui remplissent totalement ou dépassent cette capacité. Il est un fait bien établi que l'on est déjà en train d'abuser des forces régénératrices de la nature sur le plan local et qu'on est en voie de le faire aussi sur le plan global. Autrefois, l'humanité considérait la terre comme immensément grande et ne se rendait pas compte qu'il y a des limites écologiques. Aujourd'hui, ces limites se dressent brusquement devant nous, comme les murs devant les yeux de l'automobiliste roulant à vive allure dans le brouillard.

La figure 1 illustre ce problème de façon très simplifiée. La charge imposée à l'environnement — charge qui est le produit du nombre d'habitants multiplié par le taux moyen de consommation par tête d'habitant — y est indiquée en fonction du temps. La figure met la situation telle qu'elle se présente à un moment donné en relation avec l'accroissement, les différents plafonds de crise (les murs dans le brouillard) et la période de crise, c'est-à-dire le temps qui reste jusqu'au moment où sera atteinte une limite écologique. Il existe toute une série de limites écologiques, à savoir pour la pollution de l'air et de l'eau, pour les ressources naturelles, pour la production de nourriture, ou tout

simplement pour l'espace vital. Comme la terre peut être assimilée à un vaisseau spatial dans lequel la place et les ressources sont restreintes, ces limites sont réelles : il ne s'agit donc pas de savoir *si* l'accroissement s'arrêtera, mais plutôt de déterminer *quand* et *comment* il cessera.

Examinons d'abord la courbe a) de la figure 1. Elle est exponentielle et représente assez bien l'évolution de notre civilisation. Il n'est pas nécessaire de s'étendre sur les propriétés fondamentales de cette courbe, car elles sont connues. Répétons donc simplement les quelques points suivants : on observe, chaque année, un taux d'accroissement constant, en pourcent, c'est-à-dire un accroissement plus grand en valeur absolue ; si le taux d'accroissement est de 2 % (ceci est le taux actuel d'accroissement de la population mondiale), la population aura doublé en trente-cinq années ; si une quantité s'accroît de 5 % par an — comme on l'observe pour la production d'énergie en Suisse, par exemple — elle aura doublé en quatorze années ou décuplé en cinquante années. En élevant le plafond de crise d'un facteur 2, on n'empêchera pas la collision, mais on ne fera que la retarder de dix ou vingt ans. Dans chaque période de doublement, l'accroissement est aussi grand que celui qui a eu lieu pendant toute l'histoire de l'humanité : cela signifie qu'au cours des trente-cinq années à venir, la population mondiale augmentera d'autant que dans tout le passé.

La conclusion logique à tirer de ces considérations est que l'accroissement exponentiel ne peut pas continuer

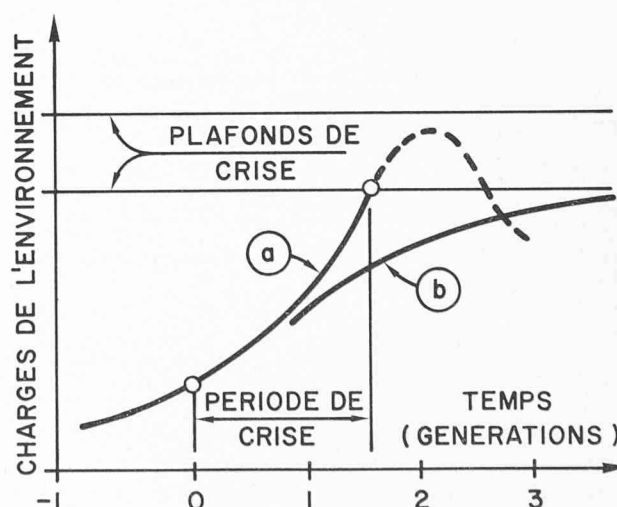


Fig. 1. — Rapprochement sensible des plafonds de crise.

<sup>1</sup> Cet article est publié avec l'appui de l'Institut de la Construction Métallique (ICOM), de l'École polytechnique fédérale de Lausanne, dirigée par le professeur J.-C. Badoux. Il fait suite au cours de troisième cycle donné par l'auteur à l'EPFL, au printemps 1972.

indéfiniment sur la terre, et cela en dépit de tous les miracles que peut accomplir la technique.

D'après cette autre courbe b) de la figure 1, qui nous montre l'accroissement logistique, la diminution requise de l'accroissement par an ou par décennie devient de plus en plus grande à mesure que les années passent. C'est-à-dire que plus on attendra pour la réaliser, plus elle devra être accélérée. Mais plus grand sera le taux de diminution de l'accroissement, plus grande sera la tension sociale. Le changement total qui est nécessaire pour atteindre un état d'équilibre est prédéterminé par l'intervalle qui reste aujourd'hui jusqu'au plafond de crise et par le taux actuel d'accroissement. Si ce changement nécessaire est lent à se réaliser aujourd'hui, ou s'il n'y a pas de changement du tout, les changements à effectuer demain devront être d'autant plus rapides. Si l'humanité hésite encore longtemps à prendre ces mesures, c'est la nature elle-même qui agira en engendrant des forces contraires. Les changements seront alors beaucoup plus radicaux et auront des répercussions plus violentes sur notre situation économique et sociale.

La science nous fait prévoir que, fort probablement, ces processus auront lieu au cours des prochaines décennies et générations, quoiqu'il ne soit pas encore possible d'en déterminer exactement la date et la durée. Si nous tenons à léguer à la nouvelle génération des conditions écologiques essentielles à la vie sur cette terre, il est indispensable que nous mobilisions immédiatement les forces qui nous feront passer de l'état d'accroissement à l'état d'équilibre. C'est nous — tout d'abord les pays industriels — qui dans une très large mesure, décidons du sort de nos descendants, sans que ces derniers aient leur mot à dire ; ils dépendent entièrement de nous à ce point de vue, ce qui n'est pas une situation très enviable. Nous ne pouvons pas décider de la future structure sociale, car c'est une chose que la prochaine génération doit construire elle-même, mais nous avons le pouvoir de lui conserver ou de lui retirer les fondations sur lesquelles elle pourra bâtir.

Examinons maintenant les facteurs essentiels qui déterminent la charge imposée à notre espace vital. Ernst Basler les a exprimés dans une formule comprenant quatre grandeurs [1].<sup>1</sup> Cette formule est reproduite à la figure 2.

$$Q = \frac{B}{R} \times \frac{K}{\eta}$$

$$\left( \begin{array}{c} \text{CHARGE IMPOSEE} \\ \text{A L'ENVIRONNEMENT} \end{array} \right) = \frac{\text{POPULATION} \times \left( \begin{array}{c} \text{CONSOMMATION} \\ \text{PAR TETE} \end{array} \right)}{\left( \begin{array}{c} \text{ESPACE VITAL} \\ \text{A DISPOSITION} \end{array} \right) \times \left( \begin{array}{c} \text{DEGRE D'EFFICACITE} \\ \text{ECOLOGIQUE} \end{array} \right)}$$

Fig. 2. — Facteurs influant la charge imposée à l'environnement.

La charge  $Q$  imposée à l'espace vital croît avec le nombre d'habitants  $B$  et la consommation moyenne par tête d'habitant  $K$ . D'autre part, cette charge se répartit sur l'espace vital à disposition  $R$ , espace qui ne peut pas être

agrandi et qui est la seule grandeur fixe dans cette formule. Le degré d'efficacité écologique  $\eta$  indique l'effet qu'un taux déterminé de consommation exerce sur l'écologie. Les moteurs automobiles actuels produisent un volume déterminé de transport avec une efficacité écologique plus petite que celle des moteurs non polluants que la recherche est en train de développer. Le degré d'efficacité  $\eta$  est par conséquent déterminé par l'état auquel est arrivée la technologie de l'environnement. La consommation par tête d'habitant  $K$  s'exprime par des grandeurs telles que, par exemple, la surface habitée par personne (y compris l'appartement supplémentaire ou la maison de vacances), le nombre annuel de kilomètres parcourus en auto, la consommation annuelle par tête, etc.

La consommation par tête est à peu près proportionnelle au revenu par tête.

Voyons maintenant les mécanismes de l'accroissement en fonction de ces facteurs.  $R$  reste constant, tandis que la population et la consommation par tête d'habitant augmentent, et cela, *pour une part essentielle, de façon exponentielle*. Cela doit forcément amener une collision avec les plafonds de crise — ou les limites écologiques — comme c'était démontré à la figure 1.

On arrive ainsi à la question de savoir comment la technologie — en particulier la technologie de l'environnement — peut nous aider à éviter la collision. Comme déjà dit, elle détermine le degré d'efficacité écologique  $\eta$  qui indique dans quelle mesure un niveau déterminé de consommation charge l'environnement. On peut citer en exemple l'épuration des eaux usées ou la mise au point d'automobiles sans échappement de gaz nocifs. Une voiture qui ne dégage plus qu'un tiers de gaz par kilomètre a une valeur écologique plus élevée. Une machine — par exemple une auto — qui s'use moins rapidement et dont la vie par conséquent plus longue (qui nécessite donc des amortissements moins élevés) possède un meilleur degré d'efficacité écologique pour ce qui est de la consommation de matières premières, etc. On peut donc dire qu'avec la technologie de l'environnement à consommation égale, la charge imposée à l'environnement est moins grande. Malheureusement en général ceci est interprété de la manière inverse. A charge égale imposée à l'environnement, correspond une consommation qui peut de nouveau être accrue. Nous voici donc arrivés au *piège technologique* : la technologie peut nous donner une amélioration. Mais cette amélioration ne peut qu'être temporaire si l'accroissement de la population et de la consommation continue en même temps. La protection technologique de l'environnement ne résout pas le problème ; elle ne fait que le retarder. Examinons la figure 3 :

La charge imposée à l'environnement par les gaz d'échappement des automobiles  $y$  est représentée en fonction du temps, et cela en pourcentage d'une certaine limite déjà critique, mais encore tolérable. Faisons la supposition suivante : en 1960, les gaz d'échappement ne sont pas encore épurés ; en considération de l'accroissement des kilomètres annuels parcourus par les voitures, accroissement qui se monte à 7 %, la limite de tolérance sera atteinte en 1980 déjà. Cette évolution est représentée par la courbe indiquée par des traits. On met alors au point un moteur qui permet d'éliminer les 80 % des gaz d'échappement. Admettons que ce nouveau moteur soit mis sur le marché dès 1970 et que, jusqu'en 1980, toutes les voitures en soient munies. Le succès est évident, se dira-t-on en 1980 ; la pollution de l'air est bien moindre qu'il y a dix ans. Toutefois, si l'on examine la courbe en question, on se rend compte que la situation se remettra à empirer

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie, en fin d'article.

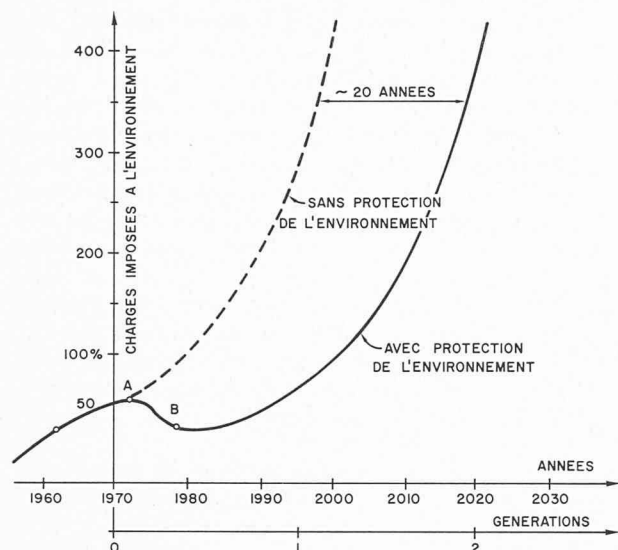


Fig. 3. — Incapacité de la protection technologique de l'environnement de résoudre le problème : elle ne fait que le retarder. (Exemple de l'effet de l'épuration des eaux usées à 75 % entre 1970 et 1980, le taux d'accroissement étant de 7 %.)

dès 1980 et que la collision avec la limite de tolérance sera retardée d'environ vingt ans, mais qu'elle finira tout de même par avoir lieu — et cela tout simplement parce que l'on n'aura pas résolu le *problème fondamental*, c'est-à-dire celui de l'accroissement.

Le même processus se déroule en Suisse, dans le domaine de la protection des eaux, comme l'a montré le Professeur Wuhrmann [2]. Nous construisons des stations d'épuration depuis une quinzaine d'années et espérons que, dans quelques années, nous serons en mesure d'épurer la totalité des eaux usées produites dans notre pays. On constate déjà une amélioration de la qualité de l'eau de diverses rivières et de plusieurs lacs. Nous en sommes aujourd'hui à peu près au point B de la figure n° 3. Si cependant la tendance actuelle se poursuit, c'est-à-dire si nous continuons de produire chaque année 3-6 % plus d'eaux usées — même si elles sont épurées — il faut s'attendre à ce que la pollution des eaux soit dans dix ans, malgré toutes les stations d'épuration, de nouveau aussi grande que quinze ans auparavant, avant la construction des nouvelles stations d'épuration.

La protection technologique de l'environnement est incapable, à elle seule, de résoudre le problème ; elle ne fait que le retarder.

Nous savons que le groupe Forrester-Meadows au M.I.T. a fort bien démontré cet état de choses [3]. A l'aide d'un ordinateur, il a simulé les boucles de rétroaction globale entre la population, les ressources naturelles, la pollution de l'environnement, la production alimentaire et les investissements de capitaux (voir figure 4). Les résultats montrent que, si la tendance actuelle se poursuit, beaucoup de ressources naturelles seront presque ou totalement épuisées, d'ici une ou deux générations, de sorte que le développement industriel s'arrêtera. En admettant — toujours d'après le modèle simulé sur ordinateur — que l'on ménage ces ressources en recourant au système de recyclage, on réussira effectivement à empêcher la crise pour ce qui concerne les ressources naturelles ; par contre, avec une vingtaine d'années de retard, le système se trouve dans une crise de pollution qui arrêtera tout développe-

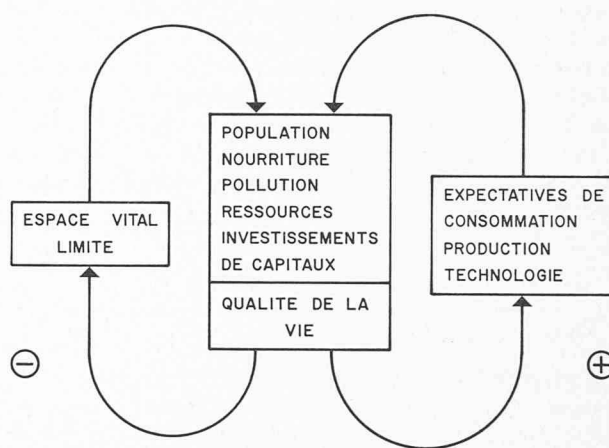


Fig. 4. — Cercles vicieux de l'accroissement dans notre espace vital limité.

ment. Même si maintenant on affirme que la technologie réussit à freiner les progrès de la pollution, en améliorant l'efficacité écologique des moteurs, etc., la crise ne sera que retardée ; elle aura lieu tout de même, quoique peut-être dans un autre domaine, par exemple dans celui de l'alimentation. Le déplacement d'un plafond de crise grâce à la technologie de l'environnement ne résout pas le problème ; on finira toujours par heurter — peut-être un peu plus tard — soit le même plafond, soit un autre. Si la technologie est en mesure de déplacer ces plafonds de crise, elle est impuissante à les éliminer. C'est là le piège que nous pose la protection de l'environnement pratiquée uniquement du point de vue de la technologie ; elle nous leurre avec des améliorations qui ne sont que provisoires et qui ne résolvent pas vraiment le problème. Comme l'a bien dit et démontré B. Commener [5], la crise actuelle de l'environnement, qui s'est développée principalement pendant les dernières dizaines d'années, ne peut pas être attribuée entièrement à la croissance de la population et de la consommation — production. En même temps, il est important de remarquer que le développement technologique fut caractérisé par une dégradation de l'efficacité écologique. Cette caractéristique du développement technologique a en effet sensiblement accéléré la dégradation de l'environnement.

Nous ne voulons pas condamner la protection technologique de l'environnement — protection des eaux et automobiles sans échappements de gaz nocifs — car elle est nécessaire. Il y a toutefois un *mais*. Il importe de la reconnaître pour ce qu'elle est vraiment : une thérapeutique des symptômes qui ne fait que nous accorder le temps dont nous avons besoin pour résoudre le problème fondamental, problème qui consiste à stabiliser l'accroissement de la population B et de la consommation par tête d'habitant K. On sera bien obligé d'en arriver là. En examinant de plus près les implications économiques et sociales de cette solution, il devient évident que nous ne pouvons désormais plus nous dérober à la nécessité de *réviser fondamentalement notre manière de penser*.

La révision fondamentale de notre manière de penser implique nécessairement une nouvelle mentalité, une nouvelle manière d'aborder le problème, un nouveau mode d'action, c'est-à-dire de nouvelles mesures concrètes. Et c'est là que commencent les difficultés. Concrètement, la solution consiste à donner une nouvelle structure au déve-



loppement quantitatif économique, le ralentir et, finalement, le faire cesser complètement. J'en arrive ainsi à démontrer ce que je considère comme les conséquences profondes que la transition — indispensable du point de vue de l'écologie de l'état d'accroissement à l'état d'équilibre — aura sur notre organisation économique et sur les critères de valeur ou sur les règles de conduite de notre société.

## **2. Limites écologiques, ordre économique et critères sociaux de valeur**

Commençons par quelques remarques au sujet de la relation entre les pays industrialisés et les pays dits en voie de développement. On entend souvent dire que le problème de l'accroissement démographique est avant tout un problème qui est posé par les pays en voie de développement. Pour être en mesure de répondre à cet argument, il y a lieu de procéder aux considérations suivantes :

1. La charge que chaque Européen occidental ou chaque Américain impose à l'environnement est de dix à trente fois plus grande que celle qui est imposée par un Chinois ou un Indien. En effet, en Europe occidentale et dans les USA, les besoins — ou mieux dit les prétentions — en consommation d'énergie, de matières premières, de nourriture, d'air, etc. sont autant de fois plus élevés que ceux des Chinois ou des Indiens. Une famille suisse avec deux enfants correspond donc à ce point de vue à une famille chinoise avec une quarantaine d'enfants.

Cela prouve que ce sont les pays industrialisés qui constituent le plus grand danger aussi bien pour l'écosystème global que pour leur propre écosystème. Avec notre taux d'accroissement de la population, taux qui se monte à 0,5 %, nous avons un problème démographique bien plus grave que celui des pays en voie de développement dont le taux d'accroissement se monte à 2,4 %. Et en plus — ce qui est plus grave encore — nous avons un problème de consommation.

2. Il est illusoire de penser que les pays en voie de développement puissent un jour atteindre le niveau économique des USA ou de l'Europe occidentale. C'est physiquement impossible, car les limites écologiques sont tout simplement trop rapprochées. Cette constatation est assez alarmante. Les Américains font les 6 % de la population mondiale et se sont déjà appropriés les 40 % de toutes les matières premières annuelles du monde — et cette proportion continue d'augmenter. Diverses matières premières essentielles — les métaux par exemple — seront épuisées dans un très petit nombre de générations. Toutes les réserves mondiales de cuivre ne suffiraient même pas à équiper l'Afrique d'un réseau téléphonique comme celui de la Suisse.
3. Etant donné la répartition très inégale des ressources, le problème deviendra crucial le jour où l'économie mondiale sera contrainte à passer de la période d'accroissement à la période de stabilisation. Cela risquerait même de former le noyau de dangereux conflits mondiaux. La décision est principalement entre les mains des riches pays industrialisés.
4. Le problème des pays en voie de développement est au fond le problème des pays industrialisés. C'est un

problème qui est posé par la relation entre les deux types de pays et pour lequel on ne peut trouver que de mauvaises solutions. On a déjà laissé passer depuis longtemps toutes les occasions de le résoudre de façon satisfaisante. Comment pouvons-nous, nous les riches, prêcher aux pauvres — aux pays en voie de développement — le ralentissement du développement économique, la protection de l'environnement et la conservation des écosystèmes sans être accusés d'hypocrisie ? Nous savons cependant que, dans l'ensemble, il faut absolument arrêter le développement. Nous devons donc chercher une solution dans le sens d'une péréquation, sans changer le total. On comprend sans doute ce que cela signifie pour nous, les pays industrialisés.

Nous avons du reste le même problème en Suisse, c'est-à-dire au niveau national, dans l'inégalité entre les agglomérations hautement développées, telles que Zurich, et les communes montagnardes. Il est clair que des limites sont posées en Suisse au volume total du développement économique. Nous ne pouvons néanmoins pas compter sur la compréhension des populations montagnardes lorsque nous exigeons qu'elles gardent intacts leurs paysages pour nous permettre, pendant les week-ends et les vacances, d'aller y chercher le repos et le contraste avec la vie trépidante des grandes villes. Ce n'est certes pas à l'hôte occasionnel de décider si et dans quelles conditions la population montagnarde veut bien accepter le rôle de jardinier et gardien des paysages.

Examinons maintenant le conflit entre l'écologie et notre ordre économique :

Comme l'ordre économique et le système social de valeurs sont orientés vers l'expansion et l'accroissement aussi bien dans les pays industrialisés de l'est que dans ceux de l'ouest, il est évident que les exigences écologiques sont contradictoires à ces systèmes. Ou, inversement, nos ordres économiques et nos critères de valeurs sont hostiles à l'environnement.

Le professeur Binswanger de l'Ecole des hautes études commerciales de Saint-Gall a récemment publié dans le magazine du Tagesanzeiger les points de départ d'une analyse servant à déterminer, d'une part, dans quelle mesure nos ordres économiques sont orientés vers la destruction de l'environnement, et, d'autre part, quelles seraient les caractéristiques d'un système économique tenant compte des intérêts de l'environnement [4].

On peut expliquer comme suit l'hostilité — hostilité inhérente au système lui-même — de notre économie libre à l'égard de l'environnement : 1. La compétition engendre une contrainte systématique due à l'expansion ininterrompue. 2. La sous-estimation systématique des biens offerts par l'environnement, tels que l'air, l'eau et les ressources naturelles (que nous considérons comme des richesses gratuites, c'est-à-dire inépuisables), nous incite à en abuser dans les processus de production et, par conséquent, à la déprédation de la nature. Considérant ces biens comme un capital donné par la nature, les hommes les exploitent et les dilapident. A moins que l'on ne prenne l'habitude de vivre des intérêts au lieu de « manger » le capital, ce dernier sera épuisé tôt ou tard. Ce raisonnement est premièrement irréfutable et secondement très facile à comprendre.

Pourquoi alors poursuivons-nous cette expansion qui nous mène fatalement à la ruine ? — Pour deux raisons fondamentales, dont la première est de caractère économique et la seconde de caractère psychosocial :

- Primo, parce que notre ordre économique nous y contraint systématiquement, ainsi que je l'ai déjà expliqué ; c'est la *coercition à l'expansion de la production*, coercition exercée par l'ordre économique.
- Secondo, parce que notre système de valeurs sociales ne nous en empêche pas, ce système étant orienté vers la consommation, la possession de biens matériels et la productivité ; c'est la *coercition à l'expansion de la consommation*, coercition exercée par le système social d'appréciation des valeurs.

La première raison se place du côté de l'offre et la seconde du côté de la demande dans le cercle vicieux de l'expansion, comme c'est illustré à la figure 5.

L'économie, quelquefois, met la responsabilité sur les épaules du consommateur, car c'est lui qui, en fin de compte, désire posséder les produits et les acheter. Ceux qui raisonnent ainsi oublient que la *demande* n'existe pas par elle-même, mais qu'elle naît dans l'étroite spirale des rétroactions avec l'*offre* qui, elle, est contrainte à l'expansion. Ceux qui se trouvent du côté de l'offre et ceux qui se trouvent du côté de la demande sont coupables, les uns comme les autres, de suivre aveuglément le mouvement ascensionnel qui les conduit fatalement à la ruine, au lieu de s'en tenir au volume d'expansion qui est admissible du point de vue de l'écologie.

La prévoyance humaine ne peut ramener de son propre gré — c'est-à-dire sans contrainte extérieure exercée par la nature — la courbe d'accroissement économique à une position d'équilibre que si elle élimine les deux raisons fondamentales qui nous poussent à l'expansion : expansion de la production dans le système économique et expansion de la consommation dans le système social.

Les deux principes, à savoir l'élimination de la sous-estimation systématique des ressources naturelles et l'élimination de la contrainte à l'expansion de la production et de la consommation, complétées par un programme optimal — et non pas maximal — de protection technologique de l'environnement constituent une stratégie totale qui nous permettra de préparer activement le passage de la période d'accroissement à l'état d'équilibre. Une liste de conditions essentielles pour une telle stratégie est donnée dans le tableau I.

Le rôle de la protection technologique de l'environnement est secondaire et ne consiste qu'à gagner du temps pour l'accomplissement des deux tâches à remplir ; ces dernières demandant beaucoup plus de temps que les

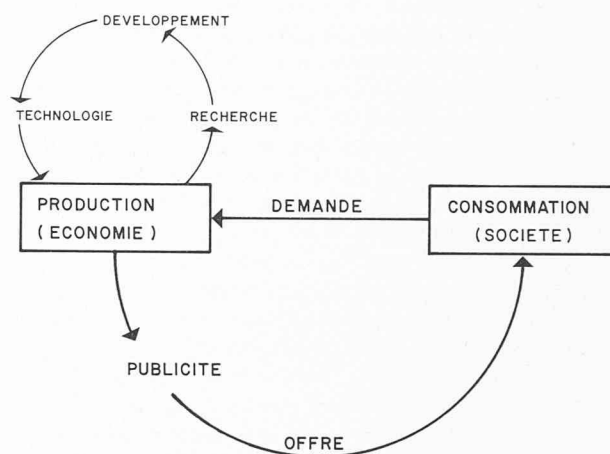


Fig. 5. — Cercles vicieux de l'expansion.

mesures technologiques qui, elles, peuvent se réaliser en moins de dix ans. Les tâches de l'économie et de la société nous employeront pendant une période s'étendant sur une ou plusieurs générations. Du fait de cette lenteur d'exécution, les problèmes à long terme d'ordre économique et du système des valeurs sont rendus tout aussi urgents que ceux de la protection technologique de l'environnement. Le sentiment intuitif (et bien compréhensible) que les entreprises à court terme — dans ce cas, la protection technologique de l'environnement — sont toujours plus urgentes que les entreprises à long terme est une réaction instinctive et irréfléchie.

Que signifient, concrètement, les deux raisons qui font que l'on doit éliminer la contrainte à l'expansion dans le domaine économique et social ?

D'expérience, nous savons que les tentatives de concrétiser et réaliser ce que l'on entend par « révision fondamentale de notre manière de penser » sont souvent considérées comme utopiques, extrêmes et subversives. Il faut pourtant reconnaître que « réviser fondamentalement notre manière de penser » signifie justement « accepter les nécessités », même si cela peut paraître extrême et subversif à la mentalité traditionnelle. Ce sont les nécessités écologiques elles-mêmes qui sont subversives à l'égard de nos schémas économiques et sociaux, et non pas les gens qui les constatent. Il y aurait lieu également de réviser la portée des expressions « utopique », « extrême » et « subversif », expressions qui ne doivent pas être interprétées à la mesure du possible, mais plutôt à la mesure du nécessaire. Bien des choses considérées jusqu'à ce jour comme contribuant à consolider l'ordre établi doivent à présent être reconnues comme susceptibles de devenir subversives elles-mêmes. Voici maintenant quelques remarques au sujet de l'ordre économique et de la planification :

La planification (locale, régionale et nationale, ainsi que dans les domaines de l'énergie, de la circulation, etc.) doit abandonner la philosophie d'expansion — qui consiste à satisfaire la demande dans une mesure de plus en plus grande — au profit d'une planification dans le cadre des limites écologiques. En considération de ces limites écologiques, il importe d'établir et de faire appliquer, au niveau aussi bien régional que national, des limites de tolérance pour les charges imposées à l'environnement, par exemple pour la pollution de l'air et de l'eau, pour la surface occupée par les agglomérations et particulièrement pour l'industrialisation, pour la production et la consommation totales

1. <i>Economie et société</i>	Elimination de la sous-estimation systématique des ressources naturelles (internalisation des frais sociaux)
2. <i>Economie</i>	Elimination de la contrainte à l'expansion de la production
3. <i>Société</i>	Elimination de la contrainte à l'expansion de la consommation
4. <i>Planification</i>	Fixation de ce qui est admissible du point de vue de l'écologie et préparation de la transition à l'équilibre dans tout ce qui se rapporte à l'environnement
5. <i>Technologie de l'environnement</i>	Gagner du temps en améliorant le degré d'efficacité écologique des activités de notre civilisation

Tabl. I. — Conditions essentielles qui permettront d'opérer la transition de la période d'accroissement à l'état d'équilibre.

d'énergie (comprenant les besoins de la circulation, de l'industrie et des ménages), etc. Le volume total des activités économiques et industrielles doit se limiter à ces critères écologiques. Il faudrait également que chaque industrie paie sa part proportionnelle de la charge imposée à l'environnement (par exemple sa contribution à la pollution des eaux). On mettrait alors sur le marché des titres de participation à la charge de l'environnement, ainsi que l'a proposé le Professeur Binswanger.

Une fois qu'a été atteinte, sur le plan local, régional ou national, une limite écologique déterminée, l'expansion ne peut se poursuivre que si les activités en question réussissent, à l'aide de la technologie perfectionnée de l'environnement, à réduire leurs émissions. Dans le but de ce contrôle qui est une nécessité écologique, il y aurait lieu de créer des « étalons de pénurie », comme dans le domaine des devises. Binswanger propose de prendre l'énergie comme étalon, car c'est un élément qui vivifie l'ensemble de l'économie (comme le sang qui coule dans nos veines vivifie et entretient l'organisme) et qui peut servir de facteur de contrôle « élastique » pour le développement économique. La limite écologique correspondante pourrait être déterminée par le nombre tolérable — par exemple au point de vue de la charge thermique — de mégawatts pour une région donnée. Il faudrait, de même, établir d'autres unités écologiques de ce genre, par exemple pour la pollution de l'air et de l'eau, pour les ressources naturelles, etc.

De cette façon, il serait impossible à l'économie de se développer au-delà des limites écologiques ; cela lui donnerait aussi d'excellentes raisons pour produire des marchandises non hostiles à l'environnement, car elle aurait de la sorte à acheter moins de titres de participation à la charge imposée à l'environnement. L'économie et l'industrie se mettraient à diriger leur production non plus uniquement d'après le point de vue de l'économie, mais aussi d'après celui de l'écologie. On aurait donc quelque chance de réaliser la protection de l'environnement. Au moment où les limites de la productivité seront atteintes, l'économie sera forcée de considérer les résultats des mesures de rationalisation, comme but de réduire encore les heures de travail au lieu d'augmenter le volume de production. En outre, ces mesures (consistant par exemple à remplacer la main-d'œuvre par l'énergie et les ressources naturelles) ne pourront plus être prises gratuitement, c'est-à-dire aux frais de l'environnement. Cette nouvelle ère sera marquée par une attitude plus respectueuse à l'égard de notre milieu naturel.

A cet égard, nous percevons déjà une première conséquence sociale : à niveau constant de la consommation, l'accroissement de la productivité sera remplacé par un accroissement des heures de loisir — donc ni par une augmentation des salaires, ni par la possibilité de prendre un emploi complémentaire apportant un gain additionnel. On arrive ainsi à l'un des aspects centraux de la nouvelle mentalité : diminution des désirs de consommation dans le cadre de notre échelle de valeurs.

Une chose est certaine : tant que notre système social de valeurs restera axé sur la productivité et la consommation, les changements à opérer dans le système économique — changements qui sont nécessaires du point de vue de l'écologie — seront considérés comme une contrainte et un retour en arrière. C'est seulement lorsque notre système de valeurs sera libéré de la coercition à augmenter la consommation que nous pourrons arriver à un équilibre écologique, économique et social. Robert Jungk a dit : « Il nous faut expérimenter sur le plan social ». Il est indéniable qu'une grande partie des expériences sociales

effectuées par la jeune génération — par exemple la philosophie « hippie » — nous rapproche davantage de cet équilibre que la mentalité qui règne dans notre société bourgeoise et technologique. Les jeunes ont — consciemment ou inconsciemment — le courage de s'engager personnellement dans la lutte contre la contrainte à l'accroissement de la consommation et de la productivité.

Ce dont nous avons besoin, ce n'est pas deux heures de travail en plus par semaine afin d'augmenter le volume global de la production, mais plutôt, petit à petit, deux heures de moins ; il faut en outre que soient créées les conditions sociales et psychologiques qui nous permettront d'organiser nos loisirs conformément à des critères nouveaux et plus humains. Nous devons nous déshabituer de consommer nos heures de loisir et apprendre à les former créativement, à les remplir activement et intelligemment. Davantage de loisirs et moins de consommation : vous voyez ce que cela représente pour notre système social de valeurs. Il est facile de comprendre que cela nécessite des changements fondamentaux et profonds dans l'orientation à donner à tous nos programmes culturels et pédagogiques. Actuellement toutes nos visées sont axées sur la prospérité, la compétition et la productivité économique et technologique, bref sur le progrès dans le sens traditionnel du terme. Ces critères et règles de conduite sont inculqués aux enfants dès l'école primaire. On les équipe pour la réussite dans la vie, réussite dont les caractéristiques sont l'argent, le prestige, la situation sociale, le pouvoir, etc. Cette éducation matérialiste non seulement atrophie notre capacité de communiquer humainement avec nos semblables, mais aussi détruit le cadre de notre vie sur la terre. Nous avons trop d'efficacité, un trop grand vide en nous-mêmes et pas assez de satisfaction dans notre travail.

Nombreux sont les gens qui pourraient — au détriment de la prospérité matérielle, mais au profit de leur propre bien-être — se détacher périodiquement d'une carrière astreignante pour apprendre un nouveau métier. Ce qu'ils perdraient en efficacité, ils le gagneraient en valeurs humaines.

Il importe désormais de donner une nouvelle orientation à l'éducation et à l'instruction. On doit moins tendre à inculquer aux enfants des connaissances dont ils pourront tirer matériellement parti, qu'à leur apprendre à remplir dignement leur rôle dans la société, c'est-à-dire à raisonner de façon active, indépendante et intelligente et à respecter l'environnement. Cette pensée a été formulée comme suit par Alfred Häsler : « Nous devons réviser l'idée que nous nous faisons de « l'homme capable ». Nous ne devons pas continuer à prendre pour du « mérite » ce qui est en réalité une mentalité brutale et peut aboutir au culte du « droit du plus fort ».

Nous devons convertir en culture la formation qu'on nous donne dans les écoles techniques et polytechniques et dans les facultés de sciences naturelles. Actuellement, les programmes d'études — des ingénieurs et techniciens, par exemple — sont encore beaucoup trop orientés vers un utilitarisme technico-économique et pas assez vers les valeurs humaines et sociales. L'ambition du jeune ingénieur constructeur est de bâtir un pont. Mais pourquoi un pont ? Y a-t-il une raison sensée de le faire ? Peu de gens se posent ces questions et, s'ils le font, leur formulation indique déjà la réponse qu'ils désirent recevoir. Les sciences techniques ne veulent pas reconnaître la valeur des sciences sociales et humaines quoique ces dernières aient un contenu bien plus essentiel. La technique a la tendance de continuer, année après année, à faire de façon de plus en plus experte, les fausses choses.



Nous devons aussi réviser l'idée que nous nous faisons du progrès. Le nouveau progrès ne prévoit pas une auto blindée et absolument « sûre » en vue d'augmenter la sécurité sur la route, mais moins de circulation automobile, moins de vitesse ; il ne prévoit pas un croisement d'autoroutes sur trois étages au milieu de la ville, mais des instituteurs en plus grand nombre et de meilleure formation, et cela aussi pour les écoliers des arrondissements les plus pauvres. D'après l'échelle de valeurs du nouveau progrès, les avions supersoniques sont une absurdité. Peut-on vraiment considérer comme progrès le fait de pouvoir partir en avion pour passer un week-end à Ibiza, ou le fait de posséder un téléviseur-couleurs ? Oui peut-être, mais sur une planète mille fois plus grande que la nôtre, et cela seulement pendant quelques générations de plus. Quant à nous, nous sommes au seuil de la transition de l'accroissement à la stabilisation et nous nous voyons obligés de trouver un nouvel équilibre.

Les principales positions d'aiguillage pour la réorganisation de nos buts sociaux et pédagogiques se trouvent dans un département fédéral et vingt-cinq départements cantonaux de l'instruction publique, à la future université argovienne des sciences pédagogiques (en voie de formation), dans quelques centaines d'écoles normales et, de ce fait, dans des milliers d'écoles primaires, secondaires, professionnelles, techniques et, finalement, dans des millions de communautés sociales et économiques. C'est ainsi que le processus social de transformation de l'attitude et de la mentalité de la population s'étendra de plus en plus dans le pays tout entier. Ce processus va durer très longtemps ; c'est pourquoi il est si urgent.

#### Addendum

En ce qui concerne l'étude des problèmes relatifs à l'environnement, on peut distinguer trois catégories différentes de recherche :

1. Recherche visant à hausser les plafonds de crise ; c'est la recherche dans le domaine de la technologie et de la protection de l'environnement.
2. Recherche visant à opérer la transition de l'accroissement à l'équilibre, c'est-à-dire à réduire les taux d'accroissement de la population et de la consommation ; c'est la recherche dans le domaine social et économique.
3. Recherche visant à trouver de nouveaux débouchés de plus grande capacité pour des produits nouveaux et meilleur marché ; c'est le type de recherche qui diminue encore l'intervalle restant entre l'humanité et les limites écologiques.

Pour le moment, il y a beaucoup trop de recherche de la troisième catégorie et bien trop peu de recherche de la seconde catégorie.

#### LITTÉRATURE

1. E. BASLER « Umweltprobleme aus der Sicht der technischen Entwicklung » dans *Schutz unseres Lebensraumes*, symposium à l'EPFZ, Zurich, novembre 1970.
2. K. WUHRMANN « Schutz der Gewässer vor Verunreinigung » dans *Schutz unseres Lebensraumes*, symposium à l'EPFZ, Zurich, novembre 1970.
3. D. MEADOWS et al. *The Limits to growth*. A potemac Associates Book, Universal books New York 1972.
4. H. C. BINSWANGER : « Plädoyer für eine umweltgerechte Wirtschaftsordnung », *Tagesanzeiger Magazin*, 31. Dezember 1971.
5. Barry COMMENER : *The closing circle*. A. A. Knopf New York 1971.

Adresse de l'auteur :

S. P. Mauch, ing. EPFZ  
Basler & Hofmann  
Forchstrasse 395  
8008 Zurich

## Bibliographie

**Fortran, Programmierungsanleitung**, par K. H. Müller et I. Strecker, B. I. Hochschultaschenbücher, Band 804, Mannheim 1970. — Un volume 12,5×19, 206 pages, rel. toile souple, 6,90 DM.

**Einflussflächen für Plattenabschnittsmomente zweistegiger Plattenbalkenbrücken**, par S. Grasshof, Werner-Verlag Düsseldorf, 1973. — Un volume 17×24, 134 pages, broché.

**Comment vaincre la corrosion métallique**, par Pierre Orłowski, ingénieur IEG et ESME, licencié ès sciences, conseiller technique au Centre français de la corrosion. Paris, Eyrolles, 1973. — 160 pages 16×25, 41 figures et photographies. Prix : 53 F.

L'importance de la corrosion des métaux, dite « rouille » pour le fer et l'acier, se révèle dans le monde entier chaque jour davantage, aussi bien à propos des ouvrages d'art et des complexes industriels qu'à propos d'articles manufacturés utilisés dans la vie courante. Les dommages qu'elle cause chaque année sont considérables dans tous les domaines. Aussi n'est-il plus possible de faire un projet, ou de passer à une réalisation utilisant un matériau métallique, sans « penser corrosion ». Il est nécessaire d'avoir un minimum de connaissances qui permettent d'éviter une dégradation rapide de la réalisation, ne serait-ce qu'un écrou impossible à dévisser après avoir été soumis aux intempéries.

L'auteur, du fait de sa longue expérience pratique en protection contre la corrosion, a rédigé un ouvrage comprenant des bases théoriques indispensables, des données technologiques, et des exemples concrets de corrosion, ainsi que quelques conseils pour les spécifications et le contrôle de la protection choisie.

L'ingénieur, le technicien du bureau d'études, le chef de fabrication, ou encore l'artisan et même le particulier, trouveront dans cet ouvrage les éléments nécessaires pour le choix d'un matériau, l'emploi éventuel d'un inhibiteur de corrosion, les modalités rationnelles de préparation d'une surface métallique avant revêtement, les moyens de protection par revêtements métalliques ou non, l'utilisation des procédés de protection cathodique et anodique.

#### Sommaire :

Principes de la corrosion métallique. Moyens de lutte contre la corrosion. Choix du matériau. Action sur le milieu d'attaque. Dégraissage, décapage. Traitements de surface, revêtements métalliques et non métalliques, processus électrochimique. Peinture électrostatique et par électrophorèse. Métallisation sous vide. Protection provisoire du stockage. L'eau et la corrosion. Corrosions dans les assemblages en acier. Protection contre la corrosion de frottement et d'usure. Protection d'appareils en métal ferrique soumis à la chaleur ou à des gaz corrosifs très chauds. Lutte contre la corrosion dans la construction. Protection des ouvrages d'art et portuaires. Canalisations enterrées et ouvrages immergés. Lutte contre la corrosion dans l'industrie automobile. Spécifications, contrôle, normalisation. La prévention médicale et l'application des traitements et revêtements de surface.