

UNE APPROCHE GLOBALE DE L'ANN 2000

Hugo THIEMANN

LE CLUB DE ROME POSE DES JALONS
Le Club de Rome a été créé
à la suite d'un colloque
organisé à Rome
en avril 1968

par la Fondation Giovanni
Agnelli et l'Académie nationale
de Lincei,

sur les problèmes de la société
à l'échelle mondiale.

Un certain nombre de
participants, préoccupés par
les symptômes de
dégradation de notre société
qui se manifestent
parallèlement à des exigences
plus grandes de qualité
de la vie et à l'application
de plus en plus rapide
des nouvelles techniques,
décidèrent de continuer
cette tâche de réflexion
ensemble et constituèrent
en mars 1970

le Club de Rome.

L'action actuelle du Club

est axée sur la définition
de deux objectifs :
acquérir et diffuser une
meilleure connaissance
de l'état critique de la
situation mondiale ;
mesurer l'incertitude et
l'amointrissement des
perspectives qui s'offrent
pour le futur si les
tendances présentes
ne sont pas corrigées ;
reconnaître et proposer
de nouveaux schémas
d'actions capables de
redresser la situation et
de la contrôler.

Il fut décidé de mener
à bien cette action
par étapes.

Une première étape s'achève
aujourd'hui : il s'agit
d'une recherche menée
par une équipe du Massachusetts
institute of technology animée
par Jay W. Forrester.

Les travaux de cette équipe
sont actuellement examinés
— et parfois critiqués —
par les membres du Club
de Rome. Ils ont été présentés
pour la première fois à Paris
au Congrès des ingénieurs civils
par le Dr Peccei, M. Thiemann
et M. King.

Le Docteur Aurelio Peccei
est vice-président de la firme
Olivetti, membre du comité
de direction de Fiat ;
il assume de multiples
responsabilités dans des
entreprises italiennes
ou internationales.

Il a été l'un des fondateurs
du Club de Rome.

Autre membre du Club,
Hugo Thiemann est directeur
général du Centre de recherche
de Genève,
qui constitue la division
internationale
de l'Institut Battelle.

Le Club est animé par un comité exécutif :

Aurelio Peccei, Alexander King,
Saburo Okita, Eduard Pestel,
Hugo Thiemann, Carroll Wilson
Font partie du Club,
MM. H. Baitsch, Gertz von Kortzfleisch
(Allemagne fédérale),
Julio Olivera, Ernesto Sabato (Argentine),
Louis Camu, Daniel Janssen,
Max Kohnstamm, Jacques Spaey
(Belgique),

Pierre Gendron, Maurice Lamontagne,
Ronald Ritchie (Canada),
Thorkil Kristensen (Danemark),
Detlev Bronk, René Dubos, Jay Forrester,
Caryl Haskins, Gyorgy Kepes,
Antonie Knoppers, George McGhee,
Donald Michaël, Claiborne Pell,
John Platt, Bertram Thomas,
Conrad Waddington,
Paul Weiss (Etats-Unis),
Serge Antoine, Bertrand de Jouvenel,
Robert Lattès, Jérôme Monod,

Pierre Piganiol, Louis Armand †,
Jean Saint-Geours (France),
Jeremy Bray (Grande-Bretagne),
Vikram Sarabhai † (Inde),
Abdus Salam, Altiero Spinelli (Italie),
Koji Kobayashi, Keichi Oshima (Japon),
Adeoye Lambo (Nigeria),
Frits Böttcher (Pays-Bas),
Arne Tiselius (Suède),
Jakob Burckhardt, Jacques Freymond,
Olivier Reverdin (Suisse),
Leo Mates (Yougoslavie).

Aurelio Peccei :

l'homme doit agir en fonction de la réalité de demain

Dans une société de plus en plus intégrée et mondialisée — celle que nous contribuons quotidiennement à fabriquer — il est désormais impensable d'isoler les activités, les régions ou les problèmes dans les frontières qui, jadis, nous paraissaient si bien définies et « naturelles ».

Le contexte dans lequel on doit placer les projections et les réflexions pour l'an 2000 est un contexte global, au point de vue géographique et problématique. Tout y est en relation, directe ou indirecte, présente ou médiata, avec tout le reste. Et puisque les interactions ou interférences qui se créent agissent en multiplicateurs, devenant même plus importantes que les phénomènes primaires, ce que nous devons tâcher de comprendre, c'est donc cet immense système, ce conglomerat de systèmes qu'est le monde moderne, étonnamment complexe et dynamique.

les limites de la biosphère

Un des traits dominants des situations dans lesquelles nous nous débattons, sans bien savoir comment nous en tirer, est qu'elles sont liées étroitement à la fantastique et rapide croissance humaine dans ce milieu de nature finie qu'est la Terre. Notre vrai domaine est encore plus réduit. C'est la biosphère, cette mince pellicule d'air, d'eau et de sol que nous devons partager avec les animaux et les plantes qui nous sont indispensables, qui donnent une signification à notre qualité d'hommes, où se déroulent les cycles naturels qui sont à la base du renouvellement continu de la vie.

Les symptômes de ce que Julian Huxley appelait « la crise dans la destinée de l'homme » sont maintenant évidents : menace d'incinération nucléaire, surpeuplement, concentration en de stériles cités, pollution intensive de notre milieu, masses humaines à l'écart du progrès, îles de pauvreté même dans le cœur de l'abondance, systèmes éducationnels incertains et insignifiants, clivage entre générations, systèmes économiques et monétaires inadéquats, perte de la foi religieuse, contestation des institutions et des principes de discipline et d'autorité, et partout aliénation pathétique de l'individu.

Ce sont donc les bases éthiques et culturelles, qui distinguent l'homme des autres créatures, et qui l'ont élevé jusqu'à sa position dominante actuelle, que nous devons analyser et reconceptualiser. La formulation d'une nouvelle pensée théorique systématique sera sans doute lente.

le grand théâtre du monde et nos responsabilités vis-à-vis du futur

Le monde réel n'est que le grand théâtre dans lequel l'homme joue son rôle de protagoniste. Il est aussi architecte et compositeur car, consciemment ou involontairement, il a toujours mo-

difié en partie la réalité qui l'entoure et qui, ensuite, ainsi transformée à son tour, le conditionne. Maintenant, la puissance de l'homme s'est énormément accrue, ce qui lui impose — surtout vis-à-vis des générations futures — des responsabilités qu'il n'avait pas auparavant et qui, désormais, sont d'ordre global. C'est donc à l'homme moderne, après avoir bien compris la situation qu'il a héritée de la nature et de ses ancêtres, de mesurer ses forces et d'identifier des valeurs et des buts compatibles non seulement avec la réalité actuelle, mais aussi avec celle qu'il désire pour demain.

A.P.

Hugo Thiemann :

multiplier les choix possibles

Les préoccupations du Club de Rome sont essentiellement liées à l'évolution de notre temps. Certains phénomènes sont mal connus. Nos échanges de vues et nos contacts avec d'éminentes personnalités nous ont confirmé que cette situation préoccupe, non seulement un grand nombre de personnes, mais que les responsables n'y voient pas clair et qu'une certaine insécurité plane sur l'avenir.

La situation aujourd'hui nouvelle résulte essentiellement d'une poussée démographique effrénée qui cause de gros problèmes par les biais de l'interdépendance des multiples aspects de la vie. Autrefois il était plus facile d'étudier et de résoudre séparément divers problèmes concernant par exemple, l'agriculture, la santé et l'économie en termes de produits, de capitaux, de transports, d'énergie, de pollution ou de ressources naturelles, etc. ; mais si l'on considère ces solutions indépendantes dans le cadre d'un ensemble interdépendant en constante croissance, le résultat global des actions entreprises peut être radicalement opposé à ce que l'on pouvait espérer.

Il faut de plus tenir compte du fait que notre terre a des dimensions finies et qu'il y a aujourd'hui de nouvelles contraintes sociales, c'est-à-dire de nouveaux types de problèmes. De même, on ne dispose plus comme autrefois, lors de la conquête des Etats-Unis, par exemple, de nouveaux territoires pour laisser les déchets derrière soi en allant vivre ailleurs.

Nous avons donc essayé de relier l'ensemble de cette évolution à « une problématique » c'est-à-dire un ensemble de problèmes interdépendants en essayant de définir quelles pourraient être les actions possibles et quelles études pourraient servir de base à ces actions.

Comment s'y prendre pour faire le choix des vrais problèmes ? Nous avons beaucoup tâtonné mais nous étions convaincus qu'en réduisant cette problématique à un projet de recherche, il fallait limiter celui-ci dans le temps, (en deux ans, par exemple) en maintenant son coût dans des limites raisonnables sans vouloir créer une nouvelle institution nationale ou internationale.

Comment était-il alors possible, avec un projet aussi modeste, d'acquérir des connaissances plus approfondies sur ces problèmes afin d'avoir une base plus solide de compréhension ?

un modèle mondial simplifié

Notre première démarche a consisté à dresser un inventaire des problèmes qui nous préoccupent le plus, puis à établir des ordres de priorité en ce qui concerne ces problèmes et surtout leur interdépendance. Cette façon de faire, qui a été adoptée par le Club de Rome, est également celle qu'a japonisé un petit groupe de travail au Japon pour appliquer cette problématique.

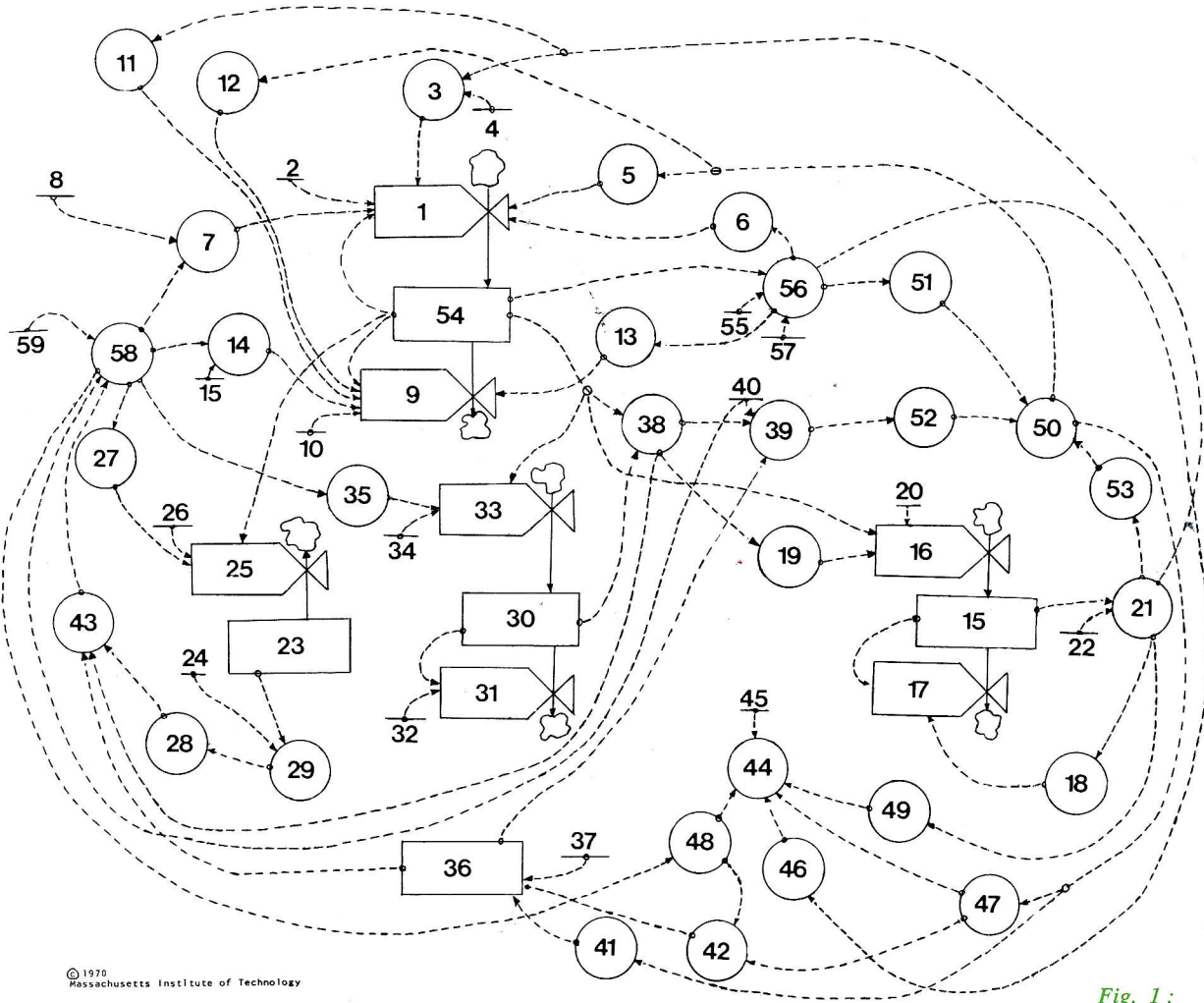
L'inventaire des problèmes visibles aujourd'hui, ou qui sont apparemment importants dans un proche avenir, doit tenir compte au moins de 150 à 200 phénomènes observés ; c'est la matière première de travail. Si l'on cherche au moyen de méthodes mathématiques à grouper ces problèmes visibles en tenant compte de leurs différentes corrélations, on découvre que certains d'entre eux se regroupent dans des agrégats.

Mais même si l'on appréhende totalement les problèmes essentiels, cela ne suffit pas, car on ne connaît ni leur évolution dans le temps ni le mécanisme de leurs interactions. Le Club de Rome a donc décidé de jeter les bases de cette étude au moyen d'un modèle dynamique qui permettrait de mieux comprendre le comportement du système complexe dans lequel nous vivons.

Le Professeur Forrester (1), qui participait à une rencontre du Club de Rome à Berne il y a un an, a proposé une méthodologie connue sous le nom de « System Dynamics » et qui utilise le programme « Dynamo » sur ordinateur. Le modèle formulé dans cette méthodologie pour l'étude de l'évolution des systèmes sociaux est fondé sur cinq « agrégats » ou variables principales. Il est certes un peu primitif et semble très technocratique, mais il constitue une hypothèse de travail qu'il valait la peine d'examiner. De plus, l'idée du Professeur Forrester qui proposait de l'adapter aux problèmes à traiter nous a séduits, comme aussi la possibilité de comprendre lors d'une première évaluation la dynamique de ce système complexe.

Certes, nous étions parfaitement conscients du fait que cette démarche était assez simpliste. Elle avait d'autres inconvénients ; il fallait entre autres choses introduire des facteurs de conversion, par exemple, entre la pollution et le capital investi, puisque les variables n'avaient pas les mêmes dimensions ; il fallait également utiliser des estimations, car nous ne disposions pas de chiffres exacts. Malgré ces défauts, l'idée de développer ce système dynamique de modèle a été suivie, et les quelques résultats qui suivent ont été obtenus par une équipe internationale qui s'est mise au travail sous la direction du Professeur Dennis L. Meadows avec la supervision du Professeur Jay W.

(1) Massachusetts institute of technology.



© 1970 Massachusetts Institute of Technology

Fig. 1 :
Un premier modèle
mondial simplifié.

- 1 Taux de natalité.
- 2 Taux de natalité normal.
- 3 Taux de natalité - multiplicateur de pollution.
- 4 Taux de natalité - sensibilité à la pollution.
- 5 Taux de natalité - multiplicateur de nourriture.
- 6 Taux de natalité - multiplicateur d'accroissement.
- 7 Taux de natalité - multiplicateur matériel.
- 8 Taux de natalité - sensibilité matérielle.
- 9 Taux de mortalité.
- 10 Taux de mortalité normal.
- 11 Taux de mortalité - multiplicateur de pollution.
- 12 Taux de mortalité - multiplicateur de nourriture.
- 13 Taux de mortalité - multiplicateur d'accroissement.
- 14 Taux de mortalité - multiplicateur matériel.
- 15 Pollution.
- 16 Génération de la pollution.
- 17 Absorption de la pollution.
- 18 Temps d'absorption de la pollution.
- 19 Pollution multiplicateur du capital.
- 20 Pollution normale.
- 21 Rapport de pollution.

- 22 Standard de pollution.
- 23 Ressources naturelles.
- 24 Ressources naturelles initiales.
- 25 Taux d'utilisation des ressources naturelles.
- 26 Ressources naturelles - Utilisation nouvelle.
- 27 Ressources naturelles - multiplicateur matériel.
- 28 Ressources naturelles - multiplicateur d'extraction.
- 29 Ressources naturelles - fraction restante.
- 30 Investissement du capital.
- 31 Libération de l'investissement du capital.
- 32 Libération de l'investissement du capital normal.
- 33 Génération de l'investissement du capital.
- 34 Coefficient de génération de l'investissement du capital.
- 35 Investissement du capital par tête.
- 36 Investissement du capital en fraction d'agriculture.
- 37 Investissement du capital en fraction d'agriculture - temps d'ajustement.
- 38 Rapport de l'investissement du capital.
- 39 Rapport de l'investissement du capital en agriculture.

- 40 Investissement du capital en fraction d'agriculture - normal.
- 41 Fraction du capital indiquée par le rapport de nourriture.
- 42 Investissement du capital du rapport de qualité.
- 43 Rapport de l'investissement du capital affectif.
- 44 Qualité de la vie.
- 45 Standard de qualité de la vie.
- 46 Qualité de la vie dérivée de l'accroissement.
- 47 Qualité de la vie dérivée de la nourriture.
- 48 Qualité de la vie dérivée du matériel.
- 49 Qualité de la vie dérivée de la pollution.
- 50 Rapport de nourriture.
- 51 Multiplicateur de l'accroissement de la nourriture.
- 52 Potentiel de nourriture dérivé de l'investissement du capital.
- 53 Multiplicateur de la pollution de la nourriture.
- 54 Population.
- 55 Densité de population normale.
- 56 Rapport d'accroissement.
- 57 Surface des terrains.
- 58 Standard matériel de vie.
- 59 Standard matériel de vie normal (World 1).

Forrester. Il s'agit là de la première phase de cette étude.

Dans ce premier modèle « World » simplifié, les cinq variables sont inscrites dans des rectangles (voir figure 1)* : la première est la population, qui augmente avec les naissances et diminue avec les décès. Une deuxième est l'investissement du capital. Une troisième variable est l'ensemble des ressources naturelles qui ne peuvent que diminuer. Une quatrième est la pollution, étroitement liée à l'augmentation de la population et

à l'accroissement des investissements, donc de la production. Il faut aussi tenir compte, par exemple, de l'absorption naturelle de la pollution par la nature elle-même, c'est-à-dire d'une espèce de dépollution naturelle et de recyclage, compte tenu d'une certaine constante du facteur temps. Enfin, la cinquième variable est la partie du capital investi dans l'agriculture ; on constate, dans ce cas, une incidence sur l'augmentation de la pollution, créée par les pesticides par exemple.

On voit que ces variables dans leurs rectangles sont liées entre elles par des équations placées dans des cercles. Ces

dernières tiennent compte de facteurs de conversion ou représentent des fonctions linéaires et introduisent des estimations comme celles des naissances qui dépendent, entre autres éléments, de la production alimentaire.

A l'aide de ce premier modèle, l'ordinateur a fourni, sous forme de courbes, l'évolution de ces variables dans le temps, en prenant pour point de départ l'année 1900 et en extrapolant les calculs jusqu'à l'an 2100. On constate que la population augmente exponentiellement, qu'elle arrive à un maximum puis qu'elle diminue ; que les ressources naturelles tendent à s'épuiser alors que le

* Les figures qui suivent sont reprises de « World Dynamics » par Jay W. Forrester, Wright-Allen Press, Cambridge USA (1971).

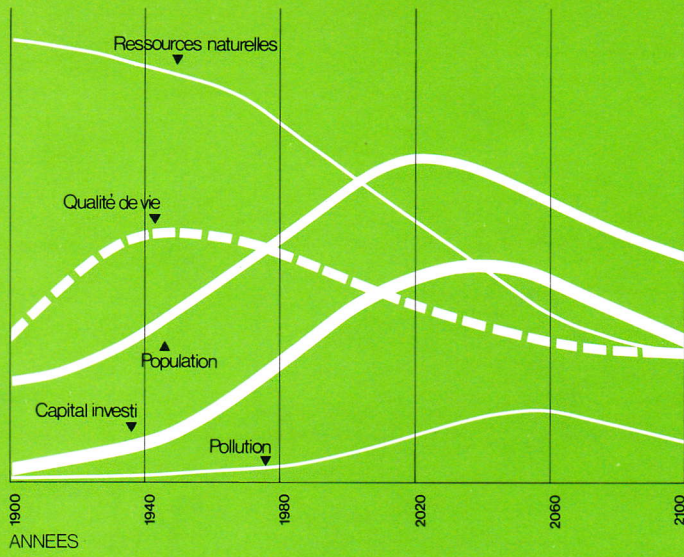


Figure 2

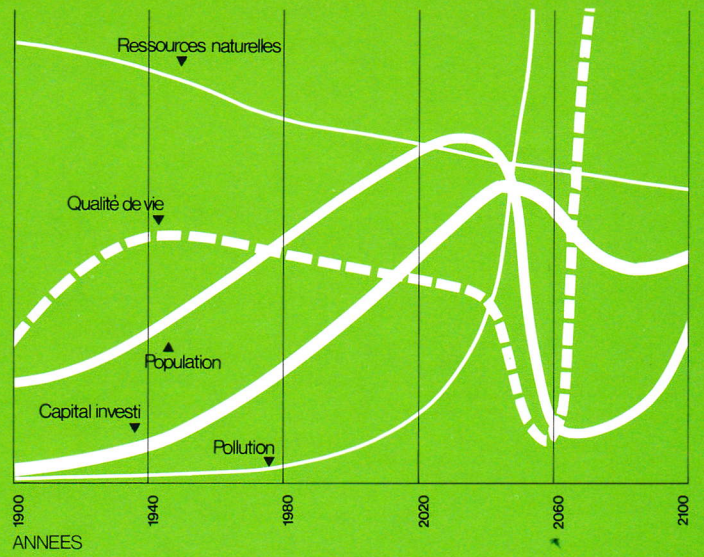


Figure 3

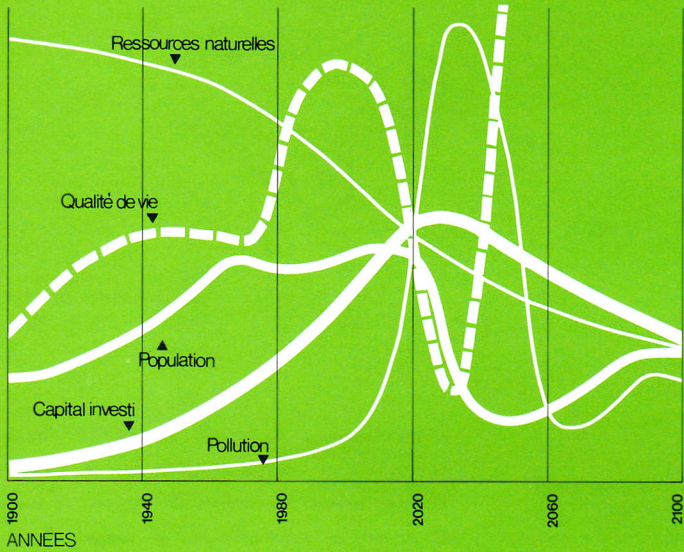


Figure 4

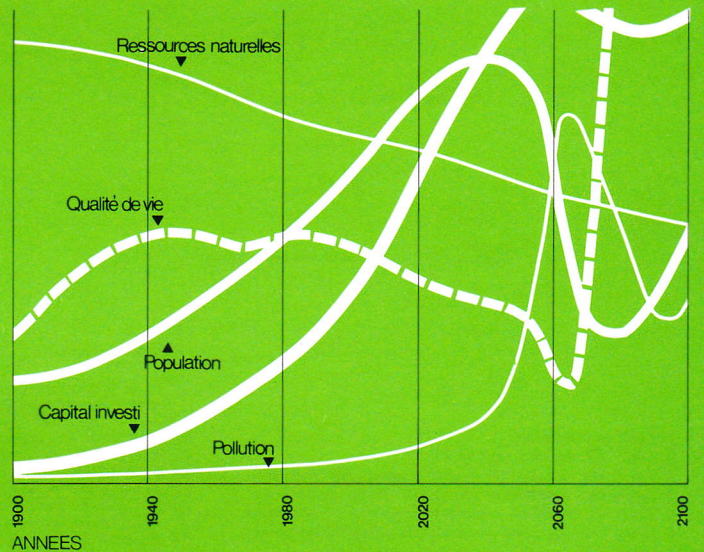


Figure 5

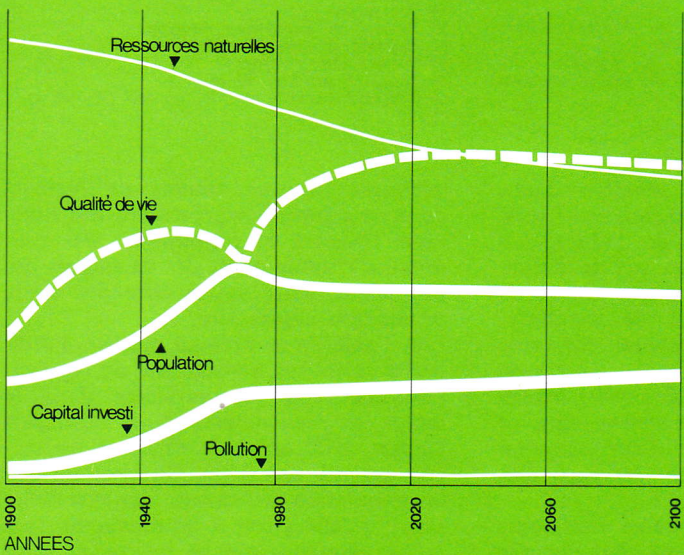


Figure 6

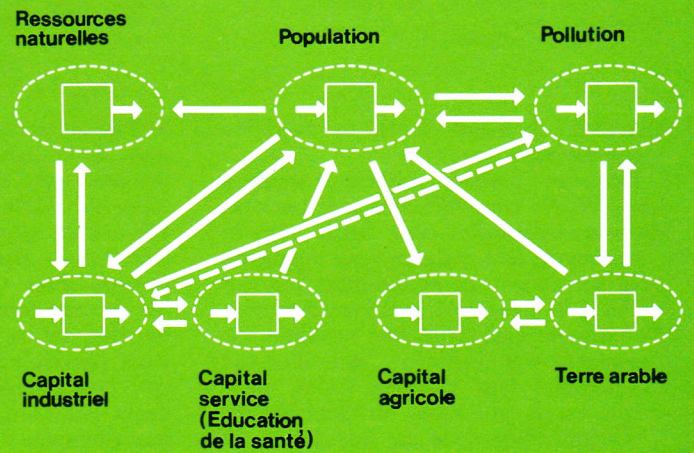


Figure 7

capital investi et la pollution s'accroissent (figure 2).

Il est intéressant de noter que ce graphique contient également une autre variable, celle de la qualité de vie, qui exige toutefois encore beaucoup de recherches avant que sa définition exacte puisse être précisée. Il faut également souligner ici que ce graphique met en évidence ce qui se passerait dans la logique d'une simple extrapolation du système existant ; il ne s'agit donc pas d'un instrument de prévision ou d'un oracle de Delphes, mais uniquement d'un moyen de démontrer l'influence du changement des paramètres sur les variables, et comment le système entier se modifierait en fonction de ces changements. Pour voir donc comment se comporterait l'ensemble, nous avons changé tantôt l'un, tantôt l'autre, ou même plusieurs paramètres ou variables à la fois, à partir de 1970.

importance essentielle de la pollution

Dans la figure 3, c'est le taux d'utilisation des ressources naturelles qui a été changé à partir de 1970, en le diminuant de 25 %. On remarque tout d'abord que le nombre d'habitants continue à augmenter, que son maximum est plus élevé qu'auparavant, et on constate ensuite que la qualité de vie diminue moins rapidement au cours des toutes prochaines années. Mais le résultat le plus inattendu est que la pollution augmente encore bien plus qu'auparavant et que c'est elle qui, par le feed-back dans le système, réduit en fin de compte la population à un niveau très bas.

Dans la figure 4, le chiffre relatif aux naissances est brusquement réduit de moitié par rapport aux données actuelles et on relève un accroissement du capital de 20 %. Il en résulte une augmentation de la qualité de vie, une croissance très faible de la population, mais en revanche une augmentation de l'investissement du capital jusqu'à la crise produite par la pollution, laquelle ramène finalement la population, comme dans le cas précédent, à un niveau très bas.

La figure 5 met en évidence les effets conjugués du changement de trois variables ; soit la diminution importante des ressources naturelles, du capital investi et de la pollution. Même dans ce cas, les effets néfastes de la pollution finissent par intervenir, mais vingt ans plus tard ; si la population continue à augmenter jusqu'à des valeurs plus élevées qu'auparavant, il arrive un moment où elle diminue malgré tout, en dépit à la fois de l'utilisation plus économique des ressources naturelles et d'une diminution du capital investi.

il est difficile de maintenir un système équilibré

Un essai a également été fait pour voir s'il était possible de maintenir la population à peu près aux valeurs actuelles dans un tel système, car on a constaté, selon les graphiques précédents du modèle, que dans l'évolution

actuelle, la population augmente, mais qu'elle diminue ensuite brusquement. Après plusieurs essais, une combinaison des paramètres a été trouvée pour maintenir un système équilibré, tel qu'il est représenté dans la figure 6. Les résultats suivants sont assez frappants : il faudrait dans ce cas, et à partir de 1970, diminuer le nombre des naissances de 50 %, de 25 % le taux d'utilisation des ressources naturelles, diminuer le capital investi d'environ 40 %, réduire la pollution de 50 %. Il faudrait également réduire de 20 % la production de nourriture. Toutefois, les choses étant ce qu'elles sont, il est très difficile de disposer de moyens d'action destinés à maintenir le niveau actuel de la population, tel qu'il est représenté dans cette figure.

Ces premiers essais avec le modèle « World I » sont donc intéressants, bien que ce modèle ne soit en aucun cas, comme nous l'avons déjà dit plus haut, un outil de prévision ; c'est simplement un moyen qui aide à comprendre un système complexe à plusieurs variables.

Au vu de ces premiers résultats, nous avons pensé qu'il valait la peine de poursuivre les travaux sur ce même modèle, en contrôlant d'abord toutes les fonctions, les variables et les paramètres avec des données existantes d'une façon un peu plus approfondie, en collaboration avec les organisations internationales du monde entier, et en essayant également d'affiner le modèle lui-même.

On retrouve, dans la figure 7, une représentation améliorée de trois grandes variables du modèle, représentant chacune des agrégats ou ensembles complexes, soit les ressources naturelles, la population et la pollution ; on retrouve également la variable investissement du capital qui n'est pas investi seulement dans l'industrie et l'agriculture mais aussi dans les services, la formation intellectuelle et professionnelle, la santé, etc. Il ne faut pas oublier non plus que la surface des terres cultivables de notre globe est limitée, comme le sont par ailleurs ses ressources naturelles.

On constate qu'il y a dans cet ensemble en tout cas deux variables exponentielles : la population d'une part, car l'augmentation du nombre des naissances entraîne logiquement un accroissement de population, et ainsi de suite ; et le capital d'autre part, du fait qu'il crée un « output » qui engendre à son tour une augmentation du capital, et ainsi de suite.

En ce qui concerne la population, on ne peut pas réduire simplement les naissances, sans que la mentalité ne change et sans introduire une nouvelle variable relative aux naissances souhaitables. Il faut également prévoir, ensuite, différents dispositifs pour mesurer l'efficacité des méthodes utilisées. On a donc fait ici un premier effort de désagrégation.

nécessité de plusieurs possibilités de choix

On a également tenté de désagréger la variable capital investi dans le secteur industriel et en agriculture, en essayant

notamment de voir comment on pourrait influencer toute notre manière de penser aujourd'hui pour mieux définir les produits et les procédés d'avenir que nous devrions inventer. On sait bien en effet qu'il se passe, dix, quinze et souvent vingt ans avant qu'une idée de recherche formulée passe du stade de la recherche fondamentale et appliquée, à celui du développement et de la réalisation industrielle. Il faudrait donc aujourd'hui déjà, pour pouvoir choisir la voie à suivre parmi plusieurs possibilités, avoir une idée aussi pondérée que possible sur les limites futures et les problèmes auxquels nous serons confrontés d'ici à vingt ans au plus tard.

Ces conditions limites sont d'ores et déjà nouvelles et il est probable que nous ne devons pas tellement créer d'autres fonctions dans les secteurs déjà connus, tel que le transport par exemple, mais plutôt chercher de nouvelles voies pour exercer les fonctions actuelles. Autrefois, pour se déplacer d'un endroit à un autre, on était heureux de disposer d'une automobile ; aujourd'hui leur grand nombre rend impossible cette fonction de déplacement des foules ; c'est là un exemple des nouvelles conditions limites dues au grand nombre. Il s'établit de plus une rivalité entre les vieilles méthodes, solidement établies, et les nouvelles qui ne sont pas encore lancées ; d'autant plus que ces dernières exigent d'importants investissements pour se développer et que la question de la concurrence économique dans le monde se pose alors, sans compter tous les autres problèmes dus aux prescriptions, à la normalisation, à la standardisation, etc.

Ni les valeurs auxquelles nous sommes attachés, ni l'industrie, ni les organismes d'Etat ne peuvent aujourd'hui permettre de proposer des solutions à cet ensemble de problèmes. Il y a en outre d'autres facteurs importants qui ne figurent pas encore dans le premier modèle « World » : ce sont les facteurs humains. Il suffit de penser, par exemple, aux possibilités d'emploi de cette immense population qui augmente sans cesse ; c'est là un élément essentiel pour que le système qui lie les hommes soit stable dans l'avenir.

Nous espérons donc, grâce aux études plus approfondies qui vont suivre, entrevoir quelles seraient les actions qu'il faudrait engager aujourd'hui déjà. Voir aussi, en s'inspirant de ce premier essai même simpliste qui vient d'être décrit ici pour appréhender ce système complexe, comment on pourrait, dans la situation présente, et en tenant compte de la structure actuelle de l'organisation de notre monde, lancer des études et créer des modèles plus détaillés qui permettraient de procéder à différents examens afin de mettre en évidence et de proposer plusieurs possibilités, en ce qui concerne les choix qui devront être faits. Nous pensons qu'il deviendra possible, par ce moyen, de prendre des décisions avec plus de clairvoyance quant à leurs conséquences futures, aussi bien au niveau des gouvernements qu'à celui du secteur privé, comme c'était le cas dans le passé.

H.T.