

Les Limites de la Croissance

**Abstract établi par Eduard Pestel ¹. Un Rapport au Club de Rome (1972),
par Donella H. Meadows, Dennis I. Meadows, Jorgen Randers, William W. Behrens III**
Traduction de [Abstract of "The Limits of Growth"](#) par Louis Possoz

Version courte des Limites de la Croissance

Notre modèle a été développé pour investiguer cinq tendances majeures d'intérêt général – industrialisation en accélération, croissance rapide de la population, malnutrition largement répandue, épuisement des ressources non renouvelables, dégradation de l'environnement.

Le modèle que nous avons établi est, comme tous les modèles, imparfait, simplificateur et non terminé.

Malgré l'état préliminaire de notre travail, nous croyons qu'il est important de publier maintenant notre modèle et nos découvertes. (...) Nous pressentons que le modèle décrit ici est déjà suffisamment abouti pour être d'une certaine utilité aux décideurs. De plus, les comportements de base que nous avons déjà observés dans ce modèle semblent être si fondamentaux et généraux que nous ne nous attendons pas à ce que nos conclusions soient substantiellement modifiées par des révisions futures.

Nos conclusions sont :

1. Si la tendance actuelle de croissance de la population mondiale, de l'industrialisation, de la pollution, de la production de nourriture, et de la raréfaction des ressources se poursuit au même rythme, les limites de la croissance sur cette planète seront atteintes quelque part durant les cent prochaines années. Le résultat le plus probable sera un déclin assez soudain et incontrôlable de la population et de la capacité industrielle.

2. Il est possible de modifier ces tendances de croissance et d'établir des conditions de stabilité écologique et économique qui soit tenable sur le très long terme. L'état d'équilibre général pourrait être établi en sorte que les besoins matériels de chaque personne sur terre soient satisfaits et que chaque personne ait une chance égale de réaliser son potentiel humain.

Si les habitants de la planète décident de consacrer leurs efforts à cette seconde perspective plutôt qu'à la première, le plus tôt ils commenceront, le plus élevées seront leurs chances de succès.

Les cinq éléments à la base de l'étude présentée ici – population, industrialisation, pollution, production de nourriture et consommation des ressources naturelles non renouvelables – sont en augmentation. Les quantités supplémentaires qui s'ajoutent chaque année suivent une courbe que les mathématiciens appellent une croissance exponentielle.

Une quantité suit une croissance exponentielle quand elle croît, à chaque période successive (de durée identique), d'un même pourcentage (par rapport à sa valeur en début de période).

Une telle croissance exponentielle est un processus courant dans les systèmes biologiques, financiers, et dans beaucoup d'autres systèmes de par le monde.

La croissance exponentielle est un phénomène dynamique, ce qui signifie qu'elle concerne des grandeurs qui se modifient au cours du temps. (...) Cependant, lorsque dans un système beaucoup de grandeurs différentes croissent simultanément, et lorsque toutes ces grandeurs sont interdépendantes de manière complexe, l'analyse des causes de la croissance et l'évolution future du système deviennent réellement très compliquées.

Durant ces 30 dernières années a été développée au Massachusetts Institute of Technology une nouvelle méthode pour comprendre le comportement dynamique des systèmes complexes. La méthode est dénommée Dynamique des Systèmes. La base de la méthode consiste à reconnaître que la structure de tout système – les nombreuses relations entre ses composants, circulaires, interdépendantes et parfois décalées dans le temps, – est souvent tout aussi importante pour déterminer son comportement que le sont les composants eux-mêmes. Le modèle du monde décrit dans cet ouvrage est modèle de Dynamique des Systèmes.

L'extrapolation des tendances actuelles pour étudier le futur est une méthode reconnue depuis longtemps, spécialement pour le futur très proche, et spécialement si la grandeur étudiée n'est pas trop influencée par

l'évolution d'autres grandeurs du système. Bien sûr, aucun des cinq facteurs que nous examinons n'est indépendant des autres. Nous avons déjà mentionné certaines de ces interactions. La population ne peut augmenter sans nourriture, la production de nourriture est augmentée par la l'augmentation du capital, plus de capital nécessite plus de ressources, les ressources éliminées deviennent de la pollution, la pollution interfère tout autant avec l'augmentation de la population que celle de la nourriture.

De plus, sur de longues périodes de temps, chacun de ces facteurs exerce aussi une influence en retour sur lui-même.

Dans ce premier modèle simple du monde, nous ne sommes intéressés que par les grands modes de comportement du système population-capital. Par modes de comportement nous voulons dire les tendances des variables du système (population ou pollution par exemple) à changer au fil du temps.

Un des objectifs principaux en construisant un modèle du monde a été de déterminer lequel de ces modes de comportement, s'il s'en trouve un, serait le plus caractéristique du système monde lorsqu'il atteint les limites de croissance. Ce processus de détermination des modes de comportement n'est une "prédiction" que dans le sens le plus limité du mot.

Puisqu'à ce stade nous ne sommes intéressés que par les grandes lignes des modes de comportement, le premier modèle du monde ne doit pas être extrêmement détaillé. Nous ne considérons qu'une population générale qui reflète statistiquement les caractéristiques moyennes de la population mondiale. Nous n'incluons qu'une catégorie de polluants – la famille des polluants de longue durée vie, distribués dans le monde entier, comme le plomb, le mercure, l'amiante, les pesticides stables et les radio-isotopes – dont nous commençons à comprendre le comportement dynamique dans l'écosystème. Nous suivons une ressource généralisée qui représente les réserves combinées de toutes les ressources non renouvelables, bien que nous sachions que chaque ressource individuelle suivra le schéma dynamique général à son niveau et à sa cadence spécifiques.

Ce haut niveau d'agrégation est nécessaire à ce stade pour conserver un modèle compréhensible. En même temps, il limite l'information que nous pouvons espérer tirer du modèle.

Peut-on tout apprendre d'un modèle aussi fortement agrégé ? Ces résultats peuvent-ils être jugés significatifs ? En terme de prédictions exactes, les résultats ne sont pas significatifs.

D'autre part, il est d'une importance vitale d'acquérir une certaine compréhension des causes de croissance dans la société humaine, des limites de la croissance, et du comportement de nos systèmes socio-économiques quand les limites sont atteintes.

Toutes les variables du modèle (population, capital, pollution, etc.) sont initialisées avec les valeurs de 1900. De 1900 à 1970, l'évolution des variables correspond généralement aux données historiques, dans la mesure où nous les connaissons. La population s'accroît de 1,6 milliard en 1900 jusqu'à 3,5 milliards en 1970. Quoique le taux de natalité ne décline graduellement, le taux de mortalité chute plus rapidement, surtout après 1940, et le taux de croissance de la population augmente. Par personne, la production industrielle, de nourriture et de service s'accroît exponentiellement. Le niveau de ressource en 1970 est encore à 95 pour cent de celui de 1900 mais il décline spectaculairement à partir de là, tandis que la population et la production industrielle continue à croître.

Le mode de comportement du système est du type outrepassement et effondrement. Dans cette simulation, l'effondrement se produit à cause de l'épuisement des ressources non renouvelables. L'accumulation de capital industriel croît jusqu'à un niveau qui exige une énorme consommation de ressources. Au cours de cette croissance, cette accumulation épuise une large part des ressources disponibles. En même temps, les prix des ressources augmentent et les gisements s'épuisent, de plus en plus de capital doit être utilisé pour obtenir des ressources, en n'en laissant d'autant moins pour la croissance future. Finalement, l'investissement ne peut tenir tête à la dévalorisation, et la base industrielle s'effondre, emportant avec elle les systèmes de service et d'agriculture qui sont devenus dépendants des fournitures industrielles (tels les engrais, les pesticides, les laboratoires sanitaires, les ordinateurs et en particulier l'énergie pour la mécanisation). Durant un bref moment, cette situation est particulièrement sérieuse car, avec les délais inhérents à la pyramide des âges et au processus d'ajustement social, la population continue à croître. Finalement, la population décroît lorsque le taux de mortalité est tiré vers le haut par le manque de nourriture et de services de santé. Le timing exact de ces événements n'est pas significatif en raison de la forte agrégation et des nombreuses incertitudes du modèle. Il est significatif cependant que la croissance soit stoppée bien avant l'année 2100. Nous avons tenté dans tous les cas douteux de faire l'estimation la plus optimiste des quantités inconnues et nous avons aussi ignoré les événements discontinus comme les guerres

ou les épidémies qui peuvent entraîner un arrêt de la croissance plus précoce que ce que notre modèle n'indiquerait. En d'autres mots, le modèle est biaisé pour permettre à la croissance de se poursuivre plus longtemps qu'elle ne le pourrait dans le monde réel. Nous pouvons donc dire avec une certaine assurance que, sous l'hypothèse d'une absence de changement majeur dans le système actuel, la croissance démographique et industrielle s'arrêtera certainement dans le courant du 21^{ème} siècle, au plus tard.

Pour tester les hypothèses du modèle sur les ressources disponibles, nous avons doublé les réserves de ressources en 1900 tout en conservant toutes les autres hypothèses identiques à celles de la simulation standard. De ce fait, l'industrialisation peut atteindre un niveau plus élevé, puisque les ressources ne sont plus réduites aussi rapidement. Cependant, les installations industrielles plus grandes émettent des polluants à un tel rythme que les mécanismes d'absorption de la pollution environnementale sont saturés. La pollution augmente très rapidement, causant une hausse immédiate du taux de mortalité et un déclin de la production agricole. Au bout de la simulation, les ressources sont lourdement diminuées, malgré le doublement du niveau initial.

L'avenir du monde doit-il fatalement être du type outrepassement puis effondrement vers un état sinistre d'épuisement ? Ce n'est le cas que dans l'hypothèse où notre manière de faire les choses ne change pas. Nous avons d'amples preuves d'ingéniosité et de flexibilité sociale. Bien sûr, des changements dans le système sont probables, certains sont déjà en cours. La Révolution Verte fait croître les rendements agricoles dans les pays non industrialisés. L'information sur les méthodes modernes de contrôle des naissances se répand rapidement.

Bien que l'histoire des réalisations humaines contienne nombre d'exemples de l'inaptitude de l'humanité à vivre à l'intérieur de limites physiques, c'est la capacité à dépasser les limites qui constitue aujourd'hui la tradition culturelle de bien des décideurs mondiaux. Sur les trois cents dernières années, l'humanité a réussi dans un nombre impressionnant de cas à reculer les limites apparentes à la croissance démographique et économique, par une succession d'avancées technologiques spectaculaires. Puisque l'histoire récente d'une large part de la société humaine a été si constamment une réussite, il est assez normal que beaucoup de gens s'attendent à des percées technologiques qui permettront de repousser les limites physiques indéfiniment.

Des nouvelles technologies altéreront-elles la tendance du système monde à croître et à s'effondrer ?

Supposons que les optimistes technologiques aient raison et que l'énergie nucléaire résolve le problème des ressources du monde.

Supposons également une réduction de toutes les émissions de polluants par un facteur quatre, à partir de 1975.

Supposons également que le rendement à l'hectare de toutes les terres du monde puisse encore être doublé. De plus, supposons un contrôle volontaire des naissances parfait, pratiqué à partir de 1975.

Tout ceci signifie que nous mettons en oeuvre une politique technologique dans chaque domaine du modèle du monde afin de circonvenir d'une manière ou d'une autre les limites de la croissance. Le système modèle produit de l'énergie nucléaire, recycle les ressources, et exploite les gisements les plus improbables; rejetant aussi peu de polluants que possible; poussant les rendements agricoles à des niveaux inespérés; et ne produisant que les enfants activement souhaités par leurs parents. Le résultat est encore une fin de la croissance avant 2100.

En raison de trois crises simultanées. La sur-utilisation des terres provoque de l'érosion et des chutes de production alimentaire. Une population mondiale prospère (mais pas aussi prospère que la population actuelle des USA) réduit sévèrement les ressources. La pollution augmente, diminue, puis augmente à nouveau spectaculairement causant une diminution supplémentaire de la production de nourriture et une hausse soudaine du taux de mortalité. La mise en oeuvre des solutions technologiques n'a réussi qu'à prolonger la période de croissance démographique et industrielle mais n'a pas supprimé les limites ultimes à cette croissance.

Etant donné les nombreuses approximations et limitations du modèle du monde, il ne sert à rien de s'appesantir sombremenent sur les séries de catastrophes que ce modèle tend à produire. Nous ne ferons qu'insister une nouvelle fois sur le fait qu'aucun de ces résultats informatiques n'est une prédiction. Nous n'attendrions pas du monde réel qu'il se comporte comme le modèle du monde dans aucun des graphiques que nous avons montré, en particulier ceux des modes d'effondrement. Seuls les aspects physiques des activités humaines sont modélisés par des règles dynamiques. Le modèle suppose que les variables sociales – répartition des revenus, avis sur la taille de la famille, choix parmi les produits, les services et les aliments – continueront à suivre les mêmes schémas que ceux qu'elles ont connus au cours de l'histoire récente du monde. Ces schémas, et les valeurs humaines qu'ils représentent, sont tous apparus durant la phase de croissance de notre civilisation. Ils seraient certainement largement révisés si la

population et les revenus venaient à décroître. Puisqu'il nous a semblé difficile d'imaginer les nouvelles formes du comportement social humain qui apparaîtraient en cas d'effondrement et à quel rythme elles émergeraient, nous n'avons pas tenté de modéliser de tels changements sociaux. Quelle que soit la validité de notre modèle, dans chaque résultat graphique elle ne tient que jusqu'au point où la croissance arrive à son terme et où l'effondrement commence.

L'hypothèse tacite derrière toutes les simulations que nous avons présentées dans ce chapitre est que la croissance de la population et du capital serait poursuivie jusqu'à une certaine limite "naturelle". Cette hypothèse semble aussi être un élément fondamental du système de valeurs humaines actuellement en cours dans le monde réel. Etant donné cette première hypothèse, que la croissance de la population et du capital ne seraient pas délibérément limitées mais seraient autorisées à "chercher leurs propres niveaux", nous n'avons pas pu trouver un ensemble de politiques qui évite le mode de comportement d'effondrement.

Les espoirs des optimistes technologiques se réfèrent à la capacité de la technologie de supprimer ou reculer les limites à la croissance de la population et du capital. Nous avons montré que dans le modèle du monde, l'application de la technologie aux problèmes apparents de diminution des ressources ou de pollution ou de manque de nourriture n'avait pas d'impact sur le problème essentiel qui est une croissance exponentielle dans un système fini et complexe. Même nos tentatives d'utiliser dans le modèle les estimations les plus optimistes des bénéfices de la technologie n'ont pas empêché le déclin ultime de la population et de l'industrie, et n'ont dans aucun cas repoussé l'effondrement au-delà de 2100.

Malheureusement, le modèle ne montre pas, à ce stade, les effets secondaires des nouvelles technologies. Ces effets sont souvent des plus importants en terme d'influence de la technologie sur la vie des gens.

Les effets secondaires doivent être anticipés et résolus avant l'introduction à grande échelle d'une nouvelle technologie.

Alors que la technologie peut évoluer rapidement, les institutions politiques et sociales changent très lentement. De plus, elles ne changent presque jamais en anticipation d'une exigence sociale mais uniquement en réponse à ce besoin.

Nous devons également garder à l'esprit qu'il existe des délais sociétaux – les délais nécessaires pour permettre à la société de digérer ou de se préparer à un changement. La plupart des délais, physiques ou sociétaux, diminuent la stabilité du système monde et accroissent la probabilité du mode d'outrepassement. Les délais sociétaux, comme les délais physiques, deviennent de plus en plus critiques au fur et à mesure que les processus de croissance exponentielle créent des contraintes supplémentaires, à un rythme de plus en plus rapide. Quoique le rythme du changement technologique ait réussi jusqu'ici à répondre à cette cadence accélérée, l'humanité n'a virtuellement fait aucune découverte pour augmenter le rythme du changement social, politique, éthique ou culturel.

Même si les progrès technologiques de la société répondent à toutes les attentes, il peut se trouver un problème sans solution technique, ou une interaction d'un certain nombre de tels problèmes, qui finalement met un terme à la croissance de la population et du capital.

Appliquer la technologie aux pressions naturelles qu'exerce l'environnement contre tout processus de croissance a été une telle réussite dans le passé que toute une culture s'est développée autour de l'idée de se battre contre les limites plutôt que d'apprendre à vivre avec elles.

Vaut-il mieux essayer de vivre à l'intérieur d'une limite auto-imposée, en acceptant cette restriction de la croissance ? Ou est-il préférable de continuer à croître, jusqu'à ce qu'une autre limite naturelle apparaisse, dans l'espoir qu'à ce moment un autre saut technologique permettra à la croissance de se poursuivre encore plus longtemps ? Durant les dernières centaines d'années, la société a suivi la seconde voie avec une telle constance et réussite que la première possibilité a été tout à fait oubliée.

L'idée que les croissances de population et de capital doivent s'arrêter bientôt peut susciter bien des désaccords. Mais pratiquement personne ne soutiendra que la croissance matérielle sur cette planète puisse se poursuivre indéfiniment. A ce stade dans l'histoire de l'homme, le choix posé ci-dessus est encore possible dans pratiquement toutes les sphères de l'activité humaine. L'homme peut encore choisir ses limites et s'arrêter quand il lui plaît, en réduisant certaines des fortes pressions qui causent la croissance du capital et de la population, ou en instituant des contre-pressions, ou les deux à la fois. De telles contre-pressions ne seront probablement pas tout à fait agréables. Elles impliqueront certainement de profonds changements dans les structures sociales et économiques qui ont été

si profondément imprimées dans la culture humaine par des siècles de croissance. L'alternative consiste à attendre jusqu'à ce que le prix de la technologie dépasse ce que la société peut payer, ou jusqu'à ce que des effets secondaires de la technologie n'éliminent eux-mêmes la croissance, ou jusqu'à ce que surgissent des problèmes sans solution technique. Dans chacun de ces cas, la possibilité de choisir les limites aura disparu.

La foi dans la technologie comme ultime solution à tous les problèmes peut donc détourner notre attention du problème le plus fondamental – le problème de la croissance dans un système fini – et nous empêcher de prendre les mesures efficaces pour le résoudre.

D'un autre côté, notre intention n'est certainement pas de présenter la technologie comme diabolique, futile ou inutile. Nous sommes profondément convaincus que beaucoup des développements technologiques mentionnés ici – recyclage, équipements pour la maîtrise de la pollution, contraceptifs – seront absolument vitaux pour la société future, s'ils sont combinés avec des coups d'arrêt délibérés de la croissance. Nous déplorerions un rejet irrationnel des bénéfices de la technologie aussi énergiquement que nous n'argumentons ici contre leur acceptation irrationnelle. Le meilleur résumé de notre position est peut-être la devise du Sierra Club² : "Pas d'opposition aveugle au progrès mais une opposition au progrès aveugle".

Nous aimerions que la société accueille chaque progrès technologique en apportant des réponses à trois questions avant que la technologie ne soit largement adoptée. Ces questions sont :

- Quels seront les effets secondaires, physiques et sociaux, si ce développement est introduit à grande échelle ?
- Quels changements sociaux sont nécessaires avant que ce développement ne puisse être correctement mis en œuvre et combien de temps cela prendra-t-il pour les réaliser ?
- Si le développement est totalement réussi et supprime certaines limites à la croissance, quelle limite le système rencontrera-t-il ensuite ? La société préférera-t-elle subir les contraintes de la nouvelle limite plutôt que celles que ce développement est destiné à éliminer ?

Nous recherchons un modèle du système du monde qui soit :

1. pérenne sans effondrement soudain et incontrôlable; et
2. capable de satisfaire les besoins matériels de base de toute sa population

La croissance irrésistible de la population mondiale causée par la boucle positive de la natalité est un phénomène récent qui est le résultat d'une grande réussite dans l'entreprise humaine de réduction de la mortalité mondiale. La boucle de rétroaction négative a été affaiblie, permettant à la boucle positive d'agir pratiquement sans contrainte. Il n'y a que deux moyens de rétablir le déséquilibre. Ou bien le taux de natalité doit être ramené à égalité avec le nouveau et faible taux de mortalité, ou le taux de mortalité doit croître à nouveau. Toutes les contraintes "naturelles" sur la croissance démographique agissent de la seconde manière – elles augmentent les morts. Toute société souhaitant éviter ce résultat doit prendre des mesures délibérées pour freiner la boucle de rétroaction positive – réduire le taux de natalité.

Mais se contenter de stabiliser la population n'est pas suffisant pour empêcher l'outrepassement et l'effondrement; une simulation similaire avec un capital constant et une population croissante montre que stabiliser le capital seul n'est pas non plus suffisant. Que se passe-t-il si nous maîtrisons simultanément les deux boucles de rétroaction positives ? On peut stabiliser la quantité de capital dans le modèle en imposant que le taux d'investissement soit égal au taux de dépréciation, avec une connexion supplémentaire, exactement analogue à celle qui stabilise la population.

Le résultat d'un arrêt de la croissance démographique en 1975 et de celle du capital industriel en 1985, sans autre modification, est que la population et le capital atteignent des valeurs constantes à un niveau per capita relativement élevé de nourriture, de production industrielle et de services. Cependant, les pénuries de ressources réduisent finalement la production industrielle et l'état stable temporaire dégénère. Mais nous pouvons fortement améliorer le comportement du modèle en combinant des changements technologiques avec des changements de valeurs morales qui réduisent les tendances de croissance du système.

La population stable du monde n'est alors que légèrement supérieure à la population actuelle. Il y a deux fois plus de nourriture par personne que la valeur moyenne en 1970 et l'espérance de vie moyenne mondiale approche 70

ans. La production industrielle par tête est bien supérieure à celle d'aujourd'hui, et les services par tête ont triplé. Le revenu total moyen par personne (produits industriels, nourriture et services combinés) est à peu près la moitié du revenu moyen actuel aux Etats-Unis, égal au revenu moyen européen, et trois fois supérieur au revenu moyen mondial actuel. Les ressources continuent à décroître graduellement, comme c'est obligatoirement le cas dans toutes les hypothèses réalistes, mais le taux de décroissance est tellement lent que la technologie et l'industrie ont du temps pour s'adapter à la diminution de disponibilité des ressources.

Nous pouvons réduire notre hypothèse la plus irréaliste – que nous pouvons soudainement stabiliser complètement la population et le capital – en la remplaçant par la suivante :

1. La population a accès à un contrôle des naissances efficaces à 100%.
2. La famille moyenne souhaite deux enfants.
3. Le système économique s'efforce de maintenir la production industrielle moyenne par tête autour du niveau en 1975. La capacité industrielle excédentaire est utilisée pour produire des biens de consommation plutôt que d'accroître le taux d'investissement en capital industriel au dessus du taux de dépréciation.

Nous ne supposons pas qu'une quelconque des politiques nécessaires pour atteindre la stabilité du système dans le modèle puisse être introduite dans le monde dès 1975. Une société optant pour un objectif de stabilité doit certainement approcher ce but graduellement. Il est cependant important de réaliser qu'au plus longtemps on laisse la croissance exponentielle se poursuivre, au moins il restera de choix pour l'allure finale stable.

Beaucoup de gens penseront que les modifications que nous avons introduites dans le modèle pour éviter le mode de comportement outrepassement-effondrement ne sont pas seulement impossibles mais aussi déplaisantes, dangereuses et même désastreuses en elles-mêmes. Des politiques comme limiter le taux des naissances ou détourner le capital de la production de biens matériels, quelque soient les méthodes qui pourraient être utilisées pour les mettre en oeuvre, semblent contre nature et inimaginables car, pour la plupart des gens, elles n'ont été ni essayées ni même sérieusement envisagées. En effet, il n'y aurait que peu d'intérêt à discuter de tels changements fondamentaux dans le fonctionnement de la société moderne si nous avons l'impression que le cours actuel de la croissance sans entrave peut être maintenu dans le futur. Cependant, toutes les indications disponibles suggèrent que des trois termes – croissance sans entrave, limitation volontaire de la croissance ou limitation de la croissance imposée par la nature – seules les deux dernières sont actuellement possibles.

Imposer une limitation volontaire à la croissance exigerait beaucoup d'efforts. Il faudrait apprendre à faire beaucoup de choses autrement. Il faudrait faire appel à l'ingéniosité, l'adaptabilité et l'autodiscipline de l'espèce humaine. Instaurer une fin délibérée et contrôlée de la croissance est un défi énorme, qui ne peut pas être facilement relevé. Le résultat final en vaudra-t-il la peine ? Que gagnerait l'humanité à une telle transition et que perdrait-elle ? Examinons plus en détail à quoi ressemblerait un monde sans croissance.

Après beaucoup de discussions, nous avons décidé d'utiliser le mot "équilibre" pour qualifier l'état où la population et le capital restent constants. Equilibre veut dire un état où des forces opposées sont contrebalancées, égalées. Dans les termes dynamiques du modèle du monde, les forces opposées sont celles qui font augmenter la population et le capital (grand nombre d'enfant souhaités, peu d'efficacité du contrôle des naissances, forts investissements en capital) et celles qui font diminuer la population et le capital (manque de nourriture, pollution, taux élevé de dépréciation ou d'obsolescence).

Le mot "capital" devrait être entendu comme signifiant la combinaison du capital du secteur des services, de l'industrie et de l'agriculture. De cette façon, la définition de base de l'équilibre global est une population et un capital fondamentalement stables, avec les forces tendant à les augmenter ou à les diminuer maintenues soigneusement à l'équilibre.

Cette définition laisse de la place à bien des variations. Nous avons seulement précisé que les niveaux de capital et de population doivent rester constants, mais ils peuvent théoriquement être constants à un niveau élevé ou bas – ou l'un peut être haut et l'autre bas. Au plus longtemps une société désire maintenir l'état d'équilibre, au plus les niveaux doivent être bas et les variations lentes.

En choisissant un horizon temporel assez long pour l'état d'équilibre, ainsi qu'une espérance de vie moyenne élevée, comme objectifs souhaitables, nous sommes arrivés à un ensemble minimum de règles pour assurer l'état d'équilibre global.

1. La quantité de capital-équipements et la taille de la population restent constantes. Le taux de natalité est égal au taux de mortalité et l'investissement en capital est égal au taux de dépréciation.

2. Tous les taux d'ajout et de retrait – naissances, décès, investissements et dépréciations – sont maintenus à un niveau minimum.

3. Les niveaux de capital et de population et le rapport des deux sont réglés en accord avec les valeurs morales de la société. Ils peuvent être délibérément revus et lentement ajustés, au fur et à mesure que les avancées technologiques créent de nouvelles options.

Un équilibre défini de cette manière ne signifie pas la stagnation. Avec les deux premières règles ci-dessus, les entreprises peuvent se développer ou faire faillite, les populations locales peuvent augmenter ou diminuer, le revenu peut être plus ou moins également réparti. Le progrès technologique permettrait que les services offerts par un niveau de capital constant augmentent lentement. Avec la troisième règle, tout pays pourrait modifier son standard de vie moyen en modifiant le rapport entre sa population et son capital. De plus, il pourrait s'adapter à des facteurs de changement internes ou externes en élevant ou en abaissant son niveau de population ou de capital, ou les deux, lentement et de façon contrôlée, avec un objectif prédéfini à l'esprit. Les trois points ci-dessus définissent un équilibre dynamique qui ne nécessite pas et ne devrait probablement pas "geler" le monde dans la configuration population-capital particulière d'aujourd'hui. L'objectif en adhérant aux trois principes ci-dessus consiste à créer de la liberté pour la société, pas à lui mettre une camisole de force.

A quoi ressemblerait la vie dans un tel état d'équilibre ? Toute innovation serait-elle étouffée ? La société serait-elle coincée dans les schémas d'inégalité et d'injustice que nous observons dans le monde d'aujourd'hui ? Le débat sur ces questions doit être mené sur base de modèles mentaux car il n'existe pas de modèle formel pour les conditions sociales à l'état d'équilibre. Personne ne peut prédire quelles sortes d'institutions l'humanité pourrait développer sous ces nouvelles conditions. Il n'y a bien sûr aucune garantie que la nouvelle société soit bien meilleure ni seulement très différente de celle qui prévaut aujourd'hui. Il semble cependant possible que la société, n'ayant pas à se débattre avec les nombreux problèmes causés par la croissance, pourrait disposer de plus d'énergie et d'ingéniosité pour résoudre d'autres problèmes. En fait, nous croyons que l'évolution d'une société qui favorise l'innovation et le développement technologique, une société basée sur l'égalité et la justice, a bien plus de chance d'atteindre un état d'équilibre global qu'elle n'en a dans l'état de croissance que nous vivons aujourd'hui.

Population et capital sont les seules quantités qui doivent rester constantes à l'état d'équilibre. Toute activité humaine qui ne nécessite pas un énorme flux de ressources irremplaçables, ou ne produit pas des dégradations environnementales sévères, pourrait continuer à croître indéfiniment. En particulier, les quêtes d'activités que beaucoup de gens considèrent comme les plus souhaitables et les plus gratifiantes – études, arts, musique, religion, recherche scientifique fondamentale, athlétisme, relations sociales – pourraient trouver leur essor.

Toutes les activités énumérées ci-dessus dépendent fortement de deux facteurs. Premièrement, elles dépendent de la disponibilité d'un certain surplus de production après que les besoins fondamentaux de l'homme en nourriture et en logement aient été satisfaits. Deuxièmement, il faut du temps pour les loisirs. Dans tout état d'équilibre, les niveaux relatifs de capital et de population devraient être ajustés pour garantir que les besoins matériels de l'homme soient satisfaits au niveau souhaité quel qu'il soit. Puisque le volume de la production matérielle serait essentiellement fixe, chaque amélioration des méthodes de production pourrait se traduire par un supplément de loisirs pour la population – loisirs qui pourraient être consacrés à n'importe quelle activité qui soit relativement non consommatrice et non polluante, comme celles énumérées ci-dessus.

Le progrès technologique serait tout à la fois nécessaire et bienvenu dans l'état d'équilibre. Le tableau de l'état d'équilibre que nous avons peint ici est bien sûr idéalisé. Il pourrait être impossible à réaliser dans la forme décrite ici et il pourrait ne pas être celui que la plupart des habitants de la planète choisiraient. Cette description ne sert qu'à insister sur le fait que l'équilibre global ne doit pas signifier la fin du progrès ou du développement humain. Les options à l'intérieur de l'état d'équilibre sont pratiquement illimitées.

Un état d'équilibre de subirait probablement des pressions car aucune société ne peut être libre de pressions. L'équilibre devrait nécessiter l'abandon de certaines libertés, comme avoir un nombre illimité d'enfants ou consommer une quantité incontrôlée de ressources, contre d'autres, comme celles d'être débarrassés de la pollution et de la surpopulation ainsi que de la menace de l'effondrement du système monde. Il est également possible que de nouvelles libertés apparaissent – études pour tous et illimitées, loisirs pour la créativité et l'inventivité et, par

dessus tout, la liberté de ne pas être affamé ou pauvre, et dont ne jouit aujourd'hui qu'une si faible partie des habitants de la planète.

A ce stade, nous ne pouvons pas dire grand chose des étapes pratiques, pas à pas, qui pourraient être suivies pour atteindre un état d'équilibre global souhaitable et durable. Ni le modèle du monde ni nos propres réflexions n'ont atteint un niveau de détail suffisant pour comprendre tout ce qu'implique la transition entre la croissance et l'équilibre. Avant qu'aucune des composantes de la société mondiale ne s'embarque délibérément dans une telle transition, il faut mener beaucoup plus de débats, d'analyses exhaustives et rassembler beaucoup plus d'idées venant de beaucoup plus de personnes différentes.

La société de l'équilibre aura à soupeser les options engendrées par une terre finie, non seulement dans le respect des valeurs humaines actuelles, mais aussi en prenant en considération les générations futures. Il faudra définir des objectifs à long terme et des objectifs à court terme qui soient consistants avec les premiers.

Nous terminons sur une note d'urgence. Nous avons insisté de manière répétée sur l'importance des délais dans le système population-capital du monde. Ces délais signifient par exemple que, si le taux de natalité du Mexique diminue graduellement de sa valeur actuelle jusqu'à celle de l'exact taux de remplacement en 2000, la population du pays continuerait à croître jusqu'en 2060. Pendant ce temps la population croîtrait de 50 à 130 millions. Nous ne pouvons dire avec certitude de combien l'humanité peut reculer le début de la limitation volontaire de sa croissance avant qu'elle n'ait perdu toute chance de la contrôler. Sur base de la connaissance que nous avons acquise ici sur les contraintes physiques qui s'exercent sur la planète, nous soupçonnons que la phase de croissance ne peut plus se poursuivre cent ans de plus. A nouveau, en raison des délais du système, si la société globale attend que ces contraintes apparaissent incontestables, elle aura attendu trop longtemps.

S'il y a matière à profonde préoccupation, il y a aussi matière à espoir. Limiter délibérément la croissance serait difficile mais pas impossible. La manière de procéder est claire et les étapes nécessaires, bien qu'elles soient neuves pour la société humaine, sont tout à fait à la portée des hommes. L'homme possède, pour un court moment dans son histoire, la combinaison la plus puissante de savoir, d'outils et de ressources que le monde ait jamais connu. Il a tout ce qui est physiquement nécessaire pour créer une forme totalement nouvelle de société humaine – celle qui serait bâtie pour durer de nombreuses générations. Les deux ingrédients manquants sont un objectif à long terme réaliste, qui puisse guider l'humanité vers la société d'équilibre, et la volonté humaine d'atteindre cet objectif. Sans un tel but et un tel engagement, les considérations de court terme produiront une croissance exponentielle qui conduira le monde jusqu'aux limites du système terre puis à l'effondrement final. Avec cet objectif et cet engagement, l'humanité serait prête à entamer une transition maîtrisée et ordonnée entre la et l'équilibre global.

¹ Eduard Pestel (1914–1988), ingénieur, docteur, industriel, professeur et recteur de la "Technical University of Hannover", homme d'état, etc. Il était Membre du Comité exécutif du Club de Rome en 1970 et a rendu possible l'étude des chercheurs du MIT sur la Dynamique des Systèmes appliquée au monde. (NDT)

² Association étasunienne pour la protection de l'environnement fondée en 1892. (NDT)