

Les limites écologiques à la croissance démographique

Par Claude Raffestin, Université de Genève

Lorsque j'ai commencé à réfléchir à ce thème, il m'est revenu en mémoire une discussion que j'ai eue avec deux de mes amis à propos du caractère fini des ressources. Il faut préciser que l'un est ingénieur et l'autre économiste. Même si je tiens compte de la part de jeu et de provocation qu'il y a toujours dans une conversation amicale dans laquelle chacun cherche à convaincre l'autre, je me suis rendu compte, finalement, du danger disciplinaire qui nous guette et qui consiste à exagérer un élément spécifique. Faut-il dire que cela vaut évidemment pour moi aussi? Que j'exagère le caractère fini de la Terre ne fait aucun doute mais, pour l'ingénieur, je négligeais par trop les possibilités technologiques futures et pour l'économiste je minimisais, à l'excès, les adaptations quasiment sans limites du mécanisme du marché!

Je veux bien faire amende honorable mais qu'on le veuille ou non la Terre est marquée du sceau de la finitude et c'est un élément incontournable et je suis toujours étonné que l'on oublie allègrement les deux principes de la thermodynamique et que l'on naturalise un mécanisme de régulation anthropologique. Cette petite anecdote révèle une chose importante à savoir que nous n'avons pas tous la même conception du temps: mes deux amis n'avaient pas tort à moyen terme mais ils avaient tort à long terme. Autrement dit, nous ne sommes pas contemporains les uns des autres car nous ne vivons pas les états de choses à la même échelle temporelle ni non plus à la même échelle spatiale. En effet, presque tout le monde conviendra des limites à l'échelle du local ou si l'on préfère du moléculaire mais tout le monde n'en conviendra pas à l'échelle du global ou si l'on préfère du molaire. Le global fait surgir le mythe de l'inépuisable. C'est ce que j'appellerai le paradoxe des échelles qui provient de la croyance en l'escompte possible du temps par la technologie et l'escompte possible de l'espace par le mécanisme du marché!

Pourtant quoi qu'il en soit la Terre est finie et, autre paradoxe, toute nouvelle technique accélère son épuisement. On se prend à penser, dès lors, à la petite phrase de Galilée «Eppur si muove» qui peut devenir en ces temps d'incertitude écologique «eppur è finita».

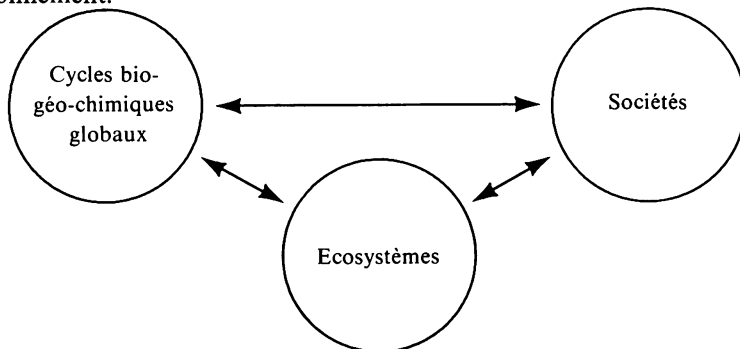
Non seulement la terre est finie mais encore le soleil, sans l'énergie duquel rien n'est possible, est fini. Je comprends aisément qu'on ne soit guère préoccupé par l'extinction du soleil qui surviendra environ dans 5.10^9 années mais on peut l'être par le fait qu'il envoie bon an mal an une quantité fixe d'énergie à savoir 5.10^{20} Kcal qui conditionne par conséquent la quantité de biomasse végétale à disposition sur laquelle tous les écosystèmes animaux et humains se branchent. Le contenu énergétique de la biomasse représente annuellement quelque chose comme 120.10^{15} Kcal soit 40.10^9 tonnes d'équivalent pétrole. La biomasse est donc une quantité fixe. Elle est certes renouvelable mais elle n'en demeure pas

moins fixe. Mais pour que la biomasse se renouvelle il faut que les chaînes et les cycles multiples qui sont en interrelation et qui relient le soleil, la terre et la vie fonctionnent, en bref comme dit Barry Commoner dans un ouvrage célèbre: il faut fermer le cercle.

Si la biomasse est finie, les populations humaines qui en dépendent ne peuvent donc pas dépasser un certain seuil au-delà duquel ne peut que survenir une crise faite de disettes et de famines. Ma communication pourrait évidemment s'arrêter là si j'étais en mesure, avec une probabilité raisonnable, à plus ou moins 10 % par exemple, d'indiquer le nombre d'habitants que la terre peut supporter. Pour le dire il faudrait construire un modèle de société homogène qui n'aurait aucun sens car il ne correspondrait à rien dans la réalité. Aujourd'hui nous avons en tout cas 5 modèles de civilisations qui vivent à la surface du globe: les civilisations traditionnelles prédatrices, les civilisations traditionnelles productrices, les civilisations traditionalistes, les civilisations rationalistes et les civilisations rationnelles. Estimer leur importance démographique respective est un problème et dans des pays comme l'Inde ou la Chine, elles voisinent toutes les cinq! Cela revient à dire que ces civilisations qui n'ont pas toutes le même impact sur l'environnement n'exercent pas les mêmes effets sur l'écosystème Terre. Si les Bochimans peuvent continuer à vivre comme ils vivent vraisemblablement depuis quelques millénaires, ils sont assurés d'un long futur: mais le pourront-ils? En revanche, si les civilisations rationnelles, dont les effets sont énormes sur les écosystèmes, continuent à agir comme elles agissent actuellement, elles sont assurées de provoquer des ruptures graves voire irréversibles dans les 20 ans qui viennent.

Non seulement nous ne sommes pas contemporains les uns des autres mais encore nous n'avons pas la même signification par rapport aux territoires que nous habitons et que nous exploitons.

Il est possible de schématiser les grandes interrelations qui existent, même si le schéma dissimule la complexité du problème, entre les sociétés et leur environnement.



C'est une manière de résumer le jeu interrelationnel entre les trois grandes logiques: les éco-bio et socio-logiques qui sont à l'œuvre à toutes les échelles du moléculaire au molaire, du court terme au très long terme. Dans ce triangle

tous les éléments peuvent être modifiés qualitativement, un seul peut se modifier quantitativement ce sont les sociétés du point de vue démographique.

Quantité de la population	Nombre d'années pour une augmen- tation de 10^9	Années du 10^9
10^9	2 000 000	1830
2.10^9	100	1930
3.10^9	30	1960
4.10^9	15	1975
5.10^9	11	1986
6.10^9	9	1995

Très globalement, donc d'une manière assez erronée mais pratique, on peut dire que 76 % des 5.10^9 habitants appartient aux pays en voie de développement et 24 % aux pays développés. On l'a dit tous ces habitants n'ont pas la même signification par rapport aux cycles et aux écosystèmes: un Chinois supplémentaire pèse moins dans l'écosystème qu'un Japonais supplémentaire, de même qu'un Européen a plus d'impact écologique qu'un Africain. Exprimée autrement cette situation signifie que le spectre exosomatique, et donc ses conséquences, varie d'une société à l'autre. Dès lors, le problème se pose de savoir par rapport à quel type de civilisation il faut calculer le seuil à ne pas dépasser. Pourtant cette manière de faire n'est pas non plus pertinente car même si l'on choisit par anticipation la civilisation rationnelle, la plus développée du point de vue matériel, et pour autant qu'on réussisse à stabiliser à un nombre fixe, ce qui est une pure abstraction, on ne peut pas raisonnablement penser que son poids écologique ne variera pas car il faudrait alors, soit stabiliser les technologies, soit changer complètement l'arsenal technique pour que ses effets sur les cycles et les écosystèmes n'augmentent pas. C'est peu dire qu'on navigue alors en pleine utopie.

Autrement dit, toutes choses égales par ailleurs, même si l'on sait qu'il y a une limite écologique à la croissance démographique, on ne peut pas fixer quantitativement cette limite car elle dépend de facteurs non-maîtrisables ou très difficilement maîtrisables.

Ce ne sont pourtant pas les tentatives qui ont manqué car le nombre des hommes a exercé une étrange fascination sur les sociétés: dans le Pentateuque, les «Nombres» débutent par le dénombrement des Israélites dans le désert du Sinaï, Platon dans la «République» a assigné à sa cité le nombre de 5040, c'est par la multitude que Saint-Thomas a légitimé la nécessité du gouvernement, pour Jean Bodin il n'y a richesse que d'hommes, Cantillon et Ortes anticiperont sur les idées de Malthus dont l'essai a posé le problème des limites, E.M. East dans «Mankind at the Crossroads» a fourni les premiers calculs de la capacité de la

terre à nourrir les hommes et il a fixé les limites à $5,2 \cdot 10^9$ habitants et enfin le problème a été relancé en 1972 avec «The limits of the Growth».

Implicitement ou explicitement la question des limites écologiques à la croissance démographique a été posée selon trois grandes problématiques: la première est celles des ressources alimentaires, la deuxième celle de la capacité globale des écosystèmes du point de vue physique et la troisième de nature relationnelle s'est intéressée à la territorialité des populations dans les écosystèmes. On notera que ces problématiques sont «emboîtées»: la première est contenue dans la deuxième, elle-même contenue dans la troisième. Celle-ci très englobante a encore été peu pratiquée parce que difficile à mobiliser encore qu'elle est la plus cohérente si l'on veut répondre à la question des limites écologiques car celles-ci ne sont pas seulement de nature matérielle mais aussi de nature psychologique et sociologique. Si l'on veut fournir des embryons de réponse il faut tenir compte tout à la fois de l'écologie générale et de l'écologie humaine.

En effet, si l'on admet que l'objectif des sociétés humaines est d'atteindre l'autonomie la plus grande dans un écosystème compatible avec les ressources de celui-ci il ne faut pas seulement considérer les ressources alimentaires et la fermeture du cercle écologique mais il faut encore prendre en compte toute la question des comportements et des besoins non-physiologiques dont celui de sécurité qui vient en deuxième position. Prenons quelques exemples.

Pour faire face à la croissance démographique, le monde entre 1860 et 1919, a mis en culture $432,2 \cdot 10^6$ ha soit près de $4,32 \cdot 10^6$ km² c'est-à-dire l'équivalent de la moitié du Brésil. Entre 1920 et 1978 on a de nouveau gagné $419,3 \cdot 10^6$ ha en terres cultivables. En d'autres termes, depuis 130 ans les choses se sont passées comme si une surface équivalente à celle du Brésil avait été mise en culture.

Les optimistes seront en situation de penser que tout va pour le mieux dans le meilleur des mondes et qu'après tout nous sommes encore loin de la rupture. Il n'en est rien malheureusement car avec l'agriculture l'érosion du sol a pris une extension considérable.

Dans la période pré-agricole l'érosion du sol était, pour l'ensemble du monde de $16,4 \cdot 10^9$ tonnes/an; en 1860 elle était déjà trois fois plus élevée avec $46,3 \cdot 10^9$ tonnes/an et en 1978 elle est de $91,1 \cdot 10^9$ tonnes/an soit plus de cinq fois plus élevée. Qu'est-ce à dire? Que ce que nous gagnons par défrichements et mise en culture nous le perdons en grande partie par dégradation.

Qu'on en juge pas les données suivantes en 10^3 ha.

Déforestation tropicale	21.000
Désertification	6.000
Développement	4.000
Erosion	3.000
Extension des fermes	2.500
Autres pertes	<u>1.000</u>
Total	37.500

Il s'agit de pertes annuelles calculées en 1980 et cela représente approximativement la surface du Japon ou 9 fois la surface de la Suisse! En phytomasse la perte est évoluée à $5,335.10^6$ t: c'est une part non négligeable de la matière vivante à disposition sur la terre.

Ces modifications générées par les sociétés non seulement détruisent les écosystèmes mais affectent les grands cycles et en dernière instance réagissent sur les sociétés elles-mêmes. Pourtant, il ne s'agit que d'un petit aspect des choses car la mise en culture mobilise des quantités croissantes d'énergie soit pour faire fonctionner les machines soit pour produire des engrais et des pesticides et la conséquence est une diminution de l'énergie non-renouvelable. Par ailleurs, il en résulte des pollutions qui affectent le sol, l'eau et l'air, pollutions qui s'infiltrant dans les chaînes trophiques et contaminent la matière vivante.

Pour assurer des rendements suffisants, on détruit progressivement les agrosystèmes et la productivité par rapport à l'énergie devient très faible: pour une calorie introduite on en récupère deux quand tout va bien. Dans l'agriculture traditionnelle, à rendements beaucoup plus faibles il est vrai, on en récupérerait 4 ou 5.

La situation mondiale sur le plan céréalier est devenue paradoxale en presque 40 ans

	1950	1988
Amérique du Nord	+23	+119
Amérique latine	+ 1	- 11
Europe occidentale	-22	+ 22
Europe orientale, URSS	0	- 27
Afrique	0	- 28
Asie	- 6	- 89
Australie et Nouvelle Zélande	+ 3	+ 14

Le signe positif indique les exportations nettes et le signe négatif les importations nettes. Le paradoxe vient du fait que c'est là où la productivité est la plus faible qu'on produit le plus et que là où elle est élevée on produit le moins. Ce qui est économiquement justifié ne l'est pas nécessairement écologiquement.

Pourtant les inconvénients des sociétés ne touchent pas que le domaine agricole. L'exemple des chlorofluorocarbones est bien connu. Inventé au plûtôt découvert en 1930 par Thomas Midgley Jr. en 1930 ce gaz est devenu essentiel, entre autres, dans la réfrigération. Leur utilisation en 1985 s'établissait comme suit:

Aréosol	25 %	Réfrigérants	8 %
Isolation	19 %	Mousses expansées	7 %
Solvants	19 %	Autres	10 %
Condit. d'air	12 %		

La consommation est à 84 % le fait des pays industrialisés contre 16 % pour les autres pays. L'ennui c'est que ces CFC détruisent, comme on sait, le bouclier d'ozone avec tous les risques qui en dérivent pour la planète.

Autre inconséquence sociale les 400.10⁶ véhicules qui déterminent des pollutions, des nuisances et des coûts sociaux énormes. Nous n'avons pas pris conscience du coût réel des automobiles. Cela dit, il est clair que pour des raisons économiques il n'est pas envisageable d'éliminer l'automobile du jour au lendemain mais il est nécessaire de repenser les transports si nous ne voulons pas détruire les bases mêmes de notre existence.

Il serait aisé de multiplier les exemples et d'aborder d'autres sujets tels que les déchets et leur élimination qui ne sont pas réglés d'une manière satisfaisante dans nos sociétés.

Il ne s'agit pas et on l'aura compris de mettre en cause les techniques et de leur imputer tous les maux mais il convient de savoir que tout taux de croissance démographique et économique dissimule un taux de dégradation éco-bio-logique. Les coûts qui en résultent sont plus que proportionnels dans la plupart des cas.

Cela dit, les coûts qui affectent la socio-logique ne sont pas moins importants encore qu'ils soient difficiles à quantifier précisément. Quels sont par exemple les coûts générés par la concentration humaine dans les grandes mégalo-poles? Quels sont les coûts sociaux générés par la non-satisfaction du besoin de sécurité?

Du point de vue collectif, il faut s'attendre à ce que la dégradation de l'environnement constitue une cause de tension entre deux ou plusieurs pays: le Nil est un objet de conflit entre l'Egypte, l'Ethiopie et le Soudan, le Parana entre l'Argentine et le Brésil, le Gange entre le Bangladesh et l'Inde, etc.

Or la non-satisfaction collective du besoin de sécurité se traduit par une croissance des dépenses militaires: de presque 200.10⁹ \$ en 1950 à presque 800.10⁹ \$ en 1985. Ces dépenses représentent une ponction terrible dans le stock des ressources non-renouvelables. La montée de l'insécurité n'est donc pas seulement tragique en soi mais elle a encore pour effet une accentuation de l'appauvrissement des écosystèmes par le gaspillage de ressources rares ou de plus en plus rares. Par ailleurs ces dépenses représentent 160 \$/hab./an et entrent en concurrence avec les dépenses pour la restauration des écosystèmes. C'est à peu près la somme qu'il faudrait pour que chaque habitant plante une cinquantaine d'arbres et contribue ainsi à réduire d'un dixième la pollution due aux activités humaines.

Finalement, sommes-nous en deça du seuil démographique compatible avec la préservation des bases de l'existence ou au-delà? Je l'ai expliqué et dit, la réponse n'est pas possible avec une précision suffisante mais néanmoins nous sommes déjà au-delà de la quantité supportable car l'écosystème terrestre est en crise: il se dégrade plus vite qu'il ne se restaure. Les biens libres n'existent plus: l'eau et l'air ne sont plus des biens libres.

Cela dit, et ce sera ma conclusion, il convient de méditer le petit jeu suivant sur les nombres: actuellement il y a sur la terre 5.10²⁰ cellules humaines sans

compter les autres cellules animales et cela veut dire que le soleil envoie une calorie par cellule. C'est apparemment largement suffisant puisqu'une cellule nécessite entre 10^{-7} et 10^{-6} calories. Seulement on oublie que pour fabriquer une calorie consommable il faut entre 10^4 et 10^5 calories solaires. Dès lors, et d'un point de vue purement théorique, on a $5 \cdot 10^{15}$ calories consommables. Donc, $5 \cdot 10^{15} \cdot 10^{-6} = 5 \cdot 10^9$ habitants potentiels! Ce n'est qu'un jeu arithmétique et j'en conviens! Mais attention, néanmoins, car pour que cela se passe de cette manière il faut que les grands cycles fonctionnent, que les écosystèmes résistent et que le cercle soit fermé!

Ou bien ... ? Ou bien c'est la mort à terme! la mort à moins que nous ne parvenions à augmenter la productivité de chaque calorie solaire, à utiliser moins d'eau et moins de sol et que nous parvenions à créer moins de pollutions et de nuisances pour chaque calorie consommable produite. Autrement dit c'est tout notre système de connaissances que nous devons changer car au même titre qu'il y a une fonction de production, il y a une fonction d'information dans laquelle il faut modifier la répartition de l'information fonctionnelle et de l'information régulatrice.

Bibliographie sommaire

Ambiente Italia (1989): Rapporto 1989: dati, tendenze, proposte. Isedi, Torino.

Brown, Lester, e altri (1989): State of the World 1989. Isedi, Torino.

Clark, W.C./Munn, R.E. (éd.) (1986): Sustainable Development of the Biosphere, Cambridge University Press.

Smil, Vaclav (1987): Energy, Food, Environment. Clarendon Press, Oxford.

Ramade, François (1974): Eléments d'écologie appliquée. Ediscience, McGraw-Hill, Paris.

Raffestin, Claude (1985): Ecologie générale et écologie humaine. Cahiers géographiques N° 1. Département de Géographie, Université de Genève.