Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 149 (1969)

Artikel: Problèmes de régulation au niveau des populations animales et humaines

Autor: Tschumi, Pierre-André

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-90683

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: 07.01.2026

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

Problèmes de régulation au niveau des populations animales et humaines

PIERRE-ANDRÉ TSCHUMI

Les échelons ou niveaux d'organisation de la vie

La vie est constituée par une multitude de phénomènes qui se manifestent à différents échelons ou niveaux d'organisation. L'échelon que nous connaissons le mieux est celui des *organismes pluricellulaires*, donc des plantes, des animaux et de l'être humain. Depuis des siècles, nous étudions la diversité de leurs formes, leur mode de vie, leur anatomie, le fonctionnement de leurs organes, la façon dont ils se reproduisent, se développent, etc.

Or, l'analyse toujours plus approfondie des organismes nous a révélé que la plupart d'entre eux étaient en réalité des communautés hautement organisées d'unités plus petites qu'on appela les *cellules*. Certaines cellules, telles que les protozoaires et les plantes unicellulaires, sont capables d'effectuer toutes les fonctions indispensables au maintien et à la perpétuation de leur vie. Les cellules des organismes de grande taille ont perdu cette faculté originelle de vie indépendante, mais elles ont néanmoins conservé la structure fondamentale de toutes les cellules ainsi que la capacité d'effectuer les fonctions vitales de base, telles que la respiration et la synthèse des protéines.

L'étude de la cellule, la cytologie, a abouti ces dernières années à la biologie moléculaire, qui a démontré que toutes les fonctions d'une cellule étudiées jusqu'à présent se réduisaient à des phénomènes biochimiques liés à des structures macromoléculaires. On ne peut guère concevoir un niveau d'organisation vivant inférieur à celui de la cellule. Celle-ci représente donc l'échelon le plus bas de la vie. Les organismes pluricellulaires constitueraient alors le deuxième échelon et leur vie serait le résultat des interactions entre leurs cellules, groupées en tissus et en organes.

La biologie, telle que nous l'avons conçue et enseignée jusqu'à présent, pouvait nous faire penser que les organismes pluricellulaires représentaient l'échelon principal et le plus élevé de la vie. Il n'en est pas ainsi. L'étude de leur reproduction nous avait depuis longtemps déjà appris que l'organisme n'était pas une unité autonome. Il ne l'est que temporairement. Par suite de la reproduction sexuée, le patrimoine héréditaire de la plupart des individus est recombiné avec celui d'autres individus à chaque génération, de sorte que tous les êtres vivants d'une région appartenant à

la même espèce font partie d'une communauté génétique se situant au dessus du niveau de l'organisme. Une telle communauté s'appelle une *population*. La population représente le troisième échelon de notre échelle biologique. Il est beaucoup moins évident que ceux de l'organisme et de la cellule, et c'est la raison pour laquelle il est encore fort mal connu.

Ce matin, le Professeur WEIL de Lausanne nous a parlé de la vie telle qu'elle se manifeste au niveau moléculaire des cellules. Nous avons appris que des phénomènes de régulation y jouent un rôle essentiel. Ensuite le Professeur TIEDEMANN de Berlin nous a présenté certains aspects moléculaires de la vie au deuxième niveau d'intégration, à celui de l'organisme. Il a de nouveau mis en évidence l'importance de phénomènes de régulation lors du développement. Le but de ma conférence est de vous familiariser avec le troisième niveau d'organisation, celui des populations. Nous verrons que là encore des mécanismes de régulation sont d'une importance capitale.

Il faut cependant que je vous prévienne: mes propos ne sont pas ceux d'un spécialiste en écologie – c'est ainsi qu'on définit l'étude des organismes dans leurs relations entre eux et avec leur milieu. Mon exposé sera tout simplement celui d'un biologiste soucieux d'attirer votre attention sur l'importance des phénomènes propres aux échelons supérieurs des êtres vivants. La connaissance de ces phénomènes me paraît d'autant plus nécessaire, qu'aujourd'hui la population humaine est menacée par un dérèglement d'importants mécanismes de régulation ainsi que par une perturbation de ses rapports avec son milieu.

L'importance du rapport entre la natalité et la mortalité

Pour mieux situer le phénomène de l'explosion démographique humaine, nous allons tout d'abord examiner le problème de *la régulation de la densité d'une population animale*.

Le nombre des individus d'une population, qui dans des conditions naturelles reste plus ou moins constant, est déterminé par deux événements relatifs aux individus (v. fig. 1): par l'*arrivée de nouveaux individus*, soit par immigration ou par natalité, et par le *départ d'individus*, soit par émigration ou par mortalité. Pour simplifier, nous allons aujourd'hui nous limiter au rapport entre la natalité et la mortalité.

Tant que les taux de natalité et de mortalité seront égaux, les effectifs d'une population resteront constants. Si la mortalité venait à excéder la natalité, la population se réduirait progressivement jusqu'à disparaître. Si par contre la natalité excédait la mortalité, on assisterait à un accroissement de la population.

Le *potentiel reproductif* d'une population naturelle est essentiellement déterminé par des facteurs génétiques dont dépendent, chez les mammifères par exemple, la durée de la gestation, le nombre des petits par gestation et le nombre de gestations par année. Ce potentiel est si élevé que s'il n'était pas constamment tenu en échec par une mortalité supérieure à celle qui résulterait de la durée physiologique de la vie, toutes les

populations d'organismes s'accroîtraient de manière géométrique. Le nombre des descendants d'une mouche, par exemple, serait supérieur à 6 billions au bout d'une année, si toutes les mouches survivaient et se reproduisaient à leur tour. Quels sont les facteurs permettant de maintenir indéfiniment l'équilibre entre la natalité et la mortalité ? Voilà la question à laquelle nous allons essayer de répondre maintenant.

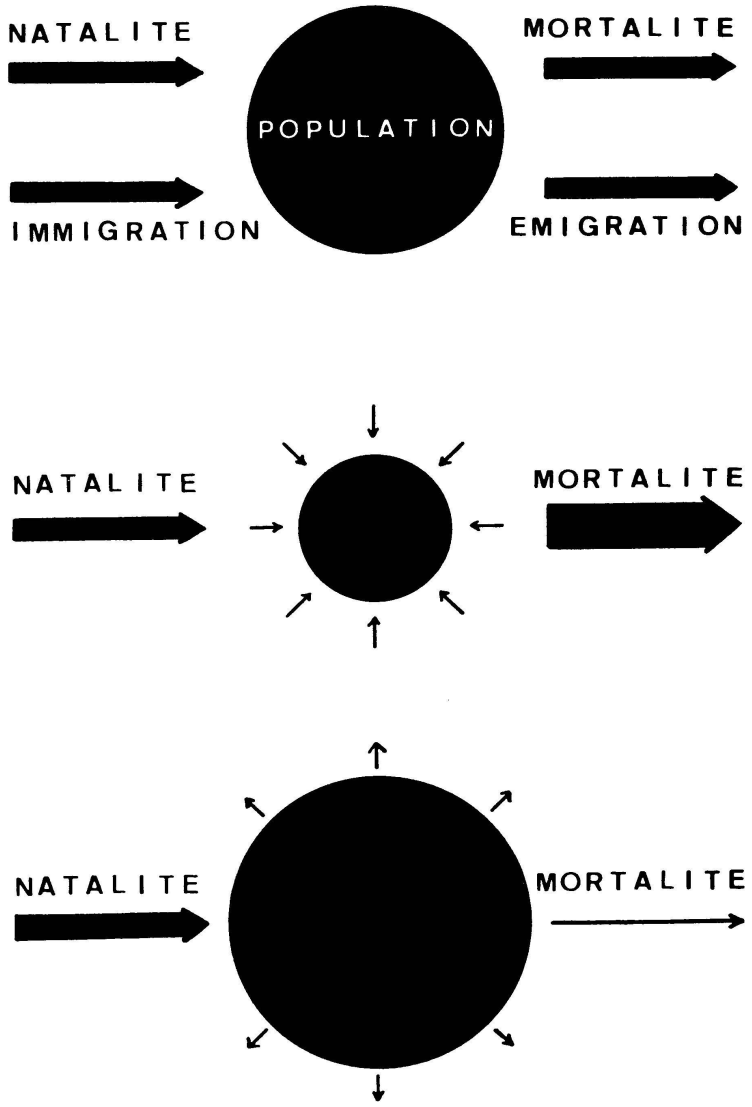

Figure 1
La stabilité, la réduction ou l'accroissement des effectifs d'une population dépendent uniquement du rapport entre l'arrivée de nouveaux individus (par natalité ou immigration) et le départ d'individus (par mortalité ou émigration) (v. texte p. 57)

Pour cela il nous faut constater qu'une population n'est pas encore le dernier échelon de notre échelle biologique. Dans la nature, chaque population végétale ou animale est étroitement associée à la vie d'autres populations. C'est ainsi que tous les animaux dépendent des plantes pour l'obtention de leur nourriture. Souvent les plantes leur servent également d'abris. Les plantes à leur tour sont tributaires des bactéries, des champignons, des lombrics, etc., qui peuplent l'humus et qui par leur métabolisme mettent à leur disposition les substances minérales dont elles ont besoin. L'ensemble des populations animales et végétales d'une certaine région, d'une forêt par exemple, forment donc une communauté de vie appelée par les écologistes une biocénose. Mais la vie de chaque biocénose dépend encore d'un bon nombre de facteurs dits abiotiques. Toutes les plantes vertes ont par exemple besoin de lumière pour effectuer la photosynthèse. Elles ont en même temps besoin d'eau, de gaz carbonique ainsi que de nombreuses autres substances inorganiques provenant du sol. Chaque biocénose constitue avec tous les éléments abiotiques de son biotope le quatrième échelon de notre échelle biologique: l'*écosystème*. Un lac, un étang, un marais, un océan, une forêt, etc. constituent tous des écosystèmes bien différents les uns des autres.

Finalement tous les écosystèmes du monde échangent entre eux des organismes ou des substances. Ils forment ensemble un grand écosystème appelé la *biosphère*. C'est la surface de notre planète, le milieu dans lequel nous vivons et dont nous dépendons. La biosphère constitue le cinquième et dernier échelon de notre échelle biologique. Sa vie ne dépend que d'un apport d'énergie solaire ainsi que des conditions météorologiques résultant de l'activité de notre système planétaire.

Mais revenons maintenant à notre quatrième échelon pour examiner les relations entre les éléments d'un écosystème:

Parmi tous les organismes, les plantes vertes sont les seules capables de produire, à partir du gaz carbonique et de l'eau, et à l'aide de l'énergie solaire, des substances organiques riches en énergie. Les plantes vertes constituent donc les *producteurs* d'un écosystème.

Contrairement aux plantes vertes, aucun animal n'est capable de produire des substances organiques à partir des constituants inorganiques de son milieu. Tous les animaux, sans oublier notre espèce, se nourrissent directement ou indirectement de plantes. Dans un écosystème, les animaux et nous-mêmes avons donc la fonction de *consommateurs*. Les animaux végétariens, qui se nourrissent directement de plantes, et parmi lesquels nous trouvons les petits crustacés du zooplancton, un grand nombre d'insectes, de mollusques, les mammifères rongeurs et ruminants, etc. s'appellent des consommateurs de premier ordre. Ceux-ci servent de nourriture aux animaux carnivores, parmi lesquels figurent, dans un lac les perches et les brochets, et dans une forêt les renards, les hiboux, etc. Ces animaux prédateurs appartiennent au groupe des consommateurs de

deuxième ordre. On appellerait consommateur de troisième ordre un animal qui mangerait un consommateur de deuxième ordre, donc par exemple un brochet qui mangerait une carpe qui elle s'est nourrie de zooplancton qui se développe au dépens du plancton végétal.

Pourtant dans un écosystème tous les organismes ne se font pas manger et ce qui a été mangé n'est pas entièrement digéré. Les cadavres et les excréments des divers organismes vont finalement rejoindre le sol où les populations de *décomposeurs* ou de *bioréducteurs*, c'est à dire de bactéries, de champignons, etc. vont décomposer et progressivement minéraliser toute la substance organique provenant des producteurs et des consommateurs de l'écosystème.

Nous pouvons donc diviser un écosystème en trois ou quatre différents *niveaux trophiques*. Parmi ces niveaux, c'est celui des producteurs qui est de loin le plus important, le plus riche en énergie et le plus productif. La production annuelle d'un hectare de tapis végétal se chiffre en moyenne à 10 tonnes. Quant aux niveaux des consommateurs, leur biomasse ne constitue normalement qu'une petite fraction de la biomasse ou plus exactement de la production du niveau précédant, et ceci pour les raisons suivantes:

Si les consommateurs de 1er ordre venaient à manger toute la production végétale, ils détruiraient les producteurs. Ils ne peuvent donc utiliser qu'une fraction de la matière organique produite par les plantes vertes. Ensuite, toute la matière végétale mangée n'est pas digérée. La cellulose, le bois et bien des cellules restées intactes sont rejettés par les consommateurs sous forme d'excréments. Finalement 30 à 60% des substances organiques résorbées sont utilisées par les animaux herbivores pour produire l'énergie nécessaire à leur métabolisme et à leurs déplacements. C'est à dire qu'une quantité correspondante d'énergie est encore perdue par respiration.

Pour des raisons analogues, les effectifs des populations constituant les niveaux supérieurs seront encore plus faibles: Les prédateurs ne peuvent manger chaque année qu'environ un tiers des effectifs des herbivores. La matière animale ingérée n'est résorbée que partiellement et 60 à 80% des substances organiques résorbées sont utilisées par la respiration des carnivores.

La quantité d'énergie chimique susceptible de passer d'un niveau trophique à l'autre n'est en moyenne que de 10% de la production annuelle disponible.

La régulation de la densité des populations animales par des facteurs de l'écosystème

Nous venons de découvrir un premier mécanisme de régulation: Vu les *disponibilités limitées en production végétale et animale* et vu les *pertes d'énergie inévitables* lors du passage de substance organique d'un niveau

trophique à l'autre, la biomasse de chaque niveau de consommation doit rester considérablement inférieure à celle du niveau précédant. Si la densité d'une population animale dépassait les limites que lui impose la productivité de son écosystème, cette population surexploiterait et dégraderait la base même de son existence et provoquerait ainsi une augmentation de son propre taux de mortalité par manque de nourriture. Les effectifs ou la densité de la population se réduiraient alors jusqu'à ce que le niveau de production surexploité ait pu régénérer.

Il est vrai que dans un écosystème bien équilibré, ce mécanisme impitoyable de régulation ne devient perceptible que lorsqu'un autre mécanisme, moins coûteux pour l'ensemble de l'écosystème, mais pas moins efficace que le premier, vient à manquer. Il s'agit de la *prédation*. Nous savons que tous les herbivores et même un grand nombre de carnivores servent de nourriture à des animaux prédateurs. La prédation contribue efficacement à la régulation de la densité de nombreuses populations animales, et ceci en tenant constamment en échec leur taux de natalité. Malheureusement, l'action régulatrice de la prédation n'a pas encore été beaucoup étudiée dans nos régions. C'est pourquoi nous aurons recours à un exemple assez spectaculaire provenant de l'Amérique du Nord.

Il existe dans le nord de l'Arizona un haut-plateau appelé par les indigènes le Kaibab. Sa surface est de 2800 km². Au début du siècle ce plateau était peuplé par 4000 ou 5000 cerfs ainsi que par des prédateurs, tels que des loups, des pumas, des coyotes, des lynxs, etc. Ces prédateurs se nourrissaient essentiellement de cerfs. En 1906 le Kaibab fut déclaré réserve naturelle. Pour protéger les cerfs et les quelques troupeaux d'animaux domestiques qui y étaient tolérés, on décida d'exterminer tous les prédateurs. On y parvint si bien qu'à la satisfaction de tous, le nombre des cerfs se mit à augmenter rapidement: En 1918 on en dénombra 40000 et en 1924 même 100000. Il y avait donc un cerf sur 2,8 ha. C'était trop! Cette population, qui depuis longtemps déjà avait dépassé la capacité de son habitat, en avait complètement détérioré le couvert végétal. Aussi durant l'hiver 1924/25, 60000 cerfs moururent de faim et de maladie. Durant l'hiver suivant, 30000 cerfs périrent encore. C'est alors qu'on se rendit compte de l'erreur commise en supprimant les prédateurs. Il ne resta rien d'autre à faire aux autorités que d'autoriser et d'encourager la chasse des cerfs. Le chasseur fut donc appelé à remplacer les carnivores qui autrefois limitaient le nombre des herbivores.

Cet exemple illustre premièrement l'action régulatrice exercée constamment par les prédateurs sur les herbivores et l'ensemble de l'écosystème. Il nous montre ensuite comment, lorsque cette action vient à manquer, un mécanisme plus brutal entre en jeu. C'est l'action conjointe d'un manque aigu de nourriture et de la *compétition* entre individus de la même population pour des ressources limitées, action qui s'intensifie à mesure que la densité de la population augmente et qui, après l'effondrement de celle-ci, permet au couvert végétal épuisé de régénérer.

Si l'étude de la catastrophe du Kaibab avait pu se faire aujourd'hui, on y aurait probablement découvert encore d'autres mécanismes de régulation. Des recherches effectuées sur des populations de chevreuils, de rongeurs, etc. démontrent que lorsque la densité d'une population dépasse une certaine limite, trois réactions peuvent en résulter conjointement ou séparément: Premièrement une augmentation de l'agressivité des individus, d'où une intensification de la compétition intraspécifique. Deuxièmement une diminution de la fécondité, due à une atrophie des gonades ou à une mortalité accrue des embryons ou des nouveaux-nés. Troisièmement une augmentation de la mortalité parmi les adultes, souvent accompagnée d'une hypertrophie des glandes surrénales. Ce dernier fait a suggéré l'explication suivante: La surpopulation d'un territoire aurait pour effet d'augmenter la fréquence des rencontres et par conséquant des conflits entre individus. Ceux-ci seraient soumis à une pression psychique accrue (stress) qui, en agissant par l'intermédiaire du système neuroendocrinien sur les glandes surrénales, aboutirait à leur épuisement. Il en résulterait une diminution de la résistance de l'organisme aux efforts et aux infections.

Malheureusement l'histoire du Kaibab ne nous dit rien à ce sujet et nous attendons avec impatience que de nouvelles recherches nous en apprennent davantage. Il est néanmoins déjà évident qu'une population dispose de différents moyens pour contribuer activement à la régulation de ses effectifs. Ceux dont j'aimerais vous parler maintenant me paraissent particulièrement importants:

Il est certain que la prédation, la limitation des ressources et la compétition entre individus, n'assureraient jamais à eux seuls la régulation modérée et salutaire dont toutes les populations animales ont besoin, si celles-ci n'avaient pas, au cours de leur évolution, acquis une certaine *résistance* aux actions brutales de leur écosystème. Si les prédateurs ne parviennent pas à éliminer impitoyablement les herbivores, c'est parceque ceux-ci ont acquis des moyens très efficaces de leur échapper en fuyant ou en étant difficilement repérables grâce à une coloration et un comportement qui les confondent avec leur habitat. Si en outre une population animale exposée à une prédation particulièrement forte s'accommode à cette pression tout aussi bien qu'une autre population n'étant sujet à aucune prédation, c'est que cette population a, grâce à la sélection naturelle, réussi à adapter son potentiel reproductif au taux très élevé de mortalité que lui impose sa position écologique. C'est ainsi que les taux de natalité des petits oiseaux et mammifères faisant l'objet d'une prédation intense sont beaucoup plus élevés que les taux de natalité observés parmi les carnivores, tels que les renards, les loups, les oiseaux rapaces, etc.

Nous avons déjà constaté que les organismes d'un certain niveau trophique sont constamment soumis à une autre pression que celle de la prédation: C'est la compétition inter- et intra-spécifique. Mais là aussi, ils ont acquis des moyens de réduire au minimum les effets d'une compétition

trop intense pour des ressources toujours limitées. Ils se sont, au cours de leur évolution, adaptés à différents genres de nourriture, à différents secteurs de leur habitat, etc. En d'autres termes, *la diversification des populations d'organismes en un grand nombre de différentes espèces*, occupant différentes niches écologiques, est sans doute l'un des moyens principaux que les organismes ont acquis pour atténuer dans la mesure du possible la compétition à l'intérieur de leur écosystème.

Un amortisseur analogue des chocs écologiques a même évolué parmi les individus d'une même espèce. C'est le *comportement territorial.* Les individus d'une population d'un grand nombre d'espèces d'oiseaux, de mammifères, de poissons, etc. revendiquent, soit durant toute l'année, soit seulement durant la période de reproduction, un territoire qu'ils défendent vigoureusement contre tout autre individu de leur espèce. Grâce à ce comportement territorial le nombre des couples d'oiseaux d'une forêt, par exemple, ne dépasse jamais une certaine limite et reste plus ou moins constant durant plusieurs années. Il est évident que grâce à ce comportement fixé par hérédité, une population parvient par elle-même, sans l'aide d'autres facteurs de l'écosystème, à éviter le surpeuplement de son territoire.

Selon l'écologiste anglais WYNNE-EDWARDS, tout le comportement social des animaux serait un facteur essentiel d'autorégulation de la densité d'une population. Toutes les activités en commun par exemple, tels que les concerts du soir des grenouilles, des oiseaux, etc., représenteraient pour la population une information relative au nombre des individus présents et pourraient intensifier toutes les activités régulatrices nécessaires, telles que l'aggressivité, l'émigration, etc. Voici une hyphothèse susceptible de stimuler bien des recherches.

En résumant la première partie de mon exposé nous constatons ceci: Abstraction faite de tous les agents abiotiques responsables d'une certaine fraction de la mortalité indépendante de la densité de la population, la régulation de celle-ci dépend avant tout de facteurs biotiques, tels que ressources alimentaires et autres, compétition et prédation. Ces facteurs n'ont un pouvoir régulateur que grâce aux moyens de résistance que les populations animales ont acquises au cours de leur évolution. Ils sont souvent complétés par un comportement social permettant d'éviter le surpeuplement du territoire.

Dans cette optique, l'évolution biologique nous apparait comme un mécanisme de régulation à long terme, et la nécessité absolue d'éviter le surpeuplement se révèle comme un facteur d'évolution de premier ordre.

Le résultat de l'action conjointe de tous ces facteurs agissant selon des principes cybernétiques est un équilibre presque parfait entre la natalité et la mortalité d'une population, qui évitera ainsi de dépasser la capacité de son milieu. Or, toute modification de la structure d'un écosystème, en particulier sous l'influence de l'homme, est susceptible de perturber cet équilibre. L'influence de l'homme sur l'accroissement d'une population, nous allons l'examiner maintenant en prenant pour exemple la population humaine elle-même.

L'explosion démographique humaine – une répercussion redoutable de notre civilisation

Aujourd'hui la population du globe compte environ 3,5 milliards d'êtres humains. Selon les données de l'ONU son taux annuel d'accroissement est de 1,9%. Ceci signifie que la population humaine augmente chaque année de 65 millions ou chaque jour de 180000 personnes! Un taux d'accroissement de 1,9% signifie aussi que la population mondiale aura doublé après 37 ans.

Depuis l'avènement de l'homme, les populations humaines n'ont probablement jamais cessé de s'accroître. En découvrant les moyens d'adapter son milieu à ses besoins par la technique et par le feu, l'homme a, dès le début de son histoire, commencé à se dérober aux mécanismes de régulation dont nous venons de parler: En découvrant les méthodes de l'agriculture il y a 10000 ans il a, d'une part, considérablement augmenté les ressources alimentaires de son habitat. Les armes, le feu, le perfectionnement de l'habitation, etc. l'ont, d'autre part, progressivement soustrait aux influences du climat, à la prédation et au parasitisme. Or, toute réduction de la mortalité sans réduction équivalente de la natalité aura pour conséquence inévitable un excédent de naissances d'où un accroissement de la population.

L'accroissement actuel est cependant de loin le plus rapide de toute l'histoire de l'humanité. La population mondiale d'il y a 2000 ans ne comptait probablement que 250 millions d'habitants. Elle a mis plus de 16 siècles pour doubler une première fois. Pour doubler une deuxième fois, l'humanité n'a mis plus que 200 ans ayant dépassé le chiffre de 1 milliard en 1850. Pour doubler une troisième fois, 80 ans seulement furent nécessaires, et à en croire les pronostics de l'ONU, le quatrième doublement sera accompli en 1975, donc 45 ans seulement après le troisième. Pour l'an 2000 ces mêmes perspectives d'avenir nous annoncent que le nombre des êtres humains sera de 6 à 7 milliards.

Cette brusque accélération de la croissance de nos populations n'est certainement pas due à un accroissement de la fécondité de l'humanité. Le début de l'explosion démographique coïncide avec la révolution industrielle des XVIIIe et XIXe siècles, révolution s'accompagnant de progrès considérables dans les domaines des sciences et de la technique, de la production agricole, de l'hygiène et de la médecine. Ces progrès ont tous été à l'origine d'une baisse accélérée du taux de mortalité ainsi que d'une augmentation de la durée moyenne de la vie. La figure 2 représente l'évolution des taux de natalité et de mortalité d'un pays industriel du nord de l'Europe. Au XVIIIe siècle encore, ces taux étaient voisins l'un de l'autre, l'excédent des naissances ne se montant qu'à quelques pour mille. Vers la fin du XVIIIe siècle, c'est la courbe de la mortalité qui se mit à fléchir, fléchissement qui se poursuit aujourd'hui encore. La natalité par contre n'a pas augmenté. Elle est tout d'abord demeurée constante jusqu'à la fin du XIXe siècle, ce qui explique l'augmentation progressive de l'écart entre les deux courbes, donc de l'excédent des naissances. A partir de la fin

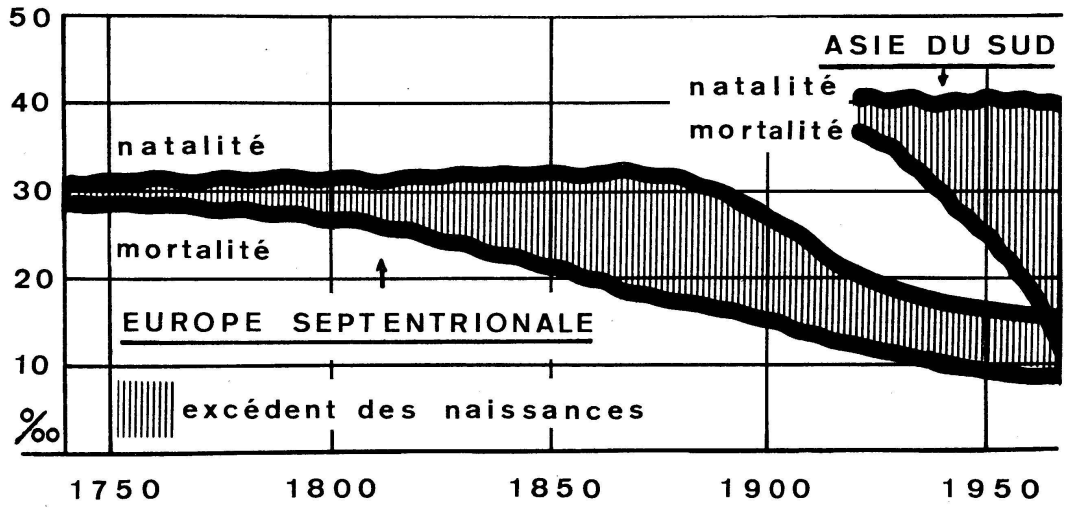

Figure 2
L'évolution démographique d'une région industrialisée (Europe septentrionale) et d'une région en voie de développement (Asie du Sud). Ordonnée: Taux de natalité et de mortalité (nombre d'événements par année et par 1000 habitants) (v. texte p. 64 et 65)

du XIXe siècle, la courbe de la natalité se mit à fléchir elle aussi. Ceci n'est de nouveau pas dû à une altération du potentiel reproductif de l'homme. Nous savons plutôt que durant cette période les pratiques d'anticonception se répandirent dans la plupart des pays européens, la chute de la mortalité infantile, l'urbanisation, l'industrialisation, la prospérité économique et un niveau plus élevé d'instruction ayant conjointement motivé le besoin de limiter le nombre des enfants. L'anticonception eut pour effet de réduire à nouveau l'écart entre les courbes de natalité et de mortalité, et c'est ainsi que les pays industrialisés du moins, réussirent à freiner partiellement l'explosion démographique déclenchée il y a deux siècles.

Les pays en voie de développement victimes de nos interventions

La situation est plus désespérée dans les pays en voie de développement. Le colonialisme et surtout l'aide accordée à ces pays après la Seconde Guerre mondiale les ont brusquement mis au bénéfice de la médecine et de la technique. Il en est résulté une chute spectaculaire de la mortalité, qui en quelques années est tombée à un taux que les pays industrialisés avaient mis plus d'un siècle à atteindre. La natalité par contre est restée élevée jusqu'à ces jours, car ni la culture ni le niveau économique de ces peuples ne leur permettaient de parer aux conséquences de notre intervention par une régulation spontanée des naissances. Aussi l'explosion démographique ainsi déclenchée dépasse-t-elle de loin l'ampleur de celle des pays occidentaux. Aux Indes, par exemple, l'accroissement annuel de la population est de 2,5% ou de 12 millions d'êtres humains. Dans bien des pays d'Amérique latine et d'Afrique le taux annuel d'accroissement dépasse les 3%. Or, un taux annuel d'accroissement de 3% signifie que la population aura doublé après 23 ans déjà.

Déséquilibres dus à la méconnaissance des interactions entre culture et nature

Malgré les différences fondamentales qui existent entre pays en voie de développement et pays industrialisés, nous pouvons en dégager un élément commun: Dans les deux cas l'évolution démographique est une répercussion de notre civilisation sur un phénomène biologique propre au niveau des populations. Nous avons réussi à nous soustraire aux mécanismes écologiques de régulation en trouvant les moyens d'agir volontairement autant sur le taux de mortalité que sur celui de la natalité. S'il en est résulté un déséquilibre désastreux, c'est que des motifs d'ordre moral, donc encore culturel, nous ont fait songer avant tout à une réduction de la mortalité sans que nous ne nous soyons souciés des répercussions écologiques et démographiques, sociales, économiques et politiques qui découleraient inévitablement d'un excédent de naissances. Ces conséquences, nous ne les connaissons que trop bien:

Dans les pays en voie de développement, ce sont le retard économique, la malnutrition et la famine, étant donné que ni le développement économique ni la production alimentaire n'arrivent à suivre l'accroissement des populations. Selon les enquêtes de la FAO, un milliard et demi de personnes souffrent de la faim, de la malnutrition ou des deux à la fois dans le tiers monde. 500 millions de personnes sont sous-alimentées, et on estime à environ 40 millions le nombre des personnes qui meurent de faim chaque année.

Dans les pays industrialisés, c'est la pollution de l'eau, de l'air et du sol, pollution qui menace notre approvisionnement en eau potable, notre alimentation et notre santé; c'est la pénurie de logements et de terrain à bâtir; ce sont les ravages du bruit, du trafic toujours plus intense, bref, de tous les effets d'une densité très forte de la population sur notre équilibre neuro-végétatif et notre vie; c'est enfin la disparition progressive d'un grand nombre d'écosystèmes naturels, pourtant si nécessaires à la conservation de notre flore et de notre faune, mais aussi à la détente, à l'enseignement et à la recherche scientifique.

Manque de circonspection par ingnorance

Tous ces problèmes sont parmi les plus importants de notre époque. Mais malheureusement, les moyens mis en œuvre pour les résoudre souffrent d'un manque analogue de circonspection que les interventions qui sont à leur origine. Si autrefois on engagea la lutte contre la mortalité sans se préoccuper du déséquilibre démographique qui en résulterait, on s'attaque aujourd'hui aux symptômes de ce déséquilibre sans tenir compte de leur origine commune.

On cherche la solution des difficultés des pays en voie de développement essentiellement dans un accroissement de la production alimentaire, ainsi que dans une aide économique; on croit pouvoir remédier suffisamment à la pollution des eaux par la construction de stations d'épuration; pour parer à la pénurie de logements, on préconise tout simplement d'in-

tensifier la construction de blocs toujours plus hauts; l'aménagement régional est censé résoudre tous les conflits dus au surpeuplement d'un territoire, etc.

Toutes ces mesures sont sans doute indispensables aujourd'hui, mais elles ne contribueront à la solution du problème n° 1 de l'humanité que lorsqu'elles auront été intégrées dans une conception de la vie humaine qui ne se limite pas uniquement à ses aspects culturels, sociaux, économiques et politiques, mais dans laquelle figureront également les aspects biologiques, écologiques et démographiques. Car bien que notre civilisation nous ait donné l'illusion d'être libres et maîtres de la nature, l'humanité n'a jamais cessé d'être une population d'organismes intégrée, comme toute autre population, dans un écosystème dont nous dépendons et dont la capacité est limitée. Et par capacité, il ne faut pas entendre uniquement ses ressources alimentaires. La capacité de notre biosphère est également déterminée par sa faculté de décomposer les déchets des organismes, par ses ressources en eau, en oxygène et en espace vital.

Que ferons-nous de nos ordures lorsque notre population aura encore doublé d'ici 40 ans? Où prendrons-nous l'eau douce que nous sommes en train de polluer si copieusement? Est-ce qu'enfin notre psychisme saura s'adapter indéfiniment à la vie toujours plus bruyante et mouvementée, toujours plus riche en conflits sociaux et toujours plus pauvre en espaces récréatifs qu'entraîne l'accroissement de nos populations?

La responsabilité de nos systèmes d'instruction – nécessité urgente de réforme

Mais enfin, d'où proviennent ce manque de circonspection, cette indifférence, cette ignorance, voire même ce mépris à l'égard de nos rapports avec la nature?

Si nous continuons à surexploiter et à polluer notre biosphère sans nous soucier de toutes les répercussions que cela entraîne, ce n'est pas seulement à notre économie toujours avide d'expansion mais peu disposée à s'accommoder des ressources limitées de notre milieu qu'il faut en vouloir. Si en outre la régulation des naissances, seul moyen de résoudre notre plus urgent problème avec un minimum de mortalité, soulève encore tant de controverses aujourd'hui, ce n'est pas seulement à une morale dépassée depuis longtemps par les événements qu'il faut s'en prendre.

Je pense qu'*une grande part de la responsabilité incombe à nos systèmes d'instruction et d'information*, qui, suivant une tradition séculaire et pour d'autres raisons obscures, amplifient la portée d'événements et de connaissances sans valeur pour l'homme d'aujourd'hui, tout en reléguant à l'arrière-plan tout ce qui pourrait nous faire reprendre conscience des liens qui nous unissent à la nature. *Comment ne pas méconnaître l'importance de choses dont on ne nous a jamais parlé!*

Nos programmes scolaires en particulier, orientés opiniâtrement vers un passé lointain de l'humanité et aspirant à des performances de spécialistes dans une multitude de branches sans rapport les unes avec les autres,

ne nous préparent que très mal à voir et à résoudre les grands problèmes actuels. Un enseignement, dont le point de départ serait le présent, et où l'on apprendrait à se servir des langues modernes, à raisonner en fonction des problèmes de notre temps et à comprendre les aspects politiques, économiques, sociaux, démographiques et écologiques de la vie humaine, remplirait mieux la fonction formative qui lui incombe, que les branches traditionelles et les sujets parfois surannés que nous faisons subir à notre jeunesse.

Il est vrai qu'on parle beaucoup de réforme d'enseignement aujourd'hui. Il faut espérer, sans trop d'optimisme toutefois, que ces réformes sauront s'inspirer d'une notion de culture et d'humanisme qui ne se limiterait pas aux sujets d'une seule faculté universitaire, mais qui comprendrait également les connaissances et les activités scientifiques, techniques et économiques du présent. Hélas, la nouvelle ordonnance fédérale sur la reconnaissance des certificats de maturité témoigne que ce vœu est encore loin d'être réalisé. Il faut aussi souhaiter que dans ce nouvel enseignement la compréhension des rapports entre culture et nature occupera davantage de place que la connaissance de données encyclopédiques. Mais pour cela il faudrait que les représentants des sciences naturelles et des sciences dites «humaines» collaborent d'avantage que jusqu'à présent à la réévaluation de la fonction formative de leurs branches, car autrement, la poursuite d'une compétition absurde entre un humanisme littéraire et un humanisme scientifique naissant risquerait de compromettre la solution du plus grand problème de régulation auquel l'humanité devrait faire face sans plus tarder.

Zusammenfassung

Da die Kapazität eines Ökosystems (bestehend aus einer Lebensgemeinschaft und ihrem Lebensraum) bezüglich Nahrung usw. beschränkt ist, darf der Bestand tierischer Populationen nicht über ein bestimmtes Mass anwachsen. Die Regulationsmechanismen, welche für die Erhaltung einer optimalen Populationsdichte verantwortlich sind, kennen wir nur teilweise. Immerhin dürfte feststehen, dass Nachstellung, beschränktes Nahrungsangebot und Konkurrenz beim Anwachsen der Bestandesdichte die Sterberate erhöhen und dadurch regulierend wirken.

Diese äusseren ökologischen Faktoren werden durch verschiedene populationseigene Reaktionen und Verhaltensweisen unterstützt: Übervölkerung eines Territoriums kann, auf noch schlecht bekanntem physiologischem Wege, eine Herabsetzung der Fruchtbarkeit oder eine Erhöhung der Sterblichkeit zur Folge haben. Andererseits wirkt das Territorialverhalten zahlreicher Tiere einer Übervölkerung entgegen. Schliesslich haben die Organismen durch natürliche Selektion zahlreiche Eigenschaften erworben, welche die Unerbittlichkeit der äusseren ökologischen Einwirkungen auffangen: Intensive Nachstellung wird durch Flucht oder Tarnung gedämpft, und die durch Nachstellung bedingte hohe Sterblichkeit wird durch teils genetisch, teils umweltbedingte hohe Fruchtbarkeit

kompensiert. Allgemein dürfte die Herausbildung verschiedener Arten und ihre Einpassung in verschiedene ökologische Nischen einen wesentlichen Beitrag zur genauen Einstellung der Regulationsmechanismen sowie zur maximalen Ausnutzung des Lebensraumes leisten.

Im Laufe seiner Kulturevolution hat sich der Mensch allmählich diesen ökologischen Regulationsmechanismen entzogen, indem er lernte, sowohl auf die Sterberate wie auf die Geburtenrate seiner Populationen Einfluss zu nehmen. Moralische und andere Gründe veranlassten uns freilich, vor allem eine Senkung der Sterblichkeit anzustreben. Als Ergebnis davon erleben wir heute eine bedrohliche Bevölkerungsexplosion, die in Entwicklungsländern, mit besonders hoher Zuwachsrate, Elend, Hunger und ökonomischen Rückstand zur Folge hat, in Industrieländern jedoch Verschmutzung der Gewässer, der Luft und des Bodens, Gefährdung unseres neurovegetativen Gleichgewichtes durch Lärm und weitere Rückwirkungen hoher Besiedlungsdichte, Vermassung, Bodenknappheit, Zerstörung der noch verbleibenden Naturlandschaften, der Lebensräume gefährdeter Pflanzen und Tiere sowie, für uns Menschen, der Stätten für Erholung, Forschung und Unterricht.

Dass die katastrophalen Folgen einer Störung des ursprünglichen Gleichgewichtes zwischen Natalität und Mortalität nicht vorausgesehen wurden und dass heute noch erst wenige ernsthaft um die Sanierung des gestörten Verhältnisses zwischen menschlicher Population und Lebensraum besorgt sind, dafür dürften unsere Erziehungs- und Informationssysteme wesentlich mitverantwortlich sein. Diese stützen sich auf überholte Begriffe von Kultur und Humanismus, in welchen die Bedeutung der Vergangenheit überbewertet, die ökologischen, naturwissenschaftlichen, technischen und ökonomischen Belange der Gegenwart aber geringgeschätzt werden. Ein in diesem Geiste konzipierter Unterricht bereitet uns schlecht vor auf die Lösung des grössten Regulationsproblems aller Zeiten. Dieses Problem ist weder mit kulturellen noch mit ökologischen Mitteln allein lösbar, sondern es wird nur unter Berücksichtigung der bisher verkannten Wechselwirkungen zwischen Natur und Kultur zu bewältigen sein.

BIBLIOGRAPHIE

AUTRUM, H.: Tier und Mensch in der Masse. In: Was wird morgen sein? Spectrum, Stuttgart 1966.

BOUGHEY, A.S.: Ecology of populations. Macmillan, New York 1968.

CALHOUN, J.B.: Population density and social pathology. Scientific American, Febr. 1962.

DEEVEY, E.S.: The human population. Scientific American, Sept. 1960.

DORST, J.: Avant que nature meure. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel 1965.

DUVIGNEAUD, P.: Ecosystèmes et biosphère. Ministère de l'éducation et de la culture, Bruxelles 1967.

FAO: Troisième enquête mondiale sur l'alimentation. Rome 1963.

FAO: La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Rome 1966, 1967, 1968.

HOAGLAND, H.: Cybernetics of population control. In: GREEP, R. O.: Human fertility and population problems. Schenkman, Cambridge, Mass., 1963.
KORMONDY, E.J.: Concepts of ecology. Prentice-Hall Inc. 1969.
LEYHAUSEN, P.: Vergleichendes über die Territorialität bei Tieren und den Raumanspruch des Menschen (1954). Ferner: Soziale Organisation und Dichtetoleranz bei Säugetieren (1965). In: LORENZ, K./LEYHAUSEN, P.: Antriebe tierischen und menschlichen Verhaltens. Piper, München 1968.
NACHTSHEIM, H.: Übervölkerung – Zentralproblem der Welt. Bild der Wissenschaft, Stuttgart 1967.
ODUM, E. P.: Fundamentals of ecology. W. B. Saunders Co., Philadelphia/London 1959.
SCHWERTFEGER, F.: Eine integrierte Theorie zur Abundanzdynamik tierischer Populationen. Oecologia. 1, 4; 1968.
ONU: Population and food supply. Basic study Nr. 7, 1964.
ONU: Les perspectives d'avenir de la population mondiale. New York 1966.
ONU: Annuaire démographique 1967, New York 1968, et précédents.
TSCHUMI, P.A.: Bedrohung der Menschheit durch Übervölkerung. Der Sämann 84, 3; 1968.
TSCHUMI, P.A.: Die menschliche Bevölkerungsexplosion. Reformatio, 11/12; 1968.
WYNNE-EDWARDS, V.C.: Population control in animals. Scientific American, Aug. 1964.