



Editorial

Pour une médecine globale, préventive et écologique...

For a global, preventive and ecological medicine...

L'humanité fait aujourd'hui face à un des plus grands défis qu'elle ait jamais eu à affronter, celui de sa propre croissance qui se heurte à la finitude de la planète (1).

La vie a émergé sur terre depuis près de 4 milliards d'années et a traversé 5 crises d'extinction majeure au cours des temps géologiques. Les près de 10 millions d'espèces actuelles (dont moins de 1.5 millions seulement sont décrites) ne constituent que 1‰ des espèces qui sont apparues pendant cette longue période. Notre espèce elle-même, Homo sapiens, s'est différenciée il y a environ 300 000 ans et a survécu longtemps comme chasseur-cueilleur, à quelques milliers ou centaines de milliers d'individus dans des écosystèmes qui assuraient tous ses besoins. L'invention de l'agriculture et de l'élevage au néolithique a profondément changé la structure de ces sociétés, puis la révolution industrielle dans les temps modernes (2). Elles ont conduit en 15 000 ans à passer d'une population mondiale de quelques millions, à 2 milliards de personnes au début du XX^e siècle. En 120 ans, elle a plus que triplé pour dépasser les 7 milliards actuellement. La question de l'approvisionnement en nourriture, en eau et en énergie se pose de manière de plus en plus aiguë, avec des inégalités croissantes entre pays et à l'intérieur de chaque pays, qui sous-tendent la plupart des conflits actuels. Si tous les habitants de la planète avaient le standard de vie moyen des États-Unis (E-U) ou de l'Australie, il faudrait 5 planètes pour couvrir l'ensemble de leurs besoins en ressources et en recyclage, 3 planètes si la référence est le niveau de vie européen, 2 pour la Chine ou le Brésil, et 0,6 pour l'Inde ou la République démocratique du Congo (RDC) (3). Cette notion d'« empreinte écologique » rapportée à un pays, cache bien sûr les inégalités profondes à l'intérieur de chaque pays.

Les scénarios démographiques prévoient que la terre sera peuplée de 7 à près de 17 milliards d'habitants en 2100. Ce que seraient les conditions de la survie de l'humanité dans le cas du dernier scénario s'il se réalise, 2,5 fois la population actuelle, est difficile à imaginer et le fait redouter. Toutes les terres cultivables durablement sont déjà cultivées, et c'est bien l'intensification croissante de la production par unité de surface cultivable qui permet, depuis la révolution verte des années 1950s, de faire face aux besoins alimentaires de ses 7 milliards d'habitants, bien qu'encore incomplètement dans certains pays. Elle a conduit à la stérilisation d'immenses surfaces par épuisement des sols et pollution des eaux. Cette intensification qui se poursuit avec l'augmentation de la population sera par nécessité de plus en plus agro-écologique : il s'agit de préserver le capital « sol » et de minimiser l'emploi des pesticides parmi plus de 155 millions de molécules naturelles ou artificielles recensées (4) dont, seuls ou par leurs combinaisons, l'impact réel ou potentiel sur la santé et les écosystèmes est maintenant patent. Mettre en culture industrielle de nouvelles terres, comme la forêt équatoriale est un pari de court terme suicidaire qui se heurte à la fragilité de ces écosystèmes et de leurs sols, et conduisent, le cas échéant, à leur irréversible stérilisation. La notion de « biodiversité », c'est-à-dire variabilité des organismes vivants de toute origine, et les conséquences de sa dégradation sont souvent mal comprises et sous-estimées. Par son irréversibilité, cette dégradation est bien plus grave que les nombreux problèmes posés par le réchauffement climatique : une espèce perdue ne peut être reconstruite. Le fonctionnement de chaque écosystème dépend de sa capacité à s'adapter aux perturbations (changements environnementaux, dont climatiques, exploitation, etc.). C'est ce qu'on appelle la résilience. Cette résilience tient entre autres à un certain degré de redondance fonctionnelle entre espèces dissemblables, et à la complémentarité des espèces qui le constituent, mises en place par 4 milliards d'années d'évolution lente.

Par exemple, parmi des centaines de milliers de types d'interactions, la minéralisation de la matière organique, ou le contrôle d'espèces potentiellement proliférantes, est assurée par de nombreuses espèces ayant des propriétés différentes et complémentaires. Diminuer le nombre d'espèces effectuant une fonction, c'est diminuer la capacité de l'écosystème à réaliser ces fonctions et à résister aux perturbations. C'est aussi augmenter le nombre d'individus de certaines espèces qui profitent de la niche écologique laissée vide suite à une extinction. Donc dans de nombreux cas, nous le verrons plus loin, c'est créer des conditions idéales d'incubation et d'amplification de certains pathogènes, qui circulent beaucoup mieux dans une population à forte densité génétiquement homogène, que dans une communauté plurispécifique de grande hétérogénéité génétique.

Le besoin alimentaire en protéines a conduit dès le néolithique à développer l'élevage, avec pour conséquence une profonde transformation de la structure même de la biomasse et de la biodiversité à la surface du globe. Par exemple, selon les dernières estimations (5), les 5375 espèces de mammifères sauvages connues ne constituent plus que 4% du total de la biomasse des mammifères, le bétail constituant à lui seul 60%, et l'humanité 36%. Cette destruction hallucinante de la biodiversité, y compris dans d'autres groupes taxonomiques (1,6), ne se compte pas seulement en biomasse, mais aussi en espèces, à tel point qu'il est maintenant établi que nous avons à faire face à la 6ème crise d'extinction majeure des temps géologiques, à un rythme 100 à 1000 fois supérieur aux précédentes. Pour la première fois, c'est une espèce unique Homosapiens, l'humanité, qui en est la cause, s'attaquant ainsi gravement et irrémédiablement à l'écosystème dont il dépend pour sa propre survie.

Les conséquences sanitaires de cette situation sont innombrables. Les plus anciennes tiennent au fait qu'avec la domestication et le stockage dans les greniers, les animaux d'élevage et les rongeurs commensaux, par leur nombre et leur voisinage à l'homme, ont servi d'incubateur et d'amplificateur à de nombreux agents infectieux, par exemple la rougeole dont la phylogénie montre qu'elle a dérivé de la peste bovine au XIème siècle, ou encore la variole dérivée de poxvirus de rongeurs il y a plusieurs milliers d'année, sans compter les nombreuses variantes de « gripes » qui chaque année se propagent à travers la planète, souvent incubées dans les élevages industriels de poulets et de porcs d'Asie et d'Amérique. La densité humaine et les facilités de déplacement sont telles, que l'humanité elle-même s'est placée dans des conditions extrêmement favorables à la propagation d'épidémies à diverses échelles spatiales. Qui plus est, les quantités d'émissions de substances chimiques, de particules, etc., en l'absence de recyclage, créent des conditions environnementales de plus en plus problématiques, non seulement pour la survie des écosystèmes et les services qu'ils rendent, mais aussi pour la santé humaine.

La prévention et la santé publique sont devenus les parents pauvres d'une médecine orientée vers le curatif, appuyée par les dernières avancées technologiques qui ne sont accessibles, dans de nombreux pays, qu'à une minorité de la population. Et pourtant... l'Afrique montre à l'envie la diminution significative de la plupart des grandes endémies pendant la première moitié du XX^e siècle, y compris pendant une période où les antibiotiques n'existaient pas encore, et ensuite la réémergence des anciens fléaux jusqu'à nos jours, malgré les avancées technologiques (7). La démarche éco-épidémiologique « pastorienne » et l'effort porté sur l'hygiène publique et la prévention par le médecin de brousse et l'instituteur jusque dans les campagnes les plus reculées, auxquels a succédé une faillite des états et de leurs services de santé, expliquent en grande partie cette observation. De plus, l'assistance médicale internationale est devenue presque exclusivement d'urgence et de crise, négligeant le fait que les épisodes inter-épidémiques sont les plus favorables à la détection des refuges et des mécanismes socio-écologiques qui maintiennent le pathogène et préparent son émergence. Qui, de nos jours, financera la recherche observationnelle sur le long terme, incluant les composantes écologiques, et préparant l'intervention, quand apparemment aucun problème ne se pose encore ? C'est ainsi que les variantes du

virus du SIDA ont pu incuber sous le radar depuis les années trente pour émerger en pandémie au début des années 1980. L'écologie et la dynamique des populations, et parfois même la taxonomie, de la plupart des espèces hôtes d'agents pathogènes, restent virtuellement inconnues pour la plupart des maladies tropicales (monkeypox, peste, maladie à virus Ebola, etc.).

Le Master d'Écologie des maladies infectieuses, aléas et gestion des risques (ECOM-ALGER) de la faculté de médecine de Kinshasa, est né en 2014. Il s'est donné pour but de former des femmes et des hommes ayant le sens du collectif, capables de s'insérer dans un contexte multidisciplinaire, et de répondre par la recherche-action à la complexité sociétale et écologique de l'émergence des maladies en Afrique. Il s'agit de prendre en compte l'environnement dans sa globalité à travers le fonctionnement épidémiogène de socio-écosystèmes écologiquement et anthropologiquement caractérisés, afin de pouvoir agir sur les déterminants et non seulement tardivement sur les seuls effets. Il se revendique clairement des approches « One Health » ou « Ecohealth » (8), qui reconnaissent les liens inextricables entre la santé de toutes les espèces et leurs environnements. Les chercheurs en Ecohealth et les praticiens mettent en œuvre des approches systémiques, pluridisciplinaires, et intégrées pour optimiser de façon durable les services écosystémiques liés au concept de santé (humaine, animale, des écosystèmes) et optimiser la prévention de l'émergence des maladies (9). Basé sur l'expérience de la lutte contre le choléra en RDC (10-11), il se veut complémentaire des autres formations de santé offertes par la faculté de médecine. Plus d'une centaine d'apprenants y ont été formés et exercent maintenant dans la société civile (ministère de la santé, ONGs, etc.). A ma connaissance, c'est actuellement le seul en Afrique de ce genre à porter cette ambition.

La faculté de médecine, vient de célébrer les 5 ans d'existence du Master ECOM-ALGER, et le lecteur connaissant le contexte, mesurera le degré de persévérance et de conviction de tous ceux qui le font vivre. Il est porteur d'un grand espoir pour enrichir les paradigmes de la médecine dans les secteurs de la prévention et de l'action quelque peu délaissés, de telle manière que celle-ci puisse répondre, en Afrique comme ailleurs dans le monde, aux défis majeurs, écologiques, et en conséquence humains, auxquels nous avons à faire face.

English version

Humanity is facing one of the greatest challenges it has ever faced, that of its own growth that comes up against the finiteness of the planet (1).

Life emerged on Earth nearly 4 billion years ago and went through 5 major extinction crises during geological time. The current 10 million species (of which less than 1.5 million are described) make up only 1% of the species that appeared during this long period. Our species itself, Homo sapiens, differentiated as a species about 300,000 years ago and the population survived as hunter-gatherer for a few thousand or hundreds of thousands of people in ecosystems that ensured all its needs. The invention of agriculture and livestock in the Neolithic has profoundly changed the structure of these societies, then the industrial revolution in modern times (2). They have led in 15 000 years to move from a global population of a few million, to 2 billion people in the early twentieth century. In 120 years, it has more than tripled to exceed 7 billion now. The issue of food, water and energy supply is becoming more and more acute, with growing inequalities between countries and within each country, which underlie most current conflicts. If all the inhabitants of the planet had the living standard of the United States of America (USA) or Australia, it would take 5 planets to cover all their needs for resources and recycling, 3 planets if the reference is the European living standard, 2 for China or Brazil, and 0.6 for India or the Democratic Republic of the Congo (DRC) (3). This notion of "ecological footprint" related to a country, of course hides deep inequalities within each country.

The demographic scenarios predict that the earth will be populated from 7 to about 17 billions inhabitants in 2100. What would be the conditions of the survival of humanity in the case of the last scenario if it is realized, 2.5 times the current population, is difficult to imagine and makes him dread.

All the sustainably cultivable land is already cultivated, and it is the increasing intensification of production per unit of cultivable area, which, since the green revolution of the 1950s, has made it possible to meet the food needs of its 7 billion inhabitants, although still incompletely in some countries. It has led to the sterilization of huge areas by soil depletion and water pollution. This intensification that continues with the increase of the population will be, by necessity, more and more agro-ecological. It is a question of preserving the "soil capital", and to minimize the use of pesticides among more than 155 million of natural and artificial molecules identified (4). Alone or by their combinations, their actual or potential impact on health and ecosystems is now patent. Putting new lands, such as the equatorial forest, into industrial agriculture is a suicidal short-term bet that runs up against the fragility of these ecosystems and their soils, and leads, should it happen, to their irreversible sterilization. The notion of "biodiversity" (the variability of living organisms of all origins), and the consequences of its degradation are often poorly understood and underestimated. By its irreversibility, the degradation of biodiversity is much more serious than the many problems posed by global warming: a lost species cannot be rebuilt. The functioning of each ecosystem depends on its ability to adapt to disturbances (environmental changes, including climate, exploitation, etc.). This is termed resilience. This resilience is due, among other things, to a certain degree of functional redundancy between dissimilar species, and to the complementarity of the species that constitute it, put in place by 4 billion years of slow evolution. For example, among hundreds of thousands of types of interactions, the mineralization of organic matter, or the control of potentially proliferating species, is ensured by many species with different and complementary properties. Reducing the number of species doing the job means diminishing the ability of the ecosystem to perform these functions and to resist disturbances. It also increases the number of individuals of certain species who benefit from the ecological niche left empty by the extinctions. Therefore, in many cases, as we will see later, it creates ideal conditions for incubation and amplification of some pathogens, which circulate much better in a genetically homogenous high-density population than in a multispecific community of high genetic heterogeneity.

Since the Neolithic, the need for protein has led to the development of livestock, which has resulted in a profound transformation of the structure of biomass and biodiversity on the surface of the globe. For example, according to the latest estimates (5), the 5,375 known wild mammal species make up only 4% of the total biomass of mammals, with livestock alone accounting for 60%, and mankind 36%. This mind-boggling destruction of biodiversity, including in other taxonomic groups, is not just about biomass, but also about species, so much so that it is now established that we have to deal with the 6th crisis of major extinction of geological times, at a rate 100 to 1000 times higher than the previous ones. For the first time, it is one species, *Homo sapiens*, humanity, which is the cause of this massive extinction, thus gravely and irreparably attacking the ecosystem on which it depends for its own survival.

The health consequences of this situation are innumerable. The oldest hold in the fact that with domestication and food storage, livestock and commensal rodents, by their number and proximity to humans, have served as incubators and amplifiers to many infectious agents, for example measles, whose phylogeny shows that it was derived from rinderpest in the 11th century, or smallpox derived from rodent poxvirus thousands of years ago, not to mention the many variants of "flu" that spread each year across the planet, often incubated in industrial chicken and pig breeding areas from Asia and America. Human population density and facilitated movements are such that humanity has placed itself in extremely favourable conditions for the spread of epidemics at various spatial scales. Moreover, the

quantities of emissions of chemicals, particles, etc., in the absence of recycling, create increasingly problematic environmental conditions, not only for the survival of ecosystems and for the services they render, but also for human health.

Prevention and public health have become the poor parents of curative medicine supported by the latest technological advances that, in many countries, are only accessible to a minority of the population. And yet... Africa shows to envy the significant decrease of most of the major endemics during the first half of the twentieth century, including during a period when antibiotics did not exist yet, and then the re-emergence of ancient scourges until today, despite technological advances (7). The "Pastorian" eco-epidemiological approach and the effort made by the bush doctor and the teacher in public hygiene and prevention, even in the most remote countryside, followed by the failure of states and their health services, largely explain this observation. In addition, international medical assistance has become almost exclusively emergency and crisis, neglecting the fact that inter-epidemic episodes are most favourable to the detection of refuges and socio-ecological mechanisms that maintain the pathogen and prepare its emergence. Who, today, will fund long-term observational research, including the ecological components, and prepare the intervention, when apparently no problem still arises? For example, variants of the AIDS virus have been able to incubate under the radar since the 1930s and emerge as a pandemic in the early 1980s. The ecology and population dynamics, and sometimes even the taxonomy, of most species reservoirs of pathogens, remains virtually unknown for most tropical diseases (monkeypox, plague, Ebola virus disease, etc.).

The Master d'Ecologie des maladies infectieuses, aléas et gestion des risques (ECOM-ALGER, Ecology of Infectious Diseases, Hazards and Risk Management) of the Faculty of Medicine of Kinshasa, was born in 2014. He set himself the goal of training women and men with a sense of collective, able to fit into a multidisciplinary context, and to respond by action-research to the societal and ecological complexity of the emergence of diseases in Africa. It is a question of taking into account the environment as a whole through the epidemiogenic functioning of ecologically and anthropologically characterized socio-ecosystems, in order to be able to act on the determinants and not only late on the only effects. It clearly advocates "One Health" or "Ecohealth" approaches (8), which recognize the inextricable links between the health of all species and their environments. Ecohealth researchers and practitioners engage in systemic, multidisciplinary, and integrated approaches to sustainably optimize ecosystem services related to the concept of health (human, animal, ecosystems) and to optimize the prevention of disease emergence (9). Based on the experience of the fight against cholera in the DRC (10-11), it is complementary to other trainings offered by the faculty of medicine. More than a hundred students have been trained and now practice in civil society (Ministry of Health, NGOs, etc.). To my knowledge, it is currently the only one in Africa of this kind to carry this ambition.

The Faculty of Medicine has just celebrated the 5 years of the ECOM-ALGER Master's degree, and the reader knowing the context, will measure the degree of perseverance and conviction of all those who make it live. He is a bearer of great hope for enriching the paradigms of medicine in the sectors of prevention and action somewhat neglected, so that it can respond, in Africa as elsewhere in the world, to major challenges, ecological, and consequently human, which we must face.

Références

1. Ripple WJ, Wolf C, Newsome TM, Galetti M, Alamgir M, Crist E, *et al.* World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. *BioScience*. 2017; bix125–bix125.
2. Magny M. Aux racines de l'anthropocène. Une crise écologique reflet d'une crise de l'homme. Lormont: Le Bord de l'Eau; 2019. 386 p.
3. Open Data Platform [Internet]. [cited 2019 Jul 18]. Available from: <https://data.footprintnetwork.org/#/>

4. CAS REGISTRY - The gold standard for chemical substance information | CAS [Internet]. [cited 2019 Jul 18]. Available from: <https://www.cas.org/support/documentation/chemical-substances>
5. Bar-On YM, Phillips R, Milo R. The biomass distribution on Earth. *PNAS* 2018 Jun **19**; 115 (25):6506–11.
6. Vogel G. Where have all the insects gone? *Science* 2017; **356** (6338): 576–9.
7. Steverding D. The history of African trypanosomiasis. *Parasit Vectors* 2008; **1**: 3.
8. Destoumieux-Garzón D, Mavingui P, Boetsch G, Boissier J, Darriet F, Duboz P, *et al.* The One Health Concept: 10 Years Old and a Long Road Ahead. *Frontiers in Veterinary Science* [Internet]. 2018 Feb;5 (14). Available from: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fvets.2018.00014>
9. Patz JA, Daszak P, Tabor GM, Aguirre AA, Pearl M, Epstein J, *et al.* Unhealthy landscapes: Policy recommendations on land use change and infectious disease emergence. *Environ Health Perspect.* 2004 Jul; **112** (10):1092–8.
10. Bompangue D, Giraudoux P, Handschumacher P, Piarroux M, Sudre B, Ekwanzala M, *et al.* Lakes as source of cholera outbreaks, Democratic Republic of Congo. *Emerging Infectious Diseases* 2008 May; **14** (5):798–800.
11. Muyembe JJ, Bompangue D, Mutombo G, Akilimali L, Mutombo A, Miwanda B, *et al.* Elimination of Cholera in the Democratic Republic of the Congo: The New National Policy. *J Infect Dis* 2013 Nov 1; **208** (suppl_1): S86–91.

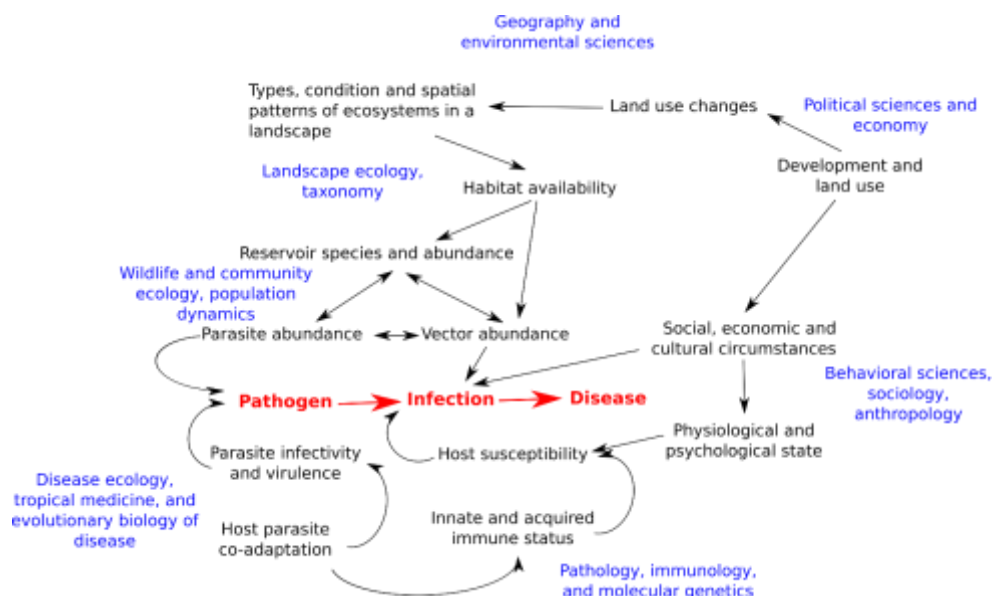


Fig. 1 : Les études médicales portent classiquement sur la seule chaîne causale en rouge. Cependant, le contexte dans lequel se produit l'émergence d'un agent pathogène et d'une maladie est généralement beaucoup plus complexe, multifactoriel, impliquant un grand nombre de causes distales combinées (en noir). La prévention et l'élimination durable de la maladie supposent de comprendre et de prendre des mesures concernant les facteurs clés du système. Un grand nombre de disciplines devrait donc être mobilisé de manière complémentaire (en bleu). Le défi pédagogique consiste à préparer les professionnels de chaque discipline, y compris les médecins, à travailler dans un contexte multidisciplinaire conçu pour comprendre et contrôler les processus menant à l'élimination de la maladie (9) (schéma d'après une idée initiale de Bruce Wilcox).

Medical studies generally focus on the causal chain in red. However, the context by which pathogen and disease emergence occur is much more complex, multifactorial, involving a large number of ultimate causes combining (in black). Prevention and sustainable disease elimination implies to understand and to take action on key-factors in the whole system. A large number of disciplines should therefore mobilize complementarily (in blue). The educational challenge is to prepare professionals, including medics, in each discipline to work in a multi-disciplinary context tailored to understand and control processes towards disease elimination(9) (scheme after an initial idea of Bruce Wilcox).

Patrick Giraudoux

Professeur d'écologie, membre honoraire de l'Institut Universitaire de France ;
Chrono-environnement, Université de Bourgogne Franche-Comté/CNRS, Besançon, France,
Courriel : patrick.giraudoux@univ-fcomte.fr