

les maladies environnementales à venir. La proximité des recherches de Lena Bui et celles de Hui-Ling Yen montre que l'air partagé par les humains et les oiseaux est un espace d'investigation sur les distances, les inégalités et les tensions entre les acteurs d'une mobilisation sanitaire. Ces recherches indiquent que les habitudes quotidiennes et les relations sociales sont bouleversées quand nous prenons conscience des menaces qui planent dans l'air que nous respirons.

<sup>1</sup> <https://www.lenabui.com/voracious-embrace>

<sup>2</sup> Entretien de l'auteur avec Léna Bui réalisé en avril 2018 pour un article paru dans *The Conversation* : <https://theconversation.com/grippe-aviaire-les-virus-sont-ils-toujours-dans-lair-94557>

<sup>3</sup> Cf. J. WEI, J. ZHOU, K. CHENG, J. WU, Z. ZHONG, Y. SONG, C. KE, H. YEN, Y. LI, « Assessing the risk of downwind spread of avian influenza virus via airborne particles from an urban wholesale poultry

market », *Building and Environment* 127, 2017, 120-126 ; X. MAO, J. WU, E. LAU et alii, « Monitoring Avian Influenza Viruses from Chicken Carcasses Sold at Markets, China, 2016 », *Emerging Infectious Diseases* 23(10), 2017, 1714-1717.

<sup>4</sup> Cf. M. JONGES et alii, « Wind-Mediated Spread of Low-Pathogenic Avian Influenza Virus into the Environment during Outbreaks at Commercial Poultry Farms », *PLoS One* 10(5), 2015, e0125401 ; P. S. CHEN et alii, « Ambient influenza and avian influenza virus during dust storm days and background days », *Environmental Health Perspectives* 118(9), 2010, 1211-1216.

<sup>5</sup> Cf. N. LEUNG, D. CHU, E. SHIU, K. H. CHAN, J. MCDEVITT, B. HAU, H. YEN, Y. LI, F. IP, M. PEIRIS, W. H. SETO, G. LEUNG, D. MILTON, B. COWLING, « Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks », *Nature Medicine* 26, 2020, 676-680.

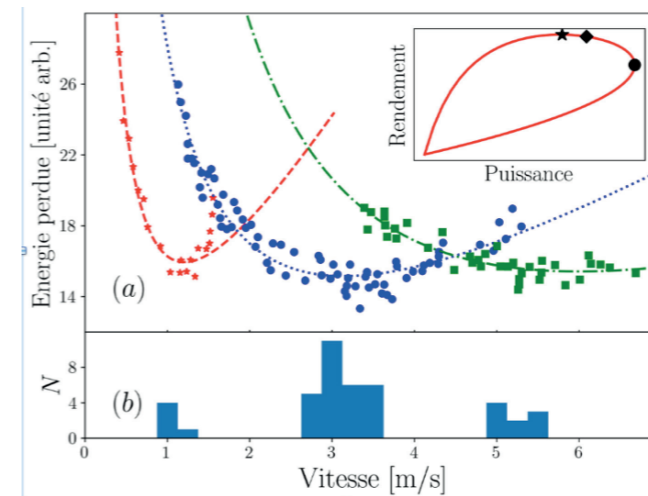
<sup>6</sup> Cf. E. JENNINGS, *Imperial Heights. Dalat and the making and undoing of French Indochina*, Berkeley, University of California Press, 2011 ; J. BROSSOLLET, H. MOLLARET, *Alexandre Yersin. Un pasteurien en Indochine*, avant-propos A. M. MOULIN, Paris, Belin, 2017.

## Penser la résilience. Un regard thermodynamique 2 : de la résilience des organismes à celle des sociétés

Christophe Goupil, Eric Herbert & Henri Benisty<sup>1</sup>

*Des sociétés au pas, au trot et au galop. L'intensité de fonctionnement des sociétés n'a pas toujours été aussi importante qu'aujourd'hui, où, grâce à une énergie encore abondante et peu onéreuse, nous brassons la matière terrestre au point d'atteindre les limites de cette dernière. Cette brève définition de ce qu'est l'Anthropocène questionne directement le point de fonctionnement du « métabolisme » de nos sociétés, qu'on perçoit quotidiennement par son appétit d'énergie et d'objets. Si, en leur temps, les Physiocrates pouvaient penser que la nature, ô aubaine, donne gratuitement<sup>2</sup>, force est de constater au XXI<sup>ème</sup> siècle que la chose n'est plus possible. Depuis la révolution industrielle et l'accès à la réserve d'énergie de stock que sont les énergies fossiles, nous avons utilisé les ressources à un niveau de prédation que l'on peut qualifier de maximal eu égard aux technologies mises en œuvre. Pourtant, l'inefficacité de certaines technologies, permises par le très bas prix de l'énergie, nous a placé dans une situation très éloignée de celle d'un rendement maximal. Quant à la production massive de déchets produits, elle nous montre que la minimisation de la production de ces derniers n'a jamais véritablement été notre souci. La magie d'une certaine « croissance » a semblé en venir à bout, déplaçant la chose du fossé des faubourgs à la décharge du tiers-monde, puis aux grands volumes communs des eaux et de l'atmosphère.*

Cherchons un éclairage du côté du vivant. Une étude récente<sup>3</sup> a montré que l'allure choisie spontanément par un animal pour effectuer un déplacement, ici un cheval, n'est pas déterminée par sa puissance ni par son rendement, mais par la minimisation de la quantité de déchets produite. Ainsi, un cheval laissé libre de choisir sa vitesse fera travailler sa masse musculaire de manière à minimiser l'impact négatif sur son organisme (chaleur, acide lactique), et ce, quelle que soit son allure, au galop, au pas ou au trot. Pour ce faire, il module l'emploi de sa masse musculaire en adaptant le nombre de fibres utilisées ainsi que leur intensité de fonctionnement.



**Fig. 1 :** a) Énergie perdue (chaleur...) par un cheval lors d'un effort sur une distance unitaire. Pour chacune des trois allures (pas : rouge ; trot : bleu ; galop : vert), il existe une vitesse optimale qui minimise la perte énergétique pour parcourir la distance. b) Histogramme des vitesses adoptées par un cheval laissé libre de choisir son effort. Insert : Relation entre le rendement et la puissance produite ; les points de rendement maximal (étoile), puissance maximale (cercle) et production de déchet minimal (diamant), sont clairement des points de fonctionnement distincts<sup>4</sup>.

Les différentes allures du cheval sont obtenues par simple modulation du nombre d'unités musculaires moyennes mises en œuvre, comme un moteur qui fonctionnerait en cylindrée variable en fonction de l'allure du véhicule. En se comportant comme un système composé de plusieurs sous-systèmes quasi identiques, l'organisme vivant parvient à contourner la loi précédemment observée

selon laquelle un système ne peut être à la fois adapté et adaptable. On peut ainsi énoncer deux nouvelles lois issues de l'observation de la nature :

*Placé dans un environnement contraint, le point de fonctionnement durable d'un système est celui pour lequel la production de déchets est minimale.*

Dans le cas où le système doit pouvoir répondre correctement dans des configurations très variées (multiples points de fonctionnement), il doit donc comporter des sous-systèmes complémentaires qui peuvent être activés ou mis en veille. Dans une alternance de vagues épidémiques, la traduction hospitalière de ce constat revient à envisager un système suffisamment équipé en personnels et équipements pour pouvoir mettre en œuvre une réponse adaptée à la nécessité.

### Un monde sobre ou un monde résilient ?

Si la résilience est, jusqu'à un certain point, une qualité bien présente dans la nature, celle-ci ne suffit pas à couvrir tout le spectre des vertus dont nous souhaitons parer nos sociétés. Nous les voudrions sobres, or la nature n'offre pas de réelle réponse sur ce point, sauf à indiquer que ce qui existe fait partie de ce qui est possible. Le credo évolutionniste est de fait assez brutal :

**La chose qui existe fait partie des possibles.  
Tous les possibles ne se réalisent pas<sup>5</sup>.**

Il nous faut donc sonder plus loin pour trouver comment envisager la sobriété pour un système. Si la matière et l'énergie peuvent se disperser, elles se disperseront. Cette déclinaison du second principe de la thermodynamique est implacable : maintenir un système dans un état structuré convenable nécessite des efforts constants que la loi de l'entropie met à mal avec une patience infinie. Maintenir une petite structure simple demande des efforts modérés ; maintenir une structure complexe, c'est-à-dire une structure possédant de nombreux degrés de liberté, demande des efforts à proportion de cette complexité. Comme nous l'enseigne le vivant, l'apport d'énergie et de matière doivent

être suffisants, en quantité mais aussi et surtout en qualité. Nos sociétés sont extrêmement complexes, et reposent sur l'usage massif de technologies de très haute complexité<sup>6</sup>.

Si, aux simples considérations énergétiques et matérielles, on ajoute tous les équilibres géopolitiques et économiques, on atteint des niveaux de complexités sans pareil. Maintenir de tels niveaux de complexité revient à entretenir une horloge de grande précision sans qu'un grand horloger attiré ne veille réellement sur elle. Si toute l'énergie et la matière nécessaires sont à disposition, en quantité comme en qualité, cela ne posera aucun problème. Dans le cas contraire, l'objet devient rapidement défaillant. Dans ces conditions, la complexité conduit rapidement à la fragilité. En présence de tels systèmes, la nature nous enseigne que la résilience réside dans l'acceptation d'un seuil de dissipation et de dégradation raisonnable, qui est parfois loin d'être minimal. Mais accepter de dissiper, accepter de perdre pour durer, n'est pas une loi facile à intégrer.

Pour ne citer que cet exemple, la perte annuelle de la totalité des feuilles de nombreuses espèces végétales n'est pas exactement une solution sobre en termes de production de produits dégradés. Elle est bien entendu compensée par un recyclage naturel de la matière qui passe par l'acceptation d'une contrainte de temps, celui de la dégradation en humus. On le voit, la maintenance de systèmes complexes passe par un compromis majeur qui est celui d'un certain niveau de dissipation et de dégradation, et d'une temporalité qui lui correspond. Le nier revient à ne pas vouloir considérer les externalités négatives quelles qu'elles soient. Or, à l'échelle de la planète, ces externalités négatives ne sont pas externes puisqu'elles sont parties prenantes de cette Terre que nous partageons tous.

La gestion du seuil de dégradation et de dissipation incite à penser la sobriété comme solution à la fragilité de nos sociétés. Mais la chose n'est pas si simple, et la leçon de la nature n'est pas de minimiser la dégradation ou la dissipation : il s'agit seulement de la situer à un niveau qui permette la durabilité (y compris si ce niveau amène d'autres êtres à co-évoluer : symbioses, etc.). Être résilient n'est donc pas

un souci si l'on en possède les moyens. Mais est-ce compatible avec une sobriété assumée ?

### La sobriété en question

Comment penser une société pour qu'elle soit à la fois performante, sobre et durable, et, de plus, résiliente ? L'horloge de grande précision dont nous parlions se doit d'être résiliente et sobre, capable de résister aux chocs, mais aussi, dans une certaine mesure, au manque de pièces de rechange, de graissage et autres entretiens. La résilience est donc cette capacité à fonctionner correctement dans des environnements variés, voire dégradés, et en présence d'évènements traumatisants. La bio-inspiration peut ici encore nous aider à porter un regard éclairé. En effet, traverser des situations diverses et fonctionner sous conditions variables, voire extrêmes, est un problème récurrent pour le vivant. Nous l'avons évoqué précédemment, la sobriété n'est pas, en soi, une caractéristique de la nature. La résilience, quant à elle, mérite d'être questionnée. Ainsi les mammifères excellent à peupler toutes les latitudes de la planète et tous les climats... mais ils ne sont pas nécessairement énergétiquement sobres, comparés à d'autres espèces dites « à sang froid ».

Il s'agit là d'une résilience vis-à-vis de conditions d'environnement variées, obtenue au prix d'une dépense énergétique conséquente comparée à celles d'autres animaux comme les reptiles, par exemple. La consommation énergétique des reptiles est largement inférieure à celle des mammifères, moyennant des modalités de vie plus réduites. Résilient ou sobre, tel semble être le dilemme.

La résilience a donc un coût, et maintenir une température constante n'est pas une solution économe en matière de rendement énergétique. Pourtant, c'est une solution visiblement gagnante tant que les ressources sont au rendez-vous ! Être dispendieux n'est jamais un problème si on peut se permettre de l'être.

Les solutions sobres sont moins gourmandes en ressources, mais elles sont plus sensibles aux aléas. La sobriété impose une forme de constance des conditions de vie au cours du temps. (Constance qui peut être une périodicité reproductible et intégrée au cycle,

l'annualité pour nombre d'animaux, d'insectes par exemple, les insectes sociaux de type abeilles ou guêpes montrant de plus une adaptation collective du cycle du nid, pas de l'individu). C'est bien la capacité à mettre rapidement en œuvre une énergie importante qui permet cette adaptabilité du mammifère. C'est cette même capacité de mobilisation énergétique qui permet à une société de réagir vite et fort, pour peu qu'elle ait les infrastructures nécessaires. C'est aussi là que se joue la résilience : avoir à tout moment à disposition des infrastructures nécessairement surdimensionnées capables de répondre et d'encaisser le choc qui advient.

La solution résiliente et la solution sobre entrent donc en conflit. Car si la sobriété se limite à baisser le point de fonctionnement en consommant moins de matière et d'énergie, rien ne garantit une quelconque capacité à la résilience. Nous nous aveuglons bien vite avec des mots désirables en leur attribuant plus de vertus qu'ils n'en véhiculent.

La sobriété et la résilience définissent deux situations qui semblent finalement n'avoir rien en commun. En période de pandémie, la résilience est de mise, car c'est elle qui garantit la capacité à réagir au traumatisme avec force et rapidité. La sobriété n'est d'aucun secours car elle ne permet pas de répondre à une demande massive et rapide. Son infrastructure trop légère ne lui en donne pas les moyens. Sur les tendances longues<sup>7</sup>, en revanche, c'est-à-dire en dehors de transitions brutales, si la ressource devient rare, la structure sobre parvient à perdurer là où la structure résiliente, mais gourmande, ne parvient pas à se maintenir.

La sobriété nous parle d'époques stables sur le long terme ; la résilience nous parle du temps court et d'évènements brutaux.

Quid de la combinaison ? Penser une sobriété résiliente est un tour de force. Cela revient à envisager une multiplication de solutions alternatives qui puissent être maintenues en veille durant des temps longs, et activées uniquement dans les périodes de traumatisme. Il convient alors de multiplier les sous-systèmes, mais aussi de tenir à disposition l'énergie, la

matière et des procédés de transformation de cette dernière. Nous avons là un plaidoyer pour les économies de cycles courts. Mais attention, cycle court dans l'espace ne signifie pas que le temps du cycle soit lui aussi court. Le temps de la biologie nous enseigne qu'il existe des temporalités incompressibles. L'accès à l'énergie abondante et de faible coût nous a fait oublier l'existence même d'un temps biologique. Les saisons ont disparu de nos tables, et, avec elles, la perception du monde vivant. Maintenir à la fois la sobriété et la résilience impose d'avoir au préalable capitalisé sur les moyens de cette dernière, sans quoi la sobriété risque de virer tout simplement à la précarité. En d'autres termes, il s'agit de généraliser le concept des greniers à blé qui permettaient de passer l'hiver. Jusqu'à une époque récente, nos sociétés étaient parvenues à mettre à distance de nombreux et terribles aléas, mortalité des enfants et des femmes en couches, mauvaises récoltes, pour ne citer qu'eux. Cette facette de ce qu'on a nommé « progrès » était due entre autres à l'amélioration des conditions sanitaires et à la mise en place de flux alimentaires mondiaux. Mais si les greniers à blé du monde existent encore<sup>8</sup>, force est de constater qu'il n'en est pas de même dans le secteur de la santé, ni probablement dans celui de l'énergie ou de l'éducation et de la recherche. Dans ces secteurs, nous avons réduit nos greniers au strict minimum<sup>9</sup>. Dans les dernières décennies, les politiques de recherche de performance associées à une baisse des coûts nous ont placé dans une situation intenable où nous avons cru qu'il était possible d'avoir un système à la fois résilient et sobre, alors qu'il n'est ni l'un ni l'autre.

L'illustration cruelle de la non résilience du système de santé en période de Covid-19 se passe de commentaire. Notre système échappe, pour l'heure, à la sanction qui guette l'objet fragile : la rupture. Mais tiendra-t-il sur le long terme ? Moyennant un confinement strict nous avons tenu, en quelque sorte, le fragile verre à distance d'un trop grand choc. Maintenir la capacité du système de santé à traverser une crise sanitaire majeure impose de disposer en permanence d'un plateau technique suffisant mais surdimensionné hors période

de crise. Une telle configuration offrirait, si elle existait, une résilience sans égal, mais pour un coût important en termes de matière et d'énergie. Ce coût serait à comparer à celui des conséquences sanitaires et économiques du sous-dimensionnement actuel. Les économies de court terme coûtent parfois finalement plus que les dépenses de long terme. Réparer un objet brisé peut coûter beaucoup plus cher que garantir sa simple protection.

Cette illustration malheureusement d'actualité dans le domaine de la santé est transposable au cas de l'énergie, de l'éducation et de la recherche. Dans le secteur de l'énergie, cela conduirait purement et simplement à l'arrêt du système puisque sans énergie plus rien n'est possible.

Le cas de l'éducation et de la recherche est moins immédiat mais tout aussi dramatique, car une société qui ne maintient pas ses connaissances, qui n'en fait pas un capital irrigué par le renouvellement des générations est une société qui peu à peu tombe dans la dépendance.

Dans les évolutions observées dès qu'internet a passé le cap de l'adolescence, vers 2010, des monopoles informationnels se sont recréés – les fameux GAFAM –, et s'ils n'ont pas de suzeraineté explicite sur nos structures nationales ou supranationales, ils n'en sont pas moins lourds de vassalités pour le XXI<sup>ème</sup> siècle, comme l'ont pressenti diverses vigies<sup>10</sup>. L'éducation a été l'alliée la plus sûre de l'émancipation dans nos sociétés, et elle est encore la clé de graves questions politiques dans les pays « moins avancés » où l'éducation des filles est sans conteste le meilleur moyen de gérer la natalité et les choix de population de très long terme. Il est donc important de savoir où, entre sobriété et résilience, nous pouvons situer un curseur pour l'éducation en temps de crises.

Sur le plan non pas sociétal mais davantage matériel, nos sociétés se veulent performantes grâce à une organisation comptable rationalisée à l'extrême. Ceci nous a conduit à l'achat de gants et autres masques fabriqués au bout du monde, sans souci de sobriété ni de résilience, et encore moins d'environnement. Ce même

comportement de court terme nous a aussi conduit à fermer des centres de recherche qui nous font aujourd'hui cruellement défaut. Le super moteur comptable, parfaitement optimisé, ne pense pas aux externalités négatives et ne pense jamais à demain. Hyper-optimisé sur le seul critère comptable, il est tout simplement incapable de s'adapter si d'aventure la colonne associée au risque n'existe pas dans le tableur, œillère dépourvue de toute excellence, dira-t-on en détournant son nom. Cette logique implacable ne peut conduire qu'à un effet domino : la « sobriété » sous l'œillère comptable implique la baisse des dépenses, donc la disqualification de tout bien ou service de prix supérieur à une cible. Le degré de sobriété ou de résilience que présente le produit n'entre pas dans la décision, et les greniers de stockage nécessaires sont supprimés par la recherche de flux tendus tellement plus rentables à court terme.

Maintenir les plateaux techniques de santé hors des périodes de crise est nécessairement dispendieux, mais c'est le prix à payer pour une réelle résilience. Celle-ci a un coût incompressible en énergie, en matière, et donc un coût financier. Réduire les coûts, c'est accepter de perdre en résilience et se laisser aller au mirage du rendement.

Dire que l'on peut faire autant avec moins de moyens est un leurre. Maintenir une société au niveau de performance donné, en matière d'accès à la santé, à l'énergie et à la nourriture, a un coût plancher associé.

À l'échelle d'une société, la résilience signifie qu'au travers de la crise, chaque citoyen trouve nourriture et santé, vêtement et abri. Cette résilience suppose que les secteurs essentiels (Santé, Éducation, Énergie, Logement) soient garantis par l'État (ou, un peu plus en nuance, par une entité démocratique capable de planification sans œillères de cible comptable).

Ces questions ne se posent jamais les jours de beau temps, de paix et d'abondance. Ceci contribue à perpétuer le mirage qui aveugle à la fois les tenants d'une sobriété avancée pour tous, et ceux d'une gestion au cordeau des infrastructures publiques communes. D'autres

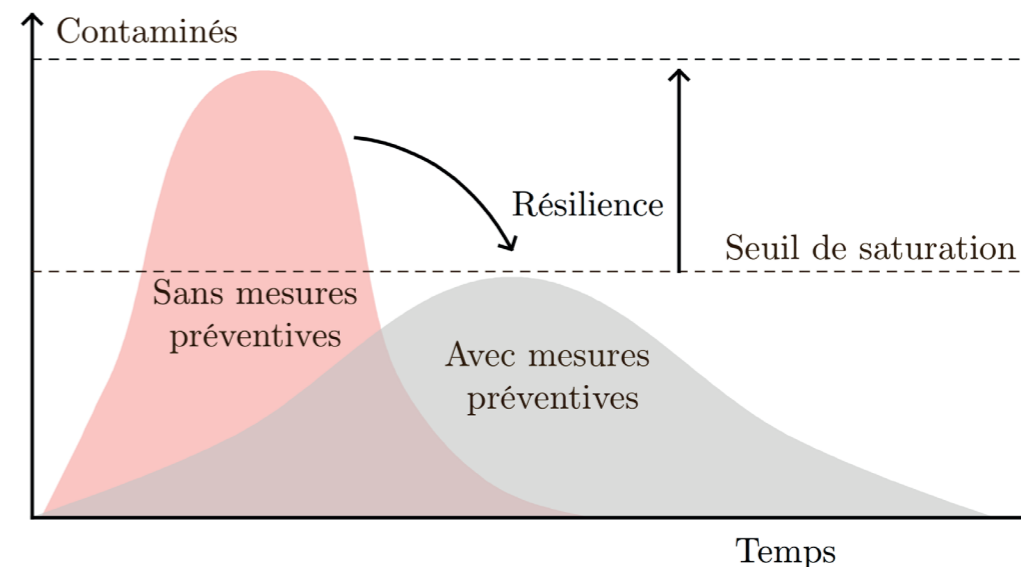


Fig. 2. Une « stratégie » en période de pandémie.

disciplines que les sciences et techniques questionnent ces sujets avec des outils qui leur sont propres, et un regard tout aussi acéré<sup>11</sup>. Les lois de la thermodynamique sont ici implacables, et nous montrent que le système le plus structuré et le plus performant est nécessairement un gouffre d'énergie et de matière, avec la production de déchets qui en résulte<sup>12</sup>.

Le problème sous-jacent est de nouveau celui du temps. Les énergies fossiles nous ont fourni l'aubaine de pouvoir faire beaucoup et vite. Aujourd'hui, un compromis s'impose : faire moins et aussi vite, ou faire autant mais sur une durée plus longue. Ce temps long est celui nécessaire au recyclage. Le recyclage naturel de la biomasse s'étend sur des durées comprises entre un an et quelques dizaines d'années ; dans le cas de matériaux synthétiques, ces durées explosent pour dépasser parfois les milliers d'années.

Il y a clairement une collision entre les temps associés aux vivants et ceux que nous imposons désormais à la nature. La conséquence est que le système Terre ne peut plus fonctionner sur ses rythmes habituels, et dérive peu à peu, puis plus vite, vers des dynamiques rapides de changement climatique. Maintenir nos niveaux de vie actuels, avec tout ce que recouvrent ces termes, nécessite un apport en

matière qui va nous manquer, et un apport en énergie que seules les énergies fossiles sont à même de fournir, ce qui n'est pas la solution. La compétitivité tant vantée et recherchée jusqu'à une date très récente<sup>13</sup> est un élément supplémentaire qui rend le puzzle plus difficile à résoudre.

La célèbre courbe des stratégies en période de pandémie résume le propos : la position de la ligne de capacité en lits d'un pays détermine directement sa fragilité. Étant fragile, le système ne doit en aucun cas être frappé au-delà de son seuil de rupture, sinon il s'effondre. Une fois de plus, est résilient, donc non fragile, le système dans lequel l'investissement a été fait en amont. La compétitivité tend nécessairement à abaisser la position de cette ligne, rendant une fraction de la population de plus en plus vulnérable.

### Résilience et principe de précaution

Il nous faut accepter que le risque zéro n'existe pas, et que le principe de précaution dans sa version la plus stricte relève de l'utopie<sup>14</sup>. On lui opposera l'utopie anti-précautionniste<sup>15</sup>. Sans une approche statistique, et sans une évaluation des coûts, ce débat n'a pas sens. Certes, avec un argument de bon sens précautionneux, et dans un monde sans limites matérielles ni énergétiques, la France pourrait maintenir en

permanence 100 000 lits d'urgence, 6 milliards de masques et autant de blouses. Notre société serait sanitairesment résiliente, c'est certain.

Le débat sur ce supposé antidote au risque que se veut être le principe de précaution se réduit hélas à une joute intellectuelle hors-sol si nous ne considérons pas le coût de la résilience. Ce principe de précaution est un Éden fantasmé. Ses promoteurs le voient comme garant d'un espace sécurisé ; ses détracteurs voient dans son abolition une affirmation de la liberté d'entreprendre. Si une formation de tous aux bases de la science des probabilités est elle aussi une utopie, il faut bien admettre que les éléments pour l'émergence d'un dialogue restent à trouver, car la transition écologique et la statistique sont sœurs de lait. Le risque est la mesure d'une probabilité d'exposition à un danger potentiel. Il est bien connu que c'est la dose qui fait le poison<sup>6</sup>.

Le risque n'est pas une observable au sens où il peut se mesurer comme le serait, par exemple, une température ou une pression. Il s'agit d'une construction partiellement subjective d'observables. De l'évaluation du risque découle la norme, qui n'est pas une grandeur scientifique mais une construction sociale, différente selon les cultures. Mais c'est cette norme qui servira, *in fine*, de jauge. En se transformant en norme, la donnée scientifique devient une construction sociale. Son évaluation est nécessairement aussi de l'ordre du social, du simple fait que bon nombre de ces facteurs sont eux-mêmes dans la sphère des faits sociaux. Ainsi par exemple le degré de discipline en période de contamination et de circulation d'un virus comme le Sars-Cov2, ou l'adoption – ou pas – d'une application de traçage des contacts contagieux.

### Vers une résilience durable ?

Que souhaiter pour nos sociétés ? La résilience certes, mais à quelles conditions ? La résilience élastique, par laquelle, quel que soit le choc qu'elle reçoit, elle retrouve son état précédent ? Vouloir que les sociétés ne conservent aucune trace ni cicatrice du choc subi est illusoire ; ces sociétés, fragiles au premier sens du terme, ne sont en rien désirables.

Souhaitons-nous des sociétés qui garantissent que le *Business as usual* reste possible après la vague ? Dans une perspective de transition écologique, rien n'est moins sûr, et c'est une bonne nouvelle, car cette stratégie est terriblement consommatrice de ressources. La plasticité qui permet la déformation et évite la brisure nous semble souhaitable. Mais dans ce cas, demain ne ressemblera plus jamais à aujourd'hui, or il faut bien un peu d'élasticité pour garder des repères. Malheureusement, ce souhait de garder une marge élastique convenable entre rapidement en collision avec nos désirs de sobriété. Il nous faut avoir les moyens de notre sobriété, sinon ce que nous appelons de nos vœux sobriété ne sera de fait qu'une précarité. Tout cela est contraint et bien contraint, et la durabilité telle que nous pouvons l'observer dans le vivant est la clé. Le vivant est la manière la plus sophistiquée par laquelle le flux d'énergie solaire modifie la matière pour réaliser les structures les plus complexes sur notre Terre. Traduit dans les mots de nos existences, cela revient à produire à la fois de façon renouvelable mais surtout durable, dans un monde où la quantité de matière est limitée. Le soleil étant *in fine* le seul apport d'énergie, toutes les espèces vivantes se tiennent à leur place, consommant durablement la part d'énergie qui leur est allouée dans cette longue chaîne trophique. Une seule espèce, la nôtre, consomme grâce aux énergies fossiles, donc mortes, une quantité d'énergie qui dépasse d'au moins un ordre de grandeur celle que l'animal humain devrait consommer dans un monde durable. Il s'agit d'un appel pressant à se reconnecter au monde vivant, à toutes les facettes de ses métabolismes, à ses flux et ses temps. Nous ne sommes plus ces maîtres qui nomment et dominent chacune des espèces de la création. Une certaine pandémie nous force à admettre que le gros ne mange pas toujours le petit.

<sup>1</sup> Laboratoire Interdisciplinaire des Énergies de Demain, LIED.

<sup>2</sup> F. QUESNAY, *Essai sur l'administration des terres*, Paris, Jean Thomas Hérissant Libraire, 1759.

<sup>3</sup> E. HERBERT, H. OUERDANE, Ph. LECOEUR, V. BELS & C. GOUPIL, « Thermodynamics of animal locomotion »,

*Physical Review Letters* 125, 228102, <https://arxiv.org/abs/2004.02661>

<sup>4</sup> *Ibidem*.

<sup>5</sup> L'Évolution n'est pas la loi du meilleur, mais la loi du vainqueur, ce qui est très différent.

<sup>6</sup> Un circuit électronique contient des éléments chimiques qui sont dosés à des concentrations relatives de 10, ce qui signifie une ingénierie de très haute technicité.

<sup>7</sup> F. BRAUDEL, *Civilisation matérielle, économie et capitalisme XVe-XVIIIe siècle*, Paris, Armand Colin, 1979.

<sup>8</sup> Voir <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr/>

<sup>9</sup> Il a suffi d'incendies en Russie à l'été 2010 suivis par une perte des récoltes pour engendrer les premières émeutes du printemps arabe.

<sup>10</sup> B. STIEGLER, *De la misère symbolique*, Paris, Flammarion, coll. « Champs Essais », 2013 ; E. Morozov, *The Net Delusion : the Dark Side of Internet Freedom*, New York, PublicAffairs, 2011.

## Hikari, la partenaire idéale

Zaven Paré<sup>1</sup>

*En 2017, les films Blade Runner 2049 (Denis Villeneuve) et Ghost in the Shell (Rupert Sanders) ont rendu vraisemblable des interactions simultanées aussi bien avec des serveurs vocaux, des androïdes ou des hologrammes, en insérant différents êtres augmentés en un même contexte. La Gatebox est, elle, un produit grand public japonais lancé en 2016. Il s'agit d'un serveur vocal, incarné par le personnage virtuel bleuté d'Hikari Azuma, une créature 3D de 20 cm sortie d'un anime (série d'animation ou film d'animation japonais).*

Hikari a 20 ans et change de tenue selon l'heure. Assistante de maison et compagne, elle évolue encapsulée dans le tube de verre d'un dispositif du format d'une machine à café. Hikari peut être invoquée par la voix ou en utilisant un bouton sur la base de l'appareil. La voix de l'actrice (et *voice actress*) Hiyamizu Yuka contribue à l'attrait du personnage. Ce dispositif utilise des technologies de communication, de reconnaissance vocale et faciale, de capteurs de suivi, de luminosité ambiante, d'humidité et de température. Son IA se met à jour automatiquement et communique via la messagerie Line. Comme le dit son créateur Takechi Minori :

« Gatebox est le premier robot domestique virtuel qui permet de vivre avec votre

<sup>11</sup> Cf. B. LATOUR, « La crise sanitaire incite à se préparer à la mutation climatique », *Le Monde*, 25 mars 2020.

<sup>12</sup> C. GOUPIL & E. HERBERT, « Adapted or Adaptable : How to Manage Entropy Production ? », *Entropy* 22(1), 2020.

<sup>13</sup> Appel lancé par le Medef le 12 mars dernier pour rendre l'outil productif plus compétitif.

<sup>14</sup> Dans sa limite stricte : si une substance ou un protocole n'a pas démontré sa totale innocuité, il doit être interdit. Cette définition invalide *de facto* un principe de précaution stricte au sens où la « totale innocuité » est par définition indémontrable.

<sup>15</sup> M. CALLON & P. LASCOUMES, « Covid-19 et néfaste oubli du principe de précaution », *AOC media Analyse Opinion Critique*, 27 mars 2020.

<sup>16</sup> La dose faisant le poison, la question du risque est une question de seuil défini acceptable au sein d'une société. Le choix du charbon ou du nucléaire en est un exemple.

personnage préféré. [...] L'amour dépasse toutes les dimensions. »

L'idée de la Gatebox mûrit en 2014 et coïncide avec deux autres lancements : l'humanoïde Pepper par Softbank et l'enceinte tubulaire de l'assistant vocal Amazon Echo. Le premier est un robot sans grande personnalité et le second un *chatbot* (dialogueur ou agent conversationnel) dans une borne. La Gatebox comporte, elle, un logiciel qui se matérialise sous la forme d'une interaction sociale et n'a pas besoin de mode d'emploi.

Son IA est basée sur une stratégie de *communication narrative* et de *data storytelling*. Différents biais de perception et d'interaction sont pris en compte pour établir la mise en relation. Ces paramètres suggèrent des présupposés