

Vers une nouvelle révolution industrielle ? L'entropie et ses enjeux

Retranscription de l'entretien autour du 1^{er} chapitre du livre Bifurquer, organisé par l'AAGT le 1^{er} juillet 2020

Maël Montévil : Nous allons donner aujourd'hui un aperçu du premier chapitre de Bifurquer qui porte sur la science, l'anti-entropie et l'exosomatization.



La science depuis Newton, depuis la révolution industrielle, a un rôle central d'organisation de la société et de la production. La manière dont elle intervient va dépendre de l'épistémologie qui la constitue. La première épistémologie qui la constitue est l'épistémologie classique issue de Newton. C'est une épistémologie très particulière où les équilibres sont spontanés et où le monde est fondamentalement conservatif. Rien ne se perd, rien ne se crée, l'énergie est conservée et les lois sont les mêmes lorsque le temps avance. Donc tout est très conservatif. Cette épistémologie a été appliquée par exemple en économie avec l'idée que la balance des paiements entre les États (l'idée de Hume) s'équilibrait spontanément. Et donc dans ce cadre épistémologique la réflexion n'a pas besoin d'intervenir, l'équilibre est spontané et optimal.

Avec la révolution industrielle, ce type de conception a été appliquée à la conception de machines, machines qui fonctionnaient spontanément, fabriquaient spontanément ce qu'il fallait produire. Dans cette situation l'ouvrier devient prolétaire dans le sens où il perd ses savoirs parce que les savoirs sont passés dans la machine, savoirs qui permettent de produire ce qu'on cherche à produire. Cependant avec la révolution industrielle est intervenue une révolution scientifique qui est la thermodynamique et l'introduction du concept d'entropie. La thermodynamique était absolument nécessaire pour comprendre les machines thermiques, machines à vapeurs, et fait intervenir l'entropie qui est une grandeur qui ne peut qu'augmenter dans un système isolé.

Augmenter dans un système isolé, ça veut dire qu'elle oriente le temps. Il y a un avant et un après. Et les lois ne sont plus les mêmes si on inverse le temps. Ce cadre scientifique a conduit à des interrogations cosmologiques c'est à dire que l'augmentation de l'entropie donnait la perspective de la mort thermique de l'univers. C'est à dire l'idée que l'univers va vers une dégradation progressive jusqu'à une situation où plus rien ne peut vraiment se passer. Mais la question de l'entropie a été très peu intégrée dans les conceptions économiques qui restent dominées par la question des équilibres et donc un cadre plus newtonien.

En biologie la question de l'entropie, somme toute, a été assez peu intégrée mais a quand même été intégrée par certains théoriciens, à commencer par Schrödinger. La question que Schrödinger pose c'est comment se fait-il que les êtres vivants restent dans une configuration d'entropie basse ? Alors, si on regarde bien le second principe de la thermodynamique, ce n'est pas une contradiction. C'est à dire que cette situation est possible parce qu'il y a des flux avec l'extérieur. L'entropie ne doit augmenter que dans un système isolé. Dans un système ouvert, l'entropie peut aussi diminuer ou rester basse.

Cependant, le concept d'entropie et d'entropie basse n'est pas suffisant pour comprendre le vivant. Une autre évolution industrielle a été initiée par le concept d'information qui a deux faces : l'information informatique au sens de calcul, au sens de logique mathématique, d'un côté, et la théorie de l'information au sens de Shannon, qui décrit la transmission fidèle d'un message écrit, par exemple. Ces cadres ont radicalement changés l'organisation de la société, avec derrière, l'idée que finalement, l'activité intellectuelle serait un processus d'informations par analogie avec l'ordinateur et avec la transmission de l'information.

Ceci a conduit à une deuxième vague de prolétarisation, c'est-à-dire de perte de savoir, au sens où, à la fois certaines activités qui avant étaient faites par des humains sont faites par des systèmes de traitements de l'information, mais aussi au sens où la manière dont les humains travaillent tend à imiter ces systèmes de traitement de l'information. Ce n'est pas les systèmes ou les dispositifs de traitements de l'information qui remplacent les humains parce qu'ils font ce qu'ils font. C'est les deux qui convergent, dans ces situations-là. Et cette vague de prolétarisation elle passe aussi par le développement de la consommation - le *consumer capitalism* - où ce ne sont pas seulement les producteurs qui sont prolétarisés, qui perdent leurs savoirs, mais aussi les consommateurs qui sont définis comme tels, dont l'activité est prescrite par le marketing.

Alors, maintenant, pourquoi ce cadre informationnel est insuffisant, pour comprendre le vivant et après, pour comprendre ce que nous devons faire face à la crise actuelle ? En fait, cette notion d'information, qui rejoint en un sens l'idée de Schrödinger selon laquelle les êtres vivants sont caractérisés par une entropie (au sens physique) qui serait particulièrement basse, est une idée beaucoup trop imprécise. C'est-à-dire que certes, l'entropie des êtres vivants est basse mais les êtres vivants sont aussi organisés. C'est-à-dire que la manière dont ils sont configurés leur permet de survivre, de se reproduire et aussi de générer des nouveautés qui feront le fonctionnement de leurs corps, après.

Donc, par analogie, dans la théorie de l'information, on ne s'intéresse pas au sens des messages, on s'intéresse juste à transmettre des messages déjà écrits. Ce qui fait qu'un message qui n'a aucun sens peut avoir une quantité d'informations aussi élevée qu'un message qui a un sens. Ce qui fait qu'un texte écrit par un enfant de cinq ans, tapé même, par un enfant de cinq ans a autant d'information qu'une pièce de Shakespeare.

Bernard Stiegler : Selon cette vision ...

M.M : Selon la théorie de l'information. Mais avec cette idée vraiment, je pense, que la théorie de l'information à la base, elle est faite pour transmettre, par exemple, un texte écrit. Et donc de le transmettre fidèlement. C'est ça son problème. Son problème n'est pas de savoir en quoi ce texte contribue au fait que la société fonctionne, par exemple.

B.S : Très concrètement ça conduit à la compression de messages, que ce soit des messages textuels ou des messages sonores, des messages de l'image. Et donc cette compression d'image a

permis, en éliminant énormément de redondance, de faire passer dans des paires de cuivre comme on dit des images complexes.

M.M : Avec le pendant de l'information, l'opposé c'est le bruit. Le travail originel de Shannon est le bruit, justement, comment transmettre un message fidèlement dans un canal bruité. Et donc le bruit n'a absolument aucun sens, ne peut pas intervenir de manière positive. Alors que précisément, dans la biologie de Darwin, la variation aléatoire permet, en tout cas contribue à permettre l'émergence des organisations biologique. Ce n'est donc pas un cadre adéquat, c'est un cadre qui n'est pas suffisant, mais qui peut être opérationnel parfois. C'est à dire qu'il peut être déployé mais ça ne veut pas dire qu'il permet de comprendre. Ça permet de faire des calculs.

Pour aller plus loin, je parlerais un peu du concept d'*anti-entropie*, que l'on a introduit avec Francis Bailly et Giuseppe Longo. L'idée c'est n'est pas de rester sur l'entropie physique, mais d'ajouter une autre quantité distincte, même si elle s'articule avec l'entropie, qui sert précisément à décrire l'organisation biologique en tant que telle. Le pendant de l'entropie c'est la production d'anti-entropie, c'est-à-dire la production de nouveauté. Avec cette idée que dans l'Anthropocène, de nombreux processus viennent détruire de l'anti-entropie, voir viennent empêcher la production d'anti-entropie, c'est à dire la production de nouveauté fonctionnelle.

B.S : Alors ces travaux, que nous avons commencé à explorer il y a quelques années, d'abord avec Giuseppe Longo, il y a six ou sept ans - ça a commencé comme ça - c'était beaucoup, au départ, lié aux problèmes de l'automatisation. Ils nous ont conduit, avec Maël qui vient de parler et avec un certain nombre d'autres interlocuteurs, que je ne vais pas citer ici mais qui sont signataires de ce livre ou qui ont contribué à son écriture, à reprendre des questions qui ont été ouvertes par Alfred Lotka en 1945. Plus tôt d'ailleurs : dès les années 1920, après que Lotka ait commencé à approcher ces questions, disons, en particulier cette idée de l'évolution des êtres humains qui serait différent de celle des animaux, donc qui ne serait pas soumis à la sélection naturelle darwinienne. Lotka a synthétisé ça dans un très court texte, de 20 ou 25 pages, qui a été en particulier lu et commenté par Nicolas Georgescu-Roegen. Tous les deux étaient des mathématiciens émigrés aux États-Unis. Tous les deux s'intéressaient à la biologie, mais Georgescu-Roegen était économiste et Lotka Biologiste. Georgescu-Roegen a popularisé un concept qu'on appelle la bio-économie, qui est à mon avis basé sur un malentendu.



Je voudrais redire, reformuler, résumer ce que vient de dire Maël. Nous, nous disons ... quand je dis « nous », dans ce livre Bifurquer, c'est un projet aussi - c'est un livre mais ce livre est une arme pour conduire un projet. Enfin une arme, c'est peut-être un peu agressif. Un instrument, disons, pour conduire un projet. Et ce projet c'est de lancer ce que nous appelons des « territoires laboratoires », qui vont faire des expérimentations de développement disons durables, sinon soutenables, qui soit compatibles avec une économie distribuée à plusieurs niveaux.

La nano-économie, c'est l'économie domestique - quand je fais mes courses, je suis dans la nano-économie, j'économise au maximum, j'essaie d'acheter les meilleurs produits, le moins chère possible. Si je suis membre de la « génération Thunberg », j'essaie de venir à patinette ou à vélo plutôt qu'à métro, voire en taxi, etc. [rires]. Il y a une micro-économie et ça c'est très très important, la micro-économie : elle est locale, et elle rencontre Schrödinger, puisque Erwin Schrödinger a posé que la néguentropie que le vivant génère [l'est temporairement et localement].

Ce n'est pas exactement ce que pense Maël d'ailleurs, parce que l'on n'est pas complètement en phase sur tout. Il y a des choses sur lesquelles on n'a pas complètement exploré les sujets jusqu'au bout. Mais moi je fais partie de ceux qui considère qu'appliquer le mot néguentropie à la physique ce n'est pas acceptable, voilà. Que le mot néguentropie doit être limité au vivant. Parce que sinon on fait une confusion entre l'ordre et le désordre d'un côté, et l'entropie et la néguentropie de l'autre. Et à ce moment-là on donne raison à une vision de génération de l'ordre par le bruit qui vient de la physique, c'est-à-dire des structures dissipatives d'Ilya Prigogine, et qui à mon avis n'apporte rien du tout à la biologie. Ça ne veut pas dire qu'elle ne lui apporte rien du tout, mais voilà ... je pense qu'elle peut induire en erreur.

Alors si je dis cela c'est pour une raison bien particulière : c'est parce que Schrödinger lui, par contre, forge le concept d'entropie négative qui ensuite va être transformée en « néguentropie » par Brillouin. Schrödinger pose très précisément que cette entropie négative ne peut se produire qu'à l'échelle locale. Donc elle ne peut pas se séparer des relations d'une organisation avec son milieu. Si on quitte le milieu, d'abord l'organisation, on peut imaginer que l'organisation se déplace - par exemple, il y a des gens qui migrent. Une tribu gitane qui est au cœur de la bohème il y a 50 ans, et qui est aujourd'hui en Seine-Saint-Denis elle a sûrement dû transformer pas mal de chose.

Cette localité est conditionnée par le milieu environnant. Ça, c'est extrêmement important. C'est extrêmement important parce que là on commence à trouver des questions, disons, liées à l'anthropocène, liées au réchauffement climatique, liées aux perturbations, qui sont générées par ce que j'appelle moi l'anthropie, avec un "a" et un "h". Qui reprend le concept d'*anthropogenic forcing* du G.I.E.C (qui, traduit en français, est le « forçage anthropique ») et par ailleurs ça reprend aussi une certaine définition des géographes de ce qu'on appelle les milieux anthropisés, c'est-à-dire les milieux habités par les êtres humains, qui imposent les modèles de l'humain, de l'anthropos, et ça c'est anthropique avec un "a" et un "h".

Alors là où Lotka est très important, c'est qu'il a montré que les êtres humains sont tous doté d'organes artificiels. Sans organes artificiels, ils ne peuvent pas vivre. Ce n'est pas le premier à dire ça, Rousseau et Herder le disaient déjà, donc ce n'est pas du tout nouveau. Ce qui est tout à fait nouveau, par contre, c'est que lui en tant que biologiste, dit : premièrement, la biologie c'est une question liée à l'entropie, c'est inséparable, et deuxièmement, chez les êtres humains, la lutte contre l'entropie, c'est à dire la diminution de l'entropie, est aussi une augmentation de l'entropie, qui peut devenir incontrôlable. Elle peut devenir incontrôlable ... pourquoi ? Et bien parce que, par exemple, je vais augmenter la vitesse de circulation des individus avec des avions ou des

conteneurs ou je ne sais pas quoi, des marchandises, ça va avoir un coût entropique qui devient insoutenable à l'échelle de la biosphère, qui est une localité où à un moment donné, se consolide tous les effets de la localité de la biosphère.

Là il y a un très très gros problème, et ce problème on l'appelle depuis 2000 l'Anthropocène, mais le premier qui l'avait, selon moi, décrit, c'était Vernadsky en 1926. Parce que l'on parle toujours de l'ère Anthropocène mais Vernadsky a décrit l'ère anthropocène, bien qu'il ne l'ait pas appelé comme ça. Il a appelé ça la *technosphère*. Évidemment si on croise Vernadsky avec Lotka (d'ailleurs Vernadsky a écrit en 1926, « quand même regardez ce que fait Lotka parce que ce type-là dira des choses importante », je tiens à le souligner - il dit la même chose sur Alfred Whitehead), et bien la question qui se pose à l'être humain, c'est d'optimiser son potentiel de néguanthropie avec un "a" et un "h", c'est à dire de lutter contre l'anthropie au sens de l'anthropisation. De minimiser, donc, ses effets entropiques.

Pourquoi est-ce que c'est comme ça ? Parce que ces organes, comme le disait déjà Socrate, ce sont des *pharmaka*. C'est à dire qu'ils sont multi-usage. On peut utiliser un livre, par exemple, dit Socrate au Vème siècle avant J-C, pour démontrer un théorème de mathématique. C'est comme ça que commence la culture livresque d'ailleurs, dès le 7ème siècle avant J-C. Mais on peut aussi utiliser un livre pour dogmatiser les jeunes athéniens et leur faire faire des grosses bêtises, cultiver leur soif de pouvoir. De la même manière, on peut utiliser un ordinateur pour augmenter ses profits de manière totalement démesurée - je rappelle que les sophistes étaient aussi des gens qui voulaient augmenter leurs profits. En tout cas, c'est ce qu'en dit Platon.

On peut évidemment avec les ordinateurs faire des choses formidables : lutter contre l'entropie, y compris avec un "a" et un "h". Mais à une condition : de prescrire ce que Lotka appelle des savoirs. Parce que ce que dit Lotka c'est que chez les êtres humains la fonction des savoirs c'est de diminuer l'entropie et d'augmenter la néguentropie. Et même de rendre possible ce que Bailly, Longo et Montévil ont appelé l'anti-entropie, mais là je le dis avec un "a" et un "h".

Qu'est-ce que c'est que l'anti-anthropie avec un "a" et un "h", par rapport à la néguanthropie avec un "a" et un "h" ? La néguanthropie avec un "a" et un "h", c'est l'institution scolaire, l'institution familiale – tout ce qui constitue des cadres qui sont maintenus, conservés, reproduit. Et qui rendent possible de l'anti-anthropie : la révolte de l'adolescent contre son père, l'élève un peu insolent mais qui va peut-être devenir Arthur Rimbaud ou Charles Baudelaire, ou je ne sais pas qui, Albert Einstein (il faut savoir qu'Einstein était considéré comme pas très bon élève, et que on l'a refusé, et 15 ans plus tard on disait que c'était le plus grand génie de l'histoire de l'humanité, ce qui est tout à fait excessif d'ailleurs).

Donc aujourd'hui nous, nous disons, il faut essayer d'élaborer une économie. Qui est une économie – et là je reboucle avec ce que disait Maël tout à l'heure – qui revalorise les savoirs et qui lutte contre la prolétarianisation. Pourquoi est-ce que ça revalorise les savoirs et que ça lutte contre la prolétarianisation ? Parce que Lotka dit que seuls les savoirs permettent de diminuer l'entropie. A partir de là, nous disons : il faut déprolétarianiser les activités économiques, les activités de ce que l'on appelle les producteurs, mais aussi les consommateurs, parce que les consommateurs comme [Maël l'a] dit, sont aussi prolétarianisés.

Par exemple, on peut les conduire, par le marketing et toutes sortes de choses, à avoir des comportements entropiques contre eux-mêmes, sans qu'ils ne s'en aperçoivent sur leur santé, sur leur propre économie de porte-monnaie, etc. Et donc, ça, ça signifie, pour nous, qu'il faut produire une sorte de nouvelle révolution industrielle.



Maël a commencé en posant que la révolution industrielle du XIXème siècle elle est basée sur Newton (en fait elle commence à la fin du XVIIIème siècle). Hume est un newtonien. Tous ces gens-là sont des gens qui ont considéré que Newton c'était l'achèvement de la science à cette époque-là – c'est ce qu'on considérait. On pensait qu'enfin on avait accédé à la physique accomplie. Kant dit ça. Et ça a engendré au XIXème siècle, selon nous, une espèce de refoulement de l'entropie thermodynamique. Sachant qu'évidemment, ce qui est assez savoureux d'une certaine manière, et un peu paradoxale, c'est que c'est le développement industriel qui a rendu possible la théorie thermodynamique. C'est par l'observation des organes artificiels, que Lotka appelle exosomatiques, que l'être humain que l'on a découvert que l'on pouvait énormément augmenter l'entropie. C'est donc en partant de l'activité humaine que l'on est revenue ensuite à des lois de la physique. Ce n'est pas en partant de la physique. Ça, c'est extrêmement important.

Ensuite, comme tu l'as dit Maël, au XXème siècle - pour des raisons d'ailleurs qui restent à discuter, sur lesquelles Mathieu Tricot a fait des éclaircissements dans un livre vraiment important – la théorie de l'information s'est développée dans le sillage de l'informatique, même si ce n'est pas fait pour régler des problèmes d'informatique, au départ, mais des problèmes de télécommunication, donc d'optimisation de la communication du signal (du « traitement du signal », comme on l'appelle en ingénierie). Cela a conduit à une notion d'entropie et de négentropie, qui d'abord n'est pas du tout bordée, parce que si on compare les différents protagonistes de cette notion qui dialoguent et qui travaillent ensemble, ils ne sont pas d'accord sur ce que veut dire entropie et négentropie (Wiener et Shannon n'ont pas du tout la même vision des choses).

Cette vision, qu'on va dire computationnelle - parce que la vision qu'a Shannon, c'est que l'on peut optimiser, par le calcul, la limitation de la redondance la limitation du bruit et pouvoir par exemple compresser du signal - et bien c'est ce qui va devenir l'informatique théorique, en se combinant aussi avec les visions qui posent que l'ordinateur est une machine de Turing. Soit une machine computationnelle qui est capable de faire n'importe quel type de calcul. La combinaison de ces deux choses-là va produire une théorie de l'entropie au XXème siècle qui nous paraît très problématique, et qui va engendrer, en plus, beaucoup de confusion. Parce que ça, ça commence dans les années 40 (fin des années 40 début des années 50), et ça va s'articuler avec l'intelligence

artificielle dont aujourd'hui on nous dit que, il y a maintenant la « grande singularité » qui va faire que dans 10, 15 ou 20 ans, les ordinateurs nous diront comment il faut résoudre les nouveaux théorèmes de mathématiques. Ce qui est pour nous totalement fantaisiste, comme discours.

Ce modèle qui va s'imposer en économie, c'est ce que le livre de Dan Ross va analyser assez précisément, en s'appuyant sur les travaux de Mirowski, qui a beaucoup travaillé sur l'information dans les modèles économiques, en particulier celui du néolibéralisme (surtout à travers Herbert Simon et Friedrich von Hayek). C'est ce qui va faire que ce modèle - que tout est transformable en information, que tout savoir peut être transformé en information et que toute information est calculable - va s'imposer à toute activité, aujourd'hui. La médecine, les transports, la cuisine, ... tout ! L'éducation des enfants ... Absolument tout.

Nous, nous soutenons que ce modèle est extrêmement dangereux. Parce qu'il pose que tout est calculable, il néglige des incalculabilités qui sont en fait inévitables. Personnellement je pense que la pandémie que l'on est en train de vivre, c'est typiquement un cas comme ça. Quand l'on croit que l'on peut tout calculer, que l'on se dit que l'on peut détruire des masques, que l'on peut supprimer des lits d'hôpital : on peut faire plein de choses. On peut diminuer la masse budgétaire du ministère des affaires sociales, et puis après, pourquoi pas, l'éducation nationale, etc. - l'armée aussi d'ailleurs parce que l'on voudrait remplacer les soldats par des robots tueurs (outre tous les énormes problèmes éthiques et autres, de la préservation de la justice, qui peuvent se poser). C'est totalement faux.

La décision n'est pas réductible au calcul – c'est Emmanuel Kant qui a expliqué pourquoi. C'est ce que Whitehead a redit plus tard à partir des maths et de la physique, et pas simplement de la philosophie : la décision c'est ce qui, toujours, va être au-delà du calcul. Et pour une raison très précise : c'est parce que l'être humain transforme le monde, il ne se contente pas de l'interpréter, comme disait Karl Marx. Quand il le transforme, il introduit un incalculable. Cet incalculable peut s'appeler Pablo Picasso, Albert Einstein ou Greta Thunberg. Aujourd'hui ce que nous soutenons nous, c'est que toutes ces questions aujourd'hui nécessitent de repenser l'économie industrielle.

Ce qui vient de se passer au travers de la pandémie, le confinement et la catastrophe économique que tout cela engendre (qui est colossale, et dont on n'a pas encore du tout pris la mesure de la catastrophe – personne n'en a encore pris la mesure, parce que l'on ne sait pas comment véritablement elle va se concrétiser, parce qu'en plus elle est planétaire, donc on ne peut plus séparer la Chine, le Japon, l'Amérique du Nord, l'Europe, l'Afrique, etc...), cette catastrophe c'est une catastrophe qui a été générée par la prolétarisation. Et nous disons que la théorie de l'information et tous ces machins-là, ils ont produits des processus qu'il ne faut pas ignorer et qui sont parfois extrêmement efficaces.

Cette efficacité technologique permet par exemple de robotiser un certain nombre de choses, de supprimer des tâches, ou bien de remplacer des services tertiaires par des comportements de consommateurs, qui sont cookisés – avec des *cookies* qui finalement déclenchent des opérations de réassortiment de stocks, ou toute sorte de choses de ce genre, tout cela conduit à ce que, par exemple, l'OCDE dise que dans les 20 ans qui viennent, 16,6% des emplois en France vont disparaître. Et donc il y a une diminution très très importante d'emploi.

Ça c'était avant la crise du COVID. Et nous, nous disons que si l'on veut solvabiliser, il faut redistribuer les biens de productivité. Et la question c'est : quels critères ? Nous posons qu'il n'est pas suffisant de faire cette redistribution par exemple à travers un revenu universel, même si on n'est pas contre le revenu universel à condition qu'il ne soit pas misérable, qu'il ne soit pas inférieur aux minimas sociaux et c'est ce que, malheureusement, préconisent beaucoup en fait

ceux qui le recommande ... et surtout nous disons qu'il faut rémunérer le savoir hors-emploi. C'est-à-dire que de plus en plus de gens vont produire du savoir, en dehors de leur temps d'emploi, comme le font les intermittents du spectacle.

Pourquoi ? Parce qu'en dehors de votre temps d'emploi, vous êtes dans le l'anti-entropie. Quand vous êtes dans l'emploi vous êtes dans la néguentropie avec un "a" et un "h". C'est à dire que vous servez un système, vous entretenez le système, très bien. Mais ce qui va produire du savoir c'est de l'anti anthropie avec un "a" et un "h". C'est la thèse que va soutenir Marie bientôt, par exemple, qui va introduire des choses qui n'existaient pas, c'est-à-dire ce que l'on appelle de la nouveauté. À partir de là, il faut essayer de repenser (c'est ce qu'on développe dans le chapitre 3, très en profondeur) les modèles de comptabilité, la qualification et la quantification de la valeur, et de la richesse. De mettre en place une méthode de travail, que nous appelons la recherche contributive, pour que toute sorte d'acteurs - aujourd'hui nous commençons à travailler avec des agriculteurs, avec des pêcheurs, avec des gens qui font du tourisme aussi, dans un contexte insulaire à travers un ensemble d'îles – que tous ces acteurs-là puissent optimiser leurs activités, pour eux-mêmes, pour leurs propres intérêts. Et pas contre la planète, et en intégrant toute cette question de l'entropie, que l'on appelle la durabilité.

Je termine en disant que nous sommes tous – enfin, plus ou moins – moi, je suis très très impressionné par Google. D'abord, depuis 20 ans que Google existe je suis stupéfait par ses avancées. Même par Amazone, que je déteste. Autant, j'ai une grande estime pour Google, parce que je m'en sers tous les jours. Amazone, ça devient plus compliqué. Mais en tout cas, j'ai une admiration pour cette structure. J'ai un grand mépris pour Facebook parce que ça je pense que c'est extrêmement trivial et bestial. Mais ce que je veux dire, c'est que si ça se développe, c'est parce que c'est efficace. Et cette efficacité, cette efficience de ces technologies, si jamais on décide de les ignorer, en disant, par exemple, que l'on va défendre le service public à la française et que cette efficience on n'en veut pas, et bien ça sera l'effondrement du service public à la française. Il faut se l'approprier, cette efficience. Et pour se l'approprier il faut la critiquer. C'est à dire qu'il faut en énoncer les limites.

C'est une efficience qui néglige ce qu'Aristote, ou encore Emmanuel Kant, appelaient les *finalités*. Et la finalité aujourd'hui, on n'appelle pas ça comme ça. Ça c'est un langage du *télos*, chez les Grecs, ça remonte au IV^{ème} siècle, chez Aristote. On appelle ça la durabilité ou la soutenabilité. Il y a de la finalité dans le vivant. C'est Kant qui, le premier, comprend ça : dans ce que l'on appelle la troisième critique, la critique du jugement, Kant comprend que l'être vivant incarne une finalité. Et ça c'est très très important.

Il y a eu une catastrophe qui s'est produite avec ce qu'on appelle le néo-darwinisme, qui a conduit à considérer que l'on pouvait éliminer la question de la finalité, que tous ces processus stochastiques de la sélection naturelle pouvaient nous permettre de nous dispenser de cette question. Ce n'est pas vrai. Là où c'est vrai, c'est que, il faut, avec Jacques Monod, essayer de nous passer de la finalité, parce qu'au départ la finalité c'était Dieu, chez Aristote comme chez Kant. Donc essayons de nous passer de Dieu, d'une finalité transcendante comme ça ... et essayons de trouver ça dans des modèles calculatoires probabilistes.

Monod a dit : regardons l'organisme comme un système téléonomique. Mais ce n'est pas qu'un système téléonomique. C'est à dire qu'il y a une consolidation au niveau de la biosphère qui fait que, à un moment donné, l'être humain n'est pas simplement un organisme, mais un *exorganisme*. Il doit faire de la politique, il doit faire de l'économie, il doit produire des œuvres d'arts. Il doit élever son enfant, comme personne d'autre ne pourrait le faire. Et ça, c'est absolument singulier

et c'est une singularité des finalités qui n'est pas réductible à la téléonomie. Donc il faut réinvestir cette question des finalités et les finalités, c'est ce qui se produit dans le savoir.

Quand je dis « le savoir », comprenons-nous bien : pour nous le savoir n'est pas forcément passer une thèse ou un concours ou une agrégation. Le savoir, c'est savoir faire la cuisine, c'est savoir cultiver un jardin, c'est savoir élever un enfant, c'est savoir démonter sa voiture et savoir la remonter. C'est tous ces savoirs très empiriques. Et c'est aussi les savoirs-vivre ensemble. C'est à dire ce que l'on appelle les cultures. Savoir être hospitalier, tout ça ... Et l'hospitalité, je ne sais pas, au Maroc, n'est pas du tout la même qu'en Chine. Mais il y a de l'hospitalité des toutes les civilisations, mais pas de la même manière. Et nous, nous ne sommes pas très hospitaliers.

Si nous ne sommes pas très hospitaliers, ce n'est pas parce que nous sommes méchants, c'est parce que nous avons détruit les savoirs qui se transmettaient. Comme des savoirs, par exemple de la commensalité, toutes ces choses-là. On ne sait plus manger ensemble. Si vous lisez *Germinal* de Zola, vous verrez qu'ils savent encore ce que c'est que l'hospitalité. C'est ce qui est repris aussi, dans un autre roman qui a été transformé en film, très célèbre, qui s'appelle *Le Festin de Babette*. Donc c'est ça les savoirs, c'est quelque chose de foncièrement généreux et en science c'est pareil, les grands mathématiciens sont généreux. Ils ne sont pas à défendre leurs petites carrières, ...

M.M : Les grands cuisiniers aussi d'ailleurs ...

B.S : Et les grands cuisiniers aussi, bien sûr, quand ils ne sont pas trop médiatisés et prolétarisés, comme les scientifiques, d'ailleurs.

Victor Chaix : Il me semble évident qu'il faille refonder l'économie actuelle, qui est totalement inadaptée aux enjeux de l'Anthropocène. Comme il est bien décrit dans le chapitre 1 du livre *Bifurquer*. Néanmoins, par rapport à ce que [Bernard] viens de dire tout à l'heure, par rapport à la lutte contre l'entropie, il me semble que dans son sens physique, il semble y avoir une limite. Vue que l'entropie ne peut qu'augmenter dans un système isolé, dans sa conception purement thermodynamique et physique, que signifie donc, lutter contre l'entropie économiquement, si elle va forcément augmenter thermodynamiquement ?



B.S : Ça veut dire faire en sorte que l'espèce humaine dure le plus longtemps possible. De toute façon elle disparaîtra. Ça, il faut le savoir. Elle disparaîtra comme le soleil disparaîtra (le refroidissement du soleil : Hubert Reeves s'est rendu très célèbre avec ça dans *Patience dans l'azur*). Ta question est très importante.

Elon Musk dit : il faut partir. Il faut partir de la Terre. Alors il ne dit pas pourquoi, mais c'est parce certaines personnes de la Silicon Valley se font des îles flottantes à 22 kilomètres des côtes, parce qu'ils sont hors des lois américaines, ils ne paient pas d'impôts, etc. ... ça c'est Peter Thiel. Ils disent : il faut partir, il faut s'installer en Océanie, etc. De toute façon ils vont tous s'entretuer, là ils vont tous crever du COVID, etc. C'est vraiment ce qu'il se dit chez un certain nombre (pas tous), et ça a été écrit.

Musk est plus sympathique que ça, je trouve. Je l'aime bien parce qu'il est dépressif ! [rires] Donc, comme tous les dépressifs, il est cyclothymique. Donc un coup il dit qu'il faut conquérir Mars, et tout de suite après il dit devant une caméra de télé : je me défonce parce que ... bon ! Et ses actions s'écroulent [rires] et ses actionnaires se disent « il est complètement à la masse ! ». Mais il est génial. Il dit, il faut quitter la Terre. Il dit la même chose que Hubert Reeves. Hubert Reeves dit : à un moment donné il faut que l'on arrive à migrer. Et à coloniser, la Lune (c'est un projet en Chine), Mars et puis après, beaucoup plus loin. Et ça prendra des milliers d'années. Mais à notre échelle, à l'échelle de l'évolution, c'est très peu de temps.

Pourquoi est-ce que je dis ça ? C'est parce que cette question de la non-durabilité, à très long terme - non seulement sur Terre mais dans le système solaire - c'est une question scientifique. Ce n'est pas du tout une élucubration de Madame Soleil ou de je ne sais pas quoi. Ni une annonce de jugement dernier ou de quoi que ce soit. Ce n'était pas le cas, jusqu'à la thermodynamique. J'ai souligné que c'est la cause, selon moi, de la dépression nerveuse de Friedrich Nietzsche. Quand il a découvert les positions de Thompson, il a fait une déprime qui a duré 2 / 3 ans, et il s'est soigné en écrivant *Ainsi parlait Zarathoustra*.

Ce que je veux dire, c'est qu'il faut arrêter de faire du déni. On reproche à Trump de faire du déni, on reproche aux boomers de faire du déni. Et on a raison, il ne faut pas en faire, nous même, du déni. L'entropie augmente, et à un moment donné, il faut que l'on ait aussi la modestie de savoir que l'on ne peut guère anticiper plus que quelques décennies. Anticiper au sens de prendre des décisions, et d'essayer de construire des choses. C'est ce que je veux dire par là. Pas faire des modèles théoriques, parce que les modèles théoriques ce ne sont toujours que des modèles théoriques. Ce ne sont jamais des modèles pratiques. Ils peuvent les nourrir ...

Pour moi, la grande question d'économie politique qui vient, c'est entre disons ceux qui disent : « il y a l'entropie qui augmente, il faut partir de la Terre » et ceux qui disent, comme nous, et moi je le dit très précisément à Elon Musk : « tu ne partiras pas de la Terre en fait parce que ta fusée de toute façon, elle dépend du segment sol ». Et avant qu'une fusée puisse se passer d'un segment sol ... Le segment sol c'est le nom que l'on donne dans l'industrie spatiale à la base Cape Canaveral.

On a travaillé avec le C.E.A sur le segment sol, et avant de pouvoir se passer d'un segment sol ... [rire] ce n'est pas demain la veille ! Ça sera peut-être possible quand on aura colonisé la Lune, ou Mars. Moi j'exclus pas du tout ces trucs-là. Je ne suis ni pour ni contre, mais j'exclus pas du tout a priori. En revanche nous soutenons c'est que si on ne réinvente pas une économie durable ... mais durable ça veut dire un certain temps. Pas éternel. Éternel c'est ... faut aller voir le Pape pour ça. Ou un Imam ou qui on veut, mais... [après tout] pourquoi pas, parce qu'avoir une capacité à éterniser des notions, ça peut aider les gens à faire des choses très bien. Moi je n'ai rien

contre, du tout, les modèles religieux, qui aident les gens à vivre. Mais scientifiquement, l'Homme disparaîtra de la planète Terre et il disparaîtra très probablement de l'univers en totalité.

S'il y a encore quelque chose qui hérite de l'homme - et du vivant, je dirais, plus généralement - je ne sais pas du tout ce que ça sera. Après, les transhumanistes, eux ils essaient de tenir un discours d'une hyper, hyper-accélération - on pourrait même appeler ça une archi-accélération - c'est-à-dire, beaucoup plus qu'une hyper-accélération. Pourquoi faire ? Pour, à la rigueur, prendre le contrôle de l'exosomatization, sur Terre, et pas du tout ailleurs, en fait. C'est du marketing. Très très ambitieux, un peu délirant par moment, à mon avis, mais c'est essentiellement du marketing.

Donc, pour revenir à ta question, qui est une question fondamentale, et qui est une question difficile ... il faut faire le deuil de l'éternité. Ça c'est définitif. Arthur Rimbaud l'avait déjà dit, ça ne date pas d'hier. En tout cas, en physique. Après en théologie et tout ça, je laisse les gens se débrouiller avec ça. Mais je discute beaucoup avec les théologiens. Pour faire de l'économie, une économie qui serait une économie de la soutenabilité, et pour faire en sorte qu'il y est encore des êtres humains dans 10 000 ans sur Terre et des êtres vivants, etc., et bien là il faut construire une économie de la néguanthropie, mais qui sait que la néguanthropie n'éliminera jamais l'entropie.

Après il y a un mouvement qui s'appelle les extropiens, qui prétend que l'Homme peut échapper à l'entropie. Ça, pour moi, c'est totalement délirant. Je ne sais pas ce que tu en penses [Maël] ? C'est un modèle qui s'est développé en astrophysique : il y a eu des astrophysiciens qui ont nourri un peu ce discours. Mais pour moi c'est complètement fantaisiste.



M.M : Un élément peut-être à ajouter – ce n'est qu'un exemple pour les questions d'entropie physique mais en lien avec une autre néguanthropie, qui est intéressant parce qu'il est aussi relativement simple, c'est la question des minerais. Que l'on traite un peu dans le livre. Parce que, par exemple, on parle de pic de production pour les minerais, mais en fait, les minerais comme le cuivre, le phosphate, etc., sont fondamentalement conservés. Donc on ne peut pas les détruire. Ils se détruisent mais à très longue échéance, avec justement, l'augmentation de l'entropie, mais ça c'est dans des centaines de milliards d'années pour le coup. Donc ils sont conservés sur Terre.

Qu'est-ce que ça veut dire qu'il y a un pic de production ? Ça veut dire qu'en fait, il y a des poches où ils sont concentrés. Et donc, c'est faisable de les extraire, mais en fait ces poches elle n'apparaissent pas spontanément, puisque spontanément c'est plutôt le maximum d'entropie donc le maximum de dispersion. Elles apparaissent grâce au mouvement des volcans, les mouvements géologiques de la Terre. C'est ça qui va conduire de manière assez accidentelle à des concentrations, à des endroits, de ces minerais. Que nous on vient exploiter, que l'on vient reconcentrer encore, à chaque fois que l'on produit de l'entropie.

Les mouvements de la Terre aussi ça produit de l'entropie. Mais ça produit aussi des concentrations comme ça. Donc nous on les concentre encore plus, on les exploite pour faire des objets. Et la question c'est : qu'est-ce qu'il se passe, après ? Si on les disperse complètement dans l'environnement, alors, on augmente l'entropie. De la répartition de ces éléments sur Terre, très vite, on va se retrouver à devoir produire énormément d'entropie pour en avoir plus, pour extraire des zones où ils sont moins concentrés, etc. Donc là l'idée, c'est bien connu, mais c'est une lecture en termes d'entropie pour éviter qu'ils se dispersent. Le but du recyclage c'est d'éviter la dispersion des minerais notamment. Donc là c'est un bon exemple pour voir comment ça fonctionne. Sachant que l'importance de la concentration de ces minerais par exemple, la concentration en terre rare, etc., ça dépend d'une perspective qui vient des objets que l'on essaie de produire, donc c'est relatif. C'est une question de perspective. La pertinence de cette entropie basse de ces minerais est entièrement une question de perspective. Donc la pertinence de leur dispersion, aussi.

Marie Chollat-Namy : Vous avez parlé du cadre actuel, qui repose sur une vision newtonienne gouverné par le calcul et elle pose en même temps beaucoup de danger, mais par contre elle a aussi une fonction très efficace, qui a réussi à produire tout ce que nous connaissons actuellement : le téléphone, tout ça ... Or, face au problème que soulève l'Anthropocène et la crise écologique, quelque chose d'efficace, comme cette vision, ne serait-ce pas efficace, justement, pour lutter contre la crise écologique et dans ce cas, est-ce qu'il y aurait des formes de calcul qui pourraient lutter contre cette crise ?

M.M : Alors, cette efficacité, on l'analyse, mais c'est très schématique, en deux dimensions. Une dimension est qu'elle est efficace, mais parce qu'elle produit énormément d'entropie. Donc son efficacité vient de son caractère destructif. Par exemple Facebook, est dans cette catégorie-là. Et il y a une autre dimension, où l'efficacité peut être détournée pour être anti-entropique. Et donc, l'idée, alors, c'est de la détourner, de la mobiliser à cette fin.

B.S : C'est à dire de la critiquer. Emmanuel Kant est considéré comme le fondateur de la modernité-moderne, si je puis dire. Parce que l'on dit qu'il y a Descartes qui fonde la modernité, qui rend possible Newton et tout ça. Et puis il y a Kant qui construit le cadre épistémologique de la modernité, disons industrielle, de la modernité, que l'on va connaître, dans laquelle on est encore toujours, plus ou moins. Et qu'est-ce que dit Emmanuel Kant ? Il dit que critiquer ne veut pas dire, du tout, dénoncer, ça veut dire énoncer les limites. Il y a des limites, et donc la physique newtonienne aussi à des limites.

Je prends souvent un exemple quand je parle avec des journalistes de ces questions. Je dis souvent : regardez, tout avion doit être certifié. C'est quand même important de le savoir d'ailleurs, si on veut mettre en l'air tous les organes scientifiques. Ce qui fait qu'il n'y a pas de crash - enfin, il y en a encore, mais compte tenu du nombre d'avions qui volent, c'est absolument incroyable qu'il y ait si peu d'accidents (alors avec les drones, ça commence à être très compliqué) - mais pourquoi est-ce que c'est comme ça ? C'est parce qu'il y a de la certification, premièrement,

et deuxièmement, il y a une législation internationale de l'aviation civile qui est extrêmement précise et extrêmement contraignante.

Quand vous produisez un nouveau modèle d'avion, il doit être certifié. Boeing, vous avez entendu dire, a eu une certification problématique. C'est un peu comme l'affaire du Lancet ... c'est extrêmement grave parce que ça discrédite les organes de certifications. Et en principe ces organes sont quand même très sérieux, ce sont des ingénieurs, des physiciens qui sont là-dedans (je parle pour les avions). Pour les médicaments, ce sont des biologistes, des pharmacologues ou des médecins. Aujourd'hui si vous présentez l'A380 à la certification planétaire, il est certifié. Il a le droit de voler. Parce que vous prenez la physique de Newton. Mais si vous prenez la thermodynamique, il ne devrait pas voler. Parce qu'il détruit ses conditions de possibilité. Pourquoi ? Parce qu'il a une consommation telle et une pollution telle, qu'il épuise à très court terme les conditions de sa possibilité de voler. On pourrait dire que ce n'est pas grave, qu'il sera amorti dans 30 ans de toute façon, sauf que ça veut dire qu'il n'y a plus d'avions qui peuvent voler après. Donc c'est la mort de l'aéronautique.

Ce que je veux dire par là, c'est que bien entendu, Newton n'est pas mort. Nous on ne dit pas du tout que Newton est mort. Newton c'est un très grand savant. Personne n'a jamais dit, d'ailleurs, que Newton avait tort. On dit qu'il ne suffit plus. C'est-à-dire : le principe d'inertie et la gravitation, ce sont deux principes qui sont toujours utilisés en certification des avions, bien entendu. Ils sont newtoniens. C'est Newton qui les a trouvés. Après, Newton n'a pas prévu les questions de la thermodynamique, qu'il ne s'est pas posé. Or, ce que fait un avion, c'est d'articuler les lois de la physique newtonienne, avec les lois de la thermodynamique, sauf qu'il les articule négativement avec les lois de la thermodynamique. Et comme on ne les certifie pas, et bien ça ne se voit pas.

Ce que je veux dire en disant ça, c'est que, nous, nous ne sommes pas du tout des adversaires du calcul. Du tout, du tout. Il faut calculer. Rien ne peut se faire sans calcul. Même jouer au foot d'ailleurs. Même un type qui joue au foot, il ne fait pas des règles de trois, il ne fait pas des calculs, il n'a pas de règles à calculer : en jouant tout simplement, son corps calcul. C'est à dire son œil, avec son muscle, son pied, etc. font des calculs qui sont encodés dans son corps, qui sont incarnés. Il calcul, il y a tout le temps du calcul. Simplement, le vivant n'est pas réductible au calcul. Le vivant calcul tout le temps, la sélection naturelle c'est une forme de calcul. C'est stochastique, les néo-darwiniens ont raison sur ce point. Mais ça ne suffit pas à dire ce que c'est que le vivant.

Donc, si on veut faire voler un avion qui est un organe exosomatique, il faut intégrer le calcul, le calcul newtonien, mais aussi le calcul thermodynamique, mais aussi le calcul biologique. Je dis thermodynamique + biologique + critique de la théorie de l'information. Et tout cela ce sont des théories de la calculabilité donc on ne dit pas du tout qu'il faut rejeter la calculabilité, ni l'efficacité, bien au contraire. Mais il faut soumettre l'efficacité à la finalité. C'est ça la grande question. Aujourd'hui, qu'est-ce que disent les libertariens de la Silicon Valley ? : nous sommes beaucoup plus efficaces que Washington, donc, on supprime l'État. Ils réalisent en fait le programme des néoconservateurs et avec une violence extrême. Et ils ridiculisent, effectivement, la puissance publique. Mais pourquoi est-ce que c'est comme ça ? C'est parce que la puissance publique ne s'est pas elle-même emparée de cet objet-là.

Monsieur Macron pense qu'il faut faire une start-up nation. Ce n'est pas sûr que ça marche très bien. Nous on ne croit pas ça. Il faut faire ce que j'appelle une nouvelle critique de l'économie politique, qui revient à construire une nouvelle épistémologie de la société industrielle, qui pour nous n'est pas post-industrielle. Elle restera industrielle parce que précisément ... qu'est-ce que

c'est que l'industriel ? C'est ce qui inscrit le calcul formellement. C'est à dire ce qui va transformer tout en équation, etc. Avant l'industrie il y a des artisans, qui font des choses absolument incroyables d'ailleurs, bien souvent, d'une qualité bien supérieure à celle de l'industrie. Il font intuitivement, empiriquement, il ne font pas du calcul. Il y a des exceptions, Léonard de Vinci ou des gens comme ça ... Mais ils préfigurent, ces gens-là, ce qui va devenir, ensuite, une production exosomatique basé sur les calculs. Qui permet de faire des économies d'échelles. C'est très très important les économies d'échelles.

Qu'est-ce ce qu'elles permettent ? Parfois elles permettent d'optimiser la nourriture pour les êtres humains, donc de lutter contre la faim, etc. Il ne faut pas tout condamner dans ce modèle-là. Moi je pense qu'aujourd'hui il est condamné - il se condamne lui-même. Mais c'est une réalité qu'il y a eu des rationalisations qui ont été faite. Même si je ne suis pas forcément un adepte forcené de la pasteurisation. Pasteur à apporté des choses très importantes. Tout ça s'est basé sur des calculs, des formalisations ... on ne rejette pas du tout la science, au contraire, on dit : il faut refaire de la science. Parce qu'aujourd'hui, par contre, l'industrie ne fait plus de la science. Elle instrumentalise des modèles scientifiques pour les transformer en outil, sans tenir compte de ce que tout scientifique fait, c'est-à-dire la théorie : la théorie de ses propres limites, sinon ce n'est pas une science. Aujourd'hui on pratique une pseudoscience mais qui n'est pas une science, qui est une utilisation des modèles scientifiques.

M.M : D'ailleurs, la limite de prédictibilité et donc de calculabilité ont été discuté, introduite, par les physiciens, par les mathématiciens assez tôt. Par exemple Poincaré, à la fin du XIXème siècle, a montré qu'on ne pouvait pas prédire la stabilité du système solaire, parce que c'est une dynamique chaotique. C'est l'effet papillon avant l'heure. Une petite perturbation peut avoir des effets considérables.

Ça c'est dans un cadre, en plus, déterministe. Nous on ne peut pas prédire. De la même manière, une partie de la naissance de l'informatique, c'est le théorème de Gödel avec une version similaire faite par Turing, qui montre qu'il y a des propositions que l'on peut écrire mais que l'on ne peut pas démontrer, au sens de démontrer par un ordinateur (qui n'existait pas encore à l'époque). Dit autrement, l'ordinateur permet de calculer le fait qu'il y ait des choses qu'il ne peut pas calculer. Et qui pourtant sont bien formées. Je ne sais pas si c'est très clair ... ?



M.C-N : C'est une simple incertitude.

M.M : C'est l'indécidabilité.

B.S : Ce n'est pas exactement de l'incertitude au sens où Prigogine, en tout cas, en a parlé.

M.M : En fait l'idée, c'est que l'ordinateur, il émerge en bonne partie de question qui se posaient en mathématique. Ces questions elles se posait parce qu'il y avait des contradictions. C'est-à-dire des gens qui pensaient avoir démontré des théorèmes, puis après il trouvaient des contre-exemples. Du coup, toutes les maths s'effondrent, si on trouve des contre exemples. Donc ils ont cherché à trouver des nouvelles fondations à la pratique mathématique. Et la fondation qui a été explorée, c'est le raisonnement logique potentiellement mécanisable. Donc il faudrait que les preuves mathématiques soient un enchaînement logique, comme ça, qu'une machine pourrait reproduire. Ça ça a donné le programme d'Hilbert, qui visait à transformer toute la géométrie en la réduisant à de la logique, en fait (de la logique booléenne c'est à dire avec des zéros et des uns).

Ce que Gödel a montré, c'est qu'en fait, quand l'on fait ça, on peut énoncer des propositions qui ne sont ni démontrables, ni dont l'inverse, l'opposé est démontrable. On ne peut pas les décider. On ne peut pas non plus démontrer le fait qu'il n'y ait pas de contradiction. Donc c'est des « résultats négatifs » mais, ce faisant, il a inventé le codage, donc l'idée de coder, avec des zéros et des uns, les théorèmes. C'est comme ça qu'il fait sa preuve. Après on a codé toutes sortes de choses, on a codé des textes, on a codé des vidéos, on codé des images, des sons, etc. Tout ça part d'un résultat négatif. Et la tendance actuelle c'est d'oublier cela, y compris dans la formation de gens qui font de l'informatique théorique et par l'idée que par le calcul on peut tout faire en fait. Sans aucunes limites.

B.S : Ça c'est des questions sur lesquelles on va revenir à Arles. Dans le séminaire sur l'informatique théorique.

V.C : Par rapport à ta question, Marie, sur l'efficacité, et pour revenir un peu sur ce que disait Bernard sur la question des finalités ... en fait, il me semble que la question, c'est : comment détourner l'efficacité, qui est effectivement très efficace et qui fonctionne bien, pour qu'elle serve des intérêts plus grands que simplement, l'efficacité. Qu'elle ait une certaine finalité, autre qu'elle-même. Quand Bernard disait que les finalités, originellement, c'était surtout théologique, la finalité c'était avant, tout Dieu, il me semble qu'aujourd'hui, dans le contexte de l'Anthropocène, la finalité première c'est de maintenir la vie. La vie humaine, comme la vie non-humaine. Donc, à ce moment-là, détourner l'efficacité pour qu'elle serve la vie ...

B.S : Moi je dirais *adopter* l'efficacité. La détourner, oui, c'est-à-dire, détourner les recherches, que fait Amazone, ou je ne sais pas qui, qui font des recherches formidables - tous ces gens-là, ce n'est pas pour rien qu'ils sont efficaces, parce qu'ils savent gérer leurs programmes de manière assez impressionnante. Il faut évidemment détourner mais il faut surtout adopter. C'est à dire intégrer.

V.C : Pratiquer ?

B.S : Pas seulement pratiquer *théoriser*. Eux, ils ne théorisent pas. Ils ne s'embarrassent pas de théories, c'est bien pour ça qu'Anderson dit [que l'on a atteint] la fin de la théorie, que l'on a plus besoin de la théorie - il ne s'embarrasse plus de théorie. Il pense que c'est du temps perdu. Et ils ont tout à fait tort. Parce que ça, ne plus théoriser, ça veut dire se moquer de la durabilité. C'est

ce que ça veut dire, très concrètement. Mais il faut revenir à l'adoption de l'efficacité. L'efficacité actuelle, de ce que l'on appelle l'informatique, et le numérique en général, qui est ultra-efficace, et qui est en fait le calcul implanté partout.

C'est le programme de la physique mathématique généralisé absolument à tout, et ça date quand même du XVII^{ème} siècle ce programme-là. Donc c'est pas du tout un truc nouveau, mais eux ils ont réussi à le faire. En envoyant promener [la religion], sous prétexte qu'il faut se débarrasser de Dieu et je pense qu'ils ont raison. Les plus grands scientifiques ont souvent été des croyants au XX^{ème} siècle, et eux, ils disaient la même chose : en science il ne faut pas de Dieu, on s'en passe. À l'église, oui, mais pas en science. Mais cette efficacité, c'est l'efficacité d'une extension exosomatique de l'entendement, au sens d'Emmanuel Kant. C'est à dire la faculté analytique. En fait le calcul c'est de l'analyse, c'est une façon d'analyser. Et dans l'analyse, et bien, il y a des analyses formelles, c'est-à-dire que je vais mettre en équation, tout ça, ou je vais faire des calculs, des mesures... et puis il y a des analyses totalement empiriques : un maçon par exemple, il calcul aussi un peu, il a une équerre, tout ça, il a ...

M.M : Le théorème de Pythagore.

B.S : Il utilise beaucoup le théorème de Pythagore. Il ne sait le démontrer mais il l'utilise beaucoup. Mais après c'est pifométrique sur énormément de choses vous voyez. Pas pour tout mais c'est très très pifométrique quand même. Aujourd'hui il calcul quand même pour un certain nombre de problèmes de résistance et tout ça, parce qu'il y a des obligations avec les assurances, avec les garanties décennales ... enfin ils ont appris à intégrer un certain nombre de truc, ils ont des logiciels pour ça, en plus. Mais ils ne calculent pas, ils n'analysent pas véritablement : à un moment donné, ils décident pifométriquement. Et ça c'est ce qu'on va appeler l'art du maçon, c'est à dire son artisanat.

Dans la construction industrielle, on y travaille en ce moment même en Seine-Saint-Denis - c'est tout à fait différent, tout est calculé dans le BIM [*Building Information Modelling*] - et cette calculabilité-là aujourd'hui, elle a tendance à se substituer à toute décision. Alors, ce que je crois moi, c'est qu'il faut adopter l'efficacité et que ça veut dire repolitiser l'économie, et dire que l'économie ne peut pas effacer la politique, et que la politique ce n'est pas Donald Trump, ce n'est pas Emmanuel Macron, ce n'est pas Poutine ... Il faut la réinventer. C'est en fait : l'art de décider collectivement, en développant des savoirs et en intégrant des gens qui n'ont pas forcément des savoirs en mathématique, mais qui ne sont pas des imbéciles pour autant.

V.C : Du coup ... pour repolitiser l'économie et en un sens aussi, économiser l'entropie, par rapport aux avions que tu as évoqué et aux certifications, aux législations qui encadrent l'avion aujourd'hui, qui font que du moins, au court terme d'un trajet aérien, on est significativement protégé des accidents et de la mort ... je me demandais si il y a, aussi, dans cette volonté de légiférer par rapport à l'efficacité, pour économiser l'entropie ... s'il devrait y avoir une certaine législation et critique par rapport à l'aérien, qui par exemple concernerait les vols intérieurs. Par exemple, concernant le mouvement Extinction Rebellion (dans lequel on s'implique, avec Marie) : jeudi dernier, ils ont bloqué l'aéroport d'Orly par rapport aux vols intérieurs. Ce qui ne veut pas dire interdire l'avion, mais critiquer l'absurdité [des vols intérieurs], dans le sens où, ça augmente l'entropie, en tout cas le kérosène, alors que l'on pourrait très bien prendre le train, pour des durées quasi équivalentes.



B.S : Bien sûr. Et tu vois, moi je suis tout à fait d'accord avec ça, absolument d'accord. Ce qui est maintenant très important, c'est que ce soient les habitants qui prennent les décisions. C'est pour ça que je dis *repolitiser*. Et nous, nous disons, il faut une économie politique qui soit fondée sur une comptabilité contributive. Où, à un moment donné, les habitants de Nantes par exemple, si on les avait conduits à faire de l'économie contributive, l'aéroport de Nantes ne se serait jamais fait. Et alors moi, je ne suis pas du tout contre l'idée de limiter à 110 km/h sur l'autoroute. Pas du tout, du tout.

Maintenant je pense qu'en effet cette démarche là c'est une mesure qu'il faut prendre plus dans l'urgence donc, dans tous les cas, ce qui est très important c'est que ce soit les habitants qui les prennent ces décisions et qui les prennent en conscience, comme on le dit. C'est à dire avec des instruments qui leur permettent de les prendre en en mesurant vraiment les conséquences, en faisant des choix. Sachant que, tout à l'heure Maël disait il y a de l'indécidabilité en mathématique mais en fait, chaque fois qu'il faut prendre une décision, c'est parce qu'il y a de l'indécidabilité. C'est à dire qu'à un moment donné, il faut trancher. Et on ne va pas trancher avec les maths. Il faut trancher, il faut prendre une décision. Et donc je dis ça parce que l'économie politique c'est ce qui rend la question de la décision aux êtres humains, et pas au calcul.

Aujourd'hui, qui est-ce qui décide ? C'est les marchés financiers, c'est le stock exchange, etc. Et ça c'est une catastrophe : ce sont eux qui font absolument tous les arbitrages. Donc on croit que l'on prend des décisions, mais on en prend plus, aujourd'hui. On en prend bien sûr, mais l'efficacité des décisions qui sont prises dans ces contextes-là est infiniment plus grande. Donc à partir de là ce que l'on essaie de faire nous - avec vous, d'ailleurs (on est tout à fait d'accord sur ces choses, par exemple arrêter les avions quand ce n'est pas indispensable) - c'est de dire : il faut créer surtout les modèles économiques qui vont permettre aux gens de le décider. Y compris au petit patron, qui s'était dit « ah s'il y a un aéroport je pourrais », et puis qui s'apercevra en fait, quand il fait bien ses calculs - mais en intégrant l'entropie ! [rires] - que finalement ce n'est peut-être pas si évident que ça. Finalement il est bien plus proche des Gilets Jaunes qu'il ne l'imaginait. Qui eux-mêmes se sont aperçus, d'ailleurs, qu'ils étaient plus proches des écolos qu'ils ne l'imaginaient. En discutant, en délibérant ... c'est la délibération qui fait ça.

M.M : Peut être un élément pour aller dans ce sens-là, justement, c'est que, déjà en physique, parmi les sciences naturelles, je veux dire, la question, c'est d'abord et toujours : quel calcul faire ? Quel est le bon calcul pour comprendre une situation, prédire si on peut ? Qu'est-ce que l'on peut prédire ? Et donc il y a des changements conceptuels quand on ne peut pas prédire : par exemple, la dynamique chaotique - on passe de prédire la trajectoire à prédire l'attracteur, c'est-à-dire, qu'est-ce qu'il se passe quand on regarde la trajectoire au temps très long. Quel est le domaine parcouru, etc. Et donc, la question de quel calcul on fait, ce n'est pas une question qui se résout par le calcul.

B.S : Bien sûr, elle n'est pas calculable, cette décision-là.

M.M : Et pour revenir à ce qui se fait par exemple dans l'utilisation des Big Data et de ce que Chris Anderson propose. Dedans, il y a de la mauvaise théorisation. Mais il y a quand même ce genre de travail qui est fait, de mauvaise théorisation, au sens où, il ne se passe pas de mathématiciens par exemple, ou de physiciens qui font de la physique statistique. Mais ils font, ces scientifiques-là, leurs analyses dans un cadre qui est très réductionniste, c'est-à-dire qui pose des hypothèses qui ne sont pas critiquées par eux. Enfin, ils ne s'engagent pas dans un dialogue, dans une délibération autour de ces hypothèses, ce qui est réductionniste au sens où ils regardent juste comment sortir des choses des données, et ils ne regardent pas du tout les conséquences que ça a sur la société. Donc ils ont une vision très partielle et qui du coup est politique aussi : c'est-à-dire qu'ils choisissent de faire ce calcul-là plutôt qu'un autre.

M.C-N : Et d'ailleurs puisque vous avez expliqué que l'entropie n'est pas calculable, n'est pas mesurable en fait : dans ce cas, comment peut-on la prendre en compte dans des modèles de calculs ?

M.M : Alors, justement, l'entropie au sens physique elle n'est pas mesurable au sens où l'on ne peut pas mettre quelque chose comme un thermomètre. Pour la mesurer. Par contre on la calcule. À partir d'autres variables.

B.S : Mesure et calcul ce n'est pas tout à fait la même chose.

M.M : Mesurer, c'est : on met l'instrument et ça donne un chiffre. En fait ça passe par la commensurabilité entre deux objets. Alors que le calcul c'est : on regarde plusieurs choses et on est obligé de faire un calcul. Pour dire : il y a eu ce changement d'entropie là. Mais pour l'entropie, par exemple en physique, ça passe par quelle quantité de chaleur est passé d'un objet à l'autre, et à quelle température. C'est le truc de base en physique. Maintenant, grâce aux ordinateurs, il y a d'autres méthodes de calcul et une autre articulation avec la mesure. Quand je parle de température et de chaleur, par exemple, vu de loin c'est très macroscopique. Du point de vue macroscopique il y a des trucs qui bougent dans tous les sens, des particules ... alors que si on est en physique, s'il y en a trop, ce n'est pas possible. Il y a une expérience de pensée avec des balles de ping-pong dans l'espace par exemple. Là, on peut suivre chaque particule, et donc on peut faire un calcul sur que font ces particules-là, à partir de l'observation de leurs trajectoires individuelles.

B.S : Il y a beaucoup, beaucoup de malentendus sur ces questions de l'entropie. Il y a aussi des préemptions disciplinaires sur le mot. Par exemple, il y a des physiciens qui disent, l'entropie c'est un problème de physique, point. Fichez-nous la paix. Occupez-vous de vos oignons. Nous on pense que ce n'est pas vrai. Après, on pense aussi que la translation par exemple des modèles probabilistes de Boltzmann dans d'autres champs, comme la biologie et l'information, c'est très problématique.

Autrement dit, c'est un chantier ouvert. Moi si j'étais responsable de je ne sais pas quoi, si j'avais des moyens, je dirais : je mets un milliard là-dessus. C'est ça l'enjeu du siècle en fait. Du XXIème siècle. Et il y a plein de gens qui ne sont pas du tout d'accord entre eux. Des physiciens, des biologistes, des matheux, des informaticiens, des économistes, tout le monde s'en mêle en plus. Mais il y a une raison à ça. C'est qu'il y a des gens qui ont dit n'importe quoi. Alors un coup on parlait d'ordre, un coup on parlait de chaos, un coup on parlait d'organisation. Moi je considère qu'Edgar Morin a joué un rôle très très néfaste dans ce domaine. Il a transformé des questions scientifiques en des essais parfois quasiment poétique et voilà. Je dis Morin parce que c'est le plus connu mais il y en a beaucoup d'autres. Et ça c'est très important de l'avoir bien en tête.

Ce dont on parle ce n'est pas un champ constitué du savoir. C'est un champ en constitution. On n'est pas en train de dire, « on va vous expliquer ... » - on ne sait pas. Il y a plein de trucs que l'on ne sait pas. Ou bien on n'est même pas d'accord : il y a des désaccords, et c'est des désaccords entre des gens très bien, des gens très sérieux, très rationnels - ce sont des désaccords légitimes. Ce n'est pas comme entre Lancet et je ne sais pas quoi. Ce n'est pas des polémiques, ce sont des controverses. Mais là, la question du vocabulaire est extrêmement importante. Donc, on n'emploie pas le mot chaos pour décrire ce genre de chose. Il y a des théories du chaos, dont on a besoin, par ailleurs, mais ce n'est pas de ça dont on parle. C'est pour ça que je dis ça.

Et le mot ordre, bon, juste pour préciser, parce qu'Ilya Prigogine a joué un rôle très important, c'est un grand scientifique Ilya Prigogine. Il a travaillé avec une philosophe qui s'appelle Isabelle Stengers. Ils ont écrit ce bouquin qui, a été, à l'époque un livre de l'année. Ça s'appelait *La Nouvelle Alliance*. Il y avait l'idée que l'on allait réunifier le savoir depuis la physique mathématique jusqu'à la philosophie, en passant biologie et tout ça, on allait tout réunifier en passant par le concept de structure dissipative. Et ça c'était complètement problématique. Pour des raisons qu'a évoqué tout à l'heure Maël.

M.M : Pour insister un peu, parce que je n'ai pas vraiment décrit l'entropie physique elle-même, qui est un point de départ, mais c'est intéressant de bien la décrire. L'idée, c'est, vous avez un système qui est séparé de son extérieur, pas forcément séparé physiquement mais ça peut être virtuel, par exemple cette boîte-là. Ce système il est couplé à son extérieur, de manière macroscopique, donc à grande échelle. Et l'idée c'est que pour une description macro donnée, il y a plein de possibilités microscopiques qui correspondent à cette description macro, et là c'est l'entropie de Boltzmann que je suis en train de décrire.

L'idée c'est qu'un système va aller, spontanément, vers une situation compatible avec ses contraintes qui correspond au plus de possibilités possibles. Pourquoi ? Parce que c'est juste une probable en fait. C'est que ça. Donc par exemple, si on tire plein de fois à pile ou face, la situation la plus probable c'est celle qui correspond au plus de sorties possibles à pile ou face et c'est celle où en moyenne on a à peu près 50% de face. Et l'idée c'est que quand il y a plein de quantité comme ça, il y a vraiment une grosse différence en fréquence, de la situation la plus probable et les autres. Donc ce qui va faire le système spontanément, c'est aller vers ça et puis après il va y rester parce que la probabilité qu'il en sorte c'est 1 sur 10 000 fois la durée de vie de l'univers, par exemple. C'est juste ça, l'augmentation de l'entropie c'est aller vers le plus probable.

M.C-N : Donc, dans cette idée de faire une sorte de révolution industrielle néguentropique : en quoi serait-elle suffisante pour faire face à tous les enjeux de l'Anthropocène, et en particulier en quoi prendre en compte l'entropie et la néguentropie pourraient protéger la biodiversité ?



B.S : C'est évidemment une très bonne question et c'est le cœur du problème du passage de la localité relativement restreinte à une localité relativement vaste, c'est à dire moins locale. Ce que nous appelons nous « nouvelle révolution industrielle », pour que l'on se comprenne bien. Industrielle pour nous, ça ne veut pas dire : avec de la fumée, et où on consomme du charbon et où je ne sais pas quoi, à l'image de la société industrielle du XIXème siècle. Ça ne veut pas dire non plus seulement les plateformes qui exploitent la force de travail des chauffeurs Uber. Pour nous industriel ça veut dire : qui sait utiliser des moyens de passage à l'échelle, pour changer l'échelle du nano au micro, du micro au méso et du méso au macro. Moi maintenant je dis aussi au méta-économique, mais ça, je ... c'est pour moi même [rires].

Qu'est-ce que je veux dire en disant cela ? C'est un enjeu politique très important. Je vous redis quelque chose dont on n'a pas vraiment parlé mais qui est un sujet dont on a beaucoup discuté dans les groupes de travail qui ont travaillé, qui ont préparé ça. Au moment où on a commencé à lancer ces sujets, le Front National lançait son programme localiste. C'était en 2019, le premier mai 2019 à Metz, Marine Le Pen lançait, en s'appuyant sur un économiste qui a été un conseiller de Raymond Barre d'ailleurs, je n'arrive plus à retrouver son nom ...

V.C : Hervé Juvin ?

B.S : Juvin, c'est ça. En s'appuyant sur Juvin, qui est un économiste, qui a publié chez Gallimard et tout ça - ce n'est pas du tout n'importe qui. Il a longtemps été considéré comme une autorité. Depuis, il est représentant du Rassemblement National mais il n'est pas membre du Rassemblement National, c'est une drôle de position, enfin bon ... il est député européen. Ils ont lancé leur programme localiste. Et nous, nous disons, si on veut combattre le localisme Lepeniste il faut retourner vers la science. Parce qu'eux ils n'en parlent jamais - j'ai lu les bouquins de Juvin il ne parle jamais d'entropie, il ne parle jamais de sujet dont on parle. Il ne parle jamais de remettre en question les modèles de comptabilité du capitalisme. Comme vous le savez bien, d'ailleurs, en général les fascistes, les nazis, et l'extrême droite sont en fait des gens qui sont là pour aider le capitalisme à se maintenir en place - un certain type de capitalisme. Il faut voir par exemple Heinrich Böll, il faut lire un petit peu les romans qu'il a écrit sur les liens entre le capitalisme allemand et les nazis. Je ferme la parenthèse. C'était des romans.

Ce que nous posons nous, c'est qu'une nouvelle révolution industrielle, c'est d'abord ce qui va exploiter les réseaux de très haut débit. C'est ce qui va exploiter toutes ces dimensions nouvelles sans forcément abandonner complètement le transport et tout ça, parce qu'il y a besoin de faire du transport et qui va repenser les échanges. Aujourd'hui, le scandale c'est par exemple des haricots verts qui viennent du Kenya. Si on comptait en comptabilité CARE et avec nos modèles comptables le prix du haricots verts en question, ils seraient à 70€ le kilo. Parce que c'est les avions cargos qui gagnent le plus d'argent avec ce truc-là, et la grande distribution. Les paysans Kényans ils gagnent des coups de pieds aux derrières, et les consommateurs français, ils pourraient manger des haricots verts français, congelés, ça serait quand même moins catastrophique – ce n'est quand même pas génial, mais quand même beaucoup. Parce que les haricots verts congelé qui viennent de Bretagne sont très bons ...

La grande question d'aujourd'hui, alors que nous avons 8 milliards d'habitants (pas tout à fait), dont 4 milliards sont connectés, c'est comment on fait pour que cet état de fait, d'une connexion de 4 milliards d'habitants, devienne productrice de néguentropie et non pas d'entropie. Quand je dis productrice de néguentropie et pas productrice d'entropie, je mens, parce que l'on l'a dit tout à l'heure, on produit de la néguentropie que quand on produit de l'entropie. Que le bilan soit meilleur, c'est ça la question. Il faut améliorer le bilan. Si on veut produire de la biodiversité. Il ne faut pas simplement que la biodiversité la protégée, il faut la réactiver. Il faut repolliniser.

Si on veut développer cela, il faut réintroduire ce que nous appelons la biodiversité, c'est-à-dire des savoirs, très différenciés. Qui vont savoir s'articuler avec des moyens qui permettent de faire des économies d'échelle, qui sont des moyens puissants. Par exemple, une ligne à très haut débit, qui utilise la fibre optique et qui est capable de transmettre de l'information à 200 000 000 km/s. Un tiers de la vitesse de la lumière. Ce sont des moyens industriels, et on en a besoin, comme on a besoin de toute sorte de chose. Mais le problème c'est qu'aujourd'hui, des besoins que nous avons qui étaient vraiment des besoins vitaux, ont été transformés en des besoins pour des spéculateurs ... par exemple le tourisme de masse.

Donc la question c'est de faire une nouvelle révolution industrielle (je reviens à ce que je disais tout à l'heure en repensant l'informatique théorique) en intégrant tout ce qu'on vient de dire là. Nous, nous disons : l'Europe doit faire une nouvelle révolution industrielle, en repartant des mathématiques, de la limitation de la décidabilité et de reprendre ces choses-là. Pour quoi faire ? Pour travailler. En ce moment, vous le savez parce que l'on en a parlé la semaine dernière, on est en train de monter un travail avec des éleveurs et avec des pêcheurs - ça n'a même pas encore démarré, c'est dans les limbes mais on est en train de mettre en place le dispositif. On compte bien utiliser les plateformes et toutes ces choses-là, et donc c'est de la technologie hyper-industrielle. Mais c'est une technologie qui est mise au service de ce bilan néguentropique positif.

Alors ça suppose de repenser complètement les plateformes. À l'IRI [Institut de Recherche et d'Innovation] en particulier, ça fait longtemps que nous disons ça : nous disons qu'il doit y avoir des champs d'informations incalculables. Donc ce n'est plus de l'information, c'est du savoir, et ça ne doit pas être transformé en de l'information. Il y a des choses que l'on peut transformer en information, parce que parfois, il y a des champs, c'est intéressant de mettre des algorithmes pour optimiser des statistiques, etc. C'est très très important. Il n'est pas question d'abandonner les statistiques, au contraire. Par contre, il est question de les critiquer et de faire qu'elles soient délibératives. Et donc c'est ce qu'on appelle les plateformes contributives. Et ça s'articule avec de la comptabilité contributive, etc.

Ensuite, et je m'arrête là-dessus, il y a des passages à l'échelle. Dans les 10 ans qui viennent - les 7 ans ou 8 ans qui viennent, si on en croit le G.I.E.C (si on respecte ce que disait le G.I.E.C en

2014, il nous reste, pas tout à fait 8 ans), pour vraiment opérer une bifurcation, ces années-là, ça va être des années pour négocier des compromis. Parce que l'on ne peut pas faire un truc comme ça si on n'arrive pas à mobiliser des forces, y compris des gens et des capitaux, qui ont des technologies. Donc il va falloir négocier des compromis. D'abord il faut convaincre les niveaux supérieurs macroéconomiques, qui s'effondrent. Si le niveau économique s'écroule, il s'écroule. C'est aussi une pyramide. Et c'est comme la biodiversité.

Nous disons que ce n'est pas simplement une pyramide de biodiversité : c'est une pyramide de noodiversité. Il faut l'organiser, et il faut utiliser les moyens industriels qui sont disponibles aujourd'hui pour les remettre au service de ça, et là je dis la même chose que ce que disait Socrate à propos de l'écriture. Socrate critiquait énormément l'écriture mais il n'a jamais dit qu'il ne fallait pas écrire. Il a dit : il faut soumettre l'écriture à un vrai modèle qui n'est pas celui des sophistes. Ce n'est pas de gagner de l'argent, le but de l'écriture, c'est de produire du savoir. Donc nous disons la même chose en fait, mais pas simplement avec l'écriture mais avec toutes les technologies.

V.C : Il me semble aussi que dans son interprétation statistique, l'entropie elle pose la question de l'homogénéisation, du coup par rapport à la biodiversité, [l'anti-entropie] c'est ce qui lutte aussi contre ce qui est homogène et unique, en se diversifiant. Et du coup ça s'applique aussi bien à la noodiversité, c'est-à-dire à la diversité des savoirs et des cultures, que la biodiversité. Qui peuvent par ailleurs, il me semble, être mis en parallèle dans la question de la résilience. Dans le sens où la résilience des écosystèmes, du fait de la biodiversité, est plus ou moins équivalente à la résilience des sociétés et des cultures, du fait des diversités des savoirs ?

B.S : Alors à propos de la résilience ... mais je pense que Maël va en dire quelque chose. C'est l'un des aspects intéressants de ce que l'on veut lancer avec les éleveurs de lait, les producteurs de lait et des fromages. C'est que là, on voit comment entre la biodiversité et la noodiversité il y a des ponts. Parce que - je reprends ce que tu viens de dire sur la résilience - il y a une homogénéisation aujourd'hui des systèmes digestifs par exemple, lié à l'alimentation. Qui conduit à une perte de diversité (nous avons tous une biodiversité interne). Et si on la standardise, et bien, on fragilise l'espèce humaine. Donc toutes ces questions sont très intégrées, en fait.

Après la question c'est qu'il y a une désintégration qui s'est faite, par la spécialisation scientifique, qui fait qu'il y a des gens qui travaillent sur des choses [isolées] et qui ne travaillent jamais ensemble. Ce que l'on essaie de faire nous, avec ce qu'on appelle les territoires laboratoires, c'est faire que les biologistes, les mathématiciens, les informaticiens, travaillent ensemble, en plus des éleveurs, des consommateurs, des amateurs de fromages, de lait, de je ne sais pas quoi. Pour se mettre à reconstituer une biodiversité provoquée par une noodiversité - c'est la diversité des cultures aussi.

M.M : Pour aller un peu dans le même sens, c'est que le modèle de développement actuel que ce soit dans l'agroalimentaire ou dans le numérique, par exemple, c'est beaucoup basé sur ce que les physiciens appelleraient des variables extensibles, c'est-à-dire plus on vend, mieux c'est. Le but de se développer c'est de vendre plus, d'avoir une plus grande place dans le marché. Et donc ça c'est forcément par construction extrêmement consommateur, en ressources, quelles qu'elles soient. Et c'est uniformisant aussi puisque l'on vend des choses relativement standardisées, même s'il y a un peu de *customisation* par les algorithmes de personnalisation. C'est de la personnalisation standardisée.

Ici l'opposée, l'anti-anthropie, consiste à mettre la focale sur la production de nouveautés mais de nouveautés quelconques, pas de nouveauté pour la nouveauté : la nouveauté qui permet à une

localité de durer. La localité qui dure, ça peut être une ville comme ça peut être un champ ou ça peut être une aire de pêche avec les écosystèmes qui sont dedans. Donc en réfléchissant en termes de localité d'entropie et d'anti-entropie, on axe le développement sur le fait de faire durer l'écosystème, dont on tire aussi des ressources.



Et après d'un point de vue plus biologique théorique, donc là juste l'anti entropie et son rapport à l'entropie, en fait il y a tout un travail à faire auquel je contribue sur comment théoriser ce qui se passe au niveau du vivant. C'est à dire qu'il y a la perte de diversité, ça c'est une chose, mais ce n'est pas forcément si facile que ça d'ailleurs à définir précisément parce que l'on compte les espèces mais bon, c'est une manière grossière d'avoir une idée. Mais en fait une partie de ce qui se passe est extensif, c'est-à-dire que l'on perd des habitats par exemple et donc les êtres vivants qui vivent dessus disparaissent, mais une partie correspond à de la désorganisation, que l'on ne peut vraiment appréhender de manière purement quantitative.

Donc par exemple le réchauffement climatique, sur les plantes et les pollinisateurs, ça désorganise leurs relations. Ce n'est pas qu'ils n'ont plus de place. Enfin, il y a aussi ce problème-là, les deux se cumule. Et donc ça, ça s'analyse en termes d'anti-entropie, le fait d'être organisé, le fait de pouvoir se réorganiser aussi, et en termes d'entropie, c'est à dire le fait qu'on pousse le vivant vers quelque chose d'aléatoire, on le désorganise en fait tout simplement. Et, il y a la même chose, par exemple, avec les perturbateurs endocriniens, pour prendre deux exemples très différents. Donc l'analyse qui est en cours d'élaboration, de ce qu'il se passe avec le vivant, demande à introduire ces concepts, à mon avis.

B.S : Ce que nous disons nous, c'est qu'il faut constituer des économies locales ouvertes et pas du tout fermées. Il ne s'agit absolument pas de fermer le local sur lui-même. Il s'agit de l'ouvrir, de l'ouvrir de manière délibérée, et de faire en sorte qu'il y ait des échanges entre des localités. Alors après, il y a des échelles d'échange possible. Jusqu'à quel point peut-on transporter, je ne sais pas, du minerai et à 20 000 km. Ce sont des très grandes questions, où il y a des arbitrages à faire. Un transporteur dira toujours que si, on peut parfaitement transporter du minerai à 20 000 kilomètres. Donc lui a tout intérêt. Ce n'est pas du tout évident que sur le plan de la biosphère ce soit supportable. Donc ce que je veux dire, en disant ça, ce que l'idée de créer une nouvelle révolution industrielle, ce n'est pas en inventant les nouvelles technologies industrielles, etc. : c'est

en produisant une nouvelle économie industrielle. Qui tire parti des technologies telles qu'elles existent, et pour créer des relations d'échange fortes entre des localités. Parce que les échanges, c'est extrêmement important.

Je ne partage pas du tout, je pense que c'est extrêmement dangereux de dire que la biosphère est Gaïa, une entité – ce n'est pas vrai du tout. Mais par contre, et c'est pour ça que je dis qu'il faut lire Vernadsky. [La biosphère] forme une globalité. Et ça c'est extrêmement important de l'introduire aujourd'hui, comme une des dimensions. C'est ça que j'appelle la méta-économie. C'est une dimension : ce n'est pas seulement de la macro-économie, comment je consolide des échanges avec des chaînes internationales ou nationales. J'appelle ça de la méta-économie car ce sont des arbitrages au niveau de l'entretien de la biosphère en totalité. Ce que l'on n'a jamais posé comme question. Jamais l'Occident ne s'est demandé comment est-ce que j'entretiens aussi l'Afrique, le Moyen-Orient, et c'est pour ça qu'aujourd'hui c'est la catastrophe dans ces pays-là. Parce qu'il a exploité tout ça. Et de manière totalement irresponsable. Et on ne peut plus faire ça.

Parce qu'en plus maintenant, voilà, tous ces pays sont dotés d'équipements, etc., et il faut absolument maintenir une dynamique avec eux. Mais ce que je voulais dire c'est que révolution industrielle ici, ce n'est pas la géo-ingénierie ou je ne sais pas quoi. Ça peut aussi passer bien entendu par des programmes de recherche, de développement technologique. Mais c'est une nouvelle économie industrielle. C'est une nouvelle façon de compter en économie. Et de faire que les localités soient reconnues comme productrices de valeurs en tant que localité. Mais qu'elles soient ouvertes. C'est à cette condition qu'elles produisent de la valeurs. Si elles sont fermées, elle meurent.

Retranscription par Arnaud Gonjon (relecture et images : Victor Chaix)



ASSOCIATION DES AMIS DE LA
**GÉNÉRATION
THUNBERG**
ARS INDUSTRIALIS