

Petit manuel du déraillement

Quitter le monde des données
et rejoindre la diplomatie des interdépendances

Romain Couillet

4 juillet 2022

Ce manifeste s'adresse aux enseignant·es, chercheur·es et ingénieur·es inspiré·es, puis inextricablement aspiré·es, par les bénéfiques et bienfaits socio environnementaux annoncés par la science des données, du numérique, de l'intelligence artificielle, aujourd'hui sévèrement remis en question par les chiffres et l'accélération visible des impacts sur l'humanité et le vivant.

Afin de répondre à la tentation, l'évidence pragmatique, l'apaisement moral, et parfois même l'obligation psychologique face à une dissonance cognitive devenue détresse psychopathologique, de répondre aux appels à *bifurquer*, à *dérailer*, à *rompre* avec le système, ce texte explore des voies de transition permettant, au moins temporairement, de mettre à profit nos savoirs, compétences et sensibilités au service de la *fermeture* de l'héritage technologique mortifère occidental et de la construction d'un monde post-industriel soutenable, souhaitable et cohérent avec l'exigence de réinstaurer le discours avec le vivant.

Table des matières

1	Introduction	3
2	Pourquoi tout dissoudre ?	9
2.1	Le paradoxe de l'inefficacité énergétique	9
2.2	Extractivisme et néocolonialisme	12
2.3	Rupture de sens et dissonance cognitive	16
2.4	Le cas de Cuba comme ancrage	19
3	Vers une diplomatie des interdépendances	21
3.1	Les communautés d'importance	27
3.2	Une vision autre du "traitement des signaux"	29
4	Transformer nos outils	31
4.1	Les mathématiques de Spinoza, Jaynes et Illich	31
4.2	Théorie du <i>traitement</i> de l'information	36
4.3	Théorie des jeux sociaux	38
4.4	Informatique de l'éveil systémique et informatique sans ordinateur	42
5	Vers un monde lowtech	48
6	Conclusion	52
6.1	Par où commencer?	52
6.2	L'hypothèse de sécession	55

1 Introduction

La succession des rapports planétaires sur le climat du GIEC^[1], des rapports plus affinés, disciplinaires, du Shift Project^[2], les signaux d’alarmes de plus en plus insistants émanant des scientifiques^[3], activistes et ONG, depuis 50 ans mais surtout les observations concrètes et répétées des répercussions sociales, néocoloniales et environnementales de la société occidentale nous amènent aujourd’hui à remettre en question l’ensemble du modèle thermo-industriel et extractiviste. L’univers des sciences des données et du numérique ne fait clairement pas exception, bien au contraire. Son interpénétration toujours croissante dans la production vivrière et industrielle, dans les chaînes logistiques d’échanges alimentaires, humains, matériels et financiers, dans les loisirs et les outils de la vie quotidienne devenus “connectés” induit une forme de dépendance profonde, tout à la fois matérielle (le marché mondial tient au prix de l’énergie qui alimente le numérique) que psychologique (on ne sort plus sans téléphone portable). On estime par ailleurs que le poids de ces dites *technologies de l’information et des communications* (TIC) augmente à raison d’environ 9% par an^[4] alors qu’un *repli* de l’activité humaine globale de l’ordre de -7% annuel est exigé dès aujourd’hui pour tenir les accords de Paris^[5]. Ce constat place un nombre toujours croissant de chercheur·ses, ingénieur·es, étudiant·es sortant des grandes écoles en mathématiques, traitement du signal, informatique, intelligence artificielle, etc., dans une position de forte dissonance cognitive, sinon de détresse profonde^[6,7]. Les tentatives de récupération par les grands groupes industriels ou instituts de recherche, au moyen d’un “virage” vers l’éco-conception, le verdissement du numérique, l’évaluation systématique du poids carbone des usages ou des cycles de vie des équipements, et tant d’autres intelligences artificielles frugales, sobres – tout en maintenant l’hypocrisie du développement à marche forcée et fortement subventionnée de l’informatique quantique, du calcul de haute performance, de l’ordinateur *exascale*, de la robotique pour l’agriculture, des véhicules autonomes, des cryptomonnaies, du *metaverse*, etc. – ne font plus illusion : un appel est aujourd’hui clairement lancé à refondre radicalement les disciplines scientifiques liées de près ou de loin au numérique.

Le cadre de cette refonte, s’il se veut honnête, doit autoriser l’éventualité d’une *dissolution totale, progressive mais à intensité marquée*, de la recherche et l’innovation dans l’univers du numérique, du traitement des données, et même d’un large pan des mathématiques appliquées. Nous faisons le postulat ici, sur lequel nous nous attarderons en Section 2, que cette proposition de dissolution totale doit non seulement être prise en compte mais qu’elle est par ailleurs l’une des réponses les plus crédibles face à l’urgence des mesures à prendre, et qu’elle doit –

[1] <https://www.ipcc.ch/>.

[2] <https://theshiftproject.org/article/ptef-livre-et-site-web/>.

[3] <https://www.franceinter.fr/environnement/aurelien-barrau-nous-sommes-dans-un-effondrement-generalise-de-la-vie-sur-terre>.

[4] Charlotte Freitag, Mike Berners-Lee, Kelly Widdicks, Bran Knowles, Gordon S Blair, and Adrian Friday. The real climate and transformative impact of ict : A critique of estimates, trends, and regulations. *Patterns*, 2(9) :100340, 2021.

[5] https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2017/12/pr_global_emissions_-_5_reduction_per_year_now..._or_never_the_shift_project.pdf.

[6] Arthur Gosset (2021). Ruptures, le film. <https://www.ruptures-le-film.fr/>.

[7] <https://www.franceinter.fr/education/agroparistech-en-pleine-remise-des-diplomes-des-etudiants-appellent-a-deserter-les-jobs-destructeurs>.

indépendamment même de ce dernier point – être explorée afin de dégager l’imaginaire raisonnable d’une société post-industrielle résiliente. Une autre réponse apportée déjà par certains, et sur laquelle nous attarderons seulement en conclusion, est de *rompre* avec le système^[6], de *bifurquer* vers le monde souterrain des alternatives constructives^[7], d’engager une *pensée du déraillement*^[8].

Un fois posée cette hypothèse de travail, on évite alors l’écueil – psychologiquement rassurant à court terme – des multiples possibilités d’inflexion de son domaine de recherche dans une direction d’éco-conception, d’éco-responsabilité, de verdissement, de coûts environnementaux atténués, mais qui ne seraient pas suffisamment en rupture avec le modèle techno-solutionniste soumis aux effets rebond et d’accélération particulièrement présents dans l’univers numérique. Il s’agit bien plutôt de concevoir une refonte complète du travail des chercheur·ses, enseignant·es-chercheur·ses, ingénieur·es du monde du numérique et même d’accompagner un glissement progressif vers la sortie et la disparition des métiers de l’ère industrielle.

La boussole que nous suivrons dans cette réflexion est la conjonction d’une part des *éthiques* développées historiquement sous l’impulsion de philosophes tels que Spinoza^[9], resituées dans un contexte contemporain par Illich – à qui on doit la notion centrale de *convivialité*^[10] –, et plus récemment par Morizot qui appelle à transformer notre travail d’*intérêts* privés, au cœur de la définition de la recherche moderne (même celle dite “publique”), en un travail de *diplomatie des interdépendances* au service de *communautés d’importance*^[11], et d’autre part de l’anthropologie descolienne qui défend l’existence d’autres *visions du monde*, plus soutenables, que l’ontologie dite *naturaliste* de la société occidentale (dont la particularité est de ne pas conférer d’intériorité subjective aux autres qu’humains, au contraire des peuples nourris d’une ontologie dite *animiste*)^[12]. Si l’on conçoit le milieu partagé (spatialement et temporellement) par l’ensemble de la biodiversité qui forme la *vie* du milieu – humains, autres animaux, végétaux, terres, minéraux – comme un réseau complexe d’interdépendances, la pérennité de ce milieu ne peut se concevoir que dans une action géopolitique *éclairée* – même si parfois inconsciente – de l’ensemble des acteurs du milieu au niveau des interfaces et des liens, et non pas au niveau des nœuds (à savoir des intérêts propres) du réseau. À titre d’exemple, en s’appuyant implicitement sur la classification descolienne des ontologies, Morizot démontre le retard considérable pris par l’être humain occidental vis-à-vis de la capacité géopolitique des loups, chiens de berger et brebis à partager leur milieu. Ce retard est en partie, et ironiquement, un retour de bâton néoténique (en domestiquant une partie du vivant, Homo Sapiens s’est auto-domestiqué·e et infantilisé·e). Afin de réapprendre à vivre dans notre milieu, Morizot propose – et nous tenterons ici de le suivre – non pas seulement de redevenir des *diplomates des interdépendances*, en évitant toutefois l’écueil naturaliste d’une attitude verticale, condescendante de l’humain envers cette entité

[6] Arthur Gosset (2021). Ruptures, le film. <https://www.ruptures-le-film.fr/>.

[7] <https://www.franceinter.fr/education/agroparistech-en-pleine-remise-des-diplomes-des-etudiants-appellent-a-deserter-les-jobs-destructeurs>.

[8] <https://diacritik.com/2022/04/11/que-faire-pour-une-pensee-du-deraillement-a-lattention-des-chercheurs-enseignants-et-scientifiques/>.

[9] Baruch Spinoza. *Éthique*. 1675.

[10] Ivan Illich, Luce Giard, and Vincent Bardet. *La convivialité*. Editions du Seuil Paris, 1973.

[11] Baptiste Morizot. *Manières d’être vivant : enquêtes sur la vie à travers nous*. Éditions Actes Sud, 2020.

[12] Philippe Descola. Par-delà la nature et la culture. *Le débat*, (2) :86–101, 2001.

extérieure et sans âme nommée “Nature” qu’il s’agirait de soigner, réparer, bien traiter, mais bien plutôt de *reprendre notre part entière à la toile du vivant* : en sortant de notre enveloppe corporelle¹ et en se figurant comme *partie diffuse* d’un tout, le-a chercheur-e n’a plus de raison justifiable de maximiser l’intérêt privé d’une quelconque partie de ce tout (l’entreprise Huawei, l’état français, notre intérêt propre).

Dans cette nouvelle perspective d’imaginaire au service des communautés d’importance – pour l’habitant-e de la ville de Grenoble ce sera par exemple la vie de la montagne et de ses habitant-es interspécifiques –, il s’agit alors d’envisager des voies de transition cohérentes, audibles et constructives (ou à défaut des voies de déraillement comme l’impose peut-être l’urgence^[8]) d’une position scientifique mortifère, tout particulièrement dans le cadre du monde numérique, vers un idéal de diplomatie des interdépendances. Nous développerons ce point dans une seconde partie, en retissant les liens – aujourd’hui essentiellement perdus au profit d’un niveau paroxystique d’abstraction – entre la vie et les sciences mathématiques, formelles, froidement cartésiennes, des univers de l’ingénierie et du numérique. Rappelons tout de même à ce propos que le-a mathématicien-ne *hors-sol* contemporain-e n’est autre que le-a successeur-e des illustres penseur-es-philosophes-physicien-nes des premières civilisations et dont la mathématique n’était que *l’outil* – le moyen et non la fin –, au même titre que l’ingénieur en *deep learning* n’est finalement que la descendance des nombreuses communautés humaines historiques dont l’un des enjeux vitaux était de traduire un ensemble complexe de stimuli émis par le milieu en une réponse adaptée. Qui est d’ailleurs l’ingénieur-e en traitement du signal sinon un être vivant détaché de son milieu et dont l’outil (ordinateur, *data* issues de capteurs, simulateurs) produit des stimuli artificiels, abstraits, et à vision systémique étroite, desquels il s’agit d’extraire un comportement, une réponse, une “politique” tout aussi abstraits car adaptés à une *métrique* unique (une traduction mesurable de ces données) qu’il s’agit de maximiser (performance énergétique, taux d’erreur, rendement, etc.). Replacé-e au cœur des interdépendances du milieu, le-a chercheur-se en traitement mathématique du signal ou des données ne perdrait pas ses objectifs : agréger les stimuli variés et réels du milieu afin d’en extraire une forme de compréhension vitale et de réponse adaptée, mais cette fois-ci *au bénéfice du milieu*, et non d’intérêts particuliers. Le périmètre précis de ce *milieu* se déclinant en zones de contrôle (notre rayon d’action), d’influence (notre rayon de communication) et de préoccupation (notre vision du monde). Une rupture nécessaire sera celle du détachement – partiel ou total – ou bien plutôt d’une libération de la contrainte de rationalité imposée par un formalisme mathématique réducteur, ainsi que de l’outillage high-tech qui ne produit que ce qu’il est en capacité de mesurer et traduire, et ce en occultant les conséquences socio-environnementales. Il est important de préciser ici que l’investissement dans ces techniques *adaptées au mesurable* impose une forme de *monopole radical*, au sens d’Illich, sur la vision du monde par l’humanité occidentale : la représentation du monde s’adapte à ce que l’ingénieur-e est à même de mesurer, d’extraire, de traiter et de conceptualiser ; le “reste”, à savoir la diversité systémique, inaccessible aux machines et seulement palpable par nos intuitions et nos instincts, disparaît. Les mathématiques ne disparaîtraient pas pour autant,

1. Il est bon ici de rappeler que cette enveloppe corporelle contient bien plus d’ADN non-humain qu’humain, de sorte que nous ne sommes à ce titre pas plus humain-e que le loup est loup ou que le chêne est chêne.

[8] <https://diacritik.com/2022/04/11/que-faire-pour-une-pensee-du-deraillement-a-lattention-des-chercheurs-enseignants-et-scientifiques/>.

dans la mesure où *l'essence* profonde du traitement du signal et des données n'est aucunement remise en question : la logique mathématique, le raisonnement empirique, les intuitions et réflexes acquis, l'adaptation à des changements d'hypothèses, l'aptitude à mettre en commun des résultats distincts, disjoints, parfois discordants, demeurent centraux à une compréhension accrue du milieu. Cependant, l'assise formelle, cartésienne, calculatoirement froide (le nombre de brebis attaquées par les loups vu comme une fonction élémentaire du nombre de loups et brebis), basée seulement sur le *mesurable*, est dès lors profondément affectée pour laisser une place au sensible, au palpable, et même à l'impalpable (les loups et les patous ont été observés en train de jouer, les loups traversent parfois les troupeaux sans qu'aucune brebis ou patou ne s'en inquiète^[11]). Par ce biais, qu'il s'agit de travailler en profondeur, le-a mathématicien-ne redevient physicien-ne, penseur-se, philosophe, être au monde, acteur-ice du milieu, politicien-ne interspécifique.

Pour rendre le discours plus concret, plus accessible à notre système normatif de pensée – dont il est bien question ici de s'extraire –, nous élaborons dans la dernière partie de l'article quelques pistes de réflexions. Nous rappelons tout d'abord que *l'Éthique* de Spinoza^[9], qui est aujourd'hui au cœur de la philosophie contemporaine du bonheur^[13], de la sobriété heureuse^[14], ou encore de la compréhension récente du poids de l'entraide comme mécanisme épigénétique^[15,16], est dans le texte originel de Spinoza une *démonstration* basée sur un formalisme mathématique – ce qui a valu à la pensée de Spinoza d'être plusieurs fois traduite en des termes acceptables par l'approche moderne, démathématisée, des sciences humaines (séparées entre temps des sciences dites "dures"). Nous attachons aussi, comme beaucoup d'analystes de l'anthropocène et de l'ère industrielle^[17,18], une grande importance à la pensée d'Illich : elle aussi, à travers notamment son œuvre centrale *La convivialité*^[10], est distillée sous une forme progressive, élégamment rigoureuse et contrôlée, difficilement attaquable, tout en évitant l'écueil du détachement mathématique. Il en va de même pour la pensée de Morizot, avec en supplément un ingrédient *artistique* et un support par l'exemple : *Manières d'être vivant*^[11], au gré d'une progression thématique savamment articulée, à valeur démonstrative puissante, adossée à l'expérience concrète de la géopolitique des animaux (dont humains) du plateau de Canjuers, mais aussi au moyen d'une écriture vivante et immersive, est un véritable tour de force philosophique qui met en exergue une forme *démonstrative vivante*. Sommes-nous capables, mathématicien-nes hors-sol de la société industrielle, de transformer une discipline devenue aride en une fluidité philosophique au service des communautés d'importance ? Nous effectuerons ensuite une incursion

[11] Baptiste Morizot. *Manières d'être vivant : enquêtes sur la vie à travers nous*. Éditions Actes Sud, 2020.

[9] Baruch Spinoza. *Éthique*. 1675.

[13] Frédéric Lenoir. *Le miracle Spinoza : une philosophie pour éclairer notre vie*. Fayard, 2017.

[14] Pierre Rabhi. *La sobriété heureuse*. Actes Sud : Arles, France, 80, 2010.

[15] Pablo Servigne and Gauthier Chapelle. *L'entraide : l'autre loi de la jungle*. Éditions les Liens qui libèrent, 2017.

[16] Pablo Servigne, Raphaël Stevens, and Gauthier Chapelle. *Une autre fin du monde est possible*. Média Diffusion, 2018.

[17] Bernard Stiegler. *Réenchanger le monde : la valeur esprit contre le populisme industriel*. Flammarion, 2013.

[18] Bruno Latour. *Politiques de la nature : comment faire entrer les sciences en démocratie*. La découverte, 2016.

[10] Ivan Illich, Luce Giard, and Vincent Bardet. *La convivialité*. Editions du Seuil Paris, 1973.

dans le travail de Jaynes^[19] qui a démontré que l’outil formel des probabilités bayésiennes, allié au principe d’entropie maximale, est l’unique outil mathématique en accord avec une axiomatique *rationnelle* (une contrainte qu’il s’agirait donc de relaxer) d’une mesure de *plausibilité* des événements. Le travail de Jaynes, fortement contesté (mais qui réunit et maintient cependant une communauté de fidèles) car éloignant encore un peu plus le domaine des probabilités du giron des “maths pures”, se dresse en exemple marquant de la schizophrénie moderne à *purifier* l’outil mathématique, à la fois explication de la vie mais qui se doit d’éviter tout débat d’opinions. Ici aussi, sommes-nous capables, à l’aube d’une ère où l’énergie extraite à la terre ne permettra plus de nourrir le-a mathématicien-ne puriste supplémentaire dont les travaux ésotériques auront (et ont déjà) une contribution marginale sinon nulle au collectif – pensée déjà partagée par Grothendieck (récipiendaire de la médaille Fields) il y a cinquante ans de cela^[20,21] –, de briser cette schizophrénie et d’accepter de *recontextualiser*, au risque de “dépurifier”, les mathématiques ? Un autre exemple sur lequel nous nous appuyerons est la *théorie du traitement de l’information*^[22], discipline née de la psychologie sociale peu après la *théorie de l’information* de Shannon^[23] : cette théorie ouvre la question des procédés de transfert optimal d’information entre individus (posture de l’émetteur, medium d’information, état de connaissance du receveur) en élaborant sur la communication non verbale, les heuristiques de décision (induites par une capacité limitée de traitement en temps réel) et les biais cognitifs (induits par toute forme d’information a priori et de disposition psychologique) ; cette discipline hybride, très liée conceptuellement à l’approche shannonnienne, mais sans son formalisme mathématique, apparaît comme un instrument essentiel dans la reconstruction d’une société post-industrielle qui doit être en mesure de véhiculer et partager les *communs* des savoirs et savoir-faire, et tout à la fois éviter les nombreux écueils liés au mauvais traitement de l’information (théories complotistes, polarisation identitaire, inégalité d’accès à l’information, etc.). Pour y parvenir, l’histoire nous informe que les sociétés post-croissance reposeront sur un lien redimensionné, plus intimiste au vivant^[24] et un degré plus avancé d’entraide^[15], et donc sur une forme plus exacerbée de rencontres d’informations complexes qui forment le substrat d’importantes prises de décisions collectives : ici la *théorie des jeux*, initialement formalisée pour des applications stratégiques, économiques, militaires, puis plus récemment technologiques (télécommunications, économie de l’énergie, etc.) – et qui s’est notamment étendue en *théorie des jeux évolutionnistes* en vue de mieux appréhender le vivant à l’ère de la génétique – demeure un outil pertinent. Néanmoins, son formalisme mathématique, fortement ancré dans une hypothèse cartésienne de *rationalité* des agents, n’est pas tenable et est même fortement contestée dans certains domaines. C’est le cas de la biologie de

[19] Edwin T Jaynes. *Probability theory : The logic of science*. Cambridge university press, 2003.

[20] <https://www.inmysteriam.fr/documents-videos/enregistrements-audios/alexander-grothendieck-conference-au-cern-le-27-01-1972.html>.

[21] Alexandre Grothendieck. *Récoltes et semailles*. éditeur non identifié, 1992.

[22] Olivier Corneille. *Nos préférences sous influences : déterminants psychologiques de nos préférences et choix*, volume 2. Editions Mardaga, 2010.

[23] Claude Elwood Shannon. A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal*, 27(3) :379–423, 1948.

[24] Jared Diamond. *Collapse : how societies choose to fail or survive*. Penguin UK, 2013.

[15] Pablo Servigne and Gauthier Chapelle. *L’entraide : l’autre loi de la jungle*. Éditions les Liens qui libèrent, 2017.

l'évolution suite au récent développement de l'épigénétique : les conclusions de la théorie des jeux appliquées à la théorie de l'évolution contredisent les observations empiriques et ont, surtout, encore un peu plus "dévitalisé" le vivant, devenu une mécanique physique sans intériorité dans la conception occidentale de la fin du 20e siècle. Il s'agit certainement ici aussi de délier la dépendance de le.a chercheur.se au formalisme mathématique si la théorie des jeux souhaite jouer un rôle moteur dans la construction d'une *diplomatie des interdépendances* du vivant.

Nous aborderons enfin la question de l'informatique comme outil de recherche convivial : si on met de côté les interfaces déjà existantes de partage libre et communautaire – ce qu'on appelle aujourd'hui le *fediverse* – qu'il s'agirait de maintenir, du moins sous une version *lowtechnicisée* (avec des stockages et échanges de contenus minimalistes, qui visent à augmenter le pouvoir d'action de l'utilisateur et non plus de créer une dépendance à l'outil)^[25,26], il est intéressant de focaliser notre attention sur la capacité des calculateurs, et même sur la logique algorithmique (sans ordinateur), à *apporter des visions et intuitions sur des systèmes complexes d'interactions*. Nous évoquerons à ce titre le modèle *pydynamo*^[27], développé par notre équipe, qui permet de *vivre, expérimenter et prendre conscience des dynamiques et limites planétaires* au moyen d'une interface informatique simple basée sur le populaire modèle World3 du rapport Meadows des limites à la croissance^[28]. La machine apporte ici progressivement à l'utilisateur.ice une connaissance et des intuitions nouvelles à mesure que de nouvelles politiques d'actions planétaires (passage mondial à l'agro-écologie, décroissance économique, contrôle de la natalité, etc.) sont mises en place par l'utilisateur.ice qui devient alors acteur.ice et autonome. Cette expérimentation fait écho au travail très partagé du Dr d'Acremont sur l'exploitation d'algorithmes *interprétables* – à l'opposé d'algorithmes de type "boîte noire" – d'intelligence artificielle dans l'objectif de former les bénévoles de dispensaires africains au diagnostic médical^[29] : ici aussi, la machine disparaît du paysage dès lors que l'intuition extraite par la machine est acquise par les utilisateurs (les bénévoles du dispensaire). Sans même aller jusqu'à la nécessité d'usage d'une machine, la logique algorithmique, vue comme un mécanisme de jugement éclairé, est à même de développer la capacité des communautés humaines à anticiper les biais et à prendre en compte les multiples heuristiques de pensée lors de processus de décisions collectives : le domaine récent de *l'informatique sans ordinateur*, enseignée jusqu'à présent à des classes de la primaire au master (avec différents objectifs), pourrait trouver ici un terreau de développement important et généralisable au plus grand nombre.

[25] <https://lownum.fr/>.

[26] <https://solar.lowtechmagazine.com/2020/01/how-sustainable-is-a-solar-powered-website.html>.

[27] <https://gitlab.inria.fr/abaucher/pydynamo>.

[28] Donella Meadows, Dennis Meadows, Jorgen Randers, and WW Behrens III. Les limites de la croissance. *Rue de l'échiquier, Paris*, 1, 2012.

[29] Valérie d'Acremont (2021). Santé, Technologies, Environnement : Quels compromis éthiques ? https://www.youtube.com/watch?v=oKcy_cY0QOw&t=2733s.

2 Pourquoi tout dissoudre ?

2.1 Le paradoxe de l'inefficacité énergétique

Dans la pensée collective, la recherche scientifique en ingénierie vise l'amélioration du confort humain en démultipliant l'énergie métabolique rendue disponible par le travail musculaire seul. Le marteau augmente la puissance (la quantité d'énergie fournie instantanément) délivrée dans un clou, là où la main seule est bien moins efficace. L'usage systématisé du bois, de la tourbe, et plus récemment du charbon, du gaz et du pétrole, a permis d'atteindre aujourd'hui un niveau de démultiplication tel qu'on considère que le français consomme quotidiennement l'équivalent du travail fourni par 450 "esclaves énergétiques"^[30].

Il est important de préciser que l'énergie mise à disposition par le charbon, le gaz et le pétrole, et qui constituent aujourd'hui 85% du mix énergétique mondial (un chiffre inchangé depuis 30 ans malgré les efforts en direction des énergies renouvelables)^[31], est exclusivement de la *chaleur*. Cette énergie peut être directement utilisée à des fins de chauffage, cuisson, et de plus en plus dans les procédés de transformation chimique de nombreuses industries. Avant l'ère industrielle, le *travail mécanique* nécessaire au déplacement ou à l'agriculture, était quant à lui assuré par d'autres formes d'énergies telles qu'éoliennes, hydrauliques (capturées par les voiles des bateaux, les pâles des moulins à vent ou à eau) ou métaboliques (travail humain ou d'animaux plus puissants tels que chevaux et bœufs).

La transformation d'une source de chaleur en travail mécanique est en fait extrêmement récent : la machine à vapeur ou le moteur à explosion convertissent en effet la chaleur capturée de la combustion exothermique du charbon ou du pétrole en un mouvement mécanique, lui même converti aujourd'hui en électricité, source d'énergie particulièrement facile à transporter. Cependant, contrairement à l'image idéalisée qu'on pourrait en avoir, les procédés de transformation de chaleur en énergie mécanique sont hautement inefficaces. Malgré des investissements colossaux dans ce secteur, le rendement moyen d'un moteur thermique – qui équipe la majorité des véhicules de transport et de chantiers – reste immuablement de l'ordre de 25% à 33% : le complément (67% à 75%) du produit de la combustion du pétrole est perdu à chauffer l'enceinte du moteur. À l'heure où l'usage du pétrole doit être drastiquement réduit pour des raisons environnementales, consacré à des usages prioritaires pour des raisons de résilience et où son coût extractif et donc de vente explose (jusqu'à un pic anticipé à l'horizon 2032^[32]), il paraît assez invraisemblable que 70% du pétrole consommé pour le transport de denrées et nos déplacements modernes finissent en pur réchauffement de l'air ambiant. À ce titre, d'un point de vue systémique, l'industrie automobile participe sciemment à la production massive de déchets mortifères consécutive en grande partie à l'usage inadapté de la ressource énergétique fossile – le rendement énergétique d'un vélo (environ 25km/kWh) est bien supérieur à celui d'une voiture thermique (entre 7km/kWh pour un véhicule léger et 1km/kWh pour un SUV)^[33].

[30] <https://jancovici.com/transition-energetique/l-energie-et-nous/combien-suis-je-un-esclavagiste/>.

[31] <https://ourworldindata.org/energy-mix>.

[32] <https://jancovici.com/transition-energetique/petrole/a-quand-le-pic-de-production-mondial-pour-le-petrole/>.

[33] David MacKay. *Sustainable Energy-without the hot air*. UIT cambridge, 2008.

En réalité, ce constat d'inefficacité énergétique est généralisable. Contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, les technologies développées à la suite des "progrès" et "innovations" du 20e siècle sont globalement – et paradoxalement – très inefficaces, ou tout du moins bien plus inefficaces que leurs ancêtres pré-industriels. Plusieurs études^[34] démontrent notamment qu'en 1900 le *taux de retour énergétique* (ou *retour sur investissement énergétique* dans la formulation anglaise) – à savoir la quantité d'énergie utile issue de chaque unité d'énergie primaire entrant dans la technologie – de la filière agricole mondiale était essentiellement proche de 1, c'est-à-dire que la quantité d'énergie primaire exploitée, hors énergie solaire (le travail mécanique humain et d'animaux de traits), permettait de produire une énergie végétale suffisante pour nourrir toutes ces travailleur·ses et une part croissance d'humains non dédiés au travail de la terre sur le milieu partagé. Aujourd'hui, ce taux de retour énergétique, en incluant toutes les externalités de la filière agricole – production et alimentation fossile de lourds engins et machines, production d'intrants (nitrates, insecticides), conditionnement (filière plastique, chaîne du froid), transformation des aliments primaires, transport des denrées, élevages intensifs, logistique et administration de la distribution (intermédiaires, magasins, grande distribution, restaurants, gaspillage), usage par le consommateur (transport, gaspillage) – environne les 14% (aux États-Unis du moins, les chiffres en France n'étant pas disponibles), c'est-à-dire qu'il faut aujourd'hui 7 calories d'énergie en entrée du système pour produire 1 calorie d'énergie utile. Et on ne compte pas ici les externalités liées à l'investissement en dépollution et aides internationales compensatoires aux effets indirects de l'agriculture (pollution et érosion des sols, eutrophisation des cours d'eau, déforestation massive, disparition des cultures vivrières et migrations consécutives au néocolonialisme des pays du sud, etc.). Il est d'ailleurs intéressant de noter que le salaire (très faible) de l'agriculteur·ice français·e moyen·ne est constitué à 85% d'aides et subventions de l'état et de l'Europe^[34], de sorte que l'économie réelle est entièrement consistante avec son bilan énergétique : l'exploitant·e agricole investit 7€ pour gagner 1€. Dans le détail, la perte énergétique est imputable à l'usage de machines agricoles inefficaces dans leur usage du pétrole (nous venons de le voir), à un gaspillage alimentaire explosif (on estime à 33% la quantité d'aliments produits et non consommés dans le monde^[35]), et à l'élevage d'animaux nourris de façon *monogastrique* : les ovins et bovins ne transforment aujourd'hui plus exclusivement des ressources non consommables par l'humain (vers, herbe, fourrage) en viande mais consomment des protéines végétales consommables par l'humain mais détournées vers les animaux d'élevage, pour un rendement estimé entre 4% (bovins) et 25% (poulets), l'efficacité moyenne étant estimée à 15%, car tirée par les 70 milliards de poulets consommés annuellement dans le monde. Ajoutons à cela la consommation mondiale de poissons – estimée à 300 milliards de poissons par an, donc quatre fois plus que de poulets –, dont la proportion pêchée diminue au profit de poissons de culture, eux mêmes nourris aux farines de poissons (des petits poissons pêchés pour nourrir les poissons de culture). Ainsi, dans le domaine vital de l'alimentation de l'humanité, force est de constater que les récents progrès scientifiques techniques et technologiques n'ont pour conséquence que d'augmenter le niveau d'inefficacité énergétique.

[34] Atelier Paysan. *Reprendre la terre aux machines*. Seuil, 2021.

[35] <https://www.drawdown.org/solutions/reduced-food-waste>.

Plus surprenant encore, une étude systématique de *lowtech magazine*^[36,37] démontre que les technologies “modernes” de cuisson des aliments, l’un des postes majeurs de consommation énergétique directe des ménages, sont bien plus inefficaces que des technologies révolues ou mieux pensées, mais dans tous les cas bien plus élémentaires. En particulier, la cuisson au gaz ou à l’électricité – cette dernière étant déjà le fruit de la conversion imparfaite d’une source primaire à 65% fossile – a un rendement moyen de 15%, à savoir guère mieux qu’un feu extérieur bien tenu^[36]. Ce faible rendement monte pourtant à 80% lors de l’utilisation intelligente de méthodes de cuissons dites “low-tech”, à savoir la conjonction d’un *gasifier stove* (qu’on peut réaliser à partir de trois boîtes de conserve) qui consomme du bois à bas niveau d’oxygène puis les gaz émis à haute température, et d’un *cuiseur sans feu* (aussi appelé *marmite norvégienne*)^[37], enceinte calorifique qui maintient durablement une haute température.² On conçoit difficilement, malgré les expériences de nombreuses fois vérifiées (expériences supportées par une théorie physique somme toute élémentaire par ailleurs), que nos technologies de cuisson modernes (fours à micro-ondes, plaques vitrocéramiques ou à induction) soient aussi peu performantes face à des solutions élémentaires basées sur des boîtes de conserve et une enceinte de polystyrène de 4cm d’épaisseur (qu’il est donc possible de produire exclusivement sur la base de réemploi de déchets).

Si on se penche sur le cas des technologies dites de “l’information”, il est intéressant ici aussi de démystifier le mythe du gain de performance apporté par le monde du numérique. Si l’ordinateur et les calculs automatisés permettent clairement d’accélérer et d’optimiser des prises de décision bien précises à des débits devenus incommensurables avec la vitesse de traitement par l’humain, le prix à payer en contrepartie est celui d’une multiplication effrénée du nombre de dispositifs, serveurs et terminaux numériques à la production extrêmement polluante (entre 50% et 80% du coût carbone du cycle de vie, essentiellement dûs à l’extraction minière de terres rares). Cette contrepartie est loin d’être anecdotique : le rapport *Lean ICT* du Shift Project^[38] fait état d’une étude portant sur 58 secteurs économiques ayant effectué une conversion vers le numérique dans le but de dématérialiser leur activité : au bilan, le numérique n’a impliqué aucune dématérialisation parmi tous ces secteurs, et a parfois donné lieu à des effets rebonds. Entre des œillères spatialement et temporellement étroites, bien sûr, chaque nouvelle technologie permet des gains parfois colossaux en efficacité : c’est ainsi que d’une technologie de télécommunication à la suivante, un facteur dix de transferts de données devient accessible. Ces gains sont cependant d’une part très largement, entièrement, voire même souvent sur-compensés par l’apparition de nouveaux usages mais surtout, avec une vision *systemique*, absolument débordés en ordre de grandeur par l’impact de la production, toujours s’accroissant, de nouveaux appareillages numériques (en croissance de 67%/an entre 2010 et 2015^[38]).

En prenant un peu de recul et en s’appuyant sur l’ensemble de ces chiffres qui ne sont ni ca-

2. Mon expérimentation personnelle m’a permis d’atteindre un facteur 15 de gain énergétique dans la cuisson lente de légumineuses.

[36] <https://solar.lowtechmagazine.com/2014/06/thermal-efficiency-cooking-stoves.html>.

[37] <https://solar.lowtechmagazine.com/2014/07/cooking-pot-insulation-key-to-sustainable-cooking.html>.

[38] <https://theshiftproject.org/lean-ict/>.

chés, ni inaccessibles, mais trop peu communiqués tant ils sont contraires à l'idéal progressiste, il peut paraître assez insensé que l'ensemble des ingénieur-es, chercheur-ses, *élites de la nation* œuvrant à l'optimisation sociétale, et dont nous prenons part, ne parvienne pas à se rendre à l'évidence du chemin totalement contraire pris par la société. Si l'épouvantail d'un retour à une société de type Amish est tristement caricatural, il n'en reste pas moins que de nombreux outils oubliés – ou récemment redécouverts et affinés par le mouvement low-tech – sont diaboliquement plus performants, techniquement plus élémentaires, de fabrication artisanale et très souvent accessible à tou·tes ou à des petites communautés. Certains sont même quasi-optimaux, comme la conjonction pointée plus haut d'un *mini-gasifier stove* et d'un *fireless cooker* dont l'efficacité énergétique atteint les 80% et dont la conception, la réparation, la compréhension, le combustible (du petit bois) sont accessibles à tous.

Une des réponses au paradoxe de la performance énergétique est que le développement technologique, dans sa grande complexité, a occulté la vision systémique du spécialiste, auparavant *artisan* en lien avec l'amont (la demande, les besoins, les ressources) et l'aval (les usages), aujourd'hui devenu *expert d'un point de détail* entre les quatre murs d'une usine ou d'un laboratoire au sein d'une strate du vaste complexe industriel. Chaque bout de technologie est optimisé, indépendamment et selon des critères propres, sans que le tout ne soit pourtant optimal. Le rasoir d'Occam n'opère plus dans une société de progrès : pourquoi faire simple quand on *doit* faire compliqué ?

Surtout, l'analyse des cycles de vie des nouvelles technologies, particulièrement numériques, ont été savamment transposées en la *consommation en cours de service* de la technologie. En induisant une quasi-amnésie sur la part majeure du coût environnemental de la technologie, à savoir l'extraction minérale et la fabrication (production de CO₂, déplétion des ressources, pollutions diverses, usage intensif d'une eau pure), la société divertit les chercheur-ses dans une quête du gain epsilonesque de la performance à l'usage sous couvert de "gratuité" du matériel futur qui implémentera ce gain. Cette gratuité est une illusion aux conséquences sociales et environnementales profondes comme nous le rappelons ci-après.

2.2 Extractivisme et néocolonialisme

Du fait de la large disponibilité des combustibles fossiles, dont le contenu énergétique (en densité) est incomparable à ceux du bois ou de la tourbe utilisés majoritairement jusqu'au 18e siècle, l'ère industrielle a fortement réduit les distances et facilité le transport. Le *milieu* de l'être humain est devenu la planète entière, pratiquement aucun recoin n'étant désormais inaccessible. Il en va ainsi de notre garde-manger (les aliments disponibles dans tous les centres commerciaux occidentaux) et de notre quincaillerie (l'ensemble de nos outils, objets) produits et transportés parfois sur des dizaines de milliers de kilomètres avant d'atteindre notre domicile.

La mondialisation est cependant loin d'une belle aventure collaborative et égalitaire entre les peuples locaux, humains et autres qu'humains. Ici aussi, il est bon de rappeler que la production matérielle – dont le produit final sont des appareils dûment emballés, aux coloris choisis par des expert-es et lissés par des procédés modernes – cache une réalité *néocolonialiste*. Comme le développe Malcolm Ferdinand dans *Une écologie décoloniale*^[39], l'entreprise consumériste et

[39] Malcom Ferdinand. *Une écologie décoloniale-Penser l'écologie depuis le monde caribéen*. Média Diffusion,

productiviste a incité (sinon forcé) les populations autarciques des pays du Sud à abandonner leur agriculture vivrière pour se consacrer à la monoculture plus lucrative ou à l'extraction minière. Sous prétexte d'un enrichissement *financier* (avéré à court terme) de ces peuples et d'une offre philanthropique de l'accès à la modernité occidentale, l'entreprise capitaliste a surtout créé une forme de dépendance des pays du Sud aux productions vivrières (riz et blé) et au pétrole raffiné provenant désormais de l'occident. Les populations humaines s'en trouvent dépossédées de leur terre vivrière, devenue atelier de production de biens de consommation à l'échelle mondiale.

En datant le début du malaise social et environnemental à l'expansion coloniale de l'Europe (plutôt qu'à la révolution industrielle), Ferdinand préfère parler de *négrocène* que d'anthropocène. Pour Ferdinand, la notion de *nègres* dépasse la signification entendue des peuples caribéens d'origine africaine pour couvrir un spectre bien plus large : celui de chaque être vivant – humain et autre qu'humain – dépossédé de son droit à *habiter*, à *être au monde*. L'entreprise industrielle occidentale accapare des territoires et des vivants en dehors de son propre milieu et pour son propre profit, profit assuré par la satisfaction de besoins toujours croissants, induits par le brainwashing publicitaire d'une population d'humains nantis poussée à la consommation de ces ressources venues d'ailleurs. Il ne s'agit ni plus ni moins que d'une forme de colonialisme dont les *nègres* sont l'ensemble des espèces progressivement dépossédées de leur espace vital voué à l'extractivisme, à la culture intensive, à l'érosion et aux pollutions des sols multiples, non contrôlées et souvent irréversibles. Faisant le parallèle avec les navires négriers du commerce triangulaire, Ferdinand isole le monde occidental du reste de la planète, véritable *cale du monde* dans laquelle les droits à l'existence et à l'habiter d'une grande partie du vivant sont bafoués.

C'est ainsi que la forêt amazonienne, dont il est bon de rappeler qu'elle est l'habitat des formes les plus nombreuses et variées de vie sur la planète, est progressivement dévastée, majoritairement au profit de monocultures céréalières irriguant massivement la production de viande de l'occident (en particulier pour l'élevage bovin en France). Les *nègres* de Ferdinand sont ici le vaste ensemble formé par les habitants de la forêt, brûlés vifs dans les feux volontaires ou laissés dans un milieu stérile et dévasté.

Plus insidieusement encore, le poids du monde capitaliste *négrifie* également les territoires occidentaux. Si la forêt française est considérée comme bien portante car en progression (31% du territoire), rappelons tout de même que seuls 0,013% du territoire (75 km²) sont des espaces de forêts primaires, donc d'habitats durablement préservés. Toutes les autres forêts sont artificielles, "gérées" (ou récemment gérées) par l'humain. L'artificialisation systématique des sols, principalement due à l'intensification du réseau routier mais aussi à l'augmentation des surfaces des maisons individuelles – progressivement devenues monoparentales (ce qui duplique l'espace utilisé) –, la fin de l'habitat transgénérationnel, l'emploi massif d'intrants et pesticides sur les terres non bitumées, stérilise progressivement le reste du territoire. Les rejets polluants des activités humaines sur ces espaces grignotent les autres espaces (rivières, forêts, bords de mer), avec pour conséquence la dévitalisation et donc le *refuser du droit à l'habitat* d'une population de vivants en souffrance. Les conséquences de la révolution dite "verte" sur notre territoire en est un exemple systémique frappant : la "fertilisation" des sols au moyen d'intrants agricoles artificiels (nitrates, potassium, phosphates) augmente la capacité photosynthétique des végétaux qui, cultivés en monoculture, ne bénéficient pas de protection symbiotique ; la "solution" par

voie de pesticides protège alors la monoculture au détriment du sol qui se trouve stérilisé de tous ses *habitants* (animaux et végétaux) dont la vie symbiotique permettait de maintenir entre autres un équilibre hydrique, d'oxygène et de nitrates à disposition de tous ; les sols deviennent alors secs, incapables de retenir les nitrates qui – dans un souci productiviste – doivent être épandus plus régulièrement et à plus haute dose (on estime que seuls 10% parviennent à la culture), incapables de retenir également l'eau indispensable à la résilience de la culture lors d'épisodes de sécheresse prolongés et laissant ruisseler les eaux de pluies abondantes ; au bilan, ce ruissellement entraîne les nitrates non absorbés jusqu'aux cours d'eau et bords de mer où se développent massivement des végétaux nouveaux : c'est l'origine de la pollution aux algues vertes sur les côtes bretonnes ; la prétendue nécessité (par souci de sécurité alimentaire) de produire artificiellement les nitrates manquants (activité industrielle à fort impact carbone) pour assurer une production alimentaire désormais en baisse face à une demande de consommation toujours croissante, augmente l'impact environnemental et accélère encore la spirale destructive du territoire. Des solutions pour enrayer cette dynamique destructrice existent pourtant – permaculture, introduction de haies, arbres, diversité végétale, retour à la terre des excréments humains porteuses de nitrates (et non au tout-à-l'égout)^[40] –, elles sont logistiquement simples à mettre en place mais contrarient l'illusion productiviste et les normes sociales de l'ère moderne. À défaut, l'occident se négrifie en détruisant son propre habitat.

Revenons sur la question de l'extractivisme minier et spécifiquement sur l'extraction de métaux, au centre de la question numérique. Nous allons voir à quel point les efforts d'efficacité *des services* produisent ici encore des contrevérités d'efficacité énergétique tout au long du cycle de vie des outils, notamment des outils numériques. Nous avons aujourd'hui atteint un premier seuil, critique à plusieurs égards, dans l'exploitation des métaux : les appareils numériques modernes (smartphones, laptops) sont désormais composés de plusieurs dizaines de métaux – on estime leur nombre à environ 50 dans un smartphone^[38]. Ces métaux sont énergétiquement extrêmement coûteux à obtenir, l'extraction est polluante, génératrice de nombreux déchets, le réemploi après utilisation est quasi inexistant, et le recyclage est lui aussi consommateur de ressources et dans tous les cas très marginal. Comme le détaille Aurore Stéphant^[41], spécialiste du domaine minier des métaux, l'image d'Épinal de terres meubles contenant des fillons métalliques purs est fortement erronée : les zones d'extraction d'un métal donné (disons l'or) sont des terres ou roches minérales porteuses de nombreux autres métaux rarement co-prélevés, parfois toxiques (plomb, mercure, etc.) et accumulés dans des espaces de rétention non contrôlés ou non existants (aucune régulation internationale) qui ruissellent vers les cours d'eaux environnants. Autre image d'Épinal depuis longtemps révolue : les métaux les plus rares n'existent pas sous la forme de "pépites" qu'un simple aimant suffirait à extraire de la terre. L'image réaliste est bien plutôt celle de grains, invisibles à l'œil nu, coincés dans des minéraux et, s'agissant de l'or, présent à raison d'à peine *quelques grammes par tonne de matière extraite*. Ces véritables aiguilles dans des bottes de roches dures et multi-minérales, sont récupérées par pulvérisation systéma-

[40] <https://solar.lowtechmagazine.com/fr/en/2010/09/recycling-animal-and-human-dung-is-the-key-to-sustainable-farming.html>.

[38] <https://theshiftproject.org/lean-ict/>.

[41] <https://www.thinkerview.com/aurore-stephant-leffondrement-le-point-critique/>.

tique de la roche en sable fin sur lequel un traitement chimique est opéré pour agglomérer le métal recherché. Le bilan environnemental de notre poste de télévision ou de notre smartphone n'est pas celui de l'électricité produite pour les alimenter ou pour envoyer les photos à trop haute résolution qui accompagnent nos SMS : le bilan est avant tout celui de la pulvérisation énergivore et destructrice du milieu des quelques tonnes de roches nécessaires à leur fabrication.

L'utilisation de métaux rares permet une souplesse technologique qui réduit les tailles, améliore les performances (dont énergétique à l'usage), mais dont l'impact global – comme on s'en rend progressivement compte lorsqu'un bilan complet est effectué – reste négatif. C'est ainsi qu'Aurore Stéphant fait part, en opposition au message largement diffusé depuis plusieurs années, du bilan négatif des ampoules *basses consommation* de type LED. D'une part, la consommation énergétique liée à l'éclairage domestique est une part mineure de la consommation énergétique des ménages³, mais surtout les ampoules à LED requièrent des métaux rares, polluants et dangereux (du mercure notamment, pourtant interdit dans les thermomètres), dont le bilan extractif surcompense le gain énergétique d'usage. Autre marotte de la spécialiste des métaux : l'électrification des véhicules. Aucune étude ne parvient à fournir une analyse de cycle de vie comparative et consistante des véhicules thermiques et électriques. À gros grains, l'approche est pourtant assez simple, les véhicules électriques possèdent deux surcoûts majeurs par rapport aux véhicules thermiques : celui de la production énergivore et polluante de leur batterie (qu'il faut renouveler après quelques années d'usage) et celui du poids de la batterie (plusieurs centaines de kilos contre 50kg pour un moteur thermique) qui augmente la consommation énergétique à l'usage – il faudrait aussi ajouter le surcoût induit par la systématisation d'une électronique de bord. On estime grossièrement le coût équivalent CO₂ de production d'un véhicule thermique à environ 6 tonnes eqCO₂, contre 10 tonnes eqCO₂ pour un véhicule électrique, avec de larges variations selon les modèles. En contrepartie, l'usage de l'électricité, dont le mix productif fossile est assez faible en France (mais important à l'étranger), ainsi que l'efficacité de la conversion d'énergie électrique à mécanique (au delà des 90%, comparativement aux 25% des moteurs thermiques) compensent *potentiellement* à terme le surcoût à la production. Si les études des cycles de vie produites par les constructeurs automobiles ou par des groupes indépendants ne s'alignent pas vraiment, il n'en reste pas moins que les plus récentes études, plus englobantes car plus systémiques, repoussent globalement toujours plus loin le *point de bascule* à partir duquel le véhicule électrique devient énergétiquement plus rentable. Certaines études parlent même aujourd'hui d'un point de bascule autour de 250 000 km en faisant l'hypothèse que la batterie fonctionne toujours après un tel kilométrage. On en vient donc progressivement à remettre en cause la pertinence de l'électrique sur le thermique dans ces bilans de plus en plus complets.

Afin de conclure sur les analyses de cycles de vie dans le numérique, mentionnons également que le réusage matériel est rarement possible du fait de l'intégration des circuits et de l'obsolescence matérielle et logicielle induite par les avancées numériques. Le recyclage devient lui aussi progressivement impossible : la fusion et l'intégration des métaux, distribués dans des milliards de micro-puces distinctes devient de plus en plus coûteux, impactant et finalement dérisoire. Dérisoire parce que la demande de production matérielle n'a de cesse de croître : au cours des

3. Il en va autrement de l'éclairage public mais des mesures *de sobriété* existent déjà d'extinctions de l'éclairage urbain de nuit.

années 2015 à 2020, l’augmentation annuelle de la production numérique a atteint les 67%^[38], de sorte que même sous l’hypothèse idéale d’un niveau de recyclage de 100% des matériels électroniques, disons vieux de cinq ans, c’est une production plus de 10× supérieure ($1,67^5 \simeq 13$) à la quantité de matière réutilisable cinq ans plus tard qui est nécessaire. En réalité, le taux effectif de recyclage des matériels électroniques est évalué à 13%, la plupart des déchets étant en dormance dans nos tiroirs, jetés sans effort avec les déchets ménagers, ou plus souvent exfiltrés (plus ou moins légalement) vers des pays “décharges” – c’est le cas du Ghana où adultes et enfants vivent de la revente (à raison de quelques centimes par kilo de cuivre) de métaux refondus au milieu d’un ancien lac devenu une mer de déchets métalliques dangereux^[42]. L’image de la *négrocène* de Ferdinand est ici portée à son paroxysme : le lac, source de vie de ses anciens *habitants* (animaux, végétaux), s’est vu transformé irrémédiablement par l’Occident en un *non-habitat* stérile, une nouvelle *cale du monde*.

2.3 Rupture de sens et dissonance cognitive

Le développement d’une capacité cognitive complexe chez Homo Sapiens il y a de cela 300,000 ans a permis d’affuter des stratégies de coopération, d’entraide et de mise en commun des savoirs permettant de maintenir des tailles de populations bien au delà du seuil légendaire des 150 individus^[43,44] – au delà de 150 individus, la meute, la horde ou le groupe ne peuvent assurer une cohésion. Les civilisations modernes d’Homo Sapiens y parviennent en créant des mythes, des histoires, des récits complexes orchestrés et maintenus par des mécanismes de contrôle de l’adhésion de tous (rituels, sacrifices, idoles, fétiches). Ces mécanismes religieux, spirituels, sociétaux comblent le besoin génétique d’Homo Sapiens à donner un *sens* à son existence. Comme Sébastien Bohler le décrit dans *Où est le sens ?*^[45], une partie de notre cerveau – le cortex cingulaire antérieur – est fortement liée (possiblement dédiée) à la tâche de *conférer un sens*. Dans les termes de Bohler et des neuropsychologues, le *sens* doit être compris comme une organisation du milieu qui nous semble cohérent : par exemple, établir des liens de confiance en une personne assure une tranquillité cérébrale, mise à mal en cas de trahison (ce qui se traduit par une vive activité du cortex cingulaire antérieur) ; de la même manière, l’ordre naturel du milieu (la présence systématique de fruits sur tel arbre en été, l’absence de prédateurs dans telle zone) confère un sens à notre vision du monde, sens qui se voit rompu en cas de choc ou transformation du milieu.

Cette notion de *sens* est fortement liée aux ontologies, ou *visions des mondes*, dont la compréhension moderne nous a été impulsée par les travaux d’anthropologie de Lévy-Strauss puis Descola^[12]. À l’inverse de la pensée dominante américaine, mondialement diffusée à travers

[38] <https://theshiftproject.org/lean-ict/>.

[42] <https://boutique.artte.tv/detail/la-face-cachee-des-energies-vertes>.

[43] Yuval Noah Harari. Sapiens, a brief history of humankind. *Publish in agreement with The Deborah Harris Agency and the Grayhawk Agency*, 2014.

[44] Lewis Dartnell. *Origins : How Earth’s History Shaped Human History*. Hachette UK, 2019.

[45] Sébastien Bohler. *Où est le sens ?* Robert Laffont, 2020.

[12] Philippe Descola. Par-delà la nature et la culture. *Le débat*, (2) :86–101, 2001.

Sapiens d'Harari^[43] et *Effondrement* de Diamond^[24], qui suggèrent un déterminisme des civilisations humaines à croître, devenir prédatrices de leur environnement, et finalement s'effondrer, Descola montre au contraire que les groupes humains, partout et en tout temps, *composent* leur monde suivant un schéma (une ontologie) qui n'est pas nécessairement – et en réalité rarement – corrélé à une incitation à la croissance et la prédation. Le pivot autour duquel se jouent les différentes représentations du monde est, selon Descola, le degré d'*intérieurité subjective* que l'humain attribue au reste du vivant. Dans l'occident moderne, notre ontologie est dite *naturaliste* : la "nature", composée des autres qu'humains, n'a pas de conscience, d'intériorité, ou du moins pas à l'égalité d'Homo Sapiens qui lui est de fait supérieur. Ce regard de supériorité autorise une forme de violence vis-à-vis des autres qu'humains, à commencer par le traitement violent des "cultures" végétales et élevages animaux^[46]. On rejoint ici Ferdinand : la dite "nature" – et ses habitants – devient ontologiquement un espace d'appropriation, de prédation et de violence permise à tout être considéré comme prenant part à la nature (les sauvages, les paysans). Dans l'ontologie naturaliste, le *sens* de l'existence est de fait lié à la capacité individuelle de prédation, de possession, de domination. C'est ainsi que serait né le mythe consumériste de la possession, aujourd'hui entretenu par la publicité et le marketing qui jouent le rôle de pourvoyeur de sens dans une société où les avancées scientifiques permettent difficilement aux religions d'antan (liées à une ontologie dite *analogique*) de proposer une composition du monde crédible. Le *sens* des habitants du monde occidental est ainsi devenu le conte des pays, des républiques démocratiques, des entreprises, mais aussi plus insidieusement du dit *pouvoir d'achat* – le poids des mots n'est ici pas du tout anodin –, de la réussite par le salaire et la position sociale. Le récit consumériste s'appuie d'ailleurs sur un puissant fétichisme^[47] : celui de l'argent, objet si obnubilant qu'il parvient à faire oublier qu'un monde sans arbre mais financièrement riche n'est pas vivable. Cette trivialité est loin d'être naïve : c'est aujourd'hui au prix d'une profonde détresse psychologique – burn-outs, dépressions, formes sévères d'éco-anxiété ou de dissonance cognitive – que certains franchissent le pas de l'abandon d'un salaire *confortable* et d'un métier tout aussi *socialement respecté* que psychologiquement intenable pour retrouver une autre forme de sens que celui promulgué par la société.

Car il apparaît en effet aujourd'hui, pour une frange grandissante de la population, que le mythe consumériste, alimenté par des promesses de bien être collectif, est un leurre, une forme perverse de distraction cérébrale dont les conséquences sociales (accroissement des inégalités, colonialisme, hétéronomie des individus, dépendance aux machines), environnementales (destruction aveugle du milieu vivant, transformation climatique) et spirituelles (promotion de l'égoïsme, fracture des liens sociaux, qualification de la "nature" comme source d'extraction et d'exploitation) sont de plus en plus visibles et insupportables. Les chercheur·ses et ingénieur·es sont d'autant plus concerné·es par cette prise de conscience que les portes d'entrée à l'évidence d'un effondrement planétaire déjà en cours sont nombreuses et scientifiquement indiscutables.

[43] Yuval Noah Harari. *Sapiens, a brief history of humankind*. Publish in agreement with The Deborah Harris Agency and the Grayhawk Agency, 2014.

[24] Jared Diamond. *Collapse : how societies choose to fail or survive*. Penguin UK, 2013.

[46] André G Haudricourt. Domestication des animaux, culture des plantes et traitement d'autrui. *L'homme*, pages 40–50, 1962.

[47] Dany-Robert Dufour. Baise ton prochain. *Une histoire souterraine du capitalisme*, 2019.

Dès lors que le GIEC – supporté par le Shift Project^[5] – affirment, au moyen d’un calcul de maths de niveau terminale, qu’une décroissance de l’activité humaine d’au moins 7% par an dès 2022 et au moins jusqu’en 2050 est une condition nécessaire au maintien du réchauffement climatique sous la barre des +2°C, aucun-e scientifique en numérique ne peut prétendre que la croissance actuelle de +9%/an du domaine est “tolérable”, “un mal pour un bien”, ou bien même – comme on l’entend de plus en plus – qu’il faudrait vérifier ce chiffre de +9% (qui peut-être n’est en fait que +4% ?) avant de mettre en place une quelconque action. Ces arguments qui émanent souvent de cell-eux dont la carrière a été propulsée par la structure puissante et fortement cadenassée du mythe consumériste, sont scientifiquement inaudibles. Par contre, au sein de la génération en préparation de futur-es ingénieur-es et chercheur-ses, cette génération qui ne doit encore rien au monde capitaliste sinon un long conditionnement académique à un élitisme auquel iels ne croient plus, une part de plus en plus importante évoque son sentiment de malaise, de rupture de sens, de dissonance cognitive profonde. Certain-es, ne supportant plus leur souffrance ou faisant fi de normes auxquelles iels n’adhèrent pas, décident de faire sécession, de bifurquer^[6,7] et d’abandonner leurs études, la carrière et la “vie facile” qui leur étaient promises.

La situation est même plus grave pour ceux qui souffrent, sans capacité de sortie, de ces troubles psychologiques “nouveaux” que sont l’éco-anxiété (cette douleur projective de la dégradation à venir de notre milieu de vie^[48]) et la solastalgia (liée à la perte irréversible d’une vision de notre milieu^[49]). Le désarmement et le sentiment d’impuissance – face à une population aveugle ou tentée par la fuite en avant – qui accompagnent l’effondrement psychologique associé à l’arrêt de la croyance en la société, en l’ontologie naturaliste (ce qui pose des problèmes immédiats dans les cercles proches, familiaux et amicaux) créent une véritable détresse qui nécessite parfois l’accompagnement par des éco-psychologues.

Cet accompagnement a précisément pour objectif le retour à une notion crédible de *sens*. À nouveau ici, il est intéressant de remarquer qu’il n’est aucunement besoin d’inventer de nouveaux imaginaires, mais que les penseurs contemporains comme d’antan nous ont largement mâché le travail. Le plus emblématique d’entre eux est Spinoza, dont l’*Ethique* est considéré comme un véritable tour de force tant sa pensée entraine en rupture avec l’attachement religieux et les approches théologiques du 17^e siècle (ce qui lui posa de nombreux problèmes). Spinoza propose que l’être humain se réalise en augmentant la maîtrise de son *milieu de vie*, qu’il nomme *Dieu* – vu comme une existence immanente, présente en tout et non pas externalisée du monde. L’humain gagnerait un sens à son existence dès lors qu’il devient progressivement en contrôle de son environnement physique, naturel, biologique, tout comme Bohler le confirme par les études neuropsychologiques récentes. Mais la clé de l’*Ethique* de Spinoza vient de la notion de *puissance d’agir* qu’il définit comme le moteur qui permet à l’humain de grandir et de progressivement tendre vers une maîtrise *in fine* absolue de son milieu – objectif (que Spinoza appelle

[5] https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2017/12/pr_global_emissions_-_5_reduction_per_year_now..._or_never_the_shift_project.pdf.

[6] Arthur Gosset (2021). Ruptures, le film. <https://www.ruptures-le-film.fr/>.

[7] <https://www.franceinter.fr/education/agroparistech-en-pleine-remise-des-diplomes-des-etudiants-appellent-a-deserter-les-jobs-destructeurs>.

[48] Charline Schmerber. Éco-anxiété : l’homme malade de la planète. *Cerveau Psycho*, 118(2) :58–64, 2020.

[49] Glenn Albrecht. Solastalgia. *Alternatives Journal*, 32(4/5) :34–36, 2006.

la *béatitude*) qu'il n'atteindra pas mais dont le chemin construit la progression. Cette puissance d'agir est cruciallement mise en place par l'usage conjoint de nos *désirs* (ces impulsions d'instinct, d'intuition) et de la *raison* (notre capacité cognitive à juger et décider posément de nos actions). Contrairement à la philosophie platonienne ou cartésienne qui restreint les impulsions du corps vues comme un penchant nocif ou malsain, faisant de la raison la seule voie de stabilité de l'être, et contrairement à la philosophie rousseauiste qui s'attache au contraire à l'écoute des pulsions comme gage d'élan de vie, Spinoza n'oppose pas les instincts à la raison qu'il estime pertinent de faire collaborer. L'ascèse grecque est castratrice, mortifère, impose un contrôle intenable : face à l'effondrement environnemental, l'approche serait celle de la contrition individuelle, du rationnement énergétique imposé. La liberté sans contrôle de Rousseau est quant à elle déraisonnable et s'inscrit pour nous dans un retranchement vers la prédation des dernières ressources disponibles quoi qu'il en coûte. La pensée de Spinoza est plus pertinente : elle appelle aux *envies* personnelles et collectives comme forces motrices mais sous le regard bienveillant d'un savoir et d'un savoir-faire grandissants, structurant le mouvement. Le désir irraisonné, que Spinoza nomme la *passion*, est aveugle, dangereuse et aux inconséquences qui se payent au prix fort : rupture violente avec le milieu, ou croyance non questionnée en des solutions absolutistes (complotisme). L'absence de désir plonge elle dans la détresse, l'inaction, l'abandon. Le juste milieu, cet élan libérateur que les éco-psychologues appellent aujourd'hui au propos des éco-anxieux·ses la *réintégration* ou la *reliance*, est précisément la *puissance d'agir* spinoziste.

En ramenant le propos au plus près des (futur-es) chercheur·ses et ingénieur·es du domaine du numérique, chez qui le conflit du *sens* est aujourd'hui fortement présent⁴, il vient de la vision spinoziste, de l'évidence scientifique de l'intenabilité du développement du numérique, et de la nécessaire rupture avec un système consumériste socialement et environnementalement mortifères que la *dissolution* – sous une forme à définir clairement – du domaine du numérique tel que nous le connaissons est triplement salvateur. Il est salvateur pour notre milieu de vie qui a déjà trop souffert d'un développement débridé du numérique – qu'il serait naïf ou inconscient de penser capable de brutalement changer. Il est salvateur pour nous-mêmes en brisant nos dissonances multiples. Mais bien plus fondamentalement, il est la *condition sine qua non* d'une réactivation de la puissance d'agir collective, du mouvement enthousiaste car guidé par le désir, en direction d'une transformation profonde de notre lien au milieu.

2.4 Le cas de Cuba comme ancrage

Quand bien même ils sont inévitables et imminents, il demeure délicat de se projeter dans l'imaginaire d'un pic pétrolier, d'un krach financier sans retour en arrière, d'un événement climatique ou géopolitique apocalyptique, et de fait d'un changement brutal et irréversible de nos modes de vie. Outre notre incapacité à prévoir le temps long et notre irrépressible croyance en une quelconque solution technique qui nous achèterait encore un peu de temps, c'est bien la dynamique de la transformation sociétale qui nous paraît insaisissable : *quand aura lieu la bascule ?*, tout s'effondrera-t-il progressivement, par petites touches, ou soudainement par grands à-coups ?

4. À noter que des initiatives, telles que les ateliers SeNS organisés par l'INRIA, ont été mises en place pour débattre de ces questions entre collègues.

L'exemple du pic pétrolier soudain, suite à l'effondrement du bloc soviétique, que subit Cuba en 1990 est bien sûr à plusieurs raisons particulier (état insulaire, blocus durable) mais prototypique d'un scénario concret de résilience sous contrainte à un pic pétrolier brutal. Les conséquences et mesures prises par la population sont documentées de manière synthétique dans le reportage *Comment Cuba survécut en 1990 sans pétrole ?*^[50]. La crise pour Cuba intervint spontanément, en l'espace d'une nuit pour ainsi dire : baisse de 33% des importations de pétrole et de tous les échanges commerciaux avec l'URSS, essentiellement du jour au lendemain. Le blocus répressif des pays occidentaux et la désinformation sur la menace du communisme cubain s'intensifiant, Cuba très vite isolé de tout commerce (import et export) international et n'a d'autre choix que de tendre rapidement vers un fonctionnement autarcique. Cuba repose alors sur une agriculture non vivrière majoritairement destinée à l'exportation et dépend des importations alimentaires, de pratique agricole intensive (engrais, pesticides), et énergétiques extérieures. Après une première année de famine et de réorganisation dans l'urgence handicapée par une organisation territoriale adaptée à la voiture (l'achat massif de vélos n'a pas entièrement compensé un mode de vie de longs transits), d'une tertiarisation des métiers (la transition nécessaire des travailleur·ses du tertiaire sans connaissance en paysannerie vers une agriculture de survie prend du temps), d'une agriculture intensive ayant épuisé les sols (sans engrais ou pesticide, il faudra quatre ans aux sols pour redevenir productifs), la société est parvenue à s'adapter. Sans trouble d'ordre public majeur (au contraire, l'entraide a prévalu), Cuba est parvenu à atteindre une autonomie énergétique (au moyen de panneaux solaires à usage individuel ou de petits collectifs, de production d'énergie par biomasse), alimentaire (en implémentant une forme de permaculture et une production agricole à 80% biologique) et sanitaire (l'espérance de vie des cubain·es est la même que celle des américain·es en dépit d'une consommation énergétique individuelle moyenne dix fois moindre et d'une médecine moins technologique). Surtout, la contrainte initiale de sobriété imposée (et assurée par des règles gouvernementales strictes) a transformé la cosmologie cubaine : un rapport bienveillant à la terre et au végétal s'est imposé de lui-même, l'obligation autarcique s'est convertie en une force et un désir d'autonomie et de contrôle collectif de l'existence. Au regard du monde occidental dont l'indice de développement (PIB) coïncide dans les discours avec le bien-être, la santé, la liberté individuelle, le Cuba de 2022 est pauvre et donc malheureux. La réalité du terrain est éminemment plus contrastée, à tel point que les trente années de pratiques cubaines en matière d'autonomie alimentaire et sanitaire constituent aujourd'hui des compétences uniques sollicitées par les pays d'Amérique du Sud (Cuba "exporte" désormais ses savoir-faire).

L'occident s'effondrera-t-il d'un jour sur l'autre comme Cuba ? Vraisemblablement pas, mais rien ne l'exclut non plus. La résilience cubaine, acquise dans la douleur (rappelons que les cubain·es ont perdu 10kg en moyenne en 1990 et que de nombreux enfants étaient dénutris^[50]), ne saurait cependant être idéalisée et nous détourner de la réalité des effondrements d'autres peuples et civilisations : les cas étudiés par Jared Diamond^[24] de peuples et civilisations traditionnels ayant subis un effondrement partiel ou total (jusqu'à la disparition du dernier être humain) sont

[50] Comment Cuba survécut en 1990 sans pétrole ? https://www.youtube.com/watch?v=KEF19NV_3SE.

[24] Jared Diamond. *Collapse : how societies choose to fail or survive*. Penguin UK, 2013.

nombreux, le nombre de pays dits *défaillants*^[51] (c'est-à-dire dont les conditions de survie alimentaire, hydrique, sanitaire et géopolitique ne sont plus tenables et poussent les populations à l'exode) ne cesse d'augmenter année après année (7 pays en état critique en 2005, 13 pays en 2018^[52]). La transition exige une réappropriation des savoirs et des savoir-faire par le peuple, la requalification des métiers du tertiaire en savoir-faire agricoles et artisanaux, ainsi qu'une politique publique incitant à l'autonomie et la résilience locale, ces mouvements autarciques devant naître *de* la population qui s'empare des enjeux sous le contrôle fort mais bienveillant d'un gouvernement d'urgence solidaire, sociale et environnementale.

Le message cubain est un appel ontologique de reconnexion, d'entraide, de pouvoir d'agir par l'autonomie et la sobriété heureuse^[14], mais avant tout un appel d'anticipation par la mise en place de conditions favorables à la brutalité potentielle des effondrements : transformation progressive mais marquée des métiers via une reconnexion à la terre et au vivant, et autonomisation (alimentaire, énergétique, sanitaire, sociale) des territoires via une désyntoxication aux technologies (fermeture, réusage, transformation des pratiques, instauration de techniques lowtech et réhabilitation d'outils résilients) et une libération des chaînes de dépendance (importations, usages énergétiques non pérennes, érosion des sols, extraction excessive des ressources).

Tout dissoudre donc ? Assurément, pour le bien de tous-tes, humains et autres qu'humains.

Comment ? Avec nos forces scientifiques, nos intuitions, nos outils fondamentaux, le pouvoir de nos heuristiques. Mais aussi grâce au poids de l'histoire et au monde largement oublié mais profondément envoûtant des lowtechs.

Pour aller où ? Vers une diplomatie des interdépendances...

3 Vers une diplomatie des interdépendances

On redécouvre aujourd'hui Spinoza, notamment à travers les philosophes modernes du *bonheur* (Matthieu Ricard^[53], Frédéric Lenoir^[13], Pierre Rabhi^[14]) précisément à une époque où le mythe de la possession matérielle et de l'ascension sociale individuelles comme sources du bonheur s'étiolent. L'effondrement du mythe s'accompagne parallèlement de la remise en question du déterminisme auto-destructeur de l'ontologie naturaliste du monde moderne, supporté par la lecture mécaniste de l'évolution des espèces (initialement due à Darwin^[54]), devenue théorie du *gène solitaire* (par Dawkins^[55]) suite à l'intégration hâtive des premières avancées de la génétique. Cette analyse génétique, conceptuellement très élégante, a récemment été contrariée par des observations pratiques incompatibles avec la théorie. Mais surtout, le développement de l'*épigénétique*, qui conditionne l'évolution des espèces non seulement à un encodage génétique

[51] Lester R Brown. *Le plan B : Pour un pacte écologique mondial*. Calmann-Lévy Paris, 2007.

[52] <https://fr.wikipedia.org/wiki/>

[14] Pierre Rabhi. *La sobriété heureuse. Actes Sud : Arles, France*, 80, 2010.

[53] Trinh Xuan Thuan and Mathieu Ricard. *L'infini dans la paume de la main, du big bang à l'éveil*, 2000.

[13] Frédéric Lenoir. *Le miracle Spinoza : une philosophie pour éclairer notre vie*. Fayard, 2017.

[54] Charles Darwin. *The origin of species*. 1859.

[55] Richard Dawkins and Nicola Davis. *The selfish gene*. Macat Library, 2017.

mais aussi à *l'expression de ces gènes* – liée à un conditionnement environnemental, non déterministe –, résout nombre des écueils de la théorie du gène solitaire et donne aujourd'hui une grille de lecture radicalement différente de la populaire *loi de la jungle*, vue comme la loi de domination (implicitement violente) par le plus fort.

C'est précisément le message véhiculé par Chapelle et Servigne dans *L'entraide : l'autre loi de la jungle*. Malgré des siècles d'individualisme, de conflits entre communautés d'humains et d'opposition de la "culture civilisée" à la "sauvagerie de la nature", force est de constater que la *nature*, vue comme ensemble du vivant sur un milieu partagé, est profondément coopérative et *symbiotique*. La vision moderne de l'évolution des espèces est bien différente de celle d'une arborescence descendante qui verrait chaque espèce évoluer sous le poids des *contraintes* d'un environnement composé d'autres espèces partageant les mêmes ressources. Dans une approche épigénétique, les espèces co-évoluent et adaptent leur comportement et leurs liens interspécifiques (entre espèces), ce que l'observation pratique confirme. Plus fondamentalement, la séparation entre espèces est loin d'être une frontière nette, de nombreuses espèces invisibles (virus, bactéries) ne vivant qu'en symbiose ou plus souvent au sein d'autres espèces. Le cas des chloroplastes, fournisseurs de la capacité photosynthétique de toutes les plantes, ou des mitochondries, fournisseurs des capacités respiratoires (production d'énergie par combustion des sucres) de tous les animaux, est particulièrement marquant d'une co-évolution des espèces interdépendante, interpénétrante, et surtout source des mécanismes élaborés de la biosphère. Cette interdépendance n'intervient pas seulement horizontalement, au niveau de "nœuds" d'interconnexions ponctuelles de différentes espèces mais bien verticalement, dans le temps long. À ce titre, Morizot nous rappelle dans un court texte de son recueil *Manières d'être vivant* qu'Homo Sapiens est composé à 60% d'eau et que l'équilibre osmotique ne peut être maintenu que par une concentration minimale de cette eau en *sel* (en ions dérivés du sodium) : Homo Sapiens – au même titre d'ailleurs que l'ensemble des mammifères terrestres – est donc contraint de s'approvisionner et d'ingérer un *élément minéral* (le seul que nous consommons) qu'on ne trouve pas communément sur terre mais dans les mers et océans. Ce point de détail rappelle notre dépendance au monde marin, quitté pourtant il y a 350 millions d'années, mais redéfinit surtout les mammifères terrestres actuels comme des *animaux marins adaptés* (notre membrane corporelle maintient notre eau d'animal marin), condamnés à assurer les exigences de leur vie marine (en ingérant régulièrement du sel). Le spectre large du monde vivant animal terrestre est donc absolument lié au monde animal dans son ensemble, à travers les âges et à travers les espaces.

Il s'agit ici bien plus que de simples mécanismes d'entraides intraspécifiques et interspécifiques, aujourd'hui confirmés par de nombreuses observations (les mouvements de solidarité spontanés entre humains lors d'un événement climatique ou géopolitique destructeur, l'élan d'abnégation d'un animal envers un autre en situation de danger) qui ne font plus débat. Ces mécanismes et comportements sont d'ailleurs fortement cohérents d'un point de vue épigénétique : la dette de réciprocité (je t'aide donc tu devras m'aider) est un moteur évolutionniste puissant pour assurer la survie conjointe. Des études de psychologie sociale démontrent d'ailleurs que ces comportements sont spontanés chez l'humain, mais ces derniers disparaissent si le temps est laissé au système cognitif, imprégné de normes et d'aculturation sociétale occidentale, de rationaliser l'intérêt de la décision d'entraide. Bien au delà de mécanismes d'entraide entre des espèces dissociées qui seraient structurellement imposés par une force sélective naturelle, Morizot nous amène à considérer les espèces comme un tout homogène, une seule forme fusionnelle

de “vie”, un flux de matière échangée dans le temps et l’espace. L’entraide et la coopération n’est dès lors plus à justifier : c’est le mécanisme osmotique du vivant en équilibre. Pour bien se figurer cette déportation du vivant de la membrane corporelle d’un individu à l’ensemble de la biosphère formant le milieu proche, Morizot emprunte l’exemple du *printemps* qu’il est crucial de voir comme le mouvement brutal et explosif d’une *unité vivante* : les atomes des êtres vivants – pratiquement entièrement renouvelés tous les sept ans chez l’humain – ainsi que l’énergie issue de ces atomes proviennent d’autres êtres (transférés par le biais d’une chaîne trophique complexe) et de l’énergie fournie par le soleil, et dont la face visible pour l’humain moderne est un balai de pollinisateurs qui fécondent les végétaux consommés par ces mêmes animaux dont les excréments permettent le développement des graines fécondées. Le *printemps* n’est pas une idée vague, une beauté abstraite, mais avant tout une *animation* complexe, impalpable, infiniment entrelacée du vivant, à laquelle aucune cellule carbonée ne se soustrait (pas même l’humain qui ne vit qu’au gré de l’oxygène produit par les plantes et des fruits de la croissance végétale).

C’est l’occasion de reprendre ici les travaux de Descola que nous avons laissé sur la définition de l’ontologie naturaliste du monde moderne. En s’appuyant entre autres sur ses propres travaux ethnographiques chez les Achuars d’Amazonie, Descola identifie des formes d’ontologies qui confèrent une intériorité subjective aux autres qu’humains, cette forme de conscience pouvant être absolument identique à celle des humains : les Achuars pensent notamment que chaque animal et chaque végétal fait la même expérience interne du monde que l’être humain, mais en étant doté de capacités physiques distinctes. Cette ontologie, que Descola nommera *animisme*, forme des liens absolument différents des humains entre eux et des humains avec les autres qu’humains. Dans le cas précis des Achuar, l’agriculture est conçue comme un entretien du *milieu* de vie des plantes vivrières plutôt qu’une action directe et agressive de modification des plantes, ce lien aux plantes qui nourrissent (comme celui aux membres de la famille) étant un lien *consanguin* en ce sens que l’humain s’envisage comme partie prenante d’un tout (la mort des plantes vivrières impliquant la mort de l’être humain). Le même lien consanguin est expérimenté dans d’autres peuples du monde envers des entités vivantes telles qu’un lac, dont la disparition impliquerait la disparition d’un ensemble de vies. Plus fondamentalement, les peuples animistes n’ont de fait aucune incitation à la prédation de “ressources” du milieu (cette notion leur est incompréhensible), à la croissance de la population, au progrès (ils évoluent au rythme du reste du vivant), ou au travail productif (les Achuar travaillent quatre heures par jour). En particulier, les Achuar vivent depuis au moins depuis cinq siècles (leur “histoire”, non écrite, n’étant pas connue avant) dans des conditions constantes : à population constante et en “consommant” moins d’un tiers des ressources que le milieu leur “offre”. Sans revenir en détail sur les autres ontologies identifiées dans la classification structurale de Descola (totémisme et analogisme), ces formes alternatives d’*être au monde*, dans lesquelles il est difficile de se projeter tant le poids normatif de notre culture occidentale est fort, démontrent que le déterminisme auto-destructeur de l’espèce humaine est lui aussi un mythe naturaliste. Cette découverte est précieuse en ce sens qu’elle autorise à penser que d’autres façons d’habiter la Terre existent et ont longtemps été implémentées de manière pérenne : l’écologie politique occidentale qui exige de *réparer la nature*, de viser une *croissance verte* compatible avec un mode de vie unique et obligatoire, tout en vivant plus *sobrement* (sous-entendu, en se contraignant) reste toujours ancrée dans une vision naturaliste, verticale d’un humain extrait de la nature, et n’épouse aucunement la vision plus enthousiaste et simple d’une relation osmotique et symbiotique avec notre milieu. Un tel lien,

qui demande une pratique quotidienne de rencontre et d'échanges avec le vivant, rend d'emblée évident l'alimentation locale, le retour à l'artisanat, à la paysannerie, la désartificialisation de l'espace, les déplacements dans un rayon accessible sans extraction fossile, etc.

Au delà de la catégorisation de Descola, on apprend dans un entretien long entre Descola et Pierre Charbonnier^[56] que les avancées en psychologie sociale et cognitive démontrent que les enfants humains, avant d'être en mesure de parler, confèrent une intériorité subjective aux autres qu'humains : Homo Sapiens aurait donc génétiquement évolué sous une forme d'ontologie naturellement animiste (en réalité, plus vraisemblablement analogiste) et non pas naturaliste. Ces réflexes instinctifs sont alors rapidement érodés pendant le développement sous le poids de la culture occidentale. L'histoire connue, malheureusement très parcelaire, du développement des sociétés humaines suggère elle aussi que le naturalisme comme ontologie absolutiste dans son refus d'attribution de toute forme de conscience au vivant autre qu'humain n'est pas une ontologie spontanée, primaire, mais bien plutôt l'évolution ultime d'une ontologie initialement analogiste (c'est-à-dire qui voit des liens de correspondance entre notre expérience subjective et celle d'autres vivants) vers moins d'intériorité animale et végétale. Un revirement a néanmoins lieu aujourd'hui. Aussi maladroits soient-ils, les diverses formes d'écologie politique ou de mouvements animalistes imprègnent progressivement la conscience collective de la réalité, aujourd'hui scientifiquement avérée^[57,58] – nous y reviendrons –, d'une forme de conscience proche de celle que nous expérimentons chez de nombreux mammifères^[58] mais aussi probablement chez les végétaux^[57].

Ainsi, de l'accomplissement individualiste, de la possession et de la propriété privées comme sources de bien-être, ces constructions idéologiques nourries de plusieurs siècles de capitalisme, on passe à travers la vision de Spinoza, de Descola, de Wohlleben, de Morizot, et d'autres à repenser le monde tel qu'il est et, par conséquent, tel que nous l'expérimentons. Contrairement à la vision castratrice d'un supposé *devoir physique ou moral de réparer la planète* (sauver notre peau et se faire briller sur les réseaux sociaux par nos actions écolo), ces auteurs nous invitent à un épanouissement constructif par la *réintégration* à un monde vivant complexe dont nous prenons entièrement part, à un imaginaire qui sort l'humain de sa carapace rigide pour l'inviter à *être différemment au monde* : à se sentir comme un maillon du tissu du milieu, constituant tout à la fois marginal (par notre poids relatif au sein du tout) que central à son fonctionnement harmonieux. Être au monde et s'accomplir, c'est aussi accroître son *pouvoir d'action*, au sens de Spinoza ou d'Illich, par une compréhension augmentée des liens qui nous unissent à l'ensemble du vivant, dès lors vu comme une extension de soi-même, une extension *consanguine* au sens de Descola.

Cette vision ouvre alors immédiatement des champs extrêmement riches d'implémentations concrètes de ces *façons d'être au monde*. On oublie de suite l'approche condescendante de l'humain comme mécanicien ou chirurgien de la nature dont il s'agirait de prendre soin, qu'il faudrait réparer technologiquement, ou dont il faudrait améliorer l'efficacité ou la productivité. Car alors on en viendrait à nous réparer nous-mêmes, en temps que prenant part à la nature, et ce au moyen

[56] Philippe Descola and Pierre Charbonnier. *La composition des mondes : Entretiens avec Pierre Charbonnier*. Flammarion, 2014.

[57] Peter Wohlleben. *La vie secrète des arbres*. Les Arènes, 2017.

[58] Peter Wohlleben. *La vie secrète des animaux*. Les Arènes, 2018.

de technologies qui nous détruisent. Et surtout à agir en rupture avec le comportement du reste du vivant (aucun autre animal n'extrait du pétrole ou ne produit massivement des médicaments). Ce que Morizot propose dans sa réflexion sur les autres *manières d'être vivant*^[11], c'est de radicalement changer notre boussole, même celle dite *écologique*, qui vise pour l'heure à maximiser des intérêts individuels ou collectifs (ramasser les déchets pour ne pas souiller les rues des humains du quartier, ou planter des arbres pour rafraîchir un autre petit groupe d'humains). Cette nouvelle boussole n'est pas centrée sur notre être ou sur un groupe d'humains, ou sur l'ensemble de l'humanité, mais bien plutôt *décentrée* et distribuée sur *le vivant*, en tout cas sur le vivant qui compose nos périmètres de contrôle, d'influence et de préoccupations, et donc indirectement sur *nous* en tant que partie constitutive et symbiotique du vivant.

On en vient alors à la notion centrale de *diplomatie des interdépendances* proposée par Morizot. Au lieu de maximiser le bien-être d'une sous-partie du vivant, généralement centrée sur nous-mêmes, Morizot propose de devenir des acteurs de cohésion du vivant, situés au sein du réseau d'interdépendances plutôt qu'au niveau de ses nœuds. Là où les intérêts privés s'opposent, le diplomate des interdépendances se place à l'intersection des intérêts et découvre, *redéfinit* les modes de communication, les liens. Il ne s'agit pas de formuler des compromis dans des situations de conflits intenables, mais bien au contraire de réinventer une forme de discours collectif qui change les acteurs aux intérêts privés en des *communautés d'importance*. L'exemple puissant pris par Morizot dans *Manières d'être vivant* est celui du partage du plateau de Canjuers dans le Var (zone protégée des hommes parce que sous contrôle militaire) par les meutes de loup, les troupeaux de brebis, les patous, les bergers et (à distance) les défenseurs des animaux. La vision moderne de ce contexte de cohabitation, dûment relayé par des médias avides de sensations fortes, est celui d'un cadre de fortes tensions entre des bergers farouches opposants aux loups, des défenseurs de la cause animale farouches opposants aux bergers farouches, avec en toile de fond des brebis sans défense attaquées arbitrairement par des loups dangereux et sans merci. Autant de nœuds d'intérêts disjoints et mutuellement inaudibles qui ont le malheur de partager un même milieu. Morizot démontre par le biais d'une expérimentation scientifique d'observation nocturne de l'ensemble de cet écosystème et au moyen d'échanges entre les protagonistes que la réalité du terrain est toute autre, mais surtout que de cet apparent chaos insoluble peut émerger une forme de diplomatie des interdépendances de la part de tous les acteurs. Morizot nous montre tout d'abord que les bergers – la plupart du moins – sont en réalité sensibles à l'équilibre de leur milieu (en faisant paître raisonnablement leurs troupeaux, en maintenant des tailles soutenables de cheptels, et surtout en considérant les loups pour les êtres vivants qu'ils sont), qu'ils échangent avec les défenseurs des loups avec qui un réel entrelacement de ressentis opère : les deux "camps" s'unissent en réalité dans un tissu d'interdépendance et d'entraide. L'expérience d'observation nocturne apporte à ce tissu collaboratif une connaissance supplémentaire, lui permet d'augmenter sa puissance d'agir, et en réalité lui permet d'entrer aussi dans le tissu d'interdépendances avec les loups, patous et brebis.

Et c'est là que le travail de Morizot trouve, de mon point de vue, son point d'orgue : loups, brebis et patous font montre – aux yeux des humains soi-disant experts de la chose publique – d'une organisation *géopolitique interspécifique* riche et souvent incompréhensible pour les humains hors-sol que nous sommes devenus. Les loups gambadent en effet parfois librement au

[11] Baptiste Morizot. *Manières d'être vivant : enquêtes sur la vie à travers nous*. Éditions Actes Sud, 2020.

milieu d'un troupeau de brebis et de patous désintéressés, les loups jouent parfois avec les patous, leur font visiblement parfois la cour... Mais parfois aussi, les loups s'opposent, viennent au conflit, au rapport de force. D'autres fois, les brebis s'affolent alors qu'aucun loup n'est en vue. Et plus rarement, un loup solitaire attaque, sans raison visible, et décime une partie du troupeau. Ces observations défient nos croyances naïves et font vaciller cette condescendance d'animal intellectuellement supérieur qu'Homo Sapiens pose sur ses congénères. En réalité, l'organisation géopolitique interspécifique des loups, brebis, patous est autrement plus complexe, plus fine, et vraisemblablement plus durable, que les diverses formes politiques mono-espèces et insoutenables de la civilisation humaine occidentale.

Cette profonde leçon d'humilité est en réalité enthousiasmante : elle donne à penser que notre façon d'être au monde et notre organisation géopolitique anthropocentriste sont bien pauvres au regard de celles des autres animaux. Ce que nous avons raté, ou plutôt perdu, au virage des révolutions agricoles puis industrielles qui nous ont enfermé dans l'ontologie naturaliste de la révolution industrielle, c'est le lien fédérateur au vivant, un lien d'interdépendances et d'échanges non verbaux, d'organisation implicite mais comprise de tous, par tous et indirectement pour tous. Homo Sapiens a erré loin de la diplomatie des interdépendances, mais la géopolitique interspécifique des autres vivants lui fait des appels nombreux, répétés, et qu'il n'est plus possible de ne plus entendre, de taire, de laisser sans réponse : Morizot interprète la mort massive des abeilles comme un *signal*, un message non verbal mais géopolitiquement profond de leur part. Ce message commence à être entendu et beaucoup d'entre nous, humains, se sentent progressivement tout à la fois humains qu'abeilles, que fleurs et plantes du milieu qui dépendent fonctionnellement de ces abeilles parce que notre survie individuelle en dépend. Le tissu se reconstitue, cependant dans la forte adversité du conflit qui oppose depuis trop d'années déjà le vivant au fétichisme de l'argent et de la consommation extractiviste.

La biologie, ancrée comme beaucoup d'autres disciplines dans une analyse microscopique qui perdait de vue la complexité du système du vivant, progresse aujourd'hui de manière fulgurante en réalisant que même les espèces végétales, et particulièrement les arbres et arbustes des forêts, communiquent par le biais de signaux biologiques dont on sait dire aujourd'hui que certains sont fonctionnellement proches des neurotransmetteurs du cerveau animal^[57]. Les arbustes rongés par les cervidés émettent spontanément un signal aérien permettant aux arbustes environnants de produire une substance acide protectrice, des souches d'anciens arbres effondrées sont maintenues en vie par le sol par des échanges nutritifs provenant des arbres environnants – vraisemblablement dans le but de conserver la "connaissance" et le "savoir-faire" tirés d'un long passé de vie et d'expériences du milieu –, et a contrario les jeunes pousses qui ont un accès limité au soleil sont alimentées par le sol pour assurer leur subsistance. Ces échanges et signaux, dont notre connaissance et compréhension n'est encore que très partielle, suggèrent l'existence d'une organisation géopolitique interspécifique tout à la fois végétale qu'animale, au sein de la forêt. Dans *Manières d'être vivant*, Morizot pointe également la communication interspécifique réalisée par les *laissées* (les déjections) des animaux du Vercors (loups, renards, chamois) qui, loin de la vision réductrice d'un marquage de territoire (le milieu étant partagé par tous), représente néanmoins un témoin de passage, un message riche en contenu (sexe et âge du messenger, état de santé, périodes de chaleurs) qu'on est en droit d'imaginer lisibles à différents degrés par

[57] Peter Wohlleben. *La vie secrète des arbres*. Les Arènes, 2017.

les autres animaux. Ces exemples illustrent la richesse des formes de communications qui nous sont devenues aujourd’hui absolument étrangères, nous faisant ainsi perdre une grande part de la dynamique des discussions incessantes ayant lieu au plus près de notre propre milieu d’existence.

Dans notre langage mathématique, informatique, technique, l’appel que lance ainsi Morizot pourrait se traduire en une demande de *traitement des signaux* : connaître les sources (qui sont tout à la fois les émetteurs et les récepteurs), comprendre les messages qui sont émis, et adapter nos réponses qui ne maximiseraient pas un objectif mesurable, unique, universel, mais qui maintiendraient l’équilibre du tissu d’interdépendance entre les sources, et nous permettraient surtout d’entrer à la table des négociations. On commence tout juste à entendre ces messages aujourd’hui tant ils sont bruyants : la source en est l’ensemble de la biosphère qui émet des signaux d’alertes nombreux, assourdissants, relayés par les climatologues et les biologistes, mais auxquels l’ingénieur-e en traitement du signal, l’informaticien-ne, le-a mathématicien-ne ne répondent pour l’heure majoritairement qu’au moyen de “solutions techniques” qui n’ont de cesse d’augmenter la fonction de coût qu’est la mort du vivant, qu’il s’agirait pourtant de chercher déjà à minimiser. En ce sens, le travail de développement des technologies high-tech est un bien piètre travail de traiteur de signal qui ne mérite pas un prix de thèse ou une promotion, bien que ce soit, visiblement, et très paradoxalement, encore la seule façon de les obtenir aujourd’hui. En réponse, la biosphère transmet alors des signaux encore plus douloureux qu’il devient impossible de nier.

3.1 Les communautés d’importance

L’individualisme, la progression sociale, le succès libéral posent à l’évidence d’insurmontables problèmes de résilience. Ils isolent les individus de leur tendance naturelle à l’entraide, à la cohésion, au partage (des ressources, des savoirs) en prônant une vie d’auto-suffisance extractiviste, coloniale et donc destructrice des habitats. Cette auto-suffisance destructrice est soutenue par la disponibilité d’abondantes ressources, aujourd’hui sujettes à de multiples pénuries (à commencer par les métaux, le bois, l’eau, et surtout le pétrole). Ce *monopole radical*, au sens d’Illich, imposé par des institutions et technologies transformatrices de la société (jusqu’à des points de non retour) et entièrement dépendantes de ressources en cours d’épuisement, nous place au bord d’un effondrement sociétal global pouvant intervenir à tout moment. Pour bien mesurer le poids actuel du monopole radical imposé par la société du modernisme, il est estimé que la capacité de résilience en cas d’interruption prolongée de l’accès au pétrole (limitant les transports vivriers à la zone urbaine) des métropoles françaises est de 2% (avec un maximum de 8% pour Avignon) : précisément, la production alimentaire moyenne de la zone urbaine ne subvient aux besoins des métropolitain-es qu’à hauteur de 2%^[59].

Ce danger, dont la tension et la probabilité n’ont de cesse d’augmenter, et qui s’accéléreront vraisemblablement dans un mouvement de prédation final sur les ressources restant disponibles (on le vit déjà), nous oblige aujourd’hui à repenser le modèle d’auto-suffisance collective en cohérence avec le tissu d’interdépendances. L’auto-suffisance ne sera pas, et n’a de fait dans

[59] https://www.wedemain.fr/respirer/avignon-valence-et-nantes-championnes-francaises-de-l-autonomie-alimentaire_a2751-html/.

toute l'histoire jamais été, individuelle, privée, au service d'intérêts disjoints. Elle devra s'appuyer bien au contraire sur les mécanismes d'entraide, d'échanges et de partage intrinsèques à l'ADN d'Homo Sapiens et à l'ADN des êtres vivants. Dans un monde à huit milliards d'humains (qui deviendraient dix milliards en 2050) et à la biosphère dévastée, cette exigence en appelle à l'établissement, non pas d'une liste de besoins attachés à une autre liste d'individus, mais attachés à des *communautés d'importance* qui réunissent chacune l'ensemble du vivant partageant un même milieu. Les loups, brebis et patous étudiés par Morizot, et dont nous avons discuté auparavant la puissante forme d'organisation géopolitique, partagent un milieu : non pas de manière arithmétique en parcelles privées, façon Homo Sapiens moderne, mais au moyen de règles souples, implicites, forgées par des générations de vie en partage. Sans aller jusqu'au risque de l'utopie d'une nature idéalisée en jardin d'Eden ou d'un mythe du bon sauvage (les loups attaqueront tôt ou tard les brebis, un hiver difficile fera périr de nombreux loups, le taux de morts infantiles chez les Achuar est important, des conflits internes et entre ethnies conduisent à des guerres et représailles), il est néanmoins vraisemblable que la vision de chaque individu (loup, brebis, patou) de sa propre existence soit comprise comme *intégrée* à une communauté. Pourquoi *communautés d'importance* ? : Morizot distingue ici la notion d'*intérêts*, qui sont de l'ordre du privé et d'exigences exogènes (le loup *doit* manger, la brebis *doit* se protéger, le patou *doit* s'opposer aux loups), en général mutuellement incompatibles, de la notion d'*importance*, au singulier, entendue comme collective, intégrante (les loups, patous, brebis partagent un milieu de vie, partage *une* forme unique de vie, la mort, inévitable, faisant partie de la vie).

Constituer et se comprendre, échanger, au sein de nos *communautés d'importance* devient une exigence de résilience face à l'effondrement du sens et du vivant. Nous avons totalement perdu cette faculté de comprendre et échanger, lorsqu'on tue la guêpe qui dérangerait le barbecue entre amis. Le discours est ici totalement rompu, la communauté d'importance ignorée (la guêpe pollinise des plantes qui ne nous nourrissent plus directement après tout). C'est bien pourtant Homo Sapiens qui émet des signaux sucrés, et sa réaction agressive témoigne d'une méconnaissance profonde du système du vivant.

L'ingénieur-e-chercheur-se en numérique ne travaille aujourd'hui pas pour une communauté d'importance mais pour de multiples sources d'intérêts privés : sa carrière, son employeur, l'entreprise productiviste, le bien-être matérialiste supposé d'un pays ou d'un ensemble d'humains nantis. Les applications numériques pour la médecine ou la cartographie d'un territoire agricole sont de friables voies de refuge, en ce qu'elles participent généralement à sublimer l'existence de l'humain occidental, plus précieuse que le reste du vivant (y compris l'humain non occidental), tout en perpétuant l'extractivisme et le colonialisme. Œuvrer pour les communautés d'importance implique d'initier un dialogue, d'inventer d'autres modalités d'échanges qui ont lieu en dehors des murs de béton de l'université ou de l'entreprise. C'est une *pratique* (plus qu'un travail) de terrain, avec les autres vivants plutôt qu'avec leur modèle numérique. Cette pratique du terrain ne rejette néanmoins pas en bloc l'usage des outils informatiques, mathématiques, algorithmiques qu'il s'agira d'exploiter à bon escient, mais rejette par contre le développement de ces outils pour eux-mêmes ou pour des finalités détachées des enjeux. Il s'agit dès lors d'extraire des outils des sciences du numérique une force motrice qui permette d'agir en direction des communautés d'importance, avec la casquette de *chercheur-ses en interdépendances*.

Au terme de son échange avec Charbonnier^[56], Descola nous ouvre la voie : au même titre que Morizot, Descola regrette la pauvreté de l'appareil politique des nations occidentales. La politique telle qu'entendue aujourd'hui ne gère que l'évolution des règles de vie en communautés d'êtres humains et d'amélioration du bien-être des individus, ce bien-être étant aujourd'hui sous-tendu par un idéal de croissance du "pouvoir d'achat", donc de possession et de domination extractive et coloniale. Sans même s'attaquer au mythe consumériste comme source de bien-être, la politique ignore en premier lieu non seulement le reste du vivant qui participe au partage du milieu, mais également fondamentalement aujourd'hui l'ensemble des *machines* dont le nombre dépasse de très loin le nombre de citoyen-nes et dont les interactions avec les humains ne sont pas neutres. Exception faite de certains débats ponctuels (sur les OGM, l'éthique de l'intelligence artificielle, l'utilisation des données des utilisateurs de réseaux sociaux), les philosophes de l'innovation ont peu de poids (les ingénieur-es qui conçoivent les machines encore moins) dans le processus politique qui régit la régulation des liens d'*interdépendances* de la communauté des hommes et de ses machines. Atelier paysan en fait un combat central^[34] de défense de l'autonomie des agriculteur-ices vis-à-vis de machines agricoles destructrices de l'environnement et privatrices d'un savoir-faire résilient. En tant qu'ingénieur-e ou chercheur-e dans le domaine du numérique, dont la finalité est la production d'entités machiniques qui entrent dans un milieu partagé par des humains et autres qu'humains, il semble impératif de conditionner nos travaux à une anticipation des mouvements géopolitiques induits par la modification du milieu par la machine. Il s'agit donc d'incarner cette diplomatie d'interdépendances, de développer une compétence nécessaire en collaboration notamment avec des philosophes de l'innovation, mais aussi avec des experts de la philosophie des milieux naturels et de la psychologie cognitive et sociale, afin de maîtriser pleinement les enjeux du développement de nos outils techniques. Il faut donc repenser les dépendances induites par les outils que nous créons, et ainsi repenser nos propres pratiques de conception.

3.2 Une vision autre du "traitement des signaux"

Avant d'entrer dans le détail de la *reconfiguration* de nos outils, de nos méthodes de travail, de nos modes de pensée, il nous faut imaginer nos propres chemins de transitions ou de *déraillements* en partant sur la base d'un ensemble de *communs négatifs* (l'ensemble des outils qui réduisent notre résilience et la soutenabilité de nos modes de vie). Pour cela, prenons comme appui le rappel que les mathématiques sont initialement un moyen d'appréhender le monde physique et vivant, un outil démultiplier de puissance : le marteau *au service* du pouvoir d'agir du scientifique. Historiquement, c'est un outil *convivial* – au sens d'Illich –, disponible à tous, de bases simples, dont il est possible de se passer (rendant alors les techniques seulement moins efficaces). Dans son absolutisme moderne, les mathématiques dites *pures* vivent hors-sol, rejetant toute aspérité du monde réel. Elles sont devenues leur propre objet d'étude et imposent un *monopole radical* sur le monde technologique : les outils que l'on développe sont désormais ceux que les mathématiques peuvent appréhender, les articles publiables dans les revues scientifiques se doivent de chiffrer, mesurer, comparer, déduire et prouver. À tel point que, dans ce monde de

[56] Philippe Descola and Pierre Charbonnier. *La composition des mondes : Entretiens avec Pierre Charbonnier*. Flammarion, 2014.

[34] Atelier Paysan. *Reprendre la terre aux machines*. Seuil, 2021.

chiffres et de mesures, les “presque certitudes” et “très hautes confidences” des alertes du GIEC sur l’état de la planète passent encore pour douteuses, parce que relevant de faits “non établis pour sûr”. Mais surtout, la science dominante étant devenue aujourd’hui *science des données* restreint institutionnellement la connaissance et le savoir à ce qui se mesure *numériquement*. La santé physique et psychologique, organe holistique des médecines chinoises ou dites “alternatives”, ne fait pas recette en occident où priment les tableaux de chiffres à marges multiples : taux de glycogène, de ferritine, de triglycérides, etc., qui se doivent de rester dans une “norme” universelle, valable pour tous.

Un retour historique sur les fondamentaux des mathématiques et de toutes les disciplines appliquées qui s’y appuient est vraisemblablement nécessaire, car nous avons perdu de vue le service originel de l’outil : augmenter notre pouvoir de compréhension et d’action dans notre milieu (mesurer et dimensionner l’espace et le temps, prédire et anticiper). En devenant des opérateurs de machines, qui en retour “opèrent sur nous” (nous mesurent, nous réparent, nous dictent nos conduites comme dans le cas de l’intelligence artificielle et modifient nos comportements), ce pouvoir d’action, de contrôle sur le milieu se trouve paradoxalement considérablement réduit. L’hyperspécialisation, danger déjà pointé par Illich, fait des ingénieur-es-chercheur-es des expert-es de sous-domaines étriqués isolé-es dans des tours d’ivoire perfusées aux énergies fossiles (sans lesquelles les instruments de nos métiers disparaissent instantanément), et devenu-es incapables de se nourrir par soi-même, de bricoler des outils élémentaires, bref, mis-es à nu face au monde. C’est bien pourtant les plus brillant-es chercheur-es, capables de niveaux d’abstraction et de détachement complet du terrain, qui font toujours la gloire des états.

Pourtant tout être vivant est un *traiteur de signaux*, en ce sens que son lien au monde passe par l’acquisition d’informations (par le biais de stimuli) auxquelles il s’agit de répondre par un comportement adapté. La *théorie de l’information* et le *traitement du signal*, en tant que disciplines des mathématiques appliquées, sont nées avec l’usage des signaux électromagnétiques et le développement de l’électronique dans les années 1950. Après plusieurs générations d’enseignements et de sensibilisation à ces domaines, on conçoit aujourd’hui la pertinence de mettre en lien des systèmes de *capture* des signaux de l’environnement et des systèmes de *prises de décision*. L’outillage mathématique de ces disciplines s’est progressivement enrichi (filtres linéaires, spectre de Fourier, codage de source ou de canal, etc.), devenu parfois très abstrait (théorie des matrices aléatoires, physique statistique, théorie du transport optimal, des champs moyens, etc.), et a pour objet central l’amélioration de cette connexion entre observations du milieu et réponses à apporter que le vivant (à commencer par notre cerveau) est supposé ne pas parvenir à appréhender seul ou de façon aussi rapide, automatisée, énergétiquement efficace, etc. Comme précisé plus haut, on comprend que le substrat matériel, technologique, de ces outils mathématiques n’est pas soutenable (il est extractiviste, dépendant des ressources fossiles, hautement inégalitaire dans son déploiement). La question se pose alors de la réorientation des pratiques *mathématiques* et de *traitement des signaux* dans une vision de résilience, d’indépendance matérielle et de mise en commun des savoirs. En somme, comment exploiter les sensibilités et abstractions acquises depuis 1950 afin d’améliorer notre adaptation au milieu, notre pouvoir collectif d’agir, et d’apporter des réponses constructives aux grands changements climatiques et environnementaux, tout en se détachant rapidement de toute forme d’outil non soutenable ?

Il s’agira en premier lieu de répondre à l’urgente question de notre *autonomisation*, ou li-

bération, vis-à-vis de certains de ces outils devenus *essentiels* à nos besoins *essentiels* : ceux dont une disparition subie (par contrainte environnementale, actes de malveillance, ou pénurie de ressources) mettrait immédiatement à mal l'intégrité de la société. On pense notamment aux diverses chaînes logistiques alimentaires, sécuritaires, bancaires, intégralement informatisées et dépendantes de transports alimentés par énergie fossile, ou encore les moyens de chauffage individuel, collectif, ainsi que des aliments que les avancées technologiques ont ancré dans une dépendance absolue à l'électricité et l'électronique.

La suite de l'article se propose de mettre en lien les divers aspects discutés ici : inefficacité énergétique, savoirs et outils scientifiques, traitement de l'information et des signaux, dans le but d'identifier des directions de transformations, souvent radicales, de notre lien à la recherche et aux outils, et ce dans un objectif commun de résilience et d'adaptation dans un monde d'interdépendances.

4 Transformer nos outils

Le développement de la génétique depuis le début du siècle a permis de donner une autre dimension, plus formelle, plus quantifiable, à la théorie de l'évolution de Darwin. La théorie des jeux s'en est emparée pour s'ouvrir en une sous-filière de théorie des jeux *évolutionnistes*^[60]. Ce formalisme ancré dans la puissance des mathématiques modernes est néanmoins à double-tranchant : si d'une part il a permis une compréhension accrue de mécanismes d'évolutions des espèces et un dimensionnement (dynamiques spatiales et temporelles) de l'évolution, il a d'autre part conféré une vision mécaniste, déterministe au domaine de la biologie, vision admise aujourd'hui comme simpliste (remise en cause empirique de l'hypothèse de rationalité des agents, développement de l'épigénétique) et à certains égards contre-productive (à travers notamment la remise en question de l'hypothèse du *gène solitaire* qui a longtemps renforcé l'ontologie naturaliste occidentale et l'imaginaire que l'être humain disposerait d'un levier mathématique pour "réparer" la mécanique enrayée de la nature : produits phytosanitaires, introduction d'espèces prédatrices dans un milieu inadapté, etc.). Au milieu de ces deux extrêmes – progrès indiscutables de la compréhension systémique du vivant et écueils de sur-interprétation mécaniste – se trouve vraisemblablement un juste milieu, un formalisme éclairant, qui serait en mesure d'admettre ses limites, ses informations manquantes et qui réallouerait au vivant, non réduit à de simples *agents* rationnels, sa dimension *sensible*.

Cette section discute de cas concrets de disciplines du domaine du numérique qui se prêtent potentiellement à ce genre de virage constructif, en phase avec les enjeux planétaires.

4.1 Les mathématiques de Spinoza, Jaynes et Illich

L'outil mathématique a évolué dans l'histoire d'une forme orale ou textuelle, non formelle, vers l'absolutisme d'abstraction que l'on connaît aujourd'hui. La preuve mathématique prend à la base la forme d'une rhétorique argumentée, avec toutes les limites et les biais de l'oralité, pour évoluer en une technique irréfutable de déductions logiques. Sans aller jusqu'à débattre

[60] Jörgen W Weibull. *Evolutionary game theory*. MIT press, 1997.

du principe d'incomplétude de Gödel^[61], le formalisme moderne des mathématiques, tout en gagnant en irréfutabilité, est contraint de s'appuyer sur un ensemble axiomatique fini. S'il est facile aujourd'hui de démontrer que la somme des angles d'un triangle vaut 180° dans le plan euclidien en se basant sur un système d'axiomes géométriques minimaliste, le carcan formel des mathématiques ne permet plus d'aborder la question de la portée éthique des décisions que nous prenons ou des actions que nous menons. La base axiomatique est trop complexe, le modèle formel à mettre en place absolument inaccessible. La question s'en est trouvée reléguée au domaine des *sciences humaines et sociales*, loin du giron des mathématiques et des "sciences dures".

Cette scission est une double peine : tandis que les sciences dures se terrent dans des modèles simplistes, perdant en cela tout lien à la nature (exception faite des sciences de l'infiniment grand ou de l'infiniment petit, qui ne sont cependant pas au cœur des enjeux actuels), les sciences humaines ont tout loisir de s'éloigner de la rigueur imposée par la logique. Les penseurs d'antan, ces savants "transdisciplinaires" d'une époque où les disciplines elles-mêmes n'existaient pas, se sont dupliqués en des rêveurs, des poètes, des artistes d'une part, et des calculateurs froids et rigides de l'autre.

L'*Ethique* de Spinoza (qui date du 17^e siècle^[9]) est aujourd'hui reprise par de nombreux penseurs contemporains et par beaucoup de citoyens qui s'ouvrent à une philosophie amateur. La beauté fondatrice de l'*Ethique*, qu'on ne lit cependant qu'à travers la traduction "digeste" des philosophes modernes, réside pour part dans sa forme démonstrative formelle. Du côté des philosophes modernes, on reproche d'ailleurs paradoxalement à Spinoza (voir par exemple *Le miracle Spinoza* de Lenoir^[13]) cette froideur axiomatique et démonstrative de la vie épanouie qu'un être humain devrait mener. Ce format est pourtant puissant : les termes employés, et notamment les sentiments (espoir, passion, tristesse, angoisse), y sont définis et mis en vis-à-vis de manière parfaitement rigoureuse. Sur la base de ces définitions, l'*Ethique* de Spinoza se décline dans une articulation des moteurs de vie (le désir, les actions du corps et de l'esprit) qui engendrent, selon leur valeur (action adéquate ou inadéquate, pensée raisonnée ou irraisonnée), des formes variées de sentiments qui eux-mêmes entraînent une augmentation ou une diminution de notre *pouvoir d'agir*. Ce pouvoir d'agir est l'objectif entendu de Spinoza : il correspond à la maîtrise, au contrôle que nous possédons sur notre milieu et sur son fonctionnement. Le poids démonstratif de Spinoza qui conduit à une forme d'irréfutabilité de la nécessité d'accroître notre pouvoir d'agir se retrouve dans la définition de la *convivialité* d'Illich^[10], dans le cadre d'action des *low-tech* (la capacité de l'utilisateur à maîtriser, réparer, comprendre son outil, et ne pas en être l'esclave, augmente son pouvoir d'action)^[62], et encore plus fidèlement dans l'analyse de Morizot de la nécessité d'améliorer les liens qui nous connectent au vivant, d'y prendre une part entière, "*jusqu'à atteindre la béatitude*" dirait Spinoza. Les découvertes scientifiques modernes de la biologie, de l'évolution, de l'anthropologie, de la neurologie, neuropsychologie, et psycho-

[61] Panu Raattkainen. On the philosophical relevance of Gödel's incompleteness theorems. *Revue internationale de philosophie*, (4) :513–534, 2005.

[9] Baruch Spinoza. *Éthique*. 1675.

[13] Frédéric Lenoir. *Le miracle Spinoza : une philosophie pour éclairer notre vie*. Fayard, 2017.

[10] Ivan Illich, Luce Giard, and Vincent Bardet. *La convivialité*. Editions du Seuil Paris, 1973.

[62] Guillaume Guimbretière, Sacha Hodencq, and Martial Balland. Une approche de la low-tech dans l'enseignement supérieur et la recherche. 2022.

logie sociale et cognitive confortent les déductions “mathématiques” de Spinoza : nous avons évolué, au même titre que de nombreux autres animaux, sous une forme d’exigence biologique à comprendre notre milieu, à améliorer sans cesse nos interactions sociales et interspécifiques, en somme à augmenter continuellement notre pouvoir d’agir.^[44,45]

Si Spinoza est autant cité, lu, repris en particulier par les philosophes du bonheur aujourd’hui, c’est qu’il répond à une crise majeure de *sens* et de perte de repères face à l’évidence de la déshumanisation par la société industrielle et de l’extinction rapide du vivant. Dans les années 1970, Ivan Illich avait lui anticipé cet effondrement sociétal, social et humain, également au moyen d’une argumentation précise et puissamment démonstrative. Mais au contraire de Spinoza qui emprunte de très près les codes de l’outillage mathématique, Illich, dans *La convivialité*, parvient à un véritable tour de force littéraire : sans formalisme explicite, il articule par le texte seul une démonstration fine de l’insoutenabilité de la société industrielle. Il est d’ailleurs extrêmement intéressant de lire Illich critiquer le rapport Meadows sur les limites à la croissance^[28], paru peu de temps auparavant, basé sur un modèle mathématique de la planète relativement compliqué (mais néanmoins très grossier) et dont les conclusions générales rejoignent celles d’Illich. Illich remet surtout en cause une forme de naïveté du modèle dont les équations fondatrices sont déshumanisées et incapables de rendre compte de caractéristiques essentielles de ce qu’Illich nomme *la convivialité de l’outil* (tels que les effets de *monopole radical* ou de *polarisation* qui empêchent une société de changer subitement de politique comme le rapport Meadows le propose dans ses scénarios alternatifs). Il est cependant intéressant d’observer qu’aujourd’hui encore, dans la communauté scientifique, les courbes d’effondrement du fameux *Scénario 0* (ou scénario *Business-as-usual*) ont un impact plus marqué sur notre prise de conscience que les lignes de caractères imprimés sur page blanche d’Illich, alors que leur pouvoir démonstratif est autrement plus puissant et difficilement attaquant. Mais le pouvoir des mathématiques, dans la vision moderne, est précisément que la mécanique de la preuve formelle est irréfutable : c’est donc le rapport Meadows qui emporte la palme de la légitimité en dépit d’un modèle du monde hautement approximatif. Les courbes d’effondrement, par leur effet *visuel*, ont également l’avantage de susciter une émotion forte, marquante, ont la capacité de modifier notre comportement, et offrent la possibilité de retransmettre l’information : la contagion rendue possible par l’image, en dépit de son caractère approximatif, font aujourd’hui du rapport Meadows un ressort argumentatif de conviction et d’engagement plus puissant que les textes plus durs d’accès d’Illich. Nous reviendrons sur cette question du pouvoir de contagion au moment d’évoquer la *théorie du traitement de l’information* (Section 4.2) comme levier de partage de savoir et d’engagement.

Pour tenter de se placer un peu plus près du monde des mathématiques appliquées, et particulièrement des probabilités, citons le cas singulier d’Edwin T. Jaynes, lui aussi contemporain d’Illich et de Meadows. Jaynes fait la démonstration que, si l’humain souhaite mesurer (affecter un nombre réel à) la *plausibilité* d’un événement, alors, étant donné un ensemble de règles de “bon sens” (qu’il nomme des *desiderata*), cette mesure doit coïncider (à facteur d’échelle près) avec la *probabilité bayésienne* de l’événement. Les *desiderata* en question sont tout à fait élé-

[44] Lewis Dartnell. *Origins : How Earth’s History Shaped Human History*. Hachette UK, 2019.

[45] Sébastien Bohler. *Où est le sens ?* Robert Laffont, 2020.

[28] Donella Meadows, Dennis Meadows, Jorgen Randers, and WW Behrens III. Les limites de la croissance. *Rue de l’échiquier*, Paris, 1, 2012.

mentaires : évaluer la plausibilité par deux chemins différents doit donner le même résultat, une augmentation infinitésimale de la plausibilité d'un événement doit affecter sa mesure également de manière infinitésimale, etc. La beauté du résultat de Jaynes est qu'il crée un pont explicite entre les expériences de vie et la théorie des probabilités. Bien sûr, les probabilités "servent" à mesurer la plausibilité d'un événement, mais rien n'assure qu'il s'agisse de la bonne manière de procéder et qu'il n'existe pas une voie alternative. En réalité, Jaynes va plus loin que ce résultat "attendu" ou entendu, en introduisant le principe d'*entropie maximale* comme mesure de la plausibilité *a priori* à affecter à un événement encore inobservé ou incompris. En particulier, l'une des conséquences majeures du principe d'entropie maximale est la pleine justification de la loi gaussienne comme "hypothèse par défaut" du comportement statistique d'un système inconnu : par exemple le comportement par défaut d'un bruit de fond électromagnétique dont on n'aurait mesuré que l'énergie et dont on ne connaît rien de plus. On ne sera sûrement pas surpris d'apprendre ici encore que les travaux de Jaynes ont été vivement contestés, en ravivant notamment le conflit séculaire entre *fréquentistes* et *bayésiens*, entre statisticiens et probabilistes. Néanmoins, si ce résultat phare de Jaynes est très connu, en particulier dans la communauté bayésienne – une conférence nommée MaxEnt est d'ailleurs dédiée à l'application et au développement des idées de Jaynes –, on parle moins de la conséquence négative du résultat de Jaynes : si les probabilités bayésiennes seules satisfont les desiderata de bon sens de la mesure de plausibilité, alors évaluer la plausibilité d'un événement est éminemment compliquée, même pour un mathématicien aguerrri, même pour une machine. D'une part, utiliser la règle d'inférence, ou *règle de Bayes* (le fameux $P(A|B) = P(B|A)P(A)/P(B)$), demande d'évaluer un produit et une division, le terme au dénominateur ($P(B)$ ici) étant souvent très compliqué lui-même. Si Homo Sapiens, cet *agent rationnel* selon les sciences dures, n'a d'autre choix que d'appliquer la règle de Bayes pour évaluer le risque, comparer les alternatives, juger la crédibilité d'une information, et in fine décider ou choisir – exercice qu'il doit parfois exécuter en quelques millisecondes si sa vie en dépend –, alors il est assez clair qu'Homo Sapiens est incapable de mener à bien une mesure spontanée de plausibilité. Les logiciels de calculs formels ou numériques eux-mêmes, pas plus que les mathématiques modernes, ne savent le faire que dans des cas extrêmement contraints, totalement en dehors des réalités du monde : pour effectuer un calcul d'entropie maximale, il faut connaître les *moments* de la loi de probabilité de l'événement étudié. Cette contrainte, replacée dans le monde réel, n'est jamais accessible. Jaynes affirme donc en creux qu'Homo Sapiens ne peut pas être considéré comme un être rationnel et que la rigueur mathématique (celle des probabilités en tout cas) ne permet pas de rendre compte de son comportement. Et donc, en extrapolant, de rendre compte du comportement éminemment plus complexe du vivant. D'ailleurs, comme le démontrent Servigne et Chapelle dans *L'entraide : l'autre loi de la jungle* (nous reviendrons aussi sur ce point), très loin s'en faut.

Que conclure de ces usages de la logique booléenne et des mathématiques à différents niveaux de formalisme et d'abstraction, rencontrés chez Spinoza, Illich ou Jaynes pour rendre compte des dynamiques du vivant ? Un message encourageant est qu'en dépit de la tendance moderne à valoriser l'abstraction mathématique et à décrédibiliser l'étude du monde sensible par les outils de la logique, mathématiques et vivant se rejoignent, du moins s'effleurent tangentiellement sans réellement s'entrecroiser. Les mathématiques sont riches d'une puissance déductive mécaniste, rassurante, pratique. Mais à trop les formaliser, on les appauvrit dans leur capacité à comprendre

le vivant (du domaine du sensible) et les lois systémiques du monde (trop complexes). Comme l'évoque Aurélien Barrau dans son appel à une *Pensée du déraillement*^[8], la science mesure et met à disposition des observations qui permettent d'amorcer une sensibilisation, un premier ressenti indispensable – notamment dans le contexte des dépassements planétaires –, mais les pieds et poings des scientifiques sont liés à leurs outils étriqués, incapables d'intégrer l'entièrement de la complexité du vivant – au même titre par ailleurs que les politicien-nes, liées à la machine extractiviste et consumériste qui justifie leur position. Les artistes et les poètes, dont l'expérience rousseausite ou même huxleyenne^[63] de l'existence, sont au contraire en mesure de briser ce carcan, d'inventer des nouveaux récits, des narrations alternatives, sans limite, sans le frein du formalisme.

On l'a vu, l'articulation logique des mathématiques, vidées de leur camisole formelle, confère à Illich ou à Spinoza d'être aujourd'hui précisément au cœur des mouvements de pensée et construction d'un monde post-industriel et résilient. Dans la communauté lowtech ou décroissante, chez les nouveaux experts de l'*Anthropocène*, on parle convivialité et puissance d'agir. Et tout est lié : l'extractivisme^[39], le consumérisme, l'hétéronomie des populations^[10], l'épuisement des ressources, l'effondrement du vivant^[64], l'abrutissement et la frustration programmés par le biais l'institution scolaire^[65,66], les médias et la publicité^[67], l'éco-anxiété^[48], la stolastalgie^[49] et la perte de sens^[45] ou de contrôle qui transforment les psychologues cliniciens en éco-psychologues, tout cela entre dans une logique implacable qu'Illich avait anticipée, cinquante ans en arrière, par un raisonnement ancré dans la logique mathématique. De manière prosaïque, sans symboles obtus. Il en vient que les scientifiques, et notamment les mathématicien-nes ou mathématicien-nes appliqué-es, n'ont en réalité qu'un pas de côté à faire pour embrasser la plénitude du monde. Nos œillères de spécialistes du presque-rien nous isolent dans un cul-de-sac axiomatique qui force au mieux au sur-place ou plus souvent à s'inventer des problèmes inutiles mais qu'on se sent en mesure de résoudre. Cette approche de production de contenus sans but ni application est d'ailleurs un refuge temporaire contre la dissonance cognitive : à défaut de s'engager à construire un savoir en rupture nette avec le système académique et industriel en place, on produit un savoir volontairement "neutre", ou tout du moins pensé sans impact nocif à court terme. Car le pas de côté est effectivement fort coûteux : il demande

[8] <https://diacritik.com/2022/04/11/que-faire-pour-une-pensee-du-deraillement-a-lattention-des-chercheurs-enseignants-et-scientifiques/>.

[63] Aldous Huxley. *The doors of perception : And heaven and hell*. Random House, 2010.

[39] Malcom Ferdinand. *Une écologie décoloniale-Penser l'écologie depuis le monde caribéen*. Média Diffusion, 2019.

[10] Ivan Illich, Luce Giard, and Vincent Bardet. *La convivialité*. Editions du Seuil Paris, 1973.

[64] Pablo Servigne and Raphaël Stevens. *Comment tout peut s'effondrer. Petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes : Petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes*. Média Diffusion, 2015.

[65] Ivan Illich and Gérard Durand. *Une société sans école*. Éditions du Seuil Paris, 1971.

[66] Jean-Paul Brighelli. *La fabrique du crétin*. Paris : Gawsewitch, 2005.

[67] Bernard Stiegler. *La télécratie contre la démocratie : lettre ouverte aux représentants politiques*. Flammarion, 2016.

[48] Charline Schmerber. Éco-anxiété : l'homme malade de la planète. *Cerveau Psycho*, 118(2) :58–64, 2020.

[49] Glenn Albrecht. Solastalgia. *Alternatives Journal*, 32(4/5) :34–36, 2006.

[45] Sébastien Bohler. *Où est le sens ?* Robert Laffont, 2020.

l'abandon pur et simple de tout un pan de "connaissances" acquises après de longues années de formation et de pratique, un abandon également de la sacro-sainte "expertise", seule capable de nous valoriser et d'évoluer dans notre carrière. Mais, sorti de cette nécessaire phase de deuil, le rebond – que les éco-psychologues nomment la *réintégration* – est infiniment plus riche : le monde abandonné à l'adolescence (les merveilles de la biologie, de l'histoire des techniques et des civilisations, les dynamiques géophysiques planétaires, la géopolitique du vivant, l'anthropologie et la philosophie) pour devenir expert du presque-rien, pénètre à nouveau dans notre champ de vision, et ce de manière systémique, connectée, cohérente, logiquement articulée. Pour un-e mathématicien-ne, ces rouages tantôt réellement mesurables, parfois juste palpables, et bien souvent indiscibles, étranges, excitants... offrent un terrain de jeu unique dans lequel réinventer les outils de notre rapport au monde.

L'intelligence artificielle ou l'ordinateur quantique, si un jour il venait à exister, n'auront plus de raison d'être dans un monde privé d'énergie aisément disponible. Le travail des mathématicien-nes enfermé-es dans leur monde abstrait s'en trouvera encore plus isolé du monde réel, encore moins pertinent. Mais les intuitions, les instincts, la logique déductive sous-jacente à des années de découpages d'épsilons en quatre, d'illuminations sous la douche ou sur le quai de la gare et de gribouillages mille fois refaits au tableau, sont eux de puissants supports à la compréhension et l'analyse du fonctionnement et de l'évolution systémique du vivant. Souhaitons ainsi qu'Aurélien Barrau ait tort de penser que le-a scientifique n'a plus de rôle à jouer une fois que son travail de lanceur-ses d'alerte est terminé. Le pas de côté demande au *système 1* de Kahneman^[68] (nos heuristiques de décision, nos réflexes sans processus de cognition) de suppléer le *système 2*, réflexif, et d'entrer en jeu. Il demande de s'ouvrir à l'inspiration poétique, sensible et non plus purement à la rationalité froide ou au calcul sans vie.

4.2 Théorie du *traitement* de l'information

Les travaux de Claude E. Shannon autour des années 1950^[69] ont été un marqueur important de l'avènement du monde numérique et de la pleine justification de l'usage des mathématiques pour régir l'ingénierie numérique. Shannon nous donne en 1948 une définition nouvelle de *l'information* dont la valeur du contenu serait liée à sa probabilité, un message étant d'autant plus informatif qu'il est peu probable. Cette notion, liée à l'entropie (la quantité d'incertitude ou de désordre d'un système) est déroutante de prime abord. Mais force est d'admettre qu'elle a permis de mettre en place les résultats fondateurs de la *théorie de l'information* qui bornent la capacité des systèmes numériques à compresser des données ou à les transmettre sur un canal de communication (bornes aujourd'hui atteintes et que les technologies 4G, 5G, etc., ne savent repousser qu'en modifiant le canal, et plus du tout en améliorant les techniques de communication qui ont depuis longtemps atteint la borne).

Les ingénieur-es le savent moins mais, très vite après les premiers travaux de Shannon, le domaine de la *psychologie sociale* s'est emparé des idées de la théorie de l'information pour rendre compte des mécanismes et des formes de communication (verbale ou non verbale), par-

[68] Daniel Kahneman. *Thinking, fast and slow*. Macmillan, 2011.

[69] Claude Shannon. *Collected papers*. 1993.

ticulièrement entre êtres humains^[22]. Du côté des psychologues, la théorie de Shannon devient *théorie du traitement de l'information*. Tout en s'appuyant conceptuellement sur l'ingénierie des télécommunications modernes, la théorie du traitement de l'information prend en compte un spectre bien plus large d'attributs de l'expérience de communication, qui intègrent en particulier le poids du système normatif de la culture ainsi que les contraintes liées à l'aptitude limitée du cerveau d'Homo Sapiens à émettre et à percevoir un message. Ainsi, l'*encodage* (ou le *précodage*) de l'information chez Shannon – cette manière mathématique de traiter la séquence de symboles à émettre afin que les erreurs induites par la distorsion du canal de communication puissent être corrigées par le récepteur – devient en psychologie sociale à la fois *contenu du message* – le contenu doit être assimilable par le récepteur, et cela dépend surtout des *a priori* du récepteur – et *attitude de l'émetteur* – par exemple, en favorisant le *biais de projection* (en mimant les gestes, ou en démontrant ou feignant une proximité sociale, avec l'interlocuteur-ice), le récepteur sera plus prompt à être attentif-ve au message émis. Une fois le message transmis, pour les shannonien-nes, il est alors stocké en mémoire, prêt à un usage immédiat ou ultérieur. Il en va tout autrement en psychologie sociale où on prend en compte également l'*efficacité* du message émis, à savoir (i) sa *capacité de rappel* : le récepteur doit pouvoir retrouver et réémettre l'information reçue (le message doit donc être marquant pour le récepteur) et (ii) sa *capacité à modifier le comportement* : le message doit faire réagir et engager. On retrouve dans ce dernier point le sens du *pouvoir d'agir* chez Spinoza : une information pertinemment véhiculée marque le récepteur et augmente la maîtrise de son environnement, et donc son pouvoir d'agir.

La théorie du traitement de l'information devient alors particulièrement intéressante lorsqu'elle adresse les modes, qu'on pourrait qualifier a priori d'*irrationnels*, de communication et d'usages de l'information. Cela commence par la notion de *biais* et d'*heuristiques de jugement*. Contrairement à la théorie de l'information de Shannon, la théorie du traitement de l'information de la psychologie sociale prend en compte l'histoire et la culture des émetteur(s) et récepteur(s) du message, ainsi que les contraintes imposées par le fonctionnement cérébral. Comme l'établit Kahneman^[68], notre cerveau est enclenché par défaut en mode *système 1* qui permet de prendre des décisions rapides et surtout énergétiquement peu onéreuses ; si besoin, lorsque la situation à traiter demande une décision plus construite, plus sûre, on passe alors en *système 2*, celui qui met en exergue les aires cérébrales cognitives, bien plus coûteuses à mobiliser. Ainsi, par défaut, notre cerveau prend le raccourci du système 1 qui exploite des "réflexes" affûtés au cours de longues années d'expérimentations, de vécu, de forçages normatifs, de mœurs, d'éducation et de culture. C'est précisément ces "réflexes" moins réfléchis, majoritaires dans le traitement de l'information par le vivant, qui sont occultés par la théorie de l'information de Shannon chez qui transmetteur(s) et récepteur(s) exploitent l'information et les a priori entièrement, rationnellement, avec une capacité de calcul maximale, et sans aucune considération de l'énergie requise en amont (production et consommation matérielle) et en aval (stockage, usage, recyclage matériel) du système de communication. Des thèmes aussi fondamentaux que les mécanismes de persuasion, d'enseignement, de sensibilisation par le langage, etc., centraux dans les relations de groupes, ne sont pas abordables en l'état par les nombreux-ses expert-es de la théorie ma-

[22] Olivier Corneille. *Nos préférences sous influences : déterminants psychologiques de nos préférences et choix*, volume 2. Editions Mardaga, 2010.

[68] Daniel Kahneman. *Thinking, fast and slow*. Macmillan, 2011.

thématique de l'information. Shannon ne nous permet en particulier pas de rendre compte des *heuristiques de disponibilité* qui nous font prendre des décisions en fonction du contexte local – spatial, temporel, psychologique – (comme par exemple l'effet d'anecdotes ciblées qui prennent valeur de généralité), des *heuristiques de représentativité* qui donnent une plus grande valeur au message d'un émetteur qui nous ressemble (ou nous fait croire qu'il nous ressemble), des mécanismes volontaires ou non de *conditionnement* (créer un contexte propice à l'acceptation de l'information) ou d'*amorçage* (placer le récepteur dans un état psychologique précis juste avant de délivrer un message). Les modalités d'interactions, verbales et non verbales, au sein comme entre les espèces, et qu'il nous faut aujourd'hui reconquérir pour enrichir notre manière d'être au monde, passent par une prise de conscience, une étude approfondie et une utilisation affûtée de la nature profonde de la *communication* dans le vivant.

La profondeur technique de la théorie de l'information moderne donne l'illusion d'une maîtrise des outils de communication *optimale* alors qu'en réalité il ne s'agit que de résoudre une question élémentaire : celle de la communication entre machines d'un message brut fait de symboles (binaires typiquement). Il est d'ailleurs intéressant de noter que la théorie de Shannon, en 70 ans, n'a su traiter que le problème de la communication point-à-point (ou point-à-multipoint) mais reste stérile face au problème de la communication *au sein d'un réseau* de machines. Le vivant *est* précisément un réseau dense et difficilement saisissable d'interdépendance et de communications permanentes sous des modalités très variées. En fonction de notre culture, notre sensibilité, notre capacité d'écoute, ces échanges au sein du vivant nous sont plus ou moins accessibles. La question se pose alors de savoir si les théoricien-nes de l'information, de par leur propre sensibilité, sont en mesure de transgresser les barrières de la rigidité mathématique de la théorie de l'information qui fait aujourd'hui face à l'effondrement du modèle extractif qu'elle a engendré, pour alimenter les réflexions nécessaires sur la communication interspécifique du réseau du vivant.

4.3 Théorie des jeux sociaux

La théorie des jeux^[70] est un exemple manifeste d'un outil formel né d'une tentative concrète d'expliquer les comportements d'interaction entre humains (dans le cadre de relations économiques, politiques ou de stratégies militaires^[71]) et qui, au fil des années, est progressivement devenu un objet mathématique étudié pour lui-même ou appliqué à des machines (comme dans le cadre de la dite *radio cognitive* en télécommunications^[72]). La théorie des jeux suppose l'existence d'un nombre fini d'agents (les joueurs) qui cherchent à atteindre un objectif de maximisation de profit (ou de minimisation de perte), objectif qui peut être individuel ou collectif, compétitif ou collaboratif. Les joueurs ont à disposition un ensemble (discret ou continu) d'actions réalisables, d'information a priori, ainsi qu'une capacité d'observations des *conséquences* des actions mises en œuvre par les autres joueurs et par eux-mêmes, chaque joueur n'ayant pas forcément le même objectif ou la même visibilité sur son environnement. Ainsi décrite, la théorie

[70] Martin J Osborne et al. *An introduction to game theory*, volume 3. Oxford university press New York, 2004.

[71] Peter C Ordeshook et al. *Game theory and political theory*. Cambridge Books, 1986.

[72] Beibei Wang, Yongle Wu, and KJ Ray Liu. Game theory for cognitive radio networks : An overview. *Computer networks*, 54(14) :2537–2561, 2010.

semble extrêmement puissante et a en effet été largement exploitée dans les contextes économiques – en introduisant par exemple dans le “jeu” des mécanismes d’orientation du choix des joueurs par une stratégie d’incitation par les prix – ou militaires – en anticipant les réactions en chaîne de stratégies des opposants. La théorie des jeux s’est même dotée d’une sous-branche, la théorie des jeux évolutionnistes^[60] qui s’appuie sur la génétique et les relations et comportements interspécifiques (généralement entre peu d’espèces distinctes) pour faire émerger des dynamiques de population. Un enjeu dans ce dernier cadre est notamment de comprendre les incidences d’une modification du milieu – tel que l’introduction d’une nouvelle espèce – pour prédire l’évolution du “système”. Sous des hypothèses simples, dans des contextes plutôt fermés et bien circonscrits, ou sur des visions à gros grains, la théorie des jeux permet de rendre compte de phénomènes d’interaction multi-agents observables. Bien sûr, dans le cas de l’application aux machines, son pouvoir prédictif est total.

Néanmoins, la théorie des jeux souffre de limitations fondamentales, et ce même dans son application aux interactions entre machines. Dans le cadre des télécommunications, il est vite apparu que l’efficacité énergétique d’un réseau *décentralisé* d’interfaces de communication, sans ordonnanceur central, est particulièrement mauvaise (même si les agents tentent de maximiser le bien commun) : si le réseau était un organisme vivant, cette lutte décentralisée d’accès à la ressource (une bande de fréquence libre sur laquelle émettre un message) s’organiserait vraisemblablement différemment. C’est le cas typique observé par Darwin de la polarisation d’une espèce en deux sous-espèces différenciées qui se partagent des ressources distinctes^[54]. Du côté du vivant ou des interactions entre humains, la théorie des jeux souffre en premier lieu de l’hypothèse de *rationalité* des agents. On suppose en effet que chaque agent ou joueur est en mesure d’évaluer parfaitement l’ensemble des conséquences de ses actions et de sélectionner une stratégie systématiquement optimale. Cette exigence est évidemment une simplification mathématique permettant d’établir un comportement indiscutable car soutenu par le calcul formel. L’hypothèse pose ainsi que les joueurs font l’usage exclusif d’un raisonnement réflexif, potentiellement intense, et d’un haut possible niveau de complexité. Celle-ci se voit vite discréditée par les neurosciences et la psychologie cognitive qui, comme nous l’avons déjà vu, démontre que l’humain fait un usage équilibré à la fois de règles heuristiques spontanées et d’élaborations réflexives plus coûteuses. Même les meilleurs joueurs d’échecs n’ont pas la capacité d’anticiper l’ensemble des possibilités de jeux à dix coups à l’avance, et se reposent fondamentalement sur des réflexes et intuitions issus d’acquis longuement travaillés. Mais surtout, quand bien même on se placerait dans des situations de jeux extrêmement simples, symétriques, réduites à deux joueurs, où une solution équilibrée et égalitaire du jeu tomberait sous le sens, les études de psychologie sociale démontrent que les humains – au même titre que d’autres animaux – se comportent à première vue de manière irrationnelle. L’exemple le plus marquant est celui du jeu à deux agents, dotés chacun d’une même somme d’argent, consistant à successivement demander à chacun de donner une partie de la somme à l’autre. La logique voudrait que le premier à jouer, dans un intérêt implicite de maximisation de ses gains, ne donne rien au second joueur qui, en retour, ne donne rien au premier. Il n’en est pourtant rien : en moyenne, le premier joueur prête en réalité une proportion non négligeable de l’argent qu’il possède, tandis que – et

[60] Jörgen W Weibull. *Evolutionary game theory*. MIT press, 1997.

[54] Charles Darwin. *The origin of species*. 1859.

c'est ici encore plus surprenant – le second joueur rend une part supérieure à celle qu'il a reçue. Ce qui se joue ici est une des nombreuses portes d'entrée au mécanisme d'*entraide* récemment vulgarisé par Servigne et Chapelle dans *L'entraide : l'autre loi de la jungle*^[15]. Ce mécanisme d'entraide, les études reportées par Servigne et Chapelle le montrent encore, est induit spontanément par le système 1 de Kahneman, et se voit atténué lorsqu'un délai de *réflexion* est laissé aux joueurs, délai qui leur permet d'enclencher leur système 2. La suggestion sous-jacente est que, contrairement à l'adage culturel moderne selon lequel l'homme serait un loup pour l'homme, nous sommes bien plutôt "programmés" à assurer une *redevabilité* interpersonnelle qui *crée et solidifie* des liens d'entraide.

Avec la théorie des jeux, on tombe donc de nouveau dans l'écueil d'une rationalité pure des agents qui interfère ici encore avec les mécanismes cérébraux développés depuis quelques centaines de milliers d'années chez les animaux conscients, mais également chez bon nombre d'autres formes de vie depuis des centaines de *millions* d'années – comme nous le rappelle notamment Peter Wohlleben dans *La vie secrète des arbres*^[57]. La raison centrale qui ne permet pas à la théorie des jeux de rendre compte du comportement "irrationnel" des joueurs est son incapacité à rendre compte des *a priori* et des heuristiques de jugement fortement ancrées et qui font suite à un historique multi-millénaire d'interaction des agents. Ces mécanismes sont aujourd'hui progressivement compris et élégamment recoupés à la fois aux philosophies modernes des interdépendances et de l'écopsychologie^[73], mais aussi aux observations empiriques et manifestes de processus d'entraides spontanés^[15] qui émergent dans des situations où notre normativité individualiste nous fait anticiper des comportements exactement contraires – comme lors d'événements climatiques destructeurs ou en temps de guerre où l'entraide spontanée émerge bien plus que les illusions de pillages et de prédateurs. Les progrès des sciences sociales, et notamment de la psychologie sociale, vis-à-vis de ces fonctionnements d'interdépendances intra- et interspécifiques, positionnent aujourd'hui la théorie des jeux face à un nouveau défi, un nouvel ensemble d'axiomes. Il ne s'agit dès lors plus de décrire le comportement humain comme *irrationnel* et, de fait, incompatible avec les desiderata élémentaires de la théorie des jeux, mais bien plutôt de comprendre que la logique qui soutient le comportement animal suit des règles d'entraide dont il est aujourd'hui possible de rendre compte, même statistiquement (de nombreuses études quantitatives ayant été menées ces dernières années^[15]). La question se pose alors de la capacité de la théorie des jeux à s'accomoder à la pluralité réflexive de chaque agent qui, même s'il ou elle cherche à maximiser un objectif établi, est soumis-e à l'ambivalence d'heuristiques (de disponibilités, de représentation), mécanismes d'amorçage-conditionnement et biais de jugement, à un système axiologique et normatif en évolution, tout à la fois qu'à une capacité cognitive rationnelle mais coûteuse, et donc suivie avec plus ou moins de volonté.

Néanmoins, quand bien même il serait possible d'intégrer le paramètre d'entraide ainsi que l'ensemble des comportements conflictuels gravés dans nos cerveaux reptiliens au sein de la théorie des jeux, une difficulté apparaît immédiatement : celle de la complexité systémique qui s'ajouterait à une théorie déjà peu encline à l'hétérogénéité des modèles. La théorie des jeux

[15] Pablo Servigne and Gauthier Chapelle. *L'entraide : l'autre loi de la jungle*. Éditions les Liens qui libèrent, 2017.

[57] Peter Wohlleben. *La vie secrète des arbres*. Les Arènes, 2017.

[73] Joanna Macy, Molly Young Brown, Pablo Servigne, et al. *Écopsychologie pratique et rituels pour la Terre*. Le souffle d'Or, 2021.

souffre en effet de cette difficulté centrale qui la rend prompte à étudier des jeux à deux, trois ou quatre agents, et ensuite incapable (sinon numériquement et dans des cas contraints) de rendre compte analytiquement des dynamiques de jeux plus élaborés. Comme souvent, il est possible – et c’est un des axes majeurs, théoriquement élégant, de la recherche mathématique contemporaine – d’étudier des jeux au nombre d’agents quasi infini : c’est le contexte d’étude de la *théorie des jeux à champ moyen*^[74], utilisée notamment dans le cadre des systèmes économiques à grand nombre d’agents face à un organisateur central (comme la régulation des prix de l’énergie par la demande). La clé de l’approche réside dans le fait que l’action d’un seul agent n’affecte pas les comportements des autres joueurs, la réciproque n’étant pas vraie : un grand nombre d’interaction n’entre donc pas en ligne de compte et rend le système analysable dans une *limite fluide* où les agents, si nombreux, sont traités tel un continuum, une distribution. Néanmoins, là encore se dressent de nombreuses barrières en cela que la communauté des joueurs se doit d’être relativement homogène pour se prêter à une analyse crédible. Le jeu de la vie et des interdépendances est éminemment complexe, comme en témoigne l’incompréhension quasi-totale des comportements observés dans le jeu des trois acteurs que sont loups, patous et brebis narré par Morizot^[11]. D’autre part, ces trois groupes d’acteurs ne participent pas à un jeu *ponctuel*, dont les compteurs seraient chaque jour remis à zéro, mais bien à une instance du jeu dynamique qui dure depuis des millénaires et qui intègre en toile de fond un plus grand nombre d’acteurs, parfois disparus (les ancêtres dont chacun hérite l’histoire, les autres animaux – humains en premier lieu – qui affectent les comportements), ainsi que l’évolution des conditions environnementales, temporelles, spatiales, climatiques. Le danger d’un usage formel, trop proche de l’état actuel de la théorie, trop rigide, sur-mathématisée, serait à nouveau ici de passer à côté de l’essentiel et de chercher à calquer sur la complexité du vivant la simplicité rudimentaire de l’outil mathématique.

Comment s’en sortir ? La théorie des jeux est-elle condamnée, au même titre que d’autres outils mathématiques, à une course illusoire derrière les sciences sociales et la pratique de reliance individuelle (à travers des outils tels que *Le Travail qui Relie*^[73]) pour bout à bout grignoter une fine part de maîtrise d’un monde infiniment complexe ? L’outil formel, à nouveau, ne semble pas suffisant pour dépasser des points de vue à très gros grains, ou rendre compte de situations irréalistes car fortement circonscrites. Entre deux, le·a théoricien·ne des jeux doit laisser libre cours à ses instincts, sa sensibilité animale, à se mettre au côté du vivant par une pratique de reliance, à vivre et à ressentir les interdépendances. Les mécanismes froids de la théorie des jeux serviront alors d’appui, de béquille essentielle, mais ne pourra plus être l’unique outil – beaucoup trop faible – lorsqu’il s’agira de discuter en bonne intelligence des choix de nos décisions futures.

Un exemple intéressant pour illustrer le propos est celui du choix décisif de la ville de Portland aux États-Unis^[75,76]. Au bord du chaos social, Portland s’est trouvé dans l’incapacité financière

[74] Jean-Michel Lasry and Pierre-Louis Lions. Mean field games. *Japanese journal of mathematics*, 2(1) :229–260, 2007.

[11] Baptiste Morizot. *Manières d’être vivant : enquêtes sur la vie à travers nous*. Éditions Actes Sud, 2020.

[73] Joanna Macy, Molly Young Brown, Pablo Servigne, et al. *Écopsychologie pratique et rituels pour la Terre*. Le souffle d’Or, 2021.

[75] Carl Abbott. Centers and edges : Reshaping downtown portland. *The Portland edge : Challenges and successes in growing communities*, pages 164–183, 2004.

[76] Isabelle Delannoy (2021). Économie symbiotique : penser un modèle alternatif durable. <https://www.yo>

de traiter ses eaux usées. Le choix d'un endettement dans la construction d'une nouvelle station d'épuration a été mis en face de l'idée radicale d'un développement végétal à moindre coût de traitement naturel des eaux. La deuxième option a été retenue et a provoqué des conséquences en chaîne inattendues : le développement végétal s'est généralisé alors dans la ville et a permis de réduire la température en été, de rendre plus sûre et agréable la traversée pédestre de la ville, aux habitant-es de sortir et se reconstruire, de prendre l'initiative de pousser l'expérience jusqu'à la généralisation du vélo au détriment de la voiture, de développer une agriculture et un commerce locaux, et finalement d'apaiser les tensions sociales. Cet exemple, mis en avant par les défenseurs de l'*économie symbiotique*^[77] qui ressituent le vivant au centre du système économique, démontre le haut degré de complexité longitudinale – dans le temps et l'espace, bien au-delà du cadre restreint du "jeu" initial (maximiser le bien-être des habitant-es) – lié à une décision d'apparence anodine. Pourtant, placé dans un contexte d'interdépendance interspécifique – la prise en compte de l'ensemble du vivant qui partage le milieu – et de décisions géopolitiques – la gestion concertée de cette cohabitation du milieu –, la décision d'un traitement des eaux par voie naturelle semble a posteriori s'imposer. L'écueil d'une vision "classique" du problème par la théorie des jeux serait de ne prendre en compte dans le modèle que l'agent régulateur du système de traitement des eaux et l'ensemble des habitant-es, et ainsi de ne permettre que des combinaisons d'actions de contraintes d'usage de l'eau face au comportement (supposé rationnel) des habitant-es. Ce serait exclure de l'imaginaire du modélisateur l'ensemble du vivant qui participe déjà en aval au filtrage des eaux : cette exclusion du modèle provient tout à la fois d'une déconsidération des végétaux comme *joueurs* potentiels, car non dotés d'une intériorité subjective selon notre cosmologie naturaliste, que d'une incapacité à quantifier les actions et les conséquences de ces joueurs. On s'en remettrait alors au mesurable, à savoir au jeu d'acteurs purement humains et de machines rationnelles, en déconsidérant l'intervention possible des non-humains impropres à une analyse mathématique accessible. On voit ici de manière plus générale une des limites profondes du monde scientifique, soutien aux technologies de laboratoire rendu aveugle à ce pan complet du monde qu'il ne sait mettre en équations. Une approche plus systémique qui allierait les modèles mathématiques de comportements d'interaction entre agents – tels que la théorie des jeux – mais également des connaissances en hydrologie, en sciences sociales, en biologie des systèmes, en psychologie sociale, en anthropologie des peuples traditionnels, etc., trouverait ici une pertinence propre à *désincarcérer* la pensée scientifique et à réouvrir le champ des possibles.

4.4 Informatique de l'éveil systémique et informatique sans ordinateur

Dans le cadre de l'introduction de la programmation informatique dès l'école primaire, l'université Grenoble Alpes a lancé il y a quelques années des cours d'*informatique sans ordinateur*^[78]. Ses cours ont pour objet d'amener les plus jeunes, à travers des jeux de réflexion, à comprendre ce qu'est un algorithme ou comment fonctionne une intelligence artificielle. Il s'agit par exemple pour les enfants de déduire d'une série d'images étiquetées la règle logique qui relie

[utube.com/watch?v=-GfQ6QF6c5s](https://www.youtube.com/watch?v=-GfQ6QF6c5s).

[77] Isabelle Delannoy. *L'économie symbiotique : Régénérer la planète, l'économie, la société*. Éditions Actes Sud, 2017.

[78] <https://iso.gricad-pages.univ-grenoble-alpes.fr/ISO/>.

l'image à son étiquette : les enfants comprennent que c'est à force d'exemples que la règle s'impose à elles et eux et sont sensibilisé·es aux capacités des machines d'intelligence artificielle à deviner la règle. Le jeu va même plus loin en mettant les enfants face aux contradictions et aux limites des machines, comme par exemple face aux phénomènes de *surapprentissage* : il suffit pour cela d'introduire (volontairement) des erreurs d'étiquetage pour plonger les enfants dans l'invention de règles extrêmement compliquées (car personne n'émet en général l'hypothèse qu'une étiquette pourrait être erronée). Des jeux similaires peuvent de même sensibiliser aux biais éthiques, aux complexités algorithmiques, etc. Cet outil pédagogique puissant a le don de fournir très tôt des intuitions qui autrement n'apparaîtraient qu'à la suite d'une longue période d'apprentissage et d'essais-erreurs. L'un des dangers majeurs de l'usage de l'intelligence artificielle aujourd'hui est en effet que ses boîtes noires se sont "démocratisées" au delà des cercles experts dans des communautés non sensibilisées qui en font mauvais usage.

Dans un monde aux ressources énergétiques et matérielles en déclin, la forte demande actuelle en formations d'ingénieur·es-développeur·es qui fait suite à la grande accélération du numérique dans tous les secteurs d'activités industrielles est vouée à s'épuiser et doit être amenée (par choix politique) à se réduire. Car en effet les dangers de dépendance d'une société pieds et poings liés à l'outil numérique nous obligent à un repli rapide des enseignements "hors-sol" tels que l'informatique vers les métiers de demain (artisanat et paysannerie notamment). En ce sens, les appels actuels des gouvernements vers une *massification des enseignements en intelligence artificielle*^[79] poussent à un remplacement d'enseignements élémentaires considérés obsolètes (comme l'électronique analogique) ou hors du champ direct des métiers d'avenir (multidisciplinarité, sciences humaines dans les cursus ingénieur) par une formation systématisée du plus grand nombre à l'usage de l'intelligence artificielle. Cette perpétuelle fuite en avant alimente la perte de savoirs et de savoir-faire partagés au profit d'une illusion, désormais bien ancrée chez les élèves ingénieur·es, que la machine est capable de tout. Cet *héritage* d'une génération d'ingénieur·es incapables de vivre sans ordinateurs peut cependant être valorisé : les réflexes acquis lors de leur formation en informatique, et notamment la maîtrise des concepts d'algorithmes, de biais, de complexité, d'exploitation des données, d'inférence, etc., demeurent des armes précieuses pour comprendre la logique systémique du vivant et de nos modes d'interaction avec le milieu. Comprendre la structuration d'algorithmes et les mécanismes d'inférence de l'intelligence artificielle participe aussi d'une *pratique*, d'un exercice cérébral quotidien, que l'on retrouve notamment dans les outils de remédiation cognitive adaptés aux personnes souffrant de troubles neurodégénératifs ou dans le cadre d'*ateliers mémoire* dédiés aux populations âgées qui n'exercent plus une activité cognitive aussi intense qu'au cours de leur vie professionnelle. Plusieurs exemples sont marquants : l'algorithme de Dijkstra ou le problème du voyageur de commerce, qui consistent tous deux à l'élaboration algorithmique, stratégique, d'un plus court chemin, font écho à l'exercice des *commissions* dans lequel il s'agit d'établir, sur la base d'une carte (devant les yeux ou mémorisée), le chemin le plus pertinent pour partir et revenir chez soi en passant par la boulangerie, l'épicerie, la poste et le fleuriste. Comme le savent bien les neuropsychologues, particulièrement rôdé·es à ces tâches, de tels exercices, comme les *empans*

[79] PIA4 – France 2030 – AMI Compétences et Métiers d'Avenir : formations pour l'IA, "Massification". https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2022/02/070222_ami_cma_volet_massification_2eme_releve_2022.pdf.

qui consistent à retenir et restituer des séquences grandissantes de chiffres ou de mots (dans l'ordre, le désordre ou à l'envers), exigent une capacité spontanée à *mettre en place des stratégies* de mémorisation – regroupement par blocs, représentation visuelle imagée, etc. (le cerveau développe ces stratégies en temps réel, même quand l'exercice est nouveau). Les *bilans cognitifs* (dont les fameux tests de QI) neuropsychologiques ont d'ailleurs pour enjeu de mesurer cette flexibilité cognitive de l'individu qui se prête au test. Dans un groupe animal soumis à ses contraintes environnementales, en interdépendance au milieu, ces stratégies *réflexe* et *réflexives* sont parfois une question de vie ou de mort, mais plus souvent une question de stabilité et de bien-vivre commun. Dans des situations de catastrophes naturelles notamment, il a été systématiquement observé que les individus et groupes d'individus – dont les normes sociétales et les repères s'effondrent instantanément – montrent une étonnante capacité de résilience en initiant spontanément des stratégies de survie et d'entraide particulièrement efficaces.^[15,51]

Il est bon de rappeler que la passion aveugle des *geeks* et des mathématicien·nes trouve en partie sa source dans le défi intellectuel à développer une stratégie (le plus court “chemin” en lignes de code ou en lignes d'équations) permettant d'atteindre un objectif précis, tel que réaliser un Pacman en assembleur ou prouver une conjecture. Il existe d'ailleurs une forme de poésie, de *beauté* intrinsèque, dans l'art de se déplacer dans le monde des solutions possibles à un problème donné et d'en isoler une stratégie particulièrement efficace. Il est vraisemblable que le mécanisme (hormonal) de récompense physiologique lié à cette conception artistique naisse d'une incitation évolutionniste à dégager des stratégies d'adaptation à la complexité du milieu. Les ingénieur·es y sont sensibles, bien plus que nombre d'êtres humains qui ne comprennent pas cet envoûtement par la ligne de code. Cette *pratique* de stratéguisation est assurément un avantage profond que l'ingénieur·e en informatique possède et qui, posé sur le socle de la logique mathématique, le·a place dans une position avancée à la fois de compréhension des interdépendances mais aussi de prise de décision, personnelle et collective, et d'élaboration conceptuelle de plans d'actions dans un monde en changement, auquel il s'agira de s'adapter en temps réel. Même si ses enjeux fondateurs sont à la base de préparer très jeune une génération de futur·es informaticien·nes – ce qui entre à nouveau en contradiction profonde avec la nécessité de réduire fortement la voilure du numérique aujourd'hui –, l'*informatique sans ordinateur* est une porte d'entrée ludique et instructive à l'élaboration de stratégies décisionnelles, sans nécessairement préparer à l'implémentation de ces notions sur une machine. Les nombreux exercices de remédiation cognitive, et les jeux de réflexion (en particulier les jeux de rôle), en sont le pendant non-académique, disponibles au plus grand nombre. Une voie de valorisation d'un héritage de connaissances en informatique, de fermeture nécessaire (plutôt que de massification) de la délégation de ces aptitudes de prise de décision aux machines, et de bifurcation des expert·es du domaine vers des outils non informatiques, non numériques, peut se dessiner dans le développement plus “professionnel” et abouti de l'informatique sans ordinateur, comme outil de préparation aux stratégies complexes d'adaptation au monde post-industriel.

En guise d'exemple et de motivation, attardons nous notamment sur l'étude menée par l'équipe

[15] Pablo Servigne and Gauthier Chapelle. *L'entraide : l'autre loi de la jungle*. Éditions les Liens qui libèrent, 2017.

[51] Lester R Brown. *Le plan B : Pour un pacte écologique mondial*. Calmann-Lévy Paris, 2007.

de Valérie d’Acremont^[29], que nous avons déjà évoquée plus haut et dont l’objectif était d’améliorer le diagnostic d’enfants tanzanien-nes en grave difficulté médicale arrivant quotidiennement dans un dispensaire tenu par des bénévoles sans expertise médicale professionnelle. Dans la situation initiale, le taux de mortalité des enfants y était particulièrement élevé du fait de mauvais diagnostics et de traitements souvent contre-productifs. En tâtonnant sur la bonne stratégie à adopter, l’équipe a finalement développé un algorithme informatique d’intelligence artificielle *interprétable* (un arbre de décision) permettant de dresser un diagnostic efficace. Cet algorithme a ensuite été converti en un *savoir-faire*, une *méthodologie* compréhensible par les bénévoles du dispensaire, générant ainsi des connaissances nouvelles et logiques, et permettant par ce biais d’augmenter le pouvoir d’action des bénévoles. Ici la machine a eu un rôle *facilitateur* mais non obligatoire (le travail d’inférence, bien que pénible, aurait pu être effectué manuellement), résultant en une stratégie diagnostique désormais aux mains de l’humain. Il est d’ailleurs vraisemblable qu’une connaissance *écologique* (dans le sens premier du terme, à savoir *liée au milieu*) plus fine, et donc une compréhension plus avancée des interdépendances, permette d’améliorer encore le diagnostic. Une stratégisation améliorée *par l’humain* de règles d’hygiène et de vie en communauté en vue de limiter les cas de maladies infantiles devient dès lors possible. Autant de sensibilités réflexives sur le milieu que l’ordinateur ne pourra jamais être en mesure d’apporter. Dans cette étude pratique, on se trouve dans une situation prototype, transitoire d’une informatique *avec* ordinateur comme béquille au développement de règles propres à une informatique *sans* ordinateur.

S’il paraît essentiel de fermer progressivement l’héritage hétéronome du numérique^[80], il n’est ni souhaitable ni envisageable – sauf sous contrainte environnementale ou géopolitique majeure, possiblement indépendante de notre volonté – d’abandonner subitement l’informatique, dans sa composante d’outil *non essentiel* à des besoins *essentiels*^[25]. Parmi ces besoins essentiels naît aujourd’hui la nécessité impérieuse de créer un nouvel imaginaire sociétal cohérent : l’imaginaire techno-solutionniste qui prévaut chez la vaste majorité des décideurs politiques, et que nous héritons ici aussi de la cosmologie naturaliste de l’Occident, accélère la grande accélération et le dépassement irréversible des limites planétaires. Cet imaginaire est présent en dépit d’évidences scientifiques^[38], de désastres climatiques, sociaux, humanitaires et sanitaires à une fréquence en perpétuelle augmentation, et en dépit du poids de l’histoire des civilisations passées qui se sont effondrées avant nous^[24]. Une difficulté invoquée pour transiter vers l’imaginaire de nouveaux récits est la difficile prise réelle de conscience “tant que l’effondrement n’a pas eu lieu”. Cette difficulté est elle-même liée, entre autres, à l’impossibilité individuelle de *ressentir* la complexité systémique de l’évolution planétaire (les temps sont longs, les effets mondiaux, l’action individuelle négligeable). Devant la confusion de la complexité systémique, le verrouillage de l’organisation productiviste mondiale, et le sentiment d’incapacité à faire bou-

[29] Valérie d’Acremont (2021). Santé, Technologies, Environnement : Quels compromis éthiques ? https://www.youtube.com/watch?v=oKcy_cY0QOw&t=2733s.

[80] Emmanuel Bonnet, Diego Landivar, and Alexandre Monnin. *Héritage et fermeture : une écologie du démantèlement*. éditions divergences, 2021.

[25] <https://lownum.fr/>.

[38] <https://theshiftproject.org/lean-ict/>.

[24] Jared Diamond. *Collapse : how societies choose to fail or survive*. Penguin UK, 2013.

ger les lignes, il s'agit de trouver des points de sensibilisation forts et engageants. Pour l'heure, la méthode la plus pertinente reste de dévorer les livres, articles, vidéos, de synthétiser, filtrer et construire une logique personnelle. Mais très peu de gens ont à la fois les capacités (c'est une pratique néanmoins quotidienne pour les chercheur·ses), le temps, et vraisemblablement encore moins l'énergie mentale, de se plonger dans une telle entreprise. Entreprise qui, par ailleurs, amène beaucoup d'activistes et militant·es dans un *syndrome du super-héros* qui conduit à l'épuisement physique et psychologique. L'une des plus grandes réussites de sensibilisation du grand nombre aujourd'hui est la *Fresque du Climat*^[81] et tous ses rejetons (Fresque du Numérique, de la Biodiversité, des Nouveaux Récits, des Low-Techs, etc.) qui, en l'espace de deux ans, sont parvenus à sensibiliser plusieurs centaines de milliers de personnes (400 000 pour la Fresque du Climat, majoritairement en France) aux enjeux systémiques, et ce au moyen d'un *jeu sérieux*. Au contraire d'un discours ou d'un cours *vertical* (un·e auteur·e ou un·e enseignant·e assène une vérité ou une réflexion), le principe du jeu sérieux engage les joueurs et leur donne un espace de libertés, une vision qui leur est propre. La Fresque du Climat trouve cependant ses limites en cela qu'elle crée une représentation de l'intrication systémique du monde présent, sans pour autant donner un pouvoir d'action immédiat aux joueurs. C'est ainsi que d'autres modalités de fresques et jeux sérieux plus constructifs sont apparus par la suite : c'est le cas de la *Fresque des Nouveaux Récits*^[82], qui contient un exercice d'intelligence collective de génération concrète d'un imaginaire nouveau, ou encore du jeu *Inventons nos vies bas-carbone*^[83] qui positionne les joueurs dans une réflexion stratégique d'actions individuelles, collectives et politiques entre 2020 et 2050.

L'informatique peut ici aussi se positionner comme un outil facilitateur et pédagogique. La complexité systémique du monde a en effet été notablement modélisée dans le rapport Meadows des *Limites à la croissance*^[28] au moyen d'une implémentation par système dynamique, le modèle World3, implémenté dans le langage DYNAMO aujourd'hui inusité et dont les équations dynamiques fondatrices^[84] restent inaccessibles au plus grand nombre. Les conclusions du modèle, qui permet – et c'est là sa puissance fondamentale – la mise en place de politiques alternatives à partir d'une date donnée, sont décrites à travers les 11 scénarios du rapport Meadows, mis à jour en 2005^[28]. Les points les plus saillants du modèle sont d'une part qu'en dépit de son système de 150 équations, les dynamiques de quelques variables globales agrégées (population, pollution, nourriture, intensité industrielle, ressources non renouvelables) fournissent un bon aperçu systémique et *logique* des interdépendances, et d'autre part qu'il demeure le modèle économique mondial (initialement développé en 1972) le plus fiable ayant été développé à ce jour. En tout cas, jusqu'en 2022, les courbes principales du scénario *business-as-usual* (évolution de la population, pollution, production alimentaire, production industrielle) sont parfaitement suivies des chiffres réels (en réalité, dans le détail, certaines courbes ne sont plus suivies, mais les variables agrégées restent consistantes). Cependant le rapport Meadows n'est pas une

[81] <https://fresqueduclimat.org/>.

[82] <https://www.fresquedesnouveauxrecits.org/>.

[83] https://www.resistanceclimatique.org/inventons_nos_vies_bas_carbone.

[28] Donella Meadows, Dennis Meadows, Jorgen Randers, and WW Behrens III. *Les limites de la croissance*. Rue de l'échiquier, Paris, 1, 2012.

[84] Dennis L Meadows, William W Behrens, Donella H Meadows, Roger F Naill, Jørgen Randers, and Erich Zahn. *Dynamics of growth in a finite world*. Wright-Allen Press Cambridge, MA, 1974.

lecture *engageante*, en cela qu’il demeure un exposé vertical aux conclusions parfois discutables (notamment par Illich en 1972^[10]) : il est notamment impossible pour le lecteur de s’abstraire des 11 scénarios étudiés dans le rapport.

Dans le cadre d’un projet au sein de notre équipe^[85], nous avons réimplémenté le modèle World3 en langage Python – langage enseigné mondialement et connu des étudiant-es de France dès la terminale – puis interfacé dans un *notebook*^[27] conçu comme un jeu sérieux, soutenu par une aide en ligne automatisée. Le jeu, pour l’heure à destination d’étudiant-es initié-es aux bases de Python mais dans l’ambition de s’étendre à un public plus large, propose de s’imaginer décideur de stratégies et politiques applicables au monde, d’implémenter ces stratégies et d’observer leurs conséquences à court et moyen termes. Chaque nouvelle politique (passer à l’agroécologie, entrer en décroissance, etc.) permet en général de repousser de quelques années mais aucunement d’éviter l’effondrement de la société observée dans la plupart des scénarios du rapport Meadows : la raison est évidemment systémique, en ce sens que l’action d’un levier unique se propage sur d’autres secteurs, et le jeu consiste alors à traquer les conséquences non anticipées qui provoquent l’effondrement qu’on imaginait pouvoir éviter. Au final, le jeu permet de comprendre que des changements d’*imaginaires*, et non seulement de politiques publiques, sont indispensables pour stabiliser les dynamiques planétaires : en particulier, les joueurs sont amenés à prendre conscience qu’éviter l’effondrement passe nécessairement par une rupture du lien (exprimé sous forme d’équation) qui connecte linéairement la *santé de la population* à l’*effort industriel*. Ce lien, qui suit les observations empiriques de la société du 20e siècle, suggère qu’une meilleure santé passe par plus de médicaments, de médecins et d’hôpitaux : les joueurs sont ainsi amenés à imaginer des alternatives douces (sport, nutrition, reliance) à la médecine extractiviste comme enjeu central de la stabilisation des dynamiques planétaires. Les retours d’expérience sur plusieurs séances réalisées montrent que l’“immersion” dans les intrications des dynamiques planétaires permise par le jeu confère une réelle augmentation du pouvoir d’agir des participant-es et, pour les moins informé-es sur le contexte environnemental, tout à la fois une réelle prise de conscience et une déconstruction des récits simplistes (focalisation exclusive sur un régime végétalien, ou sur une transition énergétique à dimension industrielle). L’outil est donc pédagogique, minimaliste (il repose sur très peu de ressources pour un ordinateur moderne), très accessible (avec des bases rudimentaires de programmation) et forme une expérimentation engageante des moteurs de stabilisation du système-Terre. L’outil informatique s’en trouve ici utile, sans être essentiel, au besoin essentiel de sensibilisation à la nécessité d’inventer d’autres imaginaires. Il est cependant indispensable à la simulation du système World3, trop complexe pour être appréhendé par l’humain seul-e (en tout cas pas quantitativement) : on trouve donc ici un usage concret, vertueux, de l’outil informatique qui requiert des concepteur-ices à la fois une capacité d’analyse de modèles mathématiques (l’annexe technique de 650 pages du modèle World3^[84]), de retranscription de son implémentation originelle (initialement implémentée dans un langage de programmation obsolète) ainsi que de valorisation de l’outil

[10] Ivan Illich, Luce Giard, and Vincent Bardet. *La convivialité*. Editions du Seuil Paris, 1973.

[85] Achille Baucher and Romain Couillet. Vivre les dynamiques planétaires avec pydynamo. 2022. http://polaris.imag.fr/romain.couillet/docs/articles/gretsi_world3.pdf.

[27] <https://gitlab.inria.fr/abaucher/pydynamo>.

[84] Dennis L Meadows, William W Behrens, Donella H Meadows, Roger F Naill, Jørgen Randers, and Erich Zahn. *Dynamics of growth in a finite world*. Wright-Allen Press Cambridge, MA, 1974.

technique dans un format pédagogique, ludique, et engageant.

5 Vers un monde lowtech

Lorsqu'on interroge nos collègues sur leur façon de rompre la dissonance cognitive qu'induit leur activité de recherche, notamment dans les domaines de développement de technologies à l'usage discutable et à l'impact environnemental assurément négatif, la plupart évoque des activités manuelles (jardinage, bricolage) ou des activités sportives extérieures (randonnée, course à pied, vélo). Pour certains cette activité devient centrale à leur équilibre, et le "travail" de chercheur-se purement alimentaire. Difficile de ne pas y voir un besoin de reprise de contact à la matière, au vivant, à son intériorité.

Il en vient une nécessité d'explorer des voies permettant d'allier la recherche technique et technologique aux exigences de résilience, de reliance et de réappropriation de notre pouvoir d'agir. C'est aujourd'hui en partie dans cette démarche que s'inscrit le mouvement LowTech^[86, 87]. Initialement éloigné des sphères universitaires^[62], la LowTech s'incarne essentiellement à travers deux grandes directions : le cercle d'associations des LowTech Labs qui alimentent des tutoriels^[88] et les études du lowtechmagazine de Kris de Decker^[89]. Les LowTech Labs sont des associations citoyennes, majoritairement organisées autour d'ingénieur-es et chercheur-ses (en maths, physique, énergie, mécanique, thermique, signal, informatique), dont l'enjeu est d'élaborer des solutions techniques concrètes, simples à mettre en œuvre, réparables, reposant sur une exigence matérielle (ressources, énergie) minimaliste, mais néanmoins énergétiquement efficaces. Au-delà des clichés du "bricolage" d'ingénieur-es frustré-es ou d'une quelconque fascination d'ascèse par un retour à l'âge de pierre, la conception d'une LowTech s'inscrit au contraire dans une réflexion multi-spectrale, systémique, et intégrée à un *ensemble d'outils attendant à un cadre spatial et temporel précis*. Une LowTech est en réalité un *outil convivial*, au sens d'Illich : une technique ou une technologie qui augmente le pouvoir d'action de ses utilisateur-ices, qui reste un moyen et non une fin aliénante et qui n'induit pas d'inégalité d'usage. Prenons quelques exemples illustratifs : un four solaire de type "boîte"^[90] facile à fabriquer à partir de plaques de contreplaqué, de polystyrène, de feuilles d'aluminium et d'une vitre (idéalement double) est un outil LowTech de chauffage alimentaire pertinent dans un contexte d'accès limité ou compétitif (pénurie, rationnement) à une ressource énergétique de chauffage (électricité, gaz, bois) dans des lieux et des périodes où l'illumination solaire est importante. C'est un outil assez peu pertinent en France métropolitaine aujourd'hui, essentiellement ludique, mais qui devient essentiel dans le contexte des cirques isolés de la Réunion où des expérimentations concluantes de boulange-

[86] Reportage "4 mois dans ma biosphère", ARTE. <https://www.youtube.com/watch?v=eLe21lFJFgc>.

[87] Philippe Bihouix. *L'Âge des low tech. Vers une civilisation techniquement soutenable : Vers une civilisation techniquement soutenable*. Média Diffusion, 2014.

[62] Guillaume Guimbretiere, Sacha Hodencq, and Martial Balland. Une approche de la low-tech dans l'enseignement supérieur et la recherche. 2022.

[88] <https://wiki.lowtechlab.org/wiki>.

[89] Kris de Decker (2005). LowTech Magazine. <https://solar.lowtechmagazine.com>.

[90] [https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Four_solaire\(cuiseur_type_boite\)](https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Four_solaire(cuiseur_type_boite))

ries solaires ont été mises en place^[62]. Mais ce qui est crucial ici est que la technologie induit un changement de comportement sociétal qui se répercute sur le rapport au temps (le pain ne peut cuire que l'après-midi) et au fonctionnement de la communauté (logistiques de stockage, alternatives non solaires doivent exister pour traverser les jours sans lumière). Les technologies solaires peuvent également s'affiner pour atteindre des températures permettant la fonte de métaux abondants (comme l'aluminium) par concentration solaire ou la cuisson de briques pour la construction. On entre avec les LowTech de plain-pied dans une fermeture progressive mais marquée de l'héritage high-tech hétéronome en construisant à la place un cadre à la fois technique et social autonome. Même les expérimentations "non essentielles", particulièrement en France métropolitaine où l'énergie demeure *aujourd'hui* abondante, préparent à la mise en place d'un imaginaire et permettent de tester de nouvelles façons de vivre dans une société post-industrielle : dans ce cadre, l'entreprise bretonne Néoloco^[91] propose des substituts locaux au café basés sur la torréfaction solaire de légumineuses. Néoloco repense donc aussi le rapport industriel au temps, la production n'ayant lieu qu'au printemps et en été (particulièrement en Bretagne) mais l'expérimentation fonctionne. Autre technologie LowTech au rayonnement systémique large : les toilettes sèches. Extrêmement simples dans leur principe, elles répondent à un besoin sociétal fondamental et mal connu : celui de la fermeture du cycle des nitrates, potassium et phosphore, aujourd'hui *extraits mais non restitués* à la terre car dilués dans les eaux des égoûts qui terminent leur course, après traitement, dans les cours d'eau. La méthode Haber-Bosch de production artificielle d'intrants agricoles surcompense cette perte (en augmentant au passage la production des champs) mais à un coût environnemental devenu intenable (la production de nitrates à partir de l'azote de l'air étant fortement émettrice de CO₂) et non durable (les mines de phosphate pourraient s'épuiser en quelques décennies). Les vélos-dynamos qui permettent de fournir une puissance électrique d'environ 50W (produite par 100W d'énergie mécanique) ou les vélos-outils (connectés à un mixeur, une scie, un mandrin de perceuse-visseuse) permettent quant à eux tout à la fois de sensibiliser le public à l'écart immense entre l'énergie métabolique produite par l'humain (100Wh en pédalant une heure) et l'énergie mise à disposition par une énergie fossile vouée à disparaître (10 000Wh dans 1L d'essence, soit 100h de vélo), mais permettent aussi de briser la dépendance énergétique forte (l'électricité notamment) à une vaste majorité de l'appareil productif moderne. Cette sensibilisation *par l'expérience* permet notamment de rapidement se rendre compte de l'impossibilité à maintenir seul, pendant plus de quelques minutes, un téléviseur allumé à la force des jambes (il faut générer 150W d'énergie électrique, donc 300W d'énergie mécanique, ce que seuls les cyclistes professionnels peuvent soutenir dans la durée). Elle permet aussi de relativiser la pertinence du développement actuel des super-calculateurs dits "exascale" qui requièrent 30 MW de puissance pour fonctionner : à savoir l'équivalent de la puissance métabolique que peuvent générer plusieurs centaines de milliers d'humains (tous les habitants d'une grande ville française), ou une demi-douzaine d'éoliennes modernes (dont le coût environnemental de production, maintenance et démantèlement n'est pas neutre).

L'autre point d'entrée à la philosophie LowTech est le travail proprement colossal généré

[62] Guillaume Guimbretiere, Sacha Hodencq, and Martial Balland. Une approche de la low-tech dans l'enseignement supérieur et la recherche. 2022.

[91] <https://neoloco.fr/>.

depuis 2005 par Kris de Decker, auteur de *lowtechmagazine.com* et de sa version “solaire” *solar.lowtechmagazine.com*. De Decker a effectué une analyse historique, critique, qualitative et parfois quantitative d’un large spectre de méthodes, outils et technologies permettant, ou plus souvent *ayant permis par le passé*, de répondre à des problèmes techniques concrets auxquels ont fait face les civilisations humaines en différents lieux et périodes. En lien avec nos précédents sujets, De Decker revient par exemple sur la gestion logistique du cycle des nitrates, phosphates et potassium (par collecte des selles) dans l’agriculture vivrière avant l’introduction de la méthode Haber-Bosch, sur les modes énergétiquement efficaces de transport des hommes et denrées (transport fluvial et canaux, trams et bus électriques à caténaire, brouettes chinoises, transports par câble aérien), sur la conversion d’énergie métabolique en énergie mécanique tels que les poulies et rouages (pour soulever des objets de plusieurs tonnes, percer des trous, scier), sur les moyens de production d’énergie renouvelable et faiblement extractive (moulins fluviaux, moulins à vents, vélos-générateurs) ainsi que de production localisée de chaleur et de fraîcheur (modes de cuissons des aliments, propriétés thermiques des vêtements, ventilation active et passive, bouillottes), mais aussi sur la mise en place de serveurs et site web lowtech. Tout ce travail inscrit l’imaginaire de l’avenir contraint en ressources de notre société dans une vision plus pragmatique, en ressituant les lowtechs dans un contexte historique concret. Les études menées par De Decker démontrent en particulier à quel point l’efficacité énergétique d’une technologie a longtemps été le moteur – volontaire ou non – de l’évolution des techniques, bien avant les questions de performance absolue ou d’ergonomie qui prévaut depuis la deuxième moitié du 20e siècle (où l’énergie fossile est devenue essentiellement gratuite). Le gâchis et les déchets matériels étaient également proscrits tant une économie circulaire, sans source d’énergie gratuite, était vitale au maintien des sociétés dans leur milieu.

La lecture conjuguée des données historiques de De Decker, de la philosophie de la convivialité de l’outil d’Illich, ainsi que des expérimentations récentes soutenues par les connaissances d’ingénierie moderne des LowTech Labs permettent de dessiner les contours d’une société basée sur un usage sobre des ressources, et surtout résiliente aux contingences de l’évolution planétaire. L’exercice reste néanmoins délicat et socialement difficilement entendable tant le monde occidental s’est éloigné de la nécessité, et même de la conscientisation de cette nécessité, de sa propre soutenabilité : nos outils sont jetables et supposés binairement recyclables (à 100% s’ils sont dûment envoyés dans la poubelle jaune) alors que le recyclage *légal* ne représente qu’une part minime des produits (estimée à 13% dans le numérique^[38]), la production vivrière supposée de plus en plus efficace en réalité coûte sept fois plus d’énergie (lourds engins agricoles, production d’intrants, élevages “monogastriques”, intermédiaires de transport, d’approvisionnement et de fixation des prix, gaspillage de 33% de la production mondiale) qu’elle n’en produit (les denrées alimentaires à proprement parler), et surtout l’imaginaire collectif, par le poids de l’entreprise capitaliste et du marketing publicitaire, dicte une incitation effrénée à la consommation (parfaitement illustrée par la sanctification politique du *pouvoir d’achat* en lieu et place du *pouvoir d’agir* ou du bien-être). Le développement des LowTech ne peut de sorte passer que par une acceptation sociale : une prise de conscience du fonctionnement systémique de la planète et de l’insoutenabilité du système consumériste. Il passera également par une sensibilisation à la reprise en main de notre *pouvoir d’agir* comme source d’épanouissement et de libération

[38] <https://theshiftproject.org/lean-ict/>.

personnelle et collective : le système capitaliste a en effet paradoxalement enfermé l'humain-consommateur dans un mythe de la liberté par la dépendance à des machines (voitures, avions, ordinateurs) dont le monopole radical a transformé la société. Ce mythe a plongé la civilisation occidentale et, par contrecoup impérialiste et néocolonialiste, le reste du monde humain et autre qu'humain à l'intérieur d'une toile d'araignée inextricable, perfusée par une demande toujours croissante d'énergies fossiles, métaux rares et artificialisation de l'espace. Sortir de cette toile de gré plutôt que de force (désintégration violente consécutive d'un pic pétrolier ou d'une catastrophe climatique majeure) demande un effort à la fois matériel (les outils LowTech du passé n'existent plus), physique (les compétences et savoir-faire artisanaux ont été perdus) et psychologique (réintégrer un monde de contraintes où le travail métabolique reprend le pas sur les machines est à contrecourant de l'incitation moderne à l'oisiveté). Cet effort augmente à mesure que se déploient les *nouveaux besoins* de confort apportés par la technologie, et à mesure que le milieu nourricier se délite et que les contraintes environnementales se renforcent. Il devient par conséquent essentiel que cette triple lecture historique, épistémologique et empirique soit adoptée au plus vite par l'ensemble de la population, à commencer par la communauté de l'ingénierie et de la recherche dont la capacité d'accès à cette vision (aptitude à la remise en question, facilité d'aggrégation d'informations scientifiques, aisance pédagogique) est une pratique ancrée, moins coutumière du reste de la population. Les LowTech, jusqu'à aujourd'hui impulsées par l'action citoyenne des LowTech Labs, ou par l'action individuelle comme avec le travail de De Decker, doivent aujourd'hui gagner et transformer le domaine de la recherche et de l'enseignement.

La conjugaison des sciences modernes, fortement polarisées, avec l'approche systémique et intégratrice de la LowTech appelle à une refonte du rapport des chercheur-ses et ingénieur-es à leurs outils : d'une expertise de niche fortement protectrice et rassurante (dans le cadre compétitif actuel), il s'agit dès lors d'embrasser une vision collective, de mise en commun des savoirs qui ne singularise plus l'individu mais favorise le collectif. On pose souvent la question de la *valorisation* des chercheur-es, une fois sorti-es de nos tours d'ivoire (progression de carrière, visibilité, identité) : il s'agit certainement ici aussi de *se repenser* comme partie d'un tout collectif et non plus comme individu aux intérêts propres, cette partie du tout étant valorisée par le succès de l'ensemble et par l'augmentation du pouvoir d'agir de chacun-e (connaissances transdisciplinaires, multispectrales, vision et projets radicalement modifiés). Embrasser l'idéal LowTech appelle aussi à une sortie progressive du laboratoire, de ses machines avancées et de ses modèles abstraits, en direction du monde réel, de ses besoins et de ses contraintes : apprécier concrètement les liens d'interdépendance du milieu (comprendre comment un outil est fabriqué, quel est son impact sur l'environnement), reprendre la main sur la conception personnelle et collective des outils (fabrication, mise en évidence des difficultés et limites techniques, énergétiques, et de ressources), établir des liens directs avec les usagers (co-conception, co-construction, identification et réponses concrètes aux besoins). Les scientifiques mettent ici à profit leur capacité à traiter des modèles abstraits, englobants du fonctionnement systémique du milieu, afin de compléter l'activité expérientielle et empirique des non-scientifiques. Cet appel à rejoindre la toile des interdépendances impose alors de *briser les barrières universitaires* et de repenser l'université comme prenant part aux dynamiques de la société civile, une oreille à l'écoute des besoins réels plutôt qu'une main génératrice de besoins artificiels : des plateformes physiques

telles que les *Boutiques des Sciences*^[92], ou à moindre échelle les *Repair’Café*, sont des initiatives constructives de relocalisation des savoirs et savoir-faire au sein de la scène publique et sociale.

6 Conclusion

6.1 Par où commencer ?

Avant de se poser la question du point de départ de la génération et du partage des savoirs et savoir-faire, il s’agit déjà de sortir du sillon tracé par la société en place. Comment “bifurquer” en cours de doctorat ?, comment s’émanciper de la logique de production d’articles dans les conférences high-tech ?, comment engager un *déraillement* complet d’un domaine qui nous a nourri et nous passionne depuis des années ou des décennies ?, comment, pour un-e chercheur-e ou un-e ingénieur-e engagé-e professionnellement ou en tout cas moralement dans un projet en dissonance majeure avec les enjeux environnementaux, éviter de subir passivement le poids parfois insupportable de l’éco-anxiété ? Au delà des actions individuelles, l’engagement dans des associations de la société civile (comme les LowTech Labs mentionnés plus haut) ou des mouvements politiques (Extinction Rebellion, Alternatiba, Fridays for Future, Greenpeace, etc.) est un premier pas permettant tout à la fois de “s’acheter un temps” dédié à un travail constructif et cohérent, de sortir de l’isolement et de la contrition permanente des échanges discordants entre collègues, amis et proches non sensibilisés aux enjeux, mais aussi et surtout de reprendre contact avec le réel, le vivant et notre pouvoir d’agir. Cette *reliance*, pour utiliser les termes de l’éco-psychologie, peut s’effectuer par ailleurs et parallèlement au moyen d’immersions plus systémiques au plus près du vivant, et particulièrement au plus près des autres qu’humains (balades en forêt, en montagne, travail qui relie) : l’enjeu est ici de prendre pleinement conscience de notre appartenance à un milieu complexe, vivant et symbiotique. En conférant notamment une intériorité subjective (une certaine forme de conscience et de lire arbitre) aux autres qu’humains, végétaux y compris, une forme de discours animiste se met en place qui permet de mieux apprécier la pertinence (ou plus souvent l’aberration) de nos actions. Au delà des récents ouvrages de Morizot, la lecture des avancées en anthropologie moderne est fortement inspirante de ce point de vue, tout particulièrement les travaux de Philippe Descola et de ses successeurs qui font état de l’émergence indépendante de nombreuses sociétés humaines *animistes*, dont la *manière d’être au monde* est en rupture forte avec la cosmologie *naturaliste* de la civilisation occidentale. D’autres récits d’aventures humaines immersives, plus prosaïques mais profondément inspirantes, ouvrent également la porte au monde sensible de manière légère, sans l’épaisseur philosophique et codifiée de l’exercice scientifique^[93,94].

Établir un lien nouveau au vivant et s’émanciper de notre héritage de *communs négatifs*^[80] sont une porte d’entrée essentielle permettant de modifier structurellement le socle de nos *a*

[92] <https://boutiquedessciences.universite-lyon.fr/>.

[93] Geoffroy Delorme. *L’Homme-chevreuil – Sept ans de vie sauvage*. Les Arènes, 2021.

[94] Mike Horn. *Latitude zéro*. XO Éditions, 2015.

[80] Emmanuel Bonnet, Diego Landivar, and Alexandre Monnin. *Héritage et fermeture : une écologie du démantèlement*. éditions divergences, 2021.

priori, de notre rapport au monde, et donne une grille de lecture et d'évaluation constructive aux actions qu'il s'agit dès lors de mener. Initier ce lien nouveau exige de travailler notre rapport au temps : les obligations professionnelles mais aussi personnelles contiennent généralement une part conséquente d'actions chronophages et non productives (interruptions répétées du travail par les notifications d'emails, établissement de rapports jamais lus, gestion administrative de tâches d'importance limitée). Le terme de *bullshit jobs* prend d'ailleurs une importance croissante aujourd'hui pour évoquer l'ensemble de ces tâches inutiles et conférant à l'appareil productif industriel un degré toujours plus important d'inefficacité^[95]. Il s'agit d'identifier l'usage de notre temps (à commencer par le temps passé à visionner des contenus vidéos addictifs sur Internet), de les mettre en regard à notre *puissance d'action* – est-ce que la pratique augmente notre bien-être et notre lien constructif au monde? – et de convertir une partie de ce temps en une activité *méliorative de notre rapport au vivant*. Dans le cas des chercheur-es et enseignant-es-chercheur-es, particulièrement en France, la relative souplesse du système ne nous tient à aucune obligation, sinon morale, de poursuite de nos travaux dans une voie qui, à l'évidence, ne conduit pas à un avenir souhaitable pour l'humanité. On nous oppose cependant qu'un changement radical de cap *pour des raisons écologiques* est un acte militant, politisé, déontologiquement inadapté, voire idéologique. Cet argument est pourtant difficilement tenable^[96] : maintenir une activité de recherche en connaissance éclairée de sa participation active à l'extinction du vivant est en soi un acte politisé en direction d'une accélération de l'effondrement. De manière générale, chaque sujet de recherche investigué, chaque cours enseigné s'inscrit dans un contexte systémique à spectre large (social, écologique, technique) qu'on ne peut ignorer : paradoxalement, les appels à projet et publications scientifiques exigent une évaluation des impacts et retombées sociétaux, de visions à long terme, autant de chapitres volontairement sabordés dans le but purement marketing de vendre le projet ou l'article. C'est ainsi qu'on affirme que le développement de projets méthodologiques ou théoriques en intelligence artificielle trouveront assurément des applications médicales, d'efficacité technique, tout en occultant les applications militaires qui pourraient découler de ces mêmes études, les impacts socio-environnementaux des effets rebonds toujours présents dans le domaine du numérique, ainsi que les dangers d'hétéronomie et résilience sociétales. Cette polarisation *volontaire* de l'argumentaire contrarie l'éthique scientifique et devrait, de fait, décrédibiliser son porteur : cette situation ubuesque où la parole scientifique est tantôt d'une rigueur implacable, tantôt absolument partisane, devient inaudible.

Devant ce constat, il conviendrait de dédier une part du temps que nous consacrons à la recherche à une réflexion en direction d'une transformation profonde de notre travail de chercheur, réflexion qui nourrit continûment une dynamique porteuse d'actions. Cette part réside dans l'espace des possibles circonscrit par un spectre d'obligations contractuelles et morales : d'un côté, le devoir contractuel d'effectuer le travail exigé par notre hiérarchie ou l'obligation morale de produire des articles en vue d'une avancée de carrière, et de l'autre, l'incitation psychologique et ontologique à vivre en cohérence avec une vision plus affûtée et des regards plus ajustés envers le vivant. Concrètement, une transition rapide et marquée est à la portée des professeur-es d'université et directeur-ices de recherche qui, modulo la complétion des thèses en cours, peuvent

[95] David Graeber. Bullshit jobs : The rise of pointless work, and what we can do about it. 2019.

[96] Borderline (2021). Le chercheur-militant, un citoyen comme les autres? <https://youtu.be/zAJEbmQNWsA>.

effectuer une bascule immédiate de leur domaine de recherche^[97]. Cette situation est d'ailleurs l'une des plus favorables pour transformer le système universitaire : le fait d'avoir aveuglément alimenté la recherche high-tech et productiviste, et d'être ainsi *parvenu*^[98] en postes de responsabilité, confère un poids majeur dans les décisions de bifurcation de l'université. Il s'agit d'une forme de devoir moral, de compensation d'une *dette écologique* accumulée malgré nous, mais aussi de représentation au nom de ceux dont la parole porte moins. Les étudiant-es de master et doctorant-es, particulièrement affecté-es par des perspectives d'avenir incertain, sont à l'opposé bien plus en proie à une lutte intenable contre leur dissonance cognitive et dans la quasi-impossibilité d'agir et porter leur voi(e)x. Pour ell-eux, l'engagement prendra la forme d'une participation à des collectifs d'action citoyenne, à partir duquel peut s'ouvrir le champ des possibles (tel que l'arrêt de la thèse, si elle constitue la seule issue psychologiquement tenable).

Une fois déterminé le temps que l'on s'autorise à allouer à un basculement de notre quotidien, et passé le sentiment de culpabilité du "détournement" des promesses qui nous tiennent moralement à nos supérieur-es, à notre équipe, on se confronte rapidement à la vacuité de l'état de nos connaissances systémiques en dehors du cadre étriqué de notre expertise technique ou théorique. L'exigence de combler ce vide, afin tout à la fois de gagner en légitimité et de tenter de percevoir l'étendue multispectrale du défi à relever, nous entraîne vite dans une boulimie littéraire. Nos biais mathématiques nous emmèneront à nous intéresser aux chiffres des impacts du numérique, nous obligeant à comprendre le fonctionnement de l'industrie d'extraction minière, l'insoutenabilité des systèmes (tel que l'agro-alimentaire) aliénés à leurs dépendances aux technologies numériques, les dépassements alors induits des limites planétaires, qui nous pousse à comprendre l'évolution historique et les dynamiques biogéologiques qui sous-tendent l'existence de ces limites, la philosophie illichienne de la *convivialité* appliquée au monopole radical du numérique, etc. Ces considérations nous projettent *in fine* et irrémédiablement vers le problème anthropologique fondateur qu'est l'*ontologie naturaliste* des Modernes qui autorise le traitement violent (extractivisme, pollution, prédation, colonialisme) de l'ensemble indifférencié du reste du vivant. La suite logique de cette longue investigation systémique nous amène au cœur de la philosophie prônée par Morizot d'une reconnexion *animiste* au monde, qu'il s'agira d'atteindre par un chemin pertinent de fermeture de notre héritage high-tech et d'ouverture de technologies vivantes.

Le puzzle qui se forme de la mise en lien des ontologies intrinsèques aux sociétés humaines, de la stabilité des dynamiques planétaires jusqu'à un passé encore récent, du monopole radical et n'ayant cessé de s'exacerber du monde numérique, exige en effet une restructuration continue et profonde non seulement de nos outils techniques mais aussi de la *nature épistémologique de ces outils comme lien individuel et collectif au vivant*. L'expert-e en théorie de l'information qui s'engagerait dans la théorie du traitement de l'information, l'expert-e en théorie des jeux qui prendrait en compte les mécanismes d'entraide inhérente aux joueurs, ou l'informaticien-ne qui s'appuierait sur les algorithmes modernes pour sensibiliser à une vision systémique du vivant, ne trouveront pas en ces détours un refuge confortable, ou une réponse absolue à la dissonance

[97] https://www.lemonde.fr/sciences/article/2022/06/27/ces-chercheurs-tentes-par-la-bifurcation-ecologique_6132235_1650684.html.

[98] Julien Lefèvre (2022). Refuser de parvenir, parvenir pour refuser. <https://atecopolam.hypotheses.org/1130>.

cognitive de leurs expertises inadaptées. Il s'agit bien plutôt d'une étape intermédiaire, d'une *voie de déraillement*, un point d'entrée possible vers un rebond régénératif, mais en aucun cas une finalité.

6.2 L'hypothèse de sécession

Dans son *Plan de Transformation de l'Économie Française*^[2], le Shift Project pointe la nécessité d'augmenter le nombre d'agriculteur·ices de 500 000 personnes d'ici à 2030, chiffre soutenu par ailleurs par Atelier Paysan qui pousse l'objectif de un million de paysans dans son manifeste de *reprise de la terre aux machines*^[34], sachant que la dynamique depuis la deuxième moitié du 20e siècle est celle d'une diminution à marche forcée du nombre d'exploitants (6 millions en 1955, 400 000 aujourd'hui et un objectif gouvernemental affiché de 200 000 en 2030, par le biais de technologies reposant sur le numérique et l'intelligence artificielle). Cette requête provient, pour Atelier Paysan, entre autres d'une exigence d'efficacité énergétique du système agro-industriel qui n'a de cesse de diminuer depuis l'introduction des outils technologiques et des filières complexes d'approvisionnement alimentaire, de restauration des sols et d'une dignité du travail paysan. Pour le Shift Project, le calcul plus pragmatique porte sur la contrainte à venir sur les ressources énergétiques fossiles dont la quantité en repli ne permettra plus de maintenir l'activité du domaine : une partie de cette énergie devra mathématiquement être convertie en énergie métabolique. Il en va de même pour les métiers de l'artisanat, des métiers autour des modes actifs de locomotion, tels que le vélo, qui verront (parfois voient déjà) le nombre d'emplois et vocations augmenter.

À plus large échelle, la vision à gros grain d'une société reposant sur beaucoup moins d'énergie disponible – inaccessible, soumise à la prédation, ou contrainte par les politiques environnementales – est celle d'une population ramenée à la production agricole et artisanale, et qui ne peut assurer le maintien alimentaire d'un secteur tertiaire aujourd'hui surdimensionné. Le métier de chercheur·e, s'il trouve une existence et une relative pertinence dans une planète sans limites énergétiques ou écologiques, n'a que marginalement sa place dans un monde énergétiquement contraint, surpeuplé, et à la biodiversité dévastée. Là encore, il s'agit d'une évidence à la fois mathématique et historique : comme le démontre De Decker^[89], les civilisations passées, bien moins nombreuses, vivant dans un environnement plus foisonnant (en ressources, biodiversité et richesse des sols), très largement paysannes, avaient lentement optimisé l'efficacité de leurs outils techniques et technologiques, et ce jusqu'à l'aube de l'emballement de la révolution industrielle. La disparition programmée de l'éphémère secteur tertiaire qui a dominé le 20e siècle est de fait indiscutable, mais sa temporalité est difficilement appréciable : à quel rythme observera-t-on le déclin des services, dont les services de recherche et plus particulièrement ceux qui sont supportés par une industrie mondiale encore dominante ? Nous vivons d'ores et déjà le déclin des services qui ne bénéficient pas du support de l'industrie, tels que la santé publique, l'éducation nationale et l'enseignement universitaire, la culture, le soutien aux personnes en situation de handicap, et dans certains pays déjà les services de voiries, travaux publics, de distribution

[2] <https://theshiftproject.org/article/ptef-livre-et-site-web/>.

[34] Atelier Paysan. *Reprendre la terre aux machines*. Seuil, 2021.

[89] Kris de Decker (2005). LowTech Magazine. <https://solar.lowtechmagazine.com>.

énergétique et alimentaire, etc. Dans le domaine de la recherche, les sciences humaines, sociales et culturelles ont historiquement été peu subventionnées et le sont de moins en moins. Le tour des sciences abstraites viendra avec un repli inévitable des postes et projets en mathématiques et en physique, déjà majoritairement déportés sur des positions en mathématiques appliquées, alimentées par le consumérisme et l'idéologie techno-solutionniste, notamment dans le domaine des récemment rebaptisées *nouvelles* technologies de l'information et des communications.

À n'en pas douter, les voies de *transition* évoquées plus haut, ces pistes de sortie progressive de recherches scientifiques improductives, et d'un système productiviste mortifère, seront peu soutenues par des financements publics et seront éphémères. En les pensant comme des chemins de transition vers, tôt ou tard, une sortie effective de la recherche, on rejoint l'hypothèse de déraillement ou de sécession évoquée en introduction.

Faire sécession permet de briser l'étai de dissonance cognitive qu'il est difficile de rompre totalement dans une démarche de transition "par défaut" en direction d'une recherche sans réel avenir. Néanmoins, la sécession implique une sortie complète d'un système malade sur lequel il n'est dès lors plus possible d'agir : le·a chercheur·e-ingénieur·e dissident·e rejoindrait le lot des infirmier·es, médecins, enseignant·es du public compétent·es ayant ell·eux aussi quitté un navire échoué pour le laisser entre des mains maladroites ou malveillantes. La sécession ne vient pas non plus seule mais accompagnée de la question "*faire quoi après ?*" qui ne se pose peut-être pas exactement en ces termes : la période de transition de sortie de la recherche, si elle est alimentée des lectures transdisciplinaires évoquées plus haut et de rencontres inévitables avec les acteurs de la société civile qui incarnent la rupture, enrichira le champ des possibles, la hauteur de vue et les liens au *travail* et au monde. "*Faire quoi après ?*" peut ne plus être ancré dans une logique de poursuite d'un *métier* attaché au fétiche de l'argent, mais bien réorienter le questionnement du *sens* accordé aux pratiques et activités quotidiennes. Le détachement des normes sociétales, marquées du sceau du consumérisme, et de toute forme de dépendance au système machinique et énergétique, facilité par les outils de la low-tech et par l'entraide, engagent également à un redimensionnement profond des besoins et à une fermeture psychologique du matérialisme monétaire. Les explorateurs du monde sauvage, les aventuriers ayant parcouru la planète sans un euro en poche, les habitants des éco-lieux témoignent tout à la fois de nos capacités d'adaptation hédonique à une vie dématérialisée, du sentiment de liberté, de légèreté, de reconnexion qu'elle infuse, que de la difficulté psychologique et relationnelle à réintégrer les règles aliénantes de la société moderne^[99].

Le chemin est long mais passionnant à construire. Ce chemin nous renvoie à des instincts innés et des envies, celles qui selon Spinoza augmentent notre puissance d'agir, de comprendre, construire et engager les vivants qui nous sont proches vers un monde plus cohérent, moins violent, un monde de diplomates au service des interdépendances.

[99] Fanny Boëgeat, Yoan Svejcar (2020). La voie des écolieux. <https://www.imagotv.fr/documentaires/la-voie-des-ecolieux>.