

L'intelligence artificielle peut-elle devenir un outil convivial? ou doit-on immédiatement arrêter toute recherche en IA?

Romain COUILLET*, Pierre-Olivier AMBLARD°, Denis TRYSTRAM*
°GIPSA-lab, *LIG-lab, Université Grenoble-Alpes

Résumé. Suite aux premiers succès des réseaux de neurones profonds au début des années 2010, l'intelligence artificielle (IA) engrange aujourd'hui des investissements privés et publics colossaux. Devant l'imminence de l'effondrement de la biosphère et de la civilisation industrielle, il semblerait évident que ces fonds massifs forgent avec tous les outils de la construction d'une société post-industrielle maximale résiliente aux fortes pressions d'un système-Terre d'ores et déjà hors équilibre. Rien ne semble moins vrai et le monde de l'IA ne tente même plus de s'en cacher.

La question que nous posons ici consiste à se demander si de la recherche en IA peuvent émerger des outils « conviviaux » – au sens d'Illich, c'est-à-dire qui « étendent » les hommes dans leur adaptation au milieu sans créer de dépendance (sans créer un besoin) ni d'inégalité sociale (accessible au plus grand nombre et non réservé à une élite). Toute réponse positive permettrait aux nombreux chercheurs en IA du monde, dont beaucoup admettent aujourd'hui se trouver en dissonance cognitive face à la perte de sens – si ce n'est au caractère écologiquement aggravant – de leur recherche au quotidien, d'opérer une transition souple vers un engagement intellectuel et symbolique en phase avec les enjeux de la société de demain. En l'absence de réponse convaincante, il conviendrait au contraire de mettre un terme à la recherche actuelle en IA afin de réorienter la créativité de nos meilleurs chercheurs à la construction du monde post-industriel.

1. État des lieux de l'IA en 2021

1.1. 2012 ou l'année de la renaissance des vieux rêves cybernétiques

Les rêves d'un monde cybernétique, dans lequel non seulement l'énergie mécanique d'Homo Sapiens mais également sa mémoire, son savoir et ses prises de décision seraient délégués à des machines, remontent aux premiers transistors. Les affres de tels univers sous contrôle des machines ont été longtemps anticipées à divers degrés d'analyse littéraire, philosophique [1] ou fictionnel [2]. Néanmoins, de l'après-guerre à 2012, les faibles progrès de l'IA ont éloigné la perspective d'un monde de robots humanoïdes et ont de fait étioilé notre vigilance, en remisant les lanceurs d'alertes des années 70 au placard des vieilleries d'un passé révolu.

Tout change en 2012 avec le premier exploit réalisé, au prix de calculs massivement parallélisés, par un réseau de neurones artificiel dans une compétition de reconnaissance d'images [3]. Très vite c'est l'emballement scientifique mondial qui, en à peine dix ans de recherche, donne soudain naissance à des algorithmes aux capacités sur-humaines à reconnaître des images, à jouer au Go ou à traduire dans toutes les langues. Avec un contexte écologique toujours plus pressant en toile de fond, certains en viennent même à rêver à l'avènement d'une IA salvatrice de tous les maux de la planète [4]. La recherche scientifique en médecine, finance ou encore télécommunications investit alors massivement dans ce nouvel or « gris silicium », plus par illusion d'un élan nouveau pour le domaine ou par instinct de survie (on ne peut pas être les seuls à ne pas faire d'IA) que par nécessité.

1.2. Les usages de l'IA en 2021

Force est malheureusement de constater que les dix commandements pour un monde meilleur prophétisés par l'« IA salvatrice » se traduisent aujourd'hui quasi-exclusivement en des applications de filtrage d'e-mails et de posts dans les réseaux sociaux, ou encore d'individualisation des réponses par les moteurs de recherche et les sites marchands.

Cette appropriation de l'IA par les GAFA et l'industrie consumériste ne surprend pas. Ce qui est plus inquiétant est que l'IA ne se dissimule plus derrière le rideau de la « technologie qui sauvera la planète » tant il est devenu clair que l'IA ne fait qu'ajouter une épaisse couche de carbone aux exutoires de la civilisation industrielle. D'une part l'IA, telle que la recherche l'a modelée, n'est pas faite pour modéliser, analyser et proposer des politiques stabilisatrices aux dynamiques du système-Terre, mais pour traiter en masse des images ou du texte. D'autre part, pour les mêmes tâches, les réseaux de neurones artificiels ont un bilan carbone sans commune mesure avec le bilan équivalent d'un cerveau humain: la facture électrique pour *uniquement entraîner* un réseau de neurones effectuant une seule opération de traitement du langage s'élève aujourd'hui à quelques centaines de milliers de dollars et coûte 500 TeqCO₂ (le cycle de vie de 3 SUVs) [5]; et ces chiffres augmentent à mesure que « la science progresse ». Enfin, et nous y reviendrons, la frénésie consumériste est le terreau idéal de croissance d'une IA productrice de quantité de produits et services artificiels (vite devenus des besoins) qui à l'évidence neutralisent le peu de créativité, de libre-arbitre et de « possession corporelle et cérébrale » que la sur-industrialisation accordait encore à l'humain. Prenons l'exemple de la santé: on scrute aujourd'hui notre pouls, notre ADN, nos prises de sang, et laissons à la machine plutôt qu'au médecin ou même au « bon sens » le soin de sceller notre sort.

2. Recherche scientifique et convivialité

2.1. Le contrôle du savoir

Illich anticipe en 1973 [1] l'effondrement de la société industrielle (admise comme une évidence, ce qui force l'humilité devant la difficulté des décideurs de 2021 à l'admettre) et dépeint les conditions nécessaires à l'avènement d'une société post-industrielle résiliente. Avec une lucidité déconcertante, Illich confine cette résilience à la notion de « convivialité » des « outils » (biens et services) de la civilisation: est convivial tout outil qui « étend » le contrôle de l'humain sur son environnement sans pour autant créer de dépendance ni d'inégalité sociale. Illich pose en exemple la bicyclette comme outil de transport maximale convivial qui étend le rayon d'action de l'homme, est accessible à toute l'humanité et n'induit pas d'inégalité. A contrario, une technologie bénéfique pour une communauté mais qui pollue l'espace de vie d'une autre (telle l'automobile) n'est pas conviviale.

Pour Illich, l'outil « recherche » lui-même n'est pas convivial. Car la recherche s'approprie le terrain du savoir-faire collectif pour le tronçonner en des spécialités indépendantes sous le « monopole radical » d'un petit groupe d'élites. Ce monopole radical bannit (parfois par voies légales comme dans le cadre de la médecine) l'instruction autodidacte et délègue l'exploitation et la définition du contenu du savoir à des corporations autonomes qui s'éloignent progressivement, par effet de spécialisation, d'une vision systémique du domaine. C'est ainsi qu'on surinvestit dans la chirurgie cardiaque de pointe, la trithérapie ou les traitements

électroniques du diabète au prix d'investissements massifs, au détriment d'une approche globale, d'une instruction collective et volontariste aux règles d'hygiène alimentaire de base – telle la consommation raisonnée de glucides à indice glycémique élevé (qu'on sait aujourd'hui être une cause majeure dans la majorité des maladies dites « de civilisation » [6]).

2.2. Faut-il abandonner toute recherche scientifique?

À la même époque qu'Illich, le mathématicien Alexandre Grothendieck, alors récemment médaillé Fields, décide d'abandonner toute recherche scientifique, invoquant sa vacuité et même ses dangers [7]. Au compte de ces derniers, Grothendieck rejoint Illich sur l'enchaînement du chercheur à son « outil », l'utilisation de la recherche à des fins environnementalement mortifères et parfois même, comme il l'évoque à travers des exemples cinglants, à des fins militaires abjectes. Grothendieck abat ainsi une des premières pierres de l'édifice scientifique, arguant indirectement la non-convivialité d'un savoir placé entre les mains d'une élite au travail stérile qui dépossède de fait la majorité silencieuse d'une élément-clé de ses instincts de survie: sa curiosité créatrice.

On oppose naturellement à Illich et Grothendieck que tout n'est pas mauvais dans la recherche qui a permis à nombre d'entre nous de survivre à des maladies autrefois incurables et augmenté le confort global moyen [7; questions]. En l'état des avancées scientifiques en 2021, ce premier argument présuppose cependant de faire prévaloir l'excellence ou l'exploit scientifiques uniquement accessibles à une minorité de riches sur le savoir-faire partagé au plus grand nombre, tandis que le second argument postule comme mesure du bien-être une arithmétique matérielle. Tous deux étaient entendables aux siècles des balbutiements de la recherche, mais sortent aujourd'hui la recherche moderne « de pointe » du cadre de l'outil convivial.

S'il faut certainement arrêter dès à présent la quête illusoire de l'ordinateur quantique, les rêves surréalistes de vols habités pour Mars ou la poursuite de la prochaine génération de parallélisation massive de cœurs GPU qui nourrira des réseaux de neurones dépassant des records de TeqCO_2 , abandonner la recherche ne signifie néanmoins pas faire table rase du long cumul de progrès techniques, ni de la fantastique palette d'outils conviviaux et de méthodes de raisonnements. Rappelons notamment qu'à la façon de la sélection naturelle qui opère des adaptations au milieu d'autant plus formidables que l'espace de contraintes environnementales est fort, de nombreuses idées brillantes ont jadis émergé en réponse à un combat contre les limites physiques. Dans le domaine des technologies de l'information et des communications (TIC), c'est ainsi qu'est née la théorie de l'information de Shannon [8] ainsi que le traitement statistique du signal [9] qui ont révolutionné la science du stockage, de l'échange et du traitement de l'information à une époque où les technologies naissantes étaient très inefficaces et où l'accès à l'énergie fossile était comparativement limitée: les technologies qui en ont découlé ont atteint une quasi-optimalité de rendement énergétique. Malheureusement, et bien malgré eux, Shannon et ses successeurs ont induit là un puissant appel d'air technologique et déclenché des effets rebonds en cascade qui nous amènent aujourd'hui dans la démesure de la 5G et d'un monde numérique consommant 15% des ressources électriques mondiales. Dans l'équation de Kaya ($\text{CO}_2 = \text{population} \times \text{biens/individu} \times \text{efficacité}$) des TIC, le paramètre d'efficacité énergétique est ainsi essentiellement saturé et il ne convient plus de chercher à améliorer. Le seul levier viable pour une transition post-industrielle s'inscrit dans une réduction marquée et constante des services mis à disposition de chaque individu.

L'IA, dernier né bruyant et excité des TIC, n'est pas encore mature: la recherche s'évertue ainsi à activer le levier de l'efficacité énergétique. Des avancées réelles sont en cours mais leur impact est dérisoire devant la dérive exponentielle des quantités de biens matériels et services (algorithmes) induits qui s'accompagne – et cela est sûrement paradoxalement un point d'optimisme (car une piste d'action immédiate) – d'une dérive exponentielle de leur futilité et de leur non-convivialité.

3. Les pistes d'une IA conviviale

3.1. IA-washing ou l'absolutisme de la non-convivialité

Les répercussions sociétales de l'IA, nous l'avons vu, renforcent la boucle de l'hyper-industrialisation en ajoutant à la somme des biens et services de la cybernétique moderne (réseaux sociaux, électronique embarquée, objets connectés) une couche de « matière grise numérique », véritable assistant invisible qui nettoie la pollution numérique (spams, filtrage d'information auto-évaluée comme pertinente, prises de décisions automatisées) et permet à l'homme de se concentrer sur sa routine de consommateur (ses loisirs) ou d'agent de maintenance du système de consommation (son travail). Il en vient que l'IA est un formidable amplificateur de non-convivialité des technologies de l'ère industrielle. Là où les machines du 20^e siècle supplément quotidiennement d'une énergie mécanique équivalente à 450 paires de bras humains (~1500kcal) les 2 à 5kcal disponibles *pour chaque habitant* de l'hexagone [10], l'IA s'occupe quant à elle d'alléger la charge cérébrale en stockant, triant, filtrant la mémoire et en prenant la responsabilité d'une part grandissante de nos décisions conscientes. Après avoir été démunie de ses muscles et de sa santé physique, l'IA pousse la logique non-conviviale à son paroxysme en soustrayant à l'homme le souci d'entretenir ses fonctions cognitives, anéantissant par ce biais les derniers vestiges de son libre-arbitre et de sa créativité. Perpétuer les efforts de recherche et développement en « IA confort », c'est vider de ses derniers instincts de survie une population perfusée aux énergies fossiles, et ce à l'aube probable de l'ultime choc pétrolier. Rappelons à ce propos qu'un tiers des 60 millions de morts de la Seconde Guerre Mondiale ont succombé à la famine, majoritairement dans les villes [11]; on imagine aujourd'hui mal les chances de survie des multi-millions d'habitants des mégapoles mondiales, dépourvus de tout savoir-faire collectif, lorsque le robinet d'or noir se sera tari.

Mais allons plus loin: si la population a été démunie de ses capacités cognitives par l'IA, au moins celles-ci restent-elles sous le contrôle des chercheurs? En est-on si sûrs? Les réseaux de neurones artificiels sont des boîtes noires impénétrables dont les millions de paramètres résultent de millions d'heures équivalent-GPU d'entraînement, et en 50 ans de recherche mathématique dans le domaine, absolument aucun résultat n'a permis de comprendre le comportement de ces machines. Les docteurs Frankenstein de l'IA (dont les auteurs font partie) délèguent donc eux aussi leurs capacités cognitives aux méga-serveurs des GAFAs et n'ont pas la moindre idée du fonctionnement interne des monstres de silicium nourris à fortes doses de charbon et de pétrole qu'ils ont créés.

3.2. L'illusion de l'« IA frugale » face à l'évidence de la régression linéaire

Ce sont pourtant les bilans carbone désastreux, plus que l'avitissement cérébral, qui déclenchent chez nos « plus brillants cerveaux », ceux-là mêmes qui développent l'IA depuis dix ans, des sentiments de dissonance cognitive progressivement insoutenables. Il n'en fallait pas plus pour que l'« IA frugale » voie le jour: occultant tout le reste, l'objectif devient soudainement la division par 10 ou par 100 des émissions fossiles de l'*entraînement* des réseaux de neurones [5]. C'est donc par séquences de trois pas en avant puis un pas en arrière (dans la marée noire) que la recherche en IA s'offre une conscience écologique. Et si par miracle

un facteur 1000 était atteint, l'industrie ne loupera pas l'occasion de déployer ces réseaux dans les quelques milliards de smartphones et ordinateurs du monde, ayant à sa disposition le plus fertile terrain d'effets-rebonds.

L'aberration est d'autant plus forte qu'en dehors du traitement des images, du texte ou des jeux, les outils modernes de l'IA s'imposent difficilement devant l'outil élémentaire qu'est la *régression linéaire* (18^e siècle), à la base du traitement statistique du signal et de la théorie de l'information (milieu du 20^e) ainsi que de l'apprentissage automatique (fin du 20^e), eux-mêmes optimisés par ailleurs pour fonctionner sur les machines rudimentaires de l'époque. Le chercheur en IA, enfermé dans un ordre supérieur de dissonance cognitive, occulte cependant tout ce pan de connaissance – pas assez « moderne » pour être publiable ou pour accéder à des financements et à une évolution de carrière – et mesure la qualité de ses découvertes (à défaut de théorie solide) à l'aune d'un décompte d'heures-équivalent-GPU. En s'appropriant le buzzword « frugale », l'IA annihile d'ailleurs les dernières velléités écologiques des quelques irréductibles gaulois accrochés aux théories éculées, parfois bien meilleures mais fatalement désuètes.

Face à l'urgence de l'effondrement sociétal, appelons nos responsabilités collectives et honnêteté intellectuelle à crever l'abcès environnemental alimenté par ces investissements en IA démesurés, qui ne se traduisent qu'en une production stérile de CO₂.

3.3. La nécessité de remettre les usages, les services et la planète au centre

Loin d'éviscérer le chercheur de sa force créatrice, la reprise en main de l'outil convivial « régression linéaire » et ses variantes (traitement des signaux et données) ouvre au contraire la voie vers des questionnements *systémiques* d'un ordre nouveau en vue d'une transition souple vers la société post-industrielle. Le premier concerne les usages: dans un contexte de décroissance économique – choisie ou subie, mais inéluctable –, quels services numériques sociétaux prioriser et comment *techniquement* les rendre résilients et maximalelement disponibles? Le second, plus profond, appelle à un déclassement de la recherche sur-spécialisée « d'élite » en direction d'une *recherche systémique, ensembliste* sur le système-Terre dans laquelle l'IA aura son rôle à jouer.

L'étude systémique réconcilie le chercheur avec l'enfant assoiffé de *tout savoir* qu'il était, mais devenu sous l'étau sociétal l'expert mondial d'une discipline étriquée et hors d'atteinte (ou d'intérêt) de tous: elle ouvre l'horizon au façonnement géologique et biologique de la planète, à la psychophysiologie humaine et animale, et bien sûr à la physique complexe du monde. La société du savoir hyper-spécialisé nous illégitimise tous de l'expertise systémique, ou alors peut-être nous en donne-t-elle tous le droit? L'avenir d'une recherche cohérente ne se jouerait-il pas dans ce *basculement de légitimité*, ce retour à une science conviviale, partagée et centrée sur le savoir-faire (plus qu'à une science « multi-disciplinaire » qui sonne comme une concaténation forcée et stérile)?

Tout ne serait alors qu'une question de curseur: là où les jeunes chercheurs devront souffrir un temps l'exigence sociétale en restant majoritairement « dans les clous », les chercheurs établis ou plus sujets à la solastalgie s'engageront puissamment dans la transition. Certains mêmes, à l'image de Grothendieck, abandonneront peut-être toute recherche scientifique, mais cet extrême – quitter le navire au moment où il prend l'eau – est-il désirable lorsqu'il exfiltre du réacteur du savoir, dont il s'agit de fondre le cœur, les chercheurs les mieux outillés à engager cette transition nécessaire?

4. De l'IA experte à l'instruction conviviale

4.1. Calculs de coin de table et vision systémique

Désincarcérer les chercheurs en IA de leurs tours d'ivoire redonnerait peut-être alors vie à leurs instincts physiques et mathématiques, ces instincts de *dimensionnement des systèmes* et de *sélection intuitive d'alternatives* que le monde numérique, aseptisé de toute contrainte cognitive, a dépourvu du citoyen lambda – ouvrier d'usine tout autant que décideur politique. À l'heure où des choix sociétaux décisifs vont sceller le sort de la civilisation et de la planète, et où l'angoisse collective fera le jeu des théories les plus simples et les plus dangereuses, le chercheur en IA pourrait également assurer, par une instruction conviviale, le rééquipement de la population en savoir-faire, en instincts collectifs de survie et en capacité décisionnelle éclairée.

Graduellement, de l'étudiant sensibilisé aux sciences à l'écolier encore animé de la flamme de « tout savoir » durement encodée dans son ADN jusqu'au citoyen en désespérance d'un minimum de rationalité dans le discours politique, le chercheur en AI, devenu chercheur en système-Terre, pourrait ainsi s'investir pour partie de la mission du partage commun de la connaissance.

4.2. La transition: de l'intelligence artificielle à l'intelligence collective?

Si la civilisation survit à cette transition dont on ne saurait sous-estimer les forts risques d'échec, le chercheur en IA alors orphelin d'une informatique réservée à un usage limité se réapproprierait les véritables exigences de son ADN, ce besoin de saisir l'ensemble de la complexité de la nature, en lieu et place des connaissances ésotériques devenues obsolètes d'une discipline à jamais éteinte. Il œuvrerait dès lors au quotidien à rapatrier vers la communauté des hommes et du vivant l'ensemble du savoir et du savoir-faire stockés dans des disques durs devenus hors service, afin de raviver et alimenter le foyer de la créativité collective.

Pourquoi pas?

Bibliographie.

- [1] Illich, I., Giard, L., & Bardet, V. (1973). *La convivialité*. Paris: Editions du Seuil.
- [2] Asimov, I., & Rosenthal, J. (1984). *Fondation*. [successivement] Denoël: Presses de la Cité.
- [3] Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in neural information processing systems*, 25, 1097-1105.
- [4] <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/8-ways-ai-can-help-save-the-planet/> (voir aussi Wu, J., Guo, S., Li, J., & Zeng, D. (2016). Big data meet green challenges: Big data toward green applications. *IEEE Systems Journal*, 10(3), 888-900.)
- [5] Patterson, D., Gonzalez, J., Le, Q., Liang, C., Munguia, L. M., Rothchild, D., ... & Dean, J. (2021). Carbon emissions and large neural network training. *arXiv preprint arXiv:2104.10350*.
- [6] Taubes, G. (2007). *Good calories, bad calories*. Anchor.
- [7] Grothendieck, A. (2016). Allons-nous continuer la recherche scientifique?. *Ecologie politique*, (1), 159-169.
- [8] Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal*, 27(3), 379-423.
- [9] Kay, S. M. (2013). *Fundamentals of statistical signal processing: Practical algorithm development* (Vol. 3). Pearson Education.
- [10] Jancovici, J.M. (2005). Combien suis-je un esclavagiste? <https://jancovici.com/transition-energetique/l-energie-et-nous/combien-suis-je-un-esclavagiste/>
- [11] https://fr.wikipedia.org/wiki/Pertes_humaines_pendant_la_Seconde_Guerre_mondiale

Biographie des auteurs.

Romain COUILLET est professeur à l'Université Grenoble-Alpes (LIG-lab, équipe POLARIS) et détenteur de la chaire MIAI « LargeDATA », spécialisé dans les mathématiques appliquées, particulièrement au domaine de l'apprentissage automatique et de l'intelligence artificielle. Il a reçu en 2013 la Médaille de Bronze du CNRS pour la Section INS2I, ainsi que le prix IEEE ComSoc Outstanding Young Research Award.

Pierre-Olivier AMBLARD est directeur de recherche CNRS (GIPSA-lab, pôle GAIA, Université Grenoble-Alpes), spécialisé dans le traitement du signal et des données, particulièrement dans les processus de points aléatoires. Il a notamment co-présidé la Section 7 du Comité National de la Recherche Scientifique (coCNRS) de 2016 à 2021.

Denis TRYSTRAM est professeur à Grenoble-INP (LIG-lab, équipe DATAMOVE) de l'Université Grenoble-Alpes et détenteur de la chaire « Edge Intelligence », spécialisé dans le calcul parallèle de haute performance, particulièrement dans le cadre de l'edge computing. Il est membre honoraire de l'Institut Universitaire de France depuis 2010.