

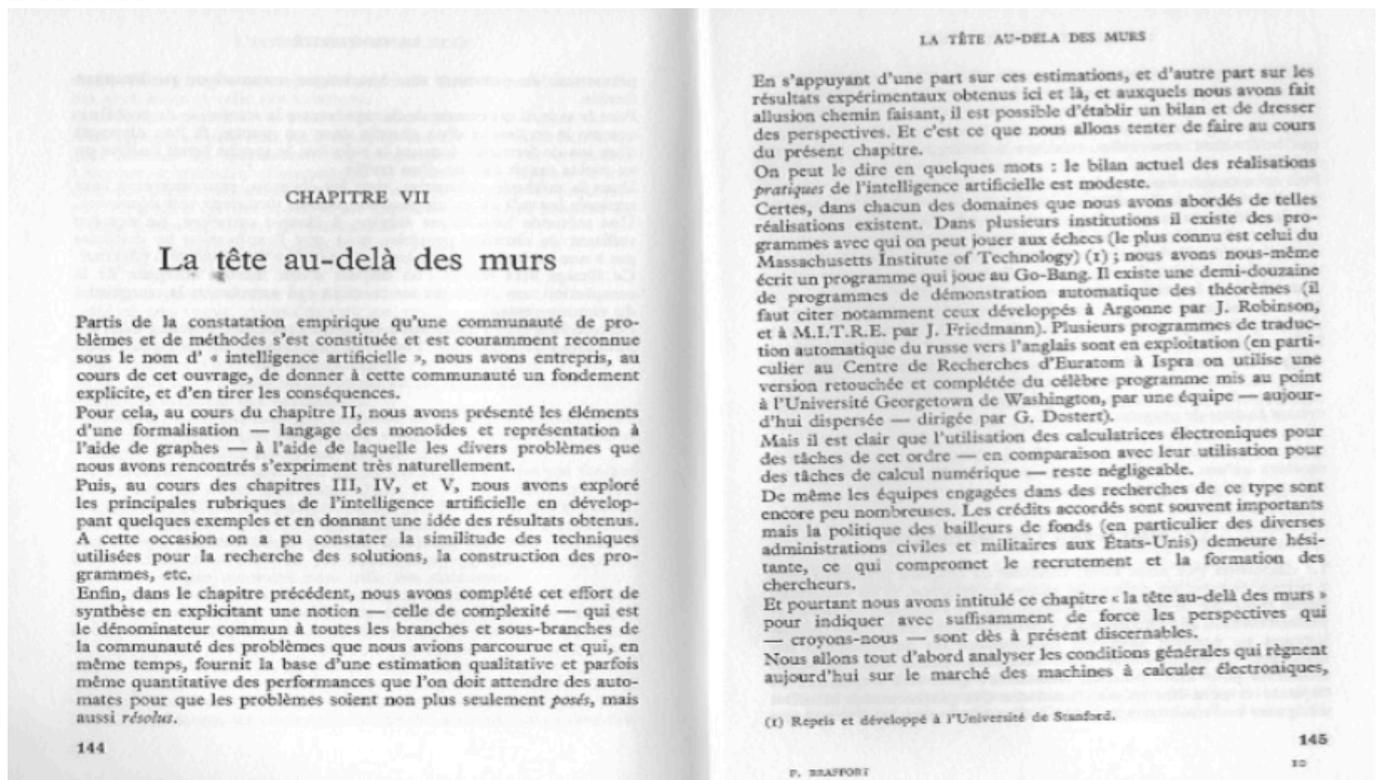
L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

de Paul BRAFFORT

Presses Universitaires de France, 1968

L'intérêt de ce livre est non seulement de montrer que la notion d'intelligence artificielle n'est pas si nouvelle qu'on peut le penser mais aussi d'en révéler les origines, avec ses intérêts, ses limites et ses questionnements.

EXTRAITS :



CHAPITRE VII La tête au-delà des murs

Partis de la constatation empirique qu'une communauté de problèmes et de méthodes s'est constituée et est couramment reconnue sous le nom d'« intelligence artificielle », nous avons entrepris, au cours de cet ouvrage, de donner à cette communauté un fondement explicite, et d'en tirer les conséquences.

Pour cela, au cours du chapitre II, nous avons présenté les éléments d'une formalisation — langage des monoïdes et représentation à l'aide de graphes — à l'aide de laquelle les divers problèmes que nous avons rencontrés s'expriment très naturellement.

Puis, au cours des chapitres III, IV, et V, nous avons exploré les principales rubriques de l'intelligence artificielle en développant quelques exemples et en donnant une idée des résultats obtenus. À cette occasion on a pu constater la similitude des techniques utilisées pour la recherche des solutions, la construction des programmes, etc.

Enfin, dans le chapitre précédent, nous avons complété cet effort de synthèse en explicitant une notion — celle de complexité — qui est le dénominateur commun à toutes les branches et sous-branches de la communauté des problèmes que nous avons parcourue et qui, en même temps, fournit la base d'une estimation qualitative et parfois même quantitative des performances que l'on doit attendre des automates pour que les problèmes soient non plus seulement posés, mais aussi résolus.

144

LA TÊTE AU-DELA DES MURS

En s'appuyant d'une part sur ces estimations, et d'autre part sur les résultats expérimentaux obtenus ici et là, et auxquels nous avons fait allusion chemin faisant, il est possible d'établir un bilan et de dresser des perspectives. Et c'est ce que nous allons tenter de faire au cours du présent chapitre.

On peut le dire en quelques mots : le bilan actuel des réalisations pratiques de l'intelligence artificielle est modeste.

Certes, dans chacun des domaines que nous avons abordés de telles réalisations existent. Dans plusieurs institutions il existe des programmes avec qui on peut jouer aux échecs (le plus connu est celui du Massachusetts Institute of Technology) (1) ; nous avons nous-même écrit un programme qui joue au Go-Bang. Il existe une demi-douzaine de programmes de démonstration automatique des théorèmes (il faut citer notamment ceux développés à Argonne par J. Robinson, et à M.I.T.R.E. par J. Friedmann). Plusieurs programmes de traduction automatique du russe vers l'anglais sont en exploitation (en particulier au Centre de Recherches d'Euratom à Ispra on utilise une version retouchée et complétée du célèbre programme mis au point à l'Université Georgetown de Washington, par une équipe — aujourd'hui dispersée — dirigée par G. Dostert).

Mais il est clair que l'utilisation des calculatrices électroniques pour des tâches de cet ordre — en comparaison avec leur utilisation pour des tâches de calcul numérique — reste négligeable.

De même les équipes engagées dans des recherches de ce type sont encore peu nombreuses. Les crédits accordés sont souvent importants mais la politique des bailleurs de fonds (en particulier des diverses administrations civiles et militaires aux États-Unis) demeure hésitante, ce qui compromet le recrutement et la formation des chercheurs.

Et pourtant nous avons intitulé ce chapitre « la tête au-delà des murs » pour indiquer avec suffisamment de force les perspectives qui — croyons-nous — sont dès à présent discernables.

Nous allons tout d'abord analyser les conditions générales qui règnent aujourd'hui sur le marché des machines à calculer électroniques,

(1) Repris et développé à l'Université de Stanford.

145

P. BRAFFORT

10

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

conditions qui — indépendamment des fluctuations de la mode — exercent une pression constante en faveur de développements nouveaux et de progrès de toutes sortes. Ces conditions sont celles d'un engouement généralisé pour l'automatisation et les seules contraintes qui le limitent sont celles relatives à la formation du personnel spécialisé.

Puis nous examinerons quelques domaines d'activité qui ne relèvent pas directement de l'intelligence artificielle, mais qui, dans la mesure où des améliorations de plus en plus importantes sont considérées comme souhaitables, posent des problèmes qui rejoignent peu à peu notre domaine. Il s'agit des problèmes de la gestion automatisée, du contrôle industriel et de ce qu'on appelle le *software*, nom sophistiqué pour « l'art de la programmation ».

Nous aborderons alors un domaine qui se trouve à cheval sur les domaines de l'exploitation et de la recherche. Il s'agit du domaine de la linguistique appliquée dont une partie dépend de développements du type de ceux que nous avons présentés au cours du chapitre V, mais dont une autre se situe à un niveau plus élémentaire. L'interdépendance de ces deux types de problèmes est évidemment un intéressant facteur de progrès.

Enfin nous examinerons brièvement le domaine de ce qu'on pourrait appeler paradoxalement « l'art artificiel », domaine qui n'est pour le moment qu'une curiosité, mais qui pourrait bien donner naissance à d'importants développements.

mettait au travail avec une ardeur accrue.
Nous pouvons en conclure, tenant compte aussi des développements technologiques auxquels il faut s'attendre, que *l'ère de l'intelligence artificielle est commencée*.
Y a-t-il lieu d'en tirer des conséquences d'ordre moral ou métaphysique ? Nous ne le pensons pas.
Nous avons soigneusement évité, d'un bout à l'autre de cet ouvrage, d'établir un quelconque parallélisme entre le fonctionnement des automates et celui des cerveaux (humains ou non). Visiblement les techniques utilisées sont différentes et si les « programmes » — qui demeurent inconnus dans le cas du cerveau — devenaient identifiables, il n'y aurait rien de plus à en conclure que de la similitude de structure du bras humain avec un levier.

173

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Nous avons d'ailleurs écarté volontairement de notre propos l'utilisation des machines pour les études de psychologie du comportement, bien que de telles études fournissent l'essentiel de la copie d'une revue comme *Behavioral Science*.

Au fond, l'attitude de tant de bons auteurs qui (en France, aux U.S.A., en U.R.S.S.) repoussent avec indignation l'éventualité d'une automatisation des activités intellectuelles supérieures, relève de ce que nous proposons d'appeler un « complexe de Frankenstein ». P. Armer et M. Minsky ont souvent cloué au pilori ceux de leurs compatriotes qui, comme M. Taube, s'efforcent d'arrêter les recherches ou de les déconsidérer.

On trouve l'attitude inverse chez certains enthousiastes comme I. Good qui, dans un article récent intitulé « Speculations Concerning the First Ultrainelligent Machine », n'hésite pas à déclarer : « La survie de l'espèce humaine dépend de la mise en construction rapide d'une machine ultraintelligente. »

Notre position dans ce débat sera, nous le craignons, très banale : pour nous l'intelligence artificielle est un champ de recherches qui s'est constitué en prolongement naturel à d'autres recherches et continuera de se développer d'autant plus vite que la pression de la demande se fera davantage sentir.

Les cris et les anathèmes n'y feront rien, pas plus que l'obstination des énergétistes n'a empêché le développement et les succès de la physique des atomes et des particules.

Ce qui arrive parfois, c'est que, sous l'influence d'une idéologie désuète ou mal assimilée, certains savants de valeur se privent délibérément de la possibilité de contribuer au progrès de la science.

Que, dans le cas des automates, les progrès de la science soient ou non bénéfiques à l'humanité, c'est une question à laquelle nous n'avons pas les moyens de répondre et que, peut-être, il n'y a pas de sens à poser.

Extrait de l'intervention de Frédéric Fréry¹ sur Xerfi Canal le 7 juin 2021 :

« L'intelligence artificielle : au secours, le taylorisme revient ! »

« Contrairement à ce que vous pourriez croire, l'intelligence artificielle est une technologie relativement ancienne, dont les premiers balbutiements remontent aux années 1950 avec les travaux d'Alan Turing. Le terme « intelligence artificielle » a lui-même été forgé en 1956 par des chercheurs qui espéraient obtenir des budgets plus importants grâce à une dénomination plus sexy que celle utilisée jusque là : « l'informatique heuristique ». Ce stratagème a d'ailleurs parfaitement fonctionné et le terme « intelligence artificielle » s'est répandu dans la littérature et dans les médias. Dans les années 1980, beaucoup d'industries, notamment l'énergie ou la pharmacie, ont utilisé des systèmes experts, c'est-à-dire des logiciels capables de reproduire un certain nombre de décisions humaines. Enfin, depuis 2010, grâce à la puissance de calcul des ordinateurs et à la disponibilité d'immenses bases de données, l'intelligence artificielle connaît un nouvel essor, à coup de réseaux de neurones et de deep learning. Les ordinateurs battent les champions d'échecs, de Jeopardy et de Go, et vous avez désormais dans la poche, soixante-dix ans après les premiers travaux de Turing, un smartphone capable de traduire vos conversations en temps réel dans la langue de votre choix.

Or, d'un point de vue organisationnel, l'intelligence artificielle s'inscrit dans une tradition encore plus ancienne, qui remonte en fait au taylorisme.

On confond parfois Taylor et le travail à la chaîne, ce qui est une erreur. Le travail à la chaîne, mis au point dans les abattoirs de Chicago vers 1870 et repris par Henry Ford dans ses usines automobiles à partir de 1913, correspond à une division horizontale du travail : on demande à chaque ouvrier de ne faire qu'un seul geste, de la manière la plus répétitive qui soit, afin de gagner en vitesse et en rentabilité. À l'inverse, le taylorisme correspond à une division verticale du travail, qui consiste à séparer la conception de l'exécution des tâches. Les ingénieurs des méthodes conçoivent les gestes à effectuer, les ouvriers les appliquent, mais rien ne dit qu'ils doivent se cantonner à une seule tâche. En termes organisationnels, l'ambition du taylorisme était d'extraire la compétence de la tête et des mains des ouvriers, pour la théoriser, l'optimiser et la diffuser de manière beaucoup plus efficace. (...)

Tout un pan de l'expertise humaine, tout ce qui n'est pas directement traduisible en règles et en méthodes, échappait encore au taylorisme. L'intelligence artificielle permet désormais de combler cette lacune. Elle aussi consiste à extraire le savoir humain afin de le reproduire à la demande, ce qui se traduit là encore par une perte de pouvoir des opérateurs. De nouvelles activités sont d'ores et déjà concernées, comme la comptabilité, le diagnostic médical ou la traduction, avec la différence que les travailleurs humains sont non seulement inféodés : ils sont le plus souvent purement et simplement remplacés par des logiciels.

En fait, l'intelligence artificielle, c'est du taylorisme 2.0. ».

Article de Nathalie Devillier² publié le 25 mai 2021 par The Conversation :

« L'Europe propose des règles pour l'intelligence artificielle ».

« Dans son discours de candidature à la présidence de la Commission européenne, Ursula von der Leyen avait pointé la nécessité d'une approche éthique de l'intelligence artificielle. Depuis, les institutions européennes ont fourni un travail considérable pour faire de l'Union européenne un espace où les opérateurs de systèmes d'IA pourront développer leur activité tout en renforçant la confiance des consommateurs.

¹ Frédéric Fréry est professeur à ESCP Business School

² Nathalie Devillier est professeur associé en droit du numérique à Grenoble École de Management.

Fin avril, la Commission européenne a soumis une proposition de règlement afin que les mêmes règles s'appliquent partout dans l'UE : l'environnement juridique des opérateurs sera identique dans tous les États membres. Cette solution est également profitable aux citoyens de l'UE qui bénéficieront d'un même niveau de protection.

Cette proposition reflète des objectifs jumeaux : promouvoir l'adoption de solutions basées sur l'IA et faire face aux risques associés à certains usages de cette technologie.

Une approche fondée sur les risques

La proposition de règlement vise à minimiser les risques de discrimination algorithmique, en particulier en relation avec la conception et la qualité des données utilisées pour le développement de systèmes d'IA. Elle concerne les services et utilisations de systèmes d'IA définis notamment comme ceux reposant sur des approches de *machine learning* (supervisé ou non et de renforcement, y compris le *deep learning*), des approches logiques, symboliques ou fondées sur la connaissance ou statistiques.

Le texte adopté par la Commission contient une méthodologie qui permet de définir quand un système d'IA est à haut risque pour la santé et la sécurité des personnes ou pour les droits fondamentaux des citoyens. L'approche par les risques a été identifiée comme la plus pertinente lors de la consultation publique, plutôt que de donner un blanc-seing à tous les systèmes d'IA ou de légiférer de manière *ad hoc*.

En effet, cette approche par les risques permet une interprétation sectorielle et prend en considération les impacts sur les droits et la sécurité. Cette approche est également retenue par le projet de règlement sur un régime de responsabilité civile pour l'IA qui préconise une responsabilité objective du fait des systèmes d'IA à haut risque. Elle est aussi mise en exergue par le Conseil européen.

Ainsi, certaines pratiques reposant sur l'IA générant un risque inacceptable sont interdites : l'utilisation de techniques subliminales (basées sur un *stimulus* incorporé dans un objet et conçu pour être perçu au-dessous du niveau de conscience), l'exploitation de groupes ou personnes vulnérables en raison de leur âge, handicap physique ou mental, le score de confiance ou d'évaluation sociale des personnes (comme celui utilisé en Chine). Certaines utilisations de systèmes d'identification biométrique en temps réel à distance dans l'espace public à des fins d'application de la loi s'accompagneront de restrictions spécifiques et de mesures de sauvegardes.

Quels sont les systèmes d'IA à haut risque ?

Huit catégories de systèmes d'IA sont d'ores et déjà considérées comme étant à haut risque. Ils relèvent de ces contextes :

Identification biométrique et catégorisation des personnes. Gestion et exploitation d'infrastructures critiques. Formation et formation professionnelle. Emploi, gestion des salariés et accès au travail indépendant.

Accès et jouissance de services privés essentiels et de services publics. Application de la loi (exécution d'une décision de justice, enquête judiciaire). Immigration, asile et gestion des contrôles à la frontière.

Administration de la justice et processus démocratiques.

Cette liste sera adaptée par la Commission européenne *via* des actes délégués. D'autres systèmes d'IA seront qualifiés à haut risque en vertu de règles de classification.

Les points clés pour les opérateurs de systèmes d'IA à haut risque

Les systèmes d'IA devront respecter les exigences du futur règlement et se soumettre *ex ante* à des procédures d'évaluation de la conformité, c'est-à-dire avant même d'être mis en circulation sur le marché européen.

Elles seront pilotées dans chaque État membre par leurs agences actuelles en coopération avec le futur Comité européen de l'IA préconisé par la proposition de règlement (chaque État désignerait une agence parmi les autorités nationales existantes, ou créerait une spécifique pour l'IA).

Ces exigences concernent les données utilisées, la documentation, la traçabilité, des dispositions sur la transparence (droit à l'information des utilisateurs), les tests, la gestion des risques, la supervision humaine tout au long du cycle de vie du système d'IA, sa robustesse, sa précision et sa sécurité. Ces obligations concernent également les importateurs, distributeurs et représentants autorisés.

Des obligations de transparences plus spécifiques concernent les systèmes d'IA comportant un risque particulier de manipulation soit parce qu'ils interagissent avec les personnes, ou sont utilisés pour détecter les émotions ou déterminer une association avec des catégories (sociales) basées sur des données biométriques ou alors parce qu'ils génèrent ou manipulent un contenu (*deep fake*).

Les entreprises sont invitées à adopter des codes de conduite sur une base qui reste volontaire, avec des dispositions spécifiques pour les PME.

La visée éthique du règlement et les droits des citoyens

La proposition de règlement est basée sur les valeurs et les droits fondamentaux et affirme que l'IA devrait être une force pour la société avec comme but ultime l'accroissement du bien-être humain. Les règles sur l'IA doivent être centrées sur l'humain et faire qu'elle soit sûre et conforme au droit applicable.

La Commission européenne répond ici aux demandes exprimées par le Parlement européen et le Conseil européen. Ce dernier a particulièrement insisté sur la nécessité d'assurer que les droits des citoyens européens issus de la Charte des droits fondamentaux de l'UE soient pleinement respectés et appliqués : droit à la dignité humaine, respect de la vie privée et protection des données à caractère personnel, non-discrimination, égalité homme-femme, droit à la liberté d'expression et de réunion, présomption d'innocence, droit à des conditions de travail justes et équitables, haut niveau de protection des consommateurs, droits de l'enfant, intégration des personnes handicapées et niveau élevé de protection de l'environnement.

Lorsque des technologies d'IA à haut risque sont développées et utilisées, la proposition de règlement impose des limites à des libertés reconnues par la Charte : liberté d'entreprise, liberté des arts et des sciences au nom de la protection de l'intérêt public (protection de la santé, de la sécurité et des consommateurs). Ces restrictions justifiées par l'innovation responsable s'accompagnent d'obligations de transparence renforcées. Ces obligations corrigeront l'effet « boîte noire » des systèmes d'IA caractérisés par l'opacité, la complexité, l'autonomie et la dépendance envers les données de leurs algorithmes, mais elles seront limitées à ce qui est nécessaire pour les besoins des autorités nationales chargées du contrôle de ces technologies et aux citoyens dans l'exercice de leur droit à un recours effectif.

Des sanctions dissuasives

La proposition de la Commission européenne est fortement ancrée dans son *credo* de « *Digital Decade* » pour le marché intérieur et la promotion de l'innovation, maintes fois réaffirmées, avec la directive sur les données ouvertes et la stratégie européenne pour les données. Toutefois, elle laisse intact le règlement général sur la protection des données à caractère personnel (RGPD) et les sanctions qu'il préconise.

De plus dans le cadre de ce projet, les États membres pourront appliquer des sanctions, y compris des amendes administratives, qui seront effectives, proportionnées et dissuasives.

Articulation avec les autres wagons du train législatif de l'UE sur l'IA

La complexité apparente des initiatives des institutions européennes peut être visualisée sur le site du train législatif européen.

La proposition n'a pas pour effet de remettre en cause la directive eCommerce, ni la proposition de législation sur les services numériques (*Digital Service Act*). Elle s'inscrit dans le droit fil des résolutions d'octobre 2020 du Parlement européen sur l'éthique, la responsabilité et le droit d'auteur, mais aussi les plus récentes sur les questions pénales, l'éducation, la culture et le secteur audiovisuel ».

Remarque : dans l'édition du jeudi 20 juin 2021 du journal Le Monde sont parus deux articles sur cette thématique.

Le premier, du magistrat administratif Marc Clément et du spécialiste des algorithmes Daniel Le Métayer, montre que « les citoyens sont quasi absents de la proposition de règlement élaborée par la Commission européenne.

Le second, du politiste Charles Thibout, estime que ce projet « comporte nombre d'imprécisions et d'exceptions qui altèrent sensiblement l'ambition éthique affirmée » et qu'il « peine à dessiner sa troisième voie face aux États-Unis et à la Chine ».

ADDENDUM : le livre de Pablo Jensen, « Deep Earnings ; le néolibéralisme au cœur des réseaux de neurones » (C&F éditions, avril 2021) :

Nous reproduisons ci-après l'excellent commentaire que fait de ce livre David Larousserie dans Le Monde du 9 juin 2021 :

« Voici un livre court et stimulant, qui repose qui plus est sur une belle surprise. Le physicien Pablo Jensen tire un fil inattendu pour relier l'une des innovations techniques majeures de ces dernières années à l'une des théories économiques ayant le plus imprimé sa marque dans nos sociétés. À savoir les réseaux de neurones artificiels, ou apprentissage profond, et le néolibéralisme. En une centaine de pages, l'auteur, après avoir défini ces deux concepts, expose des analogies fécondes entre eux. Et les trouvant tous les deux limités, il esquisse des pistes tant scientifiques que politiques pour en corriger les défauts.

À l'origine de ce rapprochement inattendu, il y a la sixième référence bibliographique d'un article paru en 1958 sous la plume de Frank Rosenblatt, décrivant le premier réseau de neurones artificiels, le Perceptron. La note pointe vers un livre de 1952 de psychologie théorique d'un futur Nobel d'économie, l'Autrichien Friedrich Hayek, considéré comme un des penseurs du néolibéralisme, qui met l'accent sur la concurrence et le marché.

Quels rapports entre les deux ? En fait, Hayek cherchait à décrire l'émergence de nos sensations avec des lois physiques. Il voulait aussi comprendre comment un ordre peut émerger de tant de cerveaux différents. Et c'est assez proche de ce que réalise un algorithme d'intelligence artificielle, tel que le Perceptron ou ses successeurs : il se construit en ajustant ses millions de paramètres de manière à répondre parfaitement à une série de questions.

Cela rejoint la vision des sociétés et de l'économie que développe Hayek. Les neurones sont les agents d'un marché. L'architecture neuronale correspond à l'organisation de ce marché. Les "stimuli" sur les neurones sont les prix. Finalement, sans fixer de règles générales individuelles, il émerge dans les deux cas une réponse ou un prix qui correspond aux objectifs généraux fixés. Un ordre spontané a surgi sans que personne puisse vraiment l'anticiper et, surtout, ne puisse l'expliquer.

Néanmoins, cela comporte quelques défauts. Par exemple, l'IA résout des questions complexes, mais n'aide pas toujours à comprendre pourquoi telle réponse est advenue, apportant finalement peu de connaissances sur le monde qu'elle décrit. Politiquement, le néolibéralisme apparaît "autoritaire"

puisque'il évacue la question centrale des objectifs généraux des marchés et soumet donc les individus à des lois qui leur échappent.

En conclusion, Pablo Jensen, qui avait déjà décrit les difficultés à mathématiser les individus dans "Pourquoi la société ne se laisse pas mettre en équations" (Seuil, 2018), ose proposer une organisation politique n'ayant pas les défauts du néolibéralisme ou des IA. Un soupçon de "planification" pour disposer de règles. Une pincée de "marché" pour se sortir de situations complexes. Un brin de "communs" pour des organisations aux objectifs débattus collectivement. Et beaucoup d'intelligence pour imbriquer et relier ces trois "outils" ensemble. Facile.