



HAL
open science

L'apport de la philosophie et de l'épistémologie dans la mise en place d'une politique de cybersécurité en santé

Christophe Denis

► **To cite this version:**

Christophe Denis. L'apport de la philosophie et de l'épistémologie dans la mise en place d'une politique de cybersécurité en santé. 2023. hal-04349494

HAL Id: hal-04349494

<https://cnrs.hal.science/hal-04349494v1>

Preprint submitted on 17 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

L'apport de la philosophie et de l'épistémologie dans la mise en place d'une politique de cybersécurité en santé.

Christophe DENIS

Institut d'histoire et de philosophie des sciences et des techniques (IHPST) - Panthéon Sorbonne
Unité de Modélisation Mathématique et Informatique des Systèmes Complexes (UMMISCO) - Sorbonne Université
Laboratoire d'Informatique LIP6 - Sorbonne Université
Christophe.Denis@univ-paris1.fr

Mots clés : cybersécurité, facteur humain, épistémologie, philosophie, technique.

Résumé

La mise en place d'une politique de cybersécurité en santé nécessite de sensibiliser les utilisateurs à un ensemble de règles pour éviter de produire des failles dans le dispositif numérique. Dans la perspective d'éviter que l'utilisateur ne se trouve dans une situation passive, il est fondamental de s'assurer que la conformité à un ensemble étendu de règles n'entrave pas son champ d'action individuel, le rendant ainsi davantage susceptible à l'aliénation. Ceci priverait le système de la possibilité de tirer parti du facteur humain c'est-à-dire l'utilisation de raccourcis cognitifs pour résoudre rapidement des incidents non prévus. Le facteur humain a fait l'objet de nombreuses études en psychologie cognitive, explorant la manière dont les individus interagissent avec leur environnement. Nous proposons d'intégrer des concepts tirés de la philosophie et de l'épistémologie dans l'élaboration d'une politique de cybersécurité en santé. Il s'agit tout d'abord d'analyser les enjeux épistémologiques liés à l'utilisation de plus en plus répandue des méthodes d'apprentissage en mesurant l'impact de cette technique sur la relation platonicienne entre la *technè* (l'art, la technique) et l'*épistémè* (la connaissance). Enfin, nous esquissons les fondements de nos travaux portant sur la définition d'un mode de communication hybride entre les utilisateurs et la machine, en particulier si un agent conversationnel est utilisé, afin de limiter les risques d'addictions et les pertes de sens induites par l'effet Eliza, qui est la propension de l'humain à assimiler le comportement d'un ordinateur à celui d'un autre être humain.

Summary

Implementing a cybersecurity policy in healthcare requires users to be made aware of a set of rules to avoid creating vulnerabilities in the digital system. In order to prevent users from becoming passive, it is important to ensure that compliance with a comprehensive set of rules does not restrict their individual agency and make them more vulnerable to alienation. This would deprive the system of the opportunity to take advantage of the human factor, i.e. the use of cognitive shortcuts to solve complex problems quickly. The human factor has been the subject of numerous studies in cognitive psychology, exploring the way in which individuals interact with their environment, whether in system design, training or security. We propose to integrate concepts from philosophy and epistemology into the development of health cybersecurity. Firstly, we will analyse the epistemological issues linked to the increasingly widespread use of learning methods by measuring the impact of this technique on the Platonic relationship between *technè* (art, technique) and *épistémè* (knowledge). Finally, we present the foundations of our work on defining a hybrid mode of communication between users and the machine, particularly if a conversational agent is used, in order to limit the risks of addiction and loss of meaning induced by the Eliza effect. The Eliza effect refers to the unconscious tendency to assimilate the behaviour of a computer to that of a human being.

Introduction : un bref état des lieux de la cybersécurité en santé

Au cours du premier semestre 2023, le gouvernement français a dévoilé une initiative de sécurité numérique ciblant les établissements de santé, en réponse aux multiples cyberattaques visant principalement le vol de données sensibles des patients ou la paralysie des systèmes informatiques dans l'espoir d'extorquer une rançon. L'Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information (ANSSI) définit la cybersécurité comme « *l'état d'un système d'information qui résiste aux cyberattaques et aux pannes accidentelles survenant dans le cyberspace* » [1]. Les analyses des cyberattaques comme celles effectuées par la société IBM soulignent que la grande majorité des failles sont générés à la suite d'erreurs ou des négligences humaines. L'acteur humain, au sens étymologique du terme c'est-à-dire celui qui fait ou qui exécute, modifie l'état du dispositif numérique pouvant conduire à des vulnérabilités qui sont exploitées ensuite dans une cyberattaque. Dans cette optique, le ministère de la Santé et de la Prévention a publié en ligne un article destiné à un large public, pour proposer une démarche de « cyber-hygiène » définie ainsi ;

*« L'utilisateur (médical ou non médical) est un maillon essentiel dans la chaîne de la cybersécurité. L'objectif est de lui faire adopter une démarche de « cyber-hygiène », autrement dit lui donner conscience des enjeux de sécurité des systèmes il/qu utilise au quotidien. Cela passe **en grande partie** par le respect de règles fondamentales, souvent basiques mais limitant significativement les potentielles attaques : changement régulier des mots de passe, isolement de courriels inappropriés etc. »* [2].

La « cyber-hygiène » se présente comme une mesure préventive impliquant le respect de règles fondamentales par l'utilisateur pour ne pas fragiliser la cybersécurité du dispositif numérique. Cependant, comme en témoigne l'utilisation de l'expression « en grande partie », faire adopter aux utilisateurs une posture purement défensive limite leurs rayons d'action personnel les conduisant à une prise en compte uniquement négative du facteur humain. L'influence du facteur humain a été historiquement étudiée dans le domaine de l'aéronautique. Un événement médiatique récent illustrant ce concept est l'amerrissage d'urgence réussi du vol US Airways 1549 sur le fleuve Hudson, effectué par le pilote Chesley "Sully" Sullenberger, sans causer de victime. Cet avion avait subi des dommages peu après son décollage à la suite d'une collision avec des oiseaux. Une enquête du conseil national américain de la sécurité des transports a conclu qu'une des clés de la réussite de l'amerrissage a été la réaction immédiate des pilotes juste après l'impact avec les oiseaux, en abandonnant plus des deux tiers de la liste de vérification. Cet exemple, parmi tant d'autres, illustre la nécessité de ne pas imposer à l'utilisateur un cadre trop rigide pour lui permettre en cas d'imprévu de prendre des décisions rapides, en utilisant ses raccourcis cognitifs mentaux. Cette contribution humaine à la sortie de crise a fait l'objet de nombreux travaux en psychologie cognitive par l'étude de l'interaction des humains avec leur environnement technique, que ce soit pour la conception de systèmes, la formation, la sécurité ou d'autres domaines liés au comportement humain. Nous proposons d'intégrer des concepts tirés de la philosophie et de l'épistémologie dans l'élaboration d'une politique de cybersécurité en santé en interrogeant à nouveau la relation singulière entre l'outil technique et l'humain, puis en redéfinissant l'articulation platonicienne entre la technique et la connaissance, puis enfin en présentant les fondements de nos travaux portant sur la définition d'un mode de communication hybride être l'humain et un tiers technologique.

2 - Sur la relation singulière entre l'outil technique et l'humain

L'exploit réalisé par le pilote Chesley "Sully" Sullenberger illustre la réflexion exprimée par Antoine de Saint-Exupéry dans son recueil d'essais « Terre des Hommes » autour du métier de pilote, de la relation entre le pilote et l'avion, puis enfin entre le métissage pilote-avion, pour réduire la complexité du monde le monde. L'écrivain-pilote indique que la capacité à utiliser un instrument technique sophistiqué ne transforme pas le pilote en un « technicien sec ». Il défend également que la machine, l'avion n'est pas un objectif en soi mais s'inscrit dans une finalité, « comparable à la charrue pour le paysan ». La finalité première de cet outil est de permettre de l'humain de créer du sens à un monde dépourvu de transcendance, pour lequel Albert Camus, en proposant le concept épistémologique de l'absurde, montre que la compréhension d'un humain se base sur sa capacité à « le marquer de son sceau » :

*« Quels que soient les jeux de mots et les acrobaties de la logique, **comprendre c'est avant tout unifier**. Le désir profond de l'esprit même dans ses démarches les plus évoluées rejoint le sentiment inconscient de l'homme devant son univers : il est exigence de familiarité, appétit de clarté. **Comprendre le monde pour un homme, c'est le réduire à l'humain, le marquer de son sceau** » [3].*

En d'autres termes, un humain peut comprendre un phénomène grâce à la capacité de son esprit à intégrer toutes ses manifestations sous une représentation unique souvent par le truchement d'un objet technique, à l'instar des lunettes astronomiques que Galilée a utilisées pour élaborer ses théories. L'outil technique permet à l'individu de dépasser ses propres frontières physiques et psychiques, ce que décrit de manière allégorique Antoine de Saint-Exupéry par rapport à l'avion :

« C'est avec l'eau, c'est avec l'air que le pilote qui décolle entre en contact. Lorsque les moteurs sont lancés, lorsque l'appareil déjà creuse la mer, contre un clapotis dur la coque sonne comme un gong, et l'homme peut suivre ce travail à l'ébranlement de ses reins. Le pilote ferme les mains sur les commandes et, peu à peu, dans ses paumes creuses, il reçoit ce pouvoir comme un don. Les organes de métal des commandes, à mesure que ce don lui est accordé, se font les messagers de sa puissance. Quand elle est mûre, d'un mouvement plus souple que celui de cueillir, le pilote sépare l'avion d'avec les eaux, et l'établit dans les airs. » [4]

Il s'agit donc d'un métissage entre l'humain et le dispositif numérique considéré comme un processus d'exendosomatization par le psychiatre Serge Tisseron [5]. L'externalisation des fonctions psychiques humaines dans des objets marque la première phase d'un processus en trois étapes, appelé exendosomatization. Ce phénomène englobe la projection des contenus psychiques sur d'autres individus, par le biais de l'identification projective, ainsi que la création d'objets dont les images font partie intégrante. Les étapes incluent d'abord l'extériorisation des émotions et des pensées humaines chez d'autres individus ou dans des objets environnementaux. Ensuite, ces émotions et pensées sont transformées grâce à leur objectivation par projection sur des individus, suivie d'une évolution technologique constante simulant de mieux en mieux les capacités humaines pour les objets. Enfin, le processus aboutit à la réintégration des contenus transformés dans le psychisme ou le corps, soulignant ainsi l'inévitabilité du métissage homme-machine.

La question en suspens, et d'une importance capitale, concerne l'encadrement de ce métissage pour prévenir une aliénation de la liberté humaine. Revenons aux œuvres d'Antoine de Saint-Exupéry qui manifestent une admiration raisonnée pour les progrès technologiques. Inspiré par la philosophie de Søren Kierkegaard, il exprime sa préoccupation quant aux dangers d'aliénation et de perte d'individualité dans une société technique de plus en plus impersonnelle. Cette inquiétude transparaît particulièrement dans un extrait de lettre adressée à un général X, rédigée environ un an avant sa disparition héroïque fin juillet 1944 lors d'une mission de reconnaissance au-dessus de la Méditerranée :

« Je hais mon époque de toutes mes forces. **L'homme y meurt de soif.** Ah ! Général, il n'y a qu'un problème, un seul de par le monde. Rendre aux hommes une signification spirituelle, des inquiétudes spirituelles, faire pleuvoir sur eux quelque chose qui ressemble à un chant grégorien. On ne peut vivre de frigidaires, de politique, de bilans et de mots croisés, voyez-vous ! On ne peut plus vivre sans poésie, couleur ni amour. Rien qu'à entendre un chant villageois du 15e siècle, on mesure la pente descendue. Il ne reste rien que la voix du robot de la propagande (pardonnez-moi). **Deux milliards d'hommes n'entendent plus que le robot, ne comprennent plus que le robot, se font robots** »

Le philosophe Gilbert Simondon, dont les travaux portent sur la nature des objets techniques et la relation entre l'humain et la technologie, s'inscrit dans les préoccupations d'Antoine de Saint-Exupéry tout en récusant une responsabilité intrinsèque de l'outil technique :

« Je voudrais surtout éveiller culturellement mes contemporains en ce qui concerne la civilisation technique ou plutôt les différents feuillets historiques et les différentes étapes d'une civilisation techniques car j'entends des grossièretés qui me découragent, particulièrement l'objet technique est rendu responsable de tout, nos civilisations sont techniciennes, il n'y pas assez d'âme ou bien la civilisation de consommation est rendue responsable des désastres de nos jours et du désagrément de vivre, elle n'est pas tellement technicienne mais comme elle l'est, elle l'est très mal » [6]

Reprenant en particulier les travaux de Gilbert Simondon, Bernard Stiegler résume l'ambivalence de l'outil technique par le terme *pharmakon*, qui en grec ancien désigne à la fois le remède, le poison, et le bouc-émissaire :

« La puissance curative autant que destructrice de la technique, permet de prendre soin et (...) dont il faut prendre soin, au sens où il faut y faire attention » [7]

Bernard Stiegler alerte sur la nécessité d'être vigilant sur l'utilisation de la technique ce qui nécessite de mener des travaux de clarification épistémologique et de concevoir un mode de communication équitable avec le tiers technologique, comme présenté dans les sections suivantes. En effet, cette ambivalence de la technique, qui plus est abstraite et numérique, produit des pertes de repères qui se vérifie à chaque innovation technologique et singulièrement autour des techniques d'apprentissage machine machine qui sont de plus en plus utilisées dans le domaine de la cybersécurité. L'introduction d'une innovation technologique exploitant ces techniques soulève presque toujours les mêmes craintes amplifiées par la caisse de résonance médiatique. Après un état de sidération, on se rassure sur la capacité intellectuelle de l'humain en exhibant les erreurs de prédictions de ces outils, qui sont en fait des limitations que l'utilisateur devrait connaître comme ce fut récemment le cas pour l'agent conversationnel ChatGPT. Par analogie, on trouverait un peu ridicule la plainte d'un bricoleur à propos de la difficulté à planter un clou dans un mur à l'aide d'un tournevis. Nous nous intéressons donc dans cette article à la relation singulière entre l'outil technique et l'humain en ayant précédemment abordé, dans une précédente contribution, le périple de l'éthique de l'intelligence artificielle dans les révolutions en cours des systèmes de soins [8].

Dans le domaine de la cybersécurité, des outils techniques basés sur des méthodes d'apprentissage machine sont mis en place pour prédire plus efficacement l'introduction des cyberattaques. Ces mêmes outils peuvent être exploités par des cybercriminels à des fins malveillantes, constituant ainsi un détournement d'usage volontaire qui peut être contrés par des moyens répressifs. Un détournement d'usage plus difficile à appréhender est celui causé involontairement dans la relation singulière entre l'outil technique et l'humain. Une première solution pour prévenir tout usage détourné consiste à définir rigoureusement, sous la forme de règles axiomatiques strictes, les actions que l'utilisateur peut entreprendre. Cependant, cette approche élimine la possibilité, comme nous l'avons déjà souligné, pour l'utilisateur d'appliquer des raccourcis cognitifs afin de résoudre des situations problématiques non prévues dans le système de règles. En supposant même que l'on ne souhaite pas donner une marge de liberté aux utilisateurs, un système de règles conséquent ne pourrait pas être cohérent et complet en

vertu du théorème d'incomplétude de Gödel. Ce théorème stipule qu'un système logique "suffisamment puissant" doit nécessairement comporter un énoncé qu'il ne peut ni prouver ni réfuter [9][10]. Plus précisément, Kurt Gödel démontre que tout système formel suffisamment puissant pour exprimer l'arithmétique contient des énoncés qui ne peuvent ni être prouvés ni être réfutés à l'intérieur de ce système.

Mais, allons un peu plus loin, peut-on caractériser des situations pour lesquelles l'utilisateur subirait une perte de sens face à l'outil ? Bruno Bachimont, philosophe du numérique et informaticien, propose deux concepts de non-sens : le flux indifférencié et la singularité isolée [11]. Le flux indifférencié décrit une situation où l'individu est immergé dans un devenir qu'il ne peut ni influencer ni observer d'un point de vue particulier, tandis que réciproquement la singularité isolée désigne l'incapacité de pouvoir agir sur son environnement. En d'autres termes, en reprenant le concept de l'individuation proposé par Gilbert Simondon, l'individu est en perte de sens lorsqu'il ne peut se différencier dynamiquement avec son environnement et en particulier son environnement technique, qui lui même évolue [12]. Peut-on maintenant caractériser certaines propriétés qu'un outil technique devrait posséder pour ne pas asservir l'humain ? Pour répondre à cette question, Ivan Illich, penseur critique des institutions éducatives, médicales et économiques, avance le concept de *convivial tools* [13]. Pour éviter toute ambiguïté et contresens liés à la signification courante du mot convivial en langue française, nous le traduisons par outil équitable. Pour Ivan Illich, un tel dispositif, qu'il soit technologique ou social, vise à stimuler l'autonomie, la créativité et la collaboration, plutôt qu'à restreindre ou à dépendre excessivement des structures technologiques ou institutionnelles. Il établit trois critères essentiels pour qu'un outil soit qualifié de juste :

1. Il ne doit pas compromettre l'autonomie individuelle en devenant indispensable ;
2. Il ne doit engendrer ni servitude ni domination
3. Il doit élargir le champ d'action personnel.

3- Une nouvelle chaîne d'alliance entre la *technè* et l'*épistémè*

Le concept d'outil équitable d'Ivan Illich vise à prévenir que l'utilisateur ne se transforme en ce que Antoine de Saint Exupéry décrit comme « un technicien sec ». Toutefois, l'utilisateur n'est plus toujours confronté à un dispositif technique pour lequel il peut comprendre facilement ses mécanismes comme les pilotes de l'Aéropostale à propos de leur avion. Il n'est donc pas envisageable de construire des outils équitables basés sur des « boîtes noires » de l'apprentissage machine sans étudier les nouveaux mécanismes d'accès à la connaissance à partir de ces outils. On assiste donc à un retour en force de la question philosophique sur la relation platonicienne entre la *technè* (l'art, la technique) et l'*épistémè* (la connaissance), qui a été à l'origine même de l'émergence de cette discipline en réaction aux sophistes. Bien que Platon soit souvent à tort considéré comme technophobe, il exprime en fait une inquiétude, qui reste contemporaine, concernant la transformation excessive par la technique du monde sensible sans avoir de concert mené une réflexion profonde sur les Idées du monde intelligible. La technique ne peut être dissociée de l'intelligence, du sens des proportions et des harmonies, grâce auxquels, selon Platon, "les arts produisent tous leurs chefs-d'œuvre" [14].

Plutôt que de rester dans l'espoir vain de comprendre les mécanismes internes des boîtes noires de l'apprentissage machine, il est nécessaire de proposer un modèle de spécification formelle de ces boîtes en menant un travail de clarification épistémologique. Nous avons démontré que la validation de ces boîtes noires diffère sur le plan épistémologique de celle utilisée dans le cadre d'une modélisation mathématique et causale d'un phénomène [15]. La principale distinction réside dans le fait qu'une méthode d'apprentissage machine ne prétend pas représenter une causalité entre les paramètres d'entrée et de sortie. Nous avons proposé ensuite un cadre méthodologique de spécification formelle d'un simulateur par apprentissage machine profond pour assurer sa validation [16]. Ce cadre méthodologique est en cours de mise à l'épreuve sur un cas d'usage prédisant un phénomène physique en mécanique des fluides et sur la production d'un résumé de texte avec l'agent conversationnel ChatGPT. Enfin, nous poursuivons un travail de clarification épistémologique pour définir la notion d'algorithme d'apprentissage machine associé au simulateur en nous basant sur des nouveaux modèles de calcul en informatique théorique.

3- Proposition d'un mode de communication hybride entre la machine et les humains

Dans les années 1970, des études psychologiques ont montré que les risques d'addiction et de perte de sens chez les individus lorsqu'ils interagissent avec un agent conversationnel ne sont pas seulement liés à sa complexité intrinsèque. Le retour d'expérience psychologique de l'interaction d'utilisateurs avec le programme informatique Eliza a mis en évidence la tendance humaine, inconsciente, à assimiler le comportement d'un ordinateur à celui d'un être humain. Ce programme informatique, développé dans les années 1960 par l'informaticien Joseph Weizenbaum, est reconnu dans l'historiographie de l'intelligence artificielle comme le premier agent conversationnel. Ce programme avait pour premier objectif de montrer la superficialité des échanges entre un être humain et un programme, d'où le choix de le nommer Eliza, en référence au personnage d'Eliza Doolittle dans la pièce de théâtre "Pygmalion" de George Bernard Shaw. Dans cette pièce, Eliza Doolittle est une jeune femme de la classe ouvrière londonienne que le professeur de phonétique Henry Higgins modèle en dame de la haute société modifiant sa diction et son langage. Le principe de fonctionnement ce programme est assez simple, basé sur des règles de remplacement de texte qui identifient des mots-clés dans les phrases de l'utilisateur pour générer des réponses préprogrammées. Etant donnée que le programme ne se base pas sur une modélisation explicite du langage humain, Joseph Weizenbaum a été interpellé par le fait que les utilisateurs pouvaient parfois à attribuer son programme une sophistication technique qu'il n'avait pas, ce que l'on appelle depuis l'effet ELIZA .

Avec notre collègue anthropobiologiste, Judith Nicogossian, nous avons introduit les fondements d'un nouveau cadre de communication entre l'humain et le tiers technologique [17]. Plutôt que de chercher à ajuster l'outil aux contraintes et limitations des modes de communication existants entre les humains, nous proposons de définir un mode de communication hybride spécifique entre l'homme et l'agent conversationnel. Notre objectif de recherche vise tout d'abord à définir la qualité de la relation de communication singulière entre le tiers technologique et l'humain en termes d'adaptabilité, puis de proposer un protocole de communication hybride.

La situation linguistique d'un mode de communication entre deux protagonistes humains définie par la célèbre école de Palo Alto comporte le porteur de l'énoncé (ou l'énonciateur), le sujet de l'énoncé, l'énoncé, et le(s) destinataire(s) du message. On ne peut pas utiliser ce modèle dans le cadre d'une communication entre des protagonistes humains et un agent conversationnel puisque le porteur de l'énoncé n'est jamais le sujet de l'énoncé, qui utilise le « je », d'une part, et le sujet de l'énoncé, qui utilise le « je » n'est jamais sujet, car la machine ne possède pas d'intentionnalité propre, d'autre part. De plus, les destinataires du message peuvent donc être trompés par leur sens car l'énoncé a subi les manipulations inhérentes au texte numérique et sont coupés d'une partie de la communication non-verbale.

Conclusion

La mise en place d'une politique de cybersécurité en santé implique de sensibiliser les utilisateurs aux règles pour éviter les failles dans le système numérique. Il est crucial de garantir que la conformité à ces règles n'entrave pas l'autonomie de l'utilisateur, afin de prévenir l'aliénation, pour tirer parti du facteur humain, notamment en utilisant des raccourcis cognitifs particulièrement efficace dans la résolution d'incidents non prévisibles. Nous proposons d'intégrer des concepts de philosophie et d'épistémologie dans la formulation d'une politique de cybersécurité en santé. Cela implique une analyse des enjeux épistémologiques liés à l'utilisation croissante des méthodes d'apprentissage en évaluant leur impact sur la relation platonicienne entre la technique et la connaissance. En outre, nous avons exposé les bases de notre travail portant sur la création d'un mode de communication hybride entre les utilisateurs et les machines, en particulier lors de l'utilisation d'un agent conversationnel, pour atténuer les risques d'addiction et prévenir les pertes de sens induites par l'effet Eliza, que nous poursuivons en étudiant la nouvelle articulation entre le calcul et le langage à l'aune des agents conversationnels basés sur des grands modèles de langage de type ChatGP. Nous travaillons enfin de concert dans le domaine de l'informatique théorique pour formaliser la notion d'algorithme d'apprentissage machine basée sur des nouveaux modèles de calcul.

Références

- [1] <https://cyber.gouv.fr/glossaire>
- [2] <https://sante.gouv.fr/systeme-de-sante/e-sante/sih/dossier-cybersecurite/article/la-cybersecurite-un-enjeu-majeur-pour-les-etablissements-de-sante>
- [3] Albert Camus, « Le mythe de Sisyphe », Gallimard, 1942.
- [4] Antoine de Saint-Exupéry, « Terre des Hommes », Gallimard, 1939
- [5] Serge Tisseron. « L'exendosomatisation. De la production des technologies par exosomatisation au métissage homme-machines par endosomatisation », Psychologie Clinique, vol. 49, no. 1, 2020, pp. 90-100.
- [6] Gilbert Simondon, « Entretien sur la mécanologie », 1968, contenu audiovisuel disponible ici <https://www.youtube.com/watch?v=7FjNb-fuRyk>
- [7] Bernard Stiegler, « L'emploi est mort, vive le travail! », Mille et une nuits, 2015
- [8] C. Denis, « Le périple de l'éthique de l'intelligence artificielle dans les révolutions en cours des systèmes de soins », chapitre de « Intelligence Artificielle. Vivre Avec », 2022.
- [9] Kurt Gödel, « Sur les propositions formellement indécidables des Principia Mathematica et des systèmes apparentés I ». Monatshefte für Mathematik und Physik, 38, 173-198, 1931.
- [10] Kurt Gödel « Sur les propositions formellement indécidables des Principia Mathematica et des systèmes apparentés II ». Monatshefte für Mathematik und Physik, 47, 112-121, 1936.
- [11] Bruno Bachimont, « Le sens de la technique : le numérique et le calcul », Le sens de la technique : le numérique et le calcul", Collection À présent, Ed. Encre Marine, 2010.
- [12] Gilbert Simondon, « L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information » . Paris: Jérôme Millon, 2005.
- [13] Ivan Illich, « Tools for Conviviality »., Harper & Row, 1973.
- [14] André Vergez, « Technique et morale chez Platon »., Revue Philosophique de la France Et de l'Etranger 146:9, 1956.
- [15] Christophe Denis et Franck Varenne, « Interprétabilité et explicabilité de phénomènes prédits par de l'apprentissage machine », Revue Ouverte d'Intelligence Artificielle, Volume 3, no. 3-4, pp. 287-310, 2022.
- [16] Christophe Denis, « Cadre méthodologique de spécification formelle d'un simulateur par apprentissage machine profond pour assurer sa validation », Conférence Extraction et Gestion des Connaissances (EGC), Dijon, 2024.
- [17] Christophe Denis, Judith Nicogossian , « Du gène à l'octet : la communication phygitale pour une utilisation responsable de l'Intelligence Artificielle dans le domaine médical », Dalloz IP/IT : droit de la propriété intellectuelle et du numérique n°3, pp. 145-150, 2023.

