

## Vers des dispositifs techniques numériques orientés éthiques ?

Alain MILLE\*

**RÉSUMÉ.** Les débats sur les questions éthiques posées par les innovations techniques se focalisent spécifiquement à l'ère du numérique sur le Web et l'Intelligence Artificielle. Cet article s'intéresse aux dispositifs techniques numériques qui déploient ces innovations proclamées. Un dispositif technique numérique, est un dispositif dont le fonctionnement général repose sur l'information, la mémoire et le calcul. Le focus sur le Web repose sur le caractère massif du phénomène. Le focus sur l'intelligence artificielle s'explique facilement puisque depuis 5 à 10 ans, le terme Intelligence Artificielle est à nouveau utilisé pour désigner des innovations désirées ou craintes de manière massive. Les dispositifs techniques numériques actuels s'emparent en effet du marché de la cognition. La nécessité de proposer des voies pour gérer les questions éthiques posées est souvent considérée comme urgente. C'est dans ce contexte mouvant et où le marketing l'emporte souvent sur la rigueur que nous proposons une démarche orientée éthique, pour mettre l'utilisateur en situation de pouvoir déterminer le savoir quoi faire pour bien faire, quand la question se pose à l'évidence pour lui.

Cet article étudie comment un dispositif technique numérique pourrait être mobilisé pour révéler les questions éthiques, les comprendre et supporter les processus d'établissement de comportements adaptés. La première section s'intéresse à élucider quelles seraient les capacités nécessaires à donner à un utilisateur pour qu'il puisse être capable de gérer une question éthique posée par ou via un dispositif technique numérique. En supposant avoir correctement identifié ces capacités, la seconde section étudie quelles seraient alors les conditions générales et les bonnes propriétés techniques à garantir pour que ces capacités puissent se mettre en place ? Pour établir cette grille de capacités et de bonnes propriétés associées, nous nous sommes livrés à une enquête virtuelle, auprès d'un certain nombre de philosophes depuis les plus anciens jusqu'à maintenant.

La section principale de l'article s'attache à l'étude des possibilités existantes, et à imaginer celles qu'il conviendrait de donner aux dispositifs techniques pour qu'ils exhibent les bonnes propriétés nécessaires à l'encapacitation éthique.

La discussion est ouverte sur la valeur de la proposition, sur sa crédibilité, sur les difficultés à surmonter et conclue à l'urgence et la nécessité de parvenir à concevoir des dispositifs techniques numériques orientés éthiques.

*Mots-clés :* Dispositifs techniques numériques, méta-éthique, réflexivité, intelligence artificielle, Web, encapacitation éthique.

**ABSTRACT. Towards Ethically Oriented Digital Technical Devices?** Technical innovations raise specific ethical questions, in particular questions raised by innovations in relation to the Web and artificial intelligence. This article focuses on the digital technical systems that deploy these proclaimed innovations. A digital technical system is a system whose general operation is based on information, memory and calculation. The focus on the Web is founded on the massive nature of the phenomenon. The focus on artificial intelligence is easily explained since for the past 5 to 10 years, the term Artificial Intelligence has been used again to designate desired or feared innovations in a massive way. Current digital technical systems are now capturing the cognition market. The need to propose ways to manage the ethical issues raised is often considered urgent. It is in this changing context and where marketing often prevails over rigour that we propose an

---

✉ Université de Lyon, Université Claude Bernard Lyon1, LIRIS UMR CNRS 5205, équipe TWEAK ; <https://liris.cnrs.fr/equipe/tweak> Association COEXISTENCE, Co-Opérer et eXpérimenter autre-ment la SCIENCE ; <http://coexistence.fr>. alain.mille<at>liris.cnrs.fr

ethically oriented approach, to put the user in a position to determine the knowledge to do well, when the question obviously arises for him.

This article examines how a digital technical system could be mobilized to reveal ethical issues, understand them and support the processes of establishing appropriate behaviours. The first section focuses on elucidating what capacities a user would need to give in order to be able to manage an ethical question posed by or via a digital technical device. Assuming that these capacities have been correctly identified, the second section examines what would then be the general conditions and good technical properties to be guaranteed for these capacities to be put in place? To establish this grid of capabilities and associated good properties, we conducted a virtual survey of a number of philosophers from the earliest to the present.

The main section of the article focuses on the study of existing possibilities, and on imagining those that should be given to technical devices so that they exhibit the right properties necessary for ethical encapacitation.

The discussion is open to the value of the proposal, its credibility, the difficulties to be overcome and concludes that there is an urgent need to design ethically oriented digital technical devices.

*Keywords:* Digital technical systems, meta-ethics, reflexivity, artificial intelligence, Web, ethical encapacitation.

## INTRODUCTION

Les débats sur l'éthique associés aux innovations techniques se sont radicalisés à l'ère du numérique et les positions se polarisent entre les uns qui considèrent l'innovation technique numérique comme une solution aux défis de la société et les autres qui, au contraire, considèrent que ces innovations ne font qu'accentuer les questions éthiques posées. La grande majorité hésite car ne sait pas bien comment avoir un avis sur la question. Les utilisateurs de ces innovations techniques sont écartés du débat par des discours techniques et scientifiques mais aussi par des injonctions à s'adapter aux nouveaux usages. Nous allons nous focaliser sur les innovations qui aujourd'hui soulèvent un problème croissant dans la société : innovations articulant l'intelligence artificielle et le Web : nous nous intéresserons plus précisément aux *dispositifs techniques numériques* qui déploient ces innovations proclamées. La notion de *dispositif technique* est empruntée à Bruno Bachimont (Bachimont, 2010): « *la technique opère à travers différentes structures : l'outil, l'instrument, le contenu et finalement la machine. Mais globalement la technique se ramène à la notion de dispositif : un dispositif correspond à une organisation spatiale d'éléments telle que cette configuration détermine un déroulement temporel* ». Un dispositif technique numérique, est un dispositif dont le fonctionnement général repose sur l'information, la mémoire et le calcul. Nous rejoignons en cela Jean-Michel Salanskis dans son livre sur le monde computationnel (Salanskis, 2011), qui montre que le caractère numérique d'un dispositif technique introduit une rupture radicale dans l'évolution technique. Le focus sur le *Web* repose sur le caractère massif du phénomène et son succès fondé initialement et paradoxalement, sur l'encapacitation<sup>1</sup> offerte par le dispositif technique numérique qu'il constituait (Mille, 2014). Le focus sur l'intelligence artificielle mérite qu'il soit précisé : l'histoire de la notion d'intelligence artificielle se confond avec celle de la notion du mécanique d'abord, puis du computationnel avec Turing, et l'intelligence artificielle a pris le statut d'objet de recherche à l'occasion de la fameuse conférence de Dartmouth College, en 1956<sup>2</sup>. Récemment, depuis 5 à 10 ans tout au plus, le terme *Intelligence Artificielle* échappe à ce mouvement initial lié à la recherche ou à l'entreprise pour être maintenant désiré ou craint de manière massive. Nous, chercheurs en *IA*, n'avons pas compris tout de suite pourquoi, à la radio, dans les médias, on parlait d'*Intelligences Artificielles*, au pluriel, quand souvent nous n'y voyions que des *algorithmes* relativement standards, et en tout cas produits en dehors du mouvement de recherche sur l'intelligence artificielle. Cette confusion algorithmes-*IA* semble aujourd'hui admise largement, et passé le moment d'incrédulité, nous comprenons pourquoi il est en fait correct de considérer de nombreux algorithmes comme des intelligences artificielles.

En effet, nous réalisons que les dispositifs techniques numériques actuels s'intéressent à réguler des fonctions cognitives qui, jusqu'à il y a peu, étaient réputées hors du champ de l'automatisation. Les dispositifs techniques numériques actuels s'emparent du marché de la cognition, se déclinant en recommandation comportementale, orientation de la décision, décidant de ce qui est *bien ou non* pour l'utilisateur, jugeant des capacités cognitives lors des apprentissages, classant inlassablement les profils cognitifs au profit de stratégies marchandes ou sécuritaires, et s'engageant à tout faire *pour le bien-être des utilisateurs*. Nous trouvons dans cet état de fait, la justification de la nécessité de proposer des voies pour gérer la question éthique à l'ère de ces intelligences artificielles, que tout un chacun peut installer sur son terminal numérique, et en premier lieu actuellement son smartphone. À ces usages massifs, s'ajoute la perspective des robots compagnons, de la voiture autonome, de l'humain augmenté... La question éthique se pose alors de manière plus directe et sensible, et ces développements relèvent du même marché de la cognition, présenté comme considérable. La société du *bien-être*<sup>3</sup> est la justification de ces développements dans

---

<sup>1</sup> Encapacitation est une des nombreuses façons de traduire le terme "empowerment" : renforcement du pouvoir d'agir, renforcement des capacités, responsabilisation (ne décrit pas suffisamment la motivation, la prise de parole, le passage à l'action), responsabilisation sociale, appropriation des responsabilités, émancipation, capacitation, enpuissance, désinfériorisation.

<sup>2</sup> <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>

<sup>3</sup> Voir par exemple une liste déjà bien longue d'applications sur <https://simonae.fr/sante-bien-etre/self-care/ameliorer-son-quotidien-grace-aux-applications-pour-smartphone/>

l'offre du numérique. La diffusion massive d'objets interconnectés en un internet des objets (Internet of things), facilite cette mise en œuvre en ajoutant au raisonnement-calcul, des capacités sensori-motrices par extension et même par procuration de l'utilisateur. C'est dans ce contexte mouvant et où le marketing l'emporte souvent sur la rigueur que nous proposons une démarche *orientée éthique*. Par démarche orientée éthique, nous voulons simplement dire que par conception, le dispositif technique numérique est conçu pour mettre l'utilisateur en situation de pouvoir déterminer le *savoir quoi faire pour bien faire*, quand la question se pose à l'évidence pour lui.

Un dispositif technique numérique ne peut pas être, en lui-même, éthique ou non éthique : il ne « pense » pas dirait le philosophe<sup>4</sup>. Il est possible que cette affirmation soit contestée, mais nous la considérons valide, jusqu'à preuve du contraire. Il peut être conçu pour faire respecter la loi, la réglementation, mais c'est une toute autre question que d'être éthique ou non. Mais si un dispositif technique numérique ne peut pas être éthique ou non éthique, est-il neutre pour autant ? Il semblerait bien que *non*, puisque l'on voit bien comment les questions éthiques sont nombreuses à se poser à l'ère du Web et de l'intelligence artificielle<sup>5</sup>. En effet si le discours d'une technique neutre est encore parfois utilisé, il n'est plus majoritaire pour ce qui concerne les dispositifs techniques numériques. L'éthique est convoquée dans beaucoup d'institutions, entreprises, collectifs, « think tanks » ; les séminaires, colloques, réflexions, conseils spécialisés se sont multipliés. Des lois et réglementations tentent de protéger la vie privée et la propriété privée (droit d'auteur), des comités d'éthiques fleurissent pour étudier les dangers potentiels des dispositifs techniques numériques et tenter de fournir des règles de bonne conduite ou de précautions adressées aux personnes qui les conçoivent, les déploient ou les utilisent<sup>6</sup>.

En France, le conseil national du numérique<sup>7</sup> publie dès juin 2015 un rapport « Ambition Numérique » dont le titre long indique clairement l'enjeu d'une éthique associée au développement du numérique : « *Révolution numérique : tenir les promesses d'empouvoirement de la société et de transformation de l'économie.* »<sup>8</sup>. Les questions soulevées dans ce rapport sont clairement posées et un appel est fait pour que des réponses y soient faites de manière urgente au niveau national, européen et international. Plus concrètement, l'agence ETALAB<sup>9</sup> gère les données ouvertes de l'état et recommande l'utilisation de dépôts ouverts pour les codes sources (type Framagit<sup>10</sup>), donnant l'exemple d'un comportement ouvert devant faciliter la mise en place d'une éthique du numérique.

D'autres, intellectuels, collectifs, mouvements citoyens, en particulier dans la mouvance des « communs »<sup>11</sup>, argumentent sur la nécessaire encapacitation (Genard, 2013) de l'utilisateur dans son activité médiée par un dispositif technique numérique.

Le dispositif technique numérique est souvent présenté comme un *pharmakon*<sup>12</sup> – poison et remède – pour la société. Cet article s'intéresse à étudier quelles seraient les conditions techniques, et par extension sociales pour qu'il se révèle remède quand c'est nécessaire. Un remède n'empêche pas la maladie mais permet de la soigner *quand c'est nécessaire*. Nous allons donc étudier comment il est possible de penser les dispositifs techniques numériques pour qu'ils soient orientés éthiques.

Concrètement, nous étudions dans cet article comment un dispositif technique numérique pourrait être mobilisé pour révéler les questions éthiques, les comprendre et supporter les processus d'établissement de comportements adaptés, alors même qu'il peut lui-même être à l'origine de la question éthique soulevée.

Les termes de *transparence, loyauté, traçabilité, équité et explicabilité* reviennent souvent dans les recommandations faites par les institutions comme le CNUM, le CIGREF<sup>13</sup>, la CNIL avec le rapport « Comment permettre à l'Homme de garder la main ? »<sup>14</sup>, mais aussi par des associations comme la Quadrature du Net<sup>15</sup>. Nous tenterons dans cet article d'illustrer comment leur donner de la substance dans une démarche « orientée éthique », en les reprenant dans l'analyse des bonnes propriétés de dispositifs techniques numériques orientés éthiques.

La première section s'intéresse d'abord à élucider quelles seraient les capacités nécessaires à donner à un utilisateur pour qu'il puisse être capable de gérer une question éthique posée par ou via un dispositif technique numérique. En supposant avoir correctement identifié ces capacités, la seconde section étudie quelles seraient alors les

4 Nous reviendrons sur cette question lors de l'interrogation autour de technique et éthique chez Heidegger.

5 Voir par exemple l'initiative <https://www.partnershiponai.org/>

6 Un certain nombre de principes et recommandations sont ainsi listés sur <https://futureoflife.org/ai-principles/?cn-reloaded=1>

7 <https://cnumerique.fr/>

8 Sur le site de la documentation française : <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/154000400.pdf>

9 <https://www.etalab.gouv.fr/qui-sommes-nous>

10 <https://framagit.org>

11 Nous utilisons ce terme pour désigner les personnes qui se réclament du mouvement des communs, rétabli dans ses potentiels par Elinor Ostrom → [https://fr.wikipedia.org/wiki/Elinor\\_Ostrom](https://fr.wikipedia.org/wiki/Elinor_Ostrom).

12 Le terme *pharmakon* a sans doute été proposé pour la première fois par Bernard Stiegler pour caractériser les dispositifs numériques de masse.

13 <https://www.cigref.fr/>

14 Rapport sur les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle : <https://www.cnil.fr/fr/comment-permettre-lhomme-de-garder-la-main-rapport-sur-les-enjeux-ethiques-des-algorithmes-et-de>

15 [https://www.laquadrature.net/donnees\\_perso/](https://www.laquadrature.net/donnees_perso/)

conditions générales et les bonnes propriétés techniques à garantir pour que ces capacités puissent se mettre en place ? Pour établir cette grille de capacités et de bonnes propriétés associées, nous nous sommes livrés à une enquête virtuelle, auprès d'un certain nombre de philosophes depuis les plus anciens jusqu'à maintenant.

L'évocation des postures philosophiques, et des théories sous-jacentes alimente une réponse fictive que nous prêtons aux philosophes interrogés. Cette section n'a *aucune* prétention dans le domaine de la philosophie, mais a l'ambition de permettre aux chercheurs, ingénieurs, techniciens, utilisateurs du numérique de nourrir leur propre pensée avec un point de vue en résonance philosophique avec leurs pratiques. Il s'agit d'avoir une meilleure chance de situer les enjeux de l'éthique en s'appropriant un tant soit peu cette notion de *l'éthique* toujours difficile à comprendre. Nous ne gardons qu'un tableau de synthèse des lectures référencées sans nous livrer dans cet article à leur analyse argumentée.

La section principale de l'article s'attache à l'étude des possibilités existantes, et à imaginer celles qu'il conviendrait de donner aux dispositifs techniques pour qu'ils exhibent les bonnes propriétés nécessaires à l'encapacitation éthique. Ce sera l'occasion d'interroger les pratiques actuelles et de proposer de nouvelles pratiques qui pourraient fournir ces bonnes propriétés comme remède disponible pour l'encapacitation.

Nous terminerons par une section de discussion ouverte sur la valeur de la proposition, de sa crédibilité, des difficultés à surmonter mais nous affirmerons sa nécessité puisque nous pensons qu'il est sans doute impossible de penser l'éthique à l'ère actuelle du numérique sans disposer de ces bonnes propriétés pour les dispositifs techniques numériques.

### **PROPRIÉTÉS, MODÈLES INFORMATIQUES, MODES DE CONCEPTION DE DISPOSITIFS NUMÉRIQUES ORIENTÉS ÉTHIQUE**

La société telle que représentée par les philosophes est manifestement orientée éthique : quels que soient le contexte et la temporalité, ils posent l'éthique comme le sujet majeur de leur réflexion et nombreux sont ceux qui considèrent que c'est l'objet même de la philosophie.

Les points de vue, les postures, les propositions évoluent d'une époque et d'un contexte à l'autre ce qui démontre, au sens propre du terme, qu'il n'est pas possible de construire ou concevoir des systèmes techniques éthiques par eux-mêmes, hors contexte, hors temps, hors culture. La notion de systèmes *éthiques par conception* ne pourrait s'imaginer que dans des contextes particuliers et stables, pouvant d'ailleurs entraîner plus de problèmes que de solutions, puisque incapables d'évoluer. Nous considérons par contre que concevoir, construire, savoir utiliser des dispositifs numériques orientés éthiques est nécessaire, sans doute pas suffisant, pour autoriser l'émergence d'une société sachant *quoi faire pour bien faire* à l'ère du Web et de l'intelligence artificielle.

#### ***Propriétés attendues de dispositifs numériques orientés éthique***

À partir des bonnes propriétés que nous pensons que les philosophes et personnalités interrogées mettraient en avant (voir le tableau récapitulatif 1) pouvons-nous dégager des invariants à intégrer dans les capacités que devraient fournir concrètement les dispositifs numériques orientés éthiques ?

Les propriétés ont été spécifiées pour fournir indirectement les capacités qu'un dispositif technique numérique devrait offrir à l'utilisateur pour être considéré comme orienté éthique. Pour l'essentiel, il s'agit de fournir les outils accompagnant la mise en place du développement d'une pensée éthique quand la question éthique émerge dans le cadre de l'utilisation du dispositif technique numérique lui-même.

Toute pensée éthique est dépendante de l'environnement technique et social, et l'accompagnement doit prendre en compte ces deux dimensions. Le dispositif technique numérique intervient dans l'activité qui se déroule dans le monde, dans le cadre d'une société qui s'est institutionnalisée d'une manière ou d'une autre. Pour qu'un dispositif technique numérique puisse jouer un rôle de remède pour accompagner un processus éthique, il faut naturellement que la société *institutionnalisée*, au sens de Ricœur, l'intègre dans ses règles de bon fonctionnement. Ce point est très important et dépasse le cadre de cette contribution.

La difficulté inhérente au traitement des questions éthiques lorsqu'il s'agit de dispositifs techniques est que le but du dispositif développé ne se réduit pas à son fonctionnement technique mais relève des *régulations* à l'œuvre lors de son fonctionnement. Ces régulations sont consubstantielles à l'environnement de mise en œuvre et en particulier aux *buts* effectifs qui justifient les régulations et devraient être révélés lors de l'utilisation. Lors de sa conception, le dispositif technique est caractérisé par sa description fonctionnelle et est considéré alors comme *neutre* éthiquement. Le dispositif technique contient pourtant tous les potentiels de ses usages éthiques ou non éthiques. L'incapacité à les délibérer au moment de la conception libère le concepteur de la posture éthique alors que pour l'utilisateur, l'incapacité à comprendre les fonctionnements techniques peuvent empêcher la prise de conscience de sa responsabilité : le dispositif technique peut alors être mis en cause en invoquant l'incompétence, la méconnaissance, ... La nature *numérique* des dispositifs techniques numériques modifie cette dichotomie *fonctionnement technique/régulations d'usage* en intégrant dans les algorithmes les éléments de régulations *pré-établies* choisissant des usages à guider, à recommander, voire à imposer. C'est ici que cette évolution liée au numérique se révèle un

*pharmakon*, car autorisant de rendre *invisibles* des *manipulations massives* des régulations mais autorisant aussi techniquement de rendre *visibles les régulations* à l'œuvre, puisque le dispositif technique numérique *leur donne une forme technique* symbolique interrogeable et modifiable.

Cet article étudie les *bonnes propriétés* à donner aux dispositifs techniques numériques pour qu'ils soient interrogeables et modifiables. Il fournit quelques illustrations d'expériences utilisateurs qui pourraient être celles recherchées pour rendre possible la délibération éthique. Bien que leur contexte d'usage ne concernait pas l'éthique *a priori*, les questions éthiques ont été soulevées spontanément par les utilisateurs en particulier lorsque les traces d'utilisation étaient utilisées pour des régulations comportementales.

Rendre accessibles et interrogeables les régulations à l'œuvre est sans doute une condition nécessaire mais non suffisante et il conviendrait d'étudier spécifiquement les formes délibératives qui devraient se mettre en place. Elles sont nécessaires et non triviales. Des formes délibératives se développent actuellement dans la société, elles seraient sans doute à interroger dans le cadre d'un tel article. Nous y reviendrons dans la conclusion.

Pour fournir le point de départ de notre proposition, nous présentons ci-dessous les *capacités* à fournir à l'utilisateur pour l'aider dans le développement d'une démarche éthique. Le tableau suivant présente les propositions que nous prêtons aux personnalités interrogées, et ce dans l'ordre du tableau. À partir de cette liste de capacités, nous proposerons deux *bonnes propriétés* attendues du dispositif technique numérique, qui se déclinent en sous-propriétés constituantes.

Personnalités	Capacités retenues
<i>Les premiers sages et philosophes</i>	
Lao Tseu (Tao De King) (Lao Tseu, 2008)	Un système technique numérique doit être <i>observable</i> par le sage pour qu'il puisse se maintenir en harmonie avec le monde <i>tel qu'il va</i> . Le <i>processus</i> , le mouvement est <i>principal</i> à saisir.
D'Aristote à Démocrite (Aristote (Traduction Tricot 1959), 2014), (Platon, 2018), (Tavoillot, 2006)	Le dispositif technique doit faciliter l'accès à l'identification de la <i>cible</i> à viser pour atteindre le <i>souverain bien</i> . Identifier la cible nécessite <i>d'étudier la nature</i> , ce que le dispositif technique doit faciliter. La cible identifiée, le dispositif technique doit faciliter l'élaboration du <i>bon</i> comportement.
<i>L'époque médiévale et renaissance et l'époque moderne</i>	
Michel de Montaigne (Nadeau, 2010)	Capacité à explorer la contingence de la situation qui pose une question éthique. Ceci rejoint la notion de <i>contexte</i> d'une situation.
Descartes (Lallemand, 2012)	Le <i>calcul</i> est neutre, n'a pas d'objectif particulier dans le monde. L'humain doit, en toutes circonstances, être capable d'en être le maître, de le <i>penser</i> . Le calcul intégré dans la machine est <i>connaissance humaine</i> qui doit donc être vérifiable. La propriété induite serait donc la documentation accessible du <i>raisonnement</i> et la capacité de le <i>valider</i> dans le monde où il se mène ?
Spinoza <sup>16</sup> (Lord, 2010)	Capacités à soutenir les processus de raisonnement, délibération, expérimentation, capitalisation et utilisation de <i>l'expérience</i> comme capacités inséparables, du point de vue de Spinoza, car constitutives d'un être <i>rationnel</i> .
Les philosophes des Lumières (Dupuy, Hountondji, Rouanet, & Scarantino, 2004), (Stiegler, 2015)	Capacité à <i>ouvrir</i> les connaissances à toute personne souhaitant <i>s'éclairer et éclairer en retour</i> .
<i>L'époque contemporaine</i>	
Emmanuel Kant	Capacité à assister le <i>raisonnement</i> mais <i>sans se</i>

<sup>16</sup> L'éthique de Spinoza est disponible dans plusieurs langues sur <http://www.ethicadb.org/>

Personnalités	Capacités retenues
(Kant, 1797), (Sandel, 2009)	<i>substituer à lui</i> . Capacité à <i>augmenter</i> les capacités à s'informer de tout un chacun pour choisir <i>en toute connaissance de cause</i> .
L'utilitarisme (Thiaw-Po-Une, 2006)	C'est la notion d' <i>indicateur</i> qui serait à installer dans les dispositifs ? Ces <i>indicateurs de danger</i> seraient en permanence évalués à partir des interactions et de l'état du monde tel que perçu par le dispositif technique numérique. Les <i>indicateurs</i> seraient constitués par des processus <i>publics</i> pouvant tirer bénéfice de mécanismes de soutien à la <i>délibération</i> .
Husserl (Ferrarello, 2007), (Melle, 2001), (Trotignon, 2006)	Capacité à accompagner la construction intersubjective de connaissances partagées. Capacité à garder <i>articulées</i> l'expérience individuelle et le processus intersubjectif de construction de connaissances.
Heidegger (et la phénoménologie) (Moreau, 2004), (Dreyfus, 1979), (Winograd, 1993), (Seron, 2016), (Frère, 2007), (Feuerhahn, 2011)	Heidegger, implicitement, considère la technique comme lieu possible de la solution, car « ... <i>sans technique disponible, il n'y a plus d'éthiques possibles, au sens d'une pluralité de savoir s'y prendre avec soi-même comme sujet-objet de la conscience morale</i> » [31]. <i>L'appel</i> s'impose et possède déjà en lui, les éléments de sa compréhension. Le comportement peut être de <i>ne pas agir</i> <sup>17</sup> , comme résistance, mais peut être aussi de poursuivre l'activité (le <i>faire</i> ) comme pensée concrète, par des investigations, des essais, des explorations, des tentatives..., comme construction de son <i>être</i> . En conséquence, c'est la capacité à permettre un <i>faire</i> après <i>l'appel</i> , enrichi d'interactions <i>nouvelles</i> sur l'activité non pas tant sur une <i>introspection</i> condamnée d'avance, mais pour la construction personnelle dans <i>le co-être social</i> <sup>18</sup> exigeant obligatoirement <i>des inscriptions externes</i> .
<i>Positions sur l'éthique et la technique dans la philosophie contemporaine</i>	
Gilbert Simondon (Simondon, 1989), (Simondon, 2005), (Saurin, 2017), (Simondon, 2014), (Barthélémy, 2014), (Akrich, 1993), (Ellul, 1977), (Sebbah, 2010), (Guchet, 2011)	La capacité à mettre l'utilisateur en situation de <i>technicien</i> , c'est-à-dire conscient de son rôle dans les régulations mises en place par le système technique numérique. Le dispositif technique numérique, en s'appuyant sur sa genèse programmatique symbolique, doit avoir des capacités de restitution des <i>logiques</i> qui l'habitent.
Hans Jonas (Jonas, 1998)	Capacité à faciliter la <i>pensée</i> du dispositif technique numérique en exhibant son fonctionnement, en étant un support d'apprentissage à <i>la demande</i> , en étant un support à la compréhension des régulations en jeu.
Jürgen Habermas (Cusset, 2001), (Habermas, 1999)	Capacité à assister les processus de discussion en fournissant sous forme accessible à toutes et tous les inscriptions de connaissances nécessaires pour comprendre, discuter et décider quoi faire. Capacité à <i>révéler</i> tout ce qui relève des fonctions et des régulations à l'œuvre pour une discussion <i>informée</i> . Capacité à intégrer les éléments explicatifs des

17 Ne pas agir, est ici une forme d'action *négative*, elle n'est pas passivité.

18 Heidegger réfutait le terme d'intersubjectivité (Husserl) qui laissait supposer une autonomie de chaque sujet dans la relation, pour lui préférer le « être-au-monde-avec ».

Personnalités	Capacités retenues
	décisions éthiques prises dans les dispositifs techniques numériques eux-mêmes à des fins d'appropriation et de relance de discussion si nécessaire.
Emmanuel Levinas (Fontaine, 2007), (Sebbah, 2012), (Levinas, 2000)	Capacité à supporter le <i>face à face</i> dans les relations intersubjectives.
Paul Ricœur (Ricœur, 2003), (Ricœur, 1990), (Ricœur, 2006)	S'attacher à supporter la mémoire, à rendre possible le récit de l'activité humaine et lutter contre l'oubli en exploitant les traces de l'activité comme source de construction du sens. Modifier le rapport au travail pour que le travailleur puisse exercer sa responsabilité. Supporter la compréhension de l'activité pour que le travailleur/utilisateur s'approprie et dirige d'une certaine façon les régulations à l'œuvre dans les dispositifs techniques numériques.
Francisco Varela (Varela, 2004)	Capacité à supporter les processus de <i>réflexion</i> lorsqu'il est nécessaire <i>de comprendre une situation</i> dans sa complexité technique et sociale. Capacité à supporter les processus de transformation de <i>l'expérience en connaissance inscrite</i> .
Bernard Stiegler (Stiegler, 1996), (Stiegler, 2008)	Capacité à fournir à l'utilisateur tous les moyens d'appropriation des dispositifs techniques : expérience utilisateur (UX) menant à l'auto-apprentissage du fonctionnement des dispositifs, réflexivité de l'activité dans l'environnement numérique pour soutenir la compréhension des régulations à l'œuvre, capacité à écrire-lire les inscriptions de connaissance dans les différents dispositifs de rétentions tertiaires, capacité de fournir les conditions d'une <i>attention</i> authentique et libre par l'utilisateur.
Antonio Damasio (Damasio, 2017)	Capacité à supporter les processus de compréhension de ce qui provoque un <i>sentiment</i> qu'une question éthique se pose. Faciliter les processus <i>d'étonnement, de questionnement</i> au cours de l'activité.

Tableau 1

Tableau de synthèse de l'analyse des textes philosophiques sur l'éthique et la technique

Quelles propriétés à donner aux dispositifs ? Rappelons, qu'il s'agit pour le dispositif d'être prêt à assister l'utilisateur pour qu'il soit en *capacité* de penser les questions éthiques émergentes par l'utilisation des dispositifs techniques numériques. Dans le cas général, le comportement de l'utilisateur est spontané et ne nécessite pas d'assistance particulière. Les propriétés listées ci-dessous sont celles qui permettent d'accompagner *la pensée éthique* quand la question se pose, à la manière de l'accompagnement d'un apprentissage opportuniste. La propriété I est la condition nécessaire à la propriété II.

- *Propriété I* de construction et mémorisation des connaissances de l'activité située du technicien (Simondon) en tant que rétentions tertiaires (Stiegler)
  - Sous-propriété d'observation de l'activité et de sa régulation ;
  - Sous-propriété de familiarisation/appropriation des traces d'activité ;
  - Sous-propriété d'expérience utilisateur (UX) des processus et des régulations en cours.
- *Propriété II* de soutien au processus de *discussion* sur l'activité et sa régulation
  - Sous-propriété d'assistance à la recherche de schèmes d'activité signifiants pour l'utilisateur ;

- Sous-propriété d'assistance à la délibération de la question éthique.

Nous allons illustrer dans la suite à quel point ces propriétés sont pour certaines en place ou en cours de mise en place, d'autres au stade d'expérimentation dans les laboratoires. Nous allons développer celles qui pourraient faire l'objet d'un programme de recherche ouverte et inclusive, intégrant les citoyens comme pairs de la recherche. Ces recherches ne peuvent être menées que par une implication active de la société, dans des recherches relevant des méthodes de Recherche Action Participative<sup>19</sup> par exemple. L'engagement des citoyens comme co-auteurs des recherches poursuivies est une condition de réussite des déploiements de méthodes, outils et usages dans une orientation éthique.

#### ÉTUDE DES « BONNES » PROPRIÉTÉS RECHERCHÉES

##### ***Propriété I : Construction et mémorisation des connaissances de l'action située pour le technicien (Simondon) comme rétentions tertiaires (Stiegler)***

Dans cette section, nous nous intéressons d'abord aux processus de documentarisation des fonctions codées dans les dispositifs techniques numériques comme processus de mise en forme documentaire des connaissances inscrites dans les dispositifs techniques. Nous nous intéresserons ensuite à la documentarisation de l'activité effective globale impliquant utilisateur/dispositif sur la base des traces d'activité laissées à l'occasion de leurs interactions. En effet, sans documentarisation de l'un (le code) et l'autre (l'activité), toute appropriation authentique des processus en jeu dans l'activité restera impossible, car non disponible sous une forme normée disponible pour le moment de la réflexion et de la discussion.

Rappelons que le résultat de la documentarisation est un « document » à considérer lui-même dans l'environnement technique numérique. Pour en mesurer les nombreuses dimensions, nous conseillons de consulter les ouvrages produits par le collectif Pédaque (Pédaque, 2003, 2006).

Pourquoi est-il nécessaire de disposer de nouveaux processus de documentarisation des connaissances retenues dans les dispositifs techniques numériques ?

Pour argumenter la réponse, revenons à la manière dont Barthélémy (Barthélémy, 2014) pose la question de la normativité technique selon Simondon : s'il y a une « normativité technique intrinsèque » non seulement pour le progrès technique mais aussi pour le progrès social lui-même, on ne peut la trouver ni dans un cas ni même dans l'autre au sein des seuls usages que fait l'homme des objets techniques, mais bien plutôt dans ce qui en apparence est le moins humain au sein de la technique : le fonctionnement même de l'objet. Si le fonctionnement de l'objet est le plus humain, c'est qu'il est totalement issu de l'humain et pas d'autre chose dans la nature. Simondon précise également le rôle de l'humain technicien dans l'usage de l'objet technique : *[le technicien n'est pas celui qui conçoit ou qui sert la machine, mais celui qui fournit l'information pertinente pour effectuer la régulation : « il est l'homme qui connaît les schèmes internes de fonctionnement et les organise entre eux »]*.

Dans le cas de l'usage des dispositifs techniques numériques, et pour agir en technicien, il faut donc accéder à leurs schèmes, à leur sémantique fonctionnelle participant au processus de régulation dont il est nécessaire d'être un acteur informé puisque seule habilité à fournir l'information utile à la régulation. À l'évidence, le code assurant les fonctions de l'objet technique informatique est invisible, immatériel dans l'immédiat et seulement sensible indirectement via les interactions observables. Pour permettre d'agir en technicien, il faut que les fonctions soient accessibles et intelligibles et que les interactions d'usage soient observables et puissent rendre compte des régulations engagées par le couplage système technique-humain.

Il est aujourd'hui très difficile d'accéder aux inscriptions des connaissances caractérisant les dispositifs techniques et leurs usages, alors même que les fonctions techniques ont été nécessairement décrites explicitement à un moment donné pour générer le code informatique et que les interactions sont presque toujours tracées à des fins de diagnostic-maintenance et aujourd'hui collectées massivement car considérées comme des données précieuses. La régulation du dispositif technique numérique n'est qu'indirectement visible, quand elle l'est, dans les inscriptions de connaissance citées, comme nous le verrons plus loin. Pour l'accès à ces deux grandes familles d'inscriptions de connaissance, les utilisateurs se retrouvent dans des situations très différentes : de manière simplifiée, nous distinguerons les concepteurs qui possèdent une connaissance des fonctions (normes techniques), hors contexte d'utilisation et donc sans capacité propre de régulation, les utilisateurs-non techniciens qui ne peuvent alors rien faire d'autre que servir le dispositif comme ils le peuvent<sup>20</sup>, et forcément quelque part dans le système technique constitué, des utilisateurs-techniciens, qui sont les seuls utilisateurs capables de réguler le système global selon des normes qu'ils connaissent.

Qui sont les *utilisateurs-concepteurs* ? Nous regroupons sous ce vocable les professionnels, qui modélisent le fonctionnement de composants ou/et les produisent la mise en place d'un dispositif technique numérique. Les

19 Le Labex ITEM propose un état de l'art :

[http://hal.univ-grenoble-](http://hal.univ-grenoble-alpes.fr/file/index/docid/1022115/filename/Rechercheaction_participative_collaborative_intervention_Quelles_explicitations.pdf)

[alpes.fr/file/index/docid/1022115/filename/Rechercheaction\\_participative\\_collaborative\\_intervention\\_Quelles\\_explicitations.pdf](http://hal.univ-grenoble-alpes.fr/file/index/docid/1022115/filename/Rechercheaction_participative_collaborative_intervention_Quelles_explicitations.pdf)

20 Il est sans doute significatif que l'utilisateur considère lui-même qu'il fait des *erreurs* quand les choses ne *marchent pas*, admettant qu'il est un *rouage* du système et non pas un *régulateur* de l'ensemble constitué.

utilisateurs-concepteurs ont une connaissance abstraite des fonctions intégrées dans le dispositif, des machines<sup>21</sup> qui l'animent, des types d'information attendues par les composants en interaction, mais ces utilisateurs-concepteurs ne sont pas chargés de régulation.

Qui sont les *utilisateurs non-techniciens* ? C'est possiblement n'importe quel utilisateur, lorsqu'il agit machinalement en reproduisant des actions requises par le dispositif mais ne participant pas consciemment à la régulation : il sert le dispositif après avoir été formé à le faire machinalement, en reproduisant des actions dictées par la situation.

Qui sont les *utilisateurs techniciens* ? C'est possiblement n'importe quel utilisateur, pourvu qu'il ait intégré la capacité à savoir quoi faire spontanément. Il a intégré les clés de la régulation, et assumant que c'est bien ça qu'il faut faire. Par exemple, en rédigeant ce texte avec un éditeur familial, j'agis sans y penser au niveau de la frappe, et à ce niveau je suis utilisateur-technicien, mais si je dois inclure une image trouvée sur le Web, il est possible que je ne sache pas ce qu'il faut faire pour faire bien.

De ce que nous avons indiqué précédemment, il apparaît que seul l'utilisateur-technicien est en mesure de penser la situation éthique, en toute connaissance de cause et en assumant sa responsabilité.

Le concepteur peut se révéler une source de connaissance importante pour qui souhaite devenir utilisateur-technicien et nous verrons qu'il peut jouer un rôle social très important dans les processus de gestion de la question éthique pour les dispositifs techniques numériques, que ce soit en amont en intégrant dans le design les composants permettant de faciliter l'orientation éthique du dispositif ou, au moment de la délibération, lorsqu'une question éthique posée par le dispositif émerge. Sa responsabilité serait, dans l'hypothèse retenue dans ce papier, d'avoir une éthique métier le guidant dans les processus de conception, mais il ne peut être tenu pour responsable de la régulation du dispositif.

Migrer du statut d'utilisateur simple à celui d'utilisateur-technicien nécessite un effort d'apprentissage, d'investigation et d'engagement dans la découverte de ce qui régule l'usage. Cet effort est difficile s'il reste isolé, il peut se transformer en démarche collective en rejoignant des groupes décidés à atteindre ce statut<sup>22</sup>.

Pour qu'une connaissance s'inscrive en tant que mémoire accessible sous une forme documentaire, il faut imaginer les processus de documentarisation qui le feront à partir d'inscriptions de connaissance habituellement non accessibles (code et traces). C'est l'accès à ces inscriptions de connaissances documentarisées qui permettra l'appropriation des savoirs de régulation. Cette appropriation est nécessaire pour permettre ensuite un couplage vertueux au dispositif technique numérique car capable d'adopter un comportement éthique, sans y penser, relevant d'une culture éthique partagée.

L'appropriation passe par le corps, et c'est par les interactions sensibles, par propriétés de réflexivité<sup>23</sup> sur son rôle dans le fonctionnement général et par propriétés d'affordance<sup>24</sup> authentique aux fonctions techniques mobilisées qu'elle pourra se produire.

### **Documentarisation des fonctions ?**

Les informaticiens manipulent des modèles pour concevoir les dispositifs techniques numériques. La modélisation est la base de l'activité d'ingénierie du code informatique, le génie logiciel. La production proprement dite, c'est-à-dire la reproduction des codes machine sur différentes cibles est une opération très automatisée par nature. Les étapes de génie logiciel peuvent être productrices de nombreux documents. La vérification de la correction du code généré par rapport au modèle décrit nécessite des tests. Ces tests peuvent faire l'objet d'une approche formelle, donnant lieu à des cycles confrontant modèles et traces des tests (Deransart, 2013). Cette pratique résonne avec celle qui serait utilisée par un utilisateur cherchant à se représenter le modèle du système qu'il opère à partir des traces d'interaction qui sont à sa disposition.

On pourrait croire que le processus de documentarisation est bien rodé pour les concepteurs qui utilisent des outils de génie logiciel et des plateformes de développement avec de multiples assistances. Toutefois, maintenir synchrone la documentation du modèle d'un code et le code final est très difficile et n'est mis en pratique que dans les cas de codes à haute sensibilité (sécurité des institutions, des biens et des personnes). Même si les documents existent, ils sont oubliés au moment de la génération du code machine qui ne garde aucune relation embarquée vers les modèles documentés. En général, seul le code source, générateur du code machine qui s'exécute, décrit correctement<sup>25</sup> les fonctions assurées.

---

21 Une machine est un composant du dispositif qui *reproduit* automatiquement des transformations indépendamment d'une régulation humaine.

22 Par exemple : <https://www.laquadrature.net/>

23 Réflexivité : capacité du dispositif à permettre à l'humain de mesurer l'écart entre ce qu'il attendait de l'interaction et ce qu'il obtient comme résultat de cette interaction.

24 Affordance : capacité du dispositif à fournir des moyens d'interaction et indicateur de la fonction sous-jacente.

25 *Correctement* veut dire *sans erreur*.

Un processus de documentarisation valide reposerait donc sur la disponibilité du code source et sur la capacité à l'interpréter en terme de fonctions sous une forme compréhensible par les personnes qui n'en sont pas les concepteurs. Un tel défi semble insensé... et la tâche devrait rebuter toute personne saine d'esprit !

Et pourtant, l'histoire de l'incroyable succès des micro-ordinateurs dans les années 70 rappelle que c'est parce que Apple puis IBM ont livré leurs appareils avec un manuel de montage, tous les codes sources des programmes et les schémas électriques, qu'ils se sont démocratisés et répandus dans la société (Mille, 2014). Sur tout PC de l'époque, le logiciel le plus innovant et objet de désir était l'interpréteur BASIC permettant à n'importe qui de manipuler librement les codes, de les dérouler pas à pas, de les modifier, de les créer... de devenir un *Amateur* de la technique informatique. L'apparition de VISICALC<sup>26</sup> a complété la démocratisation du calcul pour toutes et tous. On ne comptait alors pas les journaux amateurs. Tout le monde ne s'intéresse pas au code source, mais n'importe qui peut le faire.

Nouveau jalon : dès son invention en 1989<sup>27</sup>, le Web rencontre un succès fulgurant et connaît aujourd'hui un développement mondial sans précédent dans l'histoire des techniques. Remarquons que tout utilisateur d'un navigateur Web peut voir et tester le code source de la page qui s'affiche sur son écran. N'importe quel utilisateur peut y accéder et tenter de comprendre avec les outils à sa disposition.

Nous allons illustrer cette section en passant en revue quelques dispositifs socio-techniques destinés à favoriser l'accès à la connaissance des fonctions techniques et à la connaissance des régulations à l'œuvre dans l'utilisation des dispositifs techniques informatiques.

### **Le code source ouvert (Open Source)**

Les bonnes propriétés de l'Open Source sont très bien décrites dans l'ouvrage fondateur « Open Sources » (Raymond *et al.*, 2008). L'approche Open Source vaut également pour l'apprentissage, la compréhension et l'appropriation des systèmes matériels. Le succès du dispositif Arduino<sup>28</sup> par exemple, en est une illustration convaincante. L'accessibilité du code source, forme normée de représentation des connaissances encapsulées dans le code machine est une condition nécessaire pour son étude et sa ré-utilisation. Le statut de ces connaissances est actuellement ambigu. (Zimmermann, 1999) a bien posé les enjeux et les principes des licences libres. Actuellement, l'usage des licences du libre s'est étendu et les formes différentes se sont multipliées, associant aussi bien des collectifs non lucratifs que des entreprises mondiales<sup>29</sup> Il apparaît de plus en plus clair que le maintien du secret sur les codes sources est un frein au développement de dispositifs techniques numériques, en particulier s'ils devaient être orientés éthique. Pourtant, nous savons bien que, pour des raisons économiques à court terme, nombre d'entreprises et maintenant même d'universités ont tendance à vouloir protéger leur code source pour pouvoir le valoriser avec un avantage concurrentiel, et avec la conséquence de fermer la connaissance associée, ce qui semble contraire aux principes universalistes de la connaissance scientifique.

Toutefois, même si le code source est accessible, il convient d'être capable de savoir lire et écrire ces inscriptions de connaissance. Ceci pose en premier lieu la question de l'apprentissage des sciences et technologies de l'informatique que nous évoquons maintenant.

### **L'apprentissage des sciences et technologies de l'informatique**

La société française, via l'Académie des Sciences, a réalisé l'importance d'enseigner l'informatique comme science (*L'enseignement de l'informatique en France*, 2013) et les programmes intègrent maintenant ces recommandations dans les programmes. En 2018, savoir lire et écrire l'informatique est une condition reconnue pour s'inscrire dans l'activité salariée, et la reconnaissance de l'informatique comme science s'inscrit progressivement dans les programmes.

De son côté, à un rythme soutenu, le *Web* fournit d'innombrables *tutoriels* mais aussi des formations ouvertes comme les *Moocs* qui rencontrent un succès massif, en particulier lorsqu'il s'agit de connaissances *scientifiques* et particulièrement en *informatique* [Illustration 1].

Pour être un utilisateur éclairé-technicien d'un dispositif technique numérique, il faut pouvoir accéder à un apprentissage scientifique du *numérique*, condition *sine qua non* de l'appropriabilité de ces dispositifs techniques numériques. Nous considérerons par la suite que cette condition est remplie...

26 <https://fr.wikipedia.org/wiki/VisiCalc> repris ensuite sur PC avec Multiplan.

27 <https://Webfoundation.org/about/vision/history-of-the-Web/>

28 <https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>

29 [https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste\\_de\\_licences\\_libres](https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_de_licences_libres)

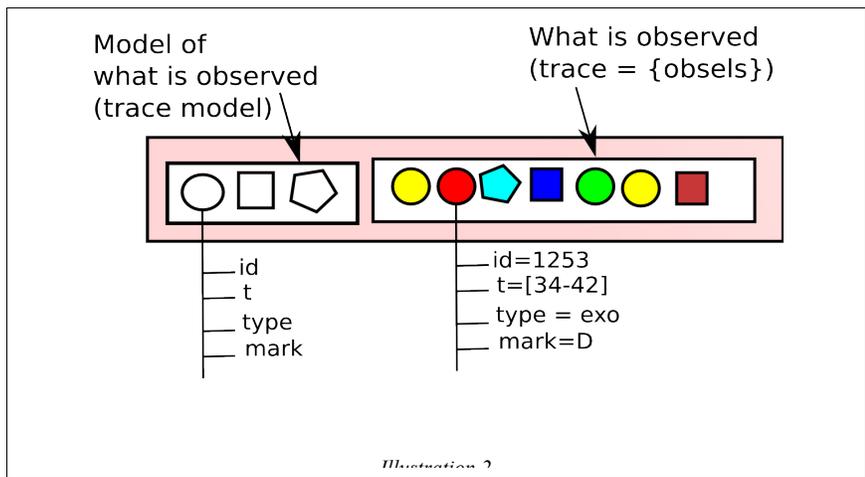


Passer de l'observation de l'activité à sa description en texte, exige un processus de grammatisation<sup>34</sup> guidé par l'échantillonnage interactif, sensible à l'humain en couplage avec le dispositif, et lui permettant d'avoir un point d'entrée vécu de la compréhension des fonctions révélées. En d'autres termes, il faut choisir la manière de raconter en texte une séquence d'interactions non textuelles (tactiles, visuelles, vocales, haptiques, ...). Le temps est intrinsèque à ce processus de grammatisation, partant de traces d'interactions temporellement situées pour décrire une activité et permettre son étude.

Yannick Prié a étudié une telle approche, illustrée par un prototype réalisé dans le cadre de la thèse de Leila Yahiaoui (Yahiaoui, 2011). Le prototype ArtDoc propose une redocumentation<sup>35</sup> en deux phases : une phase automatique pour générer un document texte initial et une phase interactive pour personnaliser ce document. Yannick Prié appuie son travail sur une approche théorique décrite dans son HDR : « Vers une phénoménologie des inscriptions numériques. Dynamique de l'activité et des structures informationnelles dans les systèmes d'interprétation ». Nous rephrasons ici la manière dont il présente son travail. Il y étudie les liens entre action, activité et inscriptions selon les théories dites post-cognitivistes de la cognition. Il y propose la notion de structure informationnelle et les instruments associés comme permettant d'articuler le monde numérique à l'activité humaine et l'activité humaine au monde numérique. Cette proposition permet de penser le côté humain de l'activité instrumentée tout en conservant le calcul et les représentations associées comme préoccupation informatique. Plusieurs applications illustrent concrètement le potentiel de l'étude et en particulier pour le support à l'awareness (au sens de *se rendre compte*), à la remémoration, à la réflexivité, à la redocumentation et au partage, ou encore à la reprise d'activité. » (Prié, 2011) Yannick Prié reprend à son compte la notion d'inscription de connaissances proposée par Bruno Bachimont. Nous partageons l'idée que le « numérique est entre ontologies et documents », sous-titre éclairant proposé par Bruno Bachimont pour son ouvrage Ingénierie des connaissances et des contenus (Bachimont, 2006).

Il faut noter que, pour « peu » que le code soit instrumenté pour fournir des points de fonction<sup>36</sup>, alors il serait possible d'articuler des traces de son exécution et des traces d'observation de l'activité telle que vécue par l'utilisateur interagissant avec le dispositif technique numérique. L'articulation des deux révélerait les mécanismes qui relient l'acteur-humain à la marionnette-automate. Cette association des deux registres reste encore un champ de recherche à explorer. Nous l'évoquerons dans la section suivante.

Disposer d'un texte pour l'investigation d'une activité est une propriété importante, mais ce texte est difficile à reformuler pour faire apparaître des schémas comportementaux. La trace d'interactions dont est issue le texte est-elle plus apte à faire apparaître ces schémas ?



34 <http://arsindustrialis.org/grammatisation>

35 Il s'agit d'une redocumentation puisqu'un processus de documentarisation a déjà fabriqué une liste de descriptions d'interactions sous une forme documentaire le plus souvent spécifique au module de traçage utilisé.

36 La notion de *point de fonction* a été imaginée pour calculer la complexité d'un logiciel au moment de son développement. Cette méthode nécessite d'identifier les *ensembles fonctionnels* ayant un sens pour l'utilisateur final. Chaque entrée et sortie d'une fonction est prise en compte, avec une pondération par la complexité intrinsèque de la fonction et le volume des données circulantes. Les modules avec beaucoup de points sont les plus importants à prendre en compte dans l'organisation du développement.

Le texte, y compris l'hyper-texte, n'est pas l'idéal pour documenter une dynamique à des fins de reproduction quasi-opérationnelle comme la simulation. Il est nécessaire de pouvoir passer d'une description semi-structurée à une description formelle, mais avec la possibilité de retour, pour ne pas oublier la nature de l'information initiale. Notre équipe de recherche propose la notion de *trace modélisée* pour tenter de répondre au défi de :

1. disposer d'un modèle de représentation de trace générique à de très nombreux contextes ;
2. définir des opérateurs de transformation sur des traces permettant de produire d'autres traces ;
3. s'assurer de pouvoir expliciter les transformations de manière récursive jusqu'à retourner à l'origine, c'est-à-dire la trace telle qu'elle a été collectée.

Nous avons défini un méta modèle de M-Trace qui spécifie comment décrire un modèle : un modèle est caractérisé par une portée temporelle<sup>37</sup>, un mode de représentation temporel<sup>38</sup>, un sujet<sup>39</sup>, les types d'obsels de la trace<sup>40</sup>, les types de relations entre obsels dans la trace<sup>41</sup>. L'ensemble d'éléments associés à la trace.

Nous proposons de nommer trace modélisée (M-Trace), une structure composée d'une partie modèle de trace et d'un ensemble d'éléments observés représentés conformément au modèle associé (Observed Elements : obsels). Nous avons défini un méta modèle de M-Trace qui spécifie comment décrire un modèle : un modèle est caractérisé par une portée temporelle<sup>42</sup>, un mode de représentation temporel, un sujet les types d'obsels de la trace, les types de relations entre obsels dans la trace. L'ensemble d'éléments associés à la trace est construit soit par un collecteur informatique lorsqu'il s'agit de ce que nous appelons par convention la trace première, soit par transformation d'une trace existante (première ou non) en trace transformée. Une opération de transformation est une fonction avec en entrée une trace existante (possiblement en train de se construire) et en sortie une trace transformée. La fonction est décrite par son code de transformation. Une opération de transformation est une reformulation de la trace source selon une interprétation particulière, un point de vue. Plusieurs travaux présentent en détail cette théorie de la trace modélisée (Champin, 2017 ; Champin, Mille, & Prié, 2013 ; Settouti, 2011). L'illustration 2 schématise la structure d'une M-Trace. L'illustration 3 montre un schéma d'interprétation de M-Trace.

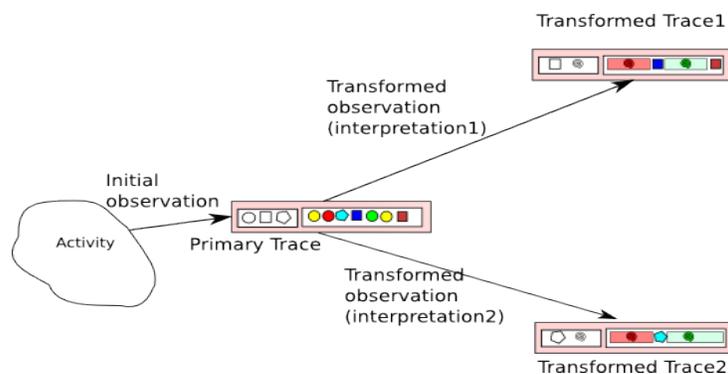


Illustration 3  
Collecte puis transformations de M-Traces

La différence essentielle entre cette approche fondée sur un méta-modèle et les nombreux modèles de traces utilisés dans différents dispositifs techniques numériques, est qu'elle propose de publier le modèle en même temps que l'instance de trace correspondante. La documentarisation du modèle y est prévue comme constituante de l'objet,

37 Portée temporelle : situe temporellement le début et la fin de la trace. La manière de l'exprimer dépend de la représentation du temps choisi.

38 La représentation du temps peut être : ordre d'arrivée, date relative, date absolue, intervalles (en dates relatives ou absolues) pour chaque obsel.

39 Le *sujet* est une identification de *qui* est observé pendant *une* activité où il interagit (sujet individuel ou collectif).

40 Un *type* d'obsel implique un type de représentation en mémoire (par exemple une liste de couples variables-valeurs, avec des variables typées de manière plus conventionnelle en informatique).

41 Le métamodèle des M-Trace permet d'établir des *relations* entre obsels. Chaque relation doit être typée et une *sémantique* peut éventuellement lui être attribuée. Une relation est donc une sorte de *propriété* dont la valeur est un autre obsel. La relation peut posséder une sémantique et donc autoriser un mode inférentiel.

42 Dans les travaux menés, le code de transformation peut-être sous la forme d'une requête SPARQL, d'un automate, d'une expression logique ou encore d'une requête SQL.

et permet donc de prendre en compte une grande diversité de descriptions, mais avec l'assurance d'en avoir les clés d'interprétation, et en exprimant spécifiquement qu'il s'agit de traces d'interaction dans une activité. Le lecteur intéressé par une étude de différents systèmes de traçage, pourra consulter (Marty & Mille, 2009) rassemblant des travaux sur l'usage des traces d'interaction dans le domaine de l'apprentissage humain, domaine exploitant les traces depuis longtemps pour élaborer des indicateurs sur l'activité d'apprentissage. Des collègues du Mans proposent un langage de modélisation UTL (Usage Tracking Language) (Choquet & IKSAL, 2007) ayant des objectifs similaires à la démarche M-Trace.

### **Gérer une base de traces d'interaction à des fins de documentarisation d'une activité médiée par un dispositif technique numériquement**

Si une trace d'interaction est un objet informatique, alors il peut être géré en collection, dans une bibliothèque de traces, forme de rétention tertiaire<sup>43</sup> inédite puisque permettant de documenter et explorer les activités telles qu'elles ont été tracées pour les interroger.

À notre connaissance, il n'existe pas d'autre initiative que celle développée dans notre équipe de recherche pour concevoir un tel dispositif de Système de Gestion de Base de Traces modélisées (SGBTm)<sup>44</sup>, que l'on peut rapprocher de la notion de système de gestion de base de données (SGBD). Nous allons présenter le principe de ce système en contexte d'utilisation par un agent alter-ego destiné à l'assistance de l'utilisateur dans la tâche de compréhension réflexive de son activité, tâche nécessaire dans une démarche de réflexion éthique. L'illustration 4 permet de comprendre l'importance d'un tel SGBT :

1. Les interactions sont collectées pour construire une trace première. Cette collecte peut être prévue par conception ou être un effet de bord des nombreuses instrumentations collectant des informations lors d'une activité médiée par un environnement informatique, en particulier lorsqu'il s'agit d'interactions médiées par un navigateur Web ou une application Web.
2. Le Système de Gestion de Base de Traces modélisées, est un environnement proposant des méthodes standards pour :
  - a) collecter dynamiquement, en temps réel ou par chargement, des traces d'interaction. Le modèle de trace de départ peut être très simple et éventuellement sans sémantique supplémentaire aux types habituels en informatique (entiers, réels, caractères, ...). Il sera possible de construire des modèles (d'interprétation) de traces plus complexes par les transformations de trace ;
  - b) exécuter et garder trace des transformations sur les traces demandées via des requêtes. Le SGBT gère la genèse de chaque trace transformée. Il est ainsi possible de naviguer dans le graphe de traces transformées constituées par les M-Traces en relation par des transformations documentées. Une trace première peut ainsi être à la racine de un ou plusieurs graphes de transformation. On peut voir une transformation comme une réinterprétation de la trace, comme l'a bien montré Pierre-Antoine Champin dans son document d'HDR (Champin, 2017) ;
  - c) la mémoire des traces (rétention tertiaire) peut, et sans aucun doute, doit, être indépendante des environnements propriétaires des applications utilisées.

La notion d'agent *alter ego* est proposée pour signifier la capacité réflexive augmentée, mais aussi les capacités d'altérité tout court. L'agent alter ego ne doit pas poser de problème difficile d'appropriation par l'utilisateur, et il y a un champ très important de recherche à ce niveau, en particulier dans le domaine de l'expérience partagée utilisateur (Shared User eXperience) (Belin, Prié & Tabard, 2014). En effet, une trace d'interaction personnelle, concerne les autres, et ne peut en aucun cas donner l'équivalent d'un droit de propriété exclusif, permettant par exemple de vendre ses traces au plus offrant. Par définition, l'autre est dans l'interaction et l'activité n'est que très rarement strictement individuelle.

---

43 La notion de *rétention tertiaire* a été proposée par Bernard Stiegler comme forme de ce que l'on *retient* : primaire : sélection dans le passé immédiat ; secondaire : ce qui est gardé à plus long terme ; tertiaire : sédimentation consciente ou inconsciente accumulée au cours des générations, formant une individuation collective.

44 L'ensemble des éléments permettant de créer sa plateforme SGBTm est disponible sur le GitHub de l'équipe : <https://projet.liris.cnrs.fr/sbt-dev/tbs/doku.php/tools:ktbs>

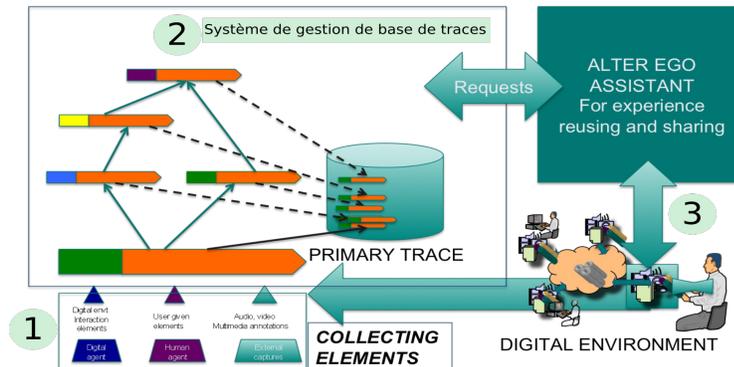


Illustration 4

Illustration de l'usage d'un SGBT pour l'assistance à l'exploration de l'activité. 1) la trace première est collectée essentiellement via des sondes dans les programmes, mais peuvent également comporter des informations fournies par l'utilisateur sous forme de texte (mots-clés, commentaires, liens vers des identificateurs de documents, ou des documents (audio, vidéo, multimédia). L'objectif des ajouts volontaires est de donner du contexte non directement technique à l'activité tracée. 2) Les traces sont gérées par un SGBT, via des requêtes, à la manière d'un SGBD. 3) L'assistant AlterEgo accompagne l'utilisateur pour rendre faciles les opérations d'exploration, d'interprétation, de transformation, de visualisation, d'échanges, etc. concernant les traces d'activité.

### Documentarisation synthétique et computationnelle de la trace d'interactions : automates

La notion de trace formelle ne sera pas plus détaillée dans cet article, mais on peut intuitivement voir qu'il existe une dualité entre traces et automates, objet de travaux théoriques approfondis. Le lecteur intéressé pourra consulter l'ouvrage *The Book of Traces* (Diekert & Rozenberg, 1995) qui étudie les liens entre traces et théorie du langage formel, combinatoire, théorie des graphes, l'algèbre, logique et théorie des systèmes concurrents. À partir de la trace d'exécution d'un dispositif de type automate, et à condition d'avoir à disposition des traces suffisamment nombreuses et variées, il devrait être possible de reconstituer l'automate qui aurait pu générer ces traces. Corollaire, la description d'un automate permet d'envisager de générer toutes les traces qu'il pourrait produire (voir l'automate de l'illustration 6 correspondant aux traces de l'illustration 5).

Id	Traces
1	Start, Get Ready, Travel by Train, Conference Starts, Ask Question, Join Guided Tour, Join Dinner, Go Home, Travel by Train, End
2	Start, Get Ready, Travel by Car, Conference Starts, Give a Talk, Ask Question, Ask Question, Ask Question, Ask Question, Join Guided Tour, Join Dinner, Go Home, Pay for Parking, Travel by Car, End
3	Start, Get Ready, Travel by Train, Conference Starts, Give a Talk, Ask Question, Join Guided Tour, Join Dinner, Go Home, Travel by Train, End
4	Start, Get Ready, Travel by Car, Conference Starts, Give a Talk, Join Guided Tour, Join Dinner, Go Home, Pay for Parking, Travel by Car, End
5	Start, Get Ready, Travel by Train, Conference Starts, Give a Talk, Join Guided Tour, Join Dinner, Go Home, Travel by Train, End
6	Start, Get Ready, Travel by Car, Conference Starts, Join Guided Tour, Join Dinner, Go Home, Pay for Parking, Travel by Car, End

Illustration 5

Un jeu de traces d'activité à un niveau de transformation terminologique pour un observateur humain.

L'idée de résumer les traces d'interaction sous une forme compacte et mathématique est intéressante car permet de décrire potentiellement des dispositifs complexes sous la forme de graphes, forme mathématique se prêtant au calcul,

mais aussi à la visualisation efficace du fonctionnement du dispositif. Un dispositif d'apprentissage de l'automate à partir de traces d'interaction est similaire aux approches défendues par Yannick Prié (voir supra), mais au lieu d'aboutir à un texte, il aboutit à un automate co-construit avec l'humain observateur de l'activité. L'interaction avec l'humain permet de diriger l'algorithme d'apprentissage pendant son exécution, en fournissant à l'observateur de l'activité la capacité d'intervenir pour l'orienter avec ses propres connaissances. Mais comment cela est-il possible ? Pour y parvenir, il faut ouvrir l'algorithme et y repérer ce qui peut faire sens pour l'observateur dans les variables utilisées pour orienter l'algorithme d'apprentissage. Qu'est-ce qui fait sens pour l'observateur dans un tel algorithme ? Les seules choses qui font sens immédiat pour lui sont les informations symboliques familières, c'est-à-dire représentées sous la forme vécue pendant l'interaction, et accumulées sous une forme reconnaissable dans les variables d'accumulation de

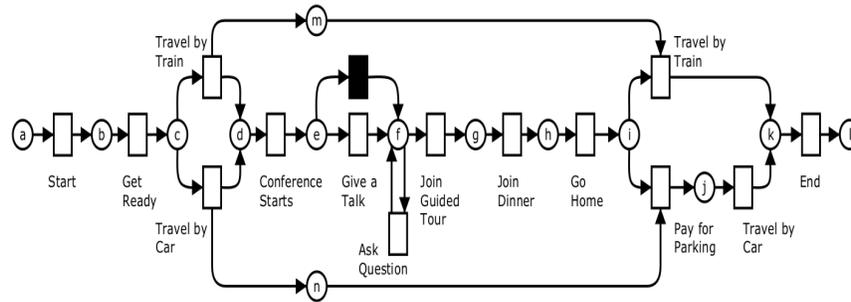


Illustration 6  
Un réseau de Pétri correspondant aux traces de l'illustration 5

l'algorithme. Les variables d'accumulation correspondent à des regroupements qui vont se raffiner jusqu'à arriver à une stabilité ou à l'épuisement des données disponibles. À titre d'exemple, l'illustration 7 présente l'interface proposée à l'observateur interagissant avec un dispositif de synthèse d'automate à partir de traces (de conduite automobile dans la situation présentée) développé dans notre équipe de recherche (Mathern, 2012 ; Mathern, Mille & Bellet, 2012).

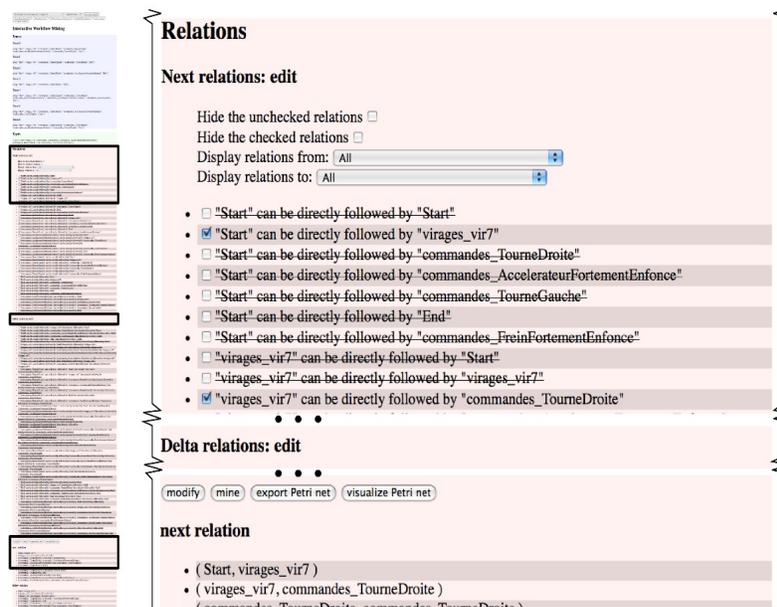


Illustration 7

Interface du prototype de synthèse interactive d'automates à partir de traces. À gauche on voit le défilement des échanges interactifs entre le dispositif d'apprentissage et l'observateur des traces. A chaque discrétisation du processus de fouille, les accumulations sont présentées sous forme d'une abstraction potentielle, en texte ici, que l'observateur va confirmer, infirmer ou informer, c'est-à-dire ajouter quelque chose qu'il sait et qui va orienter la suite de l'algorithme.

La construction interactive de l'automate en co-opération interactive modifie radicalement le schéma des processus de découverte de connaissance. Dans le cas habituel, les experts de la fouille règlent les modules d'apprentissage pour obtenir des résultats. Dans le cas que nous défendons pour assister les processus de réflexion et de discussion éthique,

l'utilisateur intervient à chaque étape du cycle dans le registre qui est le sien, celui de l'activité telle qu'il la vit.

On objectera naturellement que la technicité du dispositif est telle qu'elle est inaccessible à tout un chacun. Nous ne nous attendons pas à ce que tout le monde acquière les capacités à manipuler de tels dispositifs, mais, par exemple, les collectifs citoyens pourront s'organiser pour que les amateurs de fouille (Buitinck *et al.*, 2013) de leur groupe soient les médiateurs de ces étapes techniques, en restant des acteurs informés lors des délibérations éthiques<sup>45</sup>. C'est précisément dans ces conditions que chercheurs, concepteurs et utilisateurs-techniciens peuvent former des groupes d'étude très efficaces et productifs.

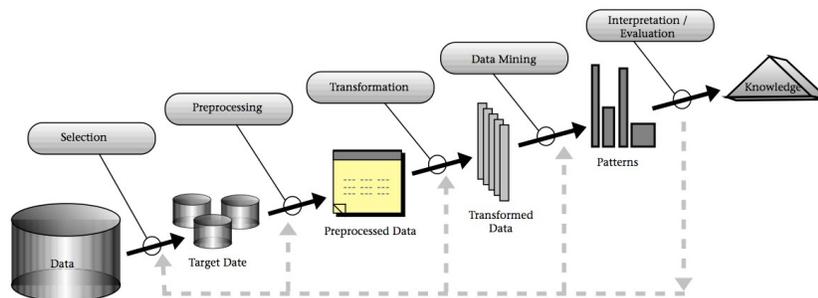


Illustration 8

Cycle classique de découverte de connaissances (Fayyad, Piatetsky-Shapiro & Smyth, 1996) Les boucles sont sur les réglages des modules qui s'enchaînent. Les réglages s'expriment dans le vocabulaire de l'expert en fouille. L'utilisateur n'a une vision du résultat de la fouille qu'à la toute fin.

### Documentarisation : le cas d'usage des techniques de l'intelligence artificielle

Dans l'introduction, nous avons souligné que les intelligences artificielles actuelles peuvent être des algorithmes classiques mais remplissant une tâche cognitive. Toutefois, les agents robotiques, les agents cognitifs les plus discutés actuellement exploitent également des techniques d'intelligence artificielle, discipline qui depuis son origine se pose la question de la représentation des connaissances.

Il n'est pas question de faire un panorama de l'intelligence artificielle, le lecteur intéressé pourra consulter le très bon article wikipedia History of artificial intelligence<sup>46</sup>. Nous proposons de découper grossièrement en trois catégories et un focus particulier, les dispositifs exploitant l'intelligence artificielle :

1. Le type historique *cognitiviste* : l'intelligence artificielle comme capacité à résoudre des problèmes. Une méthode générale peu efficace mais valable pour n'importe quel problème consisterait à atteindre un état satisfaisant un but en utilisant des opérateurs faisant passer d'un état à un autre, à partir d'un état initial donné. La solution est constituée par une liste d'opérateurs constituant le chemin permettant d'atteindre un état satisfaisant. L'algorithme est exponentiel et il n'est pas certain que l'on puisse savoir qu'il n'y a pas de solution. L'expert humain n'essaie pas tout ! Pour aller vite, il utiliserait des heuristiques<sup>47</sup>, des chemins rapides découverts à partir de connaissances qu'il a sur le problème. Les premiers systèmes experts efficaces sont donc construits à partir des connaissances des experts humains et permettant de construire une heuristique efficace (un chemin court) pour une classe de problèmes. Un système expert utilise un moteur d'inférence, c'est à dire un automate fondé sur l'inférence, une liste de faits – axiomes ou théorèmes – et une liste de règles permettant de déduire logiquement des faits d'autres faits déjà connus. Les systèmes experts répondent très bien à la propriété de documentarisation des connaissances puisqu'ils sont par nature explicatifs et documentés en texte (règles et faits) et en graphe de raisonnement (l'ensemble organisé des règles appliquées). Seul le moteur d'inférence est en code non accessible et les algorithmes correspondant sont connus. Il est possible de demander à un système expert pourquoi il fournit telle ou telle réponse à une requête : la trace du raisonnement avec faits utilisés, règles sélectionnées et faits produits.

45 On notera avec intérêt l'initiative prise par l'INRIA de produire dans le libre les codes de découvertes de connaissances : <https://scikit-learn.fondation-inria.fr/>

46 [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_artificial\\_intelligence](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence)

47 Une heuristique, en psychologie, est une suite courte d'opérations simples pour résoudre un problème complexe.

2. Le type *description ontologique* du monde : Il garde plusieurs des propriétés des systèmes experts et s'est développé après le célèbre article d'Alan Newel qui a inventé la notion du *niveau connaissance* (Newell, 1982). C'est une idée forte proposant de distinguer la notion de connaissance de celle de son utilisation pour la résolution d'un problème particulier. Le niveau connaissance se distingue alors du niveau opérationnel. La réalisation d'un système à base de connaissances est alors une question d'ingénierie séparée (Schreiber *et al.*, 1994) Il devient possible d'établir des encyclopédies de connaissances, organisées selon des relations typées par des prédicats associés à tel ou tel type de mode inférentiel. Ces encyclopédies ou plutôt référentiels sont actuellement très utilisées pour caractériser telle ou telle information disponible sur le Web et former ce qui est appelé maintenant le Web sémantique (Lee, Hendler & Lassila, 2011). Ça marche toutefois assez bien lorsqu'il y a un processus de construction collaboratif de ces connaissances dans un collectif, et l'ontologie construite devient le référentiel de ce collectif. Il s'agit d'inscriptions formelles de connaissances au sens de Bachimont. L'ontologie est terminologique et peut être construite de manière semi-automatique à partir de corpus de textes (documents, échanges textuels, ...)<sup>48</sup>.
3. Le type non symbolique : Il ne s'appuie ni sur un principe de représentation des connaissances ni sur un raisonnement logique. Nous avons évoqué cette branche de l'IA dans la première partie en citant Dreyfus et Brooks. Cette branche de l'IA ne considère pas le modèle du cerveau traitant de l'information en suivant un raisonnement, mais comme un système dynamique où la cognition émerge et se structure en permanence. On peut distinguer plusieurs branches : les réseaux neuronaux artificiels ré-inventés en 1982 et que le lecteur pourra découvrir dans la très pédagogique introduction de (Touzet, 2016) , les réseaux d'agents réactifs/intelligence collective pour lesquels la référence d'introduction reste Jacques Ferber (Ferber, 1995), les mécanismes d'apprentissage autonome par renforcement, par motivation intrinsèque, par curiosité avec par exemple les travaux de (Oudeyer, Gottlieb & Lopes, 2016) ou de manière plus confidentielle, les travaux d'apprentissage interactionnel (Gay, Mille, Georgeon, & Dutech, 2017) etc. Comment se situent-ils vis-à-vis de la propriété attendue de documentarisation ? On peut distinguer plusieurs cas :
  1. Les agents des systèmes multi-agents réactifs sont construits avec un minimum de connaissances préalables, ne portant si possible que sur les capacités d'interactions simples de l'agent et d'un spectre de comportements limités. Une intelligence collective émerge, à certaines conditions, de l'activité coopérative d'agents réactifs. Des capacités de résolution de problèmes complexes par une organisation dynamique montrent une alternative à la démarche d'inférence. Seul un observateur extérieur peut rapporter le comportement formulé comme stratégie et tactique, inaccessibles à chaque individu, de l'intelligence collective. Le comportement global n'est pas accessible à l'auto-documentation.
  2. Les systèmes multi-agents cognitifs, sont des organisations mettant en relation des agents possédant une expertise et contribuant avec d'autres experts pour une tâche globale. Ces systèmes ont de bonnes propriétés explicatives et communiquent via des messages symboliques interprétables.
  3. Les agents cognitifs apprenants font l'objet des recherches les plus récentes. L'apprentissage démarre à partir de presque rien et n'a pas de problème spécifique à résoudre. Seules une motivation intrinsèque, ou un principe homéostatique sont utilisées. La motivation intrinsèque permet d'apprendre des structures cognitives "satisfaisantes" tandis que le principe homéostatique cherche à rester autour d'un équilibre interne donné. Là aussi, seul un observateur peut rendre compte des capacités cognitives constatées en plongeant l'agent dans des environnements différents. L'apprentissage de capacités d'auto-documentation pour s'expliquer à l'humain est un programme de recherche encore peu exploré.
  4. Le cas du Deep Learning, algorithmes vedettes de l'IA actuelle : il est difficile de ne pas considérer cet algorithme comme un phénomène actuel de l'Intelligence Artificielle. Ses performances impressionnent et il est utilisé dans des contextes de plus en plus nombreux (par exemple pour l'apprentissage des agents autonomes) et pas uniquement pour classer des images, des sons, des situations de jeu, ce qu'il fait très bien. Le principe est connu depuis longtemps puisqu'il s'agit d'un réseau de neurones assez classique, mais doté d'un nombre élevé de couches pour permettre une phase de regroupement d'éléments très simples au départ (typiquement des pixels) par descente de gradients, jusqu'à arriver à une couche de classification terminale classique. Les rétroactions sont réglées pour corriger les regroupements jusqu'à la réussite de la classification. C'est sensible aux réglages des modules de fouille, qui se déroulent selon le schéma de l'illustration 8. Il nécessite des *masses de données*, sous la forme d'échantillons étiquetés. Si le classifieur, ainsi appris et validé à la dernière étape du cycle, ne se trompe que très rarement, il serait difficile, actuellement impossible affirme Stéphane Mallat, d'expliquer pourquoi il classe ainsi ou non<sup>49</sup>. Yann Le Cun<sup>50</sup> espère toutefois qu'il est peut-être possible de fournir des explications en montrant le chemin

48 [https://en.wikipedia.org/wiki/Ontology\\_learning](https://en.wikipedia.org/wiki/Ontology_learning) consulté le 11/10/2018

49 Voir l'excellent cours inaugural au collège de France par Stéphane Mallat <https://www.college-de-france.fr/site/stephane-mallat/inaugural-lecture-2018-01-11-18h00.htm>

50 Leçon inaugurale complémentaire de celle de Stéphane Mallat par Yann LeCun <https://www.college-de-france.fr/site/yann-lecun/inaugural-lecture->

parcouru par les fragments initiaux de l'élément dans les regroupements intermédiaires, à condition d'arriver à les nommer. Ceci reviendrait alors à ouvrir l'algorithme pour en révéler le fonctionnement de classement, mais pas encore le fonctionnement d'apprentissage.

La propriété de documentarisation d'un système technique est une condition nécessaire mais pas suffisante pour qu'une orientation éthique se dégage lors de l'utilisation. Pour qu'un utilisateur puisse être amené à réfléchir à son activité médiée, à la penser, il est nécessaire que l'interface interactionnel qui permet le couplage en système technique numérique, offre des facilités pour identifier quelle est l'activité effectivement en place. Nous allons dans la section suivante évoquer les propriétés de base attendues pour offrir non seulement une possibilité mais un encouragement à la réflexion.

### ***Propriété II : Soutien au processus de discussion sur l'activité et sa régulation***

Des dispositifs techniques numériques ont été imaginés pour *spécifiquement* faciliter les processus de *discussion*<sup>51</sup>. Implicitement, nous pouvons dire que les dispositifs techniques numériques destinés à la collaboration facilitent aussi la discussion, et nous en citerons quelques-uns. Mais nous pouvons noter que si l'offre est assez large, aucun d'eux, à notre connaissance, ne permet de *discuter la manière dont la discussion se passe*. Le dispositif technique numérique obéit à un modèle générique de ce qu'est un processus de collaboration/discussion, mais :

1. il n'est pas sûr que ce modèle soit très clair pour tout le monde et surtout,
2. la collaboration/discussion effective sera une spécialisation de ce modèle générique.

Le processus de mise en place de cette spécialisation est imprévisible, les pratiques se mettant en place sans formalisation explicite la plupart du temps. Il est très difficile de capitaliser sur cette mise en place pour en tirer des leçons pour d'autres discussions et souvent les forums de comparaison d'outils collaboratifs sont difficiles à exploiter car les avis sont parfois diamétralement opposés selon la mise en place réalisée. Réaliser quelle est l'activité en cours est nécessaire pour se la représenter et en comprendre les régulations. Dans cette deuxième partie, nous allons donc d'une part nous intéresser aux qualités de réflexivité et d'affordance que les dispositifs techniques numériques devraient posséder pour que cette considération explicite de l'activité puisse se construire dans l'utilisation même, et d'autre part nous évoquerons les possibilités alors ouvertes pour assister les processus d'appropriation des mécanismes à l'œuvre dans l'usage des dispositifs techniques numériques pour des activités pouvant faire émerger des questions éthiques.

Cette partie mériterait un état de l'art sur les théories de l'adaptation à de nouveaux modes d'organisations d'activité particulièrement étudiées dans le domaine des sciences de gestion (De Vaujany, 2006 ; Dourish, 2003 ; Hussenot, 2009 ; Millerand, 2002). Ces travaux démontrent l'importance du processus d'appropriation pour l'engagement des utilisateurs dans leurs activités. La grande différence est que les activités étudiées ne sont pas discutables par les utilisateurs. Les utilisateurs servent alors des processus dont ils ne sont pas les techniciens, aurait dit Simondon. Ces travaux sur l'adaptation étudient spécifiquement les workflows<sup>52</sup>. Ces travaux partent souvent de la question de l'adaptation des utilisateurs à de nouveaux modes d'organisation du travail, ils démontrent que la question n'est pas l'adaptation mais la très difficile *appropriation* de ces processus. Parmi ces travaux, nous retenons plus particulièrement ceux de Paul Dourish (Lindtner, Anderson, & Dourish, 2012) qui démontre que les questions culturelles doivent trouver leur place dans les processus d'appropriation, plutôt que de les représenter sous forme de variables d'un profil utilisateur.

### **Importance des qualités de réflexivité et d'affordance dans les dispositifs techniques numériques**

Tout système interactionnel numérique possède un niveau minimal de réflexivité pour que l'utilisateur réalise dans quelle interaction il est engagé. L'illustration la plus simple est le caractère qui s'affiche sur l'écran quand on appuie sur une touche d'un clavier. L'utilisateur considère l'écho de sa frappe comme une confirmation que l'interaction élémentaire de frappe a réussi<sup>53</sup>. Si le terminal tarde à afficher l'écho, une certaine inquiétude s'installe chez l'utilisateur. La recherche sur les interactions homme-machine est très active<sup>54</sup>, et c'est dans ce cadre que Winograd (Winograd, 1993), cité dans la première partie, place l'essentiel de son message sur la conception des systèmes informatiques. Lors de la conférence CHI 2018 (Computer Human Interaction), un article intitulé *The Dark (Patterns)*<sup>55</sup> Side of UX Design (Gray, Kou, Battles, Hoggatt & Toombs, 2018) étudie les différentes classes de

2016-02-04-18h00.htm

51 Voir par exemple la palette d'outils participatifs de <https://cap-collectif.com/>

52 Nous gardons le terme *workflow* pour désigner la manière dont se déroule une activité au travail, il n'y pas de terme strictement équivalent en langue française à notre connaissance.

53 C'est ainsi que l'on réalise que son clavier est mis en correspondance avec la langue anglaise (disposition qwerty) alors que sa gravure est française (disposition azerty) par exemple. À la surprise succède le sentiment de ne pas savoir comment résoudre la question posée !

54 La dernière conférence à Montréal a réuni 3372 participants. La prochaine conférence <https://chi2019.acm.org/> est à Glasgow.

55 La notion de *Dark Patterns* est bien connue des Web designers : <https://darkpatterns.org/> illustre une série impressionnante de *schémas « noirs »*, le plus souvent utilisés par les entreprises du GAFAM.

patterns d'interaction mis en œuvre dans l'objectif de favoriser l'actionnaire au détriment de l'utilisateur : le « nagging », façon de revenir plusieurs fois à la charge pour obtenir un comportement attendu<sup>56</sup> ; l'obstruction qui consiste à gêner volontairement la tâche en cours pour obtenir un comportement attendu<sup>57</sup> ; le « sneaking » qui consiste à cacher volontairement des informations dans un processus pour obtenir un plus grand bénéfice<sup>58</sup> ; l'interférence d'interface qui consiste à introduire dans l'interaction des éléments affordants qui n'ont rien à voir avec l'activité de l'utilisateur<sup>59</sup> et aussi l'action forcée qui consiste à forcer l'utilisateur à une action inutile pour ce qu'il souhaite faire mais obligatoire pour y parvenir. Il existe heureusement aussi des collections de *user friendly patterns* publiés par exemple sur le site de la fondation Interaction Design<sup>60</sup>. Lors de la recherche dans la littérature, nous n'avons pas identifié de travaux spécifiquement consacrés à la conception d'interaction dans le but d'accompagner les moments de réflexion et de délibération sur une question, éthique par exemple, à l'initiative de l'utilisateur. Les utilisateurs montrent un intérêt à le faire en cherchant des explications sur les forums et des discussions s'y tiennent qui sont sources de connaissance pour beaucoup d'autres. Spontanément, pour illustrer leur situation, les utilisateurs font des copies d'écran, produisent des extraits de journaux d'événements, fournissent des informations contextuelles en suivant les conseils d'autres utilisateurs plus techniciens qu'eux, et rentrent ainsi dans les coulisses du dispositif technique numérique concerné.

Ce comportement sur les forum montre que la réflexivité sur l'activité ne peut pas se réduire à une réflexivité sur l'interaction immédiate, et concerne aussi l'activité dans le temps, mobilisant les fonctions techniques et situées dans un contexte social, en relation avec les autres utilisateurs. Dourish a été l'un des premiers à pointer l'importance ce ce type de réflexivité, pour le développement de systèmes de Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (Computer Supported Cooperative Work) (Dourish, 1995) Il proposait une façon de concevoir un environnement qui puisse s'adapter à la réalité du travail collaboratif tel qu'il se mettait en place effectivement. Pour y parvenir, il proposait l'utilisation d'une approche meta-objet, permettant de modifier le modèle d'un comportement dynamiquement à l'exécution, en fonction des besoins de l'utilisateur. Le langage utilisé MOP CLOS (Meta Object Protocol Common Lisp Object System)<sup>61</sup>, est un langage développé dans le cadre des techniques d'intelligence artificielle pour la représentation dynamique des connaissances.

Pour illustrer notre propos, et sans revendication d'exhaustivité, nous allons distinguer quelques grandes catégories de situations à prendre en compte :

Le cadre d'une activité individuelle médiée numériquement : par activité individuelle, nous indiquons simplement que l'activité ne suppose pas de relations directes avec d'autres personnes. Elle se déroule, pour sa plus grande part, en interaction avec un dispositif technique numérique. À titre d'exemple, l'écriture de cet article avec le logiciel Libre Office et à l'aide de Zotero est une activité individuelle médiée numériquement. Mais il peut s'agir aussi d'une recherche sur le Web en utilisant un dispositif de navigation sur Internet pour y trouver des contenus Web, avec lesquels on va interagir éventuellement également.

*Catégorie1.* Le cadre d'une activité collective médiée numériquement : l'activité mobilise plusieurs personnes qui utilisent différents média numériques pour leur activité collective : Web, espaces partagés, courriel, téléphone<sup>62</sup>... Il s'agit du cadre le plus souvent rencontré aujourd'hui. Les dispositifs techniques numériques interagissent presque toujours via des *terminaux* numériques : ordinateur, micro-ordinateur, tablette, téléphone, objet connecté... L'expérience de l'utilisateur se construit sur la base des interactions vécues avec le terminal. Ceci nécessite réflexivité et affordance : la réflexivité immédiate dans l'activité de production documentaire est parfois moins évidente que dans la catégorie 1, mais les dispositifs de production collaborative de documents tentent de se rapprocher du Wysiwyg. Le lecteur a sans doute utilisé déjà un "GoogleDoc" ou un "Framapad" par exemple. Des normes de fait se mettent en place progressivement pour représenter les autres, avec des affordances, des évidences d'usage variées. Des formes de traces d'activité apparaissent puisqu'il faut révéler les contributions des uns et des autres. Les traces d'activité sont riches en types d'interactions considérées comme intéressantes et incluent des informations temporellement situées, impliquant les collaborateurs représentés par leur identificateur.

*Catégorie2.* Le cadre d'une activité collective assistée numériquement : le dispositif technique numérique est conçu pour assister des tâches correspondant à un modèle prédéfini. On ne compte plus les dispositifs de ce type, en particulier dans le cadre de l'économie « collaborative ». Ces dispositifs sont conçus selon des modèles d'activité soit :

56 Par exemple, revenir à la charge sous différentes formes pour proposer de passer à l'abonnement *Premium* sur une plateforme Web.

57 Un exemple donné dans l'article est Apple IOS 6, qui modifie aléatoirement les procédures pour décocher la *tracking* option mise *par défaut* par le constructeur, rendant l'opération difficile à trouver.

58 Un exemple est de cacher jusqu'à la toute fin et sous une forme peu visible, le prix d'expédition d'un produit.

59 Un exemple est d'insérer dans un formulaire un champ non nécessaire avec une mise en évidence très attractive (couleur, curseur positionné, ...).

60 <https://www.interaction-design.org/literature/article/10-great-sites-for-ui-design-patterns>

61 <https://www.cliki.net/MOP> Consulté le 27 septembre 2018

62 Il ne s'agit pas du *téléphone* en tant que *terminal numérique* qui offre des possibilités fonctionnelles similaires à celles d'un micro-ordinateur. Il s'agit du médium de communication *téléphonique* : *se parler au téléphone*, mais en laissant une trace numérique d'usage.

1. *non choisis* par les « collaborateurs »<sup>63</sup>, y compris en contrôlant qu'ils se comportent conformément aux attentes de la plateforme de collaboration sur la base d'indicateurs à respecter ;
2. *choisis* par les « collaborateurs » en paramétrant eux-mêmes une plateforme générique<sup>64</sup> qui rassemble les fonctions utiles pour l'activité collective. Dans ce scénario, c'est nécessairement en tant qu'utilisateurs-techniciens que les collaborateurs organisent l'usage de la plateforme en la spécialisant à leur cas.

En réalité, si ces activités correspondent à des types différents, leurs *micromondes* sont interconnectés : le document que j'écris seul (catégorie 1), sera mis à disposition sur une plateforme de partage Google (catégorie 2) et référencé dans un Framateam (catégorie 3) dans le cadre d'une activité plus générale de préparation éditoriale par exemple. On s'aperçoit alors que toute activité pourrait ressortir à la catégorie 3. Lorsque Google se mêle d'assister l'utilisateur dans son activité, sa plateforme passe alors de la catégorie 2 à la catégorie 3 dans la variante *non choisie* : on attribue d'ailleurs à Eric Schmidt, son président, la déclaration : « Je pense que la plupart des gens n'ont pas envie que Google réponde à leurs questions. Ils veulent que Google leur dise ce qu'ils devront faire par la suite. »<sup>65</sup>. Lorsqu'un collectif décide d'organiser l'utilisation de ses espaces partagés avec un outil comme Framateam<sup>66</sup>, alors on bascule aussi dans une activité de catégorie 3, mais cette fois-ci dans la variante *choisie*. C'est dans cette catégorie 3 qu'il est le plus nécessaire de disposer d'une assistance orientée éthique. Nous garderons ce contexte dans la suite de cette section.

Pour faciliter la lecture des scénarios qui vont suivre, résumons notre propos :

- *Un dispositif technique numérique n'est pas éthique ou non éthique par nature. Il doit permettre à l'utilisateur de s'approprier son fonctionnement pour apprendre à savoir quoi faire quand son attention est attirée sur une question éthique qui le concerne. Le dispositif technique numérique doit être orientée éthique pour qu'il y parvienne.*
- *Les conditions nécessaires (non suffisantes) sont : documentarisation des fonctions et des processus d'activité (éducation, auto-documentation, outils de rétention tertiaires associés) et réflexivité et affordance des dispositifs conçus.*

Nous avons choisi des scénarios issus de travaux de recherche de notre équipe. Une étude du potentiel d'usage des traces a été réalisé par Magali Beldame et cette recherche (Ollagnier-Beldame, 2011b) présentait 4 usages d'utilisation des traces d'activité pour faciliter l'adaptation de l'environnement informatique. Dans (Ollagnier-Beldame, 2011a), la manière dont la trace réflexive participe à la construction du sens est démontrée lors d'une activité conjointe. Le travail de revue de littérature et de l'état de l'offre des plateformes ne m'a pas permis d'identifier encore des dispositifs techniques numériques qui s'intéresseraient explicitement à fournir, de manière générique, une réflexivité utilisateur *augmentée* par les traces d'interaction.

Les dispositifs présentés ici ne sont pas des solutions directes à la question traitée dans cet article, mais des scénarios de la faisabilité technique et organisationnelle d'une approche réflexive et impliquant l'utilisateur comme utilisateur-technicien. La discussion sera l'occasion de situer l'usage de cette capacité technique dans le mouvement vers la conception de dispositifs techniques numériques orientés éthique.

### **Scénario 1 : Assistance dans le domaine d'une communauté de pratique en entreprise.**

Le projet choisi pour ce scénario, piloté par une entreprise, a été financé sur des fonds ANR<sup>67</sup>. Les utilisateurs de la communauté, une grande entreprise, avaient à disposition une interface réflexive de leur activité à partir de traces modélisées, pour enrichir un environnement de travail collaboratif, assistant la gestion de contenus : circuits de validation, avancement de production documentaire,... Un zoom de la trace visualisée et interactive est présenté dans l'illustration 9.

63 Il s'agit des modèles utilisés dans le monde de l'entreprise : du Business Process Management (BPM) au Business Activity Monitoring (BAM), mais aussi des modèles de l'économie « collaborative » du type Mechanical Turk <https://www.mturk.com/> ou UBER <https://www.uber.com/fr/fr/>. Consulté le 22 septembre 2018

64 Il existe une offre large visant les entreprises, voir par exemple <https://www.appvizer.fr/collaboration> consulté le 22 septembre 2018

65 <https://www.journaldunet.com/ebusiness/le-net/1142653-15-declarations-insolites-d-eric-schmidt-president-de-google/>, consulté le 25 septembre 2018

66 <http://framateam.org> est basé sur le logiciel ouvert <https://mattermost.com/>

67 <https://anr.fr/Projet-ANR-06-TLOG-0016>

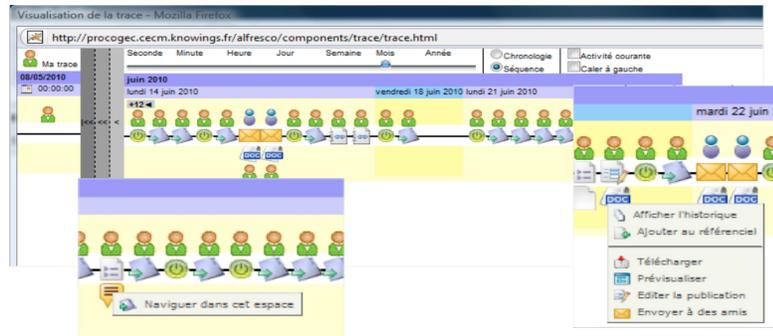


Illustration 9

Interface de navigation et exploration Projet ANR Procogec (Cram, Mathern & Mille, 2011)

Les utilisateurs ont à leur disposition les fonctions *orientées appropriation de l'activité* suivantes :

- Navigation temporelle dans la trace, avec différents niveaux de regroupement (schèmes) d'activité.
- Navigation *transversale* par les objets documentaires échangés (documents, mails, ...) avec les autres utilisateurs.
- Documentarisation des traces d'activité pour l'intégrer dans des productions documentaires.
- Assistance à *voir* l'activité selon les *modèles métiers*. Il s'agit de la façon *normée* de réaliser l'activité. Les modèles sont nommés, et visibles concrètement en terme d'activité réellement mise en place.
- Assistance à découvrir des schèmes d'activité qui émergent dans la réalité des pratiques. Ceci est particulièrement utile lorsqu'un groupe se constitue et doit rapidement trouver *ses bonnes pratiques*.

Les tests effectués par les utilisateurs montrent leur intérêt pour une telle approche avec deux raisons principales : aide à l'apprentissage croisé de l'utilisation du dispositif et aide à la co-opération pour décider des routines métiers à mettre en place. Le système de découverte de modèles à partir des traces a été validé pour ses capacités de découverte de connaissance, mais pas étudié dans sa dimension d'expérience utilisateur (UX).

## Scénario 2 : Assistance à l'activité d'apprentissage humain

Lors d'une mission du CNRS sur le phénomène des Moocs (2014)<sup>68</sup>, notre équipe a réalisé l'instrumentation d'un dispositif technique numérique de type Mooc, fournissant à tout utilisateur la possibilité de réguler le traçage de son activité, et de discuter la sémantique des indicateurs utilisés<sup>69</sup>.

Cette expérience a permis d'observer les deux « bonnes propriétés » qui seraient très utiles pour un dispositif technique numérique et que nous défendons ici comme nécessaires pour en orienter l'éthique d'utilisation :

- Appropriation par l'utilisateur du processus de traçage
  - démarrage, suspension, reprise et arrêt de traçage sous son contrôle ;
  - choix de ce qui doit être tracé sur son terminal pour une activité donnée : les apprenants choisissent souvent de tracer l'accès à des ressources autres que celles offertes par la plateforme MOOC<sup>70</sup> ;
  - stockage dans un environnement privé ;
  - visualisation interactive en temps réel, avec un effet de réflexivité de l'activité dans le temps et dans l'espace :
    - de ses interactions vécues dont il a l'expérience action-perception ;
    - des actions de la plateforme, non vécues par lui mais révélées en proximité visuelle de ses propres interactions et fournissant des clés du fonctionnement interne ;
  - mise en forme configurable : symboles, couleurs, champs textes...
- Encapacitation pour explorer, interroger et exploiter ses traces :

68 <https://projet.liris.cnrs.fr/coatcnrs/wiki/doku.php>

69 Ce travail a été invité pour présentation au MIT : <https://prezi.com/zyuf8wzkonwe/observing-a-learning-activity/>

70 Plateforme Claroline Connect : <https://www.claroline.net/>

- un outil d'analyse des traces selon des modèles configurables,
- un outil de gestion d'indicateurs partagés dans un « store », permettant d'accéder aux modèles des indicateurs, et d'y déposer les siens propres, développés avec l'outil de conception (backoffice). Les indicateurs sont affichés dans l'environnement d'apprentissage (frontoffice). L'apprenant a accès au backoffice et au frontoffice.

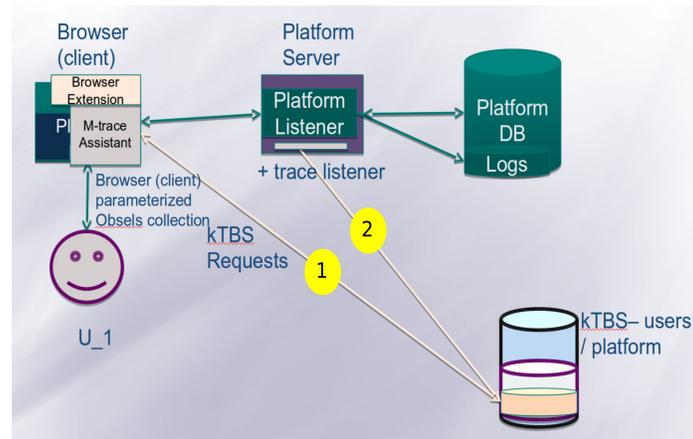


Illustration 10

L'architecture de Trace-Me intègre le fait que la trace d'activité est gérée par l'utilisateur et rassemble 1) ce qu'il souhaite observer à un moment donné sur son poste de travail (interactions vécues) et 2) par un « contrat » avec la plateforme, ce qui est tracé sur la plateforme (interactions techniques non vécues). Le SGBT (kTBS) est sur un support sous le contrôle de l'utilisateur (terminal personnel ou serveur en accès réservé pour lui).

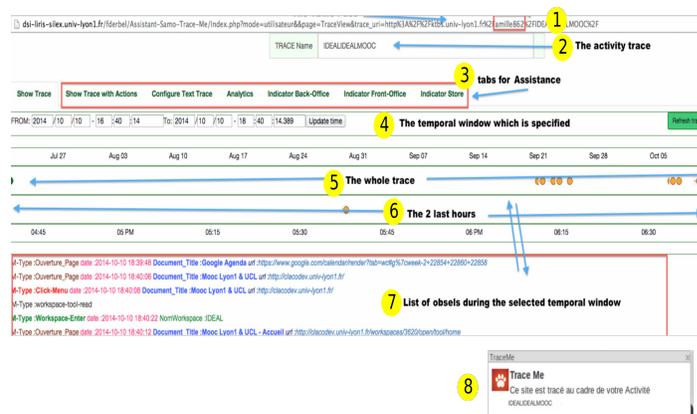


Illustration 11

L'interface principale de l'instrumentation (temps réel) Trace-Me : 1) L'URL de la trace en cours est affichée. Elle est gérée sur un site personnel de l'utilisateur ; 2) L'activité a été nommée par l'utilisateur. La trace est celle de cette activité, pas celle de toute activité ; 3) le menu des assistants avec les outils de configuration et de conception pour n'importe quel utilisateur ; 4) l'intervalle de temps d'affichage détaillé de la trace ; 5) et 6) un affichage graphique symbolique (configurable) sous forme de ligne de temps ; 7) la trace sous forme de texte pour une accessibilité facile (configurable) ; 8) à tout moment, une fenêtre indique si une trace est en cours et quelle activité est concernée.

Ce dispositif a été testé lors de formations Mooc et pendant une école d'été du CNRS<sup>71</sup>. Les plateformes de MOOC sont en réalité peu utilisées comme espace de travail collectif. Les apprenants utilisent massivement les outils génériques du Web qu'ils connaissent pour travailler ensemble. L'articulation entre plateforme et autres outils n'est pas assurée en général et l'instrumentation que nous avons proposée comble cette lacune par une extension de gestion d'activité privée fondée sur les traces modélisées. Nous invitons les personnes intéressées par d'autres scénarios à consulter les publications de l'équipe TWEAK du LIRIS<sup>72</sup>.

## DISCUSSION

Cette contribution concerne ce que nous avons choisi d'appeler *dispositif technique numérique* : dispositif car ne pouvant se résumer à une *machine* ou *outil* mais s'intégrant dans une organisation générale, technique car prolongeant l'humain dans sa conception même et numérique car cette spécificité change le rapport que l'humain entretient avec la technique. C'est le numérique du Web et de l'Intelligence Artificielle qui est concerné dans cet article, car s'invitant dans les activités cognitives, secteur jusqu'à présent réputé difficile à automatiser. La société s'empare de la question éthique que soulève une telle orientation et, dans les médias, au sein de comités de réflexion, dans la réglementation se déclinent des avis, des projections, des protections provoquant des débats partisans. La question est posée largement aujourd'hui aussi bien au niveau national (Villani, 2018), européen (Groupe Européen D'Éthique des Sciences et des Nouvelles Technologies, 2018) qu'international (IEEE Public Discussion, 2019)<sup>73</sup>. Il ne s'agit pas ici de lancer une alerte de plus, mais de contribuer à éclairer cette question comme chercheur en intelligence artificielle mais aussi comme citoyen de la connaissance.

Nous avons d'abord pris le temps d'interroger la philosophie pour rappeler deux choses : 1) l'éthique est une question principale traitée par les philosophes pour donner du *sens* à la vie, 2) l'éthique ne prend du sens que pour les humains qui s'interrogent réflexivement et s'organisent collectivement pour savoir répondre aux questions éthiques qui se posent.

Parmi toutes les voix écoutées, nous avons mis en évidence celles de Gilbert Simondon (Simondon, 2014) dans le contexte de la philosophie contemporaine marquée par la phénoménologie. En suivant Bernard Stiegler dans ses intuitions et Bruno Bachimont pour ce qui concerne plus particulièrement la notion d'inscriptions de connaissances, nous avons choisi d'étudier comment il serait possible pour les dispositifs techniques numériques de fournir le remède au poison qu'il peut lui-même diffuser. Deux autres choix étaient possibles : 1) considérer que les dispositifs techniques numériques sont *neutres*, ce qui était jusqu'à maintenant la *doxa* de la *modernité*, mais que l'orientation cognitive des applications actuelles du numérique a ébranlé. Les thuriféraires du transhumanisme annoncent même une *singularité* dans l'évolution de l'homme reposant sur des dispositifs *augmentant* les capacités cognitives de l'homme, en promettant, mais sans dire comment, d'étudier les questions éthiques posées<sup>74</sup> ; 2) les dispositifs techniques numériques seraient toxiques par construction. Cette posture s'étend d'ailleurs aux dispositifs techniques en général et Bernard Stiegler rappelle que Socrate considérait l'écriture comme une technique éloignant l'homme de la vérité. La technique est *humaine* par construction, donc la technique ne peut pas être aliénante pour un *utilisateur-technicien* mais peut facilement l'être s'il n'est pas possible à l'utilisateur quelconque de devenir technicien. Nous insistons sur ce fait pour montrer qu'elle peut l'être en effet, du fait d'une *oligarchie de la connaissance technique et scientifique* qui s'en emparerait pour *asservir* les autres, c'est-à-dire en leur demandant de *servir* les dispositifs. Même dans une société idéale, l'aliénation de l'humain par la machine est un risque important, mais pas une fatalité. La posture que nous prenons semble alors raisonnable pour envisager une société reconnaissant l'humain dans la technique et sachant *vivre* ainsi. *Vivre* la technique semble être une sorte de contradiction, mais pourtant c'est ainsi que nous vivons *couplés* à la nature via les techniques humaines. Un couplage harmonieux serait la démonstration de la *sagesse* acquise par l'expérience du monde réel construite par nos interactions aujourd'hui souvent médiées par des dispositifs techniques numériques. Nous en concluons donc une responsabilité que l'on pourrait qualifier de *méta-éthique* de penser les dispositifs techniques numériques comme devant être *orientés éthique*.

Cette réflexion sur les postures philosophiques, nous a amené ensuite à étudier les *bonnes propriétés* à donner aux dispositifs techniques numériques assurant des fonctions cognitives pour *soutenir* la gestion des situations de rupture d'activité quand l'utilisateur est *appelé* à *réfléchir* à l'éthique directe ou indirecte de l'activité telle qu'elle est médiée par le dispositif technique numérique. Concrètement, nous souhaitons étudier les conditions qui permettent à un utilisateur de tels dispositifs d'en être *technicien*, d'être ce que nous avons décidé d'appeler, nous inspirant du terme de Simondon un *utilisateur-technicien*.

À quoi reconnaît-on un utilisateur-technicien ? C'est celui ou celle qui démontre une intégration immédiate, illustrée par ses interactions avec le dispositif technique numérique : il a le sentiment d'agir *comme il faut* sans y

71 Les ateliers et conférences de l'école d'été sont disponibles sur [https://clarolineconnect.univ-lyon1.fr/icap\\_blog/593#/](https://clarolineconnect.univ-lyon1.fr/icap_blog/593#/)

72 <https://liris.cnrs.fr/equipe/tweak>

73 On peut aussi visiter l'intéressant dossier du New-York Times sur les données personnelles : <https://www.nytimes.com/interactive/2019/opinion/internet-privacy-project.html>

74 L'article de wikipédia nous semble bien poser la question du transhumanisme : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Transhumanisme>

réfléchir. Il démontre une forme de *sagesse* et son comportement est spontanément *bien-veillant*, ne posant pas de question éthique jusqu'à ce qu'une surprise dans le déroulement ne provoque justement réflexion.

Est-ce qu'il est possible pour un utilisateur-technicien de développer cette *sagesse* au niveau de complexité actuel des dispositifs techniques numériques, juste en les utilisant, par sa seule expérience, sans assistance ? On ne peut évidemment garantir une appropriation naturelle compte tenu de la dynamique même des dispositifs techniques numériques et la réponse à la question est sans aucun doute NON.

Comme, nous ne pouvons pas nous contenter d'un tel constat qui conduirait à renoncer à la technique comme il semble que ce soit la conclusion de personnalités comme Ellul (Ellul, 1977) il apparaît raisonnable de faire en sorte que les activités médiées par des dispositifs techniques numériques facilitent l'identification et la réflexion sur une question éthique qu'ils poseraient, par de bonnes propriétés propres à accompagner le processus éthique propre de l'homme.

Pour sortir de l'apparente impasse, nous proposons de reformuler autrement les choses : certes l'utilisateur-technicien ne peut pas atteindre *seul* le statut de *sage* dans un univers intégrant la technique numérique, mais il doit 1) pouvoir *s'alerter* d'un comportement qu'il ressent comme *non éthique*, 2) pouvoir *réfléchir* à la *réalité* du comportement ressenti et 3) pouvoir co-construire *collectivement* un comportement éthique. Il ne s'agit plus de *tout comprendre*, mais de pouvoir *tout interroger* quand il est nécessaire d'élaborer un nouveau *savoir quoi faire*.

Les bonnes propriétés retenues sont formulées de la manière suivante :

- Construction et mémorisation des connaissances de l'action située pour le technicien (Simondon) comme rétentions tertiaires (Stiegler).
- Soutien au processus de *discussion* sur l'activité et sa régulation.

Nous avons détaillé la première propriété qui mobilise largement au-delà de la technique numérique. Il s'agit en effet de savoir *lire et écrire* les inscriptions de connaissance encapsulées comme rétentions tertiaires dans les dispositifs techniques numériques. Cette *alphabétisation* ne garantit toutefois pas de *l'illettrisme* si les rétentions tertiaires ne sont pas *accessibles par n'importe qui*. Les rétentions tertiaires contenant les inscriptions de connaissance nécessaires sont principalement le *code informatique* (les fonctions) et *les traces gardées pendant les interactions* de l'activité dans toute sa possible complexité. Nous avons étudié un certain nombre de conditions de *documentarisation* de ces rétentions tertiaires pour les ramener dans le *registre* humain de l'écriture-lecture, via une reformulation en texte ou sous des formes normées, possibles à découvrir par apprentissage et à s'appropriier par expérience.

La seconde propriété de soutien à la discussion sur l'activité et la régulation, a été très peu étudiée dans la littérature des sciences informatiques. Nous avons l'intention d'imaginer comment les idées d'Habermas pourraient s'appliquer à ce niveau, mais l'étude n'est pas suffisamment avancée pour s'y risquer. Nous avons traité cette partie en pointant les qualités nécessaires à donner au dispositif technique numérique pour que la bonne propriété recherchée se développe, mais nous n'avons pas trouvé encore de travaux spécifiques sur cette question. Toutefois, pour rendre plus concret ce que pourrait être un dispositif soutenant la discussion sur l'activité et sa régulation, nous avons choisis deux scénarios dans les travaux de notre équipe de recherche : dans le domaine de la gestion des connaissances dans l'entreprise et plus récemment, dans le domaine de l'appropriation d'une activité d'apprentissage humain lors de l'usage des Moocs. Ces scénarios ont pour seul objectif de rendre *visible* ce qui est habituellement caché dans les dispositifs, et de montrer quels types d'interaction pourraient être développés par les concepteurs et designers pour imaginer les dispositifs techniques numériques *orientés éthique* qui nous semblent indispensables.

La mise en œuvre d'un objet informatique *trace modélisée* introduit une nouvelle complexité dans la description des dispositifs techniques numériques et les interactions possibles avec cet objet pour soutenir une délibération éthique ne sont pas clairs immédiatement. Nous pensons que cet objet est un médiateur potentiel de discussion éthique pour plusieurs raisons issues de nos observations des usages interactifs de la trace modélisée. Une observation jamais démentie dans notre propre expérience est la compréhension *immédiate* de ce que peut représenter cette trace si elle est *immédiatement* sensible lors de l'interaction. Un objet que l'on ne peut pas observer d'une manière ou d'une autre dans sa création, son développement, ses transformations aura beau avoir de bonnes propriétés techniques, il ne pourra pas être *approprié* par l'utilisateur et encore moins servir d'outil *d'appropriation* disponible pour une délibération d'identification des régulations à l'œuvre. Dans toutes les mises en œuvre observées, l'apparition évidente dans l'environnement de la trace en train de se former n'a posé aucun problème aux utilisateurs pour en comprendre l'origine et faire le rapport entre ce qui est tracé et sa propre activité : il y a simultanément de l'interaction et de l'apparition de la trace d'interaction. Souvent même, si la trace venait à s'immobiliser alors que l'interaction continuait, l'utilisateur suspectait un problème et recommençait son interaction. La *forme* donnée à la trace a fait l'objet de quelques travaux dans le domaine de l'expérience utilisateur (UX), mais sans programme de recherche vraiment associé. Quelques éléments sont retenus pour faciliter l'appropriation de l'objet par l'utilisateur : évidence de l'objet informatique médium de l'interaction (bouton, image, ascenseur, lien, ...) sous forme d'une icône familière et non spécifique à la trace, évidence du *temps* ou/et de *l'espace*, évidence que l'on peut interagir avec l'objet trace lui-

même. C'est l'affordance à exploiter les fonctions techniques possibles d'une trace et en premier lieu sa transformation-interprétation, qui est la plus difficile à imaginer sans impliquer l'utilisateur lui-même. Un programme de recherche orienté sur l'expérience utilisateur serait nécessaire pour orienter le design de cette affordance. Dans les mises en œuvre des applications d'illustration, la trace a toujours été un support de debriefing et de reformulation entre les acteurs de l'interaction : pour la gestion des connaissances dans l'entreprise, il s'agissait de co-construire les motifs d'activité collaborative ; pour l'apprentissage humain, il s'agissait de co-construire les indicateurs d'apprentissage entre acteurs de l'activité d'apprentissage et en particulier avec les apprenants presque toujours écartés de ces délibérations ; pour la supervision d'activités complexes, il s'agissait de co-construire des modes de supervision associant les opérateurs de terrain et les experts de production. Ces constats ne sont pas des démonstrations et ne remplacent pas un programme de recherche mais méritent sans doute d'être cités dans cette discussion. Ils fournissent des hypothèses à investiguer pour étudier ce que pourraient être des fonctions d'assistance à la délibération éthique : revenir sur l'expérience, rejouer des situations avec de nouvelles façons de poursuivre, identifier des motifs signatures de questions éthiques connues et en faciliter la résolution, etc. Les technologies du Web et de l'IA pourraient être spécifiquement étudiées pour fournir les fonctions techniques nécessaires à ces processus délibératifs. Toutefois, nous ne ferions à nouveau que repousser un peu le problème : s'il n'y a pas d'organisation claire d'espaces et de temps de délibération, alors l'assistance n'aurait pas beaucoup de sens.

Nous voudrions donc terminer cette contribution par un appel à développer des programmes de recherche spécifiques, inclusifs de la société pour penser, concevoir et expérimenter ensemble des dispositifs techniques numériques pensés orientés éthique. Par exemple, il serait intéressant d'exploiter les possibilités de travail collaboratif disponible en Open Source et/ou en Logiciel Libre comme terrains d'investigation et d'expérimentation de processus et outils permettant de mettre en place une délibération éthique dans des conditions claires de documentation, de récit du processus délibératif et des schémas d'assistance à mettre en place pour en faciliter l'intégration dans les dispositifs techniques numériques. Il n'est pas évident pour les seuls concepteurs et designers de *penser* ces dispositifs. Il convient d'associer chercheurs, concepteurs, designers et, surtout, utilisateurs motivés à devenir utilisateurs-techniciens. Aujourd'hui ce sont les responsables du marketing qui *prescrivent* les dispositifs. Ils doivent intégrer ce mouvement, en changeant de posture si c'est possible, en *pensant* les dispositifs pour qu'ils deviennent intéressants pour la vie. Par intéressants *pour la vie*, nous voulons dire que l'humain doit pouvoir développer une éthique garantissant les conditions du *bien vivre*. Il est possible que ce qui est esquissé dans cette contribution semble *impossible* à réussir, et pourtant nous affirmons qu'il n'est pas possible que ce soit impossible.

## RÉFÉRENCES

- Akrich, M. (1993). Les formes de la médiation technique, *Réseaux*, 87-98.
- Aristote [Traduction Tricot 1959]. *Éthique à Nicomaque*, 2014. Consulté à l'adresse <https://philosophie.cegeptr.qc.ca/wp-content/documents/éthique-à-Nicomaque.pdf>
- Bachimont, B. (2006). *Ingénierie des connaissances et des contenus : le numérique entre ontologies et documents*. Paris, Hermès-Lavoisier.
- Bachimont, B. (2010). Le sens de la technique : le numérique et le calcul. Paris, Encre Marine/Les Belles Lettres, À présent.
- Barthélémy, J.-H. (2014). *Simondon*. Paris, Les Belles Lettres, coll. Figures du savoir.
- Belin, A., Prié, Y. & Tabard, A. (2014). Supporting the development of digital skills. *Digital Intelligence*. Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01084738/>
- Buitinck, L., Louppe, G., Blondel, M., Pedregosa, F., Mueller, A., Grisel, O., ... & Varoquaux, G. (2013). API design for machine learning software: experiences from the scikit-learn project. *ArXiv:1309.0238 [Cs]*. Consulté à l'adresse <http://arxiv.org/abs/1309.0238>
- Champin, P.-A. (2017). *Empowering Ambivalence – Supporting multiple interpretations in knowledge-based systems*. Habilitation à Diriger les Recherches, Informatique. Université Claude Bernard-Lyon I, Lyon.
- Champin, P.-A., Mille, A. & Prié, Y. (2013). Vers des traces numériques comme objets informatiques de premier niveau. *Intellectica*, (59), 171-204.
- Choquet, C. & Iksal, S. (2007). Modélisation et construction de traces d'utilisation d'une activité d'apprentissage : une approche langage pour la réingénierie d'un EIAH. *Revue Sticef.org*, 14, 24.
- Cram, D., Mathern, B. & Mille, A. (2011). A complete chronicle discovery approach: application to activity analysis. *Expert Systems*, 4(29), 321-346. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0394.2011.00591.x>
- Cusset, Y. (2001). *Habermas L'espoir de la discussion*. Paris, Michalon, Le bien commun
- Damasio, A. (2017). *L'ordre étrange des choses*. Paris, Odile Jacob.
- De Vaujany, F.-X. (2006). Pour une théorie de l'appropriation des outils de gestion : vers un dépassement de l'opposition conception-usage. *Management & Avenir*, 9(3), 109. <https://doi.org/10.3917/mav.009.0109>
- Deransart, P. (2013). De l'objet trace en génie logiciel. *Intellectica*, 59(1), 33.
- Diekert, V. & Rozenberg, G. (éds.). (1995). *The Book of Traces*. Singapore River Edge (N.J.), World Scientific cop.
- Dourish, P. (1995). Developing a reflective model of collaborative systems. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 2(1), 40-63.
- Dourish, P. (2003). The appropriation of interactive technologies: Some lessons from placeless documents. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 12(4), 465-490.
- Dreyfus, H.L. (1979). *What Computers Can't do: a Critique of Artificial Reason*. New-York : Harper and Row. Second edition.
- Dupuy, J.P., Hountondji, P.J., Rouanet, S.P. & Scarantino, L. M. (2004). *Philosophie, science et éthique; 2004* (Rapport UNESCO

- N° Première journée internationale de la philosophie, table ronde; p. 77).
- Ellul, J. (1977). *Le système technicien*. Paris, Calmann-Lévy, Liberté de l'Esprit.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). The KDD Process for Extracting Useful Knowledge from Volumes of Data. *Communications of the ACM*, 39(11), 27-34.
- Ferber, J. (1995). *Les systèmes multi-agents : vers une intelligence collective*. InterEditions, Informatique Intelligence Artificielle.
- Ferrarello, S. (2007). L'idée de science éthique et ses implications dans le cadre de la science phénoménologique. *Études Phénoménologiques*, (8), 23.
- Feuerhahn, W. (2011). Un tournant neurocognitivist en phénoménologie ? Sur l'acclimatation des neurosciences dans le paysage philosophique français. *Revue d'Histoire des Sciences Humaines*, 25(2), 59. <https://doi.org/10.3917/rhsh.025.0059>
- Fontaine, P. (2007). *Emmanuel Levinas (1906-1995) Présentation générale de sa philosophie*. Consulté à l'adresse <http://melies.ac-versailles.fr/projet-europe/telecharge-levinas.wmv>
- Frère, B. (2007). Max Scheler et la phénoménologie française. *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, 132(2), 177. <https://doi.org/10.3917/rphi.072.0177>
- Gay, S., Mille, A., Georgeon, O. L. & Dutech, A. (2017). Autonomous construction and exploitation of a spatial memory by a self-motivated agent. *Cognitive Systems Research*, 41, 1-35. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2016.07.004>
- Genard, J.-L. (2013). De la capacité, de la compétence, de l'empowerment, repenser l'anthropologie de la participation. *Politique et Sociétés*, 32(1), 43. <https://doi.org/10.7202/1018720ar>
- Gray, C. M., Kou, Y., Battles, B., Hoggatt, J. & Toombs, A.L. (2018). The Dark (Patterns) Side of UX Design. *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '18*, 114. <https://doi.org/10.1145/3173574.3174108>
- Groupe Européen D'Éthique des Sciences et des Nouvelles Technologies. (2018). *L'intelligence artificielle, la robotique et les systèmes « autonomes »* (p. 25) [Déclaration Européenne]. Consulté à l'adresse Commission Européenne website : [https://ec.europa.eu/research/ege/pdf/ege\\_ai\\_statement\\_2018\\_fr.pdf](https://ec.europa.eu/research/ege/pdf/ege_ai_statement_2018_fr.pdf)
- Guchet, X. (2011). Les technosciences : essai de définition. *Philonsorbonne*, (5), 83-95. <https://doi.org/10.4000/philonsorbonne.348>
- Habermas, J. (1999). *De l'éthique de la discussion*. Paris, Flammarion, Champs Essais.
- Ho, A.D., Chuang, I., Reich, J., Coleman, C.A., Whitehill, J., Northcutt, C.G., ... & Petersen, R. (2015). HarvardX and MITx: Two Years of Open Online Courses Fall 2012-Summer 2014. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2586847>
- Hussenot, A. (2009). Manager l'appropriation des solutions TIC : des controverses aux modes d'appropriation. *Systèmes d'information & management*, 14(2), 65. <https://doi.org/10.3917/sim.092.0065>
- IEEE Public Discussion. (2019). *ETHICALLY ALIGNED DESIGN: A vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomously and Intelligent Systems* (p.266). Consulté à l'adresse IEEE Avancing Technology for Humanity website: [https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead\\_v2.pdf](https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/ead_v2.pdf)
- Jonas, H. (1998). *Le principe responsabilité : une éthique pour la civilisation technologique* (Vol. 1). Paris, Flammarion, Champs.
- Kant, E. (1797). *Anthropologie du point de vue pragmatique* (Traduction Michel Foucault). Paris, Vrin.
- Lallemand, J.-D. (2012). *L'éthique cartésienne de la pensée* (Philosophie). Université de Bourgogne.
- Lao Tseu. (2008). *Tao Te King, un voyage illustré*. (Traduction Stephen Mitchell). L'Hay-les-Roses, Synchronique Éditions.
- Lee, T.B., Hendler, J. & Lassila, O. (2011). The semantic Web. *Scientific American*, 284(5).
- L'enseignement de l'informatique en France* [Rapport de l'Académie des Sciences]. (2013). Consulté à l'adresse [http://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/rads\\_0513.pdf](http://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/rads_0513.pdf)
- Levinas, E. (2000). *Totalité et infini Essai sur l'extériorité*. Paris, Le livre de Poche.
- Lindtner, S., Anderson, K., & Dourish, P. (2012). Cultural appropriation: information technologies as sites of transnational imagination. *Proceedings of the ACM 2012 Conference on Computer Supported Cooperative Work – CSCW '12*, 77. <https://doi.org/10.1145/2145204.2145220>
- Lord, B. (2010). *Spinoza's Ethics: an Edinburgh Philosophical Guide*. Edinburgh University Press, Philosophical Guides Series.
- Marty, J.-C. & Mille, A. (2009). *Analyse de traces et personnalisation des EIAH*. Paris, Hermès.
- Mathern, B. (2012). *Découverte interactive de connaissances à partir de traces d'activité: Synthèse d'automates pour l'analyse et la modélisation de l'activité de conduite automobile*. Thèse de doctorat Informatique, Université Claude Bernard-Lyon I. Consulté à l'adresse <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00864865/>
- Mathern, B., Mille, A. & Bellet, T. (2012). Rendre interactive la découverte d'automates à partir de traces d'activités. *IC 2011, 22èmes Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances*, 689-704. Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00746732/>
- Melle, U. (2001). La théorie husserlienne du jugement. *Revue Philosophique de Louvain*, 99(4), 683-714.
- Mille, A. (2006). Raisonner à partir de l'expérience tracée. In E. Soulier (éd.), *Le story telling: concepts, outils et applications*. Paris, Hermès-Lavoisier.
- Mille, A. (2014). D'internet au web. In M. Vitali-Rosati & M.E. Sinatra (éds), *Parcours Numériques. Pratiques de l'édition numérique*. Les Presses de l'Université de Montréal, pp. 7-11. Consulté à l'adresse <http://www.parcoursnumeriques-pum.ca/d-internet-au-web>
- Millerand, F. (2002). *La dimension cognitive de l'appropriation des artefacts communicationnels. Internet: nouvel espace citoyen*. Paris, L'Harmattan, pp. 181-203.
- Moreau, D. (2004). Heidegger et la question de l'éthique : la construction d'un interdit. *Horizons philosophiques*, 14(2), 1. <https://doi.org/10.7202/801261ar>
- Nadeau, C. (2010). *Montaigne contre l'éthique de la vertu*. In *Études montaignistes* (Vol. 1-58, pp.173-187). <https://doi.org/10.15122/isbn.978-2-8124-4512-5.p.0173>
- Newell, A. (1982). The Knowledge Level. *Artificial Intelligence*, (18), 87-127.
- Ollagnier-Beldame, M. (2011a). Les traces numériques dans les activités conjointes : leviers de la construction du sens. *Journal of Human Mediated Interactions (RIHM)*, 11(2), 1-23.
- Ollagnier-Beldame, M. (2011b). The use of digital traces: a promising basis for the design of adapted information systems?

- International Journal on Computer Science and Information Systems, Special Issue « Users and Informations Systems », 6(2), 24-45. <https://doi.org/hal-00669019>*
- Oudeyer, P.-Y., Gottlieb, J. & Lopes, M. (2016). Intrinsic motivation, curiosity, and learning. *Progress in Brain Research*, Vol. 229, 257-284. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.05.005>
- Pédauque, R.T. (2003). *Document : forme, signe et médium, les re-formulations du numérique*. [https://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic\\_00000511](https://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00000511).
- Pédauque, R.T. (2006). *Le document à la lumière du numérique*. Caen: C&F éditions.
- Platon. *La République, Livre VII*. (Traduction Chambry, 2018 (wikisource). Consulté à l'adresse [https://fr.wikisource.org/wiki/La\\_République\\_\(trad.\\_Chambry\)/Livre\\_VII](https://fr.wikisource.org/wiki/La_République_(trad._Chambry)/Livre_VII)
- Prié, Y. (2011). *Vers une phénoménologie des inscriptions numériques. Dynamique de l'activité et des structures informationnelles dans les systèmes d'interprétation*. Habilitation à Diriger les Recherches, Informatique. Université Claude Bernard Lyon 1, Villeurbanne.
- Raymond, E.S., McKusick, M.K., Bradner, S., Stallman, R., Tiemann, M., Vixie, P., ... & Walton, S. (2008). *Open Sources : Voices from the Open Source Revolution* (C. DiBona, S. Ockman, & M. Stone, eds.). Consulté à l'adresse <https://smaldone.com.ar/documentos/libros/opensources.pdf>
- Ricoeur, P. (1990). *Soi-même comme un autre*. Paris: Éditions du Seuil, L'Ordre philosophique.
- Ricoeur, P. (2003). L'aventure technique et son horizon planétaire. *Autres Temps. Les cahiers du christianisme social*, 76(1), 67-78. <https://doi.org/10.3406/chris.2003.2410>
- Ricœur, P. (2006). Mémoire, Histoire, Oubli. *Esprit, Mars/avril*(3), 20. <https://doi.org/10.3917/espri.0603.0020>
- Salanskis, J.-M. (2011). *Le monde du computationnel*. Paris, Les Belles Lettres, *Encre Marine, À présent*.
- Sandel, M. J. (2009). *C'est l'intention qui compte, Emmanuel Kant*. Paris, Flammarion. Champs Essais. Justice (pp. 153-206).
- Saurin, I. (2017). Comprendre la technique, repenser l'éthique avec Simondon. *Esprit, Mars*(3), 157. <https://doi.org/10.3917/espri.1703.0157>
- Schreiber, G., Wielinga, B., de Hoog, R., Akkermans, H. & Van de Velde, W. (1994). CommonKADS: a comprehensive methodology for KBS development. *IEEE Expert*, 9(6), 28-37. <https://doi.org/10.1109/64.363263>
- Sebbah, F.-D. (2010). *Qu'est-ce que la « technoscience » ? une thèse épistémologique ou la fille du diable ?* Paris, Les Belles Lettres, Encre Marine, À présent.
- Sebbah, F.-D. (2012). Levinas, Henry et la question de la technique. *Philosophie*, 114(2), 74. <https://doi.org/10.3917/philo.114.0074>
- Seron, D. (2016). *Introduction historique à la philosophie phénoménologique*. Master en linguistique, Bloc 3 Bachelier en Philosophie, Université de Liège. Consulté à l'adresse <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/186476/1/seron-introd-hist-phil-phenomenolog.pdf>
- Settouti, L.-S. (2011). *Systèmes à Base de Traces Modélisées : Modèles et Langages pour l'exploitation des traces d'interactions*. Phd Thesis, Université Lyon1. Consulté à l'adresse <http://liris.cnrs.fr/Documents/Liris-4984.pdf>
- Simondon, G. (1989). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris, Flammarion, Philosophie (Aubier).
- Simondon, G. (2005). *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*. Grenoble, Jérôme Millon.
- Simondon, G. (2014). *Sur la technique*. Paris, Presses Universitaires de France.
- Stiegler, B. (1996). *La technique et le temps. La désorientation*, Vol. 2., Paris, Galilée, La philosophie en effet..
- Stiegler, B. (2008). *Prendre soin de la jeunesse et des générations*. Paris, Flammarion, Bibliothèque des savoirs..
- Stiegler, B. (2015). L'esprit des Lumières à l'époque du philosophical engineering. In *De la trace à la connaissance à l'ère du Web*. In A. Mille (dir.), *De la trace à la connaissance à l'ère du Web*. Intellectica, Vol. 59, 29-40.
- Tavoillot, P.-H. (2006). L'épicurisme et l'idée de la sagesse. In L. Thiaw-Po-Une (dir.) *Questions d'éthique contemporaine*. Paris, Stock Les essais, pp. 84-94.
- Thiaw-Po-Une, L. (2006). *L'utilitarisme*. In L. Thiaw-Po-Une (dir.) *Questions d'éthique contemporaine*. Paris, Stock, pp. 409-423.
- Touzet, C. (2016). *Les réseaux de neurones artificiels, introduction au connexionisme* (p. 130). Consulté à l'adresse <https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/hal-01338010>
- Trotignon, P. (2006). *La phénoménologie de Husserl et la Science*. Consulté à l'adresse [http://societe-sciences-agriculture-arts-lille.fr/wp-content/uploads/2014/08/Sol\\_2006\\_p4-7\\_Trotignon.pdf](http://societe-sciences-agriculture-arts-lille.fr/wp-content/uploads/2014/08/Sol_2006_p4-7_Trotignon.pdf)
- Varela, F. (2004). *Quel savoir pour l'éthique ?* Paris, La Découverte/Poche.
- Villani, C. (2018). *Donner un sens à l'intelligence artificielle : pour une stratégie nationale et européenne* (p. 235) [Rapport République Française]. Consulté à l'adresse Ministère de l'Enseignement supérieur de la Recherche et de l'Innovation website : [https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/9782111457089\\_Rapport\\_Villani\\_accessible.pdf](https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/9782111457089_Rapport_Villani_accessible.pdf)
- Winograd, T. (1993). Heidegger et la conception des systèmes informatiques. *Intellectica*, 1993(2). Consulté à l'adresse [intellectica.org](http://intellectica.org)
- Yahiaoui, L. (2011). *Redocumentarisation des traces d'utilisation d'un environnement informatique*. Thèse de doctorat Informatique. Université Lyon1.
- Zimmermann, J.-B. (1999). *Logiciel et propriété intellectuelle: du copyright au copyleft*. (Rapport GREQAM N° 99b07). Université Aix-Marseille III.