

Transformations du travail par l'Intelligence Artificielle : Quels enjeux pour l'ergonomie ?

Exemple d'une recherche-action dans le secteur du tri de déchets

Mélanie BIENCOURT^{1,2}, Irène GAILLARD¹, Vanina MOLLO¹, Béatrice BARTHE², Axel CARLIER³, Vincent CHARVILLAT³

¹ CERTOP, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse, France Maison des Sciences de l'Homme et de la société, 5 allées Antonio Machado, 31 058 Toulouse cedex 9 – melanie-morgane.biencourt@univ-tlse2.fr ; irene.gaillard@ipst-cnam.fr ; vanina.mollo@ipst-cnam.fr

² CLLE, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse, France Maison des Sciences de l'Homme et de la société, 5 allées Antonio Machado, 31 058 Toulouse cedex 9 – beatrice.barthe@univ-tlse2.fr

³ IRIT, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse, France - 2 rue Charles Camichel, 31071 Toulouse cedex 7 - axel.carlier@toulouse-inp.fr ; vincent.charvillat@enseeiht.fr

L'Intelligence Artificielle a connu un fort développement ces dernières années et devient de plus en plus présente dans les situations de travail. Les projets intégrant l'Intelligence Artificielle modifient profondément ces situations et représentent aujourd'hui un défi pour l'ergonomie. Si l'enjeu de l'ergonomie reste classique : préserver la santé des travailleurs tout autant que la performance du système, ces projets ont la particularité d'être associés à des usages et de nouvelles façons de travailler qui peuvent difficilement être anticipées. L'ergonome doit alors porter la question de l'activité actuelle et future, ainsi que l'amener à l'attention des différents acteurs du projet. Nous présentons ici l'exemple d'un travail de recherche-action en cours dans lequel on s'intéresse à la question des usages relatifs à des données sur l'activité des travailleurs, produites par un outil d'Intelligence Artificielle. Nous questionnerons aussi les limites de ces technologies ainsi que le positionnement et la pratique de l'ergonome.

Mots-clés : Intelligence Artificielle (IA), Actimétrie, Santé au travail

Work transformations through Artificial Intelligence : What challenges for ergonomics ?

Artificial Intelligence has developed very strongly in recent years and is becoming more and more present in work situations. Projects integrating AI are profoundly changing these situations and are now a challenge for ergonomics. While the challenge of ergonomics remains classic : to preserve the health of workers as well as the performance of the system, these projects have the particularity of being associated with uses and new ways of working that can hardly be anticipated. The ergonomist must then bring the question of the current and future activity to the attention of the different actors of the project. We present here the example of research in progress in which we are interested in the question of the uses relative to data on the activity of the workers, produced by an Artificial Intelligence tool. We will also question the limits of these technologies as well as the positioning and practice of the ergonomist.

Keywords : Artificial Intelligence (AI), Actimetry, Occupational Health

*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Paris, les 11, 12 et 13 janvier 2021. Il est permis d'en faire une copie papier ou digitale pour un usage pédagogique ou universitaire, en citant la source exacte du document, qui est la suivante :

Biencourt, M., Gaillard, I., Mollo, V., Barthe, B., Carlier, A. & Charvillat, V. (2020). Transformations du travail par l'Intelligence Artificielle : Quels enjeux pour l'ergonomie ? Actes du 55ème Congrès de la SELF, L'activité et ses frontières. Penser et agir sur les transformations de nos sociétés. Paris, 11, 12 et 13 janvier 2021.

Aucun usage commercial ne peut en être fait sans l'accord des éditeurs ou archiveurs électroniques. Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page.

INTRODUCTION

Depuis les années 2010, l'Intelligence Artificielle (IA) est en plein essor suite à ce que l'on appelle « la révolution du big data ». Notre utilisation quotidienne d'Internet, les progrès technologiques et les smartphones de plus en plus performants, ont permis de récolter de façon massive toutes sortes d'informations et de données. D'après un rapport d'Harvard, en 2012, il circulait chaque seconde sur internet plus de données que le nombre de données totales qui y étaient stockées 20 ans plus tôt (McAffé, Brynjolfsson, Davenport, Patil & Barton, 2012) et ce chiffre reste en constante augmentation. C'est à partir de ces données, couplées à la création d'algorithmes qui permettent à une machine d'avoir une capacité d'apprentissage, que l'Intelligence Artificielle se développe.

Aujourd'hui, l'IA a été introduite dans nos vies quotidiennes, elle est présente dans nos smartphones, ou lorsque l'on communique avec un service client par le biais d'un chatbot, mais pas seulement. L'IA est aussi en train de modifier nos façons de travailler, en favorisant l'automatisation de certaines tâches et en permettant l'introduction de nouveaux outils, et ce dans tous les domaines.

Cette communication s'appuie sur une recherche-action en cours portant sur l'introduction d'un outil d'IA dans le secteur du tri de déchets. Cette recherche débutée en octobre 2019 est financée par la région Occitanie et l'Université de Toulouse. Elle s'effectue en partenariat avec une entreprise conceptrice de tables de tri de déchets, un centre de tri et des chercheurs en informatique et en ergonomie. Ce travail fait suite à une collaboration préalable qui a permis la création de cet outil d'Intelligence Artificielle (Dutrieux *et al.*, 2018).

L'objectif de cette communication est de se questionner sur les différents enjeux de l'IA pour le travail au travers d'un exemple concret. Après avoir présenté le contexte dans lequel se déroule notre recherche-action, la question des usages potentiels associés à l'outil développé sera abordée. S'en suivra une réflexion sur le rôle et le positionnement de l'ergonome lors de la phase de conception d'un outil technologique et plus spécifiquement lors de sa mise en place.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN QUELQUES MOTS

Ce qui permet de caractériser l'Intelligence Artificielle c'est « l'apprentissage qui permet à un système d'améliorer ses performances » (Halton, 2000). Il reste cependant difficile de définir de façon simple et claire ce qu'est l'Intelligence Artificielle. Pour cause, il existe une multitude de manières de faire fonctionner une IA. En effet, il existe différents types d'apprentissages (i.e., supervisé, non supervisé, etc.), les tâches à effectuer peuvent être de différentes natures (i.e., reconnaissance, traitement des langues, vision par ordinateur, planification d'actions robotiques (Halton, 2000 ; Dejoux, 2020)) et les données utilisées peuvent provenir de sources variées (i.e., données propres à l'entreprise, issues d'open sources en ligne, etc.).

Cette technologie offre une pluralité de situations d'usages pouvant s'appliquer aux différents secteurs de métiers : optimisation, prédiction, mise en relation, détection, recommandation, aide à la prise de décision (Dejoux, 2020). Si l'utilisation de ce type de technologie est bien connue dans le cas du

commerce en ligne (i.e., au travers des propositions d'achats correspondant à vos autres recherches par exemple), ces technologies trouvent également leur place dans le domaine de la santé ou du droit, en passant par le secteur bancaire et l'industrie. L'IA a de nombreuses applications et un potentiel de développement certain. Pourtant le déploiement de ces technologies pose de nombreuses questions et peu de consensus existent à ce jour autour du sujet.

Le débat sur la question de l'automatisation des métiers reste ouvert entre l'idée que l'IA conduirait à la disparition du travail, et l'idée qu'elle modifierait les situations de travail pour conduire à de nouveaux emplois (Aghion, Antonin & Bunel, 2019 ; Casilli, 2019). Il s'y oppose une vision de l'IA comme une opportunité « d'intelligence augmentée » par rapport à une vision de l'IA vue comme un risque de perte du travail (Casilli, 2019). Après avoir étudié différents modèles statistiques concernant la place de l'automatisation dans le travail, Aghion, Antonin et Bunel (2019) concluent qu'« Il est encore trop tôt pour comprendre véritablement l'ensemble des implications de ces technologies en termes de bien-être. »

LES ENJEUX DE L'IA DANS LES SITUATIONS DE TRAVAIL : L'EXEMPLE D'UN PROJET EN COURS

Comme pour l'introduction de tout nouvel outil technologique dans une situation de travail, l'enjeu de l'IA du point de vue de l'ergonomie, est d'anticiper et de comprendre son impact et ses apports sur les situations de travail et l'activité des travailleurs. D'autant plus que les usages de ces technologies ne sont pas toujours clairement définis, notamment concernant l'exploitation des données récoltées à partir de l'activité. Nous illustrerons ici nos propos à partir de l'exemple d'un projet en cours dans le cadre d'une recherche-action en ergonomie.

Contexte de l'étude

L'étude menée s'intéresse au secteur du tri de déchets, qui joue un rôle primordial dans le contexte environnemental actuel. Chaque année, 4,6 tonnes de déchets sont produites par habitant (Ademe, 2019). Le recyclage de ces déchets permet d'éviter l'utilisation de 17 millions de tonnes de matières premières chaque année ainsi que l'émission de 20 tonnes de CO² supplémentaires (Ademe, 2019). La valorisation des déchets comporte également des enjeux économiques puisque les matières, une fois triées et compactées, peuvent être revendues afin d'être réutilisées. L'objectif pour un centre de tri est alors d'effectuer un tri « de qualité » en valorisant le maximum de déchets pouvant l'être.

Pour ce faire, les déchets qui ont été triés par le consommateur sont acheminés en centre de tri. Ils sont ensuite déposés sur des tapis roulants, appelés « tables de tri », puis triés selon leur composition. Le tri peut être soit automatisé, soit manuel. Lorsqu'il est réalisé manuellement, ce sont les valoristes (ou agents du tri) qui effectuent ce tri. Le tri manuel est souvent complémentaire au tri automatisé et nécessaire.

Aussi, le secteur des déchets (élargi à la collecte, à la valorisation et au traitement) est le secteur le plus sinistré en termes d'accidents du travail au niveau national, avec 59 cas pour 1000 salariés contre 33,8 pour tous les autres secteurs. (ANSES, 2019). Le métier

de valoriste comporte de multiples risques : physiques (liés à des gestes répétitifs, une position debout prolongée, etc.), psychiques (par une dévalorisation du métier, des horaires atypiques, etc.) et des expositions à des agents physiques à risque (i.e., poussière, bruit, résidus biologiques, etc.) (ANSES, 2019). La conception des tables de tri fait alors l'objet d'une norme : NF 35_702 (2015). Cette norme vise à préserver les aspects relatifs à la santé et à la sécurité des valoristes concernant les ambiances physiques, les vibrations, les risques biologiques, chimiques, biomécaniques, la charge mentale, les troubles musculo-squelettiques (TMS), l'organisation du travail et son environnement.

La mise en place de tables de tri « connectées »

Le projet en cours est réalisé en collaboration avec plusieurs partenaires : une entreprise qui conçoit des installations industrielles pour les centres de tri et de valorisation des déchets, des chercheurs en informatique ainsi que des ergonomes issus de deux laboratoires de recherche.

Dans le cadre d'une thèse en informatique un outil à destination de l'industriel équipementier à l'origine de ce projet a été développé. Cet outil qui fonctionne avec de l'IA permet d'identifier les actions de tri des valoristes. Il sera intégré aux nouvelles tables de tri vendues par l'entreprise à des centres de tri. Les chercheurs en informatique ont conçu des algorithmes qui vont permettre de traiter de façon automatique les données obtenues à partir d'une caméra de profondeur. Cette caméra ne va donc pas filmer les opérateurs à proprement parler, mais elle va permettre de reconnaître des positions typiques de l'opérateur grâce à des mesures de profondeur focalisées sur les segments corporels. On obtient ainsi un squelette caractéristique de la position instantanée de l'opérateur.

Ces données captées par les caméras, sont traitées par l'IA et permettent d'obtenir des informations sur la répétitivité des gestes, les angulations, etc. Elles peuvent faire l'objet de traitement pour produire des informations pouvant être accessibles pour les managers à partir d'une interface présentant de façon organisée, anonyme et collective les différentes informations collectées.

La demande de l'industriel comporte un double objectif. Tout d'abord, il souhaite avoir un retour sur l'impact de ce nouvel outil sur le travail des opérateurs. L'industriel souhaite également pouvoir proposer des postes toujours plus adaptés aux opérateurs qui sont confrontés à des exigences et des contraintes de l'activité de tri tout particulièrement génératrices de TMS.

De plus, ce nouvel outil permet de concevoir un système d'information à destination des équipes et des managers. Ces derniers pourront alors avoir des indicateurs sur les risques physiques, la pénibilité des postures et le nombre d'objets triés au cours du travail effectué, à des fins de prévention des différents risques, notamment les risques TMS. A l'heure actuelle, l'évaluation de la quantité de déchets non triés n'est possible qu'en fin de processus. Il n'est alors plus possible de réguler la production, ce qui constitue un manque à gagner pour le centre. L'outil présente l'intérêt de produire des données sur les différents

postes, de manière à ajuster au besoin l'organisation du travail pour permettre un tri de meilleure qualité.

Un projet pluridisciplinaire

La phase de conception de l'outil, préalable à la recherche-action dont il est question ici, a été menée en collaboration entre l'entreprise, les chercheurs en informatique et une ergonome. Cette collaboration a ainsi permis au doctorant en informatique de développer l'outil tout en prenant en compte les analyses d'activité réalisées. Le projet de recherche en cours porte davantage sur la phase d'intégration effective de cet outil dans une situation de travail, ainsi que sur la question des usages qui vont être faits par les managers de ces nouvelles données sur le travail. Comme ce fut le cas lors de la phase de conception, les attentes en termes d'apports de l'ergonomie se jouent tant du côté de l'entreprise que du côté du laboratoire de recherche en informatique. La demande a été initialement portée par les chercheurs de ce laboratoire, qui ont perçu les enjeux liés à l'usage des nouvelles données produites par les technologies qu'ils développent. Ils souhaitent développer un outil prenant mieux en compte les gestes professionnels en termes de détection, d'identification, voire de compréhension de la réalité du travail pour les opérateurs. De son côté, l'industriel équipementier souhaitait avoir des éléments pour mieux comprendre l'activité des valoristes afin de pouvoir aller au-delà du simple respect de la norme de prévention des risques TMS qui s'applique aux postes de tri. La pluridisciplinarité a été centrale dans ce projet, tant pendant la phase de conception, que pour la construction de la recherche-action en cours.

Enjeux du point de vue de l'ergonomie : la question de l'actimétrie et de la délimitation des usages associés

Dans cet exemple, l'outil a pour objectif de donner aux managers, et à l'industriel équipementier, un retour d'informations quant à l'activité des opérateurs. La particularité des données produites ici, est qu'elles constituent une mesure en prise directe d'indicateurs de l'activité humaine (i.e. le nombre de sollicitations de tel ou tel segment corporel, angulation des articulations, etc.) : on parle alors de données d'actimétrie. Cet outil concerne donc directement deux types d'acteurs : les opérateurs, qui vont voir apparaître dans leur travail un nouvel outil produisant des données à partir des comportements gestuels qu'ils vont mettre en œuvre en travaillant ; et les encadrants de proximité qui vont avoir à leur disposition de nouvelles données sur une des parties visibles de l'activité de leurs équipes. Pour ces derniers il s'agit d'un nouveau système d'information, pouvant servir d'appui à leurs décisions et actions concernant la production ou les équipes. D'autres acteurs comme des acteurs de la direction, ou de la santé au travail pourraient également acquérir des informations pertinentes pour leur activité de travail.

Si le but premier de cette technologie est la préservation de la santé des opérateurs, ces nouvelles informations et la façon dont elles seront effectivement utilisées ne sont pas précisément connues. Ceci nécessite un accompagnement

ergonomique afin de comprendre les développements effectifs de cette nouvelle technologie, ainsi que la signification que peuvent prendre ces nouvelles données dans l'activité de chacun. En effet, si l'objectif du projet de conception est de prévenir la santé des opérateurs, il convient de connaître les éventuels autres usages qui pourraient se développer.

LE POSITIONNEMENT DE L'ERGONOME DANS CE TYPE DE PROJET

Les outils d'IA peuvent apporter de nouvelles données aux managers notamment, qui, dans le cadre de notre exemple, se retrouvent en possession de nouvelles informations sur l'activité physique des opérateurs. C'est bien évidemment l'usage qui va être fait de ces données qui interroge sur des questions de santé. En effet, l'impact ne sera pas le même si elles sont mises au service de la prévention ou si elles engendrent une exigence accrue en termes de productivité, tout juste aux limites des seuils de dangerosité pour la santé. La place de l'ergonomie est centrale dans ce type de projet dès lors qu'il est question de transformation du travail. L'ergonome a un rôle important à jouer pour :

- Participer à la conception du projet en apportant aux concepteurs des connaissances sur l'activité de travail et les besoins réels des opérateurs.
- Accompagner la transformation de la situation de travail dans laquelle sont introduites de nouvelles informations sur le travail au cours de la production. Il y a tout lieu de penser que ce type de données induit une (re)définition des usages et de l'organisation associée, dont la portée n'est pas toujours précisément connue dès la mise à disposition de la technologie.

Données d'actimétrie : un outil pour l'ergonome ?

Afin d'élargir la question des données d'actimétrie, on peut y voir un troisième acteur concerné par cet outil : l'ergonome lui-même. Cette technologie, qui "mesure" et "quantifie" l'engagement postural et les gestes des opérateurs sur les différents postes, produit des nouvelles informations dont nous n'avons jamais disposé auparavant. Du moins, pas de façon automatisée et traitée par l'IA. La quantité de données pouvant être récoltées sur un court laps de temps est également un facteur à prendre en compte. Cela permettrait d'élargir et de compléter les données recueillies jusqu'alors grâce à des moyens humains nécessitant un temps de recueil et de traitement des données assez conséquent. Nous aurions accès à des informations nouvelles sur le monde du travail qui soulèvent deux niveaux d'interrogations concernant la pratique de l'ergonomie.

Premièrement, ces outils pourront-ils accompagner les ergonomes dans leurs futures interventions ? Leur permettant ainsi de produire une analyse de l'activité s'appuyant en partie sur des données d'actimétrie ? Le second niveau d'interrogation porte sur le rôle d'accompagnement de l'ergonome lorsque ce type de données est introduit dans le système de travail. Comment ces données sur l'activité peuvent-elles être

exploitées par des non-ergonomes ? Peuvent-elles seulement l'être autrement qu'en guise de "contrôle" de la performance ? Comment faire en sorte que ces informations, dont les usages ne sont pas encore clairement identifiés, soient utilisées de façon bénéfique pour préserver la santé des travailleurs ? Et enfin comment anticiper, de la façon la plus juste, ces usages ?

Nous sommes ici dans une situation où d'une part l'outil existe déjà puisqu'il a été créé, mais les usages ne sont pas encore identifiables, car la technologie n'a jamais été implantée auparavant. Il paraît important de comprendre l'appropriation qui est faite de tels outils et d'accompagner les chefs d'équipes pour qu'ils comprennent la valeur et les limites en termes de santé au travail de ces nouvelles informations à leurs dispositions. Il paraît également intéressant qu'ils participent, avec les opérateurs à l'élaboration de leurs nouveaux usages.

Par ailleurs, des questions d'ordre juridique et éthique viennent s'ajouter. Si ce n'est pas là le cœur du métier de l'ergonome et si les limites juridiques ne sont de toute façon pas toujours établies, l'ergonome se doit de s'interroger et se positionner sur ces questions qui peuvent parfois frôler les limites acceptables en termes d'éthique. Cela afin d'éviter que des éléments de l'activité des opérateurs puissent être utilisés, entre autres, pour attester d'une productivité individuelle insuffisante et servir d'argument pour discriminer.

A la limite de l'ergonomie de conception : Vers une conception continuée dans l'usage

De façon générale, l'ergonomie est souvent divisée en 3 niveaux d'interventions, bien que tous les auteurs ne s'accordent pas nécessairement sur les mêmes définitions. On retrouve principalement : l'ergonomie de correction, l'ergonomie de conception et l'ergonomie prospective (Brangier et Robert, 2014). Dans le projet mentionné dans la partie précédente, ou plus largement dans les projets technologiques, on peut parfois se trouver en dehors de ces cadres d'interventions. Autrement dit, lorsque l'on est à un stade d'avancement où la phase de conception touche à sa fin, nous ne sommes plus vraiment dans de l'ergonomie de conception, mais pas vraiment non plus dans le cadre d'une ergonomie prospective. Dans la suite d'un projet de conception, l'outil est déjà créé, mais il peut exister une méconnaissance des usages en situation réelle, car il n'est pas encore mis en service. Les enjeux sont alors différents de ceux qui peuvent exister lors de la phase de conception d'un outil. C'est-à-dire que l'on n'est plus dans un projet de création où l'ergonomie permet d'apporter des connaissances sur l'activité des travailleurs afin d'être au plus proche des réalités et besoins du terrain. On est dans un projet où il va s'agir d'identifier les nouveaux usages lors de la mise en place effective de l'outil. On se trouve alors ici aux frontières de l'ergonomie de conception, sans pour autant être dans de l'ergonomie prospective. En effet, le terme d'ergonomie prospective, ne renvoie pas au cas d'un accompagnement effectif des usages, il correspond au cas où « les ergonomes interviennent dans des projets d'anticipation ou de construction des futurs

besoins de même que de création de futurs procédés, produits et de services » (Brangier et Robert, 2014).

Ici nous avons une nouvelle technologie, pour laquelle il n'existe pas encore d'usages réels associés, mais l'outil existe, il est déjà conçu. La question qui se pose alors porte plus sur l'aspect méthodologique : comment aborder la question des usages et de l'impact de la technologie en termes d'activité et d'organisation, alors que l'outil n'est pas encore implanté ?

A ce stade du projet, un flou existe encore quant au développement des usages puisque l'outil n'est pas mis en place de façon effective dans la situation de travail étudiée. Dans ces cas précis, nous sommes davantage dans ce que certains auteurs qualifient de conception continuée dans l'usage (Béguin & Rabardel, 2000 ; Rabardel & Bourmaud, 2003 ; Flandin & Gaudin, 2014 ; Loup-Escande, 2019). Les visées stratégiques de l'outil ont été pensées, voire testées ; mais l'expérience des usages est limitée. Elle laisse encore méconnue la maturation qu'elle permettra au final en termes de réalité des usages des différents acteurs et de transformation des fonctionnements organisationnels que comportent ces usages. Dans certains cas, où les usages ne sont pas encore connus, la conception doit se faire de façon itérative et doit alterner les phases de conception et usages. Cela implique que par son activité le sujet élabore de nouveaux usages, transforme l'outil technologique et qu'il acquiert des savoir-faire liés à l'intégration de l'outil dans son activité.

Rabardel (1995) parle alors de « genèse instrumentale », en désignant le processus d'appropriation de l'instrument et de construction de ses usages par les opérateurs, au-delà de la conception initiale.

Autrement dit, la conception se continue dans l'usage. Ceci permet aussi aux individus ou collectifs de s'approprier l'outil et d'améliorer l'objet technologique pour concevoir un outil adapté à leur activité.

CONCLUSION ET MISE EN PERSPECTIVE

Le cadre de réalisation de ce projet met en évidence un aspect particulier de la pratique de l'ergonomie. Le contexte actuel de développement des outils d'IA et la transformation des environnements de travail se réalise selon une dynamique largement poussée par l'innovation technologique. Plus que jamais, les données qui vont servir à prendre des décisions en matière de production et de santé au travail, sont produites par des IA. Ainsi, les capacités d'adaptation des salariés et des encadrants sont d'autant plus mises en jeu. Si ces nouveaux outils issus de l'IA comportent la promesse d'amélioration des décisions (en termes de production et de santé au travail), ils comportent également de potentiels « sombres précurseurs » si les impératifs de la production prévalent à la santé au travail. C'est donc un enjeu pour l'ergonomie d'être présente au cœur de ce type de projets qui sont à la fois poussés par le développement technologique, mais au sein desquels il existe de vraies demandes et défis pour les ergonomes.

L'utilisation des méthodes habituelles pour anticiper et fiabiliser ergonomiquement le développement des usages pose question, car si des simulations de l'activité sont parfois réalisées grâce au

développement d'un prototype, il n'est pas toujours possible de mettre en place un prototype suffisamment abouti. De plus, même lorsque c'est possible, il est difficile d'anticiper les transformations du sens même du travail à partir de mises en situations. En effet, s'il est possible d'anticiper les transformations à court terme, les impacts organisationnels qui se développent à moyens et longs termes ne pourront être observés lors de ces simulations. De plus, les démarches participatives avec les acteurs sont difficiles à mettre en place et ne permettent pas d'obtenir le même niveau d'informations obtenues lors d'une analyse de l'activité en situation réelle.

Dans ce contexte, la pratique de l'ergonomie et plus particulièrement les outils et méthodes de l'ergonomie sont à étudier. En effet, de nouveaux besoins méthodologiques émergent face à la nécessité d'anticiper de manière la plus juste possible les usages imminents qui se développeront au cours de l'activité et de trouver les moyens d'assurer le développement de compétences et d'organisations assurant une production en santé. L'objet de cette recherche-action est de trouver des moyens d'intervention pour analyser et agir en temps réel sur le développement des usages et des organisations en cours de transformation.

BIBLIOGRAPHIE

Ademe, (2019). *Déchets, chiffres clés, l'essentiel 2018*. 9791029712128

ANSES (2019). *Risques sanitaire pour les professionnels de la gestion des déchets en France*.

Aghion, P., Antonin, C. & Bunel, S. (2019). Artificial Intelligence, Growth and Employment: The Role of Policy. *Economics and Statistics*, 510-511-512, 149-164. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2019.510f.1994>

Béguin, P., & Rabardel, P. (2000). Concevoir pour les activités instrumentées. *Revue d'intelligence artificielle*, 14(1-2), 35-54.

Brangier, É. & Robert, J. (2014). L'ergonomie prospective : fondements et enjeux. *Le travail humain*, vol. 77(1), 1-20. doi:10.3917/th.771.0001.

Casilli, A., (2019). *En attendant les robots*. Seuil.

Dejoux, C. (2020). L'IA pour tous. [Massive Open Online Course]. Disponible sur : <https://www.fun-mooc.fr/courses/course-v1:CNAM+01046+session02/about>

Dutrieux, A., Gaillard, I., Mollo, V., Blanc-Beyne, T., Cartier, A., & Charvillat, V.(2018). *De l'actimétrie à l'activité, quels sont les apports de l'ergonomie à la conception d'un outil*. SELF, Bordeaux, 3-5 Octobre 2018.

Flandin, S., Gaudin, C. (2014) *Conception Continuée Dans L'usage En Vidéoformation Des Enseignants*. Actes Du Troisième Colloque International De Didactique Professionnelle Web.

Halton, J-P., (2000). *L'intelligence Artificielle*. Conférence de l'Université de Tous les Savoirs, 19 septembre 2000 ;

Loup-Escande, E. (2019). *Concevoir des technologies émergentes acceptables : complémentarité des approches expérimentale, écologique et prospective*. [Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Picardie Jules Verne]

McAfee, A., Brynjolfsson, E., Davenport, T. H., Patil, D. J., & Barton, D. (2012). Big data: the management revolution. *Harvard business review*, 90(10), 60-68.

NF X 35-702 (2015) , Sécurité des machines — Principes ergonomiques pour la conception des cabines de tri manuel des déchets recyclables secs ménagers et assimilés issus des collectes sélectives

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.

Rabardel, P., & Bourmaud, G. (2003). From computer to instrument system : A developmental perspective. *Interacting with Computers*, 15(5), 665-691. [https://doi.org/10.1016/S0953-5438\(03\)00058-4](https://doi.org/10.1016/S0953-5438(03)00058-4)