



HAL
open science

Concevoir des outils d'actimétrie pour un travail et des usages raisonnés

Mélanie Biencourt, Irène Gaillard, Beatrice Barthe

► **To cite this version:**

Mélanie Biencourt, Irène Gaillard, Beatrice Barthe. Concevoir des outils d'actimétrie pour un travail et des usages raisonnés. Doctoriales du 11e Colloque EPIQUE : Comment la Psychologie Ergonomique et l'Ergonomie contribuent-elles aux évolutions sociétales?, ARPEGE, Jul 2021, Lille, France. hal-03478441

HAL Id: hal-03478441

<https://hal.science/hal-03478441>

Submitted on 31 Dec 2021

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

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

Doctoriales ARPEGE –RJCE 2021 : Concevoir des outils d'actimétrie pour un travail et des usages raisonnés

Mélanie Biencourt (doctorante) et **Irène Gaillard** (co-directrice)

Certop, Université de Toulouse - Jean Jaurès

Maison de la Recherche, bâtiment B26

5, Allée Antonio Machado, 31058 Toulouse cedex 9.

Melanie-morgane.biencourt@univ-tlse 2.fr ;

irene.gaillard@ipst-cnam.fr

Béatrice Barthe (co-directrice)

LPS-DT, Université de Toulouse - Jean Jaurès

Maison de la Recherche, bâtiment B26

5, Allée Antonio Machado, 31058 Toulouse cedex 9.

beatrice.barthe@univ-tlse2.fr

Catégorie de soumission : rencontres doctorales

RÉSUMÉ

Le développement de l'intelligence Artificielle (IA) dans les entreprises est en plein essor, ce qui va entraîner des transformations des situations de travail. La question de la transformation des systèmes et des organisations n'est pas nouvelle en ergonomie, cependant les enjeux associés à l'IA, notamment autour des données produites, posent de nouvelles questions. D'autant plus que le développement des usages réels en situation peut difficilement être anticipé dans les approches techno-centrées qui sont encore très présentes. Cette communication porte sur un travail de recherche-action en cours, dans lequel on s'intéresse à l'introduction d'un outil d'IA apportant de nouvelles données aux encadrants sur l'activité physique des trieurs, dans les centres de tri et de valorisation des déchets. Nous nous interrogeons alors sur les usages qui pourront être faits de ces données et des limites de l'outil en termes de préservation de la santé des opérateurs.

MOTS-CLÉS

Intelligence artificielle, activité, usages, santé au travail, centre de tri

1. INTRODUCTION

Notre société a connu de grands changements au cours des dernières décennies, tant sur le plan environnemental qui occupe une place grandissante dans l'esprit collectif et dans les politiques publiques, qu'en termes d'avancées technologiques qui ont conduit à des transformations profondes de nos sociétés. Cette thèse se situe à la rencontre de ces deux vastes domaines, entre innovation technologique et « métiers verts ». Elle porte sur l'introduction d'une technologie d'intelligence artificielle (IA) dans un centre de tri et de valorisation des déchets. Nous nous intéressons plus particulièrement aux usages qui seront faits des données produites par cet outil. Cet outil est une caméra de profondeur qui sera positionnée en face des agents lors de l'activité de tri. L'usage qui sera fait des données rapportées par la technologie, et produites à partir de l'activité physique des trieurs, soulève des questions en termes de préservation de la santé des opérateurs et du point de vue de la transformation des organisations.

2. CONTEXTE

Cette thèse, financée par la Région Occitanie et l'Université de Toulouse s'inscrit dans un contexte pluridisciplinaire impliquant différents acteurs. Le projet engagé est né d'une collaboration préalable entre l'IRIT (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse) et une société d'équipementier d'unités industrielles de valorisation et de tri des déchets. A l'origine du projet, l'industriel souhaitait mettre au point un capteur permettant d'obtenir des informations chiffrées sur l'activité physique des trieurs. Cette demande est née d'une volonté d'avoir un retour d'informations quant au respect de la norme NF 35_702 (2015). Mais aussi, afin d'améliorer la conception des postes dans un but de prévention des TMS (troubles musculo-squelettiques). Bien que le facteur biomécanique soit important dans l'apparition des TMS, ce n'est pour autant pas le seul facteur amenant à leur apparition, leur maintien et leur aggravation. Les chercheurs de l'IRIT ayant identifié un besoin de mieux comprendre le travail des trieurs, lors du développement de cette technologie de traitement d'images, une collaboration avec une ergonome a été instaurée. Cette première étude a permis de mieux connaître l'activité de tri, et de la mettre en regard avec les futures données collectées à partir de cette activité (Dutrieux et al., 2018). Cette thèse s'inscrit dans la continuité de ce projet, et s'intéresse plus particulièrement au développement des usages, afin de repérer les enjeux pour l'ergonomie d'une co-construction des usages dès la mise en place du projet. Ce travail vise également plus largement à identifier les enjeux de l'IA pour le travail et l'ergonomie.

La technologie de l'outil a été développée dans le cadre d'une thèse CIFRE en informatique. Elle permet, à partir des images captées par une caméra de profondeur, d'obtenir des postures 3D des opérateurs et d'en extraire des données chiffrées sur les zones d'évolution des mains et sur les angulations des articulations du haut du corps (coudes, épaules, mais aussi la position du buste) (Blanc-Beyne, 2020). Cet outil de capture de données sera implanté en situation réelle dans un centre de tri qui est actuellement en cours de construction. Ce centre, qui verra le jour dès janvier 2023, se veut être un centre de tri nouvelle génération. Il intégrera des nouvelles technologies dont la « cabine connectée » qui sera équipée de caméras de profondeur (apportant les données sur l'activité physique des trieurs) et de capteurs apportant des données sur l'ambiance sonore et thermique en cabine. Le but étant que ces données soient accessibles à terme depuis un outil de supervision à destination des encadrants. Un outil de supervision de la cabine de tri est actuellement utilisé par les chefs de cabine, notamment pour faire le point sur la production. L'introduction de nouvelles informations, cette fois sur l'activité physique des trieurs pose de nombreuses questions notamment sur l'usage qui va être fait de ces données.

Initialement, l'objectif était d'avoir un retour sur une partie de l'activité physique des opérateurs afin de prévenir l'apparition de TMS sur certains postes de tri. Cependant, la signification que peuvent prendre ces nouvelles données dans l'activité de chacun des acteurs concernés (managers, opérateurs, directeur du centre) nous interroge, car l'impact ne sera pas le même si ces nouvelles informations sont effectivement utilisées dans un but de prévention ou si elles amènent à une demande accrue de productivité, qui entraînerait potentiellement l'effet inverse de celui escompté.

3. CADRE EMPIRIQUE & PROBLÉMATIQUE

Nous sommes actuellement dans un contexte où les politiques publiques encouragent très fortement les entreprises à transformer leurs systèmes de production en y introduisant des nouvelles technologies. En démontre le programme « industrie du futur » initié en 2015 et qui vise à soutenir financièrement les PME et les ETI et à les accompagner dans le cadre de ces transformations. Cependant, ces projets technologiques sont très souvent encore technocentrés et sont poussés par une volonté de rester compétitif en empruntant le chemin de l'industrie 4.0, sans réellement tenir compte des besoins réels sur le terrain. C'est souvent dans ce contexte que des projets d'IA voient le jour.

3.1. L'Intelligence Artificielle

Nous reprendrons ici l'expression « IA » telle qu'elle est utilisée par Zouinar (2020) pour faire référence « aux machines, algorithmes, ou programmes qui s'inspirent ou tentent de reproduire des facultés humaines comme la compréhension du langage naturel, la reconnaissance d'objets visuels ou le raisonnement dans ses différentes formes ». Il n'y a pas de consensus autour de la définition d'IA, et pour cause, ce terme fait référence à un large panel d'outils. Certains auteurs spécialistes de l'IA aiment parler « des Intelligences Artificielles » (Julia, 2019) tant il existe de grandes différences entre deux outils d'IA. Ces technologies peuvent avoir des fonctionnements variés et offrent une pluralité de situations d'usages pouvant s'appliquer à divers domaines : optimisation, prédiction, mise en relation, détection, recommandation, aide à la prise de décision (Dejoux, 2020). Cependant une des caractéristiques centrale est la notion d'« apprentissage qui permet à une machine d'améliorer ses performances » (Halton, 2000). Si l'IA se développe autant ces dernières années, c'est en partie suite à ce que l'on appelle la « révolution du Big data », qui fait référence à la quantité massive de données disponibles grâce à notre utilisation quotidienne d'internet. L'accès à ces données permet de fournir suffisamment d'informations pour générer un apprentissage et permettre aux outils de fonctionner.

La particularité des outils fonctionnant grâce à l'intelligence artificielle porte principalement sur la question des données nécessaires au fonctionnement de l'outil, et également sur celles produites par l'outil. Tout d'abord, les concepteurs de ces technologies ont besoin d'accéder à des données pour faire fonctionner leur outil, ce qui pose parfois des questions en termes d'éthique et de méthode utilisée. Les données peuvent être accessibles sur des bases de données en ligne ou peuvent être produites dans l'entreprise. A titre d'exemple, dans le cadre des centres de tri, on peut imaginer que les données produites en tri télé opéré (tri réalisé par un opérateur à partir d'une vidéo sur un écran tactile) pourraient être à terme utilisées pour développer des technologies de reconnaissance des déchets totalement automatisées. Dans d'autres cas, comme c'est le cas dans le cadre de ce projet, l'IA peut permettre l'accès à de nouvelles données, n'existant pas jusqu'alors. Si à ce jour les IA sont loin d'être fiables à 100%, la puissance des calculs permet de capter et de traiter des données à une vitesse importante, plus rapide que ne pourrait le faire un humain. Ici, nous avons accès à des données chiffrées sur l'activité physique, ce qui demanderait des heures à un humain pour arriver à un tel niveau d'analyse d'images et de calcul d'angulations pour seulement quelques minutes de vidéo. Ces capacités importantes sont cependant à nuancer avec le fait que cela vaut pour des tâches précises et délimitées. Dans ce contexte, l'IA apparaît alors comme un outil permettant « d'augmenter » l'humain en lui donnant accès à de nouvelles données qu'il pourra alors intégrer dans son activité. Comme tout projet technologique, les projets de conception amenant à l'intégration d'outils d'IA dans une situation vont transformer le travail et la question des usages y apparaît centrale.

3.2. Le développement des usages dans le cadre de l'introduction d'une nouvelle technologie

Cette thèse s'inscrit dans le courant de l'ergonomie de l'activité. On s'intéresse alors au travail réel au travers de la réalisation d'analyse d'activité dans une situation de travail et dans un contexte donné. Or, nous sommes ici dans un paradoxe bien connu de l'ergonomie de conception (Pinsky & Theureau, 1984) puisque l'on ne peut anticiper les évolutions et les usages effectifs qui naîtront au fil du développement de l'activité. Seule l'activité non outillée peut servir de base pour l'analyse de l'activité. Or, comme le souligne Rabardel (1995) lorsqu'il parle de « genèse instrumentale » le processus d'appropriation de l'instrument et de construction des usages par les opérateurs se poursuit au-delà de la conception initiale. « Ce qui est conçu sera approprié, transformé, façonné par les utilisateurs pour servir des finalités qui s'inscrivent dans le jeu complexe et peu prédictible des contraintes et des possibles de leurs activités situées » (Folcher, 2015). Les auteurs s'accordent aujourd'hui pour parler de « conception continuée dans l'usage », ce qui renvoie à l'idée que la conception n'est pas un processus linéaire qui a lieu en amont du développement d'un outil mais

qu'elle se prolonge au-delà, notamment au travers des usages en situation réelle (Béguin & Rabardel, 2000 ; Rabardel & Bourmaud, 2003 ; Flandin & Gaudin, 2014 ; Loup-Escande, 2019).

3.3. Problématique

Il nous semble important ici de préciser que ce travail de thèse a été impacté par la situation sanitaire actuelle, notamment en raison du retard pris par le projet du nouveau centre. Nous avons alors obtenu une prolongation du financement de thèse de huit mois. Aussi, l'accès au terrain n'a été possible que tardivement et pose encore des difficultés aujourd'hui. Par ailleurs, de nouvelles visites sur deux autres sites non outillés ont été récemment programmées, et la mise en place d'un partenariat avec ces deux centres de tri est en cours. Ainsi nous pourrions questionner le développement des usages des technologies déjà implantées et cela nous permettra de mettre en perspective les données recueillies dans le cadre du projet initial. De fait, et étant donné que nous sommes dans le cadre d'une recherche-action, à ce stade la problématique n'est pas encore clairement définie et dépendra également des terrains à venir. Cependant, plusieurs questions guident actuellement ce projet de recherche :

- Comment faire en sorte que les données produites par l'outil, dont les usages ne sont pas encore clairement identifiés, soient utilisées de façon bénéfique pour préserver la santé des travailleurs ?
- Comment permettre aux opérateurs de développer des usages leur permettant de servir leur propre santé grâce à un autocontrôle de leur activité ?
- En quoi l'organisation et le déroulement du projet de conception peuvent jouer un rôle sur le développement des usages ?

4. TERRAINS RÉALISÉS

4.1. Terrain initial du projet

Le futur centre dans lequel sera implanté l'outil de capture de données n'étant pas encore construit, le centre de tri auquel nous faisons référence ici est celui sur lequel sont localisées actuellement les équipes qui travailleront sur ce futur centre dès janvier 2023. Le nouveau centre, dans lequel sera intégré la cabine connectée a été présenté aux chefs d'équipe puis aux opérateurs durant le mois de novembre 2020, la semaine précédant notre venue sur le terrain.

Le centre actuel est un centre de tri et de valorisation des déchets issus de la collecte sélective. Les déchets sont collectés puis acheminés jusqu'au site, où ils sont ensuite déversés dans une trémie d'alimentation avant de subir un tri automatique (i.e., séparateur balistique, tri optique avec un système d'éjection par jet d'air, machine à courant de Foucault) ; enfin ces déchets arrivent en cabine de tri où ils vont être triés manuellement. Une cabine de tri ressemble à une sorte d'atelier où passent des tapis de tri. Il y a dans ce centre deux cabines de tri, celle des corps plats (papiers, cartons, etc.) et celle des corps creux (bouteilles, canettes, etc.). Dans la cabine des corps plats, il y a des postes de part et d'autre des quatre tapis, et sur chaque poste il y a des deux côtés des goulottes d'évacuation dans lesquelles déposer les déchets non souhaités sur le tapis. Dans la cabine des corps creux, il y a deux postes de tri frontal (les produits arrivent en face et sont triés dans des goulottes se trouvant devant les agents de tri et non sur les côtés) et un poste de tri latéral individuel. L'organisation du travail en cabine de tri repose actuellement sur le travail de 3 équipes. Chaque équipe est composée de 16 trieurs dont un chef de cabine qui travaille aussi sur les lignes de tri ainsi que d'un chef d'équipe qui supervise la production et les équipes. Il y a deux équipes de jour l'une du matin (5h-12h) et l'autre de l'après-midi (12h-19h). Ces équipes s'intervertissent chaque jeudi. L'équipe de nuit est fixe et travaille de 19h à 02h. Pour chaque équipe, des rotations sont effectuées sur les postes toutes les 2 heures avec autant que possible une alternance de côté permettant de varier la position des trieurs par rapport à l'arrivée

du flux sur la table. Ces rotations sont effectuées après les deux pauses afin d'éviter des sollicitations continues des mêmes articulations.

4.2. Méthodologie

Les objectifs d'étude lors des premiers terrains réalisés étaient les suivants :

- Recueillir les retours des trieurs sur la technologie
- Comprendre l'activité des trieurs et le contexte dans lequel elle s'inscrit (organisation, contexte de changement)
- Recueillir des données sur l'activité physique des trieurs pour pouvoir réaliser des chroniques d'activité et les comparer avec les séquences captées par l'outil.

Dans un premier temps, des observations filmées ont été réalisées sur différents postes de tri (i.e., trieur positionné en début de chaîne ou fin de chaîne, poste avec 2 ou 3 goulottes d'évacuation) auprès de 6 opérateurs (cf. Tableau 1.), dont 2 cheffes de cabine qui sont également agents de tri. Les opérateurs interrogés étaient les opérateurs volontaires (B ; C ; E) pour participer au test de l'outil de capture de données sur le centre de tri actuel, qui a eu lieu au lendemain des entretiens. Trois autres volontaires ont accepté de participer à cette étude. Un des opérateurs (E) a dû être écarté des résultats puisqu'il s'est avéré lors de l'entretien qu'il ne comprenait pas bien le français ce qui limitait les échanges.

Tableau 1. Profil des opérateurs interrogés lors de la première venue sur site

Participant-e-s interrogé-e-s	Age	Sexe	Ancienneté sur le centre (en année en 2020)	Problèmes physiques liés à l'exercice du métier
A	50	F	24	oui
B	47	F	11	oui
C	56	M	14	oui
D	45	F	18	oui
E	36	M	3	non
F	62	M	15	oui

Note. Les profils en vert correspondent aux participants qui ont également participé au test de l'outil en situation, et en comparaison avec un autre outil de mesure de données nécessitant des capteurs à porter sur les articulations.

Des entretiens semi-directifs individuels ainsi que des auto-confrontations ont ensuite été réalisés auprès de ces 6 opérateurs.

Les entretiens ont duré en moyenne 1 heure et ils étaient conduits de la façon suivante, en proposant :

- Des questions fermées portant sur des informations relatives aux caractéristiques de la personne (âge, ancienneté sur le poste, etc.) ;
- Des questions ouvertes ayant pour but de les amener à verbaliser sur leur activité et l'organisation dans laquelle elle s'inscrit ;
- Une partie d'auto-confrontation afin d'aller plus loin dans la verbalisation sur ce qui est pris en compte et significatif au cours de l'activité, qu'il s'agisse de l'engagement physique et des stratégies mises en place durant l'activité de tri ;
- Des questions ouvertes orientées sur l'outil de capture de données afin de recueillir leurs retours.

4.3. Premiers résultats

Les données recueillies ont ensuite été traitées par le biais d'une analyse de contenu thématique. Ainsi, quatre thèmes sont ressortis :

- Le contexte organisationnel qui renvoie à trois sous-thèmes : le contexte social, l'importance du collectif, les réunions de remontées d'informations ;
- La variabilité des flux sur la table de tri ;
- L'aménagement des postes ;
- Les retours portant sur la technologie de capture de données.

Ces différents thèmes et sous thèmes ont ensuite été explorés de façon plus fine dans les différents entretiens par le biais d'une recherche par mots-clés notamment. A titre d'exemple, la question du collectif de travail a été explorée par la recherche des mots suivants : collègues ; autre(s) ; gens ; personne ; coup de main ; aide(r) ; équipe. Cette recherche par mots-clés a par ailleurs permis de mettre en avant une récurrence du mot « collègue » dans un des entretiens puisqu'il a été utilisé à 39 reprises par la personne en 1h30 d'entretien soit une fois toutes les trois minutes environ.

Nous aborderons dans cette partie plus spécifiquement le dernier thème portant sur la technologie de capture de données, ce thème étant particulièrement intéressant dans le cadre de la recherche menée. A ce jour nous pouvons dire que cette première venue sur le terrain pour rencontrer les équipes nous a permis de mieux comprendre le contexte dans lequel s'inscrit ce projet de réaménagement d'un centre de tri. Il semblerait que les opérateurs soient plutôt favorables aux transformations à venir. Tout d'abord, nous pouvons noter que globalement cette technologie a été perçue dans un premier temps de façon plutôt mitigée. C'est-à-dire que dans les discours se mêlent parfois enthousiasme « *J'ai trouvé ça très bien. C'est un progrès finalement. C'est bien pour les gens, pour l'avenir* » (Agent de tri A) et craintes « *Après le progrès c'est bien mais euh.. après c'est bien, mais il faut pas que non plus... Parce que moi j'ai vu des choses où carrément ils triaient mais avec des choses, mais constamment.* » (Agent de tri A faisant référence à des capteurs qui seraient sur le corps).

Cependant aucun des opérateurs interrogés n'a présenté de réticence à voir cette caméra de profondeur installée en cabine de tri et il est clair que pour les opérateurs interrogés que cette caméra de profondeur ne les filme pas à proprement parler.

Parmi les craintes évoquées on peut distinguer deux types :

- Liées à une compréhension erronée des fonctionnalités de l'outil par rapport à la réalité (e.g., remplacement de l'homme au travail ; croyance d'un outil « invasif » avec des capteurs) « *J'espère juste, vraiment j'espère juste que quand il y aura tout ça d'installé, beh que on va pas s'ennuyer. (...). J'espère que ça remplacera pas trop l'humain quoi.* » (Agent de tri)
- Liées à une crainte que cet outil mette au second plan d'autres problèmes plus importants dans la prévention des TMS (e.g., goulottes trop en arrière) « *Mais je me suis dit c'est beau mais vu ce qui ... parce qu'avant on a souvent parlé des TMS. Mais avec la modification qui a été faite sur le poste, sur la cabine, sur la ligne A et sur le carton, ça n'a pas arrangé les choses* » (agent de tri)

Nous avons pu au travers des entretiens discuter avec les opérateurs et les chefs de cabine des usages potentiels de ces données. Ici encore nous avons pu constater qu'il y a deux positionnements : ceux pour qui les données produites par l'outil seront inutiles en termes de prévention des TMS « *de toute façon même si on a des capteurs on fera toujours la même chose, le tri il ne sera pas mieux, ça ne va pas nous changer grand-chose quoi.* » (Agent de tri B) ; ceux pour qui ces données pourraient apporter des informations utiles sur et pour leur activité. Parmi ceux qui voient un potentiel dans cet outil, la question de l'usage de ces données porte sur deux niveaux :

- L'usage pour soi de ses propres données « *beh oui j'aimerais savoir, pour savoir si on est bien, si on est bien positionné déjà* » ;
- L'usage de ces données pour la conception des postes « *ça serait intéressant de savoir combien de fois on met notre épaule en arrière, qui normalement n'est pas normal. (...) Mais notre box, il faudrait qu'on l'ait ici (moins en arrière) quoi (...)* »

Cette partie de l'entretien portant sur les usages n'avait pas pour vocation à ce stade d'aborder en profondeur la question des usages relatifs à cette technologie, mais était à visée exploratoire. Il serait intéressant de travailler davantage cette question des usages afin de faire de cet outil un réel atout en termes de prévention des TMS en exploitant et développant au maximum les usages possibles qu'offre cette technologie.

5. PERSPECTIVES

Deux pistes sont envisagées en parallèle pour la suite de cette recherche : poursuivre le travail en cours avec ce premier centre qui fera l'objet de transformations à l'horizon 2023 ; et débiter un partenariat avec deux autres centres de tri où une immersion sur le terrain sera possible, alors que l'accès au premier centre est plus limité. Concernant la poursuite des premiers terrains, il serait intéressant d'élargir le nombre d'opérateurs interrogés et de s'intéresser à l'activité des encadrants. Cela permettrait d'approfondir la compréhension du contexte organisationnel dans lequel s'inscrit ce projet, et aussi d'identifier les données qui sont à ce jour utiles aux chefs d'équipes dans leurs prises de décisions qui ont un impact direct en cabine de tri (e.g., la quantité de déchets à trier chaque heure). Nous envisageons ensuite de réaliser des simulations de l'activité future outillée à partir de maquettes de l'outil de restitution, en y intégrant les données sur l'activité physique des trieurs. Ainsi, nous pourrions comprendre quels sens les encadrants peuvent donner à ces nouvelles données et en quoi cela peut influencer ou non leurs prises de décisions notamment en termes de production. Enfin, concernant les deux autres centres, la mise en place d'un partenariat est en cours. À ce stade, le directeur des sites et le préventeur des risques environnementaux et industriels, se sont montrés intéressés par le projet de recherche présenté ici portant sur l'innovation technologique et l'intelligence artificielle. Ils n'ont pas de projets technologiques en cours, cependant un des deux centres a vu le jour récemment et il présente un fort niveau d'automatisation avec un tri qui s'apparente davantage à un contrôle qualité. La question de la préservation de la santé des opérateurs et de la réduction des TMS est au centre des préoccupations et les dirigeants de ces sites se sont montrés intéressés par la technologie de capture de données développée par l'IRIT. Aussi, il est envisageable qu'une présentation de l'outil de capture soit réalisée sur les deux nouveaux centres de tri. Cela permettrait de faire une étude comparative entre ces trois centres et de pointer les similarités et divergences du point de vue des acteurs concernant l'introduction éventuelle de cet outil en cabine de tri.

6. BIBLIOGRAPHIE

- Barcellini, F. (2020). Quelles conceptions de la coopération humains-robots collaboratifs ? Une expérience de participation au projet de conception d'un démonstrateur de robotique collaborative. *Activités*, 17-1, Article 17-1. <https://doi.org/10.4000/activites.5007>
- Béguin, P., & Rabardel, P. (2000). Concevoir pour les activités instrumentées. *Revue d'intelligence artificielle*, 14(1-2), 35-54.
- Bobillier-Chaumon, M.-É., Rouat, S., Laneyrie, E., & Cuvillier, B. (2018). De l'activité DE simulation à l'activité EN simulation : Simuler pour stimuler. *Activités*, 15(151).

- Blanc-Beyne, T. (2020). Estimation de postures 3D à partir de données imprécises et incomplètes de l'activité d'opérateurs humains dans un centre de tri de déchets. [Thèse de doctorat, Toulouse INPT]
- 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., Carlier, A., & Charvillat, V. (2018). De l'actimétrie à l'activité, quels sont les apports de l'ergonome à la conception d'un outil. SELF, Bordeaux, 3-5 Octobre 2018.
- Flandin, S., Gaudin, C. (2014) Conception Continué Dans L'usage En Vidéoformation Des Enseignants. Actes Du Troisième Colloque International De Didactique Professionnelle Web.
- Folcher, V. (2015). Conception pour et dans l'usage, la maîtrise d'usage en conduite de projet. *Revue des Interactions Humaines Médiatisées*, 16, 39-60.
- Halton, J-P., (2000). L'intelligence Artificielle. Conférence de l'Université de Tous les Savoirs, 19 septembre 2000 ;
- Julia, L., (2019). L'intelligence artificielle n'existe pas. Paris : Edition First.
- 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]
- 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
- Pinsky, L., & Theureau, J. (1984). Paradoxe de l'ergonomie de conception et logiciel informatique. Paris *Revue des conditions de travail*, 9.
- Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains. Armand Colin. [https://doi.org/10.1016/S0953-5438\(03\)00058-4](https://doi.org/10.1016/S0953-5438(03)00058-4)
- Rabardel, P., & Bourmaud, G. (2003). From computer to instrument system : A developmental perspective. *Interacting with Computers*, 15(5), 665-691.
- Zouinar, M. (2020). Évolutions de l'Intelligence Artificielle : Quels enjeux pour l'activité humaine et la relation Humain-Machine au travail ? *Activités*, 17-1, Article 17-1. <https://doi.org/10.4000/activites.494>