



HAL
open science

Le travail au coeur de l'Usine du Futur. L'introduction de la robotique collaborative dans les PME's

Anne-Cécile Lafeuillade, Willy Buchmann, Flore Barcellini

► To cite this version:

Anne-Cécile Lafeuillade, Willy Buchmann, Flore Barcellini. Le travail au coeur de l'Usine du Futur. L'introduction de la robotique collaborative dans les PME's. 53e congrès de la SELF. L'ergonomie à quelles échelles? Quelles pratiques pour quelles tailles d'entreprises et d'établissements publics?, Gabriel Carballeda & Thierry Viallesoubranne (ETHNA), Oct 2018, Bordeaux, France. hal-03258077

HAL Id: hal-03258077

<https://cnam.hal.science/hal-03258077v1>

Submitted on 11 Jun 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.



Texte original.*

Le travail au cœur de l'Usine du Futur. L'introduction de la robotique collaborative dans les PME's.

Anne-Cécile Lafeuillade, Willy Buchmann, Flore Barcellini

CRTD-Cnam, 41 rue Gay-Lussac, 75005 Paris

Anne-cecile.lafeuillade@lecnam.net, willy.buchmann@lecnam.net,
flore.barcellini@lecnam.net

Résumé. La robotique collaborative (ou cobot) est présentée comme un des moyens pour accompagner la transition vers des « usines du futur ». Cette communication s'appuie sur la première étape d'une recherche portant sur l'intégration de cobot dans des PME industrielles françaises. Dans ce papier, nous nous intéressons aux processus décisionnels des PME inscrites dans cette démarche ainsi qu'aux conséquences de ces décisions sur le travail. Cette recherche va s'orienter autour de deux axes : une analyse des processus décisionnels et managériaux mis en œuvre par des PME et une analyse des conséquences de ces transitions en termes de transformations du travail. La stratégie de cette phase exploratoire est de mener des entretiens avec des experts prescripteurs de la recherche industrielle et des décideurs, dirigeants de PME. Ces résultats attendus iront contribuer à la compréhension des conduites de projet des dirigeants de PME et à l'analyse du travail et de ses évolutions en lien avec l'intégration de cobot au sein de l'appareil productif. La perspective de cette recherche est de contribuer à enrichir les travaux existant sur le travail et son développement au cœur de l'Usine du Futur.

Mots-clés : Usine du Futur, robotique collaborative, conduite du changement, transformation du travail.

Work at the heart of the Factory of the Future. The introduction of collaborative robotics in SMEs

Abstract. Collaborative robotics (or cobot) is presented as one of the means to accompany the transition to "factories of the future". This paper is based on the first stage of a research project on the integration of cobot in French industrial SMEs. In this paper, we are interested in the decision-making processes of SMEs included in this approach as well as the consequences of these decisions on work. This research will focus on two axes: an analysis of decision-making and managerial processes implemented by SMEs and an analysis of the consequences of these transitions in terms of work transformations. The strategy of this exploratory phase is to conduct interviews with leading experts in industrial research and decision makers, SME managers. These expected results will contribute to the understanding of the project management of SME managers and the analysis of the work and its evolutions related to the integration of cobot within the productive apparatus. The perspective of this research is to contribute to enrich the work existing on the work and its development at the heart of the Factory of the Future.



*Texte original**.

Keywords: Futur factory, collaborative robotics, change management, work transformation.

*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Bordeaux du 3 au 5 octobre 2018. 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 :

Lafeuillade, A.-C., Buchmann., W., Barcellini, F. (2018). Quelles opportunités de performance et de développement l'intégration de la robotique collaborative apporte-t-elle aux opérateurs ? Cas des PME's françaises. Actes du 53^{ème} Congrès de la SELF, Bordeaux, 3-5 Octobre 2018.

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

Cette communication s'appuie sur la première étape d'une recherche portant sur l'intégration de robots dits collaboratifs – ou cobots¹ - dans des PME industrielles françaises. Cette recherche fait partie d'un projet de recherche interdisciplinaire plus vaste qui a démarré en janvier 2018 pour trois ans – le projet ANR HECTOR, (*Humain Engagé par la Cobotisation dans les Transformations de Travail et des Organisations dans les usines du futur*). L'objectif de cette communication est de présenter un premier bilan des questions que posent la transition des PME vers l'industrie du futur, et plus particulièrement les transformations du travail liées à l'intégration de nouvelles technologies telles que la robotique collaborative. Pour cela, nous nous intéresserons à la reconstruction des processus décisionnels des dirigeants d'entreprises dans le but de comprendre les conduites de projet mises en œuvre.

CONTEXTE DE LA RECHERCHE: une volonté politique d'accompagner la transition des PME vers l'Industrie du Futur

En France, en Allemagne et aux États Unis, la robotisation est proposée comme une solution pour maintenir une industrie à la fois locale et compétitive face à de gros marchés comme la Chine (Lamy, 2012).

L'industrie du Futur, ou industrie 4.0, est présentée comme étant la quatrième révolution industrielle en train de se jouer. Il s'agit d'une nouvelle façon d'organiser les moyens de production qui s'appuie sur une communication de type réseau social entre les Hommes, les machines et les ressources (internes et externes). Cette communication de type réseau social signifie qu'elle est digitale et qu'elle utilise des plateformes de site internet. Son principe est

d'équiper de « *l'internet des objets*² » les processus afin de permettre une communication instantanée et rapide entre les différents outils et postes de travail. On parle alors d'usine intelligente (ou smart factory). Elle se caractérise par un nouvel environnement constitué de systèmes de production automatisés appelés « *cyber-physical systems* » ou « *systèmes cyber physiques* ». Un *système cyber physique* est constitué de machines intelligentes³, de systèmes de stockage et d'installations de production. Cet ensemble est capable d'échanger de façon autonome l'information, de déclencher des actions et de se contrôler de façon indépendante.

Répondre à un besoin de produire en masse des produits variés nécessite de la part des entreprises une grande flexibilité. L'objectif de cette nouvelle organisation est de répondre à ce besoin tout en gardant des conditions économiquement viables (blog Hohmann).

La démarche française se distingue sur le plan international « *en plaçant l'homme au cœur de l'Usine du Futur* », en avançant que « *la technologie et l'organisation permettent de le décharger des tâches pénibles, répétitives, pour qu'il se concentre sur les tâches à forte valeur ajoutée* » (FIM, p13).

La transition des usines françaises vers ce concept Usine du Futur fait l'objet d'une démarche politique et sociétale : c'est un des 34 plans du renouveau industriel français. Cette démarche est portée par la recherche industrielle au sein d'institutions, de grands groupes et de branches professionnelles (FIM, Cétim, Fives, etc.). Elle s'accompagne d'un référentiel (FIM, 2016). Ce référentiel rappelle les enjeux de cette nouvelle organisation et propose, via des fiches explicatives, d'accompagner les PME dans la mise en œuvre de ce concept en entreprise. Cette mise en œuvre est, de

¹ « Robot conçu pour une interaction directe avec un opérateur humain, dans un espace de travail partagé » Colgate et Peshkin

² Extension d'[Internet](#) à des choses et à des lieux du monde physique.

³ équipements capables d'intégrer des informations et de les utiliser afin de répondre à une fonction donnée.(FIM,p133)

plus, relayée en régions (p.ex. Alliance Industrie du Futur et programmes régionaux associés).

Parmi l'ensemble des moyens technologiques proposés par ce nouveau concept, notre recherche se concentre dans un premier temps sur l'introduction de la robotique collaborative dans les PME. La robotique collaborative est présentée comme un des moyens pour accompagner la transition vers des « *usines du futur* » (p.ex. Bidet-Mayer, 2016).

En effet, la robotique collaborative est maintenant rendue possible par la refonte de la Directive « Machines » 2006/42/CE qui autorise le partage d'un même espace de travail entre humains et robot. Elle est également présentée comme une solution « sociale », acceptable du point de vue des conditions de travail des opérateurs. Le syndicat des entreprises de technologies de production (SYMOP) parle par exemple de « RoboCaliser⁴ », contraction de « robotiser pour ne pas déloCaliser ». Les petites industries s'étant peu équipées par le passé, des recherches en robotiques ont été financées par le projet européen SMERobot⁵. Les résultats de ce projet montrent que la coopération Hommes-Cobots serait « intuitive ». Au travers de ces résultats, le projet met en avant les potentialités offertes par les cobots en termes de renforcement de la compétitivité des PME dans le secteur manufacturier.

Aujourd'hui, la volonté politique de renouveau industriel s'accompagne de l'évolution des technologies et des réglementations. Le guide référentiel a pour vocation de prescrire cette évolution. Il s'adresse principalement aux PME. Ceci nous amène à nous intéresser à la réalité de l'équipement productif des PME en termes de cobot ainsi qu'à la volonté des dirigeants de s'équiper.

Mais, au-delà, nous nous proposons de nous intéresser à la place du travail dans l'usine 4.0. En effet, si l'humain est pré-

senté comme étant au cœur de ce nouveau modèle organisationnel, rien n'est réellement dit sur les questions des transformations du travail et de leur accompagnement.

QUESTIONS DE RECHERCHE

Dans ce contexte, cette recherche va s'orienter autour de deux axes : une analyse des processus décisionnels et managériaux mis en œuvre par des PME pour accompagner transition vers l'usine 4.0 et une analyse des conséquences de ces transitions en termes de transformations du travail provoquées par cette démarche.

Le premier axe cherche à identifier et comprendre les décisions actuelles et passées prises par les dirigeants et décideurs pour faire évoluer leur appareil de production, et à comprendre les enjeux sous-tendant ces décisions. Comment ont-ils organisé ou organisent-ils, cette transition dans leur entreprise ? Quelles chroniques de ces changements peut-on reconstruire avec eux (Chizallet et al., soumis) ? Reconstruire ce processus décisionnel a également pour objectif d'identifier les démarches, méthodes et outils mobilisés pour accompagner cette transition vers une « Industrie du Futur », et de contribuer ainsi à plus long terme à développer des modèles de management de ces transitions plus « innovants » et centrés sur les transformations du travail.

Le second axe s'intéresse aux transformations et aux évolutions du travail en lien avec la transition vers ces usines du futur. Cela nécessite de s'intéresser à la place faite à l'opérateur et au travail dans l'organisation, le sens et la soutenabilité du travail.

Dans le cas qui nous intéresse ici – l'introduction de cobot dans des situations de travail – on pourra par exemple questionner les liens entre santé, performance et développement : en quoi l'introduction de cobots présente-t-elle un risque de rigidification du travail ou de subordination de l'humain à la technologie (Marsot & Atain-Kouadio, 2017, Caroly & Barcellini,

⁴ <http://www.robotcaliser.com>

⁵ <http://www.smerobot.org>

2013 ; Clot, 2008, Bourgeois & Hubault, 2005 ;) ? Présente-t-elle au contraire des potentialités de création de situation de travail plus soutenable, le cobot pouvant décharger l'humain de tâches pénibles physiquement ? Comment cette introduction prend-t-elle en compte le travail « bien fait » (Barcellini et al., 2013) ?

Le cobot fait partie des machines intelligentes qui constituent un système cyber-physique. Il est prétendu que l'humain, en étant placé au cœur de ce système, voit son action soutenue, augmentée et non substituée. Cette nouvelle organisation pose la question du travail effectif et de son développement au cœur de l'Usine du Futur. Ce qui questionne les modèles de conduite du changement (Barcellini, 2015) utilisés (ou non) par les entreprises pour construire cette nouvelle organisation, typique de l'Usine du Futur.

CADRE THÉORIQUE

Répondre à ces questions de recherche impose de construire un cadre théorique qui s'appuie d'une part sur des précédents travaux s'intéressant à l'histoire des projets, des changements dans les entreprises ; et d'autre part aux transformations du travail liées à l'introduction de technologies, en particulier les technologies robotiques.

S'inscrire dans la conduite du changement

Reconstituer et s'inscrire dans la conduite du changement nécessite de considérer des dimensions temporelles diachroniques. Ceci conduit à aller chercher au-delà de ce que l'on peut observer à un moment donné dans une situation de travail ou une entreprise, en construisant une méthodologie qui permette d'accéder à des éléments ancrés dans des histoires des individus et des organisations (Buchmann et coll., 2018 ; Barcellini, 2015). Ce parti pris conduit à expérimenter des outils originaux articulant diverses approches (qualitatives, quantitatives) et divers niveaux de l'entreprise (du micro au macro). On retrouve dans la littérature scientifique d'autres travaux en ergonomie qui prennent la dimension dia-

chronique en compte, avec par exemple des éléments sous-jacents dans les recherches sur la conception d'un travail soutenable tout au long de la vie (Volkoff et Gaudart, 2015).

Dans la suite de ces travaux, une dimension de notre travail s'intéressera donc aux développements de méthodes permettant de retracer de manière diachronique les processus décisionnels des PME en lien avec la modernisation des appareils de production, ainsi que les conséquences de ces décisions sur le travail.

Transformations du travail et nouvelles technologies : le cas des cobots

Le cobot fait partie des machines intelligentes qui caractérisent l'usine 4.0. Ces outils intelligents, organisés en cyber-physical system (FIM, 2016) sont prétendument capables d'adapter leurs paramètres afin d'anticiper la prise de décision humaine.

Les premiers robots collaboratifs ont fait leur apparition dans l'appareil industriel vers 2010 sous le nom de « cobots » (Murashov et al. 2016). Les cobots sont conçus pour intervenir lorsque l'opérateur reste indispensable mais confronté à des tâches pénibles, difficiles, dangereuses, répétitives ou à « très faible valeur ajoutée » (Kleinpeter, 2015). Cette cohabitation est devenue possible grâce à l'équipement de ces robots de capteurs qui empêchent toute collision avec l'Homme, et donc tout risque d'atteinte à son intégrité physique.

Lamy (2012), propose un modèle de co-manipulation qui envisage une collaboration sous forme de compensation de gravité ou d'augmentation d'effort qui permettrait de fortement réduire le risque d'apparition de TMS.

L'interaction Homme-robot fait déjà l'objet d'études : amélioration des performances en termes de productivité et de flexibilité (projet EU H2020 Colrobot, ENSAM) ; aspects cognitifs des interactions homme-robot (Moulières-Seban et al., 2016. Lemaignan et al., 2016) ; évaluation des fonctions de sécurité et retour d'expérience d'utilisateurs et intégrateurs

au Québec (Sghaier et al., 2017). Cependant, ces études ne rendent pas suffisamment compte de l'activité de l'opérateur en interaction avec le robot.

Au-delà de la collaboration affichée: une logique substitutive

Présentée comme limitant *la pénibilité engendrée par une tâche manuelle* (FIM, p134), la robotique collaborative suscite néanmoins des discussions entre opportunité et dégradation pour la santé au travail.

Certains sociologues dénoncent en effet une intensification du travail et une perte des savoir-faire où, d'une part, la taylorisation aurait gagné du terrain et où, d'autre part, les emplois industriels dits « disparus » auraient simplement été délocalisés dans des pays à bas coûts (Insee, Enquête emploi, 2012). David Gaborieau (2017) dénonce un maintien des cadences plutôt qu'une remise en cause de l'organisation du travail.

Dubey (2013) rappelle que l'objet robot est doté d'une autonomie qui lui permet de pallier à une défaillance ou une incapacité humaine : c'est donc par ses faiblesses et ses limites par rapport à un niveau de performance estimée idéale, que l'être humain est considéré. L'auteur critique cette vision de l'humain technologiquement augmenté dans une logique substitutive plutôt que de penser l'innovation en fonction des compétences et des capacités développées par l'individu.

Dans ce cadre de recherche, nous nous intéressons aux processus décisionnels des PME inscrites dans la démarche Usine du Futur ainsi qu'aux conséquences de ces décisions sur le travail. Se concentrer plus particulièrement sur la robotique collaborative permet de questionner ces transformations. Ceci permettra de questionner la vision qu'ont les dirigeants de PME de leur situation actuelle dans sa globalité au regard des décisions passées. Le but étant de mener une conduite de changement centrée sur le travail et ses transformations Cette question semble, à ce jour, peu étudiée dans la littérature.

La perspective générale de cette recherche est de contribuer à enrichir les travaux existant sur le travail et son développement au cœur de l'Usine du Futur.

STRATEGIE DE RECHERCHE

La première étape de cette recherche présentée dans cette communication est exploratoire. Elle va se dérouler en deux temps : se rapprocher des experts prescripteurs de la recherche industrielle (par exemple, de la Fédération des Industries Mécaniques) et rencontrer les décideurs, dirigeants de PME.

Les entretiens exploratoires avec les experts prescripteurs seront menés en vue de questionner la place du travail proposée dans la démarche Usine du Futur. Ce questionnement sera orienté vers le concept lui-même, le diagnostic et l'accompagnement proposés aux entreprises. Le but de ces entretiens est de comprendre sur quoi ces experts se basent pour « prescrire » l'organisation du travail et quelle plus-value est apportée de placer l'humain au cœur de ce système.

Quant aux investigations auprès des directions d'entreprises, il va s'agir de reconstruire avec eux l'histoire de leur intention de s'équiper en machines innovantes, en particulier en cobot dans le but de comprendre les conduites de projet mises en œuvre.

La perspective de cette recherche est d'élargir à la question de la transition vers l'Industrie du Futur les enjeux de transformations du travail soulevés par l'intégration de la robotique collaborative. La perspective à moyen terme de cette recherche est de contribuer à enrichir les modèles existants ou proposer un modèle, adressé aux PME, de conduite de changement qui accompagne de façon durable les transformations travail au cœur de l'Usine du Futur.

PREMIERS RESULTATS EXPLORATOIRES

Ces premiers résultats sont en lien avec la compréhension des enjeux des différents acteurs stratégiques qui font partie du pilo-

tage d'un projet d'intégration de robotique collaborative dans une PME.

Du point de vue des institutions technologiques (Centre Technique des Industries Mécaniques) et professionnelles (Syndicat des Machines et Technologies de Production), une action publique-privée d'une durée de cinq ans vient de s'achever en décembre 2017 (Robot Smart PME). Son but était d'inciter les PME primo-accédant à s'équiper de leur premier robot. 250 PME ont bénéficié de ce programme. Cependant, ce programme ne différencie pas si l'application est collaborative ou non. Seuls les aspects techniques et financiers ont été accompagnés.

Du côté des dirigeants d'entreprise, une première prise de contact avec trois industries a été menée. Bien que toutes aient une réelle volonté s'équiper en robotique collaborative, il en ressort que leur représentation de l'Industrie du Futur est variée (« *c'est que le grand patron qui voudrait que l'on ait tous une tablette* » (forge industrielle) ; « *c'est un moyen de repenser l'organisation du travail* » (fabricant de carte électroniques). Concernant leurs attentes, elles divergent à la fois sur les questions techniques et financières et sur leur maturité, cependant elles expriment toutes l'idée d'une opportunité positive à saisir en termes de santé pour les salariés, du moins dans son approche physique.

CONCLUSION

Cette communication nous permettra de présenter les résultats de ces premières analyses. Ces résultats vont contribuer : d'une part, à la compréhension des conduites mises en œuvre par les dirigeants de PME pour s'inscrire dans le projet Usine du Futur ; d'autre part, à l'analyse du travail et de ses évolutions en lien avec l'intégration de cobot au sein de l'appareil productif.

REMERCIEMENTS

Ce projet de recherche est financé par le projet ANR HECTOR ANR-17-CE10-0011.

BIBLIOGRAPHIE

- Barcellini, F. (2015). *Développer des interventions capacitantes en conduite du changement : comprendre le travail collectif de conception, agir sur la conception collective du travail*. HDR, Bordeaux.
- Bidet-Mayer, T. (2016). *L'industrie du futur : une compétition mondiale*, Paris, Presses des Mines.
- Bourgeois, F. & Hubault, F. (2005). *Prévenir les TMS, de la biomécanique à la revalorisation du travail, l'analyse du geste dans toutes ses dimensions*. Activités, 2/1, pp.20-35.
- Buchmann, W., Mardon, C., Volkoff, S., Archambault, C. (2018). Peut-on élaborer une approche ergonomique du temps long ? *PISTES* n° ???
- Chizallet, M. ; Prost, L. ; Barcellini, F. (soumis). Conduire une transition agro-écologique de manière autonome et durable : Re-penser le travail passé pour concevoir le travail futur. *Psychologie Française*.
- Clot, Y. (2008). *Travail et pouvoir d'agir*. Paris, Puf, coll. « Le Travail humain », 312
- Dubey, G. (2013). *Les défis anthropologiques de la robotique personnelle*. *Annales des Mines - Réalités industrielles* 2013/1 p. 96-101.
- FIM (2016) *Guide pratique de l'usine du futur. Enjeux et panorama de solutions*.
- Gaborieau, D. (2017). *Quand l'ouvrier devient robot: Représentations et pratiques ouvrières face aux stigmates de la déqualification*. *L'Homme et la société*, 205, (3), 245-268. doi:10.3917/lhs.205.0245.
- Hohmann, blog :<http://christian.hohmann.free.fr/index.php/prospective/usine-du-futur/317-introduction-a-industrie-40>
- Kleinpeter, E. (2015). *Le Cobot, la coopération entre l'utilisateur et la machine*. *Multitudes* 2015/1 (n° 58), p. 70-75
- Lamy, X. (2012). *Conception d'une Interface de Pilotage d'un Cobot*. Automatique / Robotique. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI.
- Lemaignan, S., Warnier, M., Akin Sisbot, E., Clodic, A., Alami, R. (2016). *Artificial cognition for social human-robot interac-*

tion : an implémentation. Artificial Intelligence :

<https://doi.org/10.1016/J.ARTINT.2016.07.002>

Marsot, J. & Atain-Kouadio, JJ. (2017). *Conception des équipements de travail ET prévention des TMS, Complémentarités ET points d'ancrage des démarches.*

<http://pistes.revues.org/4993>

Moulières-Seban, T., Bitonneau D., Thibault J.F., Salotti J.M., Claverie B. (2016). *Les interactions homme-robot pour la cobotique industrielle.* researchgate.net

Murashov, V., Hearl, F. & Howard, J. (2016). *Working safely with robot workers : recommendations for the new work-*

place. Journal of Occupational and Environmental Hygiene. Vol.13, Iss.3.

Sghaier, A., Jocelyn, S., Burlet-Vienney, D., Giraud, L. (2017). *Robotique collaborative : évaluation des fonctions de sécurité et retour d'expérience des travailleurs, utilisateurs et intégrateurs au Québec.* R-974. IRSSSt

Volkoff S., Gaudart C. (2015). « Working conditions and “sustainability”: Converting Knowledge into Action ». *Rapport de recherche*, 92, 43 p. Noisy-le-Grand : Centre d'études de l'emploi.