

# L'ergonomie dans la conception de systèmes cobotiques

SAFRAN, 46 rue Camille Desmoulins, 92130 Issy-les-Moulineaux,  
[jean-francois.thibault@safrangroup.com](mailto:jean-francois.thibault@safrangroup.com)  
[francois.de-la-fontaine@safrangroup.com](mailto:francois.de-la-fontaine@safrangroup.com)  
SAFRAN ENGINEERING SERVICES, Site Aeropolis - Rue Hélène Boucher 64510 Bordès  
[cedric.martin2@safrangroup.com](mailto:cedric.martin2@safrangroup.com)

## Résumé.

Cette communication propose un retour d'expérience sur l'intégration de l'ergonomie dans une démarche de conception de systèmes cobotiques dans un environnement industriel. Ce retour d'expérience se base sur huit projets menés au sein du groupe Safran sur une période de 18 mois. Dans un premier temps, nous rappellerons le cadre scientifique sur lequel repose la démarche. Nous poserons ensuite le cadre opérationnel de notre démarche au travers de la mise en œuvre, en partenariat avec le CEA LIST, d'une plateforme d'industrialisation de systèmes cobotiques baptisée SIROCO (Simulation et Intégration de RObots COLlaboratifs). Enfin, nous présenterons notre retour d'expérience sur les diverses étapes de conception et d'intégration de l'ergonomie via nos collaborations interdisciplinaires au sein de la plateforme; mais aussi sur l'impact de ces systèmes cobotiques sur les activités de travail actuelles et futures des utilisateurs finaux.

*Mots-clés : Robotique collaborative, Systèmes cobotiques. Ergonomie, Robotique industrielle, Conception de postes de travail.*

## Ergonomics in the design of cobotic systems

### Abstract.

This communication offers feedback on the integration of ergonomics in a design process for cobotic systems in an industrial environment. This feedback is based on eight projects carried out within the Safran group over a period of 18 months. First, we will recall the scientific framework on which the approach is based. We will then set the operational framework for our approach through the implementation in partnership with CEA LIST of an industrialization platform for cobotic systems called SIROCO (Simulation and Integration of Collaborative RObots). Finally, we will present our feedback on the various stages of design and integration of ergonomics via our interdisciplinary collaborations within the platform; but also on the impact of these cobotic systems on the current and future work activities of end users.

*Keywords: Collaborative robotics, Cobotic system. Ergonomics, Industrial Robotics, Workstation design.*

\*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 16, 17 et 18 septembre 2020. 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 :

THIBAUT JF., DE LA FONTAINE F., MARTIN C., (2020) L'ergonomie dans la conception de systèmes cobotiques. Actes du 55ème Congrès de la SELF, L'activité et ses frontières. Penser et agir sur les transformations de nos sociétés. Paris, 16, 17 et 18 septembre 2020

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

Dans l'industrie mondiale, la robotique est en pleine expansion. En effet, l'International Federation of Robotics mentionne que 422 000 unités ont été installées dans le monde en 2018, soit une augmentation de 6% par rapport à l'année précédente. Les chiffres annuels d'installation de robots industriels ont augmenté de 137% au cours des six dernières années (2013-2018). Parmi ces robots industriels, une nouvelle génération de robots est apparue sous la dénomination de robots collaboratifs. Que cachent ces nouvelles technologies ? Pour quelles applications dans nos entreprises industrielles ? Avec quelles conséquences pour l'activité de travail des salariés ?

A partir de notre expérience « ciblée » de conception et d'introduction de systèmes cobotiques dans nos sites industriels aéronautiques, cette communication va tenter de répondre à ces différentes questions d'ordre général. Ce point de vue va se référer dans un premier temps à la définition d'un cadre méthodologique interdisciplinaire (Moulières et al. 2016. Thibault, 2017. Moulières, 2017. Bitonneau, 2018.) ; pour ensuite s'opérationnaliser sous la forme d'une plateforme d'industrialisation de systèmes cobotiques en partenariat avec le CEA List (Thibault, 2018). Enfin notre retour d'expérience va se baser sur 8 projets menés en 18 mois, retour d'expérience à la fois sur notre démarche interdisciplinaire de conduite de projet (Maurice et al., 2017. Thibault, 2017. Bounouar et al., 2019) mais aussi sur l'impact en termes de transformation des activités de travail des opérateurs.

## CADRE METHODOLOGIQUE INTERDISCIPLINAIRE DE CONCEPTION DE SYSTÈMES COBOTIQUES

La définition du champ de la robotique collaborative et de la cobotique fait l'objet de nombreux débats entre spécialistes de la robotique industrielle où chacun élabore des classifications qui oscillent entre des critères technologiques, des critères d'interactions entre l'humain et le robot, et des critères normatifs de sécurité (CETIM, 2013. ISO 15066, 2016. Ministère du travail, 2017. IRSST, 2017. INRS, 2018). Au-delà de ces débats d'experts, l'orientation dominante dans nos industries en termes de représentation de la robotique collaborative est celle de « robots aptes à une interaction avec l'humain dans le cadre de process industriels. L'humain et le robot partagent ainsi le même espace de travail dans la réalisation de tout ou partie de leurs tâches, là où un robot industriel classique se caractérise par son éloignement physique et l'absence de collaboration avec un humain » (Eurogip, 2017). Cette représentation amène de très nombreux biais principalement orientés par les nouvelles technologies utilisées. Ainsi beaucoup d'industriels déclarent « faire » de la cobotique car ils ont mis en œuvre un robot « dit » collaboratif qui effectue du chargement/déchargement de machine en automatique en s'affranchissant éventuellement des barrières de sécurité sans aucune interaction homme/robot. A l'opposé, d'autres mettent en œuvre depuis très longtemps des systèmes cobotiques en utilisant des robots « classiques » comme en téléopération. Formulé autrement, ce n'est pas la technologie qui caractérise avant tout le système collaboratif mais l'activité de travail de l'opérateur avec le robot.

## Classification des systèmes cobotiques orientée activité de travail de l'opérateur

Pour aider nos industriels à appréhender ces nouvelles situations de travail générées par la robotique collaborative mais aussi pour clarifier nos champs d'actions méthodologiques, nous avons élaboré, dans le cadre d'une recherche interdisciplinaire (Thibault, 2018) intégrant cognitive, robotique et ergonomie, un modèle générique caractérisant un **système cobotique** (Moulière T., 2017. Bitonneau D., 2018).

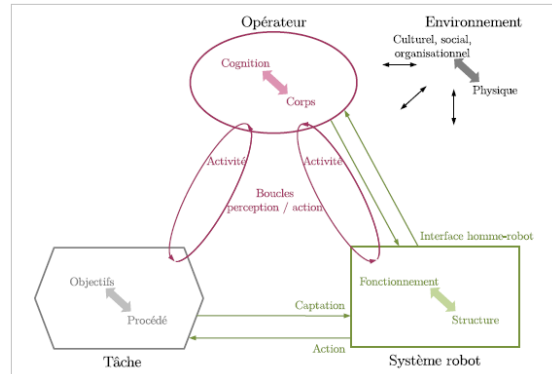


Fig.1 : modèle générique d'un système cobotique

L'activité de travail de l'opérateur au sein d'un système cobotique émane à la fois de la réalisation de la tâche et de la collaboration avec le **système robot** (Bitonneau D., 2018)

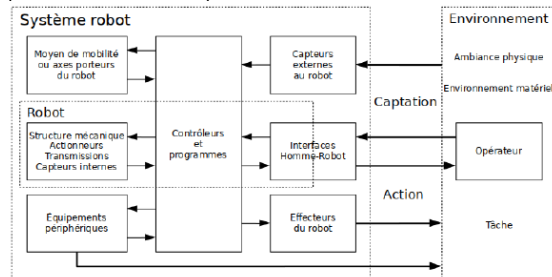


Fig2. Modèle du système robot

Ainsi l'opérateur et le robot sont deux sous-systèmes cybernétiques eux-mêmes auto-organisés dans un environnement. De plus les trois entités opérateur, système robot et tâche ont intrinsèquement des propriétés matérielles (physiques) et immatérielles (par exemple, hardware et software pour le système robot) qui sont déterminantes dans la conception d'un système cobotique.

## Typologie des systèmes cobotiques

A partir de notre modèle générique, nous avons déterminé quatre types de systèmes cobotiques (Moulière T., 2017. Bitonneau D., 2018) à savoir des systèmes :

- De téléopération
- De colocalisation collaborative
- De comanipulation
- D'exomanipulation

Chacun de ces systèmes se caractérise par une activité de travail différente de l'opérateur avec une proximité opérateur/robot qui va de l'éloignement total (téléopération) à un lien direct par contention (exomanipulation).

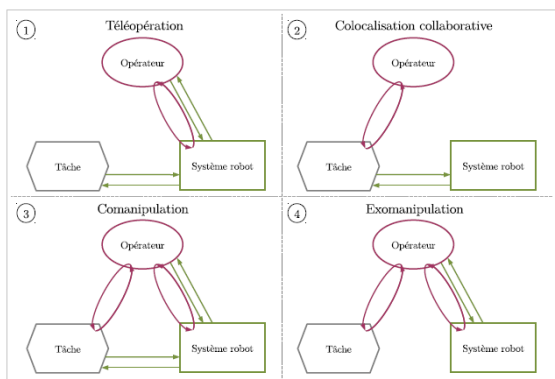


Fig.3 : Typologie des systèmes cobotiques

Une fois définis le périmètre et le contenu du système cobotique à concevoir, nous avons en parallèle « greffé » cette conceptualisation à l'activité de conduite de projet industrielle utilisée dans notre groupe aéronautique. En effet pour nos projets d'Usine du Futur, nous avons doté notre processus de conduite de projet industriel de jalons en « ergonomie » qui permettent de valider à chaque étape le degré de maturité quant à l'intégration de l'activité future de travail de l'opérateur (Thibault, 2017). Il est à noter que l'élaboration de nos modèles théoriques et méthodologiques a été confrontée à la dure réalité du terrain grâce à un projet de conception d'un système cobotique de nettoyage de cuve de propergol (Bitonneau et al. 2017). Fort de cette première expérience et face à de nombreuses demandes issues du terrain, il nous a fallu bâtir une démarche opérationnelle qui nous permette de répondre dans des délais courts (inférieurs à 12 mois) à la demande en tenant compte des spécificités de chaque site industriel. Ainsi est née en 2018 dans le cadre de nos projets d'Usine du Futur, la plateforme d'industrialisation de systèmes cobotiques baptisée SIROCO (Simulation et Intégration de RObots COllaboratifs) issue d'une première collaboration réussie dans le cadre du Factory Lab.

### PLATEFORME OPÉRATIONNELLE D'INDUSTRIALISATION DE SYSTÈMES COBOTIQUES

En partenariat avec le CEA List, la plateforme SIROCO vise à industrialiser rapidement et en plus grand nombre des postes cobotiques chez SAFRAN. En effet début 2018, 70 projets potentiels ont été recensés chez SAFRAN par le réseau « Ergonomie, Santé, Sécurité et Environnement » comme pouvant faire l'objet d'une intégration d'un système cobotique afin d'améliorer les conditions de travail en limitant les expositions des opérateurs (par exemple aux risques de TMS), de réduire les risques SSE et aussi d'améliorer la performance de la production (par exemple en traitant au fil de l'eau les variabilités industrielles). Face à ces besoins, l'objectif de la plateforme est donc de concevoir un démonstrateur du système cobotique, de le mettre en œuvre dans l'atelier concerné du site et de valider (ou non) le système avant de passer à l'investissement série.

Se posent alors les questions suivantes : de quels systèmes cobotiques a-t-on réellement besoin ? Avec quels objectifs associés ? Quelle organisation mettre en place ?

### La plateforme SIROCO Safran/CEA

Face à une pléthore d'offre de robots collaboratifs (180 modèles recensés à ce jour) et une très importante variabilité de situations de travail à traiter, le dispositif de plateforme Safran-CEA se doit à la fois d'être « agile » sans squeezer la mise en œuvre de notre méthodologie « groupe » le tout avec l'ensemble des parties prenantes dont des spécialistes en robotique, informatique et ergonomie.

L'enjeu pour le groupe est important car le choix d'un système cobotique doit garantir :

- Une meilleure flexibilité des moyens avec une exploitation optimisée.
- Une industrialisation rapide grâce à des modes simplifiés de programmation et d'apprentissage réalisés par les opérateurs.
- La sécurité vis-à-vis de ces nouvelles technologies et l'amélioration des conditions de travail de l'opérateur en supprimant au maximum les situations d'exposition.
- Une réduction des coûts de production en supprimant les tâches opérateur sans valeur ajoutée pour l'opérateur.
- Une réduction des coûts d'investissement par une meilleure maîtrise des risques et des technologies moins coûteuses qu'une automatisation complète.

### Les projets menés dans la plateforme Siroco

L'ensemble des projets qui ont été retenus dans la plateforme Siroco proviennent de notre réseau « préventeurs » Ergonomie et SSE car les problématiques à traiter sont principalement détectées dans le cadre du programme Ergonomie mis en œuvre dans le groupe Safran (Thibault et al. 2014). Nous avons retenu dans cette communication huit projets d'industrialisation de systèmes cobotiques, projets réalisés sur une période de 18 mois.

P1	Système cobotique de mesure numérique
P2	Système cobotique d'assemblage modules
P3	Système cobotique de réparation composites
P4	Système cobotique de chargement machine
P5	Système cobotique de test disjoncteurs
P6	Système cobotique de démontage modules
P7	Système cobotique de ponçage
P8	Système cobotique d'ajustage

Tab.1 : Projets d'industrialisation menés dans la plateforme Siroco

Parmi les critères de sélection des projets à traiter dans la plateforme, les critères de prévention de la santé au travail sont prépondérants.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Risques chimiques	x		x				x	x
Risques TMS	x	x	x	x	x	x	x	x
Risques mécaniques			x	x		x	x	x
Risques Environnementaux	x		x				x	x

Tab.2 : critères de prévention de la santé au travail

Face aux multiples critères de gestion d'un projet industriel (Thibault, 1999), les critères de prévention de la santé sont bien évidemment complétés par d'autres critères de sélection comme des critères de maturité technologique, des critères de maturité du site à intégrer un système cobotique, des critères de performance et des critères de généralisation dans le groupe. La phase de sélection des projets à traiter dans la plateforme Siroco s'effectue sous la forme d'une analyse de la demande qui a la particularité dans notre cas d'être menée de manière interdisciplinaire. Nous allons détailler les étapes clés de la conduite de projet interdisciplinaire d'industrialisation de systèmes cobotiques.

### Démarche interdisciplinaire d'industrialisation de systèmes cobotiques

La démarche de conduite de projet se veut à la fois « **agile** » pour tenir des délais de 6 à 8 mois (de l'analyse de la demande à la rédaction du cahier des charges pour l'investissement série) ; et **interdisciplinaire** pour maîtriser les technologies de robotique collaborative (roboticiens du CEA), les technologies de simulation en réalité virtuelle et mixte (informaticiens du CEA), l'ergonomie des futures situations de travail (ergonomes Safran et consultants ergonome), le procédé de fabrication (équipe Safran du site intégrant les opérateurs concernés). Pour répondre aux exigences industrielles et aux exigences d'expertise interdisciplinaire, le partenariat Safran/CEA a été construit autour d'un financement et pilotage du projet entièrement « bicéphale » avec une maîtrise d'ouvrage Safran/CEA et une maîtrise d'œuvre aussi Safran/CEA.

Chaque projet se décompose en quatre lots :

- Lot 1 de sélection et validation du projet
- Lot 2 d'analyse du poste de travail existant et de scénarisation de la solution cobotique
- Lot 3 de construction, mise en œuvre et validation du démonstrateur
- Lot 4 d'accompagnement à l'intégration industrielle

En ce qui concerne l'ergonomie, le lot 1 correspond à l'analyse de la demande et à sa reformulation en impliquant l'ensemble des parties prenantes (Safran et CEA List) grâce à l'explicitation de l'ensemble des objectifs généraux du projet (de santé mais aussi de performance), à la structuration de l'équipe projet (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, positionnement ergonome, etc.), à la contractualisation du projet (livrables, délais, appel à consultant ergonome, participation des opérateurs, etc.). Ensuite l'ergonome réalise dans le lot 2 une analyse de l'activité des situations de travail existantes, participe à la projection de la solution cobotique avec l'équipe interdisciplinaire et surtout travaille à la conception de scénarios de simulation de l'activité future. A l'issue, des séances de simulations sont menées sur site avec l'ensemble des parties prenantes dont les opérateurs grâce à une immersion en réalité virtuelle. Pour ce faire un kit et un logiciel de réalité virtuelle ont été développés par le Factory Lab du CEA pour que l'opérateur simule son activité future en interagissant avec le robot collaboratif. Au-delà des bénéfices de la simulation connus de longue date (Garrigou et al. 2001), ce dispositif innovant est aujourd'hui capable de modéliser les interactions de l'opérateur et du robot collaboratif en termes de sécurité (force de contact, inertie, vitesse, ...) et d'ergonomie (avatar postural, variabilité anthropomorphique, ...). De plus

ces simulations permettent aux opérateurs de valider la répartition des fonctions entre le robot et eux-mêmes. Les scénarios et les enregistrements des séances avec les points retenus et ceux à revoir constituent le livrable du lot 2. En effet à la fin du lot 2, l'ensemble des parties prenantes ont une vision commune du futur système cobotique qui va être construit.

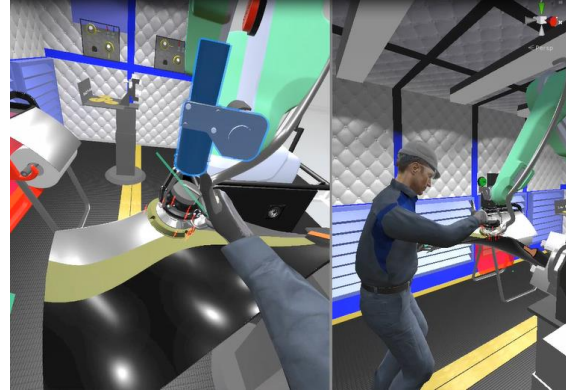


Fig.4 : Simulation en réalité virtuelle des interactions opérateur / robot collaboratif (Projet 7)

Fort du livrable du lot 2 comme cahier des charges du futur système cobotique, le lot 3 va engager les études, la conception et l'approvisionnement des matériels (robot, effecteurs, IHM, ...) pour réaliser le système robot (voir fig. 2). Le démonstrateur du système robot va dans un premier temps être testé dans un des laboratoires du CEA. Cette première série de tests se clôture par des tests utilisateurs avec quelques opérateurs et l'ergonome. Une fois validé, le démonstrateur est démonté et remonté sur site au poste de travail concerné. Les essais du système cobotique s'effectuent donc sur de vraies pièces en situation réelle et permettent soit de valider le procédé dans l'état ou de préciser les points à retravailler. L'ensemble des parties prenantes du site ont ainsi la possibilité de tester la solution cobotique pour finaliser la conception du système. Les opérateurs vont ainsi appréhender les nouvelles situations de travail dans leur environnement habituel de travail avec de « vraies pièces » à produire.



Fig.5 : essai du cobot de ponçage (Projet 7)

Le rapport de test constitue le livrable du lot 3 et va permettre ainsi de rédiger dans le lot 4 le cahier des

charges pour l'investissement série final. L'équipe projet Siroco assiste le site dans l'élaboration du cahier des charges et réalise aussi un retour d'expérience du projet.

## LES RESULTATS OBTENUS

Après 18 mois de fonctionnement et 8 projets finalisés, nous allons exposer les résultats dans un premier temps d'ordre méthodologique et dans un deuxième temps d'ordre opérationnel.

### D'un point de vue méthodologique

La plateforme SIROCO a permis de conduire des projets en interdisciplinarité dans la mesure où le processus de conception apparaît comme une co-construction de la solution cobotique grâce à une organisation projet sollicitant des apprentissages collectifs et croisés (Hatchel 2015). Ainsi la solution cobotique n'appartient pas à une seule expertise scientifique mais bien à la combinaison et la coordination d'un ensemble d'expertises (du roboticien, de l'ergonome, des méthodes, de l'opérateur, etc.). En paraphrasant Lamartine, une seule expertise manque et c'est toute la solution qui risque d'être bancable car l'interaction opérateur-robot demeure l'enjeu majeur de la robotique collaborative (contrairement à la robotique « classique »). Derrière l'interaction (Yanco et al. 2004. Dumora 2014. Sheridan 2016. Parashar et al. 2019), se cachent des relations entre autonomie et coopération (Couvent et al. 2019, Barcellini 2020) qui relèvent de la complexité de l'activité de travail avec ses déterminants physiques, cognitifs, psychologiques et sociaux. A noter que l'on retrouve dans une moindre mesure cette même problématique dans l'interaction opérateur/manipulateur, problématique qui a engendré des kyrielles de manipulateurs qui prennent la poussière.

Notre organisation de la conduite de projet sous forme « agile » a favorisé la co-construction de chaque livrable à chaque lot grâce à une structuration des apprentissages collectifs basés d'une part « sur des prescriptions réciproques faibles » et d'autre part sur « des épreuves de compatibilité et de vérité » (Hatchuel 2015) que sont les simulations et le prototypage. Par exemple, l'organisation en amont dès le lot 2 de simulations en réalité virtuelle se sont avérées très utiles vis-à-vis de l'acceptabilité du projet et de la future solution cobotique (Sagnier. 2019). Cependant, cette organisation nécessite que chacun puisse prendre le temps de découvrir une partie du métier de l'autre ce qui est apparu difficile au regard du temps imparti au projet (7,5 mois en moyenne), du nombre de projets en simultané (3 projets généralement), du nombre de parties prenantes dans chaque projet (entre 10 à 15 personnes) et de la disponibilité de chacun.

### D'un point de vue opérationnel

Tous les projets ont été menés en temps et en heure soit 7,5 mois en moyenne ce qui est très court au regard des projets menés dans notre groupe. L'ensemble des budgets prévisionnels ont été respectés (budget cumulé d'environ 1M€) et les attendus des sites ont globalement été satisfaits. Par exemple, nos huit systèmes cobotiques répondent à l'ensemble des objectifs de prévention de la santé au travail (voir Tab.2) ce qui démontre l'utilité de tels systèmes pour la prévention des risques. D'un point de

vue industrialisation, le résultat est plus mitigé car nos solutions cobotiques n'ont pas toutes le même degré de maturité technologique. Certaines solutions relèvent plus d'une démonstration d'un prototype dans un environnement de laboratoire reproduisant fidèlement des conditions réelles. D'autres ont permis une démonstration d'un prototype dans un environnement opérationnel voire une préqualification de la machine industrielle. En effet, l'introduction d'un système cobotique a généré dans certains cas une rupture technologique mais aussi une rupture de procédé en substituant par exemple des procédés chimiques (avec des risques CMR) par, dans un cas un procédé d'usinage jet d'eau, et dans un autre cas par un procédé de mesure numérique. Ainsi l'industrialisation d'un tel système nécessite une qualification à la fois du système robot (objet de la plateforme) mais aussi du procédé (non prévu dans le périmètre du projet).

Par contre, il est clair que toutes nos solutions transforment radicalement l'activité de travail de l'opérateur en lui enlevant la pénibilité de certaines tâches (postures délétères, efforts excessifs, répétitivité, expositions à des agents toxiques, coupures, stress vis-à-vis du risque d'erreur, etc.) et en lui permettant de piloter lui-même le système robot (par exemple en programmant celui-ci par apprentissage ou en le manipulant pour obtenir la finition désirée). Globalement grâce à l'implication des opérateurs tout au long du projet et à une IHM très simple, la prise en main du robot collaboratif n'a jamais posé de problème d'apprentissage. L'ensemble des opérateurs qui ont testé le système cobotique se sont rendu compte qu'ils ne perdaient pas leur expertise et leur savoir-faire en utilisant un robot collaboratif. Par exemple, l'opérateur qui manipule le robot collaboratif pour effectuer du meulage ou du ponçage doit toujours mettre en œuvre son expertise pour diagnostiquer à quel endroit il faut poncer, quelle trajectoire suivre, quelle force d'appui au ponçage, quel niveau de qualité du ponçage est acceptable, etc. Au contraire, l'utilisation d'un tel système renforce leur savoir-faire et leur permet de développer de nouvelles stratégies opératoires comme par exemple se répartir la tâche entre le robot et eux-mêmes. Ils ont ainsi compris que « le cerveau d'un cobot c'est celui de l'opérateur » (Thibault.2017).

## CONCLUSION ET MISE EN PERSPECTIVE

Positionner efficacement l'ergonomie dans la conception de systèmes cobotiques relève bien de 4 conditions nécessaires à savoir :

- Se référer à un modèle scientifique du système cobotique à concevoir « orienté » activité future de l'opérateur.
- Intégrer l'amélioration des conditions de travail comme un paramètre de performance justifiant des investissements.
- S'appuyer sur une conduite de projet « agile » interdisciplinaire source d'apprentissages collectifs et croisés.
- Décrypter l'environnement dans lequel le système cobotique va s'intégrer.

A ce sujet, nous nous sommes aperçu au court de nos projets que les freins à la mise en œuvre d'un système cobotique n'étaient pas que dans l'atelier voire étaient principalement ailleurs. Ainsi face aux

nombreuses parties prenantes, les notions d'acceptabilité et d'acceptation (Weistroffer 2014. Wiolan et al. 2019) touchent évidemment l'opérateur mais pas uniquement, au travers de dimensions comme la facilité d'utilisation, l'utilité en termes de performances à la fois « productive » mais aussi de prévention de la santé, les conditions d'utilisation, l'influence sociale, l'identité professionnelle et le ressenti de l'opérateur (Wiolan et al. op. cit.). La notion de confiance dans le système devient primordiale et peut s'avérer réhibitoire dans certains modes de fonctionnement comme par exemple « en automatique » (ce qui pose par ailleurs la légitimité ou non d'un interfaçage avec de l'intelligence artificielle ; mais c'est une autre histoire !). Pour conclure, au-delà de l'opportunité offerte par les nouvelles technologies de robotique collaborative pour transformer les situations de travail (Moulières et al., 2016), ce retour d'expérience démontre l'importance d'intégrer l'ergonomie dans la conception de systèmes cobotiques au sein d'une démarche interdisciplinaire. Ainsi ce positionnement opérationnel et affirmé de l'ergonomie dans notre plateforme SIROCO de conception de systèmes cobotiques nous permet de co-construire des nouveaux outils qui transforment le travail des opérateurs, des concepteurs et des ergonomes.

## BIBLIOGRAPHIE

- Acoulon S. (2013).** Les robots collaboratifs – Guide d'intégration de la santé et de la sécurité, Cetim
- Barcellini F. (2020).** Quelles conceptions de la coopération humains-robots collaboratifs ? », in *Activités*, 17-1, <https://doi.org/10.4000/activites.5007>
- Bitonneau D., Moulières-Seban T., Dumora J., Ly O., Thibault J.F., Salotti J.M., Claverie B., (2017).** Design of an industrial human-robot tank cleaning system through participative simulations in International Symposium on System Integration IEEE/SICE, Taipei, Taiwan.
- Bitonneau D. (2018).** *Conception de systèmes cobotiques industriels, aspects robotiques et prise en compte des facteurs humains.* Thèse Université de Bordeaux.
- Bounouar M., Béarée R., Benchekroun T.H., Siadat A., (2019).** Etat des lieux de la cobotique industrielle et de la conduite de projet associée, in 16e Colloque National S-mart, Les Karellis
- Covent A., Debain C., Tricot N., Coutarel F. (2019)** Human-Robot cooperation; link between acceptance and modes of cooperation chosen by operator with a robot, in Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference Human Systems Engineering and Design II on Human Systems Engineering II : Proceedings
- Dumora J. (2014).** Contribution à l'interaction physique homme-robot : application à la comanipulation d'objets de grandes dimensions. Thèse Université de Montpellier.
- Garrigou A., Thibault J.F., Jackson M., Mascia F. (2001).** Contributions et démarche de l'ergonomie dans les processus de conception, in *PISTES*, vol.3 n°2, <http://www.unites.uqam.ca/pistes/>, 16 pp.
- Hatchuel A. (2015).** Apprentissages collectifs et activités de conception, in *Revue française de gestion*, n° 253, pp.121-137
- Jocelyn S., Buriel-Vienney D., Giraud L., Sghaier A., (2017).** Robotique collaborative : évaluation des fonctions de sécurité et retour d'expérience des travailleurs, utilisateurs et intégrateurs au Québec. Rapport scientifique R-974, IRSST
- ISO/TS 15066 (2016).** Robots and robotic devices – Collaborative robots
- Maurice P., Padois P., Measson Y., Bidaud P., (2017).** Human-oriented design of collaborative robots. In *International Journal of Industrial Ergonomics*, Elsevier, 2017, 57, pp.88-102.
- Ministère du travail (2017).** Guide de prévention à destination des fabricants et des utilisateurs : pour la mise en œuvre des applications collaboratives robotisées, 50 p.
- Moulières-Seban T., Bitonneau D., Thibault J.F., Salotti J.M., Claverie B., (2016).** La Cobotique : un domaine pluridisciplinaire émergent utile à l'ergonomie, in Actes du 51<sup>ème</sup> Congrès de la SELF, Marseille, 21-23/09/16.
- Moulières Seban T. (2017).** *Conception de systèmes cobotiques industriels, approche cognitive - Application à la production pyrotechnique au sein d'Ariane Group.* Thèse Université Bordeaux.
- Parashar P., Sanneman L., Shah J., Christensen H., (2019).** A Taxonomy for Characterizing Modes of Interactions in Goal-driven Human-robot Teams, in International Conference on Intelligent Robots and Systems IEEE/RSJ, Macau, China
- Sagnier C. (2019).** *Étude de l'acceptabilité de la réalité virtuelle dans l'industrie aéronautique.* Thèse Université de Picardie Jules Verne.
- Sheridan T. (2016)** Human-Robot Interaction: Status and Challenges, in *Human Factors*, volume 58 Issue 4, pp. 525-532
- Thibault J.F., Jackson M. (1999).** L'ergonomie face aux critères de gestion des processus de conception industrielle, in Actes du 34<sup>ème</sup> Congrès de la SELF, Caen, pp.555-564.
- Thibault J.-F., Papin J. (2014).** Build an Ergonomics Program for an Industrial International Group, in *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014, Kraków, Poland.*
- Thibault J.-F. (2017).** *Guide pratique d'ergonomie en conception industrielle*, version Français-Anglais, Eds Octarès, 256 p.
- Thibault J.-F., (2017),** Le cerveau d'un cobot est celui de son opérateur, in *Dossiers Le Monde, Les clefs de demain - Cobotique : histoire d'interaction*
- Thibault J.-F. (2018).** L'ergonomie dans un processus de conception interdisciplinaire de systèmes cobotiques, in Symposium : approches interdisciplinaires de conception de systèmes cobotiques industriels in Actes 53<sup>ème</sup> Congrès SELF, Bordeaux
- Thibault J.F. (2018).** Development of collaborative robotics in Safran group, in *Actes de la Journée Nationale Interaction Physique Homme-Robot*, LIRMM, Montpellier.
- Tihay D. (2018).** Robotique collaborative : perception et attentes des industriels, in *Hygiène et Sécurité du travail*, n° 250, pp. 50-57, INRS
- Yanco A. and J. Drury J., (2004).** Classifying human-robot interaction: an updated taxonomy, in *International Conference on Systems, Man and Cybernetics IEEE*, The Hague, pp. 2841-2846 vol.3.
- Weistroffer V. (2014).** Étude des conditions d'acceptabilité de la collaboration homme-robot en utilisant la réalité virtuelle. ENMP, thèse Université, Paris.
- Wiolan L., Debay L., Atain-Kouadio J.J. (2019).** Processus d'acceptabilité et d'acceptation des exosquelettes : évaluation par questionnaire. *TJ 274 INRS*