



HAL
open science

Outils collaboratifs : Impacts d'un système cobotique sur l'aide au montage pour les postes manuels industriels

Nicolas Briant, Elodie Pillon, Vincent Havard

► To cite this version:

Nicolas Briant, Elodie Pillon, Vincent Havard. Outils collaboratifs : Impacts d'un système cobotique sur l'aide au montage pour les postes manuels industriels. CONFERE 2019, LINEACT CESI, Jul 2019, Galway, Islande. hal-04093920

HAL Id: hal-04093920

<https://hal.science/hal-04093920>

Submitted on 10 May 2023

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.

OUTILS COLLABORATIFS : IMPACT D'UN SYSTEME COBOTIQUE SUR L'AIDE AU MONTAGE POUR DES POSTES MANUELS INDUSTRIELS

Nicolas BRIANT, Elodie PILLON, Vincent HAVARD

LINEACT - CESI Recherche ROUEN – 1 rue Marconi - 76130 Mont-Saint-Aignan,
{nbriant, epillon, vhavard} @cesi.fr

Résumé : La collaboration humain-machine est plus que d'actualité aujourd'hui, particulièrement dans les perspectives d'évolution de l'industrie 4.0. Au sein de la plateforme usine du futur de CESI, nous travaillons sur le développement d'outils propices à la collaboration humain-machine. Dans le but de définir comment l'utilisation d'un bras collaboratif impacte la durée et la qualité d'une tâche, nous avons réalisé, auprès de 19 personnes, une simulation de montage d'un produit sur un poste manuel. Les résultats ainsi obtenus ne permettent pas de conclure à un gain de temps lors de l'assemblage, mais démontrent un avantage intéressant sur la qualité et la conformité de l'assemblage. Néanmoins, l'analyse du retour d'expérience des participants à cette simulation montre que l'intérêt de travailler avec cet outil dépend essentiellement de l'utilisateur.

Mots clés : Cobotique, outils collaboratifs, postes manuels, performance industrielle, usine du futur

1 INTRODUCTION

Dans un contexte d'usine du futur, les industries manufacturières cherchent à conserver l'opérateur au centre de la production et de disposer d'outils flexibles et reconfigurables. Au sein du démonstrateur industrie du futur du laboratoire LINEACT de CESI Rouen, un atelier flexible de production, destiné au développement et au déploiement d'outils 4.0, a été intégré. Cet atelier flexible est composé en partie de 6 postes manuels sur lesquels est réalisé un montage de vélos pour enfants (Kit INFENTO) [1]. Ils permettent de simuler des cas d'étude similaires aux situations rencontrées dans l'industrie.

Dans le cadre de cet article scientifique, nous allons nous intéresser à l'impact généré par l'utilisation de la cobotique sur le délai et la qualité de montage sur ces postes manuels. Pour cela nous avons fait passer plusieurs participants de CESI avec différents profils (informaticien, logisticien, QSE, R&D, méthodiste...) sur le montage des produits avec et sans l'aide du bras collaboratif. Le but étant de faire une analyse comparative des temps de réalisation entre les deux simulations, de constater les différences liées à la qualité du produit (conforme, non conforme) et également d'étudier les ressentis et le retour d'expérience des utilisateurs.

Grâce à cette étude nous contribuons à appréhender l'intérêt d'utiliser un bras collaboratif. Nous chercherons également à vérifier s'il existe un impact entre le profil des opérateurs et l'utilisation du Cobot.

2 ETAT DE L'ART

L'industrie a connu plusieurs révolutions dans son histoire. La première révolution s'est caractérisée par la production mécanique en 1765 portée par les machines à vapeur. La deuxième révolution a été définie par la production en masse en 1870 avec la poussée de l'énergie électrique et pétrolière. La troisième révolution a été déclenchée grâce à la production automatisée soutenue par

l'électronique et les technologies informatiques à partir de 1969. Aujourd'hui, nous sommes dans la quatrième révolution industrielle qui intègre les nouvelles technologies telles que l'internet des objets, l'intelligence artificielle, le Big data et également le développement de la collaboration homme-machine.

Jusqu'alors, par souci de sécurité, les robots effectuaient des tâches industrielles en dehors des zones où peuvent se trouver les humains. La cohabitation humain-robot dans un même environnement pose la question de l'adaptabilité de l'un à l'autre. Nous ne pouvons répartir la vigilance entre les deux acteurs et ce serait davantage au cobot de s'adapter et d'anticiper les événements plutôt qu'à l'humain [2]. Dans la course à la performance, la place de l'humain dans l'industrie fait débat. Des voix s'élèvent afin d'automatiser au maximum les processus industriels tandis que d'autres préfèrent valoriser la place de l'humain grâce à son utilité et son intégration avec les systèmes techniques. L'utilisation de cobot prend alors tout son sens [3].

On définit la cobotique par la collaboration entre humain et robot pour tendre vers un objectif commun [4]. C'est un outil d'assistance à l'opérateur permettant d'augmenter la performance et de diminuer au maximum les tâches les plus fatigantes et/ou dangereuses. Le cobot associe le mouvement de l'humain et le mouvement artificiel. Il permet de réaliser certaines tâches avec plus de précision et de déplacer des charges lourdes et encombrantes plus facilement. On différencie le cobot du robot de part son autonomie. Le cobot a besoin d'une interaction avec l'humain pour effectuer des tâches tandis que le robot peut travailler en totale indépendance [5]. Contrairement au robot qui est plus utilisé pour sa rapidité d'exécution mais qui demande également beaucoup plus d'opérations de programmation pour être employé sur une autre activité [6], le cobot a un avantage sur la flexibilité. La reprogrammation d'un cobot pour effectuer d'autres tâches est très facile. Cela ne nécessite pas de compétences en programmation particulière. L'apprentissage du mouvement se fait en temps réel grâce au déplacement du bras robotique par l'opérateur.

Différents travaux ont déjà été menés à ce jour sur le sujet de la cobotique. Certains analysent le contrôle de cobot, la conception de cobot, les contraintes de cobot, l'apprentissage de cobot. D'autres sont plus spécifiques :

- L'Atelier Indust Aeronaut de Bordeaux utilise un Cobot pour assurer la manutention de pièces aéronautiques lourdes afin de les sortir/remettre dans les emballages et de les charger/décharger du process de décapage [7].
- L'entreprise RB3D a installé un bras robotique pour la manipulation de caisse dans le secteur agro-alimentaire. Ceci apporte un gain ergonomique [8]
- L'analyse des interactions Homme-Robot pour la Cobotique Industrielle [9]
- Cobotique haute performance, article scientifique présenté à la 9ème Conférence internationale sur la robotique de rééducation, 2005 [10].

Cependant, à notre connaissance, peu d'articles traitent de la qualité et de la performance en terme de délais liés à l'utilisation d'un bras collaboratif. Nos travaux se situent donc dans cette thématique et viseront à comprendre si l'utilisation d'un bras collaboratif impacte la durée et la qualité d'une tâche.

3 OBJECTIFS DE L'ETUDE

Au sein du démonstrateur usine du futur de CESI, nous travaillons sur le déploiement et l'utilisation d'outils 4.0. Nous avons récemment implanté des postes manuels afin de pouvoir simuler la fabrication de produit au plus proche de la réalité rencontrée en entreprise. Ces postes manuels sont utilisés par l'équipe de recherche et ses stagiaires ainsi que par tous les apprenants CESI. Ils permettent de proposer de nouveaux supports pédagogiques aux étudiants en formation. Nous pouvons ainsi créer des situations d'usage prenant en compte les aspects matériels et logistiques. Il faut également que ces postes manuels soient en lien avec le reste de la plateforme recherche :

- Chaîne de production didactique FESTO (simulation de fabrication de téléphone portable)
- Réalité augmentée et virtuelle
- Outils de prototypage (imprimante 3D, découpe et gravure laser, scan 3D...)
- AGV (véhicule à guidage automatique)
- Cobots (bras 6 axes collaboratif)

La collaboration humain-machine est plus que d'actualité aujourd'hui, notamment dans les perspectives d'évolution de l'industrie 4.0. Dans cette étude, nous allons nous intéresser plus particulièrement à l'utilisation d'un bras collaboratif en lien avec un poste manuel. L'objectif sera d'étudier l'impact du cobot sur le montage d'un produit (vélo pour enfants). Nous nous intéresserons plus particulièrement à l'efficacité d'un bras manipulateur type UR10 (Universal Robot) [11] et son impact sur le temps et la qualité du montage par les opérateurs. Nous allons également porter un intérêt sur les profils des participants, leurs vécus professionnels et sur leurs retours d'expérience suite à ces simulations. Nous n'aborderons pas le sujet du coût dans cette étude car cela ne représente pas un intérêt dans les résultats souhaités. Nous comparerons les résultats de montage du même produit avec et sans l'aide du cobot pour savoir s'il y a un avantage considérable ou non à déployer cette solution dans notre cas de figure. La perception de l'opérateur à utiliser cette technologie est également très importante.

4 METHODE

Pour réaliser cette étude, nous avons mis en place deux postes manuels (Figure 1). Sur ces postes, les opérateurs vont devoir réaliser le même montage de produit. L'un des postes sera totalement manuel tandis que l'autre sera implanté à proximité du bras collaboratif qui contribuera au montage du produit. Nous pouvons grâce à cette implantation faire participer deux opérateurs en même temps.

Un appel au volontariat pour la participation de cette étude fut réalisée au sein de la plateforme recherche. L'objectif était de rassembler des profils différents afin d'analyser si la formation ou l'expérience professionnelle avait un impact sur l'utilisation du bras collaboratif. Nous avons réalisé deux groupes de participants relativement homogènes sur l'arbre des compétences. Un premier groupe commencera le montage sur le poste avec l'aide du bras collaboratif et un deuxième groupe commencera le montage sans l'aide du bras collaboratif. À la fin du montage des produits sur le poste, les opérateurs permutent. Ce choix permet de comparer les temps et la qualité des assemblages entre les deux groupes et éviter ainsi de biaiser les résultats à cause de l'apprentissage et de l'accoutumance du montage sur le premier poste. Les opérateurs assembleront deux produits sur chacun des postes. Nous analyserons uniquement les temps et la qualité du deuxième produit car nous considérons que le premier produit est lié à la compréhension du poste et de l'assemblage.

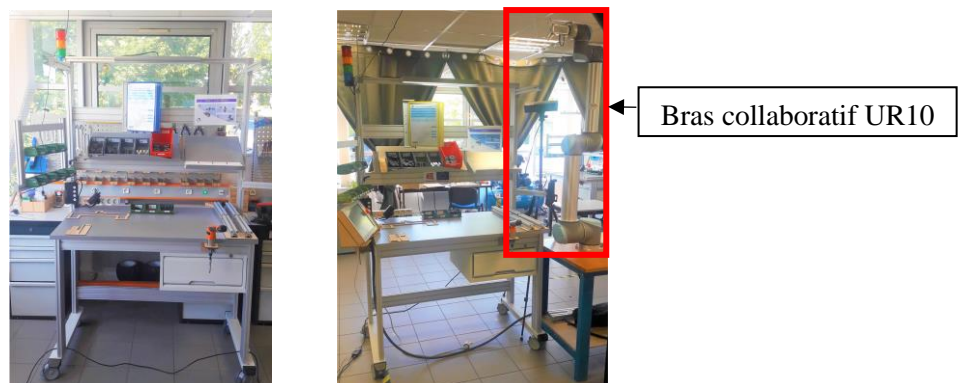


Figure 1 Poste manuel sans cobot à gauche et poste manuel avec cobot à droite

Deux caméras ont été placées sur chacun des postes, une au plafond pour avoir une vue d'ensemble de la zone de travail et une autre sur le côté du poste pour avoir une vue plus générale des manipulations et des mouvements des opérateurs. L'objectif est d'analyser ces vidéos afin de relever les temps de montage et constater les différentes erreurs éventuelles.

Nous avons choisi de travailler sur l'assemblage d'un modèle de vélo pour enfants répondant à des caractéristiques spécifiques en matière de design, encyclage, flux, coûts et diversités des pièces. Le montage du produit sur le poste utilisé pour l'expérimentation est divisé en 2 sous-ensembles qui forment le cadre inférieur du vélo (Figure 2).

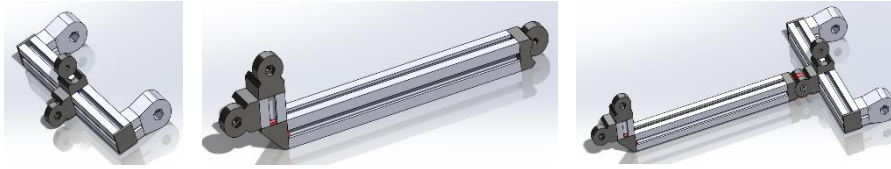


Figure 2 sous-ensembles et cadre inférieur

Nous avons défini des emplacements spécifiques sur les postes manuels afin que le bras manipulateur et l'opérateur puissent travailler en parfaite collaboration (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

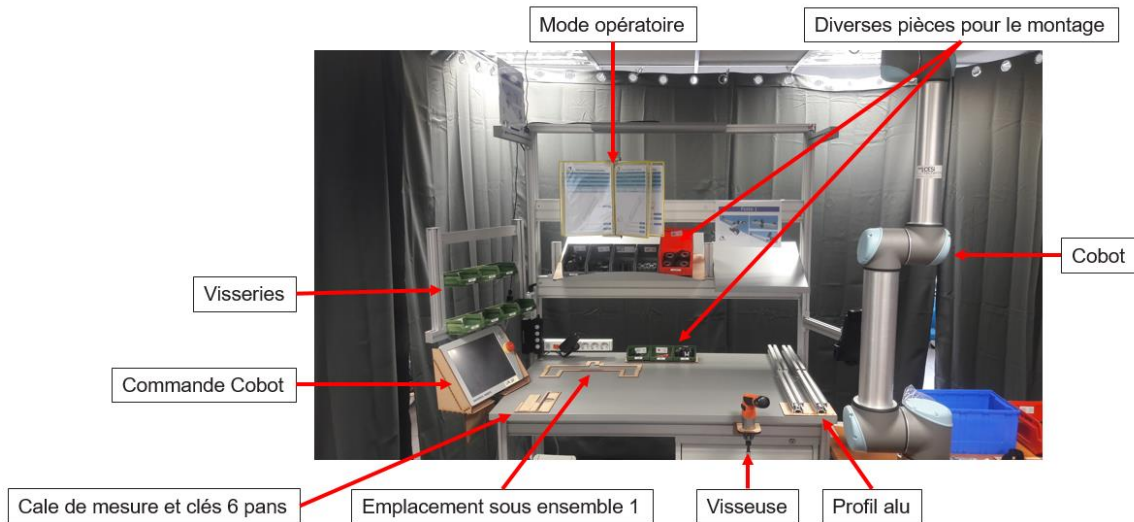


Figure 3 Poste manuel et bras collaboratif UR10

La programmation du bras UR10 a été réalisée afin de positionner au mieux les profils dans les différentes opérations de montage. Cette programmation s'est concentrée davantage sur l'aide à la manipulation du produit que sur l'ergonomie de l'opérateur qui n'était pas l'objectif de l'étude. Un total de 19 candidats a répondu présent pour participer à cette expérience. Nous avons réalisé un document expliquant et synthétisant le déroulé du test, le poste de travail et son implantation, les modes opératoires, l'utilisation du cobot et une vidéo qui présentait également le montage d'un produit. Ce document a été envoyé à tous les participants avant de commencer l'expérience afin qu'ils en prennent connaissance et qu'ils connaissent théoriquement les différentes étapes d'assemblage.

Deux questionnaires ont été réalisés. Le premier questionnaire traite du profil des participants (métier, formation, utilisation de bras collaboratif, compréhension et lecture de mode opératoire, pratique d'activités manuelles au travail et/ou en dehors etc...). Ce questionnaire devait être rempli avant de commencer l'expérience. Il nous a permis de créer les deux groupes homogènes précédemment cités. Un deuxième questionnaire distribué après avoir réalisé les tests fut quant à lui destiné au retour d'expérience des participants suite à cette simulation (préférence avec/sans cobot, sentiment d'insécurité avec le cobot ou non, assemblage plus intuitif avec/sans etc...). Les résultats de ce questionnaire nous ont permis d'avoir le ressenti des personnes face à l'utilisation d'un bras collaboratif. Nous avons également pu étudier les commentaires des participants pour de futures améliorations suite à une possible continuité des expériences avec un bras collaboratif.

5 EXPERIMENTATION ET RESULTATS

5.1 Relevé d'information sur le profil des participants

Nous avons relevé dans un premier temps le premier questionnaire sur le profil des participants à la simulation. Cette étude nous a permis de créer deux groupes de travail les plus homogènes possible

pour éviter un déséquilibre dans les résultats. Pour cela, nous avons pondéré quelques résultats comme le fait de réaliser des opérations manuelles dans le cadre et/ou hors du travail (jamais = 0 point, au moins une fois par trimestre = 1 point, au moins une fois par mois = 2 points et toutes les semaines = 3 points). Ci-dessous le tableau des résultats (Tableau 1).

	Jamais	< 1 fois par trimestre	< 1 une fois par mois	Toutes les semaines
Réalisez-vous des opérations manuelles dans le cadre de votre travail	68,40%	21,10%	10,50%	
Réalisez-vous des opérations manuelles en dehors de votre travail	47,40%	21,10%	21,10%	10,50%

Tableau 1 Réalisation d'opérations manuelles

Nous pouvons constater que les participants ne pratiquent pas ou peu d'activités manuelles dans le cadre et hors cadre du travail. Nous avons ensuite demandé une auto-évaluation des candidats sur leurs maîtrises de la lecture des modes opératoires et sur leur aisance aux activités manuelles sur une échelle de 1 à 5 points (Tableau 2). L'auto-évaluation laisse apparaître une diversité sur les compétences manuelles tandis qu'elle démontre une grande agilité dans la lecture des modes opératoires.

	Nombre de points				
	1	2	3	4	5
Diriez-vous que vous êtes pas du tout manuel ou très manuel	5%	21%	16%	32%	26%
Diriez-vous que pour la lecture de mode opératoire vous êtes pas à l'aise ou très à l'aise	0%	5%	27%	5%	63%

Tableau 2 Auto évaluation des compétences

Nous avons également demandé si les candidats avaient déjà utilisé un bras collaboratif et assemblé un produit INFENTO (vélo pour enfants). Les valeurs de pondérations étaient calculées pour 2 points chacun. Nous avons relevé un résultat de 78.9% de participants n'ayant jamais utilisé de bras collaboratif et 68.4% de participants n'ayant jamais travaillé sur des produits INFENTO, ce qui laisse entendre que la plupart des candidats découvraient totalement les outils et produits.

Nous avons souhaité une mixité dans l'étude pour étendre l'échantillon. Nous avons 15.8% de femmes et 84.2% d'hommes étant donné que les étudiants, stagiaires et doctorants de la plateforme de recherche et d'innovation de CESI sont majoritairement composé d'hommes.

Pour les formations et métiers (Figure 4), nous avons constaté une grande diversité, ce qui est également intéressant pour l'étude et en même temps complexe. Cela permet de distribuer dans les deux groupes, diverses expériences liées au travail manuel et au montage mais en même temps les profils trop différents risquent de créer de grands écarts dans les résultats.

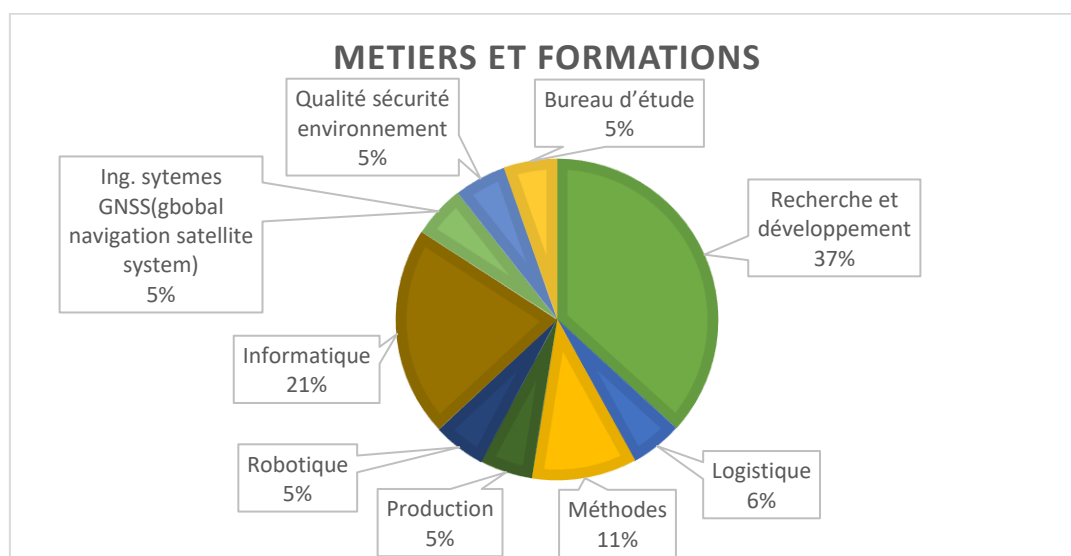


Figure 4 Sondage des métiers et formations

Nous avons réalisé le tableau des deux groupes suivant les scores obtenus (Tableau 3). Néanmoins nous pouvons constater une légère différence due au nombre impair de participants. Le groupe 1 commencera par le montage avec l'aide du cobot et le groupe deux commencera par le montage sans l'aide du cobot.

PRENOM	GROUPE	METIERS OU FORMATIONS	Score
Opérateur 1	1	Recherche et développement	9
Opérateur 2	1	Logistique	10
Opérateur 3	1	Robotique	13
Opérateur 4	1	Recherche et développement	9
Opérateur 5	1	Recherche et développement	12
Opérateur 6	1	Recherche et développement	6
Opérateur 7	1	Qualité sécurité environnement	7
Opérateur 8	1	Recherche et développement	8
Opérateur 9	1	Informatique	8
Opérateur 10	1	Bureau d'étude	11
Total			93

Opérateur 11	2	Méthodes	9
Opérateur 12	2	Recherche et développement	11
Opérateur 13	2	Recherche et développement	8
Opérateur 14	2	Informatique	5
Opérateur 15	2	Méthodes	12
Opérateur 16	2	Production	14
Opérateur 17	2	Informatique	9
Opérateur 18	2	Informatique	6
Opérateur 19	2	Ing. sytemes GNSS(gbobal navigation satellite system)	6
Total			80

Tableau 3 Résultat des scores des groupes de travail

5.2 Analyse des temps de montage

Les participants ont procédé au montage de deux produits complets par poste. Nous avons constaté que le premier montage était plus un temps de compréhension du poste de travail et de l'assemblage qu'un temps de montage vraiment objectif. Sur l'analyse des vidéos, nous avons seulement relevé les temps du deuxième assemblage sur chacun des postes ainsi que l'analyse de la conformité du produit. Ci-dessous le graphique des temps relevés du groupe 1 (Figure 5) qui commençait la simulation sans l'aide du bras collaboratif et ensuite avec l'aide du bras collaboratif.

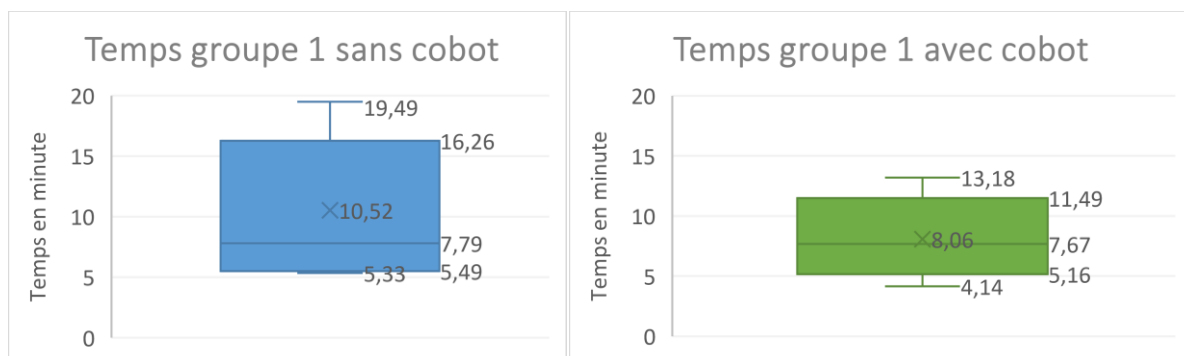
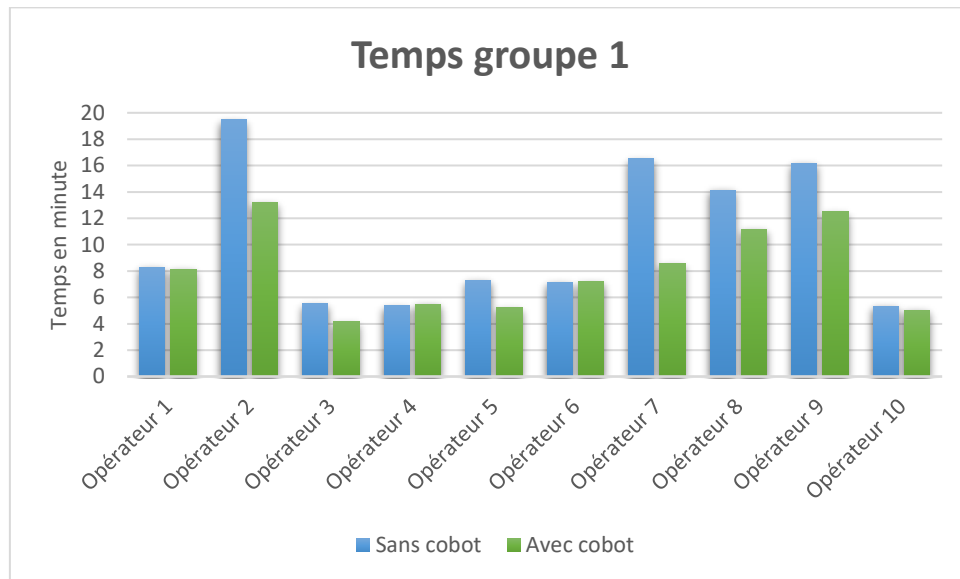


Figure 5 Graphique des temps groupe 1

Nous constatons que les résultats de temps des participants du groupe 1 ne sont pas forcément en adéquation avec les scores calculés précédemment. L'auto-évaluation des candidats est une valeur vraiment subjective, ce qui a tendance à fausser les résultats. Les personnes qui ont les scores les plus élevés ne sont pas forcément les plus rapides. De plus, une grande variabilité au niveau des résultats a pu être observée. Les connaissances mécanique et technique de chaque participant sont vraiment différentes. Nous notons tout de même une amélioration des temps de montage sur le passage au poste avec le cobot. Nous allons ensuite relever les temps du groupe 2 (Figure 6).

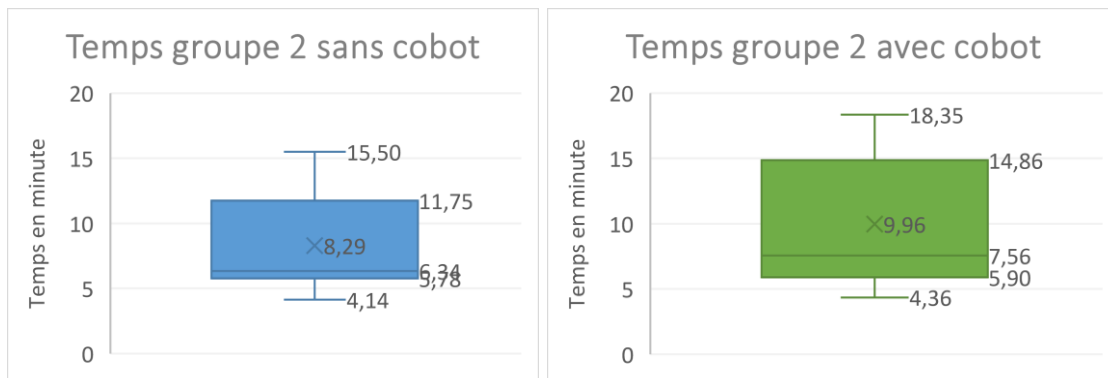
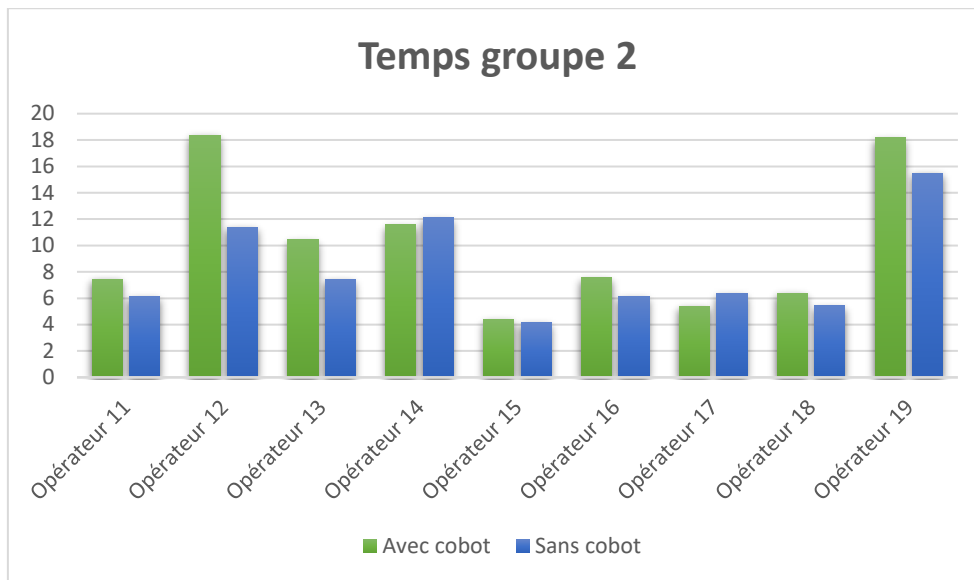


Figure 6 Graphique des temps groupe 2

Sur le relevé des temps du groupe 2, nous constatons également une grande variation des résultats entre les différents participants. La tendance est quant à elle sur un gain de temps sans l'utilisation du cobot. Nous concluons en comparant ces deux graphiques que l'utilisation du bras collaboratif avec les participants de cette étude n'a aucun impact sur les temps d'assemblage. Les candidats commençant par un poste vont plutôt assimiler les opérations et seront plus performants sur le deuxième poste quel que soit l'ordre de passage. Néanmoins, si nous ne prenons pas en compte cet apprentissage et que nous relevons que les temps sur le premier poste pour chacun des groupes, nous pouvons alors constater un temps d'assemblage moyen légèrement plus faible et une dispersion plus importante avec le cobot ce qui veut dire que le processus est plus performant en matière de délais mais également moins maîtrisé (Figure 7).

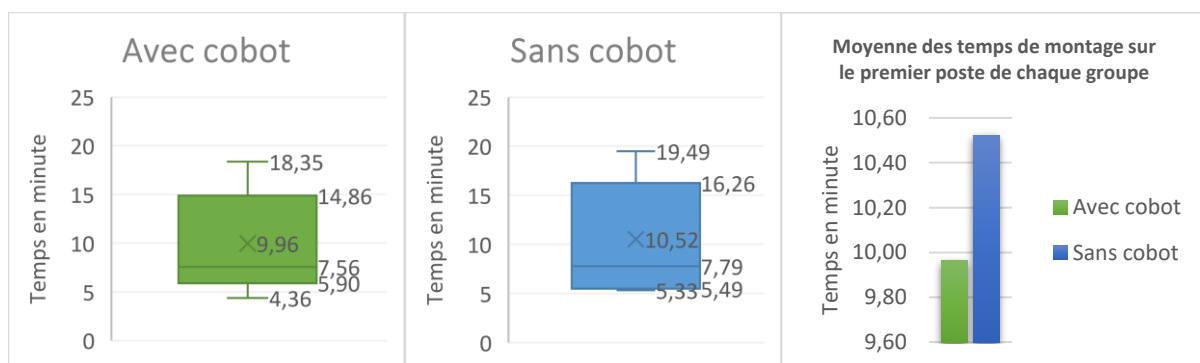


Figure 7 box plot et moyenne des temps avec et sans cobot

5.3 Analyse sur la qualité des montages

Nous nous sommes ensuite intéressé à la qualité du produit. Suite à l'analyse des vidéos du deuxième montage sur chacun des postes, nous avons identifié les produits conformes des produits non conformes dans chaque groupe. Ci-dessous les résultats du groupe 1 ayant commencé l'assemblage sans et ensuite avec cobot (Figure 8) :

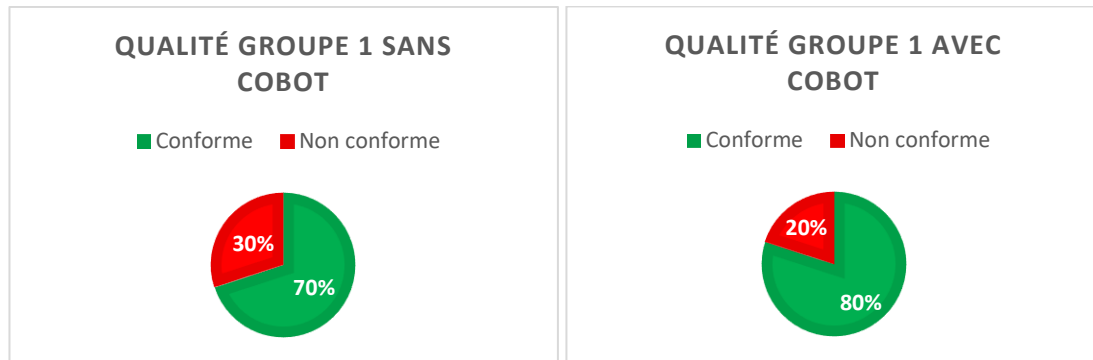


Figure 8 Qualité groupe 1 sans et avec cobot

Ci-dessous les résultats du groupe 2 ayant commencé l'assemblage avec et ensuite sans cobot (Figure 9):

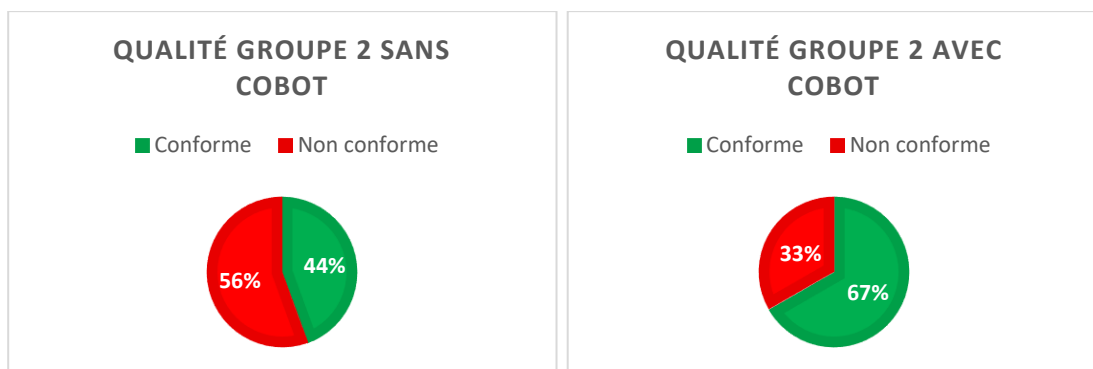


Figure 9 Qualité groupe 2 sans et avec cobot

Nous constatons que sur un point de vue qualité, les opérateurs font moins d'erreurs avec le cobot quel que soit l'ordre de passage des participants. En suivant la logique observée sur les résultats liés au temps d'assemblage, normalement le premier poste des groupes est essentiellement utile pour l'apprentissage et non pour la performance. Nous observons que le groupe 2 ayant commencé avec le cobot aurait dû, en suivant cette logique, faire plus d'erreurs sur le premier poste que sur le deuxième. Nous remarquons l'effet inverse, sur le passage au deuxième poste (assemblage sans cobot) les opérateurs réalisent 23% d'erreurs en plus par rapport au premier poste. Cela démontre que les opérateurs apprennent et retiennent moins la procédure de montage avec le bras collaboratif que sans. Le cobot présente la pièce à l'opérateur de la même façon qu'indiqué sur les modes opératoires, ils n'ont pas le choix de positionnement des profils alu ce qui limite la réflexion et le risque d'erreurs. Au passage sur le poste sans cobot, les opérateurs doivent réfléchir au sens du montage car le placement du produit est libre ce qui favorise les risques d'erreurs. Le cobot permet également un gain de confort dans la manipulation des pièces ce qui diminue la fatigue et accentue la vigilance et la performance de l'opérateur. Sur ce point, l'utilisation d'un bras collaboratif a également un impact sur la conformité du produit.

5.4 Analyse sur le retour d'expérience des participants

À la fin des opérations de montage, les participants ont réalisé le questionnaire sur le retour d'expérience lié à cette simulation. Nous avons analysé les résultats (**Tableau 4**) pour savoir si les participants avaient préféré personnellement le montage avec ou sans le cobot.

	Avec l'aide du cobot	Pas de préférence	Sans l'aide du cobot
Avez-vous préféré l'assemblage	74%		26%
Avez-vous trouvé l'assemblage plus intuitif	68%	21%	11%
Avez-vous préféré l'ergonomie du poste	53%	31%	16%
Avez-vous préféré la manipulation du produit	53%	42%	5%
Est-ce plus facile de se rendre compte lorsque vous faite une erreur sur l'assemblage	53%	37%	10%
Je me sentais plus en confiance sur le montage	37%	37%	26%
Avez-vous ressenti plus de fatigue	5%	42%	53%
Pensez-vous avoir été plus rapide	53%	16%	31%
Pensez-vous avoir été plus performant pour exécuter l'assemblage	63%	16%	21%

Tableau 4 Résultats questionnaire retour d'expérience

Sur l'ensemble des 19 participants, nous constatons que la tendance favorise le montage avec l'aide du cobot. Cependant des participants ont noté des remarques sur les risques de collision entre le bras collaboratif et l'opérateur, le fait de devoir être attentif au mouvement du cobot peut également fatiguer l'opérateur. D'autres commentaires tendent vers l'efficacité de la collaboration homme-machine, l'opérateur peut récupérer des pièces pour le montage tandis que le robot positionne l'assemblage pour la prochaine opération. Cela dépend vraiment des utilisateurs qui pratiquent cette solution, certaines seront favorables d'autres moins.

De plus, la cobot permet également une manipulation plus aisée du produit. Nous pouvons avec ce procédé, libérer les deux mains de l'opérateur tout en ayant le maintien du produit par le Cobot et effectuer ainsi des opérations de montage plus complexes (Figure 10).

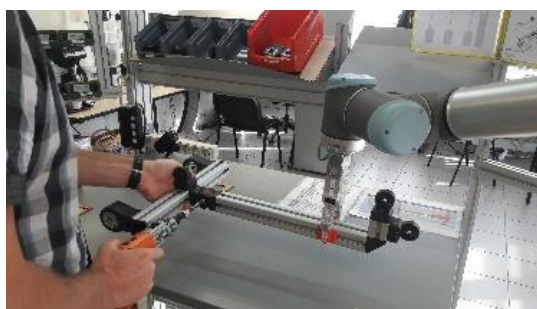


Figure 10. Opération de montage avec Cobot et humain

Nous n'avons pas développé cette partie sur notre étude dans un souci de temps, mais la Cobotique permet également d'adapter la hauteur de travail pour une même opération (Figure 11) et améliore ainsi le confort de l'opérateur. Différents programmes suivant le profil de l'utilisateur du Cobot ont été enregistrés pour améliorer l'ergonomie du poste et limiter ainsi les troubles musculosquelettiques. Sur la photo de gauche, l'opérateur mesurant 1m70 peut manipuler le produit présenté par le cobot à une hauteur de 30mm par rapport au plan de travail tandis que l'opérateur de droite mesurant 1m93 peut manipuler le produit présenté par le cobot à une hauteur de 280mm par rapport au plan de travail.

L'inclinaison de l'articulation du bras est quant à elle identique dans les deux cas de figure et ainsi respecte l'ergonomie des deux opérateurs.



Figure 11. Opérateur de gauche mesurant 1m70 et de droite mesurant 1m93

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La mise en place de postes manuels dédiés au montage d'un produit industriel, permet de simuler les méthodes de production utilisées en entreprises. L'incorporation de bras manipulateur UR10, permet quant à lui de simuler des situations de productions intégrées dans l'industrie 4.0. L'étude des temps de montage et de la qualité sur l'assemblage du produit CESI démontre qu'il n'y a pas de gain significatif en terme de délais dans notre cas de figure. Les profils vraiment différents des participants impliquent une trop grande dispersion dans les résultats. Cependant, sur le niveau de la qualité, nous avons pu constater une amélioration grâce à l'utilisation du bras collaboratif et cela avec une grande diversité d'individus. L'opérateur ne se soucie pas du placement du produit et peut donc se concentrer sur les opérations de montage. Sur le retour d'expérience, nous constatons que la tendance est davantage sur l'utilisation dans bras collaboratif dans notre cas de figure que sans.

Cette étude ne s'intéresse pas à l'aspect sécuritaire et aux risques pour l'opérateur de travailler à proximité d'un bras robotisé, mais des opérateurs ont tout de même relevé une remarque sur le sentiment de sécurité à travailler à proximité d'un cobot. La vitesse de son déplacement et l'apprentissage de ses mouvements permet d'appréhender plus facilement le travail en collaboration. Une fois la connaissance des mouvements du cobot, l'opérateur se sent plus à l'aise à proximité de celui-ci. Actuellement, il n'y a pas de capteur de contact sur l'enveloppe du bras UR10 mais seulement un capteur de surintensité détectant les heurts si le bras percute un obstacle.

Des remarques sur le passage des étapes avec le cobot furent également évoquées. Les opérateurs ont constaté une gêne dans le fait d'être obligés de passer toutes les étapes de déplacement du cobot manuellement sur la tablette de commande de celui-ci. Nos futurs travaux s'orienteront sur la reconnaissance des actions de l'opérateur par des algorithmes d'apprentissages profonds afin de permettre au bras robot de déduire ce que fait l'opérateur et ainsi changer de position en fonction des étapes d'assemblages déjà réalisées par ce dernier. Ces travaux chercheront à optimiser davantage les temps de production.

Enfin, un troisième questionnaire a été réalisé durant cette étude. Il s'agit du questionnaire UEQ, il permet de mesurer l'expérience utilisateur de produits interactifs. Nous pourrions ainsi constater si la simulation a été vécue avec beaucoup d'attraction, d'efficacité, de nouveauté et de fiabilité. Avec ces résultats nous pourrions mieux adapter d'éventuels tests futurs et ainsi être plus efficaces.

REMERCIEMENTS

Ces travaux se déroulent dans le cadre du projet Plateforme PFPI 2, financé par les fonds européens FEDER et la région Normandie. Je remercie tous les participants à cette étude qui ont pris le temps de réaliser les questionnaires et la simulation d'assemblage, Mme PILLON Elodie, Mr HAVARD Vincent et Mr BAUDRY David pour leurs aides et leurs participations.

REFERENCES

- [1] Infento, «Genius kit,» [En ligne]. Available: <https://www.infentorides.com/fr/product/genius-kit/>. [Accès le 5 Avril 2019].
- [2] A. Girin, «Le challenge de la cobotique dans l'industrie».
- [3] B. Claverie, «revue-progressistes, La cobotique pour l'industrie 4.0,» 11 Mars 2019. [En ligne]. Available: <https://revue-progressistes.org/2019/03/11/la-cobotique-pour-lindustrie-4-0-par-bernard-claverie/>.
- [4] B. Claverie, B. Blanc et P. Fouillat , «La cobotique. La robotique soumise.,» *Communication et organisation*, pp. 203-214, 2013.
- [5] É. Kleinpeter, «Le Cobot, la coopération entre l'utilisateur et la machine,» 2015. [En ligne]. Available: <https://www.cairn.info/revue-multitudes-2015-1-page-70.htm>.
- [6] C. d'expert, «Pourquoi utiliser les Cobots, le robot collaboratif de l'usine du futur?,» [En ligne]. Available: <https://www.optiflux-sas.com/les-cobots-le-robot-agile-de-lusine-du-futur/>.
- [7] BAAS, «Un manipulateur de charges inédit à l'AIA de Bordeaux,» 17 Mai 2017. [En ligne]. Available: <http://aero-baas.fr/en/node/328>.
- [8] RB3D, «Manipulation de caisses dans le secteur agro-alimentaire,» [En ligne]. Available: <https://www.rb3d.com/manipulation-de-caisses-dans-le-secteur-agro-alimentaire/>.
- [9] T. Moulières-Seban, D. Bitonneau, J.-F. Thibault, J.-M. Salotti et B. Claverie, «Les Interactions Homme-Robot pour la Cobotique industrielle,» 2016.
- [10] E. Faulring, J. Colgate et M. Peshkin, «Cobotique haute performance,» 2005.
- [11] Universal Robots, «Cobot UR10 - Le plus grand bras de robot collaboratif qui porte jusqu'à 10 kgs,» [En ligne]. Available: <https://www.universal-robots.com/fr/produits/robot-ur10/>. [Accès le 16 Février 2019].
- [12] T. Moulières-Seban, «Conception de systèmes cobotiques industriels,» 2017.