

## Notes techniques

# ROBOTIQUE COLLABORATIVE: PERCEPTION ET ATTENTES DES INDUSTRIELS

Grâce aux innovations techniques, la robotique industrielle évolue et devient « collaborative ». En créant des situations de coactivité entre l'homme et le robot, elle soulève aussi des questions de santé et de sécurité. Comment vérifier que cette technologie réponde aux exigences de sécurité pour l'opérateur, tout en satisfaisant les besoins des industriels? Pour le savoir, une enquête exploratoire a été menée auprès d'utilisateurs de robots industriels, sur leurs besoins et leur perception des apports potentiels en matière de robotique collaborative.

DAVID TIHAY  
INRS,  
département  
Ingénierie des  
équipements  
de travail

L' introduction des robots dans l'industrie n'est pas nouvelle. En effet, depuis le milieu des années 1970, l'utilisation de robots s'est progressivement développée pour la réalisation d'opérations basiques, répétitives (palettisation, *pick & place*...), nécessitant des forces importantes (manipulation et mise en place de pièces lourdes, insertion en force...) ou encore dangereuses (opérations de soudage, de collage, manipulations de pièces chaudes ou processus générateurs de fumées ou de poussières...).

Afin d'assurer la sécurité des opérateurs intervenant sur ou à proximité de ces robots souvent rapides et puissants, la stratégie de protection retenue a été de séparer l'espace d'évolution du robot de celui des opérateurs à l'aide de protections physiques (protecteurs, grilles, etc.). Par conséquent, en phase de production, les interactions entre opérateurs et robots sont quasi inexistantes.

L'évolution des technologies dans différents domaines - mécanique, électronique, automatique

### RÉSUMÉ

Les évolutions techniques permettent aujourd'hui aux fabricants et aux intégrateurs de proposer des solutions robotiques ne comportant plus de barrières physiques entre l'homme et le robot.

La robotique industrielle est alors dite « collaborative ».

Les situations de coactivité homme-

robot inhérentes à la robotique collaborative industrielle ne vont pas sans poser de questions de santé et de sécurité au travail. L'enjeu pour la prévention est de s'assurer que ces évolutions techniques répondent bien aux besoins des industriels, tout en garantissant un niveau de sécurité suffisant pour l'utilisateur.

Cet article présente les résultats d'une enquête exploratoire auprès d'utilisateurs de robots industriels sur leurs besoins et leur perception des apports potentiels de la robotique collaborative et mettent également en évidence les limites de ces nouvelles technologies.

### *Collaborative robotics: perception and expectations of companies*

Technical advances now allow manufacturers and integrators to propose robotic solutions, which no longer involve physical barriers between humans and robots.

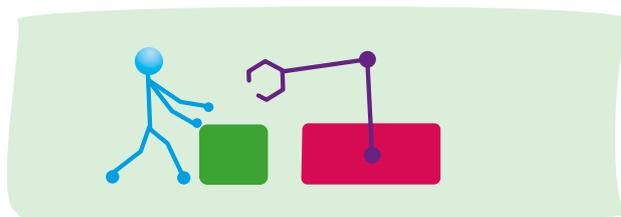
This form of industrial robotics is termed "collaborative". Situations where humans and robots work together

are inherent to industrial collaborative robotics but nevertheless raise questions on occupational health and safety.

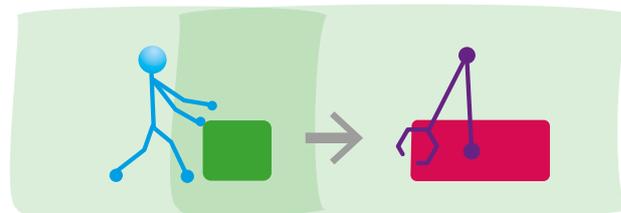
The challenge for prevention is to ensure that these technical changes effectively meet the needs of companies, while guaranteeing an adequate level of user safety. This paper presents the results of

an exploratory survey, in which users of industrial robots took part. It covers the needs to which the potential advances afforded by collaborative robotics respond, and how these advances are perceived. It also reveals the limitations of these new technologies.

**Collaboration directe**  
L'opérateur et le robot travaillent simultanément à la réalisation d'une même pièce.



**Collaboration indirecte**  
L'opérateur et le robot travaillent sur une même pièce, mais leurs actions sont alternées.



**Partage d'espace de travail**  
L'opérateur et le robot effectuent des tâches distinctes pour lesquelles ils peuvent être amenés à partager leur espace de travail.



© Valérie Causse pour l'INRS

← **TABLEAU 1**  
Les différents types de coactivité homme-robot [3].

et informatique - a permis d'élargir progressivement le spectre des applications des robots industriels en leur confiant des opérations de plus en plus complexes [1]. Ces évolutions conduisent aujourd'hui à envisager une « coactivité » entre opérateurs et robots, en particulier lorsque certaines opérations nécessitent un savoir-faire particulier ou une prise de décision nécessitant une intervention humaine [2].

La robotique est alors dite « collaborative » et cette notion de collaboration (ou coactivité) homme-robot peut se décliner en trois niveaux selon le degré d'interaction souhaité entre l'opérateur et le robot (Cf. Tableau 1).

Ces évolutions ne vont pas sans soulever des questions relatives à la santé et la sécurité des salariés. D'une part, elles accentuent certains risques du fait de la proximité recherchée entre le robot et les opérateurs: risques physiques, en cas de contact (Cf. Encadré) ou psycho-sociaux, en cas de non maîtrise ou de non compréhension des mouvements du robot par les opérateurs. D'autre part, elles remettent en cause la stratégie de protection précédemment évoquée, et qui était jusqu'alors appliquée.

En réponse à tout ou partie de ces questions, la norme NF EN ISO 10218-1 [5] relative à la sécurité des robots industriels, propose de mettre en œuvre un ou plusieurs des quatre principes suivants:

- arrêt nominal de sécurité contrôlé: le robot doit s'arrêter lorsqu'un être humain se trouve dans l'espace de travail coopératif;
- guidage manuel: l'opérateur doit utiliser un dispositif de validation pour autoriser le déplacement guidé du robot;

- contrôle de la vitesse et de la distance de séparation: lorsque l'opérateur se trouve dans la zone de travail du robot, ce dernier doit maintenir une vitesse déterminée et respecter une distance de séparation avec l'opérateur, de façon à éviter toute collision;
- limitation de la puissance et de la force: des mécanismes de réduction d'effort doivent être intégrés au robot, de façon à réduire l'intensité des contacts potentiels entre l'opérateur et le robot.

Les fabricants proposent aujourd'hui aux industriels des solutions robotiques collaboratives respectant ces principes. Face à la diversité de l'offre et aux enjeux de sécurité, il est important de s'assurer que ces solutions répondent bien aux besoins des industriels utilisateurs de robots. C'est ce que nous avons essayé de déterminer en les questionnant sur leurs besoins et sur leur perception de l'apport potentiel de la robotique collaborative.

### Démarche suivie pour le recueil des besoins

Avec l'appui du réseau des Carsat, un panel d'entreprises utilisatrices de robots industriels a été constitué. Ces entreprises ont ensuite été contactées afin de déterminer, d'une part, une situation de travail mettant en œuvre une cellule robotique et, d'autre part, les personnes à interroger.

Ces dernières devaient nécessairement avoir un rôle opérationnel vis-à-vis de cette cellule: opérateur, responsable de production, agent de maintenance, etc.

Au final, 21 entreprises ont accepté de participer à cette enquête exploratoire. Elles sont de tailles



**ENCADRÉ**  
**LES RISQUES PHYSIQUES EN CAS DE CONTACT AVEC LE ROBOT**

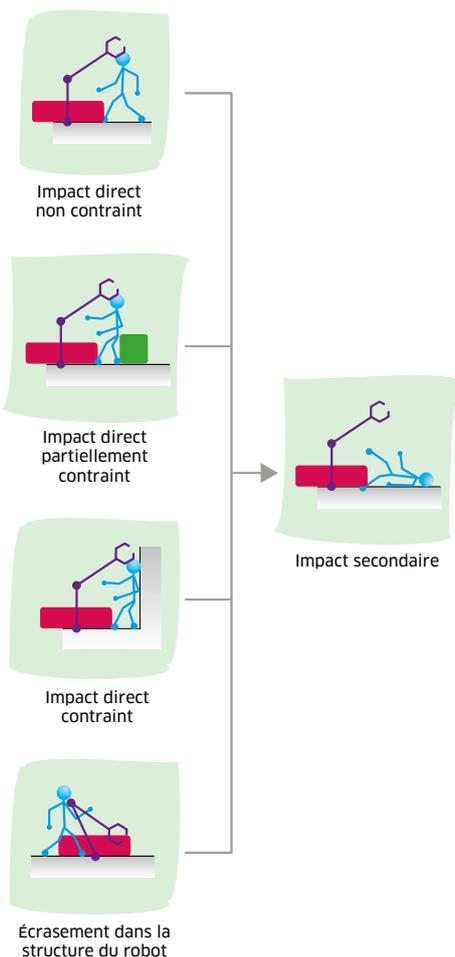
La proximité de l'opérateur et du robot fait apparaître des risques de collision entre l'homme et le robot. La nature de ces contacts est multiple [4]:

- impact direct non contraint;
- impact direct partiellement contraint;
- impact direct contraint;
- Impact secondaire;
- écrasement dans la structure du robot.

Ces contacts peuvent entraîner des blessures par écrasement, cisaillement, des chocs ou encore, selon la nature de l'activité des coupures, des sectionnements, des perforations...

Afin de limiter ces risques, l'utilisateur ou l'intégrateur pourra s'appuyer sur le guide de prévention à destination des fabricants et des utilisateurs pour la mise en œuvre des applications collaboratives robotisées [4].

**Scénarios de contact**



© Valérie Cause pour l'INRS

variées (très petites entreprises [TPE], petites et moyennes entreprises [PME], entreprises de taille intermédiaire [ETI]) et elles couvrent les principaux secteurs d'activités référencés par l'IFR (*International Federation of Robotics*) comme utilisateurs de robots industriels [6]. Quarante-deux personnes ont ainsi été interrogées sur leurs besoins vis-à-vis de 27 situations de travail différentes (Cf. Tableau 2), lors d'entretiens individuels et semi-directifs. Ces types d'entretien laissent toute liberté à la personne interviewée de s'exprimer sur des thèmes préalablement définis, ce qui est indispensable pour pouvoir ensuite comparer les réponses données<sup>1</sup>.

La grille d'entretien mise au point pour ce recueil des besoins vis-à-vis de la robotique collaborative comprend trois thèmes abordés de façon chronologique:

**1. Analyse de la situation existante:** au travers de questions ouvertes sur des aspects fonctionnels et techniques, l'objectif de cette première partie est d'amener la personne interviewée à évaluer l'adéquation entre les caractéristiques de la cellule robotisée et les besoins de production. Le cas échéant, les limites et les contraintes de ce poste sont évoquées, ainsi que les voies d'amélioration possibles. À ce stade de l'entretien, la notion de coactivité n'est pas évoquée par les enquêteurs, mais peut l'être spontanément par la personne interrogée.

**2. Identification des besoins de coactivité:** lors de cette deuxième partie de l'entretien, la notion de « coactivité » est abordée. Il est demandé à la personne interviewée d'envisager la cellule robotisée sans protecteur physique. On l'interroge sur l'intérêt d'une telle évolution et sur la nature de la coactivité qu'elle souhaiterait. Il s'agit d'évoquer une situation « idéale » et sans *a priori*. On l'amène à réfléchir également sur les limites et les risques potentiels inhérents à cette nouvelle situation de travail.

**3. Apports potentiels de la robotique collaborative:** au cours de cette dernière partie, les solutions robotiques existantes sont présentées à la personne interviewée. Les éléments de sécurité, en particulier ceux détaillés dans la norme NF EN ISO 10218-1, sont évoqués ainsi que les limites associées (vitesse réduite par exemple). Il lui est ensuite demandé de s'interroger sur l'adéquation de ces solutions vis-à-vis de ses besoins.

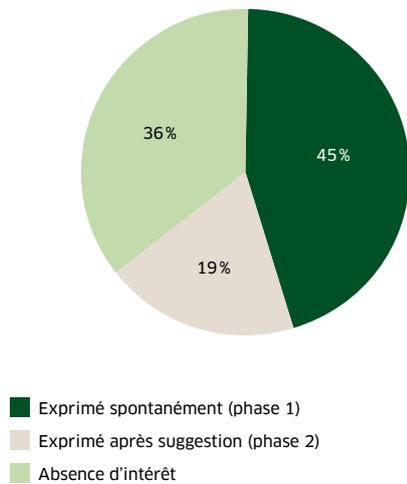
À l'issue de chacune de ces trois phases, il a été demandé aux personnes interrogées d'évaluer, par l'intermédiaire d'une grille graduée de 1 (pas du tout satisfait) à 10 (très satisfait) leur satisfaction vis-à-vis des situations de travail correspondantes: situation actuelle, situation avec une

ENTREPRISE	SECTEUR D'ACTIVITÉ	CTN*	SITUATION DE TRAVAIL	SERVICE DE LA PERSONNE INTERVIEWÉE	RÉF.
1	Industrie du bois	F	Dépalettisation	Dirigeant	1
2	Agro-alimentaire	D	Palettisation	Méthodes	2
3	Aéronautique	A	Perçage	Méthodes	3
4	Agro-alimentaire	D	Palettisation	Dirigeant	4
5	Agro-alimentaire	D	Déboilage	Production	5
		D		Maintenance	6
6	Aéronautique	A	Manutention	Méthodes	7
7	Métallurgie	A	Soudage	Poste polyvalent	8
		A	Manutention	Poste polyvalent	9
		A		Production	10
8	Industrie du plastique	E	Assemblage	Méthodes	11
		E		Production	12
		E		Production	13
9	Industrie du bois	F	Manutention	Méthodes	14
		F		Maintenance	15
		F		Production	16
10	Industrie du plastique	E	Manutention	Production	17
		E		Méthodes	18
11	Automobile	A	Manutention	Méthodes	19
		A	Manutention	Production	20
		A		Production	21
12	Industrie du bois	F	Contrôle	Dirigeant	22
13	Industrie du textile	F	Contrôle	Méthodes	23
		F	Nettoyage	Méthodes	24
14	BTP	B	Ébavurage	Poste polyvalent	25
		B		Production	26
15	Automobile	A	Assemblage	Méthodes	27
		A		Méthodes	28
		A		Méthodes	29
16	Télécommunications	A	Assemblage	Méthodes	30
		A		Méthodes	31
17	BTP	B	Manutention	Production	32
		B	Ponçage	Méthodes	33
18	Métallurgie	A	Manutention	Méthodes	34
19	Électroménager	A	Manutention	Production	35
20	Automobile	A	Manutention	Méthodes	36
		A		Méthodes	37
		A		Méthodes	38
21	Médical	A	Manutention	Maintenance	39
		A	Manutention	Méthodes	40
		A		Production	41
		A	Découpage	Production	42

\*CTN: Comité technique national.

↑TABLEAU 2 Synthèse du profil des entreprises et des personnes interviewées.





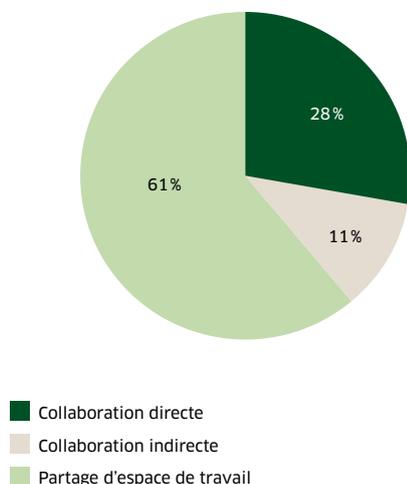
↑FIGURE 1 Expression du besoin de coactivité homme-robot.

coactivité sans contrainte (« idéale »), situation avec coactivité et tenant compte des contraintes associées aux éléments de sécurité définis dans la norme NF EN ISO 10218-1.

### Analyse des besoins vis-à-vis de la robotique collaborative

Près des deux tiers des personnes interrogées (64%) expriment un intérêt potentiel pour la coactivité homme-robot (Cf. Figure 1). On constate qu'elles sont même 45% à l'évoquer de façon spontanée, lors de la première phase de l'interview, comme une piste d'amélioration de la situation analysée. Sept d'entre elles ont d'ailleurs déjà franchi le cap et possèdent un robot collaboratif. L'expression plus précise des besoins est détaillée dans le tableau 3.

Toutes ces attentes visent principalement à améliorer la productivité et la flexibilité de l'entreprise.



↑FIGURE 2 Types de coactivité souhaités.

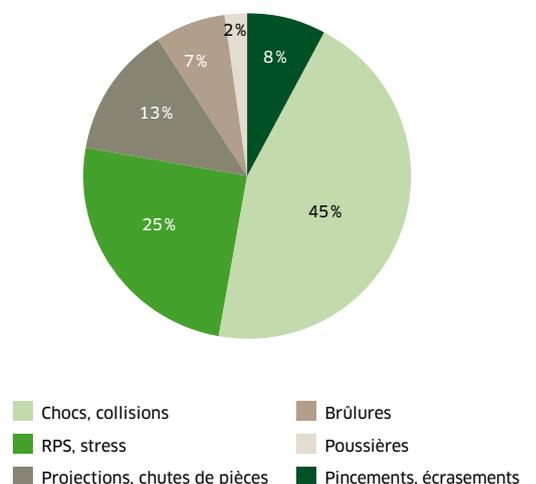
BESOINS DE COACTIVITÉ HOMME-ROBOT	RÉPARTITION DES BESOINS (%)
1. Faciliter la réalisation des opérations de maintenance	28%
2. Faciliter la réalisation des opérations liées au process à proximité du robot	18%
3. Faciliter l'intégration de la cellule robotisée	15%
4. Réduire le risque de TMS	9%
5. Pallier des problèmes techniques	9%
6. Vitrine technologique	9%
7. Faciliter la réalisation d'opérations de réglage	6%
8. Améliorer la mobilité et la réutilisation du robot	6%

↑TABLEAU 3 Synthèse de l'expression des besoins de coactivité homme-robot<sup>2</sup>.

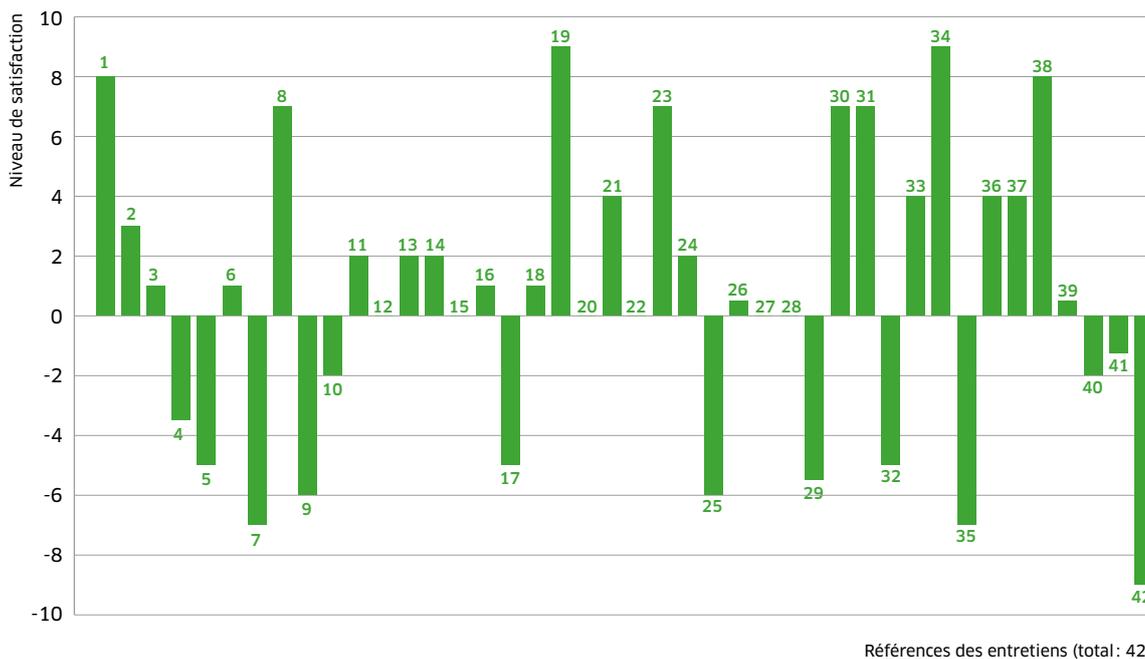
Seuls les points 4 (réduction des TMS) et 6 (vitrine technologique) transcrivent des objectifs autres et il est intéressant de remarquer que ceux qui expriment ces besoins ont déjà investi dans l'achat d'un robot collaboratif.

Bien que les besoins de coactivité exprimés soient nombreux et variés, il est possible de les regrouper selon les trois types de coactivité définis précédemment (Cf. Figure 2).

Il ressort également de cette enquête qu'une très forte majorité de personnes interrogées (90%) ont naturellement conscience des risques liés à la proximité entre l'opérateur et le robot (Cf. Figure 3). Les risques de chocs et de collisions avec le robot sont cités par 45% des personnes interrogées. Les risques psychosociaux sont ensuite évoqués dans 25% des cas. Cela concerne principalement le stress qui pourrait être engendré par la présence d'un robot en mouvement à



↑FIGURE 3 Nature des risques identifiés.



← FIGURE 4  
Apport potentiel  
de la robotique  
collaborative.

NATURE DE LA COACTIVITÉ	APPORT POSITIF	APPORT INCERTAIN	APPORT NÉGATIF
Collaboration directe	50%	25%	25%
Collaboration indirecte	20%	40%	40%
Partage d'espace de travail	42%	31%	27%

← TABLEAU 4  
Apport de  
la robotique  
collaborative  
en fonction  
de la nature de la  
coactivité.

proximité de l'opérateur. Sont ensuite cités, à hauteur de 13%, les risques liés à la projection ou à la chute de la pièce manipulée par le robot. Dans 8% des cas, les utilisateurs identifient des risques de pincements ou d'écrasements. D'autres risques plus spécifiques et directement liés à l'application envisagée ont également été cités, par exemple, les risques de brûlures, d'exposition aux poussières ou encore aux fumées.

Après présentation et explication des quatre principes de sécurité proposés par la norme NF EN ISO 10218-1, les principales réserves émises lors des entretiens vis-à-vis de leur mise en œuvre sont :

- la limitation des vitesses de déplacement ou de la charge utile du robot, afin de réduire son temps d'arrêt et ainsi éviter le contact homme-robot ou diminuer ses effets. La réduction de vitesse s'avère souvent incompatible avec les temps de cycle imposés par la production. De même, la charge utile envisageable s'avère souvent insuffisante, en regard de la masse des outils et des pièces à manipuler ;
- l'augmentation des distances de sécurité du fait de la suppression des protecteurs physiques autour de la cellule. La réduction de l'encombrement au sol, attendue par les industriels, n'est pas toujours atteignable ;

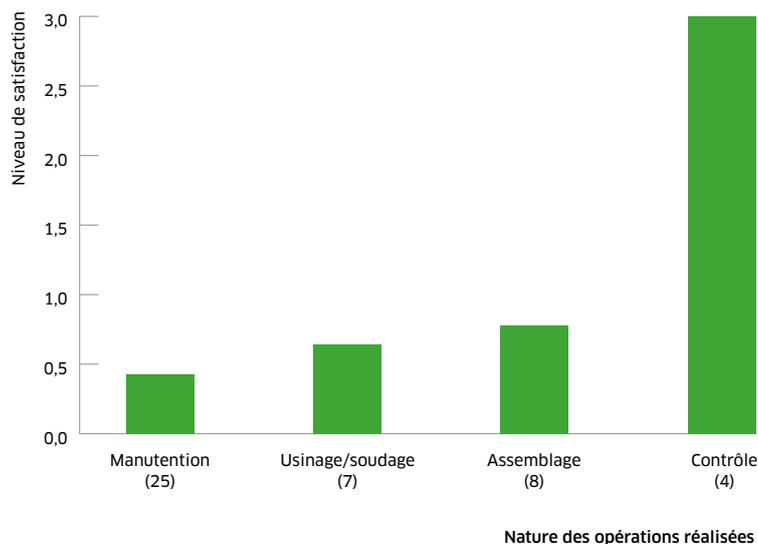
- les pertes de productivité du fait d'arrêts ou de ralentissements intempestifs du robot, liés à l'absence de protecteurs physiques et à la proximité des opérateurs ou des tiers circulant autour de la cellule.

Malgré ces réserves, les industriels estiment que les principes de mise en œuvre proposés par la norme NF EN ISO 10218-1 permettent de répondre à leurs attentes. Ils évoquent en particulier :

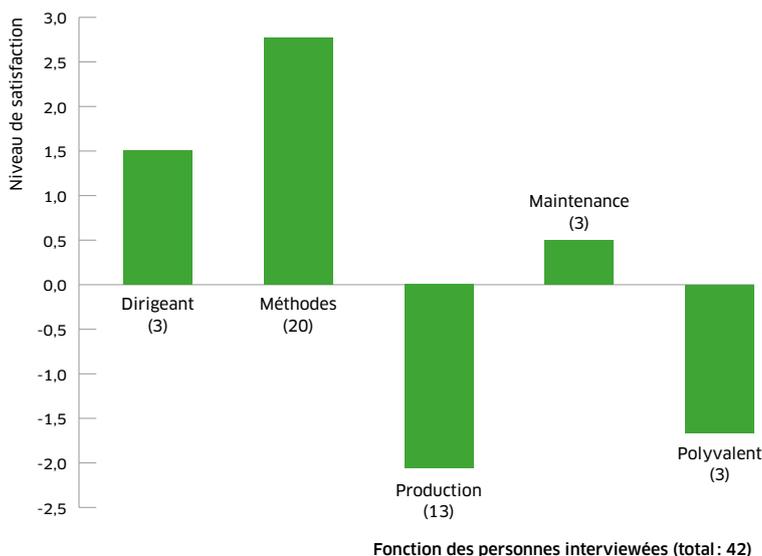
- le mode de protection intitulé « arrêt nominal de sécurité contrôlé ». C'est l'opportunité de redémarrage sans action de l'opérateur qui semble présenter le plus d'intérêt pour les personnes interviewées. Certaines d'entre elles envisagent même d'utiliser ce mode, tout en conservant les protecteurs physiques autour du robot afin de ne pas avoir à augmenter les distances de sécurité ;
- le mode de « limitation de la puissance et de la force ». Ce mode est plutôt envisagé pour des phases de maintenance, en complément d'autres moyens de protection, plutôt qu'à des phases de production, car il impose des vitesses de déplacement réduites et des charges limitées, ce qui peut restreindre le champ des applications possibles.

Si l'on considère que pour les personnes interrogées, l'apport potentiel de la robotique « collaborative » peut être évalué par la différence entre les niveaux de satisfaction exprimés à l'issue des





↑ FIGURE 5 Évaluation de l'apport de la robotique collaborative en fonction de la nature des opérations.



↑ FIGURE 6 Évaluation de l'apport de la robotique collaborative en fonction de l'activité de l'interviewé.

thèmes n° 1 (« situation actuelle ») et n° 3 (« coactivité + modes de protection normalisés »), on constate que cet apport peut être perçu comme très positif (+9) ou très négatif (-9) en fonction des situations (Cf. Figure 4).

Ainsi, pour 17 personnes parmi toutes celles interrogées, les limites et les contraintes imposées par les modes de protection semblent compatibles avec les exigences de production. Dans ce cas, l'apport est perçu comme positif (apport  $\geq 2$ ) voire indéniable (apport  $\geq 5$ ).

À l'inverse, 11 d'entre elles estiment que l'apport n'est pas suffisant (apport  $\leq -2$ ) voire, présente des insuffisances rédhibitoires (apport  $\leq -5$ ).

Pour les 14 autres, l'apport est incertain ( $-2 < \text{apport} < +2$ ).

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ces variations importantes dans l'évaluation de l'apport de la robotique collaborative: le type de coactivité souhaitée, la nature de l'opération réalisée par le robot ou encore la fonction de la personne interrogée.

### Type de coactivité

On constate effectivement une différence de perception de l'apport de la robotique collaborative en fonction du type de coactivité recherchée (Cf. Tableau 4). Ainsi, cet apport est jugé deux fois plus important lorsque l'utilisateur envisage une collaboration directe (50%) ou un partage d'espace de travail (42%) par rapport à une collaboration indirecte (20% des réponses). Ceci peut s'expliquer par le fait que, dans ce dernier mode, le besoin de collaboration est moins prononcé que dans les deux autres et que, de ce fait, l'utilisateur semble moins prêt à accepter les limites ou contraintes liées à la robotique collaborative.

### Nature des opérations réalisées par le robot

Les différentes situations de travail analysées ont été classées en quatre catégories: manutention, usinage/soudage, assemblage et contrôle. Certaines ont été comptabilisées dans plusieurs catégories, ce qui explique que le nombre total de cas analysés soit supérieur à 42. L'apport de la robotique collaborative, bien que globalement positif, est à considérer comme incertain (apport  $< 2$ ). Seul dans le cas des opérations de contrôle, l'apport est globalement perçu comme légèrement positif (apport  $> 2$ ) (Cf. Figure 5).

### Fonction des personnes interrogées

Sur la figure 6, on peut constater que seules les personnes exerçant des fonctions liées à l'industrialisation (méthodes) expriment de façon globale un intérêt légèrement positif (apport  $> 2$ ) pour la robotique collaborative. À l'inverse, les personnes en charge de la production estiment, quant à elles, que l'apport est plutôt négatif ( $< -2$ ). Ces écarts peuvent s'expliquer du fait d'attentes différentes: gains potentiels sur les modes opératoires, gains de flexibilité ou de production, d'une part et difficultés techniques ou risques supplémentaires, d'autre part. Pour les autres fonctions, l'apport est incertain.

Ces résultats illustrent bien les propos recueillis lors des entretiens auprès des industriels, qui ne sont que 40% à se déclarer au final prêts à recourir à de la robotique collaborative. Néanmoins, la majorité des industriels interrogés déjà possesseurs de robots intégrant des fonctions collaboratives (7 d'entre eux), se déclarent plutôt satisfaits et évaluent l'apport positivement à 4,8. Il est à noter tout de même que pour deux industriels

utilisateurs de robots, les limites et contraintes liées à la coactivité ont été jugées rédhitoires, et ont conduit à la mise en œuvre d'une cellule robotique industrielle « classique ».

### Conclusion

L'enquête a tout d'abord permis de constater l'intérêt des industriels pour la coactivité homme-robot. Dès la prise de contact avec l'entreprise, le sujet soulève beaucoup d'interrogations et les industriels sollicités nous font part de leurs réflexions. Cela se traduit, lors des interviews, par l'expression de différents besoins dont les objectifs principaux sont :

- un gain de productivité : optimisation du process, palliatif à des problèmes techniques... ;
- un gain de flexibilité : facilité d'intégration du robot, mobilité et réutilisation du robot, réactivité accrue au changement, adaptation de la ligne plus aisée... ;
- une amélioration des conditions de travail.

Néanmoins, tous n'envisagent pas de recourir à la robotique collaborative, du fait :

- des risques inhérents à la coactivité, qui sont parfois jugés difficiles à réduire voire non acceptables ;
- des contraintes associées aux éléments de sécurité, qui peuvent s'avérer incompatibles avec le process (cadence, charge utile...) et parfois même contre-productives (risques d'arrêts intempestifs du robot dus à la présence régulière d'opérateurs dans son environnement proche).

Cela montre que les industriels sont globalement conscients que le recours à la robotique collaborative ne peut pas être envisagé sans, d'une part, une analyse « fonctionnelle » afin de s'assurer de la pertinence de la solution, au regard des contraintes de mise en œuvre et de production et, d'autre part, une analyse de risques spécifique à la cellule concernée. Bien que les besoins exprimés soient globalement couverts par les modes de collaboration proposés par la normalisation européenne, l'offre technologique pour leur mise en œuvre est encore réduite et de nombreux



© Gaël Kerbaol/INRS

développements et travaux de recherche sont menés, afin de développer des dispositifs de protection permettant une mise en œuvre plus aisée de ce type d'installation et ainsi assurer la santé et la sécurité des salariés amenés à travailler à proximité des robots. ●

1. Cette enquête a été menée par un binôme constitué de l'auteur de l'article, spécialiste en robotique, et de Nellie Perrin, ergonome à l'INRS, en charge du respect des règles spécifiques à ce type d'entretien.
2. Ces résultats ne sont que la retranscription des attentes exprimées par les personnes interviewées. Ils ne représentent pas nécessairement le reflet des apports réels de la coactivité homme-robot.

Chez un sous-traitant automobile, des robots collaboratifs permettent de sous-traiter certaines tâches à faible valeur ajoutée (ici, le maintien de la clé sur le système de brossage).

## BIBLIOGRAPHIE

[1] CHARPENTIER P., SGHAIER A. - L'homme au travail et le robot : une relation à inventer. *Hygiène et sécurité du travail*, 2013, n° 231, VP1, pp. 84-88. Accessible sur : [www.hst.fr](http://www.hst.fr)

[2] BEHRENS R., SAENZ J., VOGEL C., ELKMANN N. - *Upcoming technologies and fundamentals for safeguarding all forms of human-robot collaboration*. In: International conference Safety of Industrial Automated Systems. Königswinter, Berlin, DGUV, 2015, 6 p.

[3] Ministère du Travail - Guide de prévention à destination des fabricants et des utilisateurs pour la mise en œuvre des applications collaboratives robotisées. 2017, 50 p. Accessible sur : [http://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/guide\\_de\\_prevention\\_25\\_aout\\_2017.pdf](http://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/guide_de_prevention_25_aout_2017.pdf)

[4] VASIC B., BILLARD A. - *Safety issues in human-robot interactions*. In: Robotics and automation, IEEE, 2013, 8 p.

[5] NF EN ISO 10218-1 - Robots et dispositifs robotiques - Exigences de sécurité pour les robots industriels - Partie 1: Robots. St-Denis - La Plaine, Afnor, 2011, 45 p.

[6] International Federation of Robotics - Executive summary, 2017, 10 p. Accessible sur : [https://ifr.org/downloads/press/Executive\\_Summary\\_WR\\_2017\\_Industrial\\_Robots.pdf](https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf)