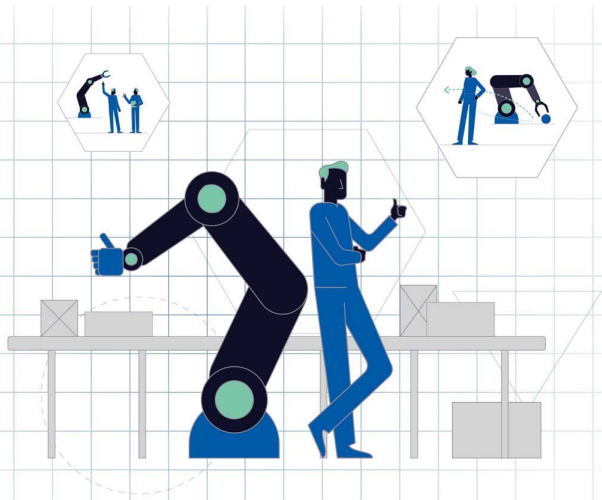


ROBOTS COLLABORATIFS

DÉMARCHE DE PRÉVENTION
POUR UNE INTÉGRATION RÉUSSIE

JOURNÉE
TECHNIQUE



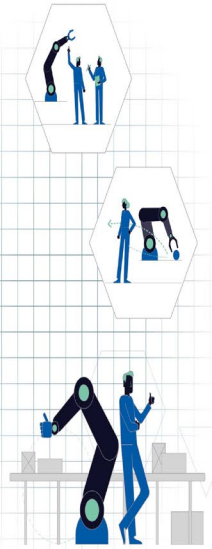
MARDI
22
JUIN 2021

GUIDE DE PREVENTION DGT EDITION DU 21 SEPTEMBRE 2016 MISE EN ŒUVRE DES APPLICATIONS COLLABORATIVES ROBOTISEES

Isabelle Maillard

JT INRS Robots collaboratifs - 22/06/2021

Contexte du guide 2016-2017



- Un contexte de mutation technologique : émergence de nouvelles situations de travail dites collaboratives, l'utilisation d'un genre nouveau de robot,
 - Différent du robot industriel conventionnel
 - Modifie l'interface homme- machine et schémas de prévention habituels
- Un contexte normatif en évolution **NF EN ISO 10218-1 et 2 : Août 2011** qui demandait de la part des différents acteurs, préventeurs et industriels, un travail d'analyse approfondie,
 - certaines notions posaient des problèmes d'interprétation : les notions de « direct cooperation », « direct interaction », « collaborative »
 - Se posait également la question de la place du document technique ISO/TS 15066:2016 qui fixe des spécifications additionnelles aux normes (valeurs limites de pression ou de force calculées en fonction de seuils de sensibilité à la douleur, selon un modèle corporel annexe A)

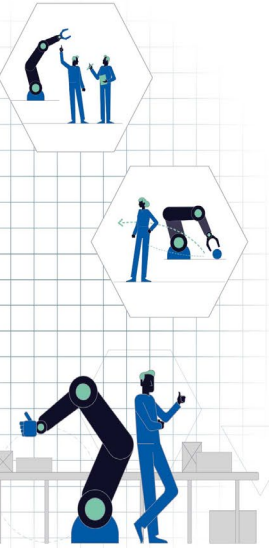
INRS Robots collaboratifs - 22/06/2021

Objectifs du guide

- Clarifier les contours de la notion d'ACR,
- Préciser le cadre juridique applicable aux ACR,
- Etudier les spécifications normatives, en particulier les éléments de prévention proposés par les normes pour sécuriser le mode de fonctionnement collaboratif,
- Emettre des recommandations de prévention concernant le processus d'intégration et la mise en œuvre de cellules robotisées dans un contexte collaboratif,
- Formuler des pistes de réflexion pour faciliter l'analyse préalable à la décision d'implantation d'une ACR en entreprise.

JT INRS Robots Collaboratifs - 22/06/2021

Questions soulevées



Juridique
Acceptabilité
du Contact /
DM

Définition
travail collaboratif
Coexistence

Evaluation et la
maîtrise des
risques liés au
contact

Applicabilité des
valeurs limites d'effort
issues de la
spécification technique
ISO/TS 15066:2016.

Identification de
risques»
psychosociaux,
problématiques liés au
stress, cadences.,
ergonomie ...)

Clarification juridique

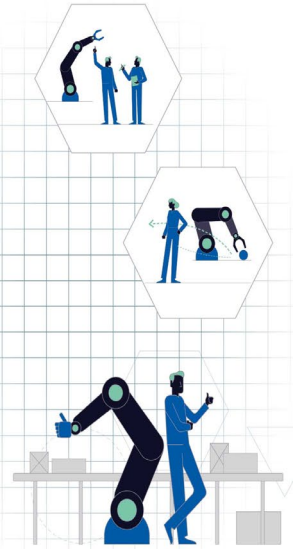
L'existence d'un contact potentiel avec les éléments mobiles la machine est-il envisageable d'un point de vue réglementaire ?

Ce point de clarification répondait à une attente forte des fabricants au regard des enjeux industriels en relation avec le développement des ACR,

L' EESS 1.3.7 de l'annexe I dispose que : « *les éléments mobiles de la machine doivent être conçus et construits de manière à éviter les risques de contact qui pourraient entraîner des accidents ou lorsque les risques subsistent, être munis de dispositifs de protection* »

Cette exigence permet bien de traiter le risque mécanique par suppression ou réduction des risques liés au contact.

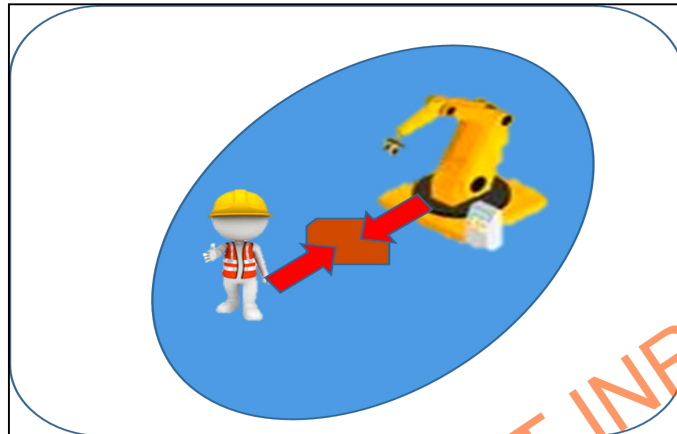
➤ admis lorsqu'il n'est pas susceptible de causer un dommage physique.



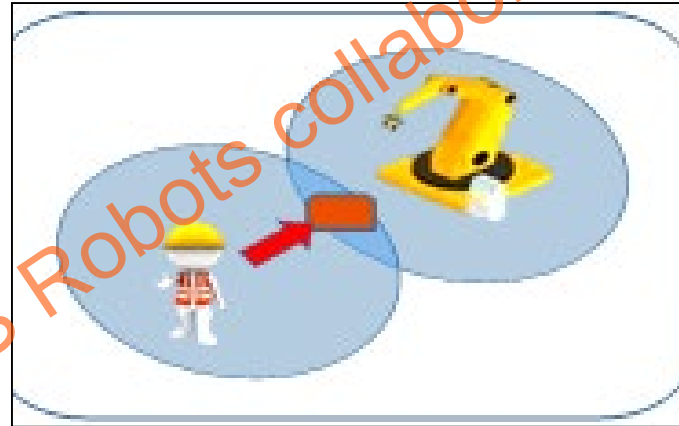
La notion d'ACR et le champ d'application du guide

Applications collaboratives robotisées

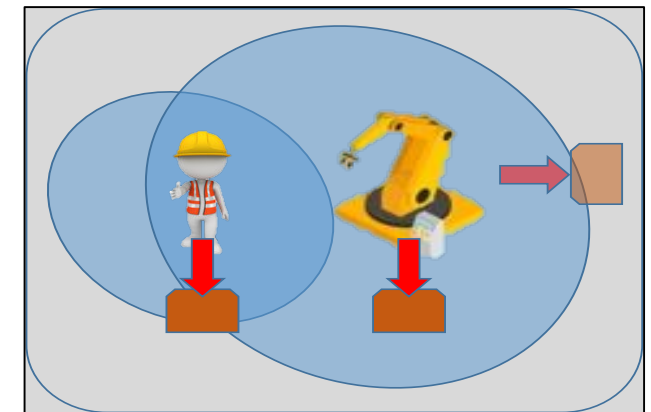
Champ d'application du guide



Collaboration directe
Travail sur une même pièce
Action simultanée



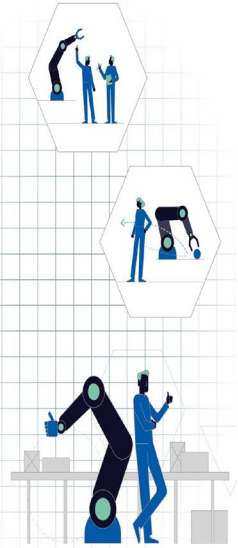
Collaboration indirecte
Travail sur une même pièce
Action alternée



Coexistence
Partage d'un espace de travail
Tâches indépendantes

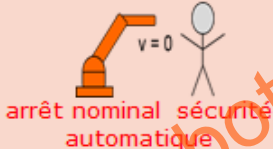


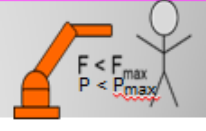
Pas directement traitée par le guide. Les recommandations du guide sont utiles mais doivent être complétées selon les résultats de l'évaluation

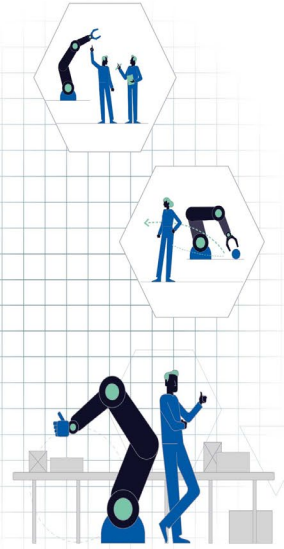
JT INRS Robots collaboratifs - 22/06/2021



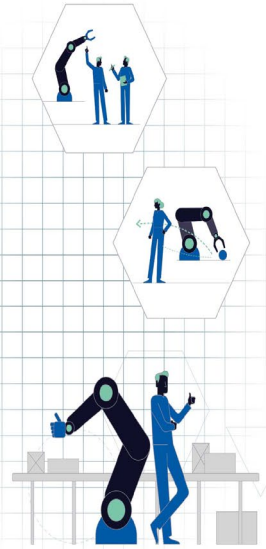
Présentation des quatre éléments de sécurité prévus dans la norme NF EN ISO 10218-1-2

Ces fonctionnalités peuvent être implémentées (éléments de sécurité) par le moyen de cartes électroniques ou modules proposés par le fabricant à la conception du robot, elles s'utilisent en combinaison.

4 éléments de sécurité	pénétration volontaire ou accidentelle dans espace collaboratif → arrêt robot	l'opérateur dirige lui-même les mouvements du robot à vitesse limitée	régulation vitesse et position du robot pour garder distance de sécurité avec opérateur	limitation F et P → suppression ou réduction risques liés au contact mécanique
N°1 – Arrêt contrôlé nominal de sécurité		Combinaison possible		
N°2 – Guidage manuel* * apprentissage				
N°3 – Surveillance de la vitesse et de la séparation				
N°4 – Limitation de puissance et force par conception ou par commande				



Responsabilités juridiques des opérateurs



Fabricant du robot

Responsable de la mise sur le marché du robot en tant que machine ou quasi machine.
Déclaration de conformité ou d'incorporation, notice d'assemblage

Intégrateur (fabricant)

Responsable de la Conception d'un système robotisé.
Ne doit pas affecter la sécurité du robot, respecter les limitations d'usage prévues par le fabricant (évaluation des risques, déclaration conformité, notice d'instructions, marquage CE...)

Employeur

Utilisateur : responsable de la conformité lors de la mise en service et de l'utilisation par les travailleurs
maintien en conformité, information, formation, procédures de prévention, mesures organisationnelles tests fonctions de sécurité, réglages.

Fabricant : conçoit un système robotisé à l'état neuf pour son usage propre.

Modificateur : changement d'application (réalise pour son propre compte des opérations d'intégration).

Cahier des charges

Prestataires de services, organismes de vérification

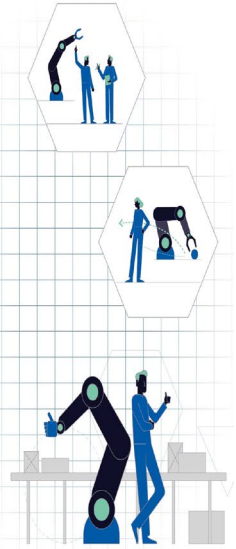
Démarche de prévention

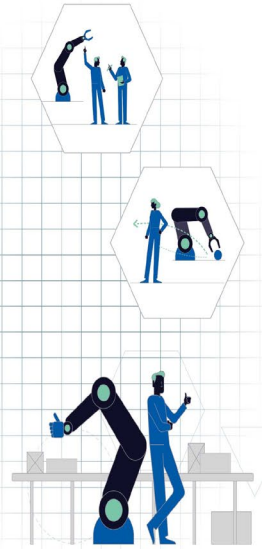
L'évaluation des risques est au centre de la démarche de prévention

Elle est nécessaire à toutes les étapes du projet d'implantation en entreprise.

Elle requière le dialogue et un échange d'informations utiles entre les différents acteurs :

- **du fabricant du robot vers l'intégrateur** : informations sur les caractéristiques techniques du robot, caractérisations des fonctions de sécurité : quelles sont les fonctionnalités intégrées ou intégrables, niveau de performances, quels sont les moyens pour configurer les seuils de limitation (force, couple, puissance mécanique, plages d'axes et d'espace)...
- **du donneur d'ouvrage (l'entreprise) vers l'intégrateur** : informations environnement poste de travail, autres équipements utilisés, voies circulation, description des séquences de travail et tâches à effectuer..
- **l'intégrateur - l'employeur** : fourniture des documents sur la description de l'espace collaboratif et son fonctionnement, l'utilisation des commandes, situations de contacts identifiées, zones corporelles...
- **le travailleur par retour d'expérience**, dans une démarche d'amélioration du poste.





Environnement du poste de travail

Implantation dans l'atelier
(espaces fonctionnels, zones
circulation des produits et
personnes,

Obstacles (murs, colonnes, porte)
...

Éléments mobiles du robot

- Éléments de transmission
- Outils coupants
- Pièce usinée en mouvement, chaudes
- Objets pointus ...

Evaluation des risques des risques potentiels liés au contact

Evénements

- Choc
- Pincement
- Écrasement
- Coincement
- Coupure
- Brûlure
- ...

parties du corps humain
potentiellement exposées

Identification de parties
sensibles à éviter

- Tête
- Tronc
- Bras, avant-bras
- Main, doigt
- Cuisse, jambe
- Pied

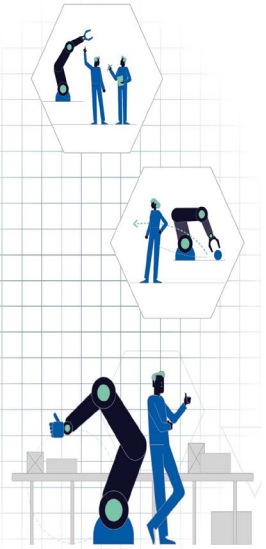
L'évaluation des risques

1 - Etude d'un projet industriel : Un robot peut-il être utilisé dans un contexte collaboratif ?

- Définir les besoins industriels : objectifs d'amélioration process, qualité, flexibilité, gain de temps, amélioration des conditions de travail, productivité...
- Première analyse des besoins en prévention par l'expertise des tâches attribuées au robot et l'opérateur, le recensement des risques provenant des éléments mobiles, des outils, de l'environnement, des gestes opératoires



L'application collaborative robotisée est une solution pertinente pour répondre à l'ensemble des besoins identifiés.



JT INRS Robots collaboratifs - 22/06/2021

L'évaluation des risques

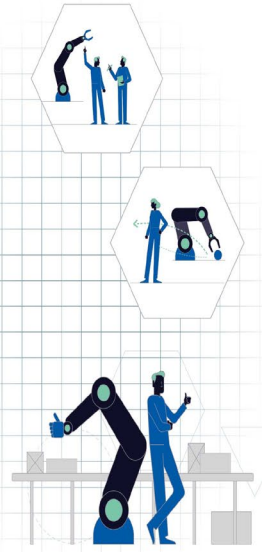
2 - conception de la cellule robotisée.

L'évaluation permet de :

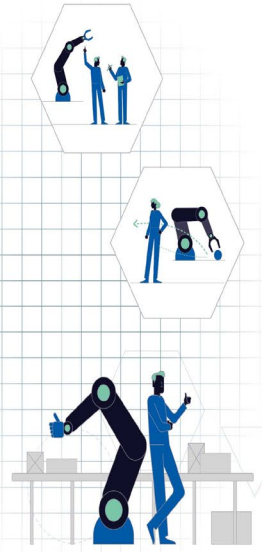
- Définir la combinaison des fonctionnalités utiles,
- D'effectuer les paramétrages comme spécifier les limites de vitesses ou de position des bras du robot, déterminer la distance de séparation, la limitation de puissance ou de force.

Elle permet également de définir :

- Les mesures de prévention complémentaires aux éléments de sécurité (fonctionnalités)
 - Intégrer les dispositifs de protection utiles dans la cellule robotisée (un dispositif de détection de présence dans l'espace de travail collaboratif, un capteur d'effort, un protecteur interdisant partiellement l'accès....),
 - Enfin de définir les instructions d'utilisation et d'éventuelles restrictions d'usage.



ST NRS Robots collaboratifs - 22/06/2021



L'évaluation des risques

3 - Mise en service et 1er utilisations dans l'entreprise :

- Dialogue direct avec l'opérateur
- Analyse fine des modes opératoires
- Actions correctives de manière à optimiser le process, améliorer l'ergonomie du poste :

En ajustant les réglages (l'orientation, la hauteur de l'outil) ;

En personnalisant les trajectoires du robot ;

En améliorant la signalétique...

Situations de travail collaboratives

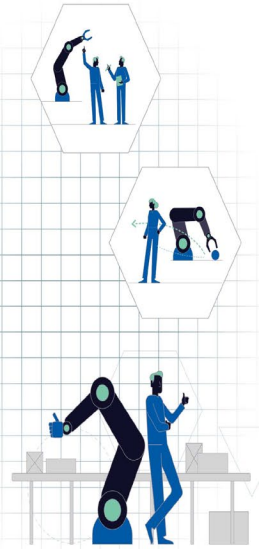
■ Distinction de la situation de coexistence par rapport à l'interaction

- La situation de coexistence homme-robot dans un espace partagé présente un risque potentiel de **contact involontaire** par proximité ou intrusion dans la zone d'évolution du robot.
 - La possibilité d'évitement est plus faible.
 - L'utilisation de dispositifs de protection classiques peut être nécessaire pour empêcher le risque de contact (par détection de présence et arrêt du robot (fonctionnalité 1), la mise en place de protecteur, l'accès restreint à la zone d'évolution,
 - Prédicibilité des mouvements du robot.

• Les valeurs limites d'effort issues de la spécification technique ISO/TS 15066:2016

Elles peuvent être **utiles à titre indicatif** dans l'évaluation des risques.

Elles ne doivent pas être considérées comme un seuil d'acceptabilité du risque applicable de manière systématique à toutes les situations de collaboration (notamment parce que **la fréquence du contact et le temps d'exposition** ne sont pas pris en compte dans cette étude).



Conclusion

Le guide DGT donne des recommandations en faveur de la prévention.

Il a permis d'apporter de la compréhension et du consensus au niveau national sur un sujet technique et stratégique pour les entreprises.

Elaboré de manière collective, il intègre le point de vue des différents acteurs : experts industriels, (fabricants, intégrateurs, utilisateurs), organisations professionnelles (FIM, SYMOP), un centre technique (CETIM), organismes de prévention (INRS, Eurogip), organismes d'inspection, bureau de normalisation (UNM),

C'est une expérience utile pour participer aux travaux menés au niveau des instances européennes ou internationales, qu'il s'agisse du suivi de la directive machines ou des travaux de normalisation.

Lien du Guide : <http://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/outils-et-guides/article/robotique>

