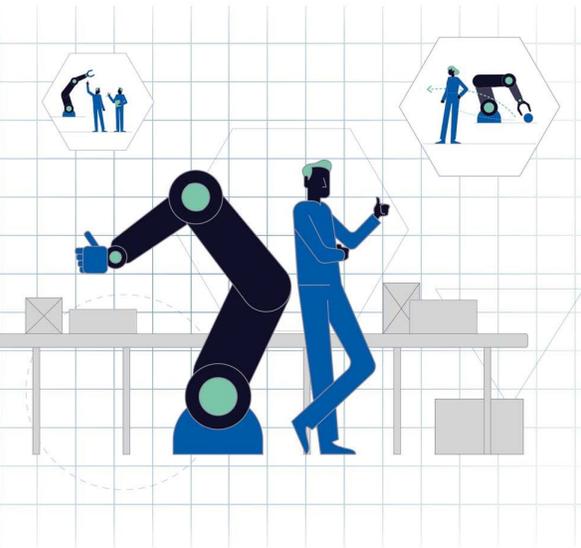


||| **ROBOTS
COLLABORATIFS**

DÉMARCHE DE PRÉVENTION
POUR UNE INTÉGRATION RÉUSSIE



MARDI
22
JUN 2021

JOURNÉE
TECHNIQUE

SOLUTIONS TECHNIQUES & ORGANISATIONNELLES

Adel Sghaier et Laurie Brun
22 06 2021

JT INRS Robots collaboratifs - 22/06/2021

Contexte réglementaire et normatif

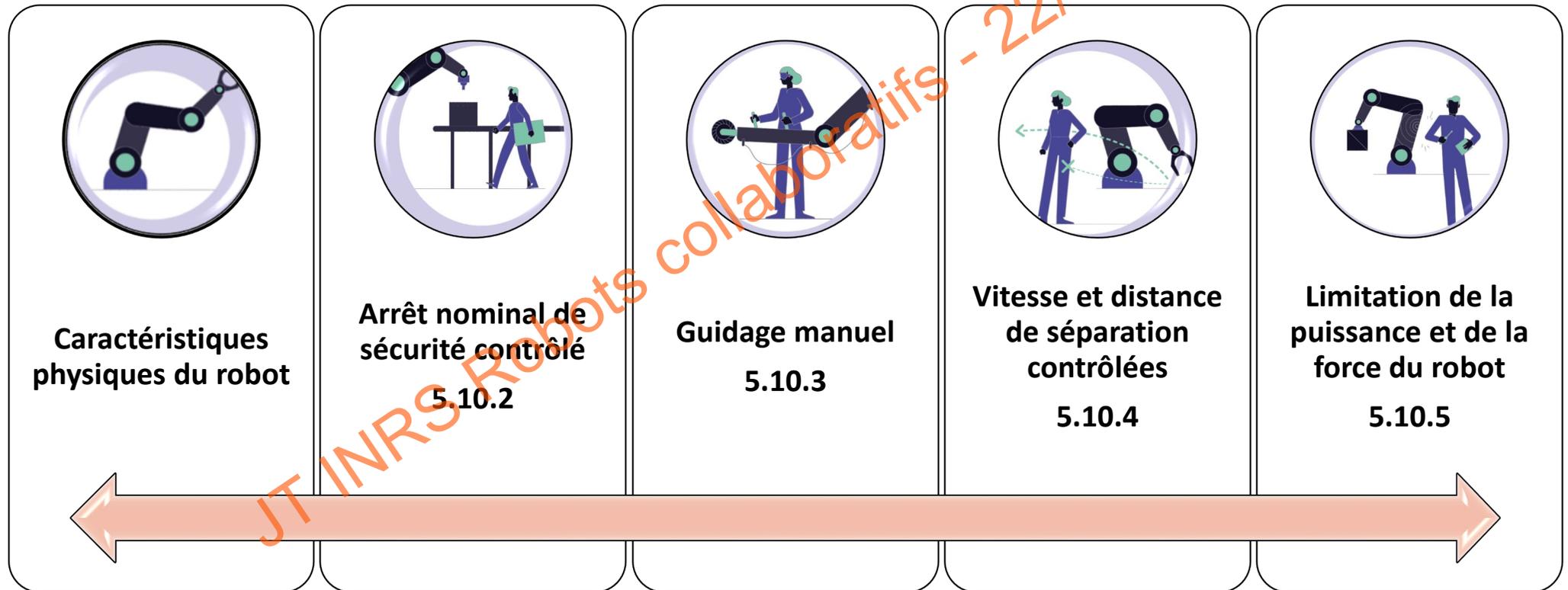
- NF EN ISO 10218-1 (version 2011)
 - Exigences pour les fabricants de robots
- NF EN ISO 10218-2 (version 2011)
 - Exigences pour les intégrateurs de cellules robotiques collaboratives
 - Déclinaison des 4 éléments de sécurité
- ISO TS 15066 (version 2016)
 - Spécifications détaillées pour la mise en œuvre du fonctionnement collaboratif
 - Comprend des exemples pour la détermination des seuils de puissance et de force tolérables.

ISO TS 15066: Champ d'application de la limitation de force et de puissance

- La limitation de la puissance et de la force peut être utilisée :
 - s'il n'y a pas de risque raisonnablement prévisible de collision avec la partie haute du corps (cou, visage et front)
 - pour couvrir uniquement des risques d'écrasement, de pincement et de choc
 - une **fonction de sécurité** qui arrête le robot en cas de dépassement des valeurs seuils de force et/ou de puissance

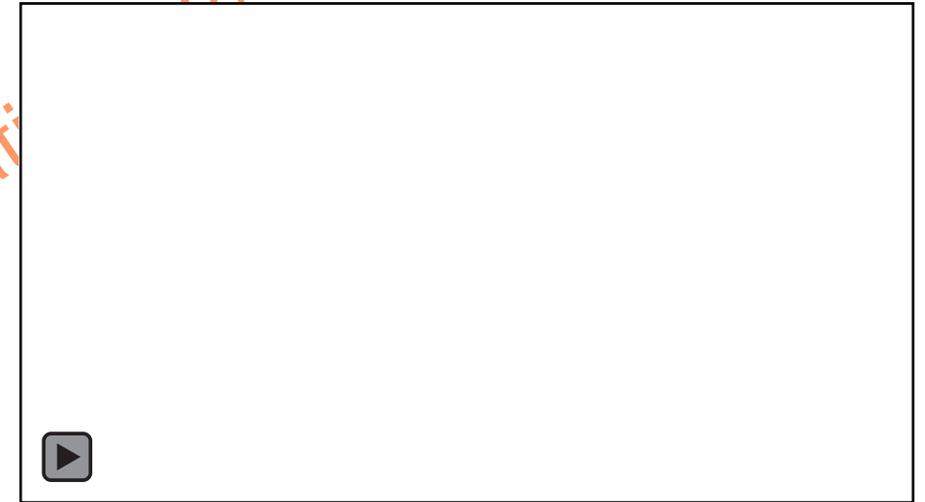
Solutions techniques

- Plusieurs solutions techniques existent pour aider à la mise en sécurité de la collaboration homme-robot



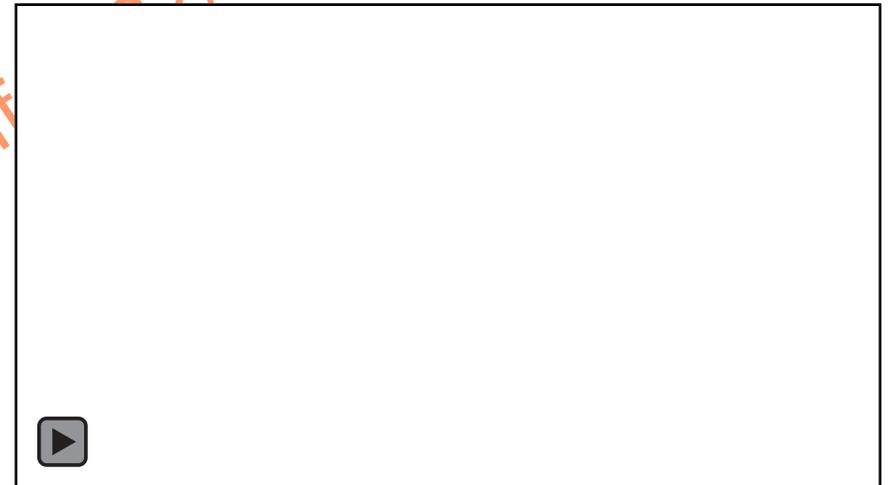
Caractéristiques physiques du robot

- Permet de réduire les dommages qui peuvent être engendrés par un contact
 - Réduction de la masse du robot
 - Suppression des angles vifs et parties saillantes
 - Utilisation de matériaux souples
- Solution de prévention intrinsèque (mais doit être complétée)



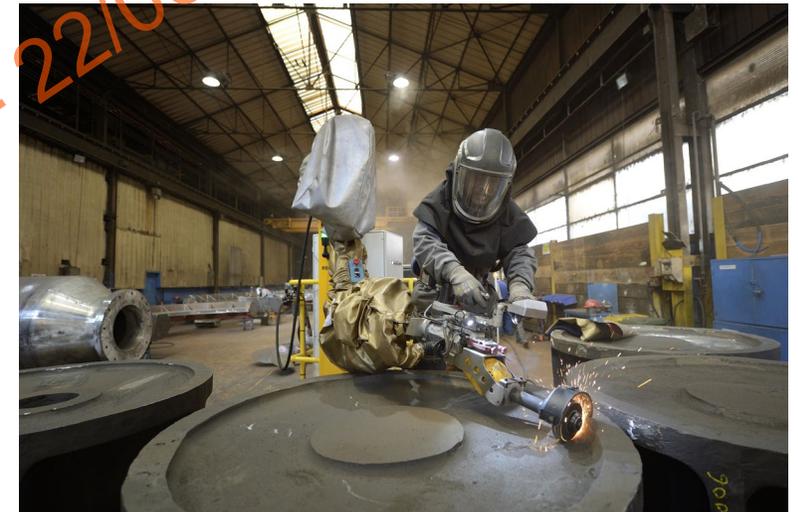
Arrêt nominal de sécurité contrôlé

- Arrêt du robot lorsque l'opérateur se trouve dans l'espace de travail collaboratif
 - arrêt de catégorie 2 (arrêt contrôlé sous alimentation) avec surveillance d'immobilisation sûre
 - Phase de ralentissement possible avant arrêt
- Reprise du fonctionnement du robot lorsque l'opérateur quitte l'espace de travail collaboratif



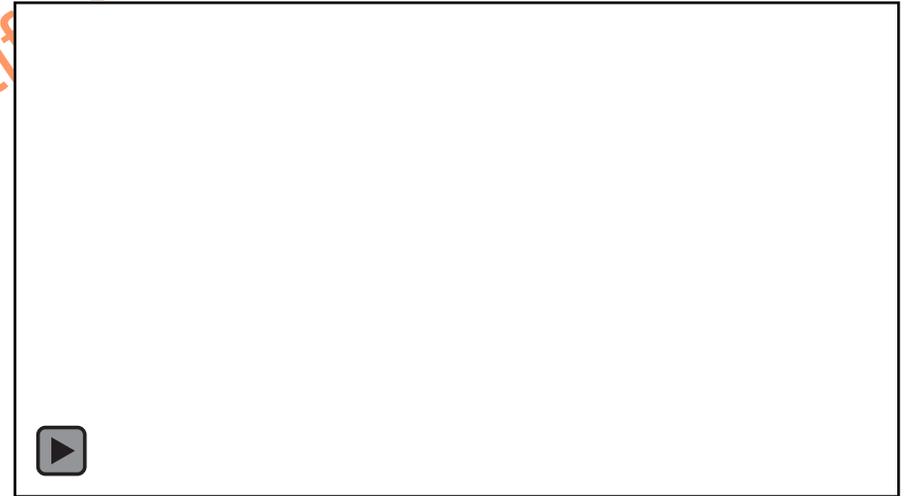
Guidage manuel

- Le robot est guidé manuellement par l'opérateur
 - Contact permanent entre l'opérateur et le robot
- Le robot doit :
 - Être équipé d'un dispositif de validation
 - Fonctionner à vitesse contrôlée
 - En cas de non-respect de la vitesse, arrêt de protection du robot doit être commandé



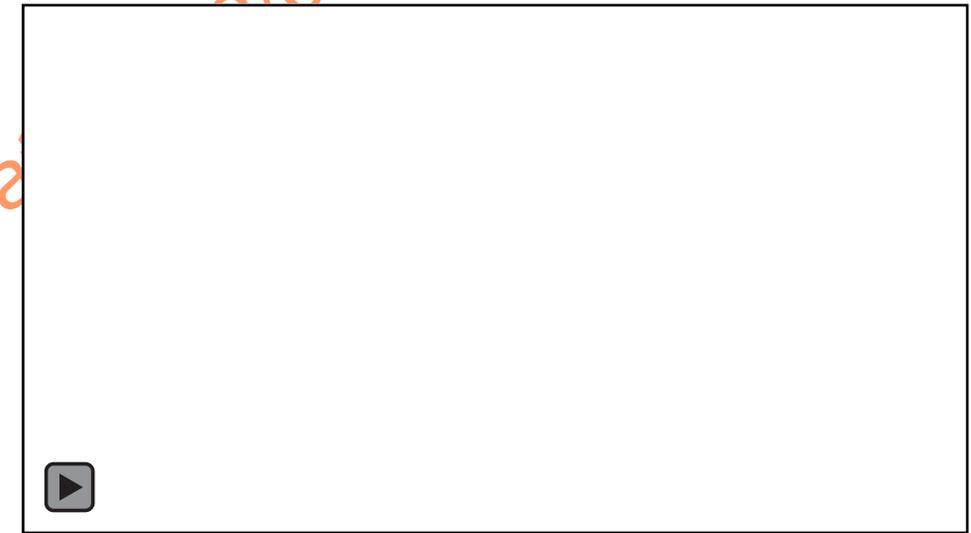
Contrôle de la vitesse et de la distance de séparation

- Le robot évolue à une vitesse réduite et doit maintenir une distance minimale de séparation avec l'opérateur (d'une façon dynamique)
- La vitesse du robot est contrôlée (par une fonction de sécurité)
- En cas de non-respect de la vitesse ou de la distance, arrêt de protection du robot



Limitation de la puissance et de la force

- Le contact homme/robot est autorisé sous certaines conditions
- Surveillance sûre de la force et de la puissance développée par le robot lors d'une collision avec l'opérateur
- En cas de dépassement des valeurs limites, un arrêt de protection doit être enclenché

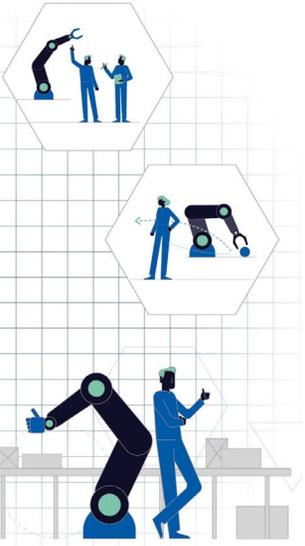


Facteurs humains: principes généraux

- Impliquer **le plus en amont possible** les futurs utilisateurs dans la réflexion
- **Identifier et décrire** les tâches bénéficiant de la robotique collaborative
- Anticiper les **modifications** (organisation, collectif, rôle des utilisateurs et leur activité)
- Anticiper et **communiquer** sur la répartition des tâches entre le système robotisé et les utilisateurs
- Communiquer sur les **avantages** (suppression des tâches répétitives sans valeur ajoutée) et les éventuels **points bloquants** (craintes de travailler avec une machine, peur de perte d'emploi ...)



Le déploiement : repères



Construire le sens

Permettre aux opérateurs de se forger une représentation adéquate du robot

- Définition
- Fonctions et fonctionnalités
- Intérêts et limites
- Raisons du déploiement

Construire les 1ers repères

Permettre aux opérateurs de se familiariser progressivement et de s'adapter au changement

- Tester hors situation de travail puis en situation de travail
- Permettre la remontée d'informations (ce qui va ou ce qui ne va pas, ...)

Construire et consolider les usages

Accompagner les opérateurs dans la construction d'un usage situé

- Limiter les impacts sur l'activité
- Mettre en place un système de REX (positif et négatif)

Risques de la collaboration homme-robot



Organisation

- Réaffectation des rôles ?
- Adaptation du travail demandé et du poste de travail ?
- Nouvelles priorités ?



Collectif

- Fragilisation du collectif ?
- Disparition du collectif protecteur / du soutien social ?
- Isolement ?



Activités

- Mentales: comprendre, surveiller, anticiper, gérer incidents / augmentation de la charge de travail, perte de sens du travail, d'expertise, confiance, responsabilité, cadence... ?
- Physiques: gestuelle (synchronisation), douleurs ?

Risques liés aux contacts

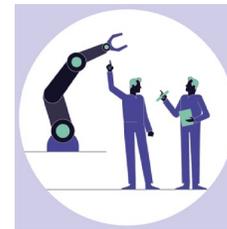
- Entre les éléments mobiles du robot (bras, articulations...) + l'ensemble du corps humain + l'environnement du poste de travail ?
- Chocs, pincements, écrasements, brûlures, perforations, RPS ?

Processus mentaux impliqués

- Acceptabilité / acceptation
 - Une nouvelle technologie, même si elle paraît simple, peut être rejetée par les utilisateurs
 - Alors qu'une autre plus complexe peut être acceptée, ou encore acceptée dans un premier temps, pour être finalement rejetée
- Confiance (en soi / dans le cobot) 
- Niveau d'expertise 
- Conscience de la situation 
- Charge mentale 
- Responsabilité (prise de décision) 

Solutions organisationnelles

- Formation
- Suivi d'activité
- Changement d'organisation



JT INRS Robots collaboratifs - 22/06/2021

Formation

- Nouvelles compétences

- Utilisation du robot collaboratif
- Maintenance de 1^{er} niveau
 - Gestes, procédures (fournir un support écrit et imagé)

- Evolution vers des tâches à plus forte valeur ajoutée

- diminution des tâches répétitives et fastidieuses
- enrichissement des tâches manuelles par des tâches de type supervision, gestion et anticipation



Suivi d'activité

- Même s'il y a acceptation, les risques ne disparaissent pas : mise en place d'un suivi pour une amélioration continue
 - Observation des changements introduits par le robot collaboratif
 - Evaluation des impacts physiques et psychosociaux
 - Sessions d'évaluation de la collaboration Homme-Robot (recueil des ressentis des opérateurs)
 - Mise en place d'un système de retour d'expérience tant pour les événements négatifs que positifs



Risques psychosociaux
Surcharge mentale, isolement



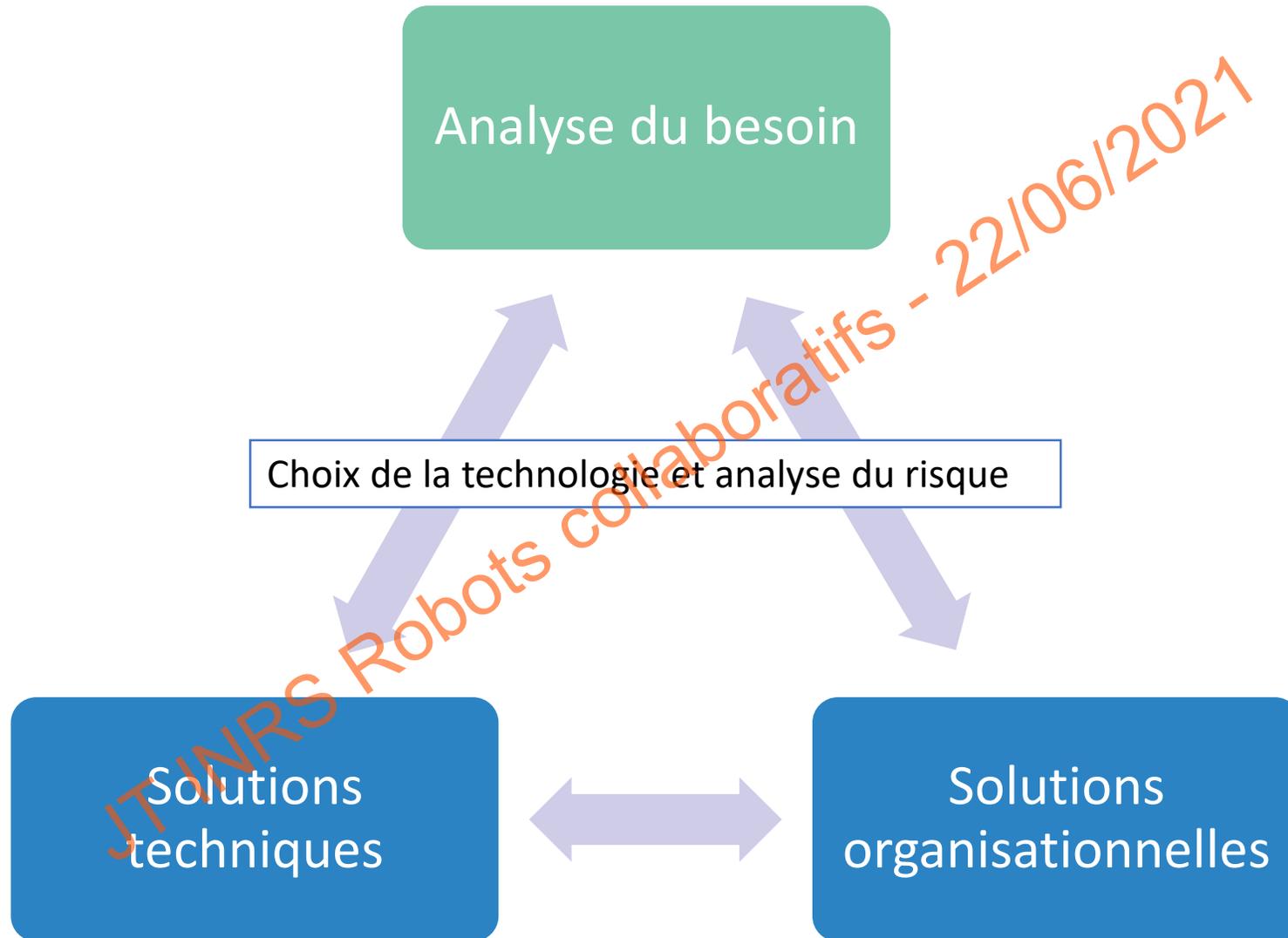
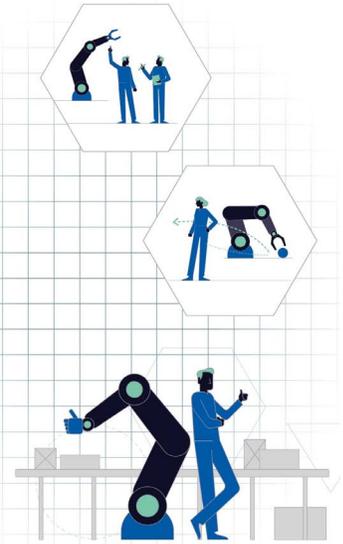
Risques de troubles musculosquelettiques
Douleurs au poignet, épaule, dos

Changement d'organisation

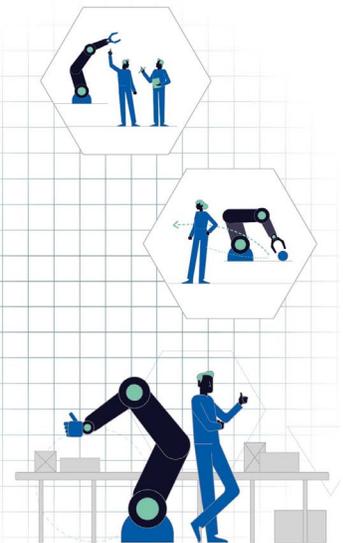
- Adaptation du travail demandé
 - définir le partage des tâches dans l'activité entre l'opérateur et le robot collaboratif
 - articuler les rôles de chacun
- Modification du poste de travail
- Réaménagement du travail collectif
 - fixer des priorités adaptées à la nouvelle situation de travail
 - laisser des marges de manœuvres à l'opérateur dans la collaboration
 - apporter un soutien social



Conclusion



JT INRS Robots collaboratifs - 22/06/2021



Notre métier, rendre le vôtre plus sûr

Merci de votre attention



JT INRS Robots collaboratifs - 22/06/2021

Pour toute question, contactez:

adel.sghaier@inrs.fr

laurie.brun@inrs.fr