

Nouvelles technologies d'assistance physique (exosquelettes, robots...)

Comment réussir leur intégration ?

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles est une association loi 1901, créée en 1947 sous l'égide de la Caisse nationale d'assurance maladie, administrée par un Conseil paritaire (employeurs et salariés).

De l'acquisition de connaissances jusqu'à leur diffusion, en passant par leur transformation en solutions pratiques, l'Institut met à profit ses ressources pluridisciplinaires pour diffuser une culture de prévention dans les entreprises et proposer des outils adaptés à la diversité des risques professionnels à tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, services de prévention et de santé au travail, instances représentatives du personnel, salariés...

Toutes les publications de l'INRS sont disponibles en téléchargement sur le site de l'INRS : www.inrs.fr

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif) et les caisses générales de sécurité sociale (CGSS) de l'Assurance maladie - Risques professionnels, disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé notamment d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ces professionnels sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, instances représentatives du personnel, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation.

Les caisses assurent aussi la diffusion des publications éditées par l'INRS auprès des entreprises.

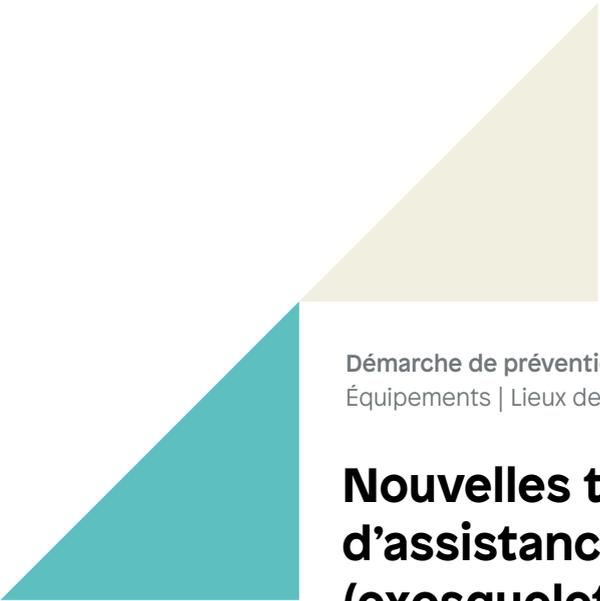
Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle). La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 € (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

© INRS, 2024.

Édition : Katia Bourdelet

Conception graphique : Julie&Gilles

Mise en pages : Valérie Latchague Causse



Démarche de prévention
Équipements | Lieux de travail

Nouvelles technologies d'assistance physique (exosquelettes, robots...)

Comment réussir leur intégration ?

ED 6531
Juin 2024

Brochure INRS élaborée par J.-J. Atain-Kouadio,
J.-C. Blaise, L. Wioland

Sommaire

Introduction	4
1 Étape 1 Identifier le besoin d'assistance physique	6
2 Étape 2 Choisir la nouvelle technologie	8
1. La rédaction du cahier des charges	8
2. Le dialogue avec les différentes parties prenantes du projet	9
3. L'acquisition de la solution	10
3 Étape 3 Intégrer la nouvelle technologie	11
1. La familiarisation	11
2. La mise en service	12
4 Étape 4 Mettre en place le suivi	14
Conclusion	15

Introduction

On observe aujourd'hui le développement et l'émergence de plus en plus rapide de nouvelles technologies dans les entreprises. Par nouvelle technologie, on entend des systèmes techniques innovants dont la maturité n'est pas toujours totalement stabilisée.

Les nouvelles technologies d'assistance physique tels que les robots collaboratifs, les exosquelettes ou encore les robots mobiles, envisagées pour soulager les travailleurs, sont considérées, à ce titre, comme une solution de prévention des troubles musculosquelettiques (TMS). Si les entreprises sont tentées de s'en équiper, il est indispensable qu'elles définissent précisément leurs besoins en matière de prévention, en amont de toute acquisition. Elles doivent également s'interroger sur l'ensemble des solutions technologiques disponibles, en considérant leurs atouts pour la prévention et les risques liés à leur intégration et utilisation. En effet, l'intégration d'une nouvelle technologie transforme la situation de travail et l'activité des travailleurs. Il est alors important de prendre en compte les nouvelles interactions créées entre l'utilisateur et la technologie.

Face à la diversité des nouvelles technologies d'assistance physique disponibles sur le marché, les entreprises désireuses d'en acquérir peuvent s'appuyer sur une démarche générique d'intégration, prenant en compte la prévention des risques professionnels.

Ce document a pour objectif de présenter les étapes qui constituent le fondement de cette démarche, et de renvoyer à des supports d'information de l'INRS, facilitant sa mise en œuvre. Cette démarche, construite en 4 étapes, doit être menée selon les modalités classiques de gestion de projet (voir encadré 1). La démarche doit débiter par une étape de caractérisation des besoins, à l'issue de laquelle il s'agira de choisir la technologie adéquate, de réaliser son intégration, et enfin de la mettre en service et d'en assurer le suivi. Tout au long de cette démarche, des itérations sont possibles entre ces 4 étapes et à l'intérieur de chacune d'elles. À l'issue de chaque étape, des arbitrages sont effectués quant à la poursuite, la réorientation, voire l'arrêt du projet.



■ Les actions nécessaires au fonctionnement en mode « gestion de projet »

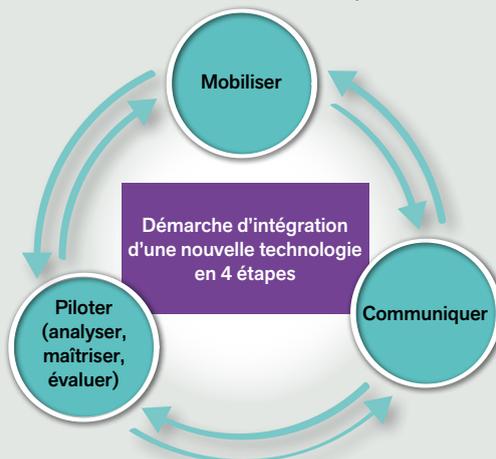
La démarche d'intégration d'une nouvelle technologie d'assistance physique doit être conduite en mode gestion de projet. Ainsi, il s'agit de :

1. Mobiliser : estimez les ressources financières et humaines nécessaires et assurez-vous de pouvoir en disposer avant de vous engager dans une démarche d'intégration d'une nouvelle technologie d'assistance physique. Au besoin, vous pouvez faire appel à des compétences externes.

2. Piloter : constituez un groupe de pilotage pour vous accompagner sur tout ou partie des étapes (planification, suivi de projet, évaluation...). Ce groupe peut être composé de décisionnaires, de représentants des différents métiers ou services de l'entreprise ainsi que d'acteurs de la prévention de la santé et sécurité ou des instances représentatives du personnel.

3. Communiquer : informez les différents acteurs du projet, notamment ceux qui ont une bonne connaissance et expérience des situations de travail visées par l'intégration de la nouvelle technologie. Précisez l'investissement nécessaire ainsi que les protocoles d'évaluation auxquels ces acteurs participeront. Une communication régulière au sein de l'entreprise (journal interne, affiches...) doit également être prévue.

Mobiliser, piloter et communiquer sont des actions qui s'inscrivent en amont et tout au long de la démarche. Elles forment à la fois des pré-requis et sont transverses à chacune des étapes.





Étape 1 Identifier le besoin d'assistance physique

Pour identifier la technologie d'assistance la plus adaptée à la situation soulageant au mieux les travailleurs – et ainsi éviter d'imposer une solution technique qui ne conviendrait pas –, il est nécessaire de mener une analyse globale de la situation de travail. Cela doit permettre de caractériser un ou plusieurs besoins d'assistance physique en identifiant les composantes de l'activité à soulager, et *in fine* de définir les apports attendus de la technologie. Les différents services de l'entreprise impactés de manière directe ou indirecte (méthodes, production, maintenance, sécurité...) participent à cette identification. Au cours de cette analyse :

1. Repérez les risques liés à la charge physique pour chaque situation de travail, et pour chaque tâche concernée.
2. Hiérarchisez les tâches des travailleurs en fonction de la charge physique à soulager.
3. Analysez la charge physique de travail en prenant en compte l'ensemble des déterminants pouvant conditionner les contraintes physiques, tels que :
 - les efforts physiques : poids déplacés, actions de tirer-pousser, distances de transport, facilité de prise...
 - le dimensionnement de la situation de travail : postures et mouvements contraignants, possibilités de réglages des équipements de travail, accès et circulation, encombrement...
 - les contraintes temporelles : fréquence de la tâche, durée d'exposition à la charge physique, périodes de récupération...
 - les facteurs environnementaux : température, bruit, éclairage, vibration, produits toxiques, qualité des sols, dénivelés...
 - les caractéristiques de l'organisation du travail : horaires irréguliers, formation des salariés aux facteurs de risque et aux solutions de prévention, utilisation des aides techniques, possibilité de modifier la façon d'effectuer son travail...

Les résultats de l'analyse doivent permettre, en s'appuyant sur les 9 principes généraux de prévention, de rechercher la solution la plus appropriée en privilégiant toujours les solutions de prévention primaire (suppression du risque à sa source, mesures collectives). Il est possible ensuite d'envisager le recours à une technologie d'assistance physique comme solution complémentaire.

Pour aller plus loin

▪ *La méthode d'analyse de la charge physique de travail*, INRS, ED 6161.
Cette brochure permet de repérer et d'analyser les facteurs de risque pour l'appareil locomoteur, en tenant compte de la globalité des composantes de l'activité.



Étape 2

Choisir la nouvelle technologie

Une fois les besoins identifiés, un cahier des charges doit être rédigé par un groupe de travail pour formaliser l'ensemble des exigences explicites et implicites, et s'assurer que rien n'a été oublié.

1. La rédaction du cahier des charges

- Exprimez les besoins sous une forme fonctionnelle. Chaque fonction exprimant un besoin est caractérisée par des critères vérifiables, relatifs aux résultats et usages attendus (des exemples sont disponibles dans le document ED 6231, voir ci-contre). Cela permet de faire émerger plusieurs solutions pertinentes, efficaces et sûres et préserve des *a priori* quant au choix d'une nouvelle technologie en particulier.
- Couvrez l'ensemble des phases de vie des solutions technologiques envisagées, allant de leur installation à leur démantèlement en passant par leur maintien en conditions opérationnelles.
- Prenez en compte les futures adaptations envisagées du système (par exemple, la variabilité de certains produits qui seront manipulés par ou avec la nouvelle technologie, comme dans le secteur de la logistique où les gabarits des marchandises peuvent être très différents et nécessiteront des adaptations du système à chaque changement de gabarit).

Pour aller plus loin

- *Réussir l'acquisition d'une machine ou d'un équipement de travail*, INRS, ED 6231. Ce guide propose une démarche d'acquisition d'une machine ou d'un équipement de travail en intégrant la santé et la sécurité des utilisateurs, les exigences techniques et les usages attendus.
- *Repères méthodologiques pour la sélection d'un exosquelette professionnel*, INRS, ED 6416. Cette brochure vise à accompagner de manière opérationnelle les différents acteurs de l'entreprise, dans une démarche d'acquisition ou d'intégration d'exosquelettes.

2. Le dialogue avec les différentes parties prenantes du projet

Le cahier des charges est un support indispensable de dialogue entre l'utilisateur et les « offreurs de solution » : concepteurs, fournisseurs, loueurs et/ou intégrateurs. Comme il n'existe aucune technologie universelle – la réponse aux besoins peut être un ensemble de solutions –, il s'agit de vérifier l'adéquation des solutions envisagées aux besoins caractérisés précédemment et d'aboutir au meilleur compromis, en misant sur le dialogue avec les différentes parties prenantes du projet.

- Passez en revue l'ensemble du cahier des charges afin de vous assurer que les performances du système proposé correspondent bien aux besoins. Si possible, n'hésitez pas à faire des demandes d'adaptation, même pour des systèmes sur catalogue.
- Échangez sur les difficultés, suggestions ou propositions. Cela évitera de découvrir des non-conformités fonctionnelles, d'usage ou réglementaires (par exemple, l'application de la directive machines 2006/42/CE* dans le cas où la technologie est considérée comme une machine) après réalisation/achat.
- Évaluez l'intérêt de la solution technologique en mettant en balance ses bénéfices et ses contraintes et risques potentiels. Cette évaluation constituera le principal élément d'aide à la décision quant à la poursuite, ou non, de la démarche d'acquisition de la technologie envisagée. Le choix d'une nouvelle technologie crée de nouvelles interactions avec ses utilisateurs et potentiellement des risques qui sont propres à ce système. Il convient de les analyser et de les prendre en compte. Si les nouvelles interactions induites génèrent des risques qui ne sont pas maîtrisables, alors il faut remettre en cause le choix de la technologie.
- Échangez avec les futurs utilisateurs, ou d'autres acteurs de l'entreprise, pour anticiper les impacts de l'introduction de la nouvelle technologie sur l'ensemble des éléments constituant la situation de travail (collectif de travail, services connectés – à savoir tous les services dont l'activité est en lien avec la situation de travail –, clients, différentes instances...).
- Définissez les modalités de formation des futurs utilisateurs.

* Cette directive (2006/42/CE) sera remplacée par le nouveau règlement européen sur les machines (2023/1230) qui entrera en vigueur le 20 janvier 2027, sous réserve de certaines dispositions transitoires.

3. L'acquisition de la solution

Dans le cas où la nouvelle technologie existe :

- Définissez les modalités de son acquisition auprès de concepteurs, intégrateurs, vendeurs, voire sociétés de location. Selon la technologie, une période de prêt avant achat est intéressante à négocier, de façon à ne confirmer l'achat final qu'après validation de l'apport de la technologie en situation réelle (voir étape 3).
- Annexe à la commande passée auprès du fournisseur le cahier des charges pour le rendre contractuel. Il est recommandé d'inclure des dispositions en cas de clauses non respectées ou de non-conformités constatées.
- Établissez un plan de prévention pour les phases de livraison et d'installation, en particulier pour tenir compte des risques liés à la coactivité.
- Organisez la réception de la nouvelle technologie avec l'aide éventuelle d'un tiers s'il est nécessaire de vérifier la conformité à la réglementation (dans le cadre de la directive machines, par exemple) et dans le respect des clauses du cahier des charges.

Dans le cas où la nouvelle technologie n'est pas disponible en l'état, un cycle de conception est nécessaire :

- Prenez en compte les retours/avis des utilisateurs tout au long de ce cycle (étude, réalisation et pré-réception), notamment lors du choix de solutions techniques affectant l'utilisation future de la technologie et, si besoin, modifiez le cahier des charges.
- Programmez des revues de projet avant la réception pour vous assurer au plus tôt, et donc au plus faible coût, du bon respect du cahier des charges et de ses évolutions. Ce dialogue permet également au concepteur d'élaborer l'analyse des risques, en tenant compte de l'utilisation envisagée de la technologie retenue.

Pour aller plus loin (voir le site www.afnor.fr)

- NF X35-800 Ergonomie – Méthode d'intégration des dispositifs et robots d'assistance physique à contention de type exosquelette – Expression des besoins, sélection, conception, évaluation et déploiement.
- NF EN ISO 10218-2 Robots et dispositifs robotiques – Exigences de sécurité pour les robots industriels – Partie 2 : système robots et intégration.



Étape 3

Intégrer la nouvelle technologie

L'intégration vise à mettre en place la nouvelle technologie dans la situation de travail. Elle consiste à familiariser les travailleurs avec la technologie choisie et les interactions induites. Cette phase leur permet de construire leurs repères et d'apprendre progressivement à l'utiliser.

1. La familiarisation

Elle comprend plusieurs sessions qui font chacune l'objet d'évaluations (voir encadré 2).

1.1 Tests en petit échantillon

Sélectionnez un groupe de testeurs volontaires, concernés par la tâche bénéficiant de la nouvelle technologie, afin de les faire interagir avec celle-ci. Profitez de cette phase pour affiner le contenu de la formation à l'utilisation de la technologie en clarifiant la question des connaissances et des compétences à acquérir. Il est important d'identifier qui sera chargé de cette formation (ressource externe et/ou interne) ainsi que sa durée.

1.2 Tests au plus proche de la situation de travail

Conduisez des tests au plus proche de la situation réelle de travail, hors situation de production. Il s'agit de s'assurer que la technologie choisie est bien adaptée à la tâche et à son environnement, et qu'elle peut être mise en œuvre en situation réelle de travail.

1.3 Tests en situation de travail

Conduisez des tests en situation habituelle de travail. Si besoin, en prenant en compte les résultats des phases précédentes de la période de familiarisation, adaptez la situation de travail pour que l'usage de la nouvelle technologie soit effectuée dans des conditions adaptées au travailleur (temps de cycle, reconfiguration des éléments matériels, possibilité de travailler différemment...). Ces adaptations permettent de limiter d'éventuels retentissements négatifs sur l'organisation de la production (apparition d'autres risques, dégradation des performances attendues...).

Enfin, assurez-vous que le travailleur dispose d'un temps d'appropriation de cette nouvelle configuration avant la mise en service effective.

2. La mise en service

Cette seconde période vise à rendre opérationnelle la technologie retenue en situation de travail.

- Rédigez une fiche de réception pour aider à synthétiser et à conclure sur l'intégration de cette nouvelle technologie, en fonction des objectifs de départ.
- Proposez des recommandations pratiques quant aux conditions d'usage de la technologie retenue : mode d'emploi, conditions d'utilisation, durée d'utilisation...
- Établissez les fiches de poste à destination des travailleurs (production, réglage, maintenance...) concernés par la technologie choisie sur la base de la notice d'instructions fournie par le concepteur.
- Anticipez la gestion et le maintien en conditions opérationnelles de cette technologie (organisation du nettoyage et du rangement, pratiques d'utilisation...).
- Mettez en service la nouvelle technologie avec l'assistance technique du fabricant ou du vendeur, tout en prévoyant une montée en cadence progressive dans les conditions de production. Effectuez les derniers tests et réglages afin de détecter les éventuelles anomalies qui subsistent et y remédier.

Pour aller plus loin

• *Constituer des fiches de poste*, INRS, ED 126.

Ce document donne des conseils et propose un modèle pour constituer des fiches de poste.

■ Les évaluations au cours de l'étape d'intégration

Il est important que les membres du groupe de travail s'accordent sur la définition et la compréhension de chaque critère d'évaluation (qu'il soit objectif ou subjectif), ainsi que sur les outils et attendus associés. Les évaluations subjectives doivent intégrer la question de l'acceptation ou du rejet de la nouvelle technologie en lien avec sa facilité d'utilisation, son utilité ou encore les mesures organisationnelles mises en place. Ainsi, des points négatifs concernant l'interaction travailleur-nouvelle technologie peuvent émerger et être corrigés. Les points positifs seront capitalisés.

Si malgré les corrections, les évaluations ne sont pas concluantes, alors le projet d'intégration peut soit s'arrêter, soit continuer en s'orientant vers une autre technologie. Le fait d'arrêter un projet d'intégration n'est pas un échec en soi. L'erreur serait, au contraire, de poursuivre l'intégration d'une nouvelle technologie qui ne serait pas adaptée, ce qui conduirait à l'échec du projet.



Étape 4

Mettre en place le suivi

Un suivi régulier est indispensable. Il offre la possibilité de remettre en question les apports de la nouvelle technologie en fonction des évolutions de la situation de travail. Ce suivi repose sur des évaluations qui s'intègrent dans la démarche usuelle d'évaluation des risques professionnels de l'entreprise.

- Soyez vigilant sur d'éventuelles transformations de la situation de travail après la mise en service de la nouvelle technologie. Des indicateurs liés au ressenti des salariés, l'apparition de gênes physiques, ou encore des indicateurs liés à la production doivent être identifiés, en gardant à l'esprit que cette situation de travail peut évoluer dans le temps (les besoins sont-ils toujours remplis ?).
- Interrogez régulièrement les salariés sur leur santé, leurs plaintes, leur satisfaction... , mais aussi sur leur ressenti vis-à-vis de leur interaction avec la technologie choisie.
- Mettez en place des indicateurs de suivi relatifs à l'entreprise (accidents du travail, absentéisme, turn-over...), et à l'activité (changements techniques, humains et organisationnels...).
- Interrogez également l'environnement social (collègues ou services dont l'activité est en lien avec la situation de travail, par exemple).

Ce suivi permet de capitaliser sur les effets positifs et de corriger les effets négatifs.

À ce stade, le processus d'intégration est terminé : le groupe de pilotage a validé la capacité de l'entreprise à intégrer la nouvelle technologie. Le suivi s'inscrit alors dans une démarche classique de prévention des risques professionnels. Ce suivi alimente le document unique d'évaluation des risques professionnels. Sa mise à jour permet de s'assurer que l'action mise en place est toujours performante, quelles que soient les évolutions de la situation de travail. Pour une évaluation à long terme d'éventuels effets sur la santé des travailleurs, l'entreprise pourra faire appel à des compétences externes, en lien notamment avec son service de prévention et de santé au travail.

Conclusion

En appliquant la démarche proposée, vous assurez la réussite de l'intégration d'une nouvelle technologie d'assistance physique qui répond à vos besoins en matière de prévention des risques professionnels et de performance. Il est alors possible d'envisager le déploiement de cette nouvelle technologie à plus grande échelle dans l'entreprise, sur d'autres sites. Dans ce cas, il faut réitérer la démarche et maintenir une dynamique, afin de mobiliser dans la durée les ressources et compétences concernées.

Toutes les publications de l'INRS sont téléchargeables sur ■
www.inrs.fr

Pour commander les publications de l'INRS au format papier ■

Les entreprises du régime général de la Sécurité sociale peuvent se procurer les publications de l'INRS à titre gratuit auprès des services prévention des Carsat/Cramif/CGSS. Retrouvez leurs coordonnées sur www.inrs.fr/reseau-am

L'INRS propose un service de commande en ligne pour les publications et affiches, payant au-delà de deux documents par commande.

Les entreprises hors régime général de la Sécurité sociale peuvent acheter directement les publications auprès de l'INRS en s'adressant au service diffusion par mail à service.diffusion@inrs.fr

Ce document propose des repères méthodologiques aux entreprises qui cherchent à intégrer de nouvelles technologies d'assistance physique (exosquelettes, robots et autres). Il présente une démarche d'intégration, avec l'objectif d'aider les entreprises à :

- statuer, en lien avec la prévention des risques professionnels, sur la nécessité ou non de recourir à ces technologies,
- anticiper les risques potentiels posés par ces nouvelles technologies,
- donner des clés pour réussir leur intégration.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail
et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris
Tél. 01 40 44 30 00 • info@inrs.fr

Édition INRS ED 6531

1^{re} édition | juin 2024 | 1 000 ex. | ISBN 978-2-7389-2892-4

L'INRS est financé par la Sécurité sociale
Assurance maladie / Risques professionnels

www.inrs.fr

