



**10 idées reçues
sur les exosquelettes**

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAM, les Carsat, Cramif, CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, instances représentatives du personnel, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, multimédias, site Internet...

Les publications de l'INRS sont distribuées par les Carsat.

Pour les obtenir, adressez-vous au service Prévention de la caisse régionale ou de la caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAM et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collège représentant les employeurs et d'un collège représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par la CNAM sur le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

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)

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France et les caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé 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, ils 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.

Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

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 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

10 idées reçues sur les exosquelettes

Jean Theurel
Jean-Jacques Atain-Kouadio
Kevin Desbrosses
Laurent Kerangueven
Cédric Duval
(INRS)

10 IDÉES REÇUES

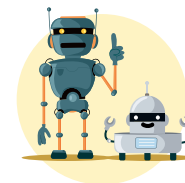
SUR LES EXOSQUELETTES

Face aux risques de troubles musculosquelettiques (TMS), aux contraintes liées à la charge physique de travail ou à l'augmentation de la part des seniors parmi les travailleurs, vous envisagez peut-être d'équiper vos salariés d'exosquelettes. Ces derniers font en effet naître un espoir d'amélioration des conditions de travail, notamment du fait de l'allègement de la charge physique qu'ils sont censés favoriser. Leurs avantages sont aujourd'hui largement vantés. À tort ou à raison ? Que se cache-t-il derrière l'image que nous nous faisons de ces technologies ? Pour vous aider à mieux appréhender les conséquences de l'utilisation des exosquelettes sur la santé et la sécurité des travailleurs, ce document propose, en dix idées reçues, de faire le tri entre croyances et connaissances actuelles.

QU'EST-CE QU'UN EXOSQUELETTE ?

Un exosquelette est un système mécanique ou textile revêtu par le salarié et visant à lui apporter une assistance physique dans l'exécution d'une tâche, par une compensation de ses efforts et/ou une augmentation de ses capacités motrices (augmentation de la force, assistance des mouvements, etc.).

Dans le cadre d'une démarche d'évaluation des risques en entreprise, il est indispensable d'analyser de manière approfondie la situation de travail pour laquelle il est envisagé d'équiper les salariés. C'est seulement à l'issue de ce premier niveau de réflexion que les acteurs de l'entreprise devront s'interroger sur l'acquisition éventuelle d'un exosquelette.



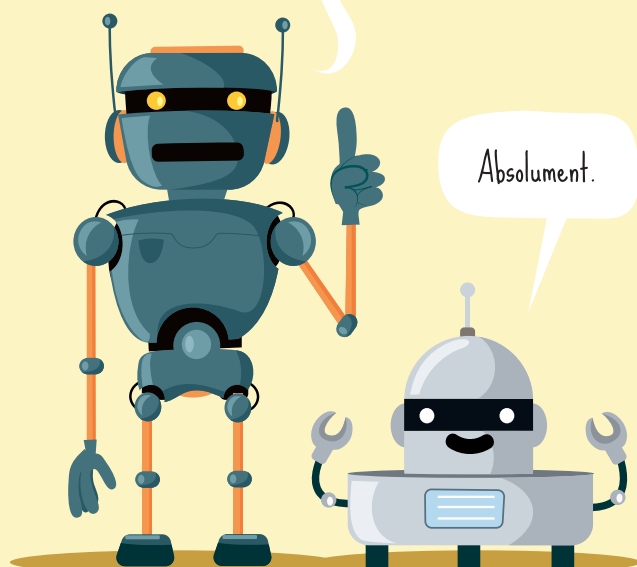
IDÉE REÇUE N°1

«LES EXOSQUELETES SONT
TOUS DES ROBOTS.»

☐ VRAI

☒ FAUX

Et inversement, tous les robots
ne sont pas des exosquelettes.



Aujourd'hui, la plupart des exosquelettes présents dans les entreprises ne sont pas robotisés. Constitués d'une armature rigide ou textile, ils assistent les mouvements des salariés via un principe de restitution de l'énergie mécanique rendu possible grâce à des systèmes élastiques ou à ressorts.

Les exosquelettes robotisés sont encore peu répandus : ils sont constitués d'une armature mécanique fonctionnant grâce à des moteurs électriques ou des systèmes hydrauliques. La commande de l'exosquelette se fait alors le plus souvent par une détection intelligente des mouvements du corps à l'aide d'un ordinateur intégré.





IDÉE REÇUE N°2

«LES EXOSQUELETES SONT LA SOLUTION
CONTRE LES RISQUES DE TROUBLES
MUSCULOSQUELETTIQUES.»

☐ VRAI

☒ FAUX

Par contre, il me rend bien des services !



Les troubles musculosquelettiques (TMS) sont le résultat de la combinaison de multiples causes : répétitivité des gestes, postures contraignantes, efforts, stress, organisation du travail, climat social dans l'entreprise. Seules certaines contraintes biomécaniques, comme les efforts excessifs et les postures contraignantes, peuvent éventuellement être limitées par l'assistance physique délivrée par les exosquelettes.

Ces équipements ne contribuent pas à réduire la répétitivité des gestes, autre contrainte biomécanique prépondérante dans la survenue des TMS. Ils peuvent de plus déplacer les contraintes sur d'autres parties du corps.

2



IDÉE REÇUE N°3

«LES EXOSQUELETES LIMITENT
LES EFFORTS PHYSIQUES.»

☒ VRAI

☒ FAUX



Un effort physique met en œuvre de multiples ressources (muscles, système cardio-respiratoire, etc.). Dans certains cas, les exosquelettes ont montré leur efficacité pour réduire localement les efforts musculaires. Mais l'utilisation de ces équipements peut aussi mobiliser d'autres ressources liées au propre poids de l'exosquelette ou à la gêne associée à la réalisation de certains mouvements par exemple. Dans ce cas, l'effort physique global peut augmenter.

3



IDÉE REÇUE N°4

«LES EXOSQUELETES AUGMENTENT LA FORCE DU SALARIÉ.»

☒ VRAI

☒ FAUX

Je ne sais pas ce qu'il se passe... À chaque fois que je m'équipe, je me transforme.



Le recours à un exosquelette peut apporter localement (au niveau du dos, des épaules, des coudes, des poignets, etc.) un supplément de force lors d'un mouvement spécifique, grâce à un moteur, un élastique ou un ressort.

Deux cas de figures sont alors possibles :

- si l'exosquelette est relié à un point fixe, au sol par exemple, alors les contraintes (masse des outils ou des objets manipulés, réaction à la force exercée) sont transmises à l'extérieur du corps : la force globale de l'utilisateur peut effectivement être augmentée ;
- si l'exosquelette n'est pas relié à un point fixe, alors ces contraintes sont nécessairement transmises à une autre partie du corps de l'utilisateur (les jambes par exemple). Les efforts restent alors intégralement supportés par le salarié, seule leur répartition est modifiée. Il convient dans ce cas de respecter les normes en vigueur (NF X35-109 notamment) concernant les limites de charge et de contraintes physiques pour les tâches de manutention manuelle.



IDÉE REÇUE N°5

«LES EXOSQUELETES CONVIENNENT
À TOUS LES SALARIÉS.»

☐ VRAI

☒ FAUX



Les exosquelettes ne sont pas systématiquement adaptés à la morphologie de chacun (sexe, taille, poids) ou à certains problèmes de santé d'ordre musculosquelettique, cardio-vasculaire et respiratoire ou cutanée par exemple. Selon leurs taille, forme, mode de fonctionnement, etc., certaines personnes ne peuvent donc pas les utiliser correctement, confortablement ou sans risque.

Une évaluation de l'aptitude à utiliser l'exosquelette est nécessaire afin de s'assurer qu'il convient aux caractéristiques des salariés. Le service de santé au travail est alors associé à cette évaluation.

5



IDÉE REÇUE N°6

«LES EXOSQUELETES NE PRÉSENTENT
AUCUN RISQUE POUR LES SALARIÉS.»

☐ VRAI

☒ FAUX



Comme pour tout équipement de travail, l'utilisation d'un exosquelette soulève des questions pour la santé et la sécurité des salariés.

Plusieurs risques auxquels les salariés sont potentiellement exposés doivent faire l'objet d'une évaluation préalable à l'intégration de ces dispositifs :

- risques mécaniques : heurts, écrasement, frottement, collision avec une personne tierce, chute, etc. ;
- risques physiques : perturbations sensorielles (toucher, perception de la force et contrôle des mouvements...), réduction de la masse musculaire, troubles de l'équilibre et de la posture, mouvements entravés, etc. ;
- risques cognitifs : attention et concentration accrues, remise en question de l'expertise du salarié, etc.





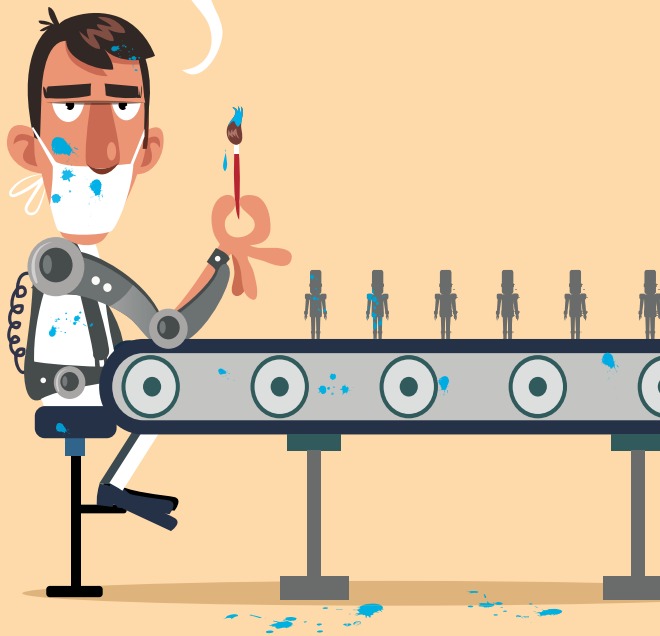
IDÉE REÇUE N°7

«LES EXOSQUELETES SONT ADAPTÉS À
TOUTES LES SITUATIONS DE TRAVAIL.»

☐ VRAI

☒ FAUX

Ah non, par exemple, pour peindre
les détails... C'est un carnage !



Les exosquelettes ne sont pas, par conception, adaptés à l'ensemble des situations de travail. Il existe de nombreux modèles, chacun ayant sa spécificité au regard des besoins d'assistance (redressement du dos, élévation des bras, etc.). Il est donc nécessaire pour l'entreprise de procéder à une analyse approfondie de la situation réelle de travail afin de définir précisément ses besoins. Si l'analyse montre qu'il faut réduire les contraintes physiques, il faut agir en priorité sur l'environnement de travail. Ce n'est qu'à l'issue de cette étape qu'un type d'exosquelette pourra éventuellement être identifié et faire l'objet d'un processus d'intégration au sein de l'entreprise.

7



IDÉE REÇUE N°8

«LES EXOSQUELETES SONT IMMÉDIATEMENT UTILISABLES EN SITUATION DE TRAVAIL.»

☐ VRAI

☒ FAUX

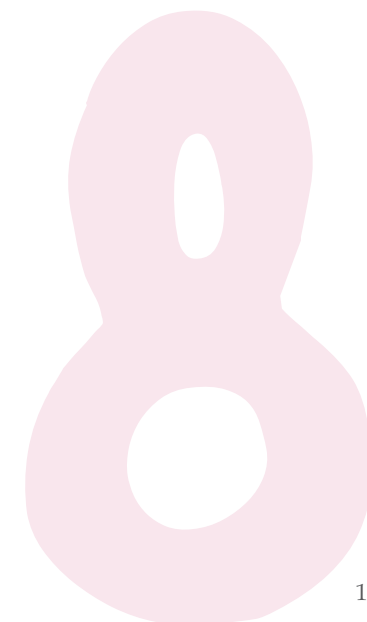
Euh... Envoyez la sécurité, Régis est resté coincé avec son exosquelette.



Il est indispensable de prévoir une phase de test de l'exosquelette hors situation de production, puis en situation réelle de travail, afin de s'assurer de son appropriation par l'utilisateur.

Un exosquelette est un système revêtu par le salarié, il peut donc, du fait de sa masse, sa structure, son équilibre propre, etc., modifier la gestuelle et la posture des salariés.

L'intégration d'un exosquelette dans le milieu professionnel nécessite par ailleurs une réflexion sur l'aménagement (espace, circulation) ou la réorganisation (temps d'équipement, temps de réalisation de la tâche, etc.) de la situation de travail. Au préalable, une formation à l'utilisation d'un exosquelette sera mise en place pour sensibiliser les futurs utilisateurs, leurs collègues et leur encadrement à ses conditions d'utilisation (réglages, risques potentiels, restrictions d'usages, etc.) et en faciliter l'acceptation au sein de l'entreprise.





IDÉE REÇUE N°9

«LES EXOSQUELETES AMÉLIORENT LA PRODUCTIVITÉ.»

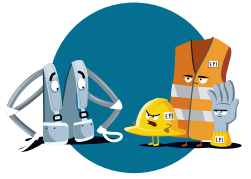
☒ VRAI

☒ FAUX



La phase d'appropriation de l'exosquelette et le développement progressif de nouveaux gestes ou de nouvelles postures, voire d'une nouvelle expertise, entraînent, au moins temporairement, une augmentation du temps nécessaire à la réalisation des tâches.

Si les bénéfices potentiels des exosquelettes sur la charge physique (par exemple, réduction des efforts, diminution du risque de TMS) se confirment pour une situation de travail donnée, alors ils peuvent être profitables à plus long terme sur la productivité (préservation de la santé du personnel, baisse de l'absentéisme, etc).

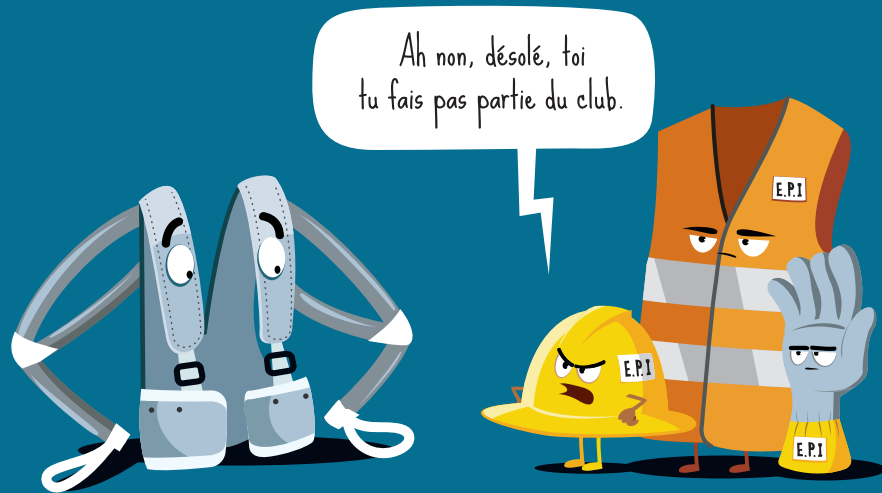


IDÉE REÇUE N°10

«LES EXOSQUELETES SONT DES ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE.»

☐ VRAI

☒ FAUX



Pour qu'un exosquelette soit considéré comme un équipement de protection individuelle (EPI), il faut que son fabricant ait démontré qu'il apporte une protection contre un risque et que l'équipement soit soumis à un « examen CE de type » effectué par un organisme notifié. À ce jour, aucun exosquelette n'est commercialisé en tant que tel. Plus généralement, le cadre réglementaire concernant les exosquelettes destinés au travail n'est pour l'heure pas défini et aucune norme spécifique ne s'applique.

10

Pour obtenir en prêt les audiovisuels et multimédias et pour commander les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service Prévention de votre Carsat, Cram ou CGSS.

Services Prévention des Carsat et Cram

Carsat ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
CS 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
prevention.documentation
@carsat-am.fr
www.carsat-alsacemoselle.fr

(57 Moselle)
3 place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65
www.carsat-alsacemoselle.fr

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488, 68018 Colmar cedex
tél. 03 69 45 10 12
www.carsat-alsacemoselle.fr

Carsat AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde, 40 Landes,
47 Lot-et-Garonne, 64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 36
fax 05 57 57 70 04
documentation.prevention
@carsat-aquitaine.fr
www.carsat-aquitaine.fr

Carsat AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
Espace Entreprises
Clermont République
63036 Clermont-Ferrand cedex 9
tél. 04 73 42 70 19
offredoc@carsat-auvergne.fr
www.carsat-auvergne.fr

Carsat BOURGOGNE - FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs, 39 Jura,
58 Nièvre, 70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
46, rue Elsa Triolet
21044 Dijon cedex
tél. 03 80 33 13 92
fax 03 80 33 19 62
documentation.prevention@carsat-bfc.fr
www.carsat-bfc.fr

Carsat BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236 rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
drpcdi@carsat-bretagne.fr
www.carsat-bretagne.fr

Carsat CENTRE-VAL DE LOIRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintrailles
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 81 50 00
fax 02 38 79 70 29
prev@carsat-centre.fr
www.carsat-centre.fr

Carsat CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
37 avenue du président René-Coty
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 45 71 45
cirp@carsat-centreouest.fr
www.carsat-centreouest.fr

Cram ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne, 78 Yvelines,
91 Essonne, 92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-
Saint-Denis, 94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)
17-19 place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84
demande.de.doc.inrs@cramif.cnams.fr
www.cramif.fr

Carsat LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 55
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@carsat-lr.fr - www.carsat-lr.fr

Carsat MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne, 32
Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2 rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
fax 05 62 14 88 24
doc.prev@carsat-mp.fr
www.carsat-mp.fr

Carsat NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,
55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85 rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
fax 03 83 34 48 70
service.prevention@carsat-nordest.fr
www.carsat-nordest.fr

Carsat NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11 allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 79 30
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr
www.carsat-nordpicardie.fr

Carsat NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 22
fax 02 35 03 60 76
prevention@carsat-normandie.fr
www.carsat-normandie.fr

Carsat PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
44932 Nantes cedex 9
tél. 02 51 72 84 08
fax 02 51 82 31 62
documentation.rp@carsat-pl.fr
www.carsat-pl.fr

Carsat RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère,
42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie, 74 Haute-Savoie)
26 rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 97 92
fax 04 72 91 98 55
preventionrp@carsat-ra.fr - www.carsat-ra.fr

Carsat SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse Sud,
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35 rue George
13386 Marseille cedex 5
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66
documentation.prevention@carsat-sudest.fr
www.carsat-sudest.fr

Services Prévention des CGSS

CGSS GUADELOUPE

DRPPS Service prévention,
BP 486,
97159 Pointe à Pitre cedex
tél. 0590 21 46 00
fax 0590 21 46 13
risques.professionnels@cgss-
guadeloupe.cnams.fr

CGSS GUYANE

Direction des risques
professionnels, CS 37015
97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04
fax 05 94 29 83 01
prevention-rp@cgss-guyane.fr

CGSS LA RÉUNION

4 boulevard Doret,
CS 53001
97741 Saint-Denis cedex 9
tél. 02 62 90 47 00
fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes,
97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31
05 96 66 51 32
fax 05 96 51 81 54
prevention972@cgss-martinique.fr

Vous êtes chef d'entreprise et vous êtes tenté par l'acquisition d'exosquelettes afin d'améliorer les conditions de travail de vos salariés. Ces nouveaux systèmes sont-ils pour autant efficaces pour prévenir les risques professionnels et notamment les risques liés à l'activité physique (troubles musculosquelettiques (TMS), lombalgies, etc.) ? Ce guide propose un éclairage à travers le décryptage de dix idées reçues. Son objectif : vous amener à vous poser les bonnes questions avant de recourir à ces systèmes en constante évolution.



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 6295

1^{re} édition • mai 2018 • 20 000 ex. • ISBN 978-2-7389-2359-2

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

www.inrs.fr

YouTube

