



Les exosquelettes

Clara Bourquin, Alice Valembois
Conseillères en Prévention Ergonomes

Depuis les années 60, des squelettes mécaniques externes sont créés par l'homme ; communément appelés « exosquelettes ». D'abord utilisés à des fins militaires, ils ont ensuite servi à accompagner les membres inertes ou déficients des personnes. Aujourd'hui, les exosquelettes sont de plus en plus envisagés dans les entreprises pour aider au port de charges ou à la réalisation de gestes pénibles, lorsqu'aucune solution en termes d'aménagement des postes n'a pas été trouvée.

Dans des conditions spécifiques, suite à l'analyse ergonomique de la situation de travail, les exosquelettes peuvent **apporter une assistance physique dans l'exécution d'une tâche**, et cela en vue de prévenir les troubles musculosquelettiques, réduire l'absentéisme ou encore aider au retour au travail.

Malgré leurs qualités, l'introduction d'exosquelettes sous-tend l'adaptation préalable de l'environnement et des équipements de travail, ainsi que la mise en place de mesures de prévention collectives adaptées. Aussi, leur utilisation nécessite d'évaluer les risques pour la santé et la sécurité de l'opérateur et de ses collègues.

IDENTIFICATION DES TÂCHES DE L'EXOSQUELETTE

Il n'existe pas d'exosquelette qui puisse accompagner le travailleur dans toutes ses tâches ; en effet, l'exosquelette ne permet pas l'exécution de plusieurs activités différentes. Chaque exosquelette est spécifique, et permet la réalisation d'une tâche particulière. Dès lors, l'analyse du travail est indispensable. Cette analyse doit être réalisée par un ergonomiste en collaboration avec les futurs utilisateurs et leur ligne hiérarchique. Elle permettra de déterminer le type d'exosquelette utile et les impacts techniques et organisationnels que la mise en place de ce nouvel équipement va induire. Les bénéfices des exosquelettes sur les troubles musculosquelettiques dépendent des conditions de réalisation de la tâche et les caractéristiques physiques des dispositifs.

Après l'identification d'un ou plusieurs exosquelettes susceptibles de répondre aux besoins d'assistance physique, il est nécessaire de vérifier auprès des concepteurs, fournisseurs ou intégrateurs que leurs produits sont en mesure de répondre effectivement au principal besoin d'assistance physique défini au préalable. Il s'agit ensuite d'évaluer les bénéfices apportés par l'exosquelette en situation réelle de travail, après une période de familiarisation des opérateurs à l'usage de l'exosquelette.

TYPES D'EXOSQUELETES

Il existe deux types d'exosquelettes professionnels : les exosquelettes passifs et actifs. Ces derniers, qui sont motorisés, sont beaucoup plus rares. Nous nous intéresserons donc aux exosquelettes passifs.

Ils ont pour objectif d'apporter une assistance principalement au dos, aux membres supérieurs (l'ensemble du bras ou l'épaule en particulier) ou aux mains (pour soulager les efforts de préhension) (INRS).



Fiche d'information

CEDIOM

- Les exosquelettes d'assistance des muscles du dos sont utilisés lors de tâches dynamiques ou statiques impliquant une inclinaison du tronc, ils peuvent être :
 - ✓ Souples, et conçus pour assister le dos au moyen de structures textiles élastiques
 - ✓ Rigides, et se présentent sous forme d'un dispositif mécanique (structure rigide, ressorts, etc.) Les exosquelettes rigides sont contre-indiqués pour des inclinaisons du tronc importantes (>75°) et les exosquelettes souples lorsqu'une rotation du tronc est nécessaire car ils induisent des contraintes dorso-lombaires supplémentaires lors de ces mouvements.
- Les exosquelettes d'assistance des épaules sont conçus pour assister uniquement les muscles des épaules lors du maintien des mains au-dessus du niveau de la tête. L'assistance se fait au moyen d'un dispositif mécanique (structure rigide, ressorts, etc.).

Par exemple : pour maintenir un taille-haie, des visseuses, ou autre appareillage au-dessus du niveau des épaules et de la tête.
- Les exosquelettes d'assistance des membres supérieurs sont conçus pour assister, au moyen d'un dispositif mécanique (structure rigide, ressorts, etc.), l'ensemble des articulations des membres supérieurs (épaules, coudes, voire poignets) lors d'actions de manutention manuelle.

IMPACTS DES EXOSQUELETTES

Même si l'assistance physique apportée par les exosquelettes semble bénéfique, il ne faut pas sous-estimer les risques liés à l'utilisation de ces aides mécaniques. Les risques sont d'ordre physique (déséquilibre musculaire, transfert d'efforts, chutes, lésions liées aux efforts, à la perception gestuelle, et aux habitudes de travail modifiées chez les opérateurs...), d'ordre mécanique (dysfonctionnements, heurts, ...) ou d'ordre psychologique.

Voici quelques exemples des effets sur l'individu et l'organisation du travail qui peuvent être observés :

- L'utilisation d'un exosquelette induit une **modification des modes opératoires** pour les travailleurs. Ce changement peut exiger davantage d'attention, de concentration et ainsi entraîner des conséquences sur la charge mentale déployée.
- L'utilisation de l'exosquelette peut créer un **sentiment de perte de contrôle et d'autonomie** sur le travail et entraîner des conséquences négatives sur le vécu du travail.
- Souvent, l'introduction d'un exosquelette demande au travailleur **l'apprentissage de nouvelles stratégies de travail**. Cela va donc exiger un temps de « réapprentissage » non négligeable qui doit être anticipé dans l'organisation du travail.
- Aussi, à un niveau plus individuel, devoir « réapprendre » le travail peut avoir des impacts sur le **sentiment de perte d'expertise ou de sens** donné au travail. Cela peut alors bouleverser le vécu du travailleur, ce qui doit être un point de vigilance.
- **L'organisation du travail peut également être modifiée** suite à l'introduction de ce type de dispositif. Par exemple, par des regroupements et organisations différentes des tâches, réadaptation de l'espace de travail, ... Cette réorganisation du travail aura des impacts au niveau individuel, collectif, mais également sur le management.



Fiche d'information

CEDIOM

Il ne faut pas sous-estimer l'aspect multidimensionnel des troubles musculosquelettiques (TMS). Les facteurs psychosociaux et l'organisation du travail ont un réel impact sur leur émergence. Il faut donc les comprendre pour mieux les anticiper et ce également lors de l'utilisation des exosquelettes. Ce serait néfaste d'avoir l'effet inverse et de voir s'aggraver la problématique des TMS.

Penser que l'implantation d'exosquelettes entraînera des conséquences uniquement sur l'amélioration des contraintes physiques est trop réducteur. Il est essentiel d'appréhender sa mise en place de manière globale. Les thématiques de l'acceptation sociale, de la communication au sein de l'entreprise sur les intentions de départ sont également centraux pour que ce type de projet soit une réussite.

Il est dès lors nécessaire d' :

- Anticiper les effets de l'introduction de l'exosquelettes (1) d'un point de vue individuel mais également (2) sur le collectif de travail et (3) sur le management.
- Associer les travailleurs pour garantir l'efficacité du dispositif en s'assurant (1) qu'il réponde véritablement aux besoins de l'activité réelle des travailleurs et pour (2) favoriser l'acceptation du dispositif. Passer par un processus participatif est crucial.

CONCLUSION

En conclusion, introduire un exosquelette sur un lieu de travail peut constituer un réel bénéfice, mais seulement dans le respect de certaines conditions. Il est essentiel de ne pas négliger la phase préparatoire de son implantation (par une analyse du travail) et également de mettre en place des phases de test, en situation réelle de travail, et avec différents travailleurs. L'âge, la morphologie, l'expérience sont des facteurs parmi d'autres à ne pas négliger. Le suivi et l'évaluation dans le temps permettra également de s'assurer de l'atteinte des objectifs, la réduction de la pénibilité du travail, l'acceptation du personnel....

Le travail de collaboration entre spécialistes du terrain (travailleurs, ligne hiérarchique), concepteurs d'exosquelettes et ergonome semble la condition *sine qua non* à la réussite d'un tel projet. La gestion du changement est également un facteur décisif de réussite.

RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- INRS, ED6315 Acquisition et intégration d'un exosquelette en entreprise
- INRS, ED6295. 10 idées reçues sur les exosquelettes
- INRS, ED6416. Repères méthodologiques pour la sélection d'un exosquelette professionnel