

CONCOURS D'INGÉNIEUR 2025

EXTERNE

**SPÉCIALITÉ
RISQUES »**

« PRÉVENTION,

GESTION

DES

ÉPREUVE DE NOTE

À Ingéville

Le 18/06/25

Note à l'attention de

Madame la directrice générale des services techniques

Objet : exosquelettes et réduction des troubles musculo-squelettiques (TMS)

Référence : « Note scientifique et technique : les robots et dispositifs d'assistance physique : état des lieux et enjeux pour la prévention », Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), 2017

Les agents de terrain des services techniques (bâtiment, voirie, assainissement, espaces verts) sont particulièrement confrontés à des tâches sources de troubles musculo-squelettiques : port de charges lourdes, travail répétitif, environnement de travail variés peu propices à des adaptations ergonomiques. Dans un souci d'amélioration de la qualité de vie au travail (QVT) par la réduction des risques associés à ces tâches, de nouvelles technologies comme les exosquelettes sont développées. Néanmoins, l'utilisation de ces nouvelles technologies n'est pas sans enjeu, qu'il convient de questionner.

La présente note détaille la définition et le cadre réglementaire des exosquelettes puis les enjeux humains, techniques et économiques associés.

Les propositions opérationnelles ainsi qu'une analyse sous forme de matrice « atouts-faiblesses-opportunités-menaces » complètent cette note.

I/ Définition et cadre réglementaire

Afin de bien comprendre les opportunités et les enjeux liés aux exosquelettes, des éléments de définition et le cadre réglementaire doivent être précisés.

A) Définition

Les exosquelettes sont des dispositifs d'assistance à la personne qui agissent mécaniquement sur le corps. Deux types d'exosquelettes peuvent être considérés : d'une part des exosquelettes dits actifs, qui intègrent un système mécanique de mouvement et un système de commande par détection, qui sont donc des systèmes robotisés. D'autre part, on parle de systèmes passifs, qui vont restituer de l'énergie à l'utilisateur par un système mécanique (élastiques, ressorts, pneumatique).

Les exosquelettes peuvent également agir à différents niveaux : sur la partie supérieure du corps, les membres inférieurs ou le corps entier.

B) Règlementation

Il n'existe pas encore de cadre réglementaire spécifique aux exosquelettes. Un accord AFNOR (AC Z 68-800) sert pour le moment de référence pour la conception d'un tel dispositif.

En fonction de son utilisation, l'exosquelette se rapproche de normes variées. Il peut être soumis à la norme dédiée aux aides techniques (2006/42/CE), et n'est alors pas considéré comme obligatoire. L'exosquelette peut aussi être certifié comme équipement de protection individuel (Epi). Son utilisation devient alors obligatoire. Enfin, si son efficacité médicale venait à être prouvée, un exosquelette pourrait être considéré comme un dispositif médical.

Comme toute nouvelle technologie, le cadre normatif et réglementaire met du temps à s'adapter. Les premiers cas d'utilisation et les travaux de recherche pointent néanmoins des enjeux non-négligeables.

II/ Enjeux liés à l'utilisation d'un exosquelette

Un exosquelette agissant sur le corps humain, il produit des effets sur celui-ci. Il a aussi des effets sur les organisations qui l'utilisent à travers des enjeux techniques et économiques.

A) Des effets indésirables sur l'humain

Bien que pensés pour réduire les effets des efforts physiques sur le corps, l'efficacité des exosquelettes reste à prouver. L'utilisation répétée d'un exosquelette pourrait entraîner une standardisation des gestes et de fait une fonte musculaire, ou à l'inverse une sur sollicitation. Par ailleurs, le poids d'un exosquelette peut entraîner un port de charge supplémentaire, déplacer les contraintes physiques sur d'autres membres (inférieurs particulièrement) et modifier l'équilibre de l'utilisateur.

Par ailleurs, l'usage des exosquelettes soulève des risques psycho-sociaux. Le travail peut être intensifié et complexifié. L'utilisateur peut également ressentir une perte de contrôle et de confort, voire un sentiment de concurrence ou de dépendance vis-à-vis du robot. De plus, si l'utilisation d'un exosquelette attire certains utilisateurs, notamment les plus jeunes, l'acceptation sociale et collective n'est pas garantie.

B) Des enjeux organisationnels et économiques

Comme tout dispositif mécanique, un exosquelette induit des risques mécaniques lors de son utilisation, particulièrement pour les systèmes robotisés. Les risques de collision, coincement,

cisaillement ou encore thermiques peuvent être cités. De plus, la maintenance de ces mécanismes ne doit pas être oubliée, tout comme la gestion de l'autonomie pour les systèmes sur batterie.

Par ailleurs, les exosquelettes sont encore peu répandus et leurs coûts sont importants. Le développement d'un nouvel outil est un processus interactif long comme en témoigne le retour d'expérience de la société Colas à qui il a fallu 6 ans pour déployer un exosquelette pour ses activités de voirie, et ce pour un outillage qui n'est pas destiné à être utilisé en permanence. Les enjeux économiques sont importants.

Les exosquelettes sont une innovation technologique qui peut permettre d'améliorer les conditions de travail des agents. Cependant, leur utilisation doit être discutée collectivement afin d'en assurer un bon usage. Les propositions opérationnelles qui suivent vont dans ce sens.

PROPOSITIONS OPÉRATIONNELLES

Afin dévaluer les opportunités et les enjeux associés au déploiement d'exosquelettes auprès des agents d'Ingéville, je propose d'adopter une démarche en mode projet.

I/ Analyse d'opportunités

Dans le but d'identifier des portes où l'utilisation d'exosquelettes peut apporter une réelle plus-value en termes de réduction des troubles musculo-squelettiques, je propose d'élaborer un diagnostic en réunissant une équipe projet.

A) Diagnostic

En concertation avec les services concernés, le diagnostic doit permettre de faire un état des lieux des tâches répétitives et de port de charge lourde. Il faut pour cela aller à la rencontre des agents et effectuer un travail de recensement des opérations à risque, des risques liées et des dispositifs mis en œuvre pour les prévenir. Ce travail de cartographie s'inscrit pleinement dans une démarche de prévention et pourra s'appuyer sur le document unique de la collectivité.

En parallèle, un travail de veille technologique permet d'identifier les systèmes d'exosquelettes déjà présents utilisés dans les domaines liés aux compétences de la collectivité : voirie, espace vert, assainissement et bâtiment. Ce benchmark a pour but d'identifier des utilisateurs afin d'obtenir leur retour d'expérience sur le déploiement d'exosquelette au sein de leurs organisations. La commune de Pessac (application dans le domaine du bâtiment), l'entreprise Colas (voirie), ou encore l'UNEP (espaces verts) ont déjà été identifiés comme des exemples intéressants. Les exemples et le benchmark seront partagés auprès des agents concernés.

Enfin, le croisement de la cartographie interne et de la veille technologique permettra de dégager collectivement des objectifs réalistes sur la prévention des troubles musculo-squelettiques grâce aux exosquelettes. Plusieurs scénari, mêlant différents niveaux d'ambition seront débattus.

B) Gouvernance

Afin de mener à bien cette démarche collective, je propose de mettre en place la gouvernance suivante.

Un comité de pilotage, composé des élus en charge de la qualité de vie au travail ainsi que des services techniques, vous-même (DGST), des représentants du Comité Social Territorial (CST), ainsi que le ou la chef de projet. L'apport d'une organisation spécialisée extérieure tel que la CARSAT pourrait également être bénéfique.

Un comité technique (COTECH), réunissant la DGST, les directions des services concernés et le chef de projet, ainsi que la santé au travail.

Des groupes de travail par service qui seront réunis deux à trois fois pour élaborer un diagnostic.

Une fois le diagnostic restitué au COPIL et les objectifs validés par les élus, un plan d'action et des moyens pourront être définis.

II/ Plan d'actions et moyens

Afin d'atteindre les objectifs définis au préalable, un plan d'actions sera élaboré et permettra de définir les moyens associés.

A) Plan d'actions

Faire culture commune

La première étape du plan d'actions consiste à acculturer les acteurs sur les opportunités et les enjeux que représentent les exosquelettes. Loin d'être une solution miracle, ils s'inscrivent dans une démarche globale de prévention des risques de TMS. Un document d'acculturation présentera la démarche menée au sein de la collectivité et pourra être intégrée à la stratégie globale de prévention.

Définir un protocole de choix d'un exosquelette

On pourra s'appuyer sur le document du Centre de Gestion de l'Isère qui propose une démarche « comment acquérir un exosquelette ? ». Cette démarche privilégie la prévention et la dimension collective afin de définir les besoins, et de s'accorder sur le choix de l'exosquelette adapté.

Expérimenter

Avant d'adopter définitivement une nouvelle technologie, il convient de l'expérimenter à petite échelle afin de vérifier qu'elle répond bien aux besoins et d'évacuer d'éventuels freins organisationnels ou d'acceptation sociale.

L'expérimentation doit se faire graduellement, en passant par une phase d'apprentissage hors situation réelle de travail avant d'être utilisée en conditions réelles.

Partager les retours d'expérience

Afin de monter en compétence collectivement, des retours d'expérience seront organisés en interne, mais aussi en externe avec d'autres collectivités ou entreprises utilisatrices.

B) Moyens et évaluations

Le déploiement d'une nouvelle technologie comme l'exosquelette s'avère coûteux. De tels investissements doivent être réfléchis et anticipés. La location dans un premier temps pourra permettre d'expérimenter et de réduire les coûts d'investissement. Une équipe dédiée à la maintenance devra être prévue et formée si nécessaire.

Enfin, comme toute démarche innovante, un protocole d'évaluation devra être mis en place, afin d'analyser sur le temps long, les impacts sur la santé, la sécurité et l'utilisation des exosquelettes.

En conclusion, les exosquelettes peuvent sembler être une solution miracle aux TMS, néanmoins leur efficacité n'est pas systématique. Il est nécessaire d'inscrire leur utilisation dans une

démarche globale de prévention, et d'adopter un processus participatif et progressif afin d'identifier les cas d'usage propices à leur utilisation.

ANNEXE

<u>ATOUTS</u> Potentiel de réduction des TMS sur les tâches des agents grâce à une assistance pour les efforts traumatisants.	<u>FAIBLESSES</u> • Efficacité à démontrer : ne réduit pas systématiquement les TMS • Maturité technologique : encore en développement • Coûts
<u>OPPORTUNITÉS</u> • Questionner globalement l'exposition avant TMS • Adopter une démarche participative sur leur utilisation • Améliorer la qualité de vie au travail • Attirer des jeunes sur des métiers de terrain	<u>MENACES</u> • Risques physiologiques : fonte musculaire, sur sollicitation, charge supplémentaire... • Risques psycho-sociaux : intensification et complexification du travail, acceptation • Risques mécaniques : collision, coincement, chute, thermique...