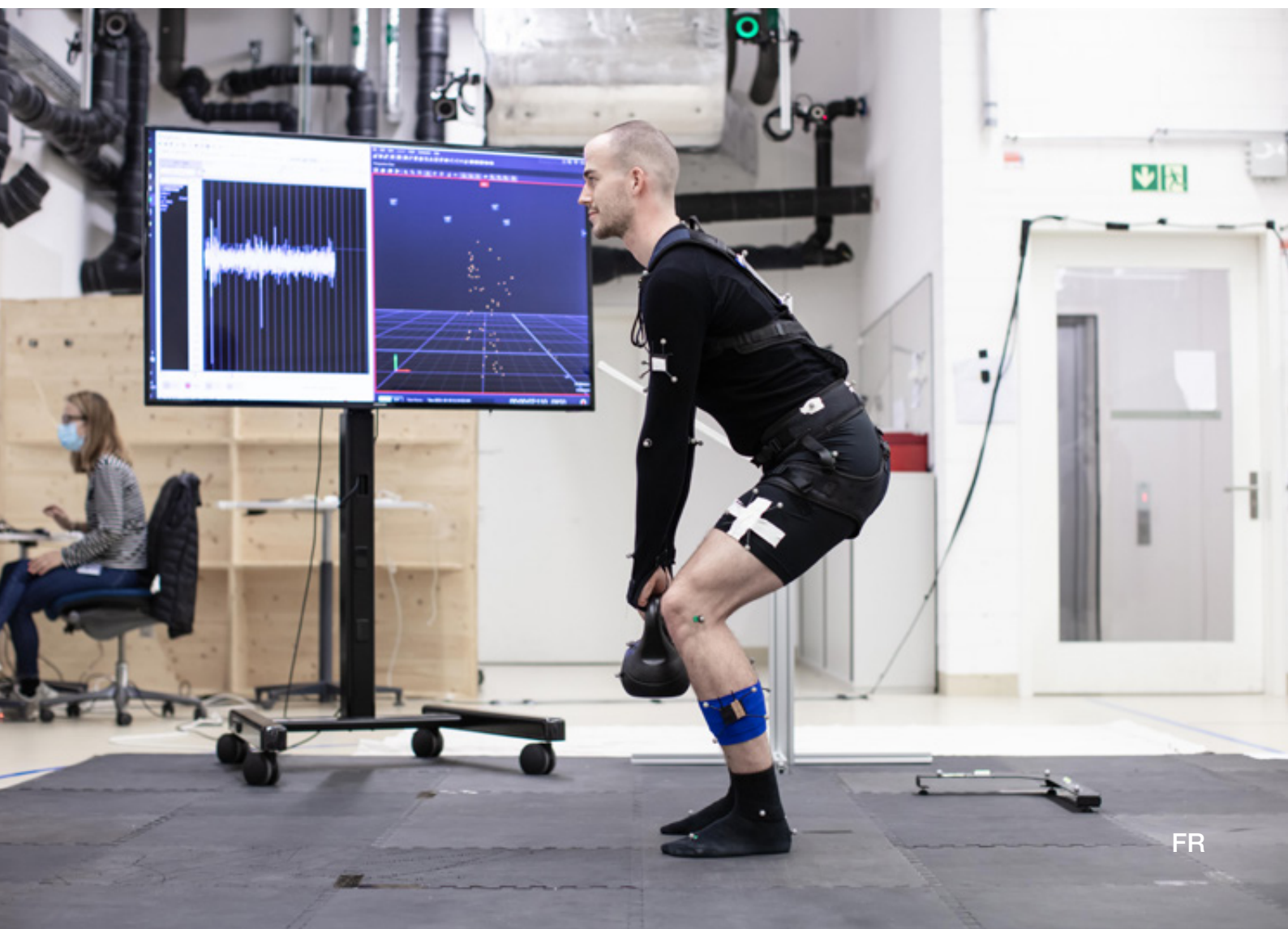


# LiftSuit Performance Sheet

[auxivo.com](http://auxivo.com)



# Introduction

## Évaluation ergonomique du soutien apporté par l'exosquelette dorsal LiftSuit lors du travail en position penchée vers l'avant ou lors du soulèvement répétitif d'objets chez des hommes et des femmes en âge de travailler.

Le LiftSuit est un exosquelette passif et léger qui soutient les muscles du dos et des hanches lorsqu'on travaille en position penchée vers l'avant ou on soulève des objets. Il comporte des éléments élastiques intégrés qui stockent l'énergie pour soutenir l'utilisateur et réduire la charge de travail. Deux études scientifiques menées au centre d'essai d'exosquelettes EUROBENCH de l'hôpital Los Madroños en Espagne et à l'École polytechnique fédérale de Zurich- EPFZ/ETHZ ont montré que le port du LiftSuit réduit l'activité musculaire et ralentit le développement de fatigue. Lorsque les muscles se fatiguent moins vite, l'utilisateur ressent moins de fatigue et peut effectuer la même tâche plus longtemps.

### Étude au centre d'essai d'exosquelette EUROBENCH

L'objectif de la première étude était d'évaluer l'effet du soutien du LiftSuit sur la fatigue des muscles du dos pendant du travail en position penchée vers l'avant. Quatorze participants (9 femmes) âgés de 21 à 35 ans ont tenu une boîte lourde en étant penchés vers l'avant. Au cours de cette tâche, l'activité et la fatigue musculaires des participants ont été enregistrées afin de comparer l'effort musculaire lors du travail avec et sans le soutien fourni par le LiftSuit.

### Étude à l'École polytechnique fédérale de Zurich

L'objectif de la deuxième étude était d'évaluer l'effet du soutien apporté par le LiftSuit sur l'activité musculaire et les schémas de mouvement lors de mouvements de soulèvement répétitifs et en position penchée vers l'avant. Trente participants (8 femmes) âgés de 20 à 62 ans se sont rendus au laboratoire d'ingénierie de la réhabilitation pour effectuer des tâches professionnelles avec et sans le LiftSuit. Les tâches comprenaient le maintien de différents positions penchées vers l'avant et le soulèvement répétitif de poids compris entre 6 et 20 kg. L'activité musculaire maximale, l'effort musculaire total, les cinématiques de mouvement et l'expérience de l'utilisateur lors de l'utilisation de l'exosquelette ont été enregistrés.

### Charge musculaire

- Le LiftSuit a réduit l'activité musculaire du dos de 33% lors de la tenue d'une charge dans une posture penchée vers l'avant.
- Le pic d'activité musculaire dans le bas du dos a été réduit de 21% en soulevant 6 kg en utilisant l'exosquelette, par rapport au soulèvement de la même charge sans le soutien de l'exosquelette.
- Lorsque les muscles travaillent moins, ils se fatiguent moins vite.

### Fatigue musculaire

- Le LiftSuit a réduit la fatigue musculaire du dos de 10% et celle des hanches de 44%.
- Les changements dans la fatigue musculaire sont associés à des changements du niveau d'épuisement ressenti par les utilisateurs et à la durée pendant laquelle ils peuvent effectuer une tâche.

### Coût cardiaque

- Lorsque les muscles travaillent moins, ils consomment moins d'oxygène, ce qui peut diminuer la fréquence cardiaque.
- Le port du LiftSuit pendant le soulèvement de charges a permis de réduire le coût cardiaque de 7%.

### Ergonomie et confort

- Les participants ont effectué des mouvements de soulèvement répétitifs en utilisant une technique de soulèvement demi-squat.
- L'utilisation du LiftSuit n'a pas influencé l'angle des hanches et des genoux, ce qui suggère que les participants ont effectué des mouvements de soulèvement ergonomiques lorsqu'ils portaient la combinaison.
- La majorité des participants (>85%) ont déclaré que le LiftSuit ne les gênait pas ou presque pas dans leurs mouvements.
- La moitié des utilisateurs ont déclaré que le niveau de soutien du LiftSuit était exactement le bon.

# Effets sur la charge musculaire

L'étude a montré que l'utilisation du LiftSuit réduit la charge musculaire du dos jusqu'à 33% en position penchée vers l'avant et jusqu'à 20% lors du soulèvement répétitif de charges lourdes.

## Méthode scientifique

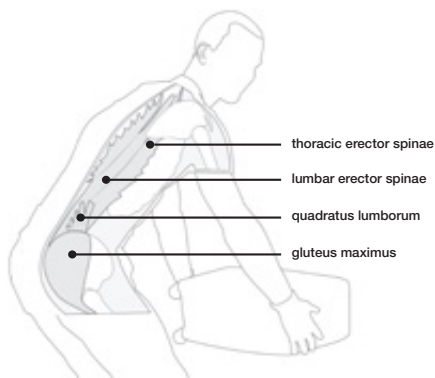
L'activité musculaire a été mesurée par électromyographie de surface. Plus précisément, les muscles du bas du dos (erector spinae lombaire, quadratus lumborum), du haut du dos (erector spinae thoracique), de la hanche (gluteus maximus) et de la paroi abdominale (rectus abdominis) ont été mesurés.

Le signal a été enregistré et traité conformément aux directives européennes (SENIAM). Préalablement aux tâches, les participants ont effectué des exercices de contraction volontaire maximale. Les données d'activité musculaire enregistrées en Suisse ont été normalisées par rapport à la moyenne des deux tentatives de contraction volontaire maximale.

Pour donner une idée de l'intensité de l'effort musculaire au cours de chaque tâche, nous indiquons la moyenne quadratique de l'activité musculaire et le pic d'activité musculaire normalisé.

## Avantages lors du travail dans des postures penchées vers l'avant

Lorsque l'on se penche vers l'avant debout ou à genoux, les muscles du dos travaillent nettement moins pendant le port du LiftSuit. Lorsque l'on se penche vers l'avant debout, ce qui est courant, par exemple, dans les soins infirmiers et l'agriculture, l'activité du bas du dos a été réduite de 12%. Lorsqu'on tient une boîte lourde en se penchant vers l'avant, l'activité musculaire du dos a été réduite jusqu'à 33%. Lorsqu'on se penche vers l'avant en position agenouillée, ce qui est courant, par exemple dans les travaux de construction tels que la pose de carreaux, la charge musculaire du bas du dos a été réduite de 19%.



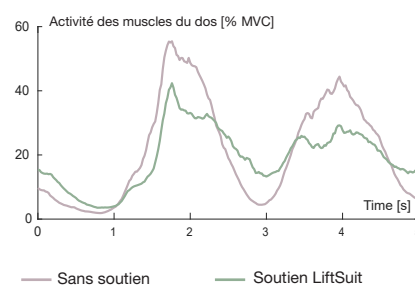
## Utiliser la gravité

L'étirement des éléments élastiques du LiftSuit n'exige pas d'énergie supplémentaire de la part des utilisateurs, car le LiftSuit, par conception, ne fait que contrer la gravité. Les utilisateurs peuvent utiliser leur poids du haut du corps pour étirer les éléments élastiques du LiftSuit en se penchant en avant et en relâchant leur poids dans le LiftSuit. Les résultats de l'étude ont confirmé que cette approche fonctionne comme prévu, car aucune augmentation de l'activité musculaire des abdominaux n'a été mesurée lors de l'utilisation du LiftSuit.

## Avantages lors du soulèvement de charges

Lors du soulèvement répétitif de charges comprises entre 6 et 20 kg, l'exosquelette a réduit de manière significative le pic d'activité musculaire des muscles du bas du dos. L'activité musculaire maximale du quadratus lumborum a été réduite de 21%. Au-delà de la réduction du pic d'activité musculaire, l'exosquelette a permis de réduire l'effort musculaire total des muscles des hanches et du dos jusqu'à 16% pendant le soulèvement répétitif.

Le diagramme ci-dessous montre l'activité musculaire moyenne du muscle erector spinae lombaire au cours de cinq mouvements de soulèvement. Le participant se penche, saisit et soulève le poids, puis le repose. Lors du soulèvement et de l'abaissement du poids, le pic d'activité des muscles dorsaux sans le soutien de l'exosquelette se situe entre 40 et 60% de l'activité maximale. En travaillant avec l'exosquelette, l'activité maximale des muscles du dos de cette personne a été réduite de 30%.



# Effets sur la fatigue musculaire

Dans l'étude, le soutien du LiftSuit a réduit la fatigue de 44% dans les muscles des hanches et de 10% dans les muscles du bas du dos pendant la tenue d'une boîte lourde dans une position penchée vers l'avant.

## Méthode scientifique

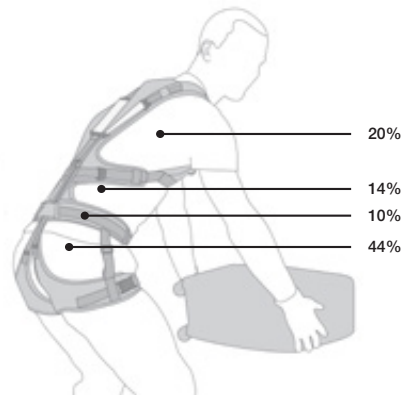
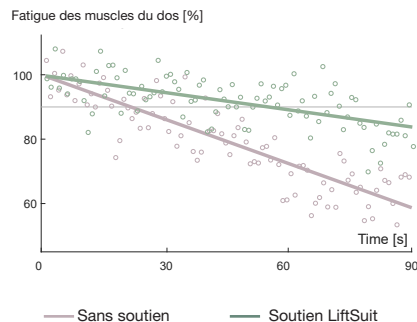
L'activité musculaire a été mesurée par électromyographie de surface. Plus précisément, les muscles du bas du dos (erector spinae lombaire, quadratus lumborum), du haut du dos (erector spinae thoracique), de la hanche (gluteus maximus) et de la paroi abdominale (rectus abdominis) ont été mesurés sur les côtés gauche et droit du corps.

Le signal a été enregistré et traité conformément aux directives européennes (SENIAM).

Pour savoir à quelle vitesse les muscles se fatiguent pendant la tâche, nous regardons la vitesse à laquelle la fréquence médiane de l'activité musculaire diminue dans le temps. La fatigue moyenne du côté gauche et du côté droit du corps pour l'ensemble des participants est indiquée.

Lorsque les muscles se fatiguent, le rapport entre les fibres musculaires à contraction rapide et les fibres musculaires à contraction lente activées change. Il en résulte un changement dans la fréquence du signal d'activité musculaire. Plus la fréquence médiane est basse par rapport au début de la tâche, plus les muscles sont fatigués.

La figure montre l'augmentation de fatigue musculaire des muscles erector spinae droits d'un participant lors de l'exécution de la tâche sans soutien. Avec le soutien du LiftSuit, il ne se manifeste pratiquement aucune fatigue au cours de l'exercice.



En moyenne, pour tous les participants, la vitesse à laquelle la fréquence médiane descend était significativement plus faible lorsqu'ils portaient le LiftSuit. Dans l'étude, le soutien du LiftSuit a réduit le taux de fatigue de 44% dans les muscles des hanches et de 10% dans le bas du dos pendant la tenue d'une lourde boîte dans une position penchée vers l'avant.

La réduction de la fatigue musculaire est importante car des recherches précédentes ont montré que le cumul de la fatigue musculaire dorsale joue un rôle dans l'apparition de lésions lombaires dans les professions qui nécessitent le soulèvement répétitif de charges lourdes et le travail dans des postures penchées vers l'avant. La fatigue musculaire est également liée à la durée pendant laquelle un travailleur peut effectuer une tâche et à la sensation de fatigue générale à la fin d'une journée de travail.

# Effets sur le coût cardiaque

Lorsque les muscles travaillent moins, ils consomment moins d'oxygène, ce qui réduit la fréquence cardiaque. Le port du LiftSuit pendant les tâches de soulèvement répétitives a permis de réduire le coût cardiaque de 7%.

## Méthode scientifique

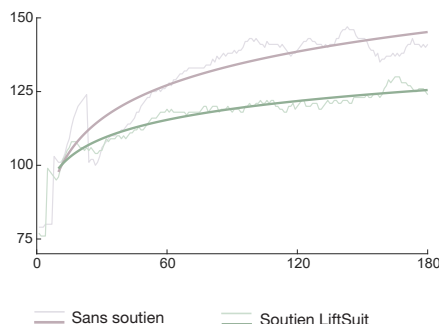
La fréquence cardiaque a été enregistrée à l'aide d'une ceinture cardiaque polar placée autour de la poitrine, directement sur la peau. Le signal a été traité à l'aide du logiciel associé pour obtenir le nombre de battements par minute (bpm).

Le coût cardiaque est calculé comme la différence entre la fréquence cardiaque pendant le travail et la fréquence cardiaque au repos. Il reflète les battements supplémentaires par minute dont le cœur a besoin pour effectuer le travail.

Le coût cardiaque moyen de 8 participants est indiqué.

Au début d'une activité, nos muscles commencent immédiatement à travailler et à utiliser de l'oxygène. Pour fournir aux muscles l'oxygène supplémentaire dont ils ont besoin et pour éliminer les déchets, le cœur se met à battre plus vite. Après quelques minutes de travail ininterrompu, la fréquence cardiaque se stabilise et le coût cardiaque de la tâche peut être calculé.

Dans la figure, la fréquence cardiaque d'un participant est visualisée pendant trois minutes de soulèvement répétitif d'un poids de 6 kg depuis le sol.



La fréquence cardiaque moyenne lors du soulèvement répétitif de charges sans l'exosquelette était de 122 bpm. Elle a été ramenée à 117 bpm lors de l'utilisation du LiftSuit. Le coût cardiaque associé a été réduit de 58 à 54 bpm, ce qui représente un soulagement de 7% pour le système cardiovasculaire.

## Coût cardiaque jusqu'à 7%



# Ergonomie et confort

Le LiftSuit soutient les mouvements de soulèvement ergonomiques et rappelle aux utilisateurs de travailler ergonomiquement. La plupart des participants a déclaré que le LiftSuit ne les gênait pas dans leurs mouvements.

## Méthode scientifique

Die Bewegungen der Teilnehmer  
Les mouvements des participants ont été enregistrés en 3D à l'aide d'un système de capture de mouvement optique. Pour l'expérience, 58 marqueurs électro-réfléchissants ont été placés sur les segments du corps et les articulations des participants. L'emplacement de chaque marqueur a été capturé à l'aide de 15 caméras placées dans la pièce.

À l'aide des données biométriques, un modèle anatomique de chaque individu a été créé.

Pour évaluer l'ergonomie de la posture du corps, nous avons calculé les angles des hanches et des genoux pendant le soulèvement répétitif de charges. Les angles maximal et minimal des hanches et des genoux ont été déterminés.

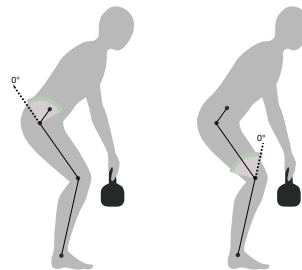
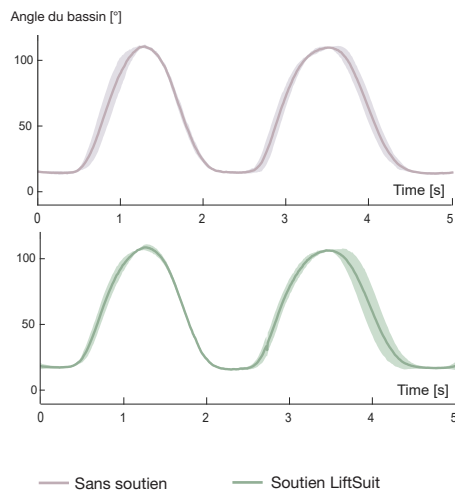
La facilité d'utilisation de l'exosquelette a été évaluée à l'aide d'un questionnaire personnalisé.

Lors de l'exécution d'un travail physiquement lourd, il est important d'adopter un schéma de mouvement ergonomique. Les utilisateurs ont indiqué que le LiftSuit leur rappelait d'effectuer correctement les mouvements de soulèvement.

Les résultats de l'étude ont montré que les participants effectuaient des mouvements de soulèvement en position demi-squat. Le modèle de mouvement n'a pas été modifié par le port de l'exosquelette.

Les angles minimal et maximal des hanches et des genoux sont restés inchangés pendant les mouvements de soulèvement lors de l'utilisation du LiftSuit. Ces résultats suggèrent que les participants n'ont pas modifié leurs schémas de mouvement et ont effectué des mouvements de soulèvement ergonomiques.

La plupart des participants (>85%) ont indiqué que le LiftSuit ne les gênait pas ou presque pas dans leurs mouvements.



#### **Droits d'auteur**

Édition: Avril 2023 © Auxivo AG  
Le contenu de ce document est  
protégé par le droit d'auteur.  
Tous droits réservés.

Auxivo® et LiftSuit® sont des  
marques déposées appartenant  
à Auxivo AG.

Quel que soit le but recherché,  
l'utilisation de ces marques est  
interdite sans l'autorisation  
écrite d'Auxivo AG.

Modifications techniques, erreurs  
et omissions sans préavis.

# Contact

## Quartier général

Auxivo AG  
Sonnenbergstrasse 74  
CH-8603 Schwerzenbach  
T +41 77 250 35 31  
info@auxivo.com

## Zone de vente

### Suisse

Banu Aslan  
Area Sales Representative  
T +41 78 204 09 05  
banu.aslan@auxivo.com

### Allemagne

Marc Kunkel  
Area Sales Representative  
T +49 16 2238 0780  
marc.kunkel@auxivo.com

### France

Oscar Fernandez  
Sales Manager  
T +33 642 458 114  
oscar.fernandez@auxivo.com

### Benelux

Joël Bonsafo Bawua  
Area Sales Representative  
T +32 483 581 451  
joel.bonsafo@auxivo.com

Margaux Garcia  
Area Sales Representative  
T +33 663 826 313  
margaux.garcia@auxivo.com

### Espagne

Oscar Fernandez  
Sales Manager  
T +33 642 458 114  
oscar.fernandez@auxivo.com

Designed & Engineered in Switzerland

