



## Exoskeletten

**Clara Bourquin, Alice Valembois**  
Preventieadviseurs-ergonomen

**Al sinds de jaren 60 maakt de mens uitwendige mechanische skeletten, ook wel “exoskeletten” genoemd. Ze werden eerst gebruikt voor militaire doeleinden en dienden vervolgens om haperende of falende ledematen van mensen te ondersteunen. Momenteel worden exoskeletten steeds meer in aanmerking genomen door ondernemingen om te ondersteunen bij het dragen van lasten of bij het uitvoeren van inspannende bewegingen, wanneer de aanpassing van de werkpost op geen enkele andere manier kan opgelost worden.**

In specifieke omstandigheden en na ergonomische analyse van de werksituatie kunnen exoskeletten **fysieke ondersteuning bieden bij de uitvoering van een taak**, dit om musculoskeletale problemen te voorkomen, absentieïsme te beperken of te helpen bij werkhervatting.

Ondanks hun kwaliteiten dienen de werkomgeving en de werkuitrusting vooraf aangepast te worden vooraleer de exoskeletten te gebruiken. Er zijn ook aangepaste collectieve preventiemaatregelen vereist. Verder is ook de beoordeling nodig van de risico's voor de gezondheid en veiligheid van de operator en zijn collega's.

### IDENTIFICATIE VAN DE TAKEN VOOR HET EXOSKELET

Er bestaat geen enkel exoskelet dat de werknemer kan begeleiden bij al zijn taken, m.a.w. een exoskelet kan niet verschillende activiteiten tegelijk uitvoeren. Elk exoskelet is bestemd voor de uitvoering van een specifieke taak. Daarom is de analyse van het werk absoluut noodzakelijk. Die analyse kan gebeuren door een ergonoom in samenwerking met de toekomstige gebruikers en hun hiërarchische lijn. Zij kunnen samen het type exoskelet dat van nut kan zijn bepalen, naast de technische en organisatorische impact die het gebruik van deze nieuwe uitrusting zal teweegbrengen. De voordelen van exoskeletten op musculoskeletale aandoeningen hangen af van de condities waarin de taak wordt uitgevoerd en de fysieke eigenschappen van de uitrusting.

Na identificatie van een of meerdere exoskeletten die kunnen beantwoorden aan de behoeften aan fysieke ondersteuning, moet ook gecontroleerd worden bij de ontwerpers, leveranciers of integratoren of hun producten doeltreffend kunnen inspelen op de belangrijkste aanvankelijk bepaalde behoefte tot fysieke ondersteuning. Vervolgens dienen de voordelen van het exoskelet in de reële werksituatie beoordeeld te worden na een gewenningsperiode van de operatoren voor het gebruik van het exoskelet.

### TYPES EXOSKELETEN

Er bestaan twee types exoskeletten: passieve en actieve exoskeletten. Deze laatste zijn aangedreven door een motor en zijn heel wat zeldzamer. Wij zullen ons dus concentreren op de passieve exoskeletten.

Die zijn vooral bestemd voor het ondersteunen van de rug, de bovenste ledematen (de volledige arm of alleen de schouder) of de handen (om de grijpspanningen te verlichten).

- Exoskeletten die de rugspieren ondersteunen, worden gebruikt bij dynamische of statische taken die een buiging van de romp met zich meebrengen. Ze kunnen:
  - ✓ Soepel zijn om de rug te ondersteunen door middel van elastische textielstructuren (Figuur 1)



# Informatiefiche

## CEDIOB

- ✓ Stijf zijn en werken met een mechanisch systeem (stijve structuur, veren, enz.)

Stijve exoskeletten zijn niet aangewezen voor zware rompbuigingen ( $>75^\circ$ ), net zoals soepele exoskeletten niet aangewezen zijn wanneer de romp moet gedraaid worden, want beiden kunnen zorgen voor extra dorsolumbale klachten bij het bewegen.

- Exoskeletten om de schouders te ondersteunen zijn enkel bestemd om de schouderspieren te verlichten bij het gebruik van de handen boven het hoofd. De ondersteuning gebeurt door middel van een mechanisch systeem (stijve structuur, veren, enz.).

Bv.: om een heggenschaar, of andere apparaten, vast te houden boven de schouders en het hoofd.

- Exoskeletten om de bovenste ledematen te ondersteunen, zijn bestemd om door middel van een mechanisch systeem (stijve structuur, veren, enz.) alle gewrichten van de bovenste ledematen (schouders, ellebogen, tot polsen) te verlichten bij manuele bewerkingen.

## IMPACT VAN EXOSKELETTEN

Hoewel de fysieke ondersteuning van exoskeletten heilzaam lijkt, moeten de risico's verbonden met het gebruik van deze mechanische hulpmiddelen niet onderschat worden. Die risico's kunnen fysiek (spieronevenwicht, krachtoverbrenging, vallen, letsels omwille van inspanningen, perceptie van gebaren, en gewijzigde arbeidsgewoonten bij operatoren...), mechanisch (functiestoornissen, stoten...) of psychologisch zijn.

Hierbij enkele voorbeelden van de effecten op het individu en de werkorganisatie die kunnen waargenomen worden:

- Het gebruik van een exoskelet brengt een **verandering van werkprocedures** voor de werknemers met zich mee. Die verandering kan meer aandacht en meer concentratie vergen en kan dus gevolgen hebben op de mentale belasting.
- Het gebruik van het exoskelet kan een **gevoel van verlies aan controle en autonomie** op het werk met zich meebrengen en negatieve gevolgen hebben op hoe het werk wordt beleefd.
- Vaak vereist het gebruik van een exoskelet van de werknemer dat hij/zij **nieuwe arbeidsstrategieën aanleert**. Dat zal dus een aanzienlijke "heraanleertijd" vergen waarop moet geanticipeerd worden in de werkorganisatie.
- En op een meer individueel vlak kan het "opnieuw leren" van werk een impact hebben op het **gevoel van verlies van expertise of zingeving** dat aan het werk wordt gegeven. Dit kan het dagelijkse leven van de werknemer flink overhoop halen. Dit aspect dient ook aandacht te krijgen.
- **Ook de werkorganisatie kan wijzigen** na het invoeren van dit soort uitrusting. Dat kan bv. gebeuren door het hergroeperen of anders organiseren van de taken, het aanpassen van de werkruimte... Die werkreorganisatie zal impact hebben op individueel en collectief vlak maar ook op het management.

De talrijke dimensies van musculoskeletale aandoeningen (MSA) mogen niet onderschat worden. Psychosociale factoren en de werkorganisatie hebben een reële impact op het ontstaan ervan. Men moet ze dus begrijpen om er beter op te kunnen anticiperen, ook bij het gebruik van exoskeletten. Het zou nefast zijn om het omgekeerde effect te bereiken en vast te stellen dat de MSA-problematiek verergert.

Denken dat het invoeren van exoskeletten enkel gevolgen heeft voor de verbetering van fysieke klachten zou al te kort door de bocht zijn. Het is van essentieel belang om de implementatie ervan globaal aan te pakken. Thema's als sociale aanvaarding en communicatie in de onderneming over de oorspronkelijke bedoelingen zijn ook cruciaal om dit soort project te laten slagen.



# Informatiefiche

## CEDIOB

Daarom is het nodig om:

- Te anticiperen op de effecten van het invoeren van exoskeletten (1) vanuit individueel standpunt maar ook (2) op de werkgemeenschap en (3) op het management.
- De werknemers te betrekken om de doeltreffendheid van het systeem te garanderen door ervoor te zorgen dat (1) het echt beantwoordt aan de behoeften van de reële activiteit van de werknemers en dat (2) het systeem vlot aanvaard wordt. Een participatief proces is cruciaal in dit verband.

## CONCLUSIE

Als besluit kan het invoeren van een exoskelet op de werkplek een reëel voordeel opleveren, maar dat is enkel mogelijk wanneer aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan. Het is belangrijk om aandacht te besteden aan de voorbereidende fase van de invoering (via een werkanalyse) en ook om testfasen te voorzien in een reële werksituatie en met verschillende werknemers. Leeftijd, morfologie, ervaring en dergelijke zijn niet te onderschatten factoren. De follow-up en regelmatige beoordeling zullen er ook voor zorgen dat doelstellingen behaald worden, de werkbelasting beperkt wordt, het personeel deze nieuwigheid aanvaardt....

De samenwerking tussen specialisten op het terrein (werknemers, hiërarchische lijn), ontwerpers van exoskeletten en ergonomen blijkt de conditio *sine qua non* voor het welslagen van zulk project. Goed omgaan met verandering is ook een doorslaggevende beslissingsfactor.

## BIBLIOGRAFISCHE BRONNEN

- 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