

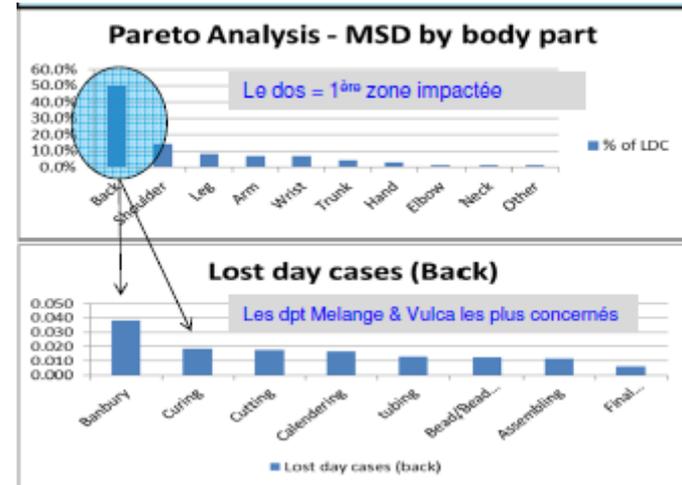
Mise en pratique d'une démarche d'évaluation de l'interaction humain-exosquelette

Elodie DEQUAIRE
CETIM



Intégration d'exosquelettes chez Bridgestone : **Contexte**

- ▶ 1 étude européenne
- ▶ Etude statistique menée au niveau groupe
 - ▶ Problématique du « mal de dos » retenu
- ▶ 2 sites industriels
 - ▶ En France et en Espagne
- ▶ 1 activité
 - ▶ Le poste de vulcanisation
- ▶ 2 dispositifs
 - ▶ Dont Suit-X modèle Back X
 - ▶ Exosquelette passif (poids 3,4kg)



Intégration d'exosquelettes chez Bridgestone : **Démarche**

- ▶ Choix du dispositif
- ▶ Définition d'une équipe pluridisciplinaire
- ▶ Implication des opérateurs
- ▶ Définition d'un protocole d'essai

Intégration d'exosquelettes chez Bridgestone : **Démarche**

► Choix du dispositif



Les fonctionnalités présentées par SUITX sont les suivantes :

- **Réduire la déformation du dos** : réduit la compression sur la colonne vertébrale à un disque L5/S1 d'une moyenne de 60%
- **Impédance zéro** : Les escaliers et les échelles ascendantes et descendantes, la course, la conduire et le vélo sont complètement sans entrave.
- **Robuste** : Conçu pour résister aux environnements industriels difficiles, BackX est imperméable à l'eau, étanche à la poussière et facile à entretenir.
- **Confortable** : Bon pour toute une journée d'utilisation. Inhibition minimale du mouvement du bras, de la jambe et du torse.
- **Mise en place et retrait rapide** : BackX peut être mis et enlevé en moins de 30 secondes.
- **Compatible** : Fonctionne avec harnais de sécurité, ceintures à outils et peut-être porté sous des gilets réfléchissants et des vestes de travail.
- **Taille ajustable** : Convient à une large gamme de tailles (5% à 95% des dimensions humaines).
- **Support réglable** : La force de soutien peut être rapidement changée par l'utilisation pour prendre en charge différentes tâches, et le niveau de fatigue.
- **Poids** : 3,4 kg

Intégration d'exosquelettes chez Bridgestone : **Démarche**

Une équipe pluridisciplinaire

▶ BRIDGESTONE

- ▶ Coordination générale du projet, facilitateur entre les différentes entités
- ▶ Consolidation finale des résultats - Reporting vers comité de pilotage Europe

▶ CETIM

- ▶ Coordination des diverses phases du projet entre les différents acteurs internes et externes
- ▶ Analyse « subjective » en lien avec Ergonome de la médecine du travail : ressenti opérateurs, analyse de risques
- ▶ Expertise et analyse vs réglementation, recommandations

▶ INRS , CARSAT, médecine du travail

- ▶ Support essentiel sur l'analyse , l'ajustement, la validation des protocoles de mesures ,
- ▶ Apport de l'Expérience acquise sur ces systèmes (études internes, expériences autres entreprises...)
- ▶ Recommandations quant à l'utilisation ,
- ▶ Médecine du travail : Validation et Suivi régulier des opérateurs impliquées dans les évaluations et test, recommandations

▶ ICARE

- ▶ Mise en place, suivi, analyse des mesures et tests « objectifs » définis dans les protocoles

Intégration d'exosquelettes chez Bridgestone : **Démarche**

Implication des opérateurs

- ▶ Information du CHSCT
- ▶ Volontariat des opérateurs
- ▶ Rencontre avec médecin du travail avant et pendant
- ▶ Implication du fournisseur
 - ▶ Formation :
 - ▶ Des opérateurs volontaires
 - ▶ Du formateur référent Bridgestone
 - ▶ Du management
 - ▶ Présentation des caractéristiques techniques du dispositif
 - ▶ Formation en salle aux différents modes de réglage et d'utilisation
 - ▶ Mise en application pratique aux postes de travail
- ▶ Phase d'acquisition
 - ▶ Utilisation volontaire sur plusieurs semaines

Intégration d'exosquelettes chez Bridgestone : **Démarche**

Définition d'un protocole d'essais (sans et avec dispositif) basé sur :

- ▶ Définition par Bridgestone Europe
- ▶ Analyse subjective aux postes de travail (« ressenti des opérateurs »)
 - ▶ Observations
 - ▶ Interview individuels aux postes de travail,
 - ▶ Interviews de groupe,
 - ▶ Passation d'un questionnaire (INRS)
- ▶ Analyse objective aux postes de travail

Exoskeleton Project : Test Protocol to evaluate impact of Exoskeleton on users						
ANALYSIS OBJECT	TEST	WHO		WITHOUT EXOSKELETON	WITH EXOSKELETON	VALIDATION CRITERIA
Muscles stress	Surface Electromyography (SEANIAM Project protocol) applied on interested muscles according to the tasks	External company	ICARE	X	X	Stress reduction for involved muscles. Not relevant rise for leg muscles.
Metabolic rate	Heart beat measurement (ISO 8996:2004)	External company	ICARE	X	X	Equal or reduced value.
Kinematics	Postures analysis with 3D motion inertial sensors (ISO 11226 / EN 1005-4) – Xsuit sensors recommended	External company	ICARE	X	X	Absence of "caused" additional incongruous postures. Reduction of incongruous postures already present.
Applied strengths	Subjective survey; Psychophysical approach using CR-10 Borg scale (ISO 112288-3)	H&S / Doctor	Cetim	X	X	Worker's feedback better or equal
Contact pressure	Contact pressure mapping (BodiTrak measurement + FSA mats recommended)	External company	Option : ICARE		X	Not relevant values
Contact pressure	Subjective survey; Localized MS Discomfort (Van der Grinten)	H&S / Doctor	Cetim (INRS)		X	Worker's positive feedback
Usability	Subjective survey; Usability (SUS - Bangor)	H&S / Doctor	Cetim (INRS)		X	Worker's positive feedback
Medical surveillance	Medical checks as defined by surveillance protocol	Doctor	Doctor		X	No impact on health after long term

Intégration d'exosquelettes chez Bridgestone : **1ers résultats**

4 activités représentatives du métier de vulcanisateur

Prise des pneus dans un rack
et dépose sur les presses



Dopping



Déplacement sur chariot des
opérateurs pour transfert des
pneus des postes amont vers les
presses



Déplacement piéton des
opérateurs pour la manipulation
des pneus et autres tâches
connexes



Intégration d'exosquelettes chez Bridgestone : **1ers résultats**

- ▶ Un dispositif non adapté à l'activité des vulcanisateurs :
 - ▶ Avis positif sur le dispositif mais pas adapté pour le poste car pas de flexion du tronc lors de la prise des pneus sur les racks
 - ▶ Possibilité de désactiver le dispositif mais pas adapté pour le poste car déplacements trop nombreux et trop rapides
 - ▶ Gêne ressentie lors du port de l'équipement (poids, conditions environnementales, etc.)
 - ▶ Profil encombrant générant des risques de happement lors des déplacements entre machines (réglages de presses)
- ▶ Pas de tests objectifs

On retient :

- ▶ Un projet fédérateur
- ▶ Une participation active des opérateurs
- ▶ Un avis positif sur le dispositif
- ▶ Nécessité de bien caractériser le poste de travail (activité réelle)

Intégration d'exosquelettes chez Bridgestone : **La suite**

**Intégration en cours
sur un nouveau poste de travail.**



Osez le futur