

L'EMERGENCE DES EXOSQUELETES EN ENTREPRISES:

COMPRENDRE POUR AGIR



Jean THEUREL
Physiologiste
INRS



Jean-Jacques ATAIN KOUADIO
Expert d'Assistance
INRS

1 QU'EST-CE QU'UN EXOSQUELETTE INDUSTRIEL ?

Nouvelles Technologies d'Assistance Physique:

Apporter une aide physique à l'utilisateur dans l'exécution d'une tâche, par une compensation de ses efforts et/ou une augmentation de ses capacités motrices



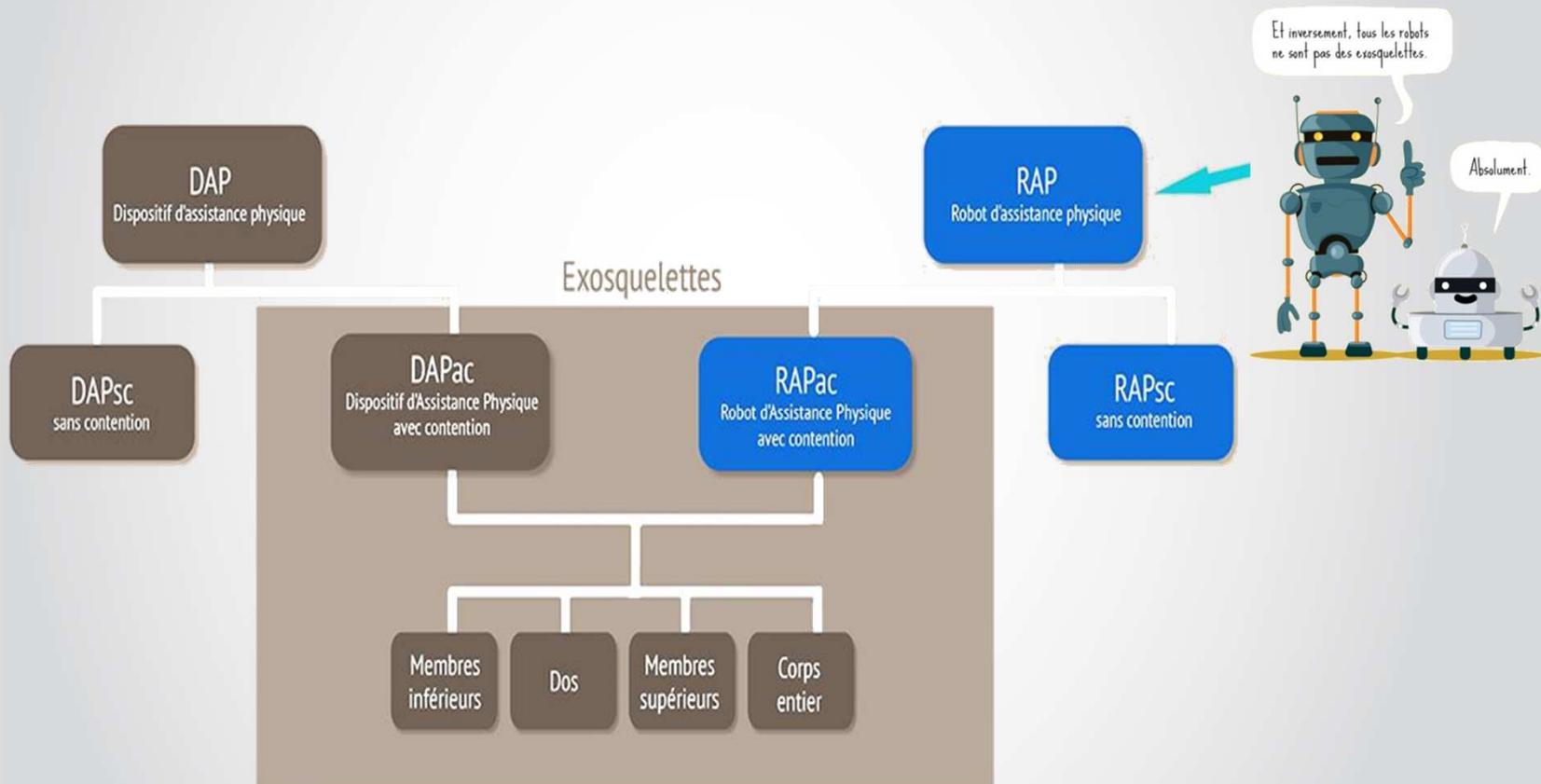
Autres technologies ...



Bras manipulés
Robots collaboratifs ...

1.1

TOUS LES EXOSQUELETES SONT DES ROBOTS ?



1.2

DES TECHNOLOGIES DE CONCEPTIONS VARIÉES !

exoskeletonreport.com



Amazon



Levitate Tech



Exhauss



Cyberdine



Innophys



Laevo



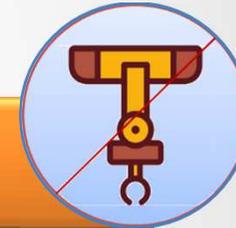
Rb3D



Cyberdine

2 QUELLES SONT LES ATTENTES DES ENTREPRISES ?

Réduire la charge physique de travail et les contraintes biomécaniques



Limites de la prévention primaire

Manutention



Posture maintenue - Précision



3 LES EXOSQUELETTES LIMITENT-ILS VRAIMENT LES EFFORTS ?



La littérature scientifique



Etude INRS 2017

2.1

LES DONNÉES SCIENTIFIQUES

INRS 2018



Activité (dos)
Fatigue
-10% À -40%



Compressions vertébrale



Activité (épaule)

-30% À -40%

Perception de l'effort local

-40%



Contraintes posturales

Autres muscles

Inconfort

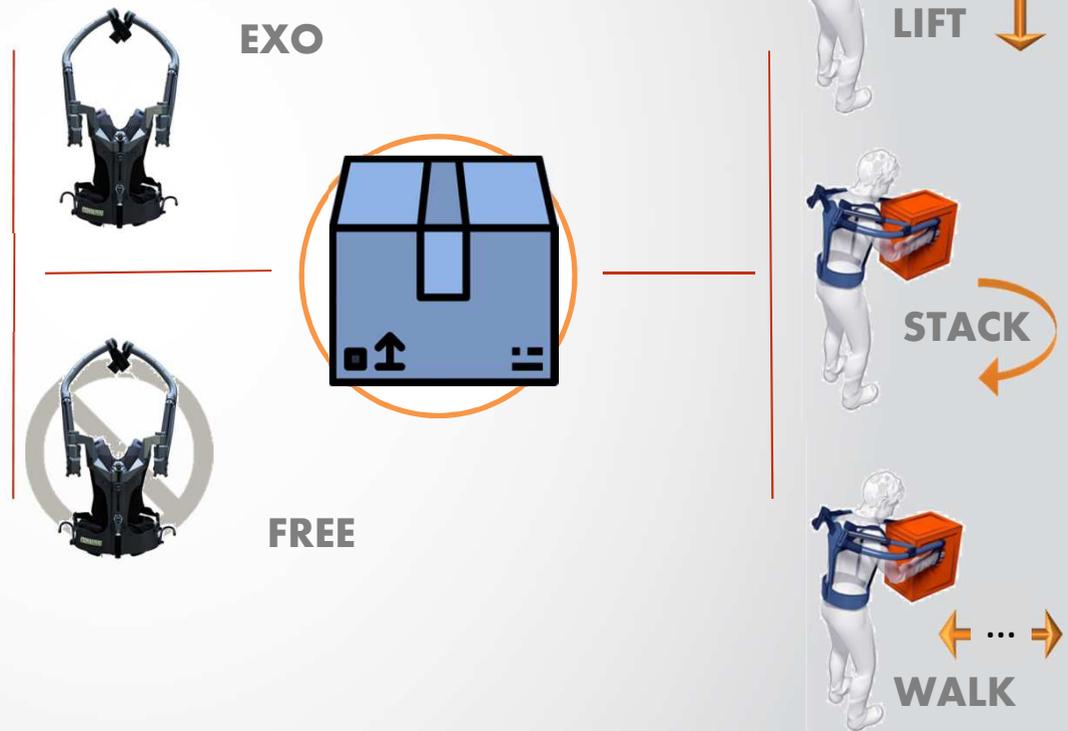
2.2

L'ÉTUDE INRS!

Theurel et al., 2017 – Applied Ergonomics



Manutention manuelle de caisses



2.2.1

MESURES:



Activité musculaire



Déltοide
(Fléchisseur de l'épaule)



Triceps Brachial
(Extenseur de l'épaule)



Jambier antérieur
(Cheville - équilibre)



Erecteurs spinaux
(Dos- posture)



Fréquence Cardiaque



Cout Cardiaque
(FC travail- FC repos)



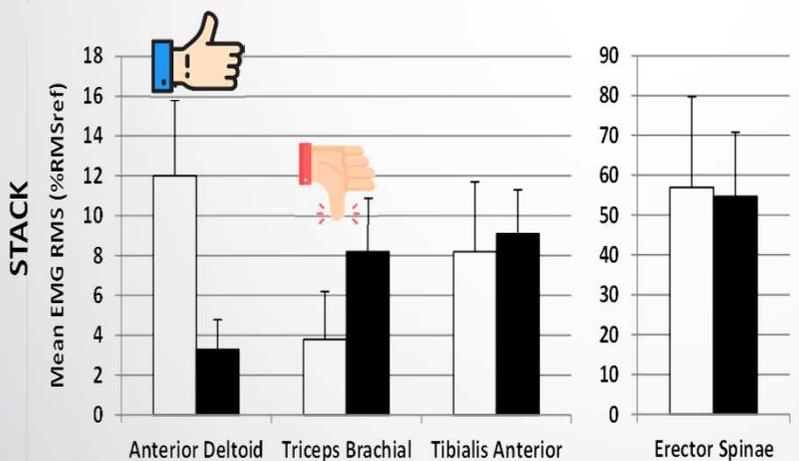
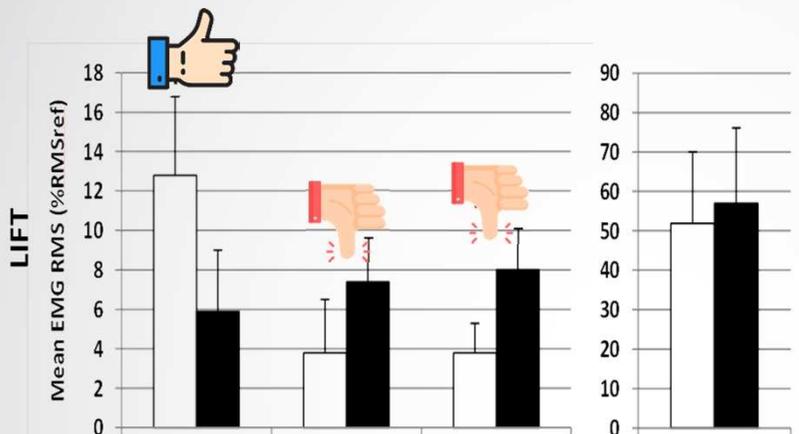
Statistiques

Condition (FREE, EXO). * :probabilité > 95%

2.2.2

L'ACTIVITÉ MUSCULAIRE:

FREE * p<0,05 ; ** : p<0,01; *** : p<0,001
 EXO



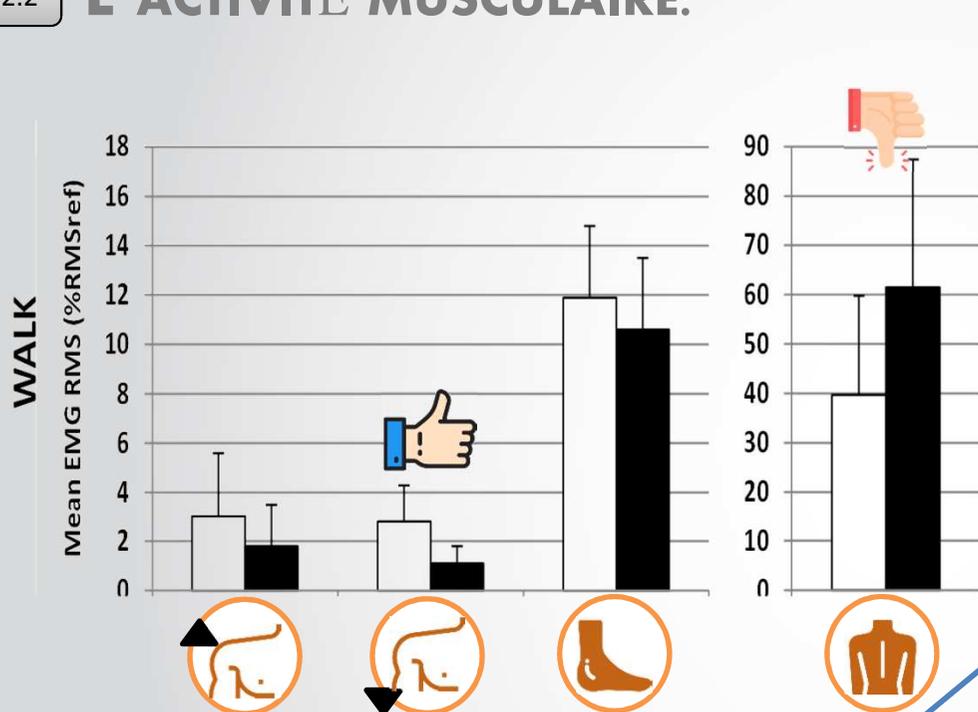
Muscles assistés

Muscles antagonistes

Muscles posturaux

2.2.2

L'ACTIVITÉ MUSCULAIRE:



□ FREE * p<0,05
 ■ EXO



Soulagement du biceps (fléchisseur du bras)

Contraintes sur les muscles posturaux

2.2.3

LES SOLLICITATIONS CARDIAQUES ?

Productivité



	LIFT		STACK	
	FREE	EXOS	FREE	EXOS
Duration (s)	-	-	36.9 ± 6.7	47.6 ± 7.1 **
Cardiac cost (bpm)	52.1 ± 5.4	59.3 ± 8.2	66.6 ± 5.2	67.0 ± 7.4
	+		=	

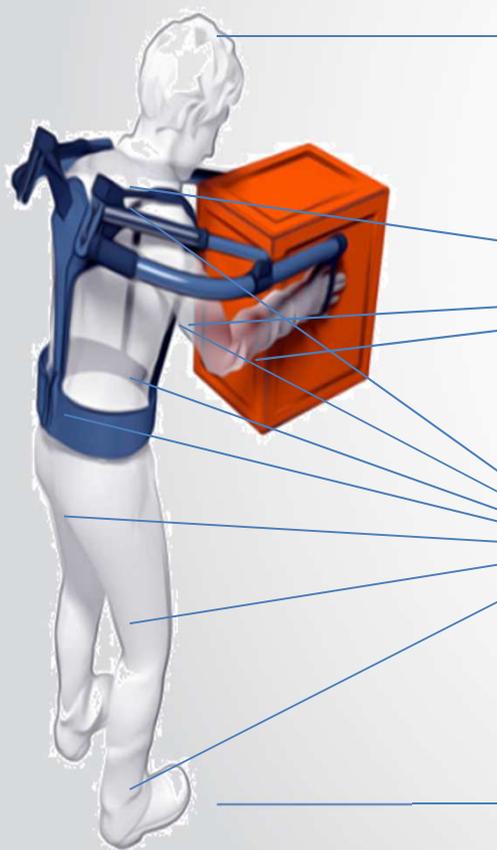


4

RESTE UN GRAND NOMBRE DE QUESTIONS !

4.1

CONSÉQUENCES PHYSIOLOGIQUES GLOBALES:



Perception



Analyse du Mvt :
Buste et membres supérieurs



EMG :
Chaines focale et posturale



Posturologie:
Régulation de l'équilibre

4.2

FONCTIONNEMENT ARTICULAIRE:



EMG :
Coordination des muscles



Analyse du mouvement :
Fonctionnement de l'articulation



Ultrason:
Mesure des espaces inter-osseux

4.3

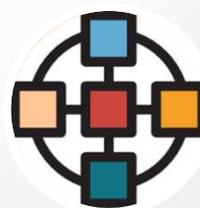
ADAPTATIONS À MOYENS ET LONGS TERMES:



Délais ? Familiarisation ?
Post-travail ?



(dés)-adaptation
musculaire ?



Organisation du travail ?

5 ET LES TMS ALORS ?



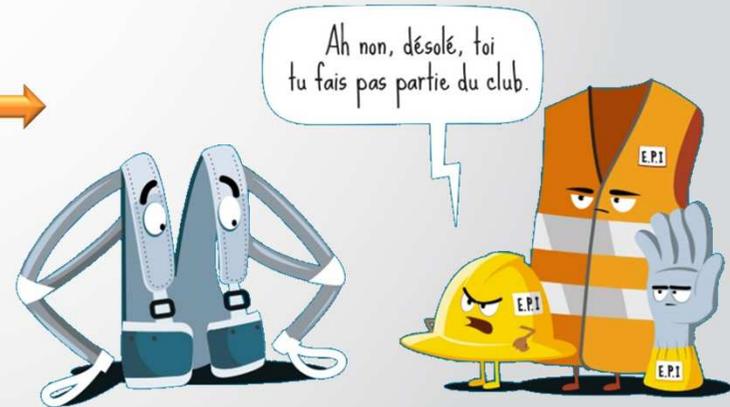
Force
CONTRAINTES BIOMECHANIQUES



RPS



ORGANISATION



7 COMMENT INTÉGRER UN EXOSQUELETTE ?



Jean-Jacques ATAIN KOUADIO
Expert d'Assistance
INRS

Euh... Envoyez la sécurité, Régis est resté coincé avec son exosquelette.



7.1

PRÉAMBULE

Les questions à se poser pour l'intégration d'une nouvelle technologie....



Peut-on éliminer les problèmes à la source ?



Dispose t-on de moyens de prévention collective ?



Les technologies d'assistance physique peuvent elles convenir comme moyen de prévention individuelle ?

7.2

CARACTÉRISER LE BESOIN D'ASSISTANCE PHYSIQUE

Analyse de l'activité

Ah non, par exemple, pour peindre les détails... C'est un carnage !



Spécificités de la tâche de travail ?

Les risques ?



Impliquer l'utilisateur final !

29/05/2

018

Preventica
SANTÉ/SÉCURITÉ AU TRAVAIL

LYON
BUREAU
22>31 MAI
2018

 **l'Assurance
Maladie**
RISQUES PROFESSIONNELS

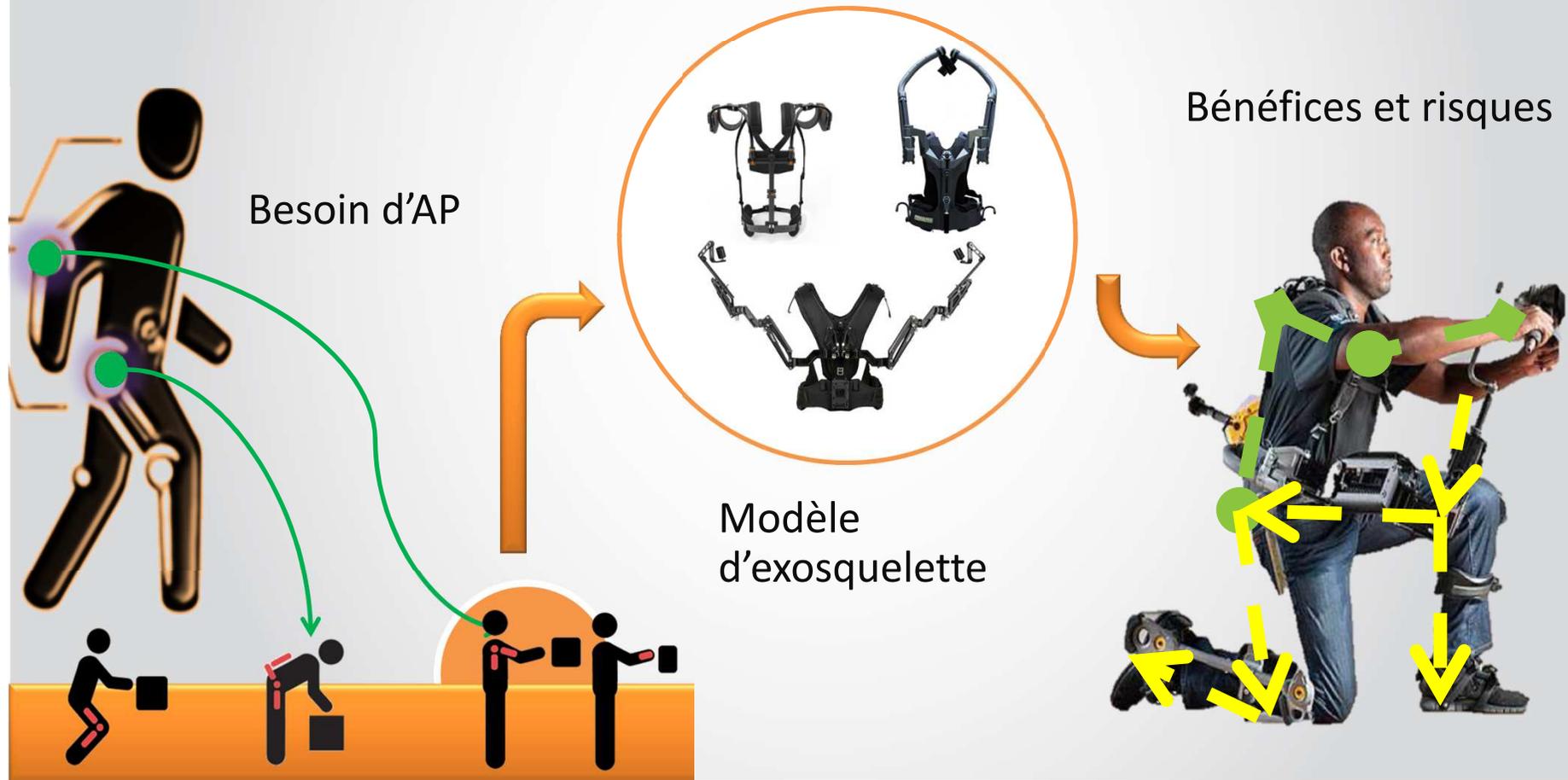
Carsat Retraite
& Santé
au travail
Rhône-Alpes
Auvergne
Bourgogne-Franche-Comté

 **inrs**

7.3

CARACTÉRISER LE PRINCIPE DE LA TECHNOLOGIE

L'exosquelette : une réponse et des limites spécifiques



7.4

ÉVALUER L'INTERACTION HOMME-EXO-SITUATION

Vers une démarche méthodologique

Identifier les apports
et les limites



Créer les conditions d'une
intégration réussie de
l'exosquelette.

...

Mesures...



7.5

IDENTIFIER LES RISQUES

Intégrer un exosquelette c'est aussi introduire de nouveaux risques



8 LES OBJECTIFS DE LA DÉMARCHE D'INTÉGRATION?

Bénéfices

...



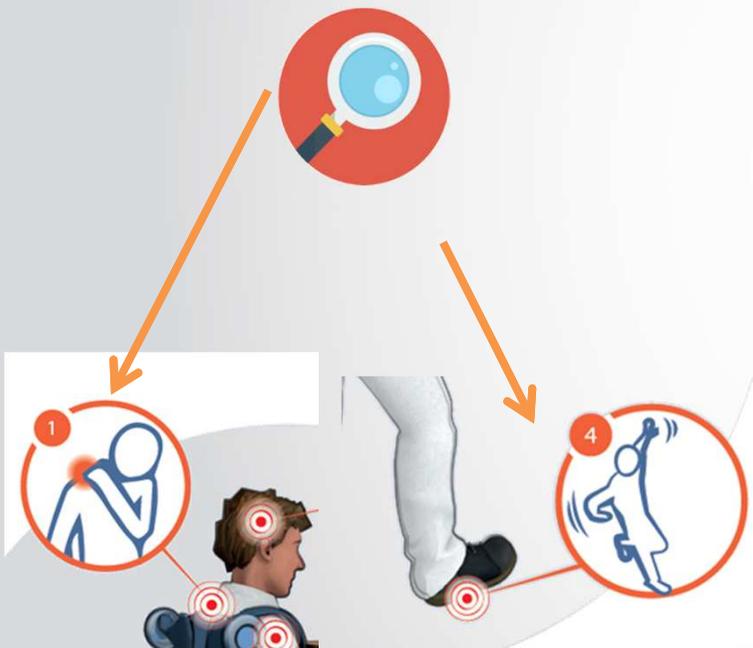
Risques

...

9 PRENDRE EN COMPTE LES NOUVEAUX RISQUES

9.1

FAMILIARISATION ET APPRENTISSAGE

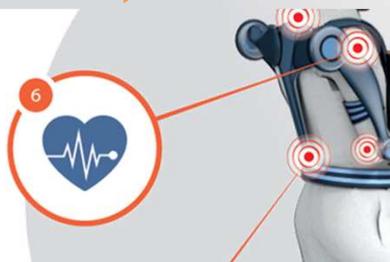


- Appropriation
- Apprentissage (Exo – Tâche – environnement)
- Nouveaux repères
- Maîtrise de l'exosquelette
- Mise en œuvre (processus dynamique)

9 PRENDRE EN COMPTE LES NOUVEAUX RISQUES

9.1

RÉORGANISATION DU TRAVAIL

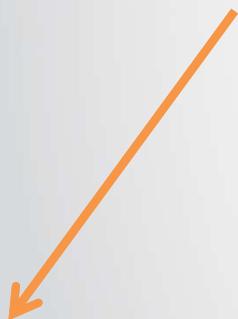


- Situation reproduite
- Reconfigurer
- Tester
- Transformer

9 PRENDRE EN COMPTE LES NOUVEAUX RISQUES

9.1

RÉORGANISATION DE L'ENVIRONNEMENT



Les exosquelettes, de par leur encombrement et leur structure, présentent des **RISQUES DE COLLISION** avec une tierce personne ou des éléments de l'environnement.



- Situation reproduite
- Reconfigurer
- Tester
- Transformer

10

OPTIMISER L'APPORT DE L'EXOSQUELETTE

L'interaction Homme-Exosquelette-Situation



Cibler les zones d'Efficacité - Inefficacité



**Nouvelles contraintes biomécaniques ?
Sollicitations cardio-vasculaires ?**



LES POINTS À RETENIR

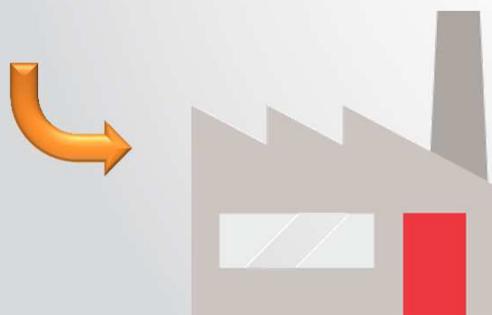
ÉVALUATION DE L'INTERACTION HOMME-EXO-SITUATION

Etape 1 : Introduction des critères et des outils d'évaluation

Etape 2 : Elaboration du protocole d'évaluation

Etape 3 : Apprentissage hors situation réelle de travail

Etape 4 : Mise en œuvre en situation réelle de travail



Intégration d'un exosquelette **effectivement adapté**



Suivi et retours d'expériences

? LES POINTS À RETENIR

[Anim-131 EXOSQUELETTES HD.mp4](#)



Exosquelettes au travail :
comment s'y préparer ?

Merci de votre attention

Pour télécharger cette présentation
et les ressources bibliographiques sur ce thème

www.preventica.com

Lyon 2018 / Conférences Carsat

Retrouvez-nous sur notre stand principal (H 59)

et sur notre stand amiante (M 68)