



D e l'évaluation des besoins aux solutions d'assistance physique

JOURNEES TECHNIQUES DE L'INRS

Sommaire

1	Qui sommes nous ?	3
2	Contexte	6
3	Évaluation du besoin	9
4	Cas pratique	18



1

Qui sommes nous ?

.....



iCare sciences

En quelques mots...



Expertise scientifique

Une expertise basée sur des preuves objectives et d'un large éventail de données scientifiques. Des services constamment mis à jour en intégrant les dernières avancées scientifiques.



Méthodologie de la recherche

Plus de 10 ans d'expérience dans la compréhension et la maîtrise des processus de recherche scientifique.



Innovation

Notre mission est de favoriser le transfert des connaissances issues de la recherche scientifique fondamentale vers des applications pratiques dans le domaine de la santé.



Une équipe pluridisciplinaire

Un laboratoire d'expertise composé des chercheurs spécialisés en biomécanique, neurophysiologie, physiologie de l'exercice et ingénierie biomédicale,

Contraintes biomécaniques et physiologiques

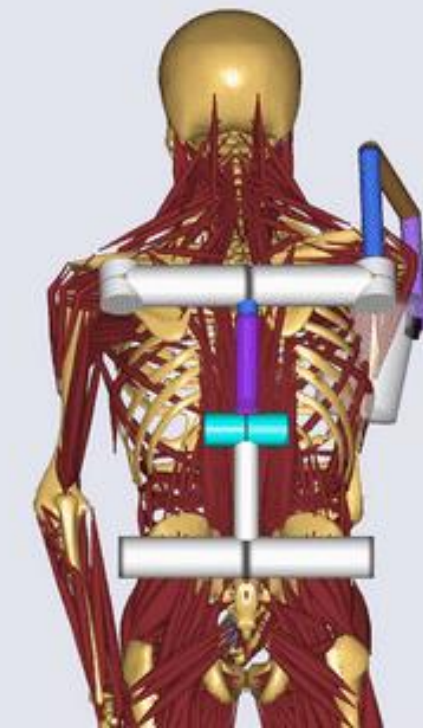
Domaines d'application



ERGONOMIE



SPORTS



**ASSISTANCE
PHYSIQUE**

Exosquelette au travail : intérêts et limites pour la prévention des TMS ?

A man in a white t-shirt is operating a large, blue and white humanoid robot in a factory setting. The robot has a complex, multi-jointed structure with blue and white segments. The man is holding a control device in his hands and looking up at the robot. The background shows a large industrial structure with a grid of metal beams.

2

Contexte

.....

Contexte

L'émergence des exosquelettes



Espoir légitime d'améliorer les conditions de travail grâce à la réduction de la charge physique et des risques TMS



Volonté de déployer rapidement ces nouvelles technologies dans les années à venir.

Problématique

Quel exosquelette choisir ?



Risques classiques inhérents aux machines (risques mécaniques, électriques, thermiques, liés au bruit et aux vibrations, etc.).



Changements des stratégies gestuelles peuvent être sources de postures contraignantes, de stress, de fatigue cognitive, de troubles proprioceptifs ou encore de perte d'équilibre ou de chute.

3

Évaluation des besoins



Évaluation des besoins

Les points clés

1

PROBLÉMATIQUE

-
Définition, analyse,
spécificité

2

ANALYSE

-
Identification,
analyse, objectif,
cahier des charges

3

EXPERIMENTATION

-
Définition, variables,
tests, modélisation

4

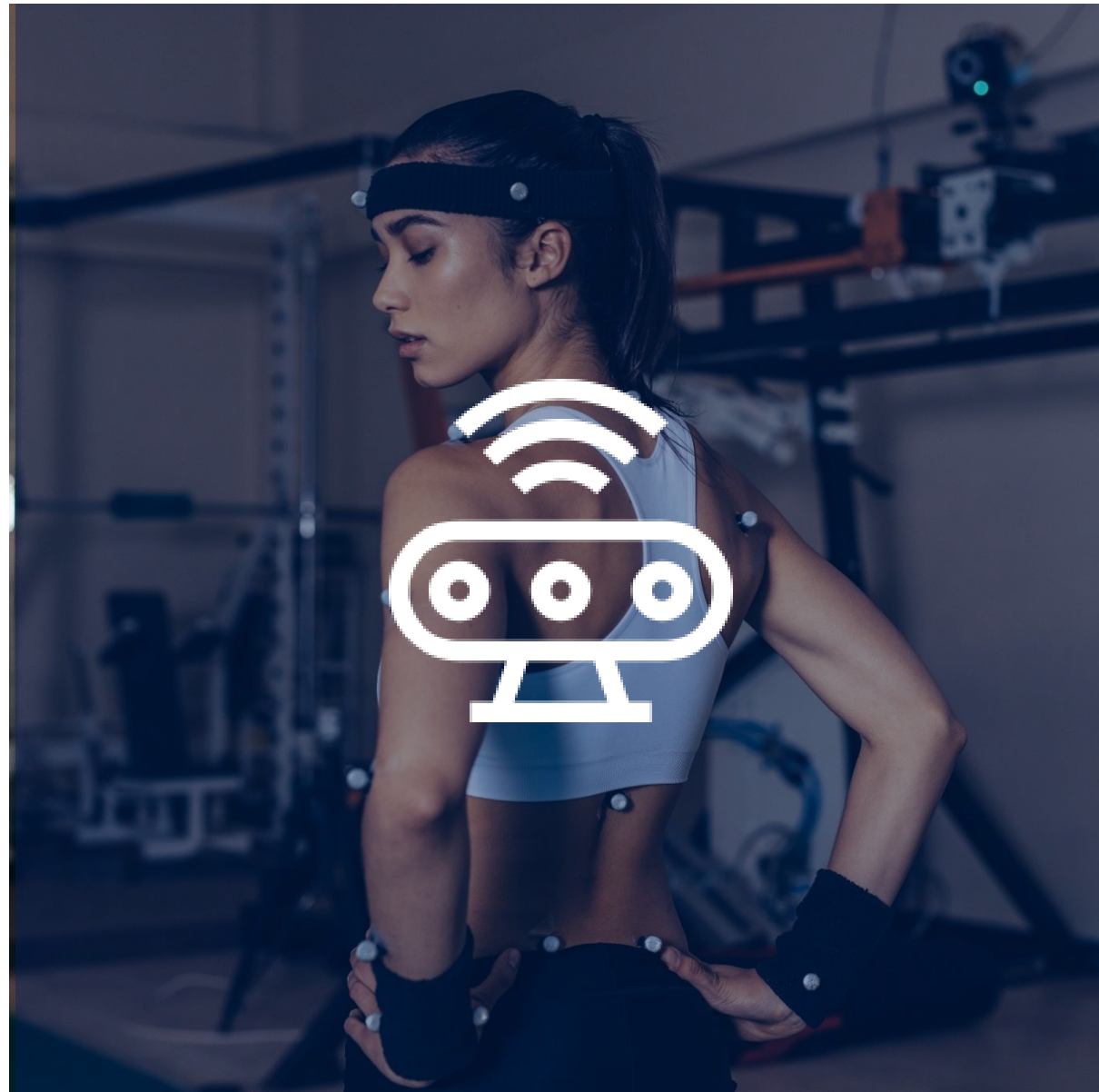
RECOMMANDATIONS

-
Dispositifs
d'assistance physique,
organisation des
conditions de travail,
dispositifs de santé au
travail

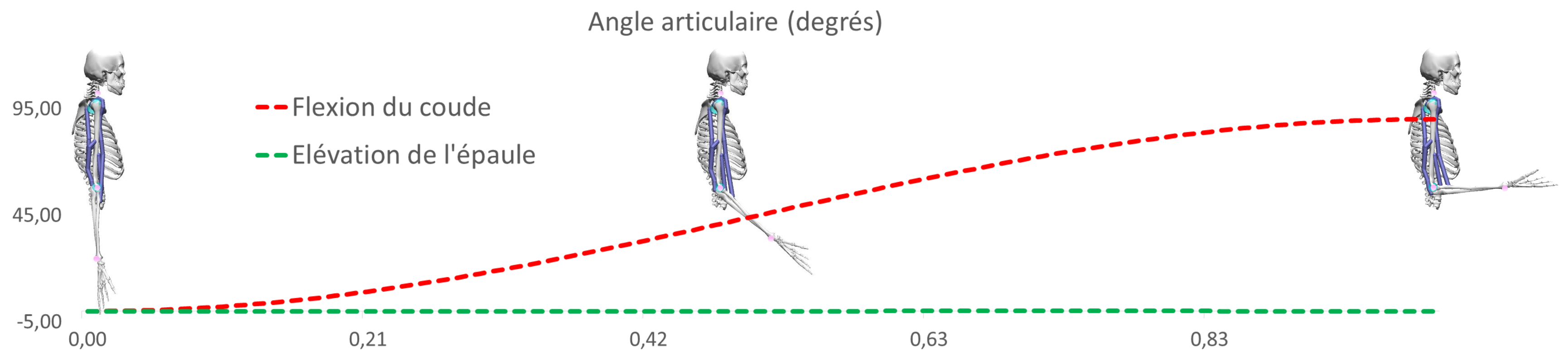
Exosquelette au travail : intérêts et limites pour
la prévention des TMS ?

Mesures expérimentales

Mouvement 3D

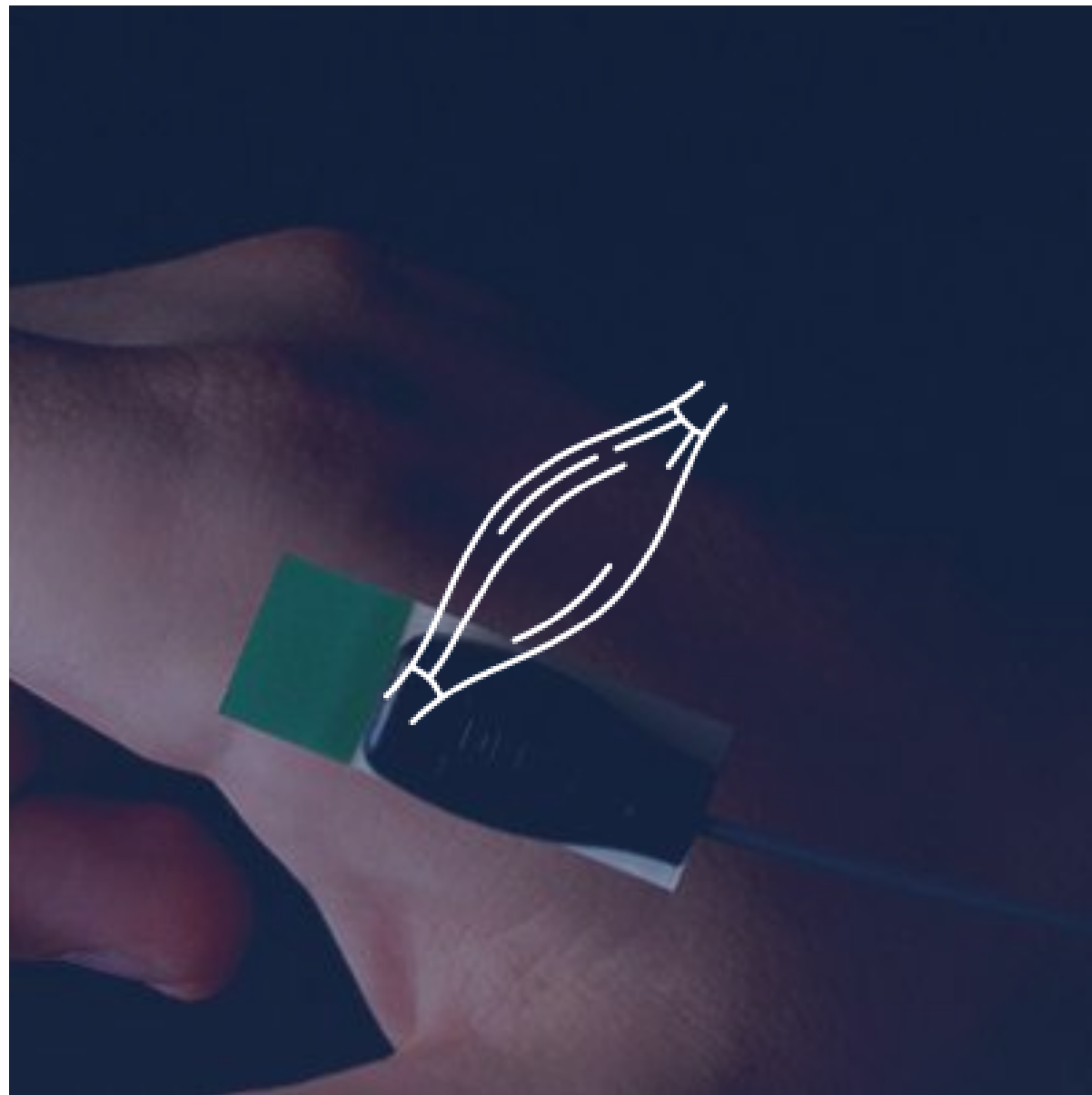


- Déplacement segmentaire
- Déplacement centre de gravité
- Angle articulaire
- Vitesse de déplacement
- Vitesse angulaire
- Cinématique musculaire

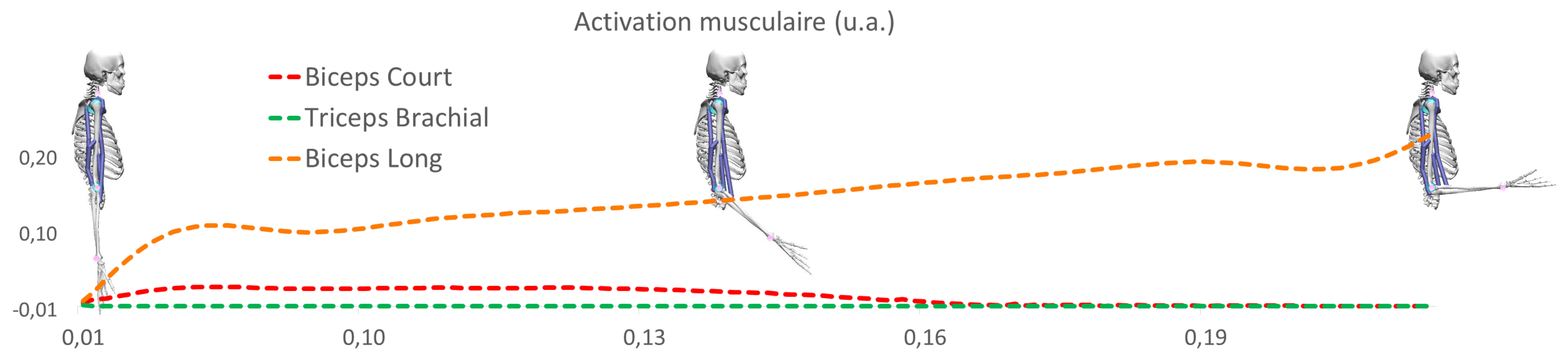


Mesures expérimentales

Électromyographie



- + Activation musculaire
- + Fatigue musculaire
- + Coordination musculaire

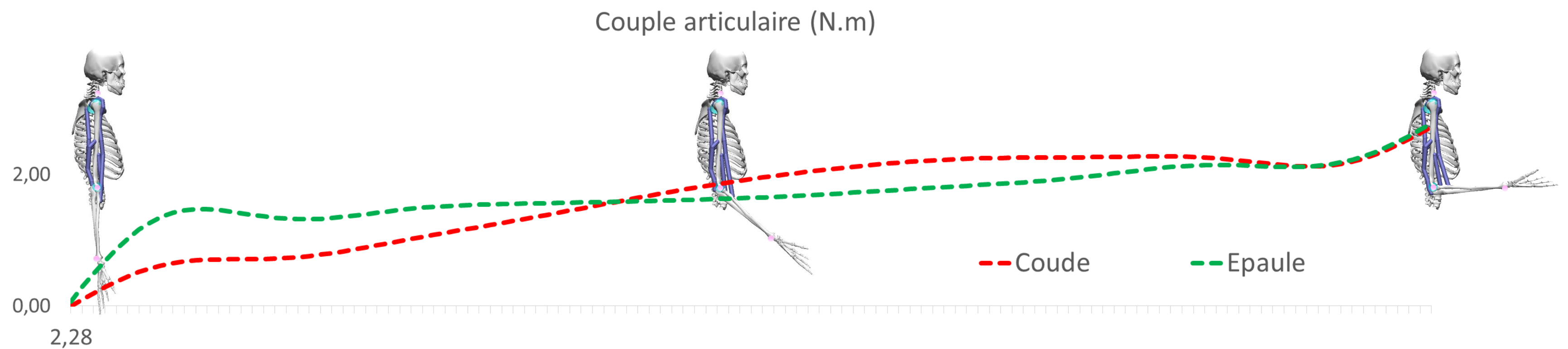


Mesures expérimentales

Dynamique



- Forces et pression externes
- Déplacement centre de pression
- Forces et couples articulaires
- Forces musculaires
- Forces de réaction articulaire
- Travail de force
- Dépense énergétique « mécanique »

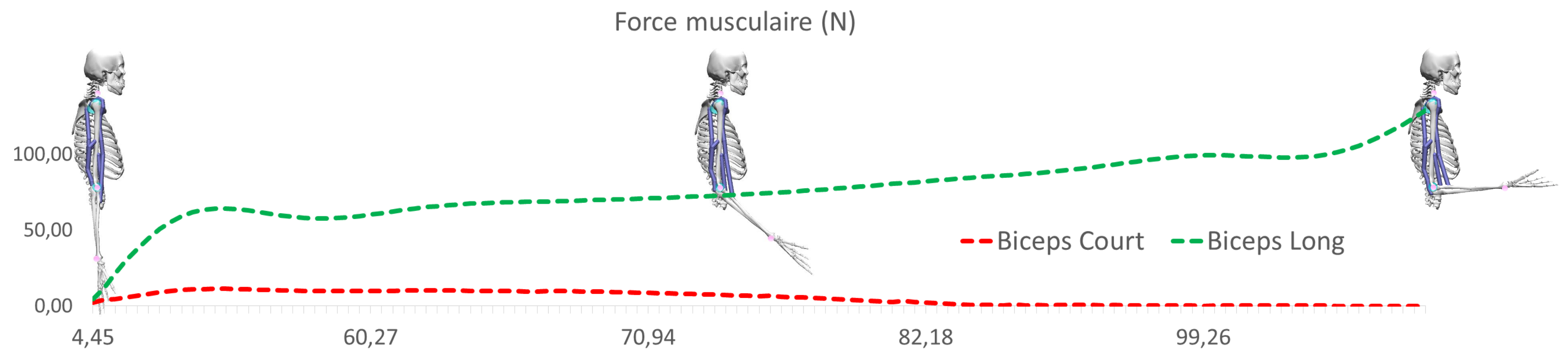


Mesures expérimentales

Dynamique



- Forces et pression externes
- Déplacement centre de pression
- Forces et couples articulaires
- Forces musculaires
- Forces de réaction articulaire
- Travail de force
- Dépense énergétique « mécanique »





4

Cas pratique

Définition du besoin

Acteurs clés



Médecin

Bilan, identification des risques de TMS, recensement des accidents



Ergonome

Organisation des conditions de travail



Opérateurs

Ressenti individuel, expertise métier, identification des freins potentiels

Exosquelette au travail : intérêts et limites pour la prévention des TMS ?

Définition du besoin

Observation du poste de travail



Exosquelette au travail : intérêts et limites pour la prévention des TMS ?

État de l'existant

Organisation des conditions de travail



Projet avancé d'implantation d'exosquelette



Exosquelette au travail : intérêts et limites pour la prévention des TMS ?

État de l'existant

Organisation des conditions de travail

Projet avancé d'implantation d'exosquelette



Validation scientifique de l'exosquelette :

Objectif : Minimiser les forces des muscles érecteurs du rachis et les forces de compression vertébrale entre L5/S1

Protocole : Tache de manutention + flexion lombaire de 60-65°

Résultats : Diminution de l'activation des muscles érecteurs du rachis lombaire et thoracique

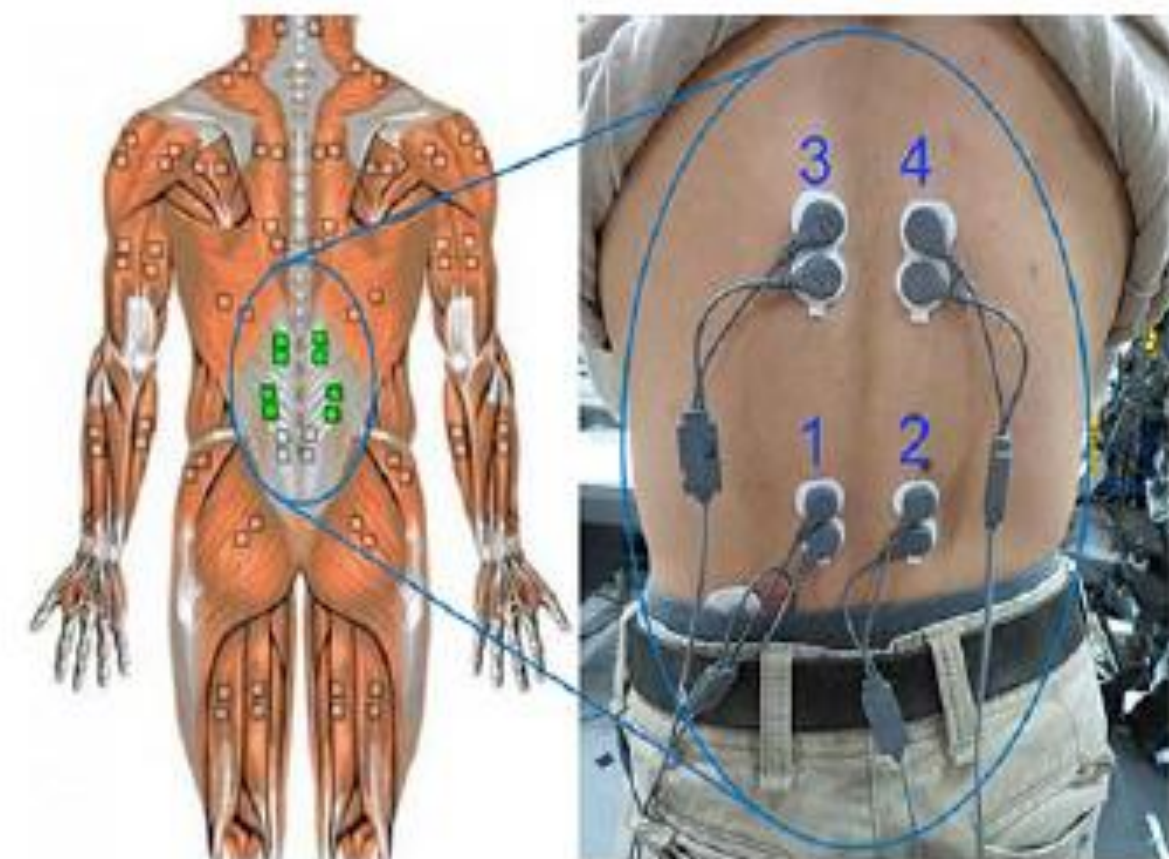
Exosquelette au travail : intérêts et limites pour la prévention des TMS ?

Mesures en condition *in situ*

Centrales inertielles



Électromyographie de surface



Exosquelette au travail : intérêts et limites pour la prévention des TMS ?

Analyse 3D du mouvement

Synthèse

Mesures	Max moyen (SD)	Min moyen (SD)
Flex-Extension Épaule Droite	80.87 ° (13.68)	-58.17 ° (6.68)
Flex-Extension Épaule Gauche	69.44 ° (11.30)	-65.51 ° (11.28)
Abduction-Adduction Épaule Droite	60.29 ° (6.24)	-92.81 ° (37.46)
Abduction-Adduction Épaule Gauche	47.79 ° (10.43)	-57.09 ° (18.21)
Rotation Int-Externe Épaule Droite	50.68 ° (19.60)	-76.56 ° (7.44)
Rotation Int-Externe Épaule Gauche	73.14 ° (7.97)	-39.47 ° (4.68)

Mesures	Max moyen (SD)	Min moyen (SD)
Flex-Extension Rachis	26.17 ° (8.76)	-23.12 ° (2.75)

Exosquelette au travail : intérêts et limites pour la prévention des TMS ?

Analyse EMG

Synthèse

Mesures en Flexion du Rachis	Max Moyen (SD)
Activité Muscle Érecteur Lombaire Droit	642.12 μ V (73.67)
Activité Muscle Érecteur Lombaire Gauche	620.40 μ V (111.56)
Activité Muscle Érecteur Thoracique Droit	918.04 μ V (208.44)
Activité Muscle Érecteur Thoracique Gauche	941.08 μ V (195.78)

Mesures en Extension du Rachis	Max Moyen (SD)
Activité Muscle Érecteur Lombaire Droit	755.76 μ V (133.67)
Activité Muscle Érecteur Lombaire Gauche	761.06 μ V (171.56)
Activité Muscle Érecteur Thoracique Droit	1031.56 μ V (208.44)
Activité Muscle Érecteur Thoracique Gauche	1157.88 μ V (195.78)

Exosquelette au travail : intérêts et limites pour
la prévention des TMS ?

Analyse métabolique

Synthèse

Mesures	Moyenne (SD)
Durée Totale	47 min (6.67)
Calories Totales	335.67 kcal (21.56)
Calories Actives Totales	253.33 kcal (10.44)
Calories par Minute	7.27 kcal/min (0.78)
Calories Actives par Minute	5.52 kcal/min (0.77)
Fréquence Cardiaque Moyenne	95.33 bpm (11.11)
Fréquence Cardiaque Maximale	131.33 bpm (14.89)
Fréquence Cardiaque au Repos	75.33 bpm (10.44)

Exosquelette au travail : intérêts et limites pour
la prévention des TMS ?

Conclusions

Synthèse



Flexion du rachis +

Activité EMG des muscles érecteurs du rachis lors de la flexion +



Extension du rachis ++

Activité EMG des muscles érecteurs du rachis lors de l'extension ++



Amplitude de mouvement aux épaules ++

Vitesse de rotation articulaire aux épaules ++

Activité EMG des muscles deltoïdes antérieur et postérieur ++

Questions

Synthèse



Augmentation de la flexion du rachis en cas de non aménagement du poste de travail ?
Efficacité ++ de l'exosquelette d'assistance à la flexion du dos dans ce cas ?



Limitation ou suppression de l'extension du rachis en cas de non aménagement du poste de travail ?



Quel est l'impact du non aménagement du poste de travail sur les sollicitations articulaires et musculaires à l'épaule ?
Quel impact sur le choix d'un potentiel dispositif d'assistance physique aux mouvements de l'épaule ?

Recommandations

Synthèse



Évaluation de la contribution de l'exosquelette d'assistance à la flexion du rachis lombaire



Évaluation des conditions "normales" VS conditions "aménagées"



Évaluation de l'effet de l'exosquelette VS effet de l'élévation du support



Définition d'un cahier des charges pour la diminution des risques de TMS à l'épaule



**PREVENT
2CARE LAB**



Contact

Chris Hayot, PhD
chrishayot@icare-sciences.com
+ 33 (0)6. 61.44. 27.63

www.icare-sciences.com

