

ErgoSanté

l'innovation ergonomique au service de la santé au travail

Bérenger LE TELLIER, PhD

b.letellier@ergosante.fr

Conception, fabrication, évaluation et distribution de
solutions ergonomiques innovantes pour améliorer les
conditions de travail des **personnes valides et non-valides**.



+ 11 ans d'expérience (2013)



Fabricant français



>30 M€ de CA (2024)



+ 300 collaborateurs



8 directions régionales + 1 Océan Indien

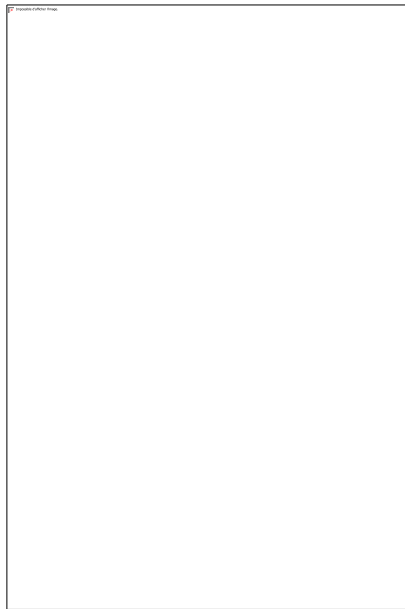


23 présences à l'international

Aménagement de postes



Fabrication de mobilier éco-responsable



Intelligence artificielle



Exosquelettes : assistance physique



Impact des TMS¹

- Pour les salariés
- Pour les entreprises
- Séquelles lourdes, inaptitude, perte d'emploi, problèmes familiaux...
- **Coût direct** : cotisation Assurance Maladie
- **Coût indirect** : absentéisme, baisse de productivité, retard de production, turnover, image de l'entreprise...

Les principales maladies professionnelles concernent²

- Le **dos** (43%)
- Le **cou** et les **membres supérieurs** (42%)

Chiffres clés^{3, 4, 5}

TMS

88% des maladies professionnelles :

- ⇒ ~2 Mds €/an de coût direct
- ⇒ 22 M de jours de travail perdus/an

Lombalgies

>1 Md€ en coût direct
11,5M de jours de travail perdus/an

¹ Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail. (2019). Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU – [lien](#)

² Eurofound. (2017). 6th European Working Conditions Survey: overview report (2017 update) – [lien](#)

³ Assurance Maladie. (2020). L'essentiel 2019. Santé et sécurité au travail – [lien](#)

⁴ Assurance Maladie. (2020). Les TMS : définition et impact – [lien](#)

⁵ INRS. (2018). Lombalgie - statistiques – [lien](#)

Les 9 principes généraux de prévention (L.4121-2 du Code du travail)¹



Définition²

« Dispositions à mettre en œuvre pour préserver la santé et la sécurité des salariés, améliorer les conditions de travail et tendre au bien-être au travail ».

2

Evaluer le risque : **LEA**

5

Tenir compte de l'évolution technique
: **les exosquelettes**

Image

¹ Legifrance. (2016). Code du travail – [lien](#)

² INRS. (2014). Principes généraux de la démarche de prévention – [lien](#)

Qu'est ce que LEA ?

LEA est un outil d'évaluation ergonomique à destination des ergonomes et des professionnels de la santé au travail afin d'analyser le risque d'exposition aux Troubles Musculo-Squelettiques.

Concrètement, l'application LEA permet de :

- Mesurer les angulations des segments corporels en temps réel.
- Calculer le critère RULA biomécanique pour chaque articulation en temps réel.

Comment ça marche ?

Pré-requis !

Etapes



Comment accéder à LEA ?
<https://lea.ergosante.fr>

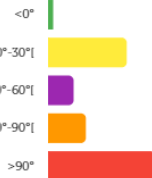


RESULTATS

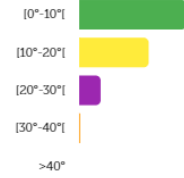
1. Angulations



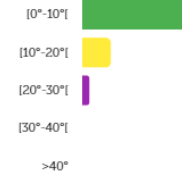
Flexion tronc



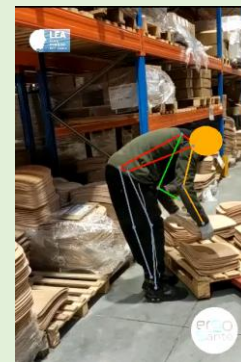
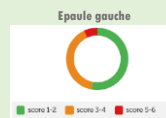
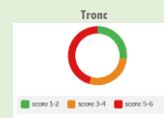
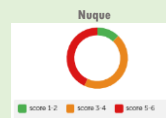
Inclinaison tronc



Rotation tronc



2. Méthode RULA



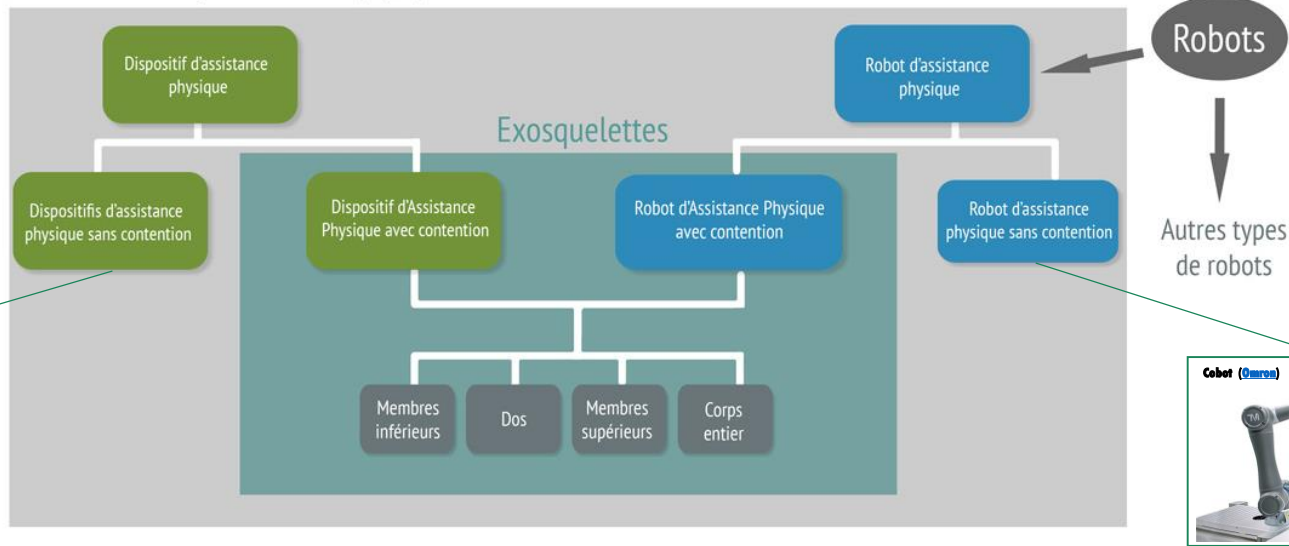
Principe général de prévention N°5 : Les exosquelettes professionnels

Les Nouvelles Technologies d'Assistance Physique (NTAP)

Classification des NTAP¹ :

- Dispositifs d'Assistance Physique (DAP) ⇒ **Système passif (non motorisé)**
- Robots d'Assistance Physique (RAP) ⇒ **Système actif (motorisé)**
- A contention ⇒ **Porté sur le corps**
- Sans contention ⇒ **Déporté du corps**

Nouvelles technologies d'assistance physique



IDÉE REÇUE



Systèmes robotisés de
haute technologie

RÉALITÉ

Dispositifs/Robots
d'Assistance Physique
(DAPac/RAPac)



IDÉE REÇUE

C'est LA solution contre
tous les problèmes



Effort localisé

Sans exosquelette

RÉALITÉ

L'exosquelette réduit :

- Les efforts excessifs
- Les postures contraignantes

...mais ne réduit pas le risque de TMS liés à la répétitivité des gestes.

Répartition/redirection des
efforts



Avec exosquelette

IDÉE REÇUE

L'exosquelette rend PLUS FORT et permet
D'AUGMENTER LA PRODUCTIVITÉ



Sans exosquelette

Avec exosquelette

RÉALITÉ

L'exosquelette aide dans la réalisation du
travail et réduit le risque de TMS

021

jours sans arrêt de
travail

123

jours sans arrêt de
travail

Sans exosquelette

Avec exosquelette

⚠ Respect de norme NF X35-109 ⚠

(manutention manuelle de charge)

IDÉE REÇUE

Un exosquelette est une solution « sur étagère » IMMÉDIATEMENT UTILISABLE pour TOUTES les situations de travail



RÉALITÉ

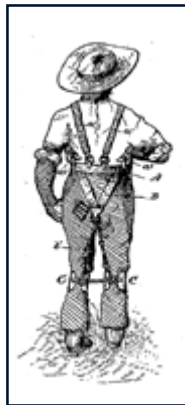
L'intégration d'un exosquelette nécessite de suivre une méthode :

- **Expression du besoin**
- **Validation de l'exo vs. besoin**
- **Formation (réglages, sécurité...)**
- **Temps d'adaptation (appropriation)**
- **Expérimentation (tests)**
- **Généralisation**



Principe général de prévention N°5 : Les exosquelettes professionnels

Bref historique : innovations brevetées



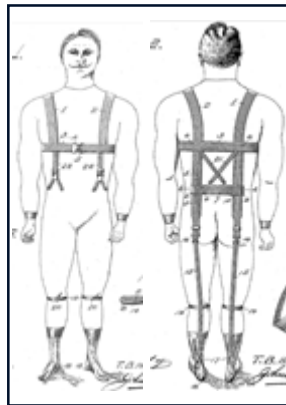
J. H. Smith (1889)



N. Yagn (1890)



R. Ray (1890)



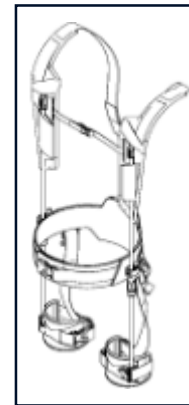
T. B. Hardiman (1913)



L. C. Kelley (1919)
- Pedomotor -



General Electric (1965)
- Hardiman -



ErgoSanté (2020)
- Hapo -

Solutions innovantes pour aider les travailleurs :

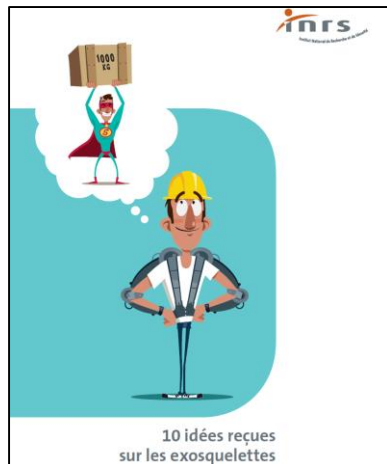
- ⇒ Facilite le travail
- ⇒ Réduit la fatigue
- ⇒ Préserve la santé
- ⇒ Maintien dans l'emploi

1^{er} exo dans
l'industrie
(2015)¹

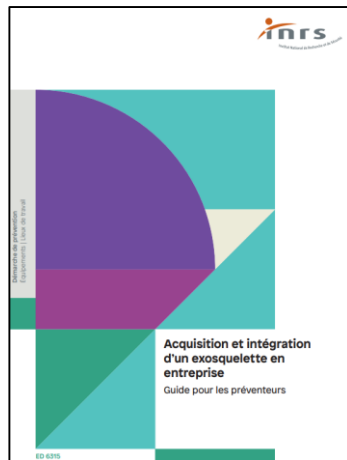
¹ J. Theurel, J.J. Alain Kouadio, L. Korangouren. (2021). Les exosquelettes pour prévenir les troubles musculo-squelettiques et l'éloignement des services de santé au travail – [Ilede](#)

Principe général de prévention N°5 : Les exosquelettes professionnels

Pour aller plus loin : guides et brochures de l'INRS



INRS – ED6295¹



INRS – ED6315²



INRS – TC1753³



INRS – TF2744⁴

Le mot de l'INRS

« A condition d'avoir épuisé en amont, les pistes de prévention collectives visant à adapter l'environnement de travail pour préserver les salariés des risques professionnels, l'entreprise peut donc envisager l'exosquelette comme une solution à intégrer dans sa démarche globale de prévention des TMS. »

¹J. Theurel *et al.* (2018). ED6295 – [lien](#)
²J.J. Atala-Kouadio *et al.* (2022). ED6315 – [lien](#)
³J. Theurel *et al.* (2021). TC1753 – [lien](#)
⁴L. Wieland *et al.* (2019). TF2744 – [lien](#)

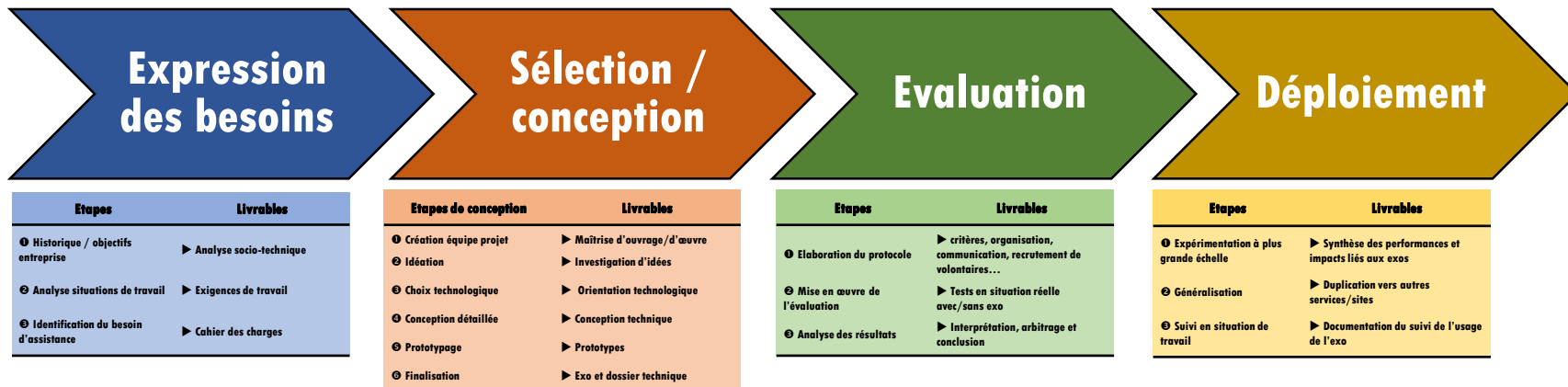
Cadre juridique et normatif très limité

- ❌ **Pas de normes sur les caractéristiques de conception des exosquelettes**
- ❌ **Pas de certification possible des exosquelettes**
- 👉 **Norme Française X35-800 (2023) : Process d'intégration des exosquelettes**
- 👉 **Plateforme exosquelettes AFNOR : échanges et retours d'expérimentations terrain**

Norme Française X 35-800 (2023)

« Méthode d'intégration des dispositifs et robots d'assistance physique à contention de type exosquelette. »

La norme décrit les différentes étapes d'intégration des exosquelettes pour des situations de travail nécessitant une assistance physique (synthèse ci-dessous)



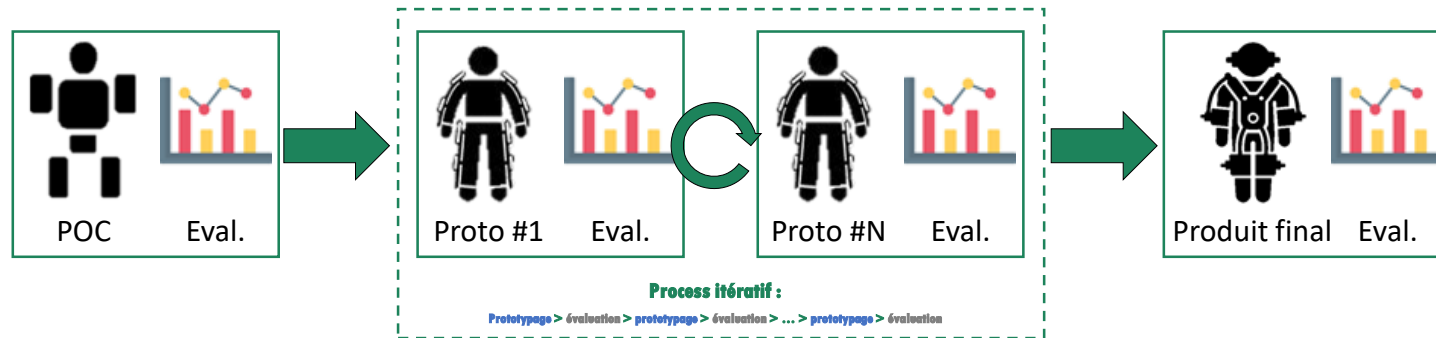
Philosophie de conception

Solutions POUR les
travailleurs

SIMPLE c'est
MIEUX

Acceptation
Utilisabilité
Formation
Maintenance
Fiabilité
Prix
...

Process itératif



Evaluation :

- Technique
- Utilisabilité
- Biomécanique



Gains :

- ☞ Objectivité (mesures, analyses, comparaison)
- ☞ Réactivité (réduit le temps de développement)



Hapo Back



Hapo SD



Hapo CS



Hapo UP



Hapo Neck



Hapo Front

Caractéristiques générales

- Légers (~1 kg)
- Facile à utiliser et ajuster (intuitif)
- Abordable (prix efficace)
- Ressorts en composite (grande capacité de stockage d'énergie, isoélastique)

Evaluation scientifique : Hapo Back / Hapo SD

> Tâches représentatives

> Critères objectifs

- Activité musculaire
- Cinématique
- Equilibre postural

> Critères subjectifs

- Confort perçu

Participants :

- **Hapo Back** : 14 sujets adultes en bonne santé (6 femmes, 8 hommes)
- **Hapo SD** : 11 sujets adultes en bonne santé (3 femmes, 8 hommes)
- Consentements éclairés

Procédure :

- 3 tâches, 2 conditions (sans / avec exo)



Manutention manuelle



Posture maintenue



Tâche annexe : locomotion

Synthèse :

- Le Hapo et Hapo SD soulagent les muscles des lombaires

Hapo Back : -20% longissimus (tâches 1 et 2)

Hapo SD : -11% longissimus (tâches 1 et 2)

Publication scientifique : étude complète disponible sur le site www.hapo.eu

Quelle place pour les exosquelettes pour
prévenir la lombalgie au travail ?