



LES EXOSQUELETES

BOULLE Bernard - Ergonome Naval Group Lorient
PESLIER Clément - Ergonome Naval Group Lorient



Chiffre d'affaires



4,350 Md€

Carnet de commande



5,8 Md€

Pays



18

France



10 sites

Collaborateurs



17 000

Navires de surface



Sous-marins



MCO

Maintien en Condition Opérationnelle

Conçoit, réalise, intègre, maintient en service, démantèle et déconstruit des sous-marins et navires de surface.



LORIENT



2500 collaborateurs
+ 1000 sous-traitants



46 hectares
Dont 12,5 couverts



Conception, d'industrialisation et la réalisation des navires armés et de leurs systèmes





QU'EST-CE QU'UN EXOSQUELETTE



EXOSQUELETTE = DAPac (Dispositif d'Assistance Physique à contention) → passifs
RAPac (Robot d'Assistance Physique à contention) → actifs

▶ **Apporte un soutien pour réduire les efforts fournis** ▶

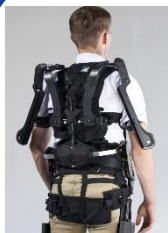
↳ 40% activité musculaire

↳ Ressenti de l'effort

↳ Fréquence cardiaque

↗ De la qualité et de la performance du travail

Membres supérieurs



Suit X



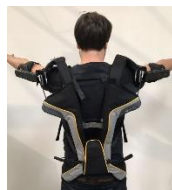
Shoulder X



Levitator



PAEXO SHOULDER



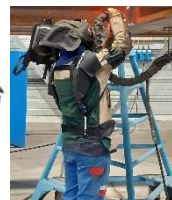
SKEL'EX IP12 v1



SKEL'EX IP12



SKELEX 360
V1 et V2



SKELEX 360 ignifugé



Plum'

Main/poignet



PAEXO WRIST



Ironhand V1 et V2



DOS



CORFOR



LIFTSUIT



LAEVO IP13



JAPET



PERCKO



HAPO



EXOBACK

NUQUE



PAEXO neck



VIZO



SKELEX NECK

QUELQUES EXEMPLES DE LA LITTÉRATURE

Membres supérieurs



SKELEX 360



PAEXO SHOULDER

Fréquence cardiaque



Fréquence cardiaque
Coût cardiaque



Coût cardiaque

Activité musculaire



-16 à -30%



-10 à -30%

Ressenti de l'effort et interaction homme-exosquelette

Confort : 3,2/4
Utilisabilité : 3,6/4
Soulagement : 3,5/4
Recommandable : 3,4/4



- 50% de ressenti de l'effort des épaules

DOS



LIFTSUIT

+ 6 exosquelettes

Fréquence cardiaque



Tous les indicateurs de pénibilité

Activité musculaire



-40%

Interaction homme-exosquelette

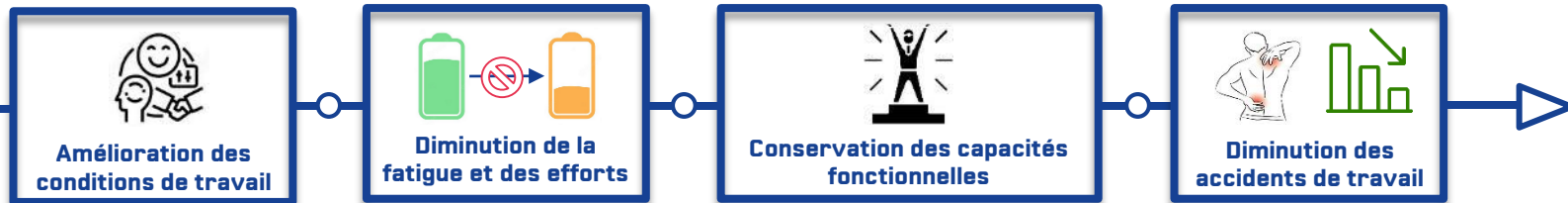
Utilité : 3,03/4

Sécurité : 3,93/4

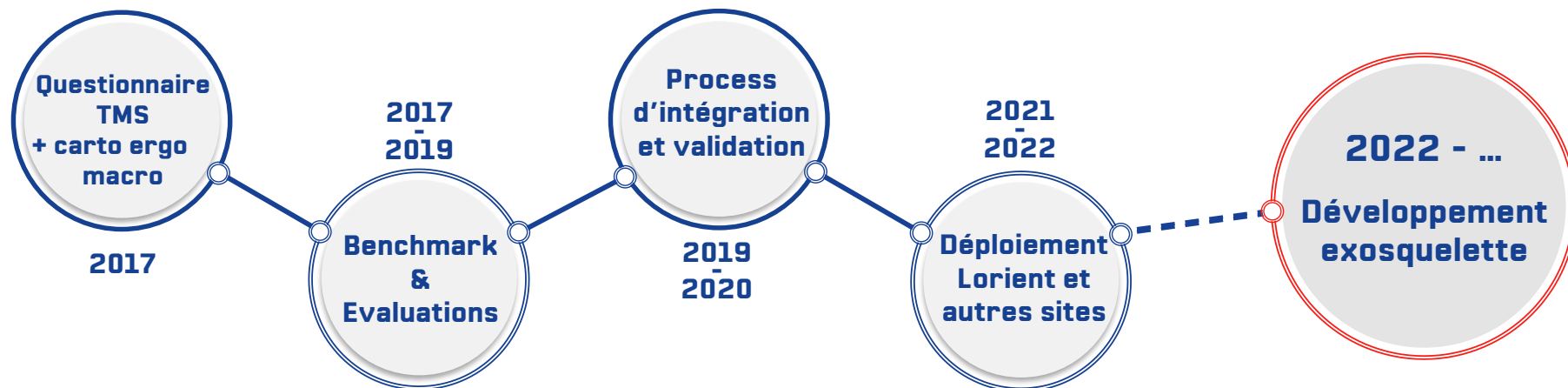
Utilisabilité : 3,70/4

Impact : 3,70/4

ENJEUX



CHRONOLOGIE DU PROJET NAVAL GROUP



INTÉGRATION DES EXOSQUELETES

Exosquelettes actuels



NAVAL
GROUP



Nuque
Membres sup.
Dos
Main/ poignet



60 exosquelettes
23 sur site pilote

NAVAL
GROUP
LORIENT



246
habilitations



35 utilisateurs réguliers
Soudeurs, charpentiers, formeur
dresseur, mouleurs,
chaudronniers, électriciens, etc...

DAP
Dos



Position courbée
dynamique et répétée



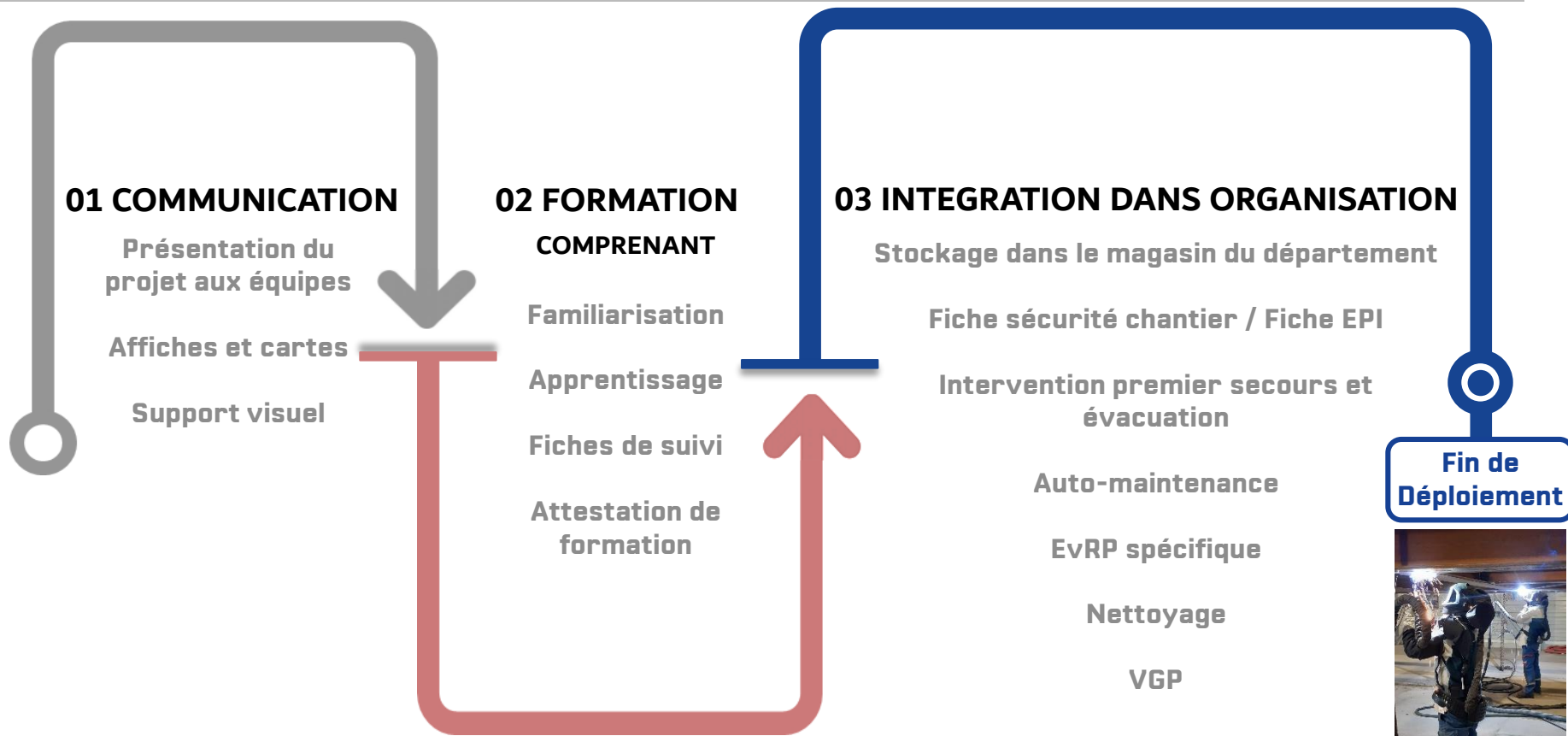
DAP

Membres sup.



Soudage & meulage
sous-plafond





SKELEX 360

Membres sup.



« Les effets du SKELEX 360 sont visibles rapidement, je me sens mieux après une journée avec l'exosquelette »

- ✓ - Très bon soutien
- ✓ - Ignifugé

Soudage & meulage sous-plafond

- ✗ - Encombrement

⚠ 100% soutien seulement à 90°

Plum'

Membres sup.



« Il facilite l'activité sous-plafond et permet de faire des activités après le travail »

- ✓ Très bon soutien
- ✓ Léger

Soudage & meulage sous-plafond

- ✗ La ceinture tient difficilement
- ✗ Pas de repères pour habillage

⚠ 100% soutien seulement à 90°

REX

LIFTSUIT

Dos



« Un grand gain en termes de qualité du travail »

- ✓ Facilité de mouvement
- ✓ Soulage le dos

Position courbée dynamique et répétée

- ✗ Chaleur
- ✗ Gène en flexion tronc <60°

PAEXO SHOULDER

Membres sup.



« Sans l'exosquelette, j'y serais encore demain et avec plus de douleurs »

- ✓ Bon soutien
- ✓ Facilité d'habillage

Soudage & meulage sous-plafond

- ✗ Encombrement
- ✗ Non ignifugé

⚠ 100% soutien seulement à 90°

Déploiement

DAP

Membres sup.



Soudage & meulage
sous-plafond



Témoignages

« Sans l'exosquelette,
j'y serais encore demain
et avec plus de
douleurs »

« Un grand gain en
termes de qualité
du travail »

« Les gênes et douleurs
sont nettement diminuées
par rapport à une journée
sans exosquelette »

« Il facilite l'activité
sous-plafond et permet
de faire des activités
après le travail »

« Les effets du SKELEX
360 sont visibles
rapidement, je me sens
mieux après une journée
avec l'exosquelette »

NAVAL

GROUP

EXOSQUELETES