



CONFORT DES HARNAIS DE SÉCURITÉ LORS DE MOUVEMENTS

Validation de 2 nouveaux prototypes

Présenté par Marion Poirier

Auteurs : Bertrand Galy (IRSST), Chantal Gauvin (IRSST), Jean Arteau (ÉTS), Yves Beauchamps (McGill), Guillaume Montpetit (UQAM) & Denis Marchand (UQAM)



SOMMAIRE



Problématique



Phase 1



Phase 2



Conclusion

Contexte

- Chutes en hauteur : 3^{ème} cause de mortalité en 2019 (CNESST 2021)
- Harnais de sécurité non porté ou mal-ajusté :
(Rushworth *et al.*, 1986; Thompson, 2016)
 - Contraignant dans les mouvements
 - Lourd + tient chaud
 - Long à ajuster
- Dimensions désuètes (évolution des travailleurs)
(Hsiao *et al.*, 2007)

Objectif : Un harnais convivial pour tous

Phase 1

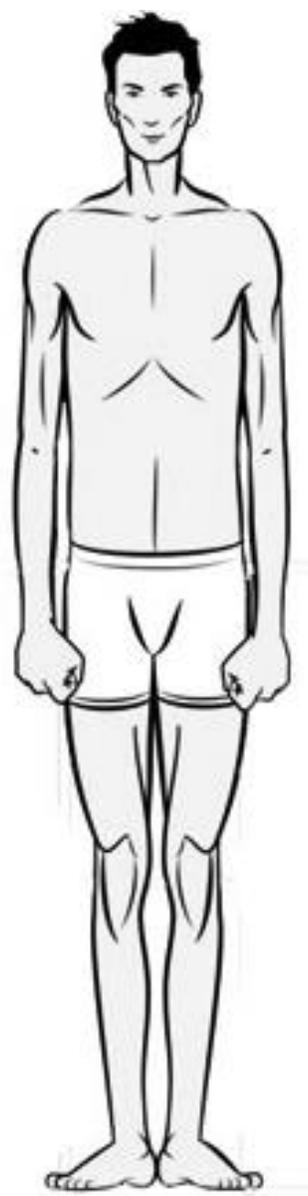
- Évaluation de la convivialité **4 harnais presents sur le marché**

Phase 2

- Conception et validation de **2 harnais prototypes**

Phase 1 : Participants

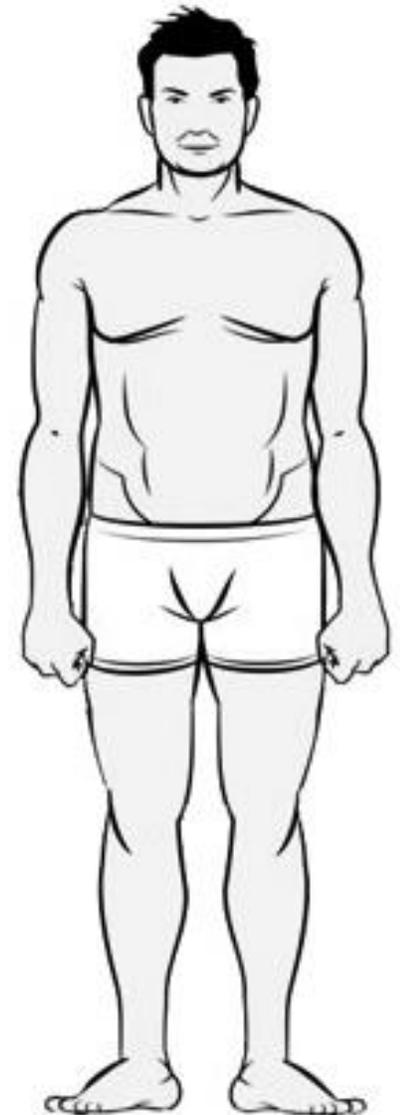
- N = 60
- 3 somatotypes
(Carter, 2002; Carter et Heath, 1990)
- ♂ et ♀
- Sans expérience
dans le secteur



Ectomorph



Mesomorph



Endomorph

Phase 1 : Participants

SOMATOTYPES	Moyennes (écart-types) pour les ♂		Moyennes (écart-types) pour les ♀	
	Poids (kg)	Taille (cm)	Poids (kg)	Taille (cm)
Ectomorphe	67,4 (7,8)	180,7 (5,5)	54,33 (4,9)	167,8 (5,6)
Mésomorphe	75,44 (6,7)	176,2 (3,4)	66,44 (8,8)	167,1 (5,7)
Endomorphe	80 (13,0)	176,7 (5,7)	64 (8,5)	165,4 (4,9)

Phase 1 : trouver la meilleure configuration de harnais



Harnais en H (taille universelle)



Harnais en H (tailles variées)



Harnais en X (tailles variées)



Harnais en Y (tailles variées)

Configuration en H (taille universelle)



Configuration en H (tailles variées)



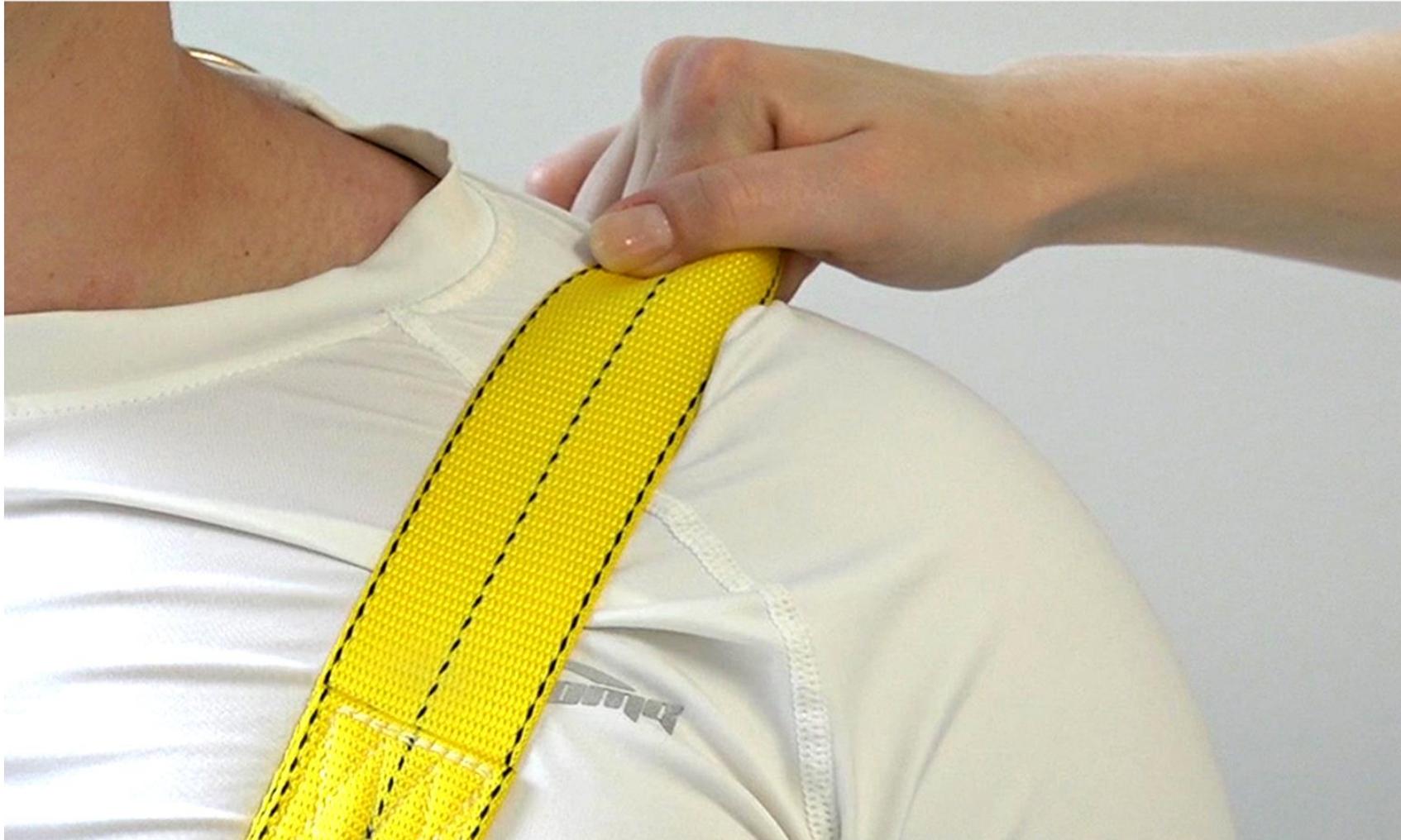
Configuration en X (tailles variées)



Configuration en Y (tailles variées)



Critère d'ajustement – Épaules



Critère d'ajustement – Anneau dorsal

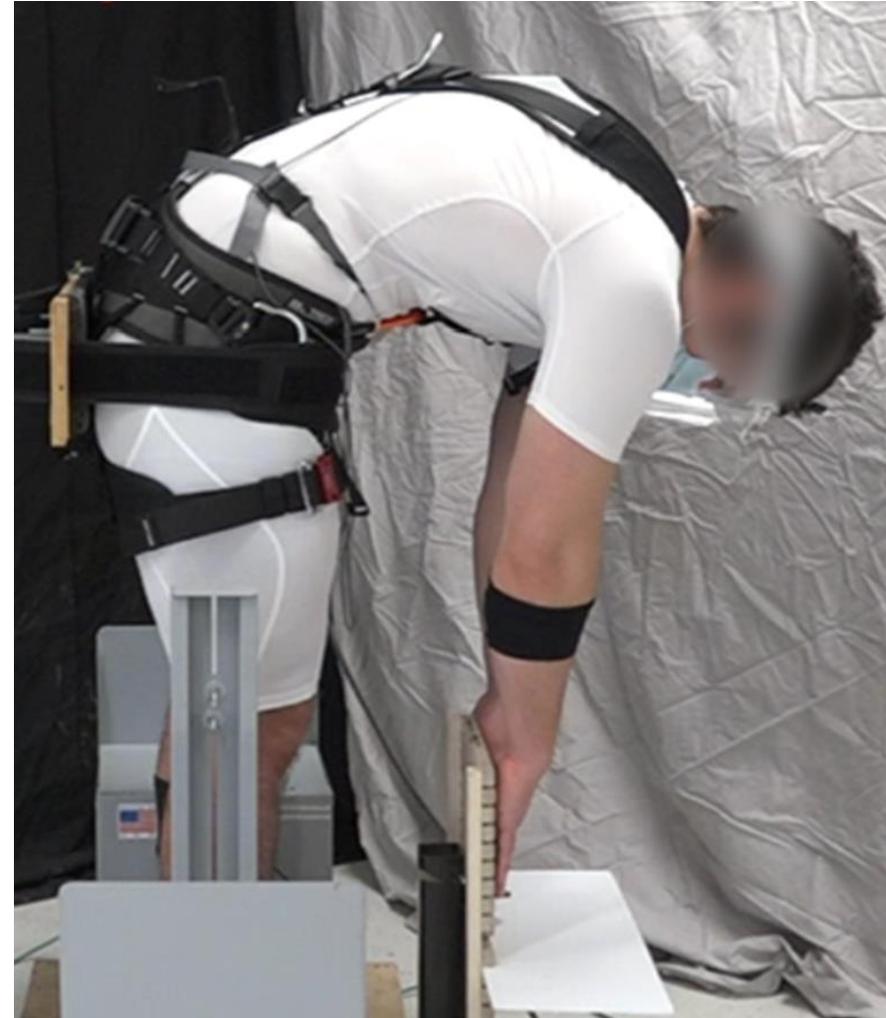
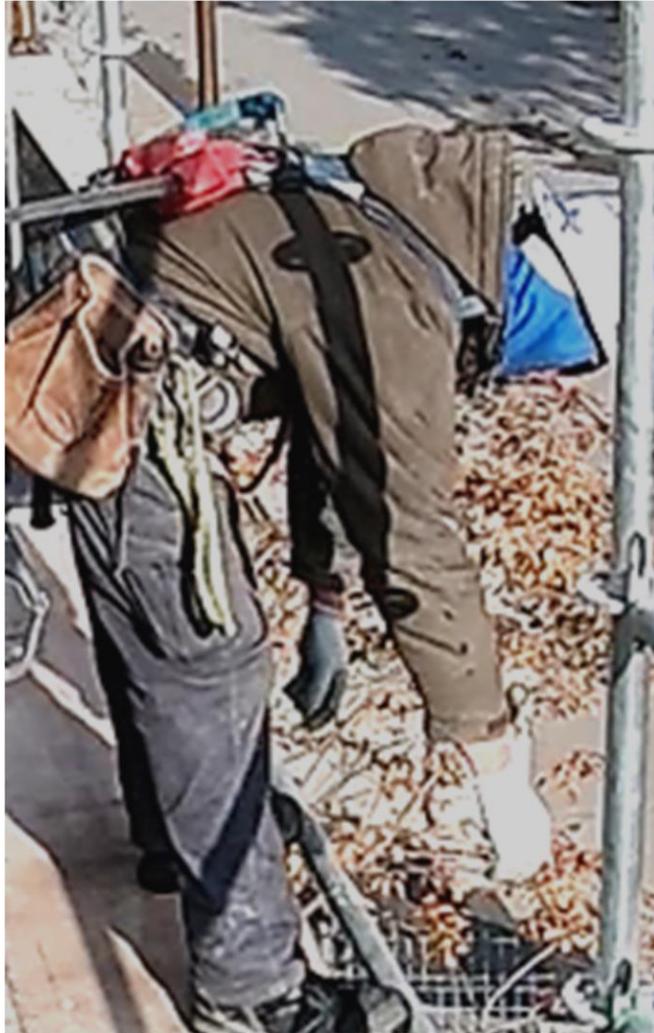


Critère d'ajustement - Cuisses



Flexion vers l'avant

Réalité



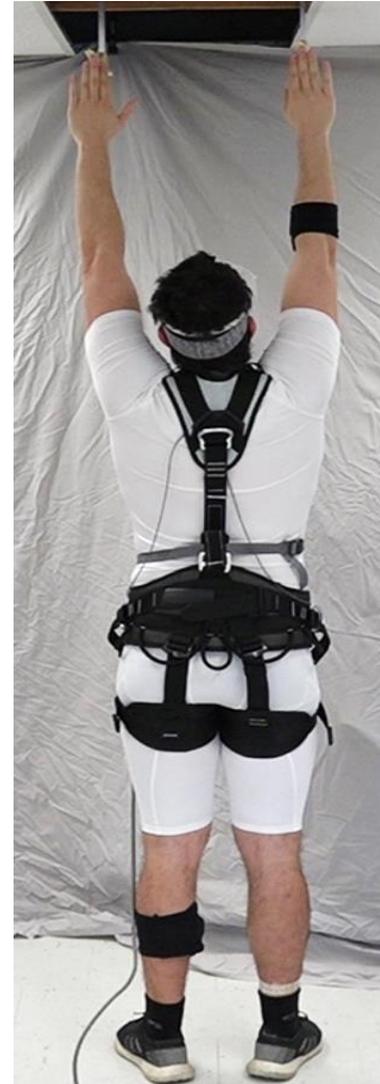
Contrôlé

Élévation maximale des bras

Réalité

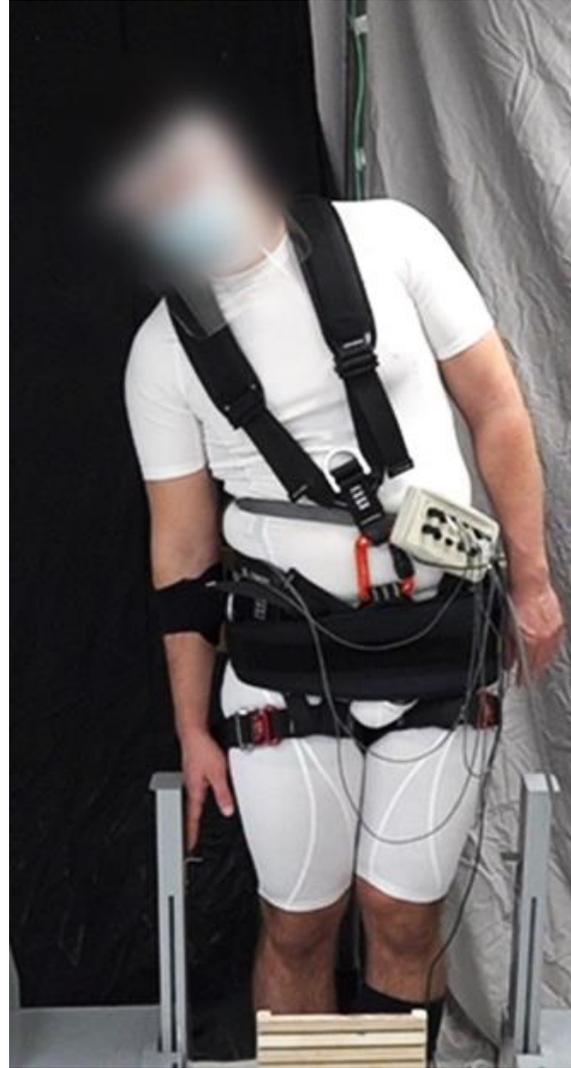


Contrôlé



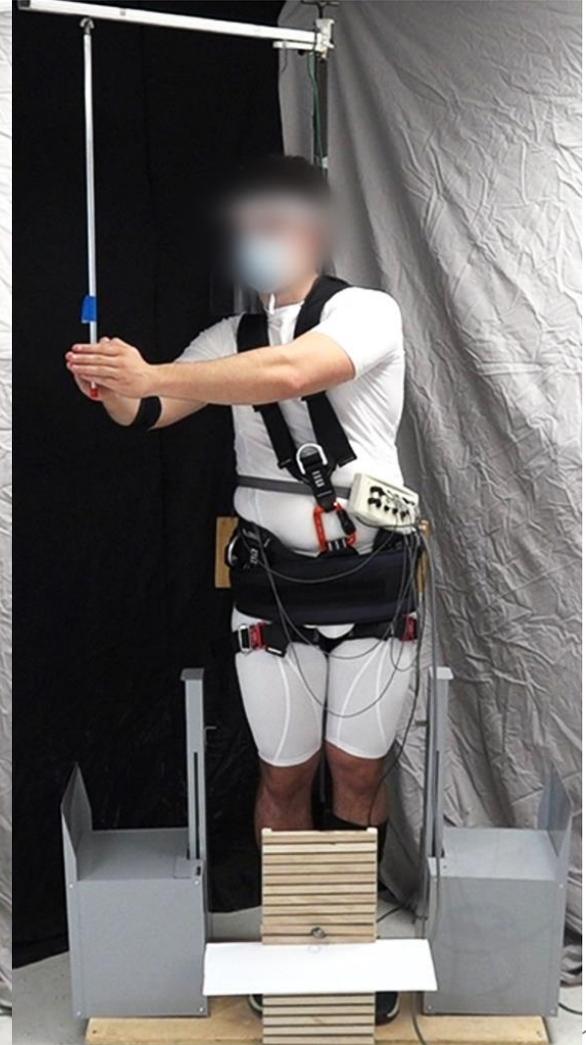
Inclinaisons latérales

Réalité



Contrôlé

Rotations debout

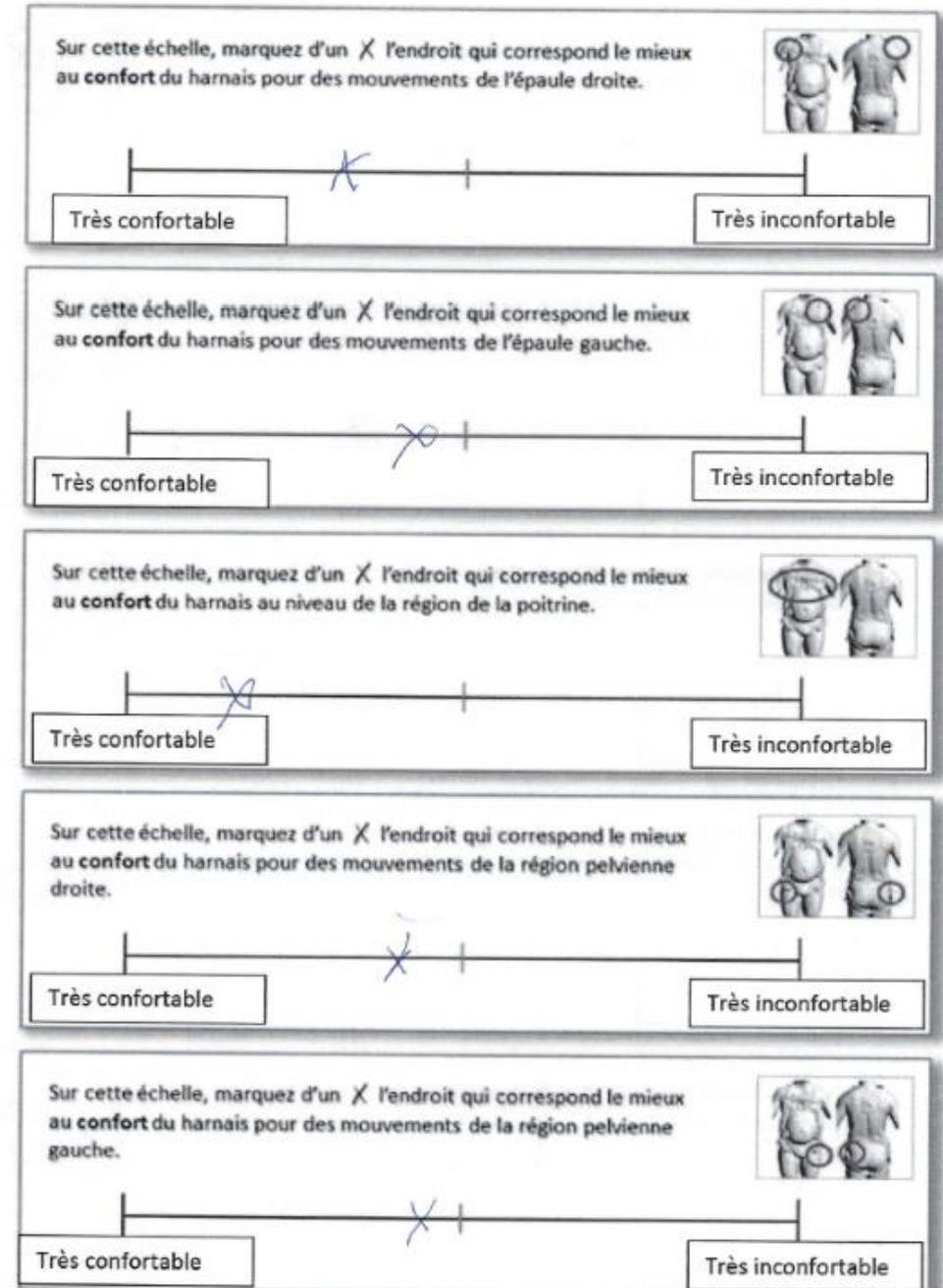


Rotations en chevalier



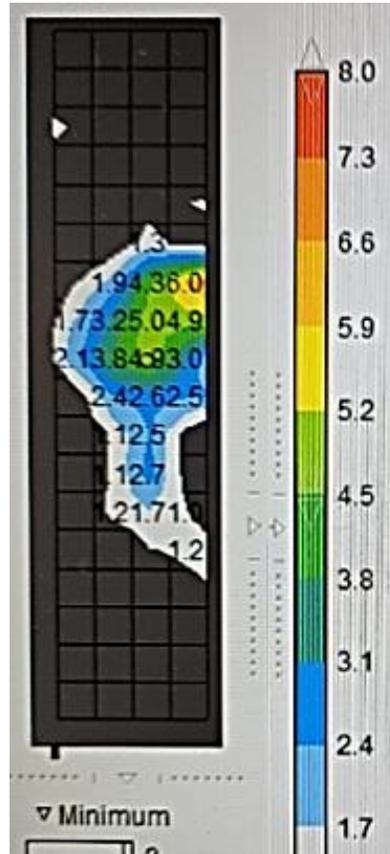
Mesures psychophysiques

- Appréciation de l'inconfort :
échelle visuelle analogue



Mesures biomécaniques

- Pression des sangles
- *Électromyographie*
 - Érecteurs du rachis
 - Obliques externes
 - Trapèzes



Phase 1 : Classement global des harnais

	Harnais en X	Harnais en H	Harnais en Y	Harnais en H
Mouvement				
Élévation bras	3	1	4	2
Flexion avant	1	2	3	2
Inclinaison	2	3	1	3
Rotation	2	4	1	3
Chevalier rotation même côté	2	3	1	4
Chevalier rotation côté opposé	2	3	1	3

Phase 2 : Élaboration des 2 prototypes

Critères favorisant le confort en mouvement	Prototype 1	Prototype 2 (anneaux)
Pas de ceinture		
Construction qui facilite la mobilité (inclinaison et rotation)		
Sous pelvienne absente		
Construction qui ne restreint pas l'élévation des bras	À valider	À valider

* Harnais non dispendieux *

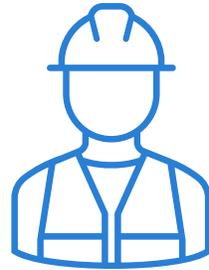
Phase 2 : Méthodologie



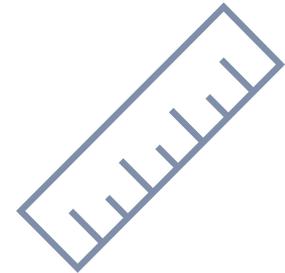
36 Participants

3 somatotypes

♂ et ♀



**4 Harnais dont 2
prototypes**



Similaire à la phase 1

- ✓ 10 Mouvements contrôlés
- ✓ Pressions exercées
- ✓ Appréciations de l'inconfort

Phase 2 : Participants

Moyennes (écart-types)
pour les ♂

Moyennes (écart-types)
pour les ♀

Somatotype

Poids (kg)

Taille (cm)

Poids (kg)

Taille (cm)

Ectomorphe

66.7
(5.86)

181.6
(4.72)

56.6
(4.66)

169.5
(5.79)

Mésomorphe

70.6
(7.49)

170.8
(5.16)

59.1
(4.42)

159.2
(5.53)

Endomorphe

97.5
(8.24)

181.9
(6.39)

74.6
(15.63)

164.7
(3.32)

Phase 2 : Comparer les prototypes



Harnais en Y



Prototype Y



Harnais en H



Prototype Y Anneaux

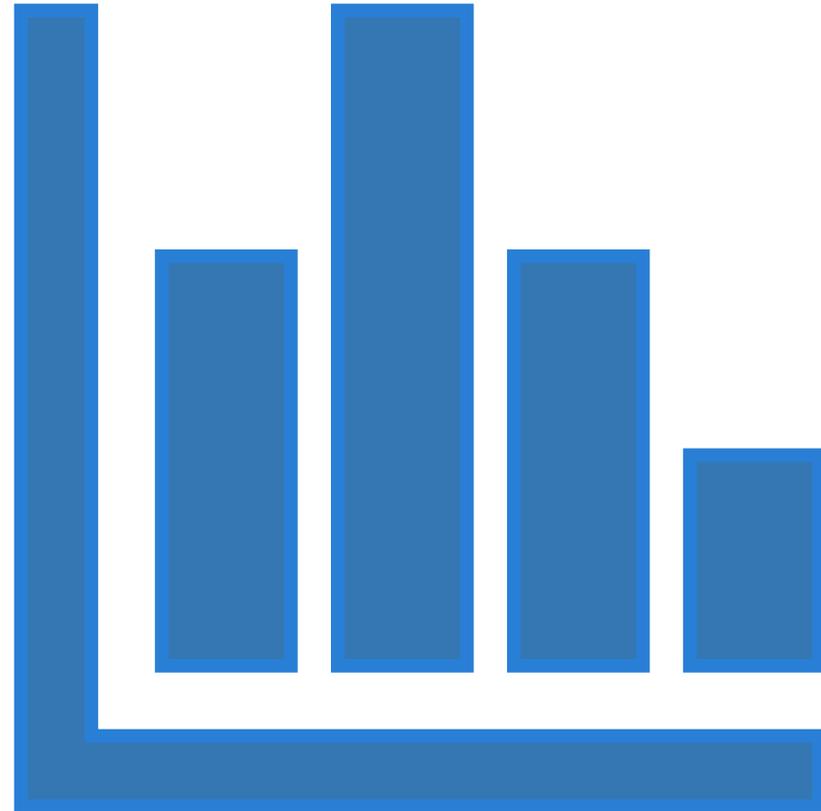
Prototype Y



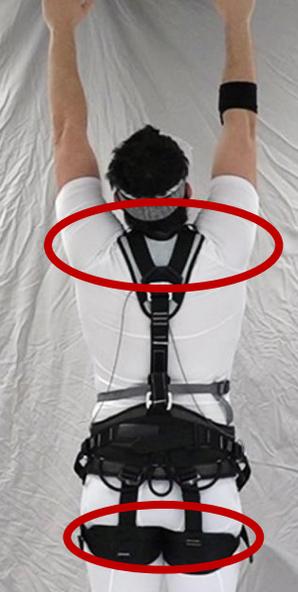
Prototype Y - Anneaux



Résultats Phase 2



Élévation des bras



APPRÉCIATION PSYCHOPHYSIQUE (%)		Harnais en H		Harnais en Y		Prototype Y		Prototype Y- Anneaux	
		App (%)		App (%)		App (%)		App (%)	
Mouvement	Zone	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite
Élévation des bras	Épaules	59.1	59.7	54.2	54.6	48.8	48.2	47.3	46.7
	R. Pelvienne	36.5	36.7	18.6	17.7	22.0	21.8	20.2	20.0

PRESSION MOYENNE (PSI)		Harnais en H		Harnais en Y		Prototype Y		Prototype Y- Anneaux	
		Pmax (psi)		Pmax (psi)		Pmax (psi)		Pmax (psi)	
Mouvement	Zone	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite
Élévation des bras	Épaules	2.0	2.3	2.1	2.4	1.9	2.2	2.1	2.4
	Dos	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Région Pelvienne	1.3	1.5	0.5	0.7	0.4	0.7	0.5	0.7





Flexion avant

APPRÉCIATION PSYCHOPHYSIQUE (%)		Harnais en H		Harnais en Y		Prototype Y		Prototype Y- Anneaux	
		App (%)		App (%)		App (%)		App (%)	
Flexion avant	Épaules	21.6	20.5	17.6	18.0	16.4	16.4	14.2	13.2
	R. Pelvienne	27.3	26.8	15.4	14.8	18.2	18.4	17.9	17.3

PRESSION MOYENNE (PSI)		Harnais en H		Harnais en Y		Prototype Y		Prototype Y- Anneaux	
		Pmax (psi)		Pmax (psi)		Pmax (psi)		Pmax (psi)	
Mouvement	Zone	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite
Flexion avant	Épaules	0.8	1.3	0.9	1.2	0.8	1.1	0.6	0.9
	Dos	0.6	0.9	0.0	0.0	0.4	0.6	0.3	0.4
	Région Pelvienne	1.4	1.4	0.9	1.1	0.9	1.0	0.5	0.7



Inclinaisons latérales



APPRÉCIATION PSYCHOPHYSIQUE (%)		Harnais en H		Harnais en Y		Prototype Y		Prototype Y- Anneaux	
		App (%)		App (%)		App (%)		App (%)	
Mouvement	Zone	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite
Inclinaison gauche	Épaules	24.5	51.9	10.9	12.2	12.8	36.7	13.8	29.9
	R. Pelvienne	23.7	54.5	18.1	14.1	15.7	22.1	14.6	17.7
Inclinaison droite	Épaules	47.4	22.5	13.1	11.1	36.1	12.9	29.1	13.1
	R. Pelvienne	43.8	22.2	14.3	18.0	20.3	14.5	18.3	14.6



PRESSION MOYENNE (PSI)		Harnais en H		Harnais en Y		Prototype Y		Prototype Y- Anneaux	
		Pmax (psi)		Pmax (psi)		Pmax (psi)		Pmax (psi)	
Mouvement	Zone	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite
Inclinaison gauche	Épaules	0.4	1.6	0.1	0.5	0.1	1.5	0.4	1.4
	Dos	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2
	Région Pelvienne	0.9	1.4	0.7	0.9	0.8	1.1	0.5	0.9
Inclinaison droite	Épaules	1.3	0.5	0.2	0.1	0.9	0.3	1.0	0.4
	Dos	0.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
	Région Pelvienne	1.3	1.1	0.8	1.0	0.9	1.0	0.5	0.6



Rotations debout

APPRÉCIATION PSYCHOPHYSIQUE (%) 		Harnais en H		Harnais en Y		Prototype Y		Prototype Y- Anneaux	
		App (%)		App (%)		App (%)		App (%)	
Mouvement	Zone	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite
Rotation gauche	Épaules	30.5	61.8	19.2	23.9	20.6	40.3	18.4	36.5
	R. Pelvienne	31.0	45.4	17.2	16.5	17.7	22.6	19.1	23.5
Rotation droite	Épaules	58.6	26.9	26.7	18.5	40.7	18.7	40.8	22.8
	R. Pelvienne	39.0	33.4	18.3	16.7	20.6	17.3	21.8	18.8

PRESSION MOYENNE (PSI) 		Harnais en H		Harnais en Y		Prototype Y		Prototype Y- Anneaux	
		Pmax (psi)		Pmax (psi)		Pmax (psi)		Pmax (psi)	
Mouvement	Zone	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite
Rotation gauche	Épaules	0.7	2.1	0.4	1.2	0.7	1.9	0.9	1.7
	Dos	0.8	0.7	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.3
	Région Pelvienne	1.4	1.7	0.9	1.1	1.1	1.2	0.5	1.0
Rotation droite	Épaules	1.8	1.3	0.8	0.8	1.6	1.4	1.5	1.2
	Dos	0.6	1.3	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.2
	Région Pelvienne	1.5	1.5	0.9	1.1	1.3	1.1	0.6	1.0



Rotations en chevalier



APPRÉCIATION PSYCHOPHYSIQUE (%)		Harnais en H		Harnais en Y		Prototype Y		Prototype Y- Anneaux	
		App (%)		App (%)		App (%)		App (%)	
Mouvement	Zone	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite
Chevalier JG Rotation gauche	Épaules	18.7	48.9	14.7	16.0	14.5	27.2	14.5	23.7
	R. Pelvienne	23.6	44.8	23.5	16.1	12.0	18.3	15.3	17.5
Chevalier JD Rotation droite	Épaules	43.4	21.1	16.3	17.9	30.2	14.0	26.5	14.9
	R. Pelvienne	38.5	22.7	15.5	24.8	17.2	14.4	19.0	17.4

PRESSION MOYENNE (PSI)		Harnais en H		Harnais en Y		Prototype Y		Prototype Y- Anneaux	
		Pmax (psi)		Pmax (psi)		Pmax (psi)		Pmax (psi)	
Mouvement	Zone	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite
Chevalier JG Rotation gauche	Épaules	0.4	1.8	0.2	0.8	0.3	1.3	0.5	1.3
	Dos	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Région Pelvienne	0.8	1.4	1.0	0.7	0.1	0.2	0.1	0.4
Chevalier JD Rotation droite	Épaules	1.6	0.5	0.6	0.4	0.8	0.2	0.8	0.5
	Dos	0.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	Région Pelvienne	1.0	0.7	0.5	1.3	0.1	0.2	0.2	0.1



Phase 2 : Classement global des harnais



Mouvement	Harnais en H	Harnais en Y	Prototype Y	Prototype Y Anneaux
Élévation bras	4	1	1	1
Inclinaison	4	1	2	2
Rotation	4	1	2	2
Chevalier rotation	4	3	1	1

CONCLUSION

Configuration en Y avantageuse pour la rotation et l'inclinaison



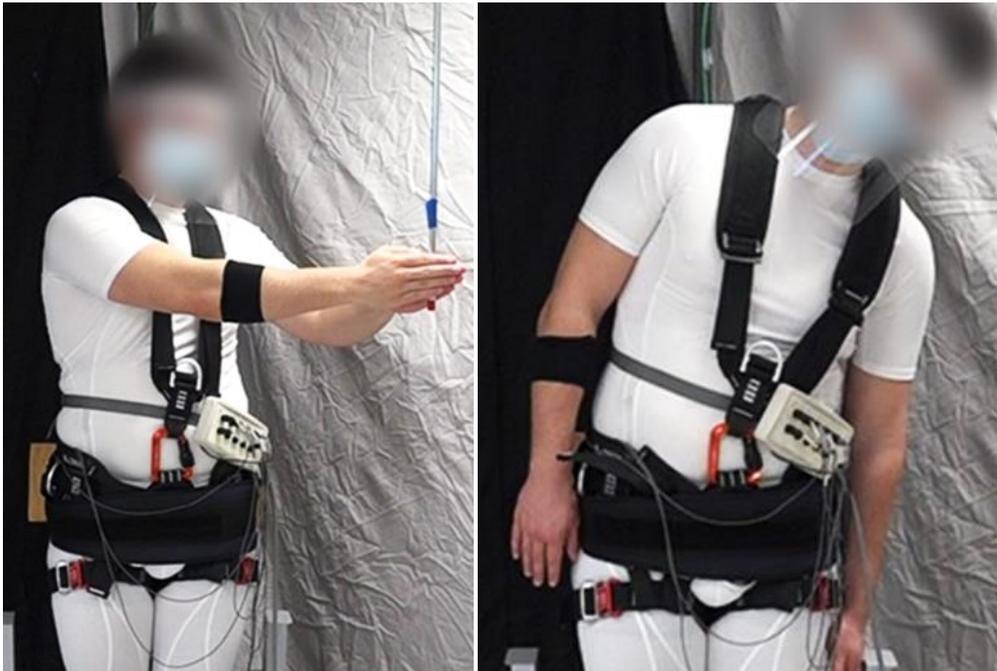
Modèle en H à éviter

Pas de différence significative entre les genres et les somatotypes



Prototypes validés

- ✓ Conviviaux
- ✓ Légers
- ✓ \$





**MERCI DE VOTRE
ATTENTION !**



DES QUESTIONS ?

Références

- Carter, J. E. L. (2002). *The Heath-Carter anthropometric somatotype - Instruction Manual*. San Diego: San Diego State University.
- Carter, J. E. L., et Heath, B. H. (1990). *Somatotyping - Development and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- CNESST. (2021). *Statistiques annuelles 2020*. Tiré de https://www.cnesst.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/dc200-1046web_0.pdf
- Hsiao, H., Whitestone, J., et Kau, T. Y. (2007). Evaluation of fall arrest harness sizing schemes. *Human Factors*, 49(3), 447-464.
- Rushworth, A., Best, C., Coleman, G., Graveling, R., Mason, S., et Simpson, G. (1986). *Study of ergonomic principles involved in accident prevention for bunkers. Final report on CEC Contract 7247/12/049* (Rapport n° Research Report TM/86/05). Edinburgh: Institute of Occupational Medicine - World Health Organization.
- Thompson, T. (2016). Workers Not Always Using Their Fall Protection Equipment? Here's how companies can improve workers' safety harness compliance *Occupational Health and Safety*, Avril 2016, 11-13.