



Objectifs de la tâche 3 « Performances multiples des protections »

L'évaluation d'une modalité se concentre sur plusieurs paramètres :

- Son **efficacité** -> répond-elle à la demande de protection du plant face au gibier
- Son **coût** -> se place-t-on dans un niveau de coût raisonnable par rapport à ce qu'il y a d'autres sur le marché
- **L'ergonomie** de sa mise en place par rapport à d'autres systèmes existants -> prendre en compte l'humain dans la faisabilité de mise en place



Avoir une évaluation globale des modalités en intégrant des connaissances sur son efficacité et son coût, tout en prenant en compte la pénibilité, les contraintes et les risques associés à sa mise en place.





RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE



PICO Tâche 3 :

Ergonomie de l'installation des protections individuelles

Marine Boudy INRAE & Malaurie Puyal ONF-RDI

28/09/2026

Journée
échanges
techniques

| Protections évaluées : différents modes d'applications



Trico

Application par
pulvérisation
+ port de charges



**Chaux
hydraulique**

Application à la
double brosse



Pince cactus

Application manuelle



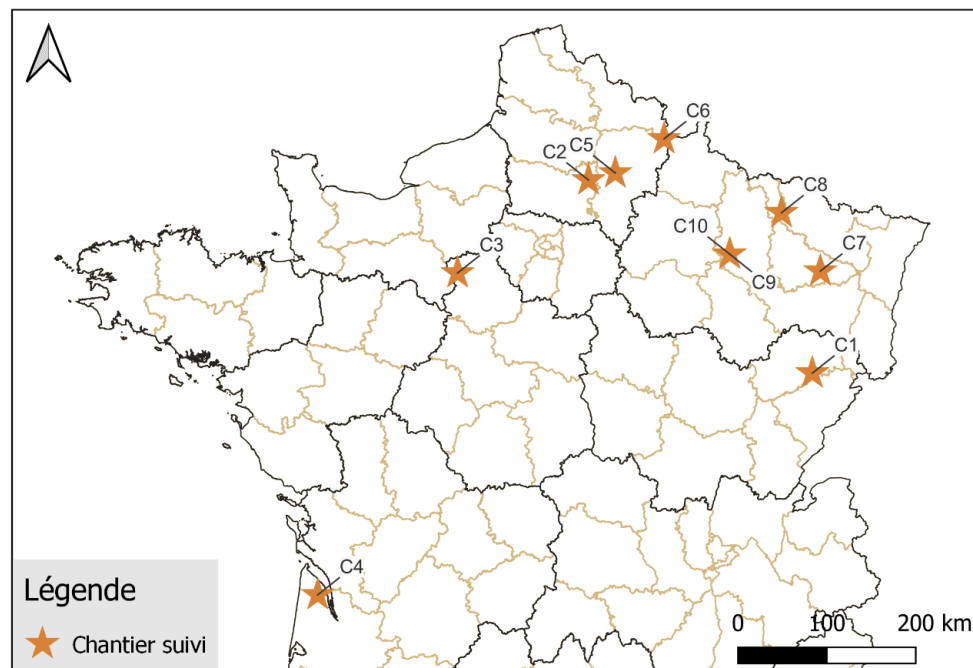
Laine



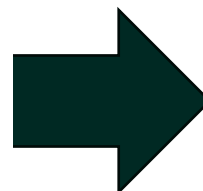
Gaine

Application manuelle
plusieurs outils
+ port de charges

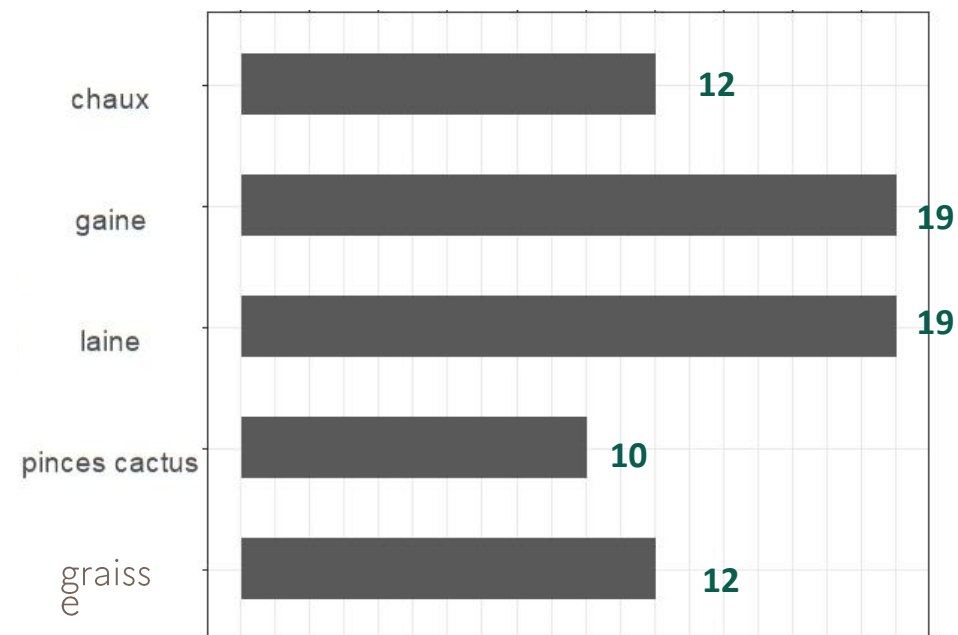
Chantiers évalués



10 chantiers
21 ouvriers



Nombre d'ouvrier évalué par protection



72 évaluations réalisées



Données étudiées

Chronométrage



→ à partir des vidéos

Ressenti des ouvriers



→ à partir des questionnaires

Pénibilité posturale



→ à partir des vidéos



Risque postural : Méthode RULA

- Méthode généraliste d'évaluation des membres supérieurs : **détection des risques de Troubles musculosquelettiques (TMS)**
- Automatisation avec logiciel HapoLea

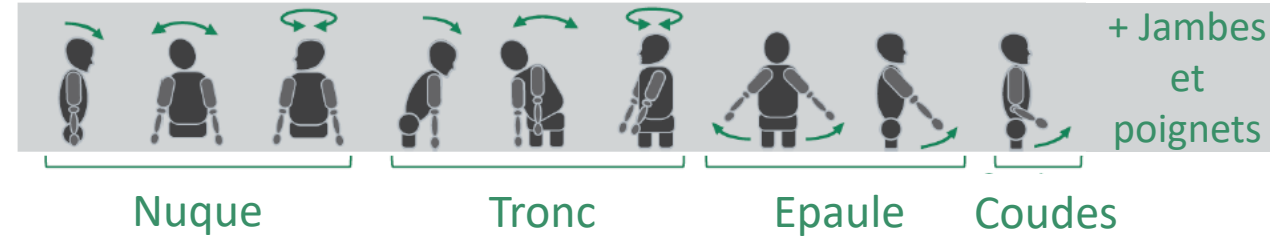


Evaluation d'une posture avec RULA

1 posture de travail



Mesure des **angles** des membres



Score par **membre**

+

Score d'activité **musculaire**

+

Score de **charge**



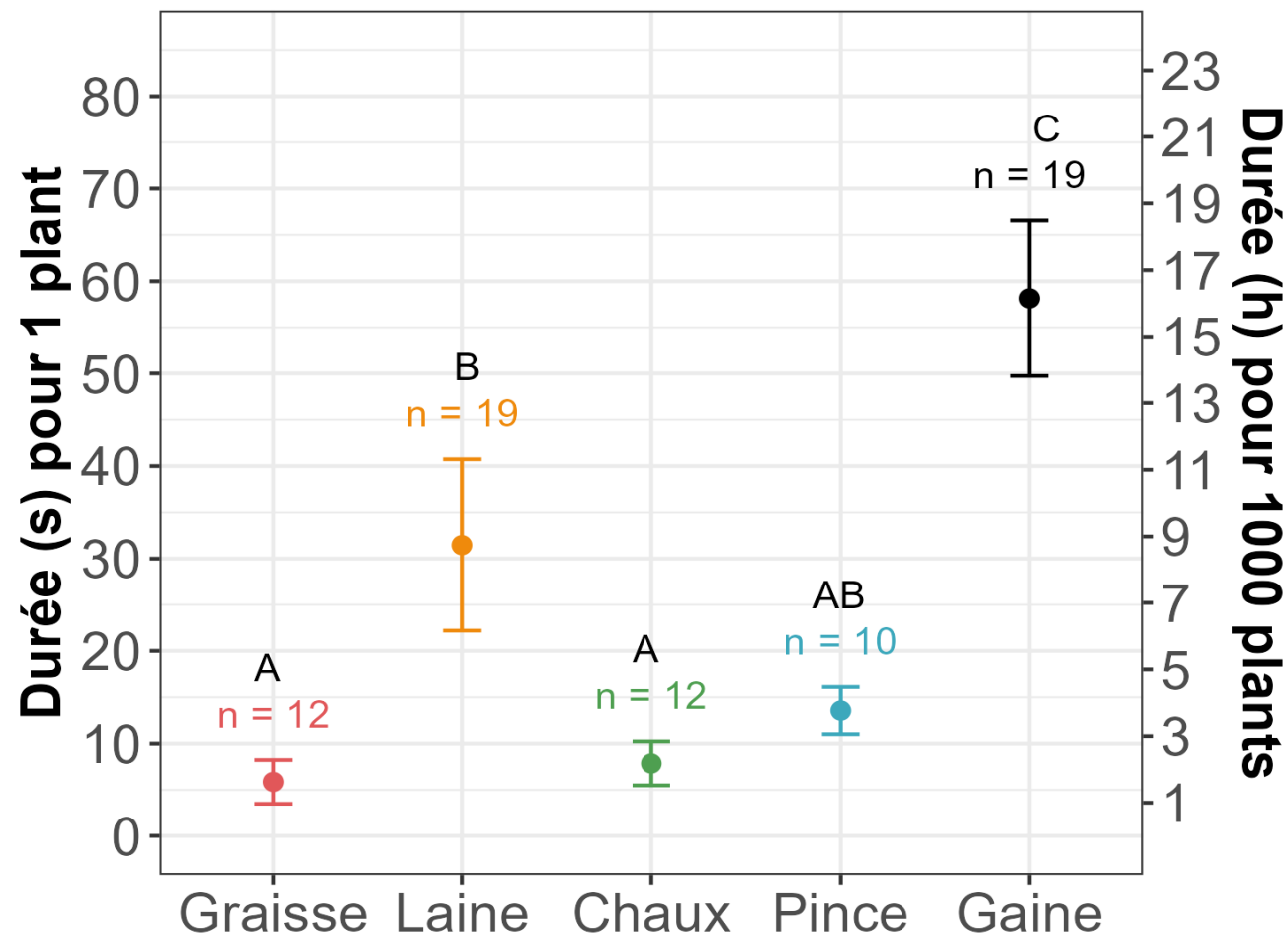
Score	Niveau de risque
1-2	Risque négligeable = pas d'action nécessaire.
3-4	Risque faible = un changement peut-être nécessaire.
5-6	Risque moyen = vigilance, des améliorations à envisager.
+6	Risque fort = intervention immédiate.

Durée des cycles de travail

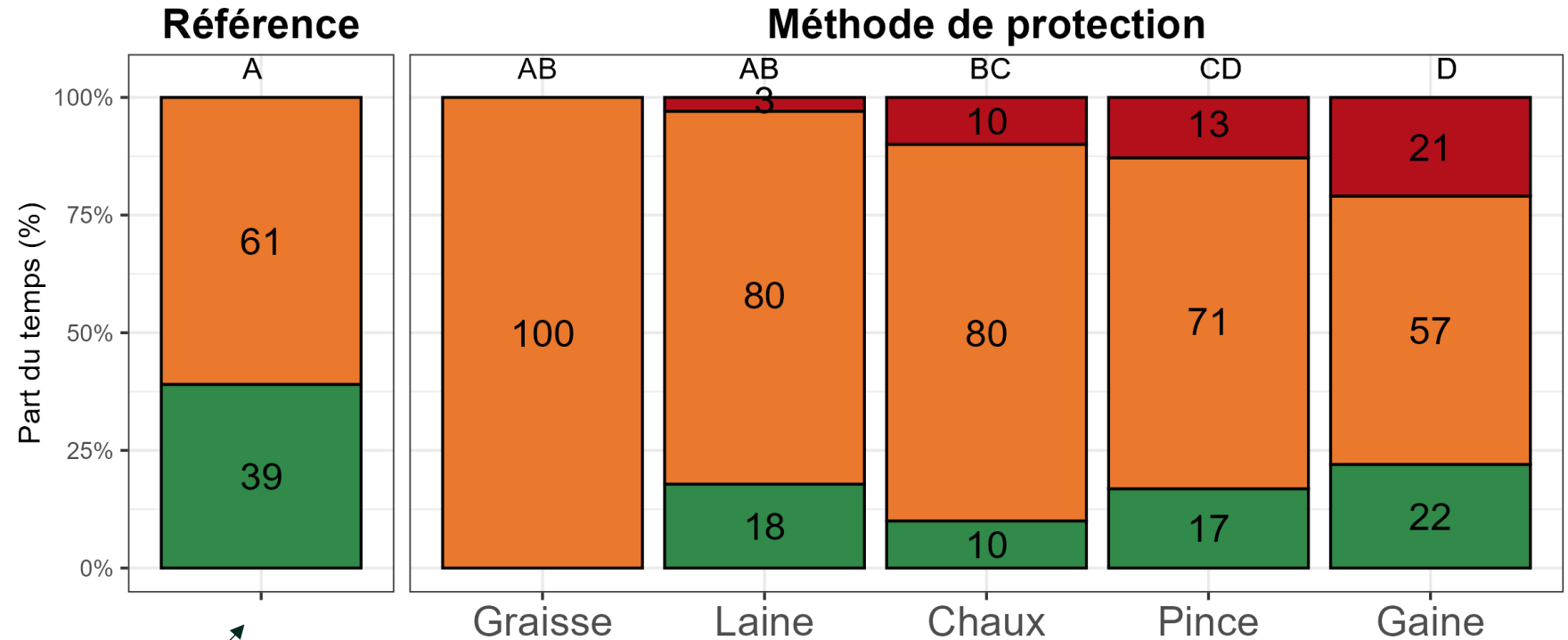
Forte variabilité des durées de cycle de travail

- Entre modalité de protection
- Chantiers et ouvriers
- Habitude d'application

Mis en place auparavant :	Oui	Non
Graisse	11	1
Chaux/Pince	0	12/10
Laine	5	14
Gaine	17	2



Risque postural sur 1 cycle moyen (RULA)



Référence = la personne marche sur la parcelle en se tenant droite, sans port de charge

Niveau de risque : ■ Fort ■ Moyen ■ Négligeable à faible

- Marche « simple » présente déjà un risque (**référence**)
- **Risque moyen** présent quelque soit la tâche
- Présence de **risque fort** pour **laine, chaux, pince et gaine**

Composition d'un cycle de travail

**CHAUX : 1 cycle,
3 phases**



Déplacement

Manutention

Application sur
le plant

**GAINE :
1 cycle, 7+
phases**



Distribution
piquets et gaines
+ autres
Manutentions
diverse

Installation
piquet

Ourlet

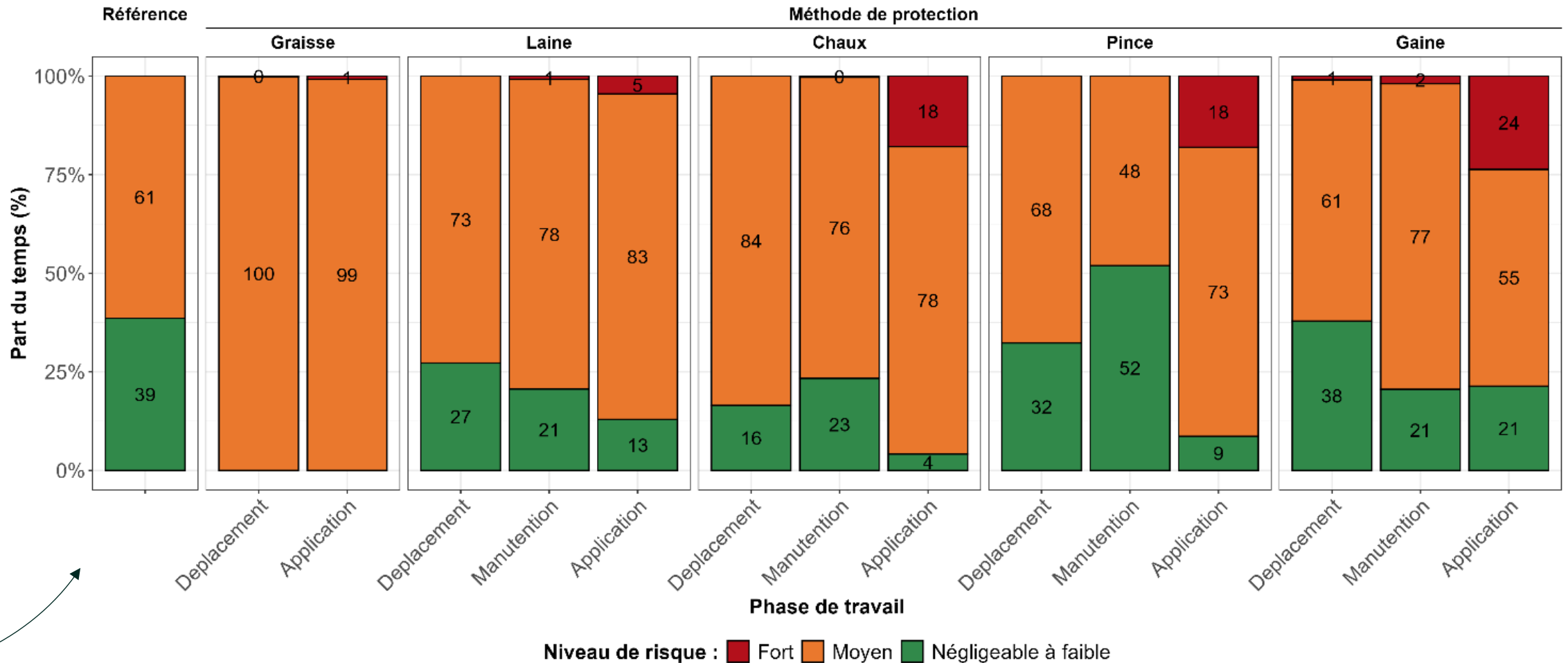
Enfilage

Agrafage

Déplacements

Application sur le plant

Risque postural par phase de travail (RULA)



la personne marche sur la parcelle en se tenant droite, sans port de charge

- Gradation du risque : Déplacement < Manutention < Application
- **Gaine** : risque **fort** + présent

Risque postural : par zones du corps



Analyse RULA

- **Epaule, tronc** : **risque + important que la référence** pour toutes les modalités sauf graisse
- **Poignet** : **risques supplémentaires** avec la gaine

Ressenti des ouvriers

- Le **dos** est casi systématiquement comme la zone la plus à risque (toutes modalités)
- **Gaine** : + de la moitié des opérateurs estime que **dos, épaule, coudes, avant bras et poignet** = risque fort de TMS

Cohérence et complémentarité entre l'analyse ergonomique et les ressentis subjectifs



Bilan

- Le risque ergonomique est déjà présent lors d'un déplacement simple en parcelle
- **Pénibilité supplémentaire non négligeable** quelque soit le type de protection installé
- Complémentarité analyse RULA et questionnaires
- La gaine est :
 - ❑ la modalité la + à risque de TMS
 - ❑ Mais aussi la + efficace contre le gibier
 - Améliorations ergonomiques à envisager
- Analyse des coûts: à venir





Merci de votre attention



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE



PICO Tâche 3 :

Analyse économique

Morgane Picot, Guillaume Salzet, Vincent Boulanger

28/09/2026

Journée
échanges
techniques



Conditions

Données :

Bases Chantiers ONF

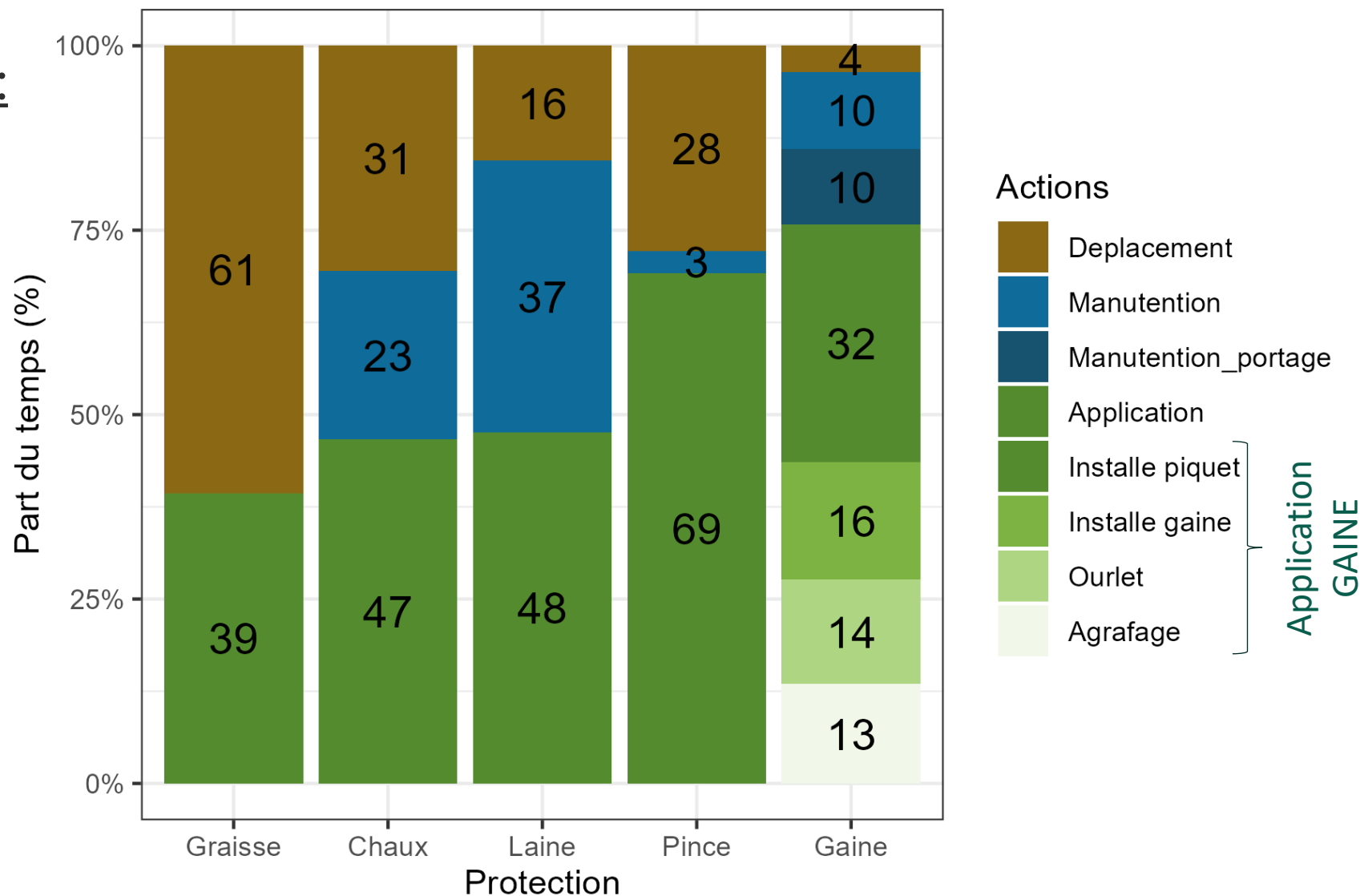
Durée PICO ergonomie



Résultats préliminaires : Phases de travail

Composition des cycles :

- Application (40-70%)
- Déplacement (4-60%)
- Manutentions (approvisionnement, contenant, tissage laine)



Protection	Classement pénibilité	Préférence des ouvriers	Zones du corps avec un risque moyen à fort de développer des TMS	Facteurs principaux de pénibilité identifié
Graisse	1 - 1	1	Epaules	Cycles très courts et fréquence d'exécution élevée Chutes Poids du pulvérisateur
Laine	1 - 3	3	Tronc, épaules	Manutention et application, Répétition
Chaux	2 - 2	2	Tronc, poignets avec torsion	Répétitivité et postures lors de l'application
Pince	2 - 2	3	Tronc, épaules, jambes/pieds	Postures d'application, Répétition
Gaine	3 - 2	2	Tronc, épaules, coudes, poignets avec torsion	Postures contraintes, manutention, gestes avec impact répété Port de charges



Scannez-moi !

Nom : _____ Prénom : _____ Date : _____

Poste de travail : _____

A. Analyse de l'épaule, du coude et du poignet

Étape 1 Position de l'épaule



Épaule levée : Ajouter +1
 Épaule en abduction : Ajouter +1
 Si l'épaule est soutenue ou la personne est penchée : Soustraire -1

Score :

Étape 2 Position du coude



Si l'un des avant-bras travaille sur la ligne médiane ou sur le côté du corps : Ajouter +1

Score :

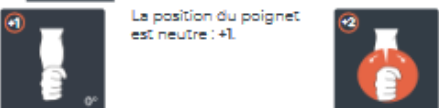
Étape 3 Position du poignet



Si déviation ulnaire/radiale du poignet : Ajouter +1

Score :

Étape 4 Pronosupination du poignet



La position du poignet est neutre : +1.

Le poignet atteint l'une des extrémités : +2.

Score :

Étape 5 Score de la posture A

Grâce aux valeurs des étapes 1 à 4, repérez le score dans la table A.

Score :

Étape 6 Activité musculaire

Si la posture est maintenue statique pendant plus de 10 minutes ou si l'action est répétée plus de 4 fois par minute : Ajouter +1

Score :

Étape 7 Score d'effort et de charge

Charge inférieure à 2kg (par intermittence) : 0
 Charge entre 2kg et 10kg (par intermittence) : Ajouter +1
 Charge entre 2kg et 10 kg (posture statique ou répétitive) : Ajouter +2
 Charge supérieure à 10kg avec répétitivité ou chocs : Ajouter +3

Score :

Étape 8 Score épaule, coude et poignet

Additionnez les valeurs des étapes 5 à 7 pour obtenir le score Épaule, Coude et Poignet correspondant aux lignes de la table C.

Score :

B. Analyse de la nuque, du tronc et des jambes

Étape 9 Position de la nuque



Nuque en rotation axiale : Ajouter +1
 Nuque en flexion latérale : Ajouter +1

Score :

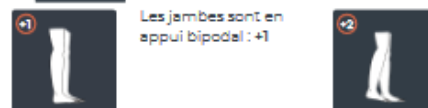
Étape 10 Position du tronc



Tronc en rotation axiale : Ajouter +1
 Tronc en flexion latérale : Ajouter +1

Score :

Étape 11 Position des jambes



Les jambes sont en appui bipodal : +1

Les jambes sont en appui monopodal : +2

Score :

Étape 12 Score de posture B

Grâce aux valeurs des étapes 9 à 11, repérez le score dans la table B.

Score :

Étape 13 Activité musculaire

Si la posture est maintenue statique pendant plus de 10 minutes ou si l'action est répétée plus de 4 fois par minute : Ajouter +1

Score :

Étape 14 Score d'effort et de charge

Charge inférieure à 2kg (par intermittence) : 0
 Charge entre 2kg et 10kg (par intermittence) : Ajouter +1
 Charge entre 2kg et 10 kg (posture statique ou répétitive) : Ajouter +2
 Charge supérieure à 10kg avec répétitivité ou chocs : Ajouter +3

Score :

Étape 15 Score nuque, tronc et jambes

Additionnez les valeurs des étapes 12 à 14 pour obtenir le score Nuque, Tronc et Jambes correspondant aux colonnes de la table C.

Score :

Table A		Poignet							
		1		2		3		4	
		Pronosupination du poignet							
Épaule	Coude	1	2	1	2	1	2	1	2
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	4	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Table B	Tronc											
	1		2		3		4		5		6	
	Jambes											
Nuque	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Table C		Nuque, tronc et jambes						
		1	2	3	4	5	6	7+
Épaule, coude et poignet	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	5	6	6	7	7	7
	6	5	5	6	7	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Score final RULA

Score de la Table C : 

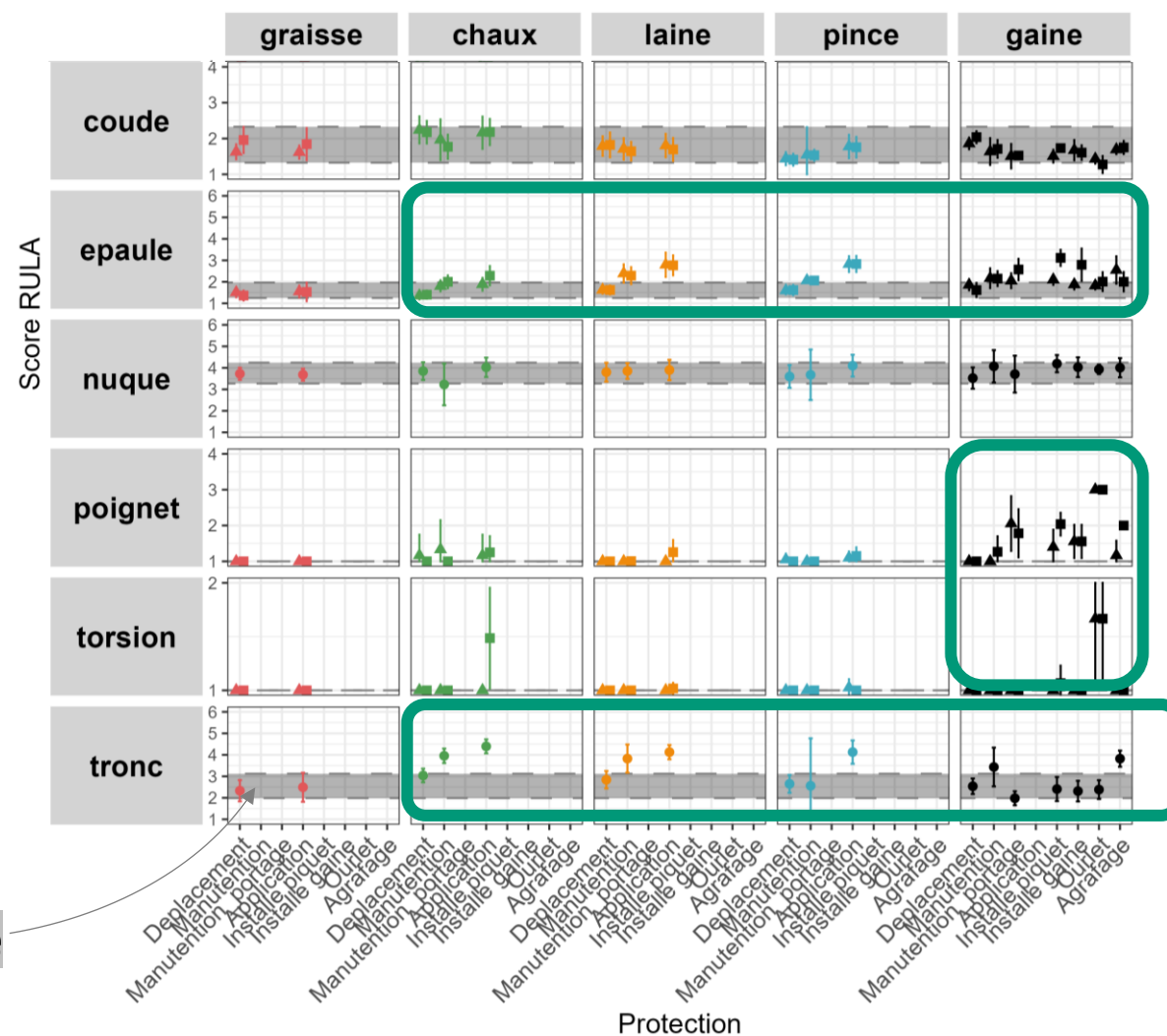
Score	Niveau de risque
1-2	Risque négligeable = pas d'action nécessaire.
3-4	Risque faible = un changement peut-être nécessaire.
5-6	Risque moyen = vigilance, des améliorations à envisager.
+6	Risque fort = intervention immédiate.



Optimisez vos évaluations et réduisez de 75 % vos temps d'analyse avec Nawo Live.

www.nawo-live.com

Score par zones du corps (RULA)



Epaule, tronc et poignets
sont les + à risque

Zone grise = référence

dominance ● aucune ▲ non ■ oui protection ● graisse ● chaud ● laine ● pince ● gaine